

Bergets beseirere



**NORSK FORENING FOR
FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK**

Bergets beseirere



**NORSK FORENING FOR
FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK**

©Norsk forening for fjellsprenningsteknikk
ISBN 978-82-92641- 48 - 4

Forsidebildet tatt av Einar Gjærevold, vinner av foreningens fotokonkurranse november 2019.

Design og trykk: Merkurgrafisk AS

Bokens formål er formidling av informasjon om historie knyttet til bergteknisk aktivitet. Opplysninger og illustrasjonsmateriale kommer fra de ulike forfatterne, gjerne basert på spesiell kunnskap og tilknytning til tema som behandles. Fotograf er angitt i den grad dette kan fastslås. For eventuell bruk av åpne kilder på internett eller litteratur angis referanser. Boken har ikke kommersielt formål. Forening, kulturutvalg eller redaktører tar ikke ansvar for feil som måtte forekomme, men tar gjerne imot kommentarer eller korreksjoner.

Forord

«**Bergets beseirere**» er historier om prosjekter og aktiviteter i norsk gruve- og anleggsvirksomhet.

«Dette må ikke glemmes» er et gjennomgangsuttrykk ved viktige nasjonale festdager. Vår erfaring er at mangt glemmes fort. Derfor har Kulturutvalget i Norsk forening for fjellsprenningsteknikk, gått løs på et bokprosjekt som skal minne oss om noe av det som ligger bak når vi snakker om stor innsats, høy kompetanse og kjærlighet til det langstrakte fjellandet Norge, uten helt å overse en verden rundt oss.

Fra beskjedne kår til velstand, latente muligheter vel tatt vare på gjennom nøysomhet, dyktighet innenfor en arbeidslivskultur som delvis var umenneskelig, etter hvert bra.

En bok kan ikke dekke alt, her med vekt på bergaktivitet knyttet til infrastruktur i dagen eller under jord, dvs. kommunikasjoner, industri med bergrom for ulike formål, gruve og anleggsvirksomhet. Ikke nødvendigvis først, størst, lengst eller viktigst, men med beretninger fra tidsvitner eller nær tidsvitner.

Bergarbeid i vår verden er teknologi og praktisk innsats, fra planlegging til gjennomføring. For Kulturutvalget må rammen for artikler utvides, mangt er mer enn teknikk. Flere av artiklene angår sosiale forhold.

Bransjens tidsregning kan føres tilbake til faraoenes Egypt med templer og pyramider. Av mer allmenntilgjengelige aktiviteter kom vanningsanlegg tidlig, enkle kanaler

også. Bergarbeid i moderne tid må først knyttes til gruvevirksomhet. Forløpere for veier kom fra tråkk, ryttere eller geitas stier som gjerne endte i en bergvegg. Bønder fikk veivedlikehold som et nytt åk. Jernbaner kom i første halvdel av det 19. århundre – i Norge noe senere. Moderne veier kom først i det 20. århundre. Tunnelarbeid med transportformål knyttes til jernbaner i Alpene, hos oss først og fremst til kraftutbygging i det 20. århundre. Oljeindustriens behov for støtte fra «Bergets beseirere» kom i 1970-årene. Forsvarsanlegg har alltid vært del av nasjonsbyggingen. Hederlig innsats med ekstremt knappe budsjetter før okkupasjonen. Kald krig etter freden i 1945 førte til lite omtalte, men spektakulære prosjekter, oftest med «Bergets beseirere» i en hovedrolle.

Valg av bokens temaer er ikke tilfeldig, noe fra de fleste områder. Målgruppen er kolleger i bransjen og andre med forståelse og interesse for betydningen av samfunnets utvikling av viktig infrastruktur.

Artiklene er skrevet som informasjon til interesserte. Redaktørene har i varierende grad bidratt med utforming og språkbruk. Faktaopplysninger og synspunkter er forfatterens ansvar.

I tillegg til illustrasjoner i de ulike artiklene, er det lagt inn bilder fra fotokonkurranser gjennomført i samarbeid med Byggeindustrien

Vi takker alle som har bidratt. En kort omtale av forfatterne er tatt inn i siste del av boken.

Bokkomiteen takker alle forfattere for godt samarbeid.

November 2020

Aslak Ravlo og Per Bollingmo
Redaktører

FRA NORSK FORENING FOR FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK

Norsk Forening for fjellsprenningsteknikk (NFF) har i mange år hatt et fast innslag på foreningens årlige Fjellsprenningskonferanse i november med tittel «Historisk kvarter». Under dette emne har foredragsholdere presentert gruver og anlegg i et historisk perspektiv. Konferansen for øvrig befatter seg jo med dagsaktuelle temaer fra inn- og utland.

Det «Historiske kvarter» gir et blikk bakover i tid, en mental ballast og forståelse for dagens virke i vår bransje. Men med et innlegg pr. år, står vi selvsagt i fare for at tidsvitner som sitter på verdifull erfaring som bør frem, kanskje faller bort før et tema når frem som foredrag i «Historisk kvarter».

Dette var bakgrunnen for at Kaare Flaate og Aslak Ravlo, begge med flere års fartstid i Kulturutvalget, foreslo en «tilleggsinnsats», slik at det ville bli samlet inn beretninger fra aktuelle tidsvitner, og at foreningen sørget for formidling til medlemmer og andre i bokform.

Tanker rundt forslaget om «tilleggsinnsats» er nedfelt i et notat, datert 24.06.2018 i første omgang til Kulturutvalget som senere forela dette for Styret for sluttvurdering og evt. aksept for prosjektet som foreningssak.

Med erfaring fra Jubileumsboken var det naturlig å be redaksjonskomiteen fra jubileumsåret om å stå i spissen for det videre arbeidet med prosjektet. Dessverre gikk Kaare Flaate bort i oktober 2018, Aslak Ravlo og Per Bollingmo ble utfordret, nikket ja, og er redaktører for boken som har fått tittelen:

Bergets beseirere

Tidsvitners beretninger fra gruver og anlegg.

NFF takker Kulturutvalget og redaktørene for det store arbeidet de har lagt ned i arbeidet med boken. Jeg håper medlemmer og andre finner innholdet interessant og informerende om noen av bransjens tidligere prestasjoner.

Norsk forening for fjellsprenningsteknikk

Anne Kathrine Kalager

Styreleder

INNHold

FORORD	3
HILSEN FRA STYRET	4
SULITJELMA - ET SPESIELT GRUVESAMFUNN	7
BERGVERKSDRIFT I NORGE GJENNOM TIDENE	15
DE SOSIALE FORHOLDENE I BERGVERKSINDUSTRIEN FRAM TIL VÅRT ÅRHUNDRE	37
TOKKEANLEGG	53
KALD KRIG - KRAFTUTBYGGING I GRENSELAND MINNER FRA ANLEGGSPERIODEN 1960- 62 FOR BORIS GLEB KRAFTVERK	63
OSLO LYSVERKERS KRAFTUTBYGGING I AURLAND	69
FRA OSLO LYSVERKER TIL HAFSLUND E-CO VANNKRAFT	79
SJAKTAVSENKNING VED FOSDALENS BERGVERKS AS	87
INGENIØRMISJONÆREN ODD HOFTUN	97
GAUSTABANEN	107
KRAFTVERKENE I FORTUN	125
NUUK KRAFTANLEGG. GRØNLANDS FØRSTE STORE VANNKRAFTANLEGG	131
STARTEN PÅ NORSK MOTORVEIBYGGING	145
RÅDGIVERNE UTENLANDS. DE FØRSTE ÅRENE	155
NORSK TBM-HISTORIE - 100 ÅR FRA BØHN TIL 2020	169
FESTNINGSFORSVARET AV NORGE	199

TYDALINGEN INGEBRIGT AAS SOM FIKK FORTJENESTEMEDALJE AV KONGEN OG GULLMERKE OG ÆRESMEDLEMSKAP AV NORSK ARBEIDSMANDSFORBUND	211
NORSK ENTREPRENØRVIRKSOMHET I AUSTRALIA 1951-1954	215
SPRØYTEBETONGENS HISTORIE I NORGE	235
SPRØYTEBETONG I NORGE. HISTORIEN OM ET FELLES KOMPETANSELØFT	255
UTBYGGINGEN AV «FESTUNG NORWEGEN»	263
ET VANSKELIG VEIANLEGG GJENNOMFØRT MED SMÅ RESSURSER.	271
NATURENS KUNSTVERK GÅR RETT PÅ TIPPEN	283
KINESISK VANNKRAFTUTVIKLING - OGSÅ VI VAR MED - ADVISORY GROUP OF NORWAY	291
ODDAHALLEN. EN BERGHALL TIL BERIKELSE	307
STORE VEG- OG JERNBANEPROSJEKTER I IRAN - EN INNGANGSPORT TIL SPENNENDE UTENLANDSOPPDRAG	315
TUNNELDRIFT HJEMME OG UTE - EPISODER OG REFLEKSJONER	329
ERFARINGER FRA ET LANGT INGENIØRLIV	339
NORDLANDSBANEN I FRED OG KRIG	355
VASSKRAFTEN - STERK «GAME CHANGER» I DET TYVENDE ÅRHUNDRET	367
FORFATTERLISTE	375

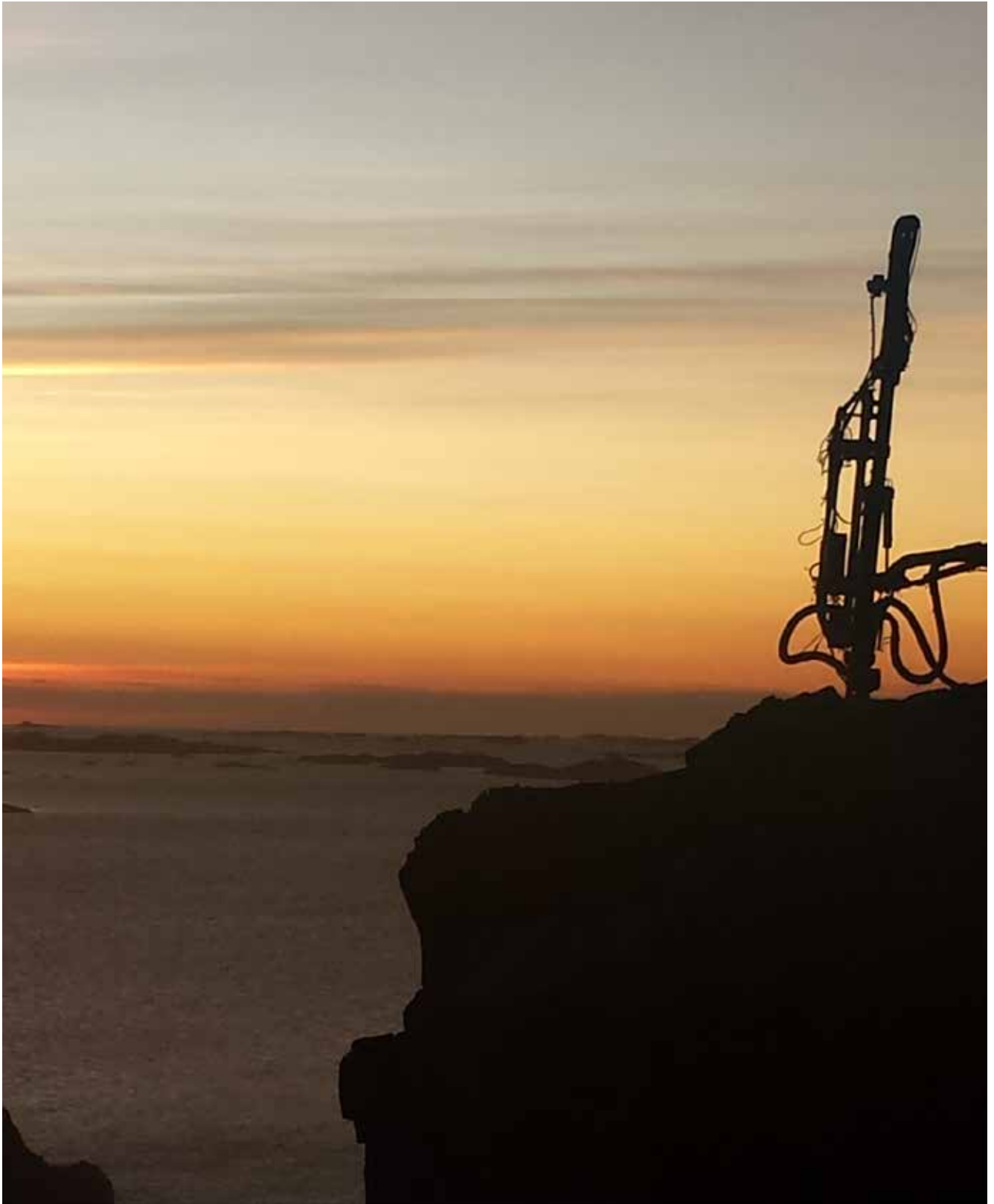


Foto: Einar Gjærevold

SULITJELMA - ET SPEIELT GRUVESAMFUNN

Hilde Mangset Lorentsen

Labyrinten av gruveganger ledet over hundre mann i døden. De mørke gruvegangene i Sulitjelma var beryktet. Men da arbeiderne også skulle «slavemerkes», skjedde noe som fortsatt sprer godhet i bygda. Det skulle egentlig ikke vært noe her. Ingen vei, coop-butikk, skole eller kirke. Området var nesten ubebodd helt fram til slutten av 1800-tallet. Men en skinnende stein forandret alt. Også for oss som lever i dag.

Sulitjelma er et veldig spesielt sted

Tove Wensell ser utover den hvite fjellheimen. Lufta står helt stille. Bare lyden av ei kråke og vinteren som sklir ned fra takene i store flak. Det er mange som har sagt akkurat det: At Sulitjelma skiller seg ut.

Det lå så isolert. Her gjaldt lenge ingen andre regler enn de som eierne av området fant på. I dag må du kunne historien for å forstå det du ser rundt deg. Forstå hvorfor noen hus er små og enkle, mens andre er store og utsmykkede. Hvorfor flertallet av gravene på den eldste kirkegården tilhører barn under ti år. Eller hvorfor kirka ikke har spir. – Klasses skillet var enormt. Enormt. Det skarpe sollyset i fjellheimen svir i øynene. Men noen meter under oss, ligger et stort, menneskeskapt mørke.

En verdifull stein

Hele historien starter med én enkelt stein en fattig same oppdaget i 1858. Samen het Mons Petter og bodde på en gård i nærheten av det som i dag er Sulitjelma. Hver sommer kom han til den frodige fjellsiden for å skjære ut tømmer av gamle furutrær.

På en av disse turene søkte han ly under noen fjellhyller. Der oppdaget han en stein som skinte som gull. Samen tok med seg steinen ned fra fjellet og til den lokale handelsmannen. Men beskjeden han fikk, var nedslående. Riktignok lignet steinen på gull, men den var altfor lett til å kunne være det, mente handelsmannen. Samen måtte derfor reise tomhendt hjem igjen og døde senere i fattigdom. Men steinfunnet vakte likevel såpass nysgjerrighet i lokalsamfunnet at det ble gjort flere undersøkelser i tiårene som fulgte. Det viste seg at det ikke var gull, men store mengder malm inne i fjellet.

Selv om det var verdifullt, tvilte mange på at det ville være mulig å gjøre driften lønnsom på et så øde sted. Det ble med noen sporadiske forsøk, inntil den svenske konsulen Nils Persson i 1886 kom over en steinprøve i København. Han ville bruke malmen til kunstgjødsel og sikret seg raskt rettighetene til et 400 km² stort stykke av Nordlandsfjellene. Siden området ble ansett som ødemark, betalte han ingenting for avtalen. (visstnok tilsvarende 100.000 kr)

Et kupp

Det skulle snart vise seg at svensken hadde gjort et kupp, og allerede vinteren etter var driften i gang. På rekordtid oppstod nå et helt samfunn ut av ingenting. Det ble bygd vei, arbeiderboliger, telegraf, sykehus, post, skole, bakeri og butikk i fjellheimen. Allerede tidlig på 1900-tallet er gruveselskapet blitt landets største bergverk og nest største industribedrift. Fattige bønder og fiskere kommer i tusentall for å arbeide i gruvene.

Men mange får sjokk. For at Sulitjelma ikke er som et hvilket som helst tettsted, får de raskt merke.

Eier alt

Verket eier nemlig ikke bare gruvene. Det eier hele stedet. Det eier huset arbeiderne bor i, maten de spiser, veien de går på og svovelrøyken de puster. Gruvesamfunnet har sin egen myntenhet og den eneste matbutikken som er tillatt, eier verket. Der kan priser fastsettes, slik arbeidsgiveren ønsker. Kyr og geiter, som kan gi arbeiderne tilgang på egen mat, er strengt kontrollert, ettersom verket også eier beitemarka. I tillegg bestemmer verket hvem som skal få bo i Sulitjelma. Blir en arbeider syk, må han og familien flytte. Gamle og uføre sendes vekk. Dør en familiefar i gruvene, får ikke enken og barna bli boende i Sulitjelma. Det er kun plass til dem som kan arbeide. Samtidig er det nok av folk å ta av. I starten er det så stort overskudd av arbeidskraft at de fattige arbeiderne må starte dagen med å by mot hverandre.

Lav lønn

De som sier seg villig til å jobbe for den laveste lønna, får



Grenseløst dårlig behandlet av arbeidsgiver, og motstandsviljen tiltar. Fra Charlotta gruva 1895
Foto: Helgesen, Nicolai Marselius / Nordlandsmuseet

dagens oppdrag. Etter hvert avvikles dette systemet, men lønna er fortsatt lav. I 1903 er den på åtte kroner for en hel måned, noe som tilsvarer 586 kroner i dagens kronekurs. Arbeidsdagene i gruva er kalde og mørke. De starter vanligvis klokka 06.00 og varer i ti til tolv timer. Jobben er farlig, og de fleste nordmennene er uten erfaring fra gruvearbeid. Flere dør i sprengningsuhell, andre får store steinblokker over seg og blir enten lemlestet eller mister livet. Kan de ikke lenger jobbe, må de ut. Blir en arbeider oppfattet som uhøflig, får han bot. Andre steder i landet har arbeiderne begynt å gjøre opprør. Men i det lukkede Sulis-samfunnet får ingen med slike tanker slippe inn. Verket har egne spioner som angir personer med opprørstanker. Noen snikes inn, men blir oppdaget og svartelistet.

Barnas kirkegård

I mellomtiden fortsetter et klassesdelt Sulitjelma å vokse fram. I den finere delen av tettstedet bygges vakre hus med utsmykninger og frodige hager. Her bor funksjonærene, ingeniørene og direktøren. Direktørboligen i Furulund har også andedam, tennisbane og lysthus.

Arbeiderfamiliene huses i trange boliger med kakerlakker og bitende veggus. Boligmangel gjør at de er forpliktet til å huse såkalte «lauskarer», altså menn som bor der uten familie. Boligene ligger i tilknytning til de ulike gruvene, for å gjøre veien for arbeiderne kortest mulig. I et gammelt opptak med forfatteren og historikeren Dag Skogheim, forteller Aksel Gullesen om hvordan han som åtteåring kom opp til Sulis fra Hemnes.

– Jeg syntes det var stygt. Alt var svart og avbrent. Røsteovnene gjorde lufta så svart at det nesten ikke var mulig å trekke pusten. Åtteåringen er en av tretten søsken.

Han og familien får leilighet i den såkalte Storbrakka. Der bor barna, foreldrene og to løskarer fordelt på to rom på totalt 31 m². Det var så trangt at det var om å gjøre å bevege seg minst mulig. Boforholdene gjør at sykdommene florerer. Det gir utslag på en særlig dyster statistikk.

På kirkegården som åpner i 1894 er flertallet av de gravlagte barn.

I en medisinalrapport fra Sulitjelma rundt 1900 står det: «Det har været aldeles paafalende alle de barnekister som i vinterens løp er kjørt paa kirkegaarden heroppe, og efter det vi har bragt i erfaring er det overveiende antal fra familier med daarlig husrom».

I løpet av de 27 årene gravgården er i drift, blir 277 barn under ti år gravlagt her. I tillegg gravlegges 61 dødfødte spedbarn. Gravstedet i fjellsiden skal senere bli kalt barnas kirkegård. Det er i dette samfunnet av fortvilte foreldre og slitne kroppar et opprør skal skje:

Arbeidsverktøyene i starten er hammer, feisel og ei tranlampe. Utgiftene til dette trekkes fra arbeidernes lønn. Her fra Charlotta-gruvene i 1895.

Slavemerket

Frustrasjonen over det som nå er blitt kjent som «Lapplands helvete» øker. En januardag i 1907 er grensen nådd. Den utløsende årsaken er at arbeiderne blir beordret til å bære et blylodd rundt halsen. Loddene er nummererte og kopiert opp i hundretalls. Hver arbeider har hvert sitt nummer. Loddene skal tas på når de går på vakt og henges fra seg når de går av. Slik kan ledelsen passe på at alle overholder vakta. Men mens noen av de eldre mennene tar på seg loddet, nekter resten. De ser det som en nedverdiggelse, som nok et eksempel på at de oppfattes mer som dyr, enn mennesker.

Verksledelsen gjør dermed noe som virkelig får det til å svartne for arbeiderne. De tar med seg blyloddene til Charlotta-gruvene. Der jobber de som er aller mest avhengig av inntekten de får. I denne gruva er de fleste familiefedre til store barneflokker. Verksledelsen mener denne gruva vil være det enkleste stedet å innføre ordningen. Men de tar feil. Mennene nekter. 120 menn lar blyloddene ligge.

– Si meg, er dette arbeidsnekt? spør verksbetjenten en av mennene om.– Nei, jeg nekter ikke å arbeide, men jeg nekter å ha på meg det slavemerket. De blir oppsagt på stedet. Masseoppsigelsen av fedrene i Charlotta-gruva sprer seg til de andre gruvene.

Det er nå det skjer. Det er som et ras utløses. Søndag 13. januar skriver arbeiderne seg inn i historien. I gruve etter gruve forlater mennene de mørke gruvegangene og arbeiderboligene. 200 her, 300 der. De går i store flokker ned fra fjellsidene og mot det eneste stedet verket ikke eier; det islagte Langvatnet.

Forbannelsen

Inne i kirka holder presten gudstjeneste denne søndagen. Over hodet hans står det høyreiste kirketaket, fortsatt uten spir. Det har den gjort siden den ble innviet for noen år tilbake. Folk i bygda har rett og slett ikke tatt sjansen på å sette på et spir. Årsaken er et syn som en forvist same skal ha sett, lenge før gruvedriften startet. Ifølge spådommen hvilte en forbannelse over stedet. Han sa han hadde sett folk komme i tusentalls, at fjell skulle brytes og skogen skulle herjes.

«Men når sola gyllar i kirkespir, skal stormen øda mennerskans verk».

Derfor ble spiret liggende. Men presten kommer snart til å tro at dommedagen likevel er kommet. For midt under prekenen kommer verkets bokholder inn. Han sier noe til klokkeren som står ved døråpningen. Klokkeren går opp mot prekestolen og hvisker noe til presten. Presten avslutter prekenen og går ut på kirkebakken. Dagslyset har så vidt seget innover dalen. Men det er klart nok til å se det som skjer. Synet skal ha fått presten til å utbryte; «Nå faller det gamle Sulitjelma». Der ute på isen, like ved kirken, omkranset av fjell, står rundt 1300 arbeidere.



Slik så blyloddet ut. Det var dette arbeiderne ble bedt om å bære rundt halsen. De følte menneskeverdet sto på spill, og nektet. Foto: Ola Helness

Gruvearbeiderne hoier og jubler. De har aldri før vært samlet på denne måten. Nå snakker alle med alle. Stadig flere kommer til, trækker opp nye stier i snøen. Kvinner, menn og barn. Noe har brast. På provisoriske kasser holder arbeiderne improviserte taler, mens noen av funksjonærene står på land og ser. Over natta blir omtrent samtlig av arbeiderne organisert. Kort tid etter får Arbeidsmannsforbundet et telegram fra Sulitjelmaarbeiderne. Beskjeden er enkel: Send 1200 medlemsbøker! Etter denne dagen blir Sulitjelma aldri den samme.



Her ser vi flere av de gamle arbeiderboligene i Jakobsbakken.

Foto: Nyhetsspiller

Verket gir opp å innføre «slavemerket». Den første tariff-avtalen blir forhandlet frem. Enkelte arbeidsplasser får 8-timers arbeidsdag. Og når våren begynner å sildre nedover fjellsidene, går arbeiderne i sitt aller første 1.mai-tog. I 1907 går arbeiderne i sitt aller første 1.mai-tog.

Men kampen for en bedre framtid har så vidt begynt. Bare noen år senere skal fire skip med 350 væpnede soldater gli rolig gjennom fjorden, på vei mot Sulitjelma.

Kontroll

«Jeg får nesten frysninger av å tenke på det. Alle historiene her». Måten de levde på. Tove Wensell (68) har bodd hele livet sitt i Sulitjelma og området rundt. Nå viser hun turister rundt på hjemplassen.

Det var som et føydalsamfunn. Det var kontroll med absolutt alt du skulle foreta deg.

Faren hennes var jernbanearbeider og hun husker godt klasseskillet, også da hun vokste opp. Jeg husker jeg gikk i 1.mai-tog som barn. Da vi gikk forbi funksjonær-boligen sto han med ryggen til og raket i hagen. Det var et skarpt skille. Langt opp på 80-tallet. Hun tilhører den samiske slekta som har røtter i dalen tilbake til 1700-tallet. Etter at kreften rammet henne for noen år siden, forsto

hun viktigheten av å tilhøre et sted. Nå gjør hun det hun kan for å gjøre historien til hjemplassen kjent. Jeg er så inderlig glad i dette stedet.

I dag er gruvene stengt og verket nedlagt. På overflaten kan Sulitjelma nesten se ut som en hvilken som helst bygd. Klynger av hus. Et stort, islagt vann. En kirkegård i fjellsiden.

Landskapet skjuler den enorme labyrinten inne i fjellet. Vet man ikke at den er der, er det som den ikke eksisterer.



Tove Wensell har røtter i Sulitjelma tilbake til 1700-tallet.
Foto: Ola Helness



Foto: Olav Helness

Omfanget er nesten uforståelig

I løpet av 104 år gravde arbeiderne ut ganger i mørket som i utstrekning kunne gått fra Sulitjelma til Drammen. Lag på lag. Dypere og dypere.

«I et mørke så absolutt at mennesket mistet orienteringsevnen fullstendig og kunne rave om i de veldige gangene til det stupte om», slik historiker Dag Skogheim beskriver det i romanen «Sulis».

Skogheim intervjuet en lang rekke gruvearbeidere i arbeidet med boka. I den beskriver han desperasjonen mange hadde etter å komme seg vekk og hvordan livet i gruvene kunne påvirke psyken. Nå er det ingen lenger som får komme inn i gruvene. Det er for farlig. Stein kan rase ned.

Men vi har flaks. Wensell kjenner noen. Her kan vi gå. Hun trår over noen sølepytter med smeltevann og går mot noe som ligner et grønnmalt verksted med en parkeringsplass utenfor. Døra står åpen. Hallo? hun titter inn.

Der inne står John Gunnar Olsen og skruer på en snøskuter. Han kommer bort og hilser. Sønnen min driver med cross, skjønner du og peker bort på scooteren. Han er

tredje generasjon som har arbeidet for gruveselskapet. Selv startet han som 18-åring og jobbet noen år før det ble nedlagt i 1991. Rommet han står i ligner på en garasje, med betonggulv, verktøy og en gammel kalender. Men i virkeligheten er det inngangen til gruveporten. Olsen går inn i det som ligner en garderobe, men den har ingen endevegg. Bare en ny dør.

Militærmakt

Gruva, som noen generasjoner senere skal være kamuflert bak det som ser ut som et verksted, er en av de første som graves ut. Det er på den tiden det fortsatt brukes hester til å dra lasten inne i mørket, og arbeiderne knapt ser dagslys store deler av året. Men etter opprøret på isen i 1907 skjer det sakte, men sikkert, små forbedringer. Barna deres får mer skolegang. Det blir etablert et bibliotek. Fagforeningen godtas av ledelsen. Likevel er arbeiderne fortsatt nederst på rangstigen. Priggitt både kobberpriser og verkets påfunn.

I 1911 går de ut i sin første streik. Nå er de ikke lenger alene, men en del av en landsomfattende gruvestreik. Målet er en økning i minstelønnen fra 30 til 35 øre i timen. For å presse arbeiderne bestemmer verksledelsen at de nå ikke får slå høy. Dyrene får heller sulte. Gresset ligger tross alt på verkets eiendom. Etter over to måneder



Fjelltraktene som skjuler malmforekomstene. Foto: Ukjent

er streiken er avsluttet. Arbeiderne vant ikke fram, men de hadde i det minste stått samlet. I årene som følger kommer det flere streiker. I 1918 oppfattes samholdet i gruvesamfunnet som en så stor trussel, at militæret settes inn.

Årsaken er at arbeiderne beskytter en av sine egne, som skal arresteres for å ha nektet militærtjeneste. I gruvesamfunnet er det stor forståelse for militærnekt. Militæret oppfattes av mange på denne tida som nok en måte å holde arbeiderklassen nede. Det sies at forholdene i brakkene var så harde at mennene ofte kom hjem i dårlig forfatning. Men hos myndighetene, som frykter en klassekamp slik den i Russland, slås ordrenekt hardt ned på. Lokalt politi forsøker flere ganger å reise opp til Sulitjelma for å hente ned militærnekteren. Men gruvearbeiderne nekter å gi han fra seg. Det fører til nasjonale avisoppslag. Regjeringen reagerer med å sende 355 soldater, offiserer og ordenspoliti opp til Sulitjelma.

Alle veier stenges. Telefonforbindelsen kuttes. 11 arbeidere arresteres. 1-0 til gruveledelsen og regjeringen. I dette fjellandskapet skjuler det seg en milelang labyrinth. I utstrekning kunne det gått fra Sulitjelma til Drammen.

Fremskritt

Mellomkrigstiden blir tung for mange arbeidere. Dårlig

økonomi og stadige lockouts fører til vanskelige tider for arbeiderne og familiene. Samtidig er det lyspunkter. I 1923 innføres åtte timers arbeidsdag for alle. Flere arbeiderboliger får innlagt vann og toalett. Arbeidsløs ungdom får tilbud om kveldskurs og håndverkskurs. Det samles inn penger til de brannrammede og det bevilges penger til familier uten inntekt.

Arbeidernes forsamlingshus står ferdig i 1926 og kulturlivet blomstrer. Det arrangeres skirenn, opprettes korps og idrettslag. De fagorganiserte får i stand en syke- og hjelpekasse, og eldre som ikke lenger kan jobbe får et sted å bo. Samtidig er ikke verksledelsen like hardhendt som tidligere. Det satses mer på sikkerhet i gruvene og det vies mer tid plagene mange arbeidere sliter med.

På 60-tallet åpner et helt nytt boligfelt for arbeiderne. Denne gangen er det eneboliger. Nå bor de til og med side om side med noen av funksjonærene.

Funksjonærene får riktignok velge husene sine først, men etter dem i køen står familier med mange barn eller sosiale problemer. Litt etter litt blir Sulitjelma et bedre sted å vokse opp. Etterkommerne til de første gruvearbeiderne får mer skolegang, bedre boforhold og tryggere jobber. Over hele landet leder de små og store kampene til små seire. Velferdssamfunnet ser dagens lys.

Fra mørke til lys

Henger dere med? John Gunnar Olsen titter bak seg. Han har forlatt snøskuteren og gått inn i et siderom som ligner en garderobe. Vi passerer en gammel vask, en benk og noen støvler. Så åpner han en dør til, - og der ser vi fjellveggen. Vi går inn i et stort rom med neonlys, dryppende gruvevegger og en rusten skinnegang med små vogner.

Gamle plakater er hengt opp som en påminnelse til arbeiderne om hvor mye utstyret de bruker koster. Viseren på klokka står stille. Olsen fortsetter innover langs skinnegangene. Lufta blir kaldere mot ansiktet for hvert skritt vi tar, fingrene stivere. Det er som å gå inn i et kjølerom. Den tidligere gruvearbeideren stopper ved den stengte porten og klemmer inn bryteren.

Jernporten rykker til og trekker seg sakte opp. Den stopper og det blir stille. Der inne høres kun lyden av dryppene fra gruvetaket.

Totalt 124 mil er hugd ut. Av dette er 84 mil blitt skinnelagt. I prinsippet skal du kunne bevege deg fra den ene gruva til den andre. Bak porten fortsetter skinnegangene flere kilometer, før de ender ved smalere tunneler knapt bredere enn at ett menneske får plass. Der kunne man sendes videre ned i mørket. 500 meter ned under Langvatnet kom de. Ofte orienterte arbeiderne seg kun ved hjelp av hukommelsen. Valgene som ble tatt her inn, kunne være skjebnesvangre. Rundt 120 personer døde i ulykker i forbindelse med gruveene. Tar man med alle de som døde av indirekte skader er tallet langt høyere. Amputeringer det gikk verk i. Lungebetennelse. Svovelrøyk som fikk det til å renne blod fra både nese og øyne.

Hvordan det var å jobbe i et trangt mørke med få utveier, er ikke lenger noe folk flest kan få følelsen av. Rasfaren er for stor og det er utfordrende å skaffe nok penger til sikring.

Mye er oversvømt. Det er naturen som bestemmer. Fjellet lever sitt eget uforutsigbare liv, sier Olsen. Wensell er redd historien er i ferd med å bli glemt. Museet borti veien, med gamle gjenstander og utkledd mannekengdukke, er det nærmeste vår generasjon får komme. Nå ligger gangene i fjellet der helt uberørt.

Stille som i graven.

Redaksjonskomiteens etterskrift

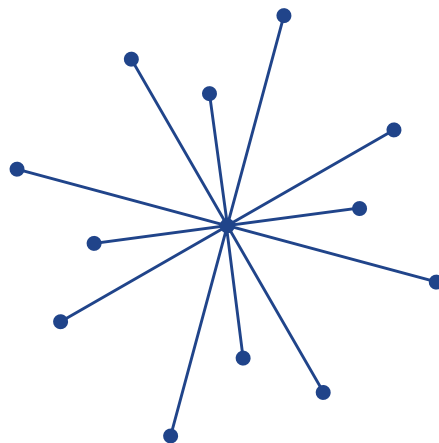
Arbeidsdagen for «bergets beseirere» er utfordrende også i dag, kvalitets- og effektivitetskrav øker, men arbeidsmiljø og sikkerhet er likevel godt tatt vare på hos oss og i mange andre land.

Virksomheten i Sulitjelma startet med prøvedrift 1887, ble registrert som svensk selskap i 1891 med navnet Sulitjelma Aktiebolags Gruber, omorganisering og nyregistrering til A/S Sulitjelma Gruber i 1933. Staten overtok virksomheten i 1983 inntil opphør 1991. Området med malmressurser er beregnet til ca. 100 km². Vesentlig sulfid, mest svovel, knappe 2% kobber, litt sink, dessuten 30 g sølv og et halvt gram gull pr. tonn malm.

Kulturutvalget mente at i tillegg til teknikk, kompetanse og resultater fra bransjens historie, så var det også nødvendig å minne oss selv om slit, urimelighet og nedverdiggende arbeidsforhold i tidligere tider. Redaksjonskomiteen mente vi hadde medlemmer med kunnskap og som kunne beskrive dette. På forsommeren 2019 fikk vi imidlertid tilsendt en fersk artikkel som beskrev forholdene i Sulitjelma slik de en gang var. Utmerket beskrevet mener vi. Takk til forfatter og fotograf for tillatelse til gjenbruk.

Rystende lesning, trolig det verste eksempel i Norge, neppe enestående i datidens gruvesammenheng. Er det noe positivt som kunne tilføyes?

Samhold gir resultater. Det ble bedre, og samtidig må vi minne oss selv om at når aktivitetene i Sulitjelma var på sitt høyeste, var det landets nest største virksomhet.



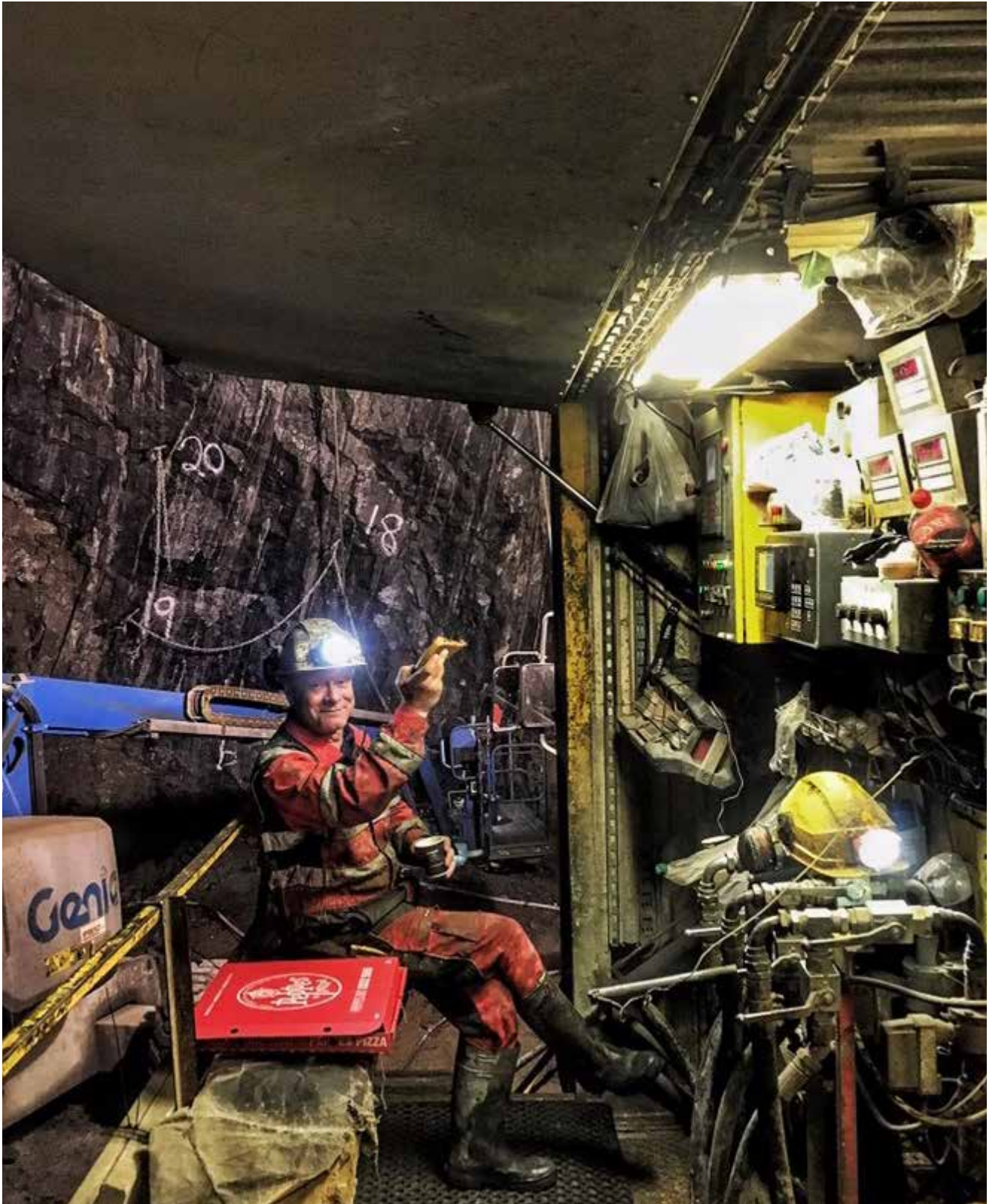


Foto: Tormod Storhaug Rognerud

BERGVERKSDRIFT I NORGE GJENNOM TIDENE

Per Zakken Brekke

Starten

Bergverksdriften i Norge startet da de første menneskene bosatte seg i landet. Råstoff til redskaper og våpen fant de i mineralriket. Selv om flint var det foretrukne materialet, fantes dette i Norge kun som strandflint, ført hit med isen fra sør. Det var derfor nødvendig å finne gode erstatningsmaterialer, og det er funnet nær 50 store og små brudd fra steinalderen. Disse ligger både ved sjøen, i innlandet og høyt til fjells. Driften kan spores ca. 10000 år tilbake i tid og flere hadde drift i mange tusen år. Det ble brukt ulike bergarter til ulike formål. Til pilspisser og kniver ble det brukt chert, jaspis, kvartsitt og rhyolitt, mens det til økser ble brukt grønnstein og diabas. De mest kjente bruddene er Hespriholmen (grønnstein) i Bømlo, Stalkallneset (diabas) i Flora, Siggjo-fjellet (rhyolitt) i Bømlo, Fendalen (jaspis) i Trysil, Stongenuten (kvartsitt) i Hemsedal og Melsvik (chert) i Alta.

I yngre steinalder begynte man å benytte skifer til kniver og pilspisser. Fordelen med skiferen var at eggen kun slipes om den ble ødelagt. Den vanligste brytningsmetoden i steinalderen var en direkte hamring på berget med hammerstein. Fra bronsealderen kom også fyrsetting i bruk, en metode som ble brukt til sent på 1800-tallet. Selv om det foregikk metallstøping i Norge fortsatte bruken av stein til redskaper og våpen. Det er funnet ca. 30 støpeformer av kleber og det har derfor vært spekulert i om man hadde uttak av kobber her i landet i denne perioden. Så langt er det ikke funnet spor av uttak, men disse kan være ødelagt av senere drift. På Balkan hvor det er påvist kobbersmelting fra ca. 4500 f.Kr. har man funnet en spesiell type steinklubber eller -slegger som ble brukt til å slå løs og knuse malm. I Trøndelag er tilsvarende redskaper funnet i områder hvor det er drevet kobberutvinning i nyere tid.

Jern og myrmalm

Enkelte slagglumper tyder på at det ble utvunnet jern i Norge ca. 450 år f.Kr. Men gjennombruddet for utvinning kom ikke før 250 år senere, og da skjedde det samtidig over mesteparten av landet. Bløtt smijern er langt mindre egnet til redskaper og våpen enn stein og bronse.

For at jernet skulle konkurrere, krevdes stållegering. Råmalmen til jernutvinningen var myrmalm og produksjonsinnretningen kalles jernvinne. Amund Helland skjelnet mellom tre typer myrmalm, hvorav den første var ubrukbar og den siste, kalt rødtyrke, kunne inneholde 50% Fe. Samtidig som myrmalm svært ofte inneholder mangan, men ikke problemstoffene svovel og fosfor, tok det kanskje noe tid å knekke koden jernmalm og bruken av trekull for å lage et jern som har holdt seg helt til vår tid.

Utvinningen av jern fra myrmalm i Norge pågikk fra omkring 200 f.Kr. til midt på 1800-tallet. Grovt sett kan man si at jernframstillingen har foregått i tre perioder med hver sin type anlegg. Den første til omkring 600 e.Kr. Den andre fra ca. 700 e.Kr. til 1350 og den siste fra 1400-tallet til midt på 1800-tallet.

Utvinningen av myrmalm var fri i allmenningene. Dette fremgår av retterbot for Østerdalen av Håkon VI Magnusson fra 1358. Her fremgår det at retterboten gir både østerdøler og andre som vil utvinne jern rett til å gjøre dette da det er gammel skikk. På privat grunn rådet grunneieren. Jernvinna var bøndernes måte å skaffe seg jern på og kongen påberopte ikke eiendomsretten til myrmalm da det til alle tider hadde vært slik. At myr- og sjømalm ikke har vært ansett som en del av bergregalet fremgår av berganordningen av 1812, bergverksloven av 1842 og bergverksloven av 1972 som alle unntar disse malmene fra den frie leteretten. I mineralloven av 2009 er dette unntaket opphevet. Mye tyder på at produksjonen av jern økte kraftig fra omkring 950 og fortsatte å øke til den andre perioden tok slutt. Jern har i denne perioden vært en handelsvare og det er bl.a. funnet norsk jern i Danmark.

Kvernstein

Da kornet ble tatt i bruk måtte det males for å få et spiselig produkt. Skubbekverner ble tatt i bruk fra yngre steinalder. Fra ca. 200 e.Kr. overtar bruken av hånddrevne dreiekverner og fra 700 e.Kr. startet uttak av kvernsteiner i Hyllestad. Kvernsteinen var et viktig produkt og det er funnet nærmere 400 brudd i uttaksområdet. Helt

fra vikingtiden finner vi spor av organisert handel med Danmark og Sør-Sverige. Den største produksjonen hadde man fra 1000 til 1300 og det er også funnet kvernstein fra Hyllestad på Island og Færøyene og i middelalderbyer i Nord-Tyskland. Steinen ble hogd ut av fjellet med spisshakke.

Driften varte til andre verdenskrig, men allerede på 1500-tallet kommer kvernsteinproduksjonen i Selbu i gang og overtar snart markedet. I Selbu er det registrert ca. 1150 brudd. På begynnelsen av 1900-tallet var markedsandelen 90%. Også her ble det brukt hakker og kiler til uttaket, før man på 1700-tallet tok i bruk krutt.

Et brudd i Vågå som hadde stor produksjon av kvernstein fra 1400-tallet, kanskje tidligere, var beskyttet for konkurranse fra Selbu pga. transport. Bruddet som leverte til hele Gudbrandsdalen, samt eksporterte til Belgia og Nederland, ble lagt ned etter at jernbanen kom til Hell i 1881.

Uttak av kleberstein begynte allerede i bronsealderen. Det eldste påviste brudd i Norge ligger i Slåttdalen (Bubakk) i Kvikne. Her foregikk det masseproduksjon av gryter så tidlig som 400 f.Kr. Gryter med samme form er funnet fra Lindesnes til Lofoten. Dette tyder på at det har vært flere brudd i drift på samme tid, særlig fordi man har funnet karemnere i Hardanger med samme bearbeidingsspor som karemnene funnet på Kvikne. Det finnes hundrevis av klebersteinsbrudd i Norge og det er funnet spor av gryteuttak i mange av dem. Den største produksjonen synes å ha vært i vikingtiden, da man nesten kan snakke om industriell produksjon. I et brudd, Slipsteinsberget i Sparbu, antas det en produksjon på 30 000 gryter. Det ble eksportert gryter til Europa. Produksjonen av gryter synes å ha fått en knekk med Svartedauden i 1349. Nytt oppsving i klebersteinsproduksjonen kom ikke før på 1600 – 1700 tallet, men da var bruksområdet ovner og peiser.

Brynestein

Med jernet kom behovet for å kunne slipe redskaper og våpen. Brynesteiner har vært i bruk fra tidlig jern alder, men det var først omkring 700 e.kr. at man hadde store organiserte brudd. Det mest kjente er Eidsborg i Telemark som startet på denne tiden og drev fram til 1972. Bergarten, en kvartsittskifer, hadde en naturlig oppsprekking som gjorde at den lett kunne spaltes og splittes i passende emner. Det ble tatt ut to typer bryneemner, en hard og en myk. Det var førstnevnte som ble eksportert. Steinen var populær i hele Europa og dominerte marke-

det i landene rundt Nordsjøen. Det er også funnet brynestein fra Eidsborg på New Foundland. I tidsrommet 1897 til 1952 da eksporten stanset ble det eksportert 25 millioner bryner.

Blokkstein til kirker og klostre

Med kristendommen kom bygging av kirker og klostre som helst skulle bygges i stein. De fleste ble bygget i perioden 1100-1300, da det ble bygget ca. 350 kirker og ca. 30 klostre. Byggematerialet varierte fra landsdel til landsdel, avhengig av hvilke bergarter man hadde tilgang til. Kleberstein, grønnstein, kalkstein, sandstein, granitt og marmor var blant de som var mye brukt. Kalkstein ble også brukt som mørtel. Det var viktig å ha tilgang til lokale brudd da transport, særlig på land, var dyrt. Stein som skulle formes til ulike formål måtte være myk og lett å bearbeide. Fra senmiddelalderen var det stillstand i stein brytingen i Norge. Fra 1350 til 1700 ble det ikke bygget en eneste steinkirke og stillstanden varte til langt inn på 1700-tallet. Det var kun noen festninger som ble bygget på slutten av 1600-tallet.

Malmer og rettigheter

Vi vet ikke når den første malmbrytingen startet i Norge, men vi har indikasjoner på at det ble brutt malm på 1100-tallet. Allerede i Historia Norvegiae, et latinsk skrift fra sent 1100-tall, hører vi om store rikdommer av sølv som fantes nær Oslo. Så gamle spor er ikke funnet, men Edv. Bull mener i sin Kristiania-historie at det ikke er noen grunn til å tvile på påliteligheten av denne opplysningen. Det er dokumentert drift i Akersberg gruve på 1530-tallet, og en bergmester Girbirck rapporterte omkring 1550 om funn av kobberkis og blyglans i velter nær gruva og at gehaltene var 0,2% Ag, 19% Cu og 28% Pb.

Det er dokumentert funn av kobber fra 1100-tallet i Trondheim og på ei øy i elva Kopperå i Meråker er det funnet rester av kobbersmelting datert fra sent 1100-tall til ut på 1300-tallet. I frisiske toll-lister fra 1000-1100 har man funnet opplysninger om import av norsk kobber.

Ved tre lokaliteter omkring Hadelandsgruva, fant man i 2010-2013 slagg, trekull og jernmalm, samt en mulig ovnrest. Funnet er datert i tid til 1300-tallet og første del av 1400-tallet. Det finnes også stedsnavn med kobber slik som Kobberberget i Sel, nevnt i et dokument fra 1347. Dronning Margrete gir i 1404 i en instruks til Erik av Pommern uttrykk for at all malm tilhører kronen, ikke grunneieren eller finneren.

Den første opplysningen om forlening på gruve er fra 1490 og ble gitt av kong Hans for en kobbergruve i Sandsvær. Den neste kongen, Christian II var interessert i malmleting og fikk svenske og tyske bergmenn til å lete etter malm i Norge. I 1516 skriver erkebiskop Erik Walchendorf i et brev til kongen at to svenske bergmenn, såkalte rutengjengere (profesjonelle ønskekvisbrukere), har funnet et kobberberg i en avstand fra Trondheim som passer med både Ytterøya, Meråker og Løkken.

At Christian II var interessert i bergverk var kanskje ikke så rart da det var nære familieforbindelser med fyrstehuset i Sachsen. Sachsen var det ledende gruveområdet i Europa på den tiden og hadde utarbeidet en bergordning for Sankt Annaberg i 1509. Denne ble mal for den norske bergordningen som kom under Christian III i 1539. I tillegg til at den tyske oppfatningen om eiendomsretten til malmer og mineraler ble gjort gjeldende, bergregalet (metaller og malmer tilhører kronen), innførte loven prinsippet om bergfrihet. Dette innebærer fri leterett etter metaller og malmer og at første finner gjennom mutingsystemet fikk førsteretten til det han fant.

Selv om dansk kongene ikke alltid fulgte sine egne lover besto prinsippene gjennom dansketiden og er blitt videreført i senere lovgivning fram til dagens minerallov. Fra og med berganordningen av 1812 har man nærmere angitt hva som er mutbart og hva som tilhører grunneieren. Bergfrihetens prinsipp er viktig både for å kunne finne malm og at det blir gitt opplysninger om funnet. Mot slutten av 1600-tallet var motviljen mot å meddele funn blitt så stor pga. pålagte byrder i forbindelse med gruverdrift at kongen så seg nødt til å innføre straff for slik unnlatelse.

Bergverksordningen er spesifikt gitt til bergverket Golmsberg som antas å være det samme som Guldnes i Fyresdal. I forbindelse med driften ga kongen gruveeieren for en periode av 5 år fri bruk av elver og fosser og fritt å hugge nødvendig tømmer i kongens skoger. Dette blir sett på som begynnelsen til sirkumferensen som ble innført av Christian IV. Et bergverk besto av en eller flere gruver og smeltehytter. Transport var en kritisk faktor og man prøvde å legge smeltehytta så nær malmforekomsten som mulig, samtidig som det var tilgang på vannkraft til blåsebelger. Smeltingen krevde også store mengder trekkull og ved til røstingen. Gruvedriften krevde setteved til fyrsetting og tømmer til forbygning i gruvene.



Bergmannen på Løkken verk. Av Per Palle Storm.

Moisesberg var et annet bergverk i Fyresdal som ble drevet i perioden 1541-1549 på sølvholdig kobbermalm. Guldnes la ned driften omtrent på samme tid og det skulle gå mer enn 80 år før vi igjen fikk et bergverk av noen størrelse som drev på kobber.

Det var jernutvinning i Hakadal, Sognsvann og Skien på 1530-tallet. Tidligste dokumentariske kilde er fra 1538. Den første smeltehytta ble anlagt i Hakadal i 1540. Det ser ikke ut til å ha vært noen stor produksjon av jern før man tok i bruk masovner på 1620-tallet. Årsaken synes å ha vært at man benyttet en tysk metode (Rennverk) som passet dårlig til den norske malmen. Utover på 1600-tallet ble det anlagt en rekke jernverk fra Arendal i sør til Mjøsa i nord. I tillegg kom et på Lesja og et i Mostadmarka ved Trondheim. I slutten av 1660-årene var det 11 jernverk i drift. Et forhold som bidro til dette var tretti års krigen og Danmarks mangel på jern.

Til å begynne med var gruver og smeltehytter lokalisert nær hverandre da jernverkene hentet malm fra nærliggende

gende gruver, men etter hvert kom malm fra Arendal mer og mer inn i bildet og i 1849 fikk alle jernverkene på Østlandet rik jernmalm fra Arendalsdistriktet.

En del jernverk hadde lokale gruver med lang varighet så som Glasergruva (1543-1870) Fossum jernverk og Fen 1652-1880 (Ulefoss jernverk). Flere jernverk hadde også eierinteresser eller eide gruver i Arendalsdistriktet, hvor driften startet på Barbu mot slutten av 1500-tallet. Den siste gruva som var i drift i dette området var Bråstad som ble lagt ned i 1975.

Malmen fra Langøy ved Kragerø var også ettertraktet som en høykvalitetsmalm pga. lavt fosforinnhold. Her startet driften i 1641 og gruvene var en viktig leverandør til Bærum verk og Fritzøe jernverk helt fram til 1870.

Christian IV hadde et ambivalent forhold til bergverkslovgivningen, på den ene siden ga han i 1627 Jernkompaniet de facto enerett på gruvedrift i Norge, mens han i 1632 lot utarbeide en forordning hvor han erklærte bergverksdriften fri, og i de nærmeste årene etter tildelte privilegier til bergverksdrift.

Privilegiene innebar rettigheter innenfor en cirkumferens som stort sett var et område innenfor en sirkel med radius 4 mil og med funngruva eller smeltehytta som sentrum. Privilegiene ga rett til all malm innenfor cirkumferensen, enerett til å benytte fosser og vassdrag, fritt benytte skoger, elver og fosser som tilhørte kongen, fortrinnsrett til skogen mot en godtgjørelse og sist men ikke minst ble bøndene pålagt kjøring av setteved til fyrsetting, trekull og malm, i de fleste tilfeller mot en godtgjørelse. Lengste sammenhengende cirkumferensområde gikk fra en mil vest for Kristiansand og nesten til svenskegrensen i Østfold. Dette inkluderte 14 jernverk og Kongsberg Sølvverk. Først i 1816 ble cirkumferensens privilegier til skog opphevet.

Jernmalmgruvene

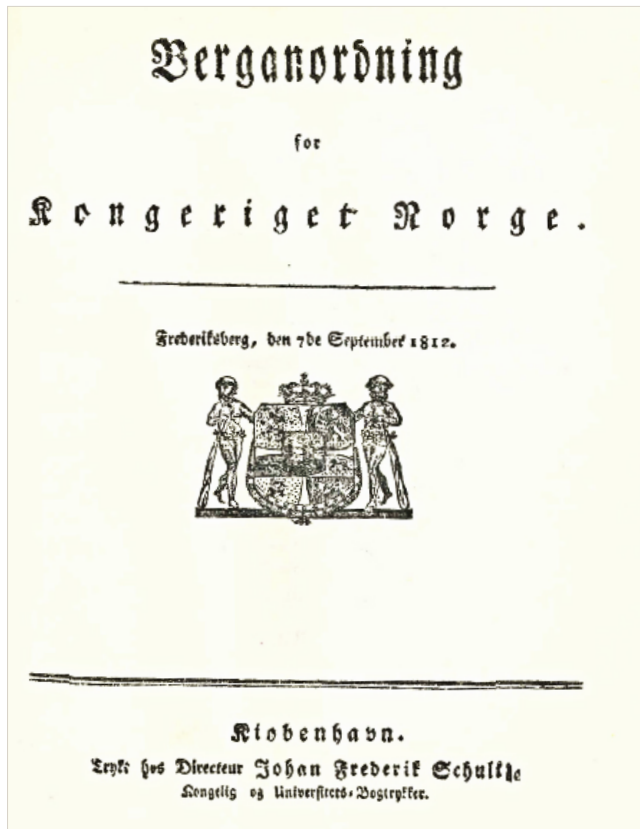
Andre halvdel av 1600-tallet var en blomstringstid for norske jernverk. Særlig gjelder dette perioden 1670-1680, da Christian V styrket forsvaret. Fra 1690 raste jernverksfeberen og 6 verk ble anlagt fra 1692 til 1708. Utover på 1700-tallet ble det dårligere tider da prisene ble presset og det startet en ødeleggende konkurranse med Sverige. I 1730 fikk Norge monopol på salg av jern til Danmark. Dette medførte en forbedring av situasjonen som ble ytterligere forbedret mot slutten av århundret. Omkring 1800 ble det foretatt en rekke investeringer for å modernisere verkene. De gode tidene fikk en brå slutt

med Napoleonskrigene i 1807 og tiden fram til 1830 ble vanskelig for verkene. Monopolet på salg til Danmark falt bort i 1812.

Produksjonen falt til et lavmål i årene 1813-1817 hvor gjennomsnittlig produksjon av rujern og støpegods var ca. 3500 tonn mens den i 1781 var ca. 8300 tonn. I perioden 1821-25 startet et oppsving da produksjonen økte til ca. 5300 tonn for deretter å vokse til den nådde en topp i 1841-1845 med ca. 10200 tonn. Trekull begynte alt tidlig på 1800-tallet og bli en minimumsfaktor og bidro til høye kostnader. Da man omkring 1860 skulle konkurrere med stål produsert ved Bessmermetoden var det slutt. I løpet av 1860-1870 årene ble nesten alle masovner stanset. Eikeland fortsatte til ut i 1880-årene og Nes jernverk holdt det gående med trekull til omkring 1910. Om tilbakegangen for jernverksindustrien heter det i statistikken (Norges Bergværksdrift) for 1870: «Ved Jerngruber og Jernværker sysselsattes i 1870 654 Mand, deraf ved Grubedriften 194 Mand, ved Hyttedriften og den videre Forædlingsprosesser 460 Mand. I 1865 var Arbeidsstyrken 1700 Mand, deraf ved Hyttedriften m.m. 1300 Mand. Den tilbakegang, der har funnet sted i vor Jerntilvirkning, er exempelløs i vore Næringsveies Historie i senere tid.»

Fra slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet startet en ny æra for norske jernmalmprodusenter. Da ble det etablert gruver som eksporterte hele produksjonen. I Blåfjell gruver i Sokndal ble det i perioden 1863-1876 utvunnet titanholdig jernmalm som ble sendt til England for smelting. Totalt ble det utvunnet ca. 80 000 tonn malm, og dette er den tidligste jernmalmeksporten fra Norge av noen størrelse. Da A/S Titania startet drift på ilmenitt som råstoff til titandioksyd i 1916 ble det hentet malm fra Blåfjell i tillegg til Storgangen som var i drift til gruvevirksomheten ble flyttet til Tellnes i 1965. I 1986 ble ilmenitten fra Sokndal igjen råmalm for jernframstilling da ilmenittsmelteverket i Tyssedal ble etablert. Her produseres i tillegg til slagg med høyt innhold av titandioksyd et råjern av høy kvalitet.

Både Fosdalens Bergverks A/S og A/S Sydvaranger ble startet i 1906. Som ved alle gamle gruver startet også driften i Fosdalen med dagbrudd og første prøvelast ble skipet ut i 1907. Snart gikk driften over til underjordsdrift og den totale utstrekningen av gruva var ved nedleggelsen i 1997 over 10 km fordelt på to gruver, Vest- og Østgruva. Disse var delt av en vertikal forkastning på ca. 700m og forbundet med en sjakt (Hovedsjakt V). Nederste nivå i Østgruva var ca. 1100m under havet.



Berganordningen av 1812.

I Sydvaranger startet driften i Bjørnevatn i 1910 og første prøvelast ble skipet i slutten av året. Her som i Fosdalen startet driften som dagbrudd, men man visste at man før eller senere måtte gå over til underjordsdrift ettersom malmforekomsten fortsatte mot dypet og dagbruddsdriften blir dyrere etter hvert som man går dypere. Allerede før andre verdenskrig hadde man startet overgangen til underjordsgruve.

I 1948 vurderte man grensen for overgang ved 1 tonn gråberg per tonn malm og da virksomheten kom i gang igjen i 1952 viste beregninger at dagbruddsdriften kunne fortsette til 1968. Planlegging av fremtidig underjordsdrift ble startet på 1960 – tallet med driving av en 400m dyp sjakt som sto ferdig i 1972. Da hadde allerede den tekniske utviklingen av dagbruddsutstyr og driftsmetoder gått så raskt at man i 1966 kunne beregne en marginalfaktor på 3 tonn gråberg per tonn malm og fortsatt 20 år med dagbruddsdrift. På slutten av 1980-

tallet startet planleggingen av underjordsdrift og utover på 1990-tallet fram til nedleggelsen i 1997 etablerte man og drev en underjordsgruve.

Malmen på Rødsand som også inneholdt vanadium, ble funnet i 1840-årene, men permanent drift kom først i gang på slutten av 1920-tallet. Her som hos de foregående startet driften i dagbrudd før det ble underjordsdrift. Gruva var i drift til 1981 og all sligen med vanadium, levert til Bremanger Smelteverk. Malmen var for spesiell til å samkjøres med andre leverandører.

Jernmalforekomstene i Dunderland i Rana var kjent fra før 1800-tallet. Konsul N. Persson eide rettighetene i 1880-årene og sørget for å erverve grunn i Gullsmedvik, der oppredningsverket ligger, og grunn til jernbanetraseen fra forekomstene. Han solgte rettighetene uten å ha drevet gruvedrift og i 1902 ble Dunderland Iron Ore Company stiftet. Det ble aldri noen lønnsom drift på grunn av oppredningstekniske problemer. Disse ble først løst da staten som eiere bygde et forsøksverk som var i drift 1958-1962. Rana Gruber A/S ble en avdeling av A/S Norsk Jernverk og levert sligen dit så lenge jernverket var i drift. Etter avviklingen av jernverket i 1988 ble nye Rana Gruber etablert i 1989 med en statlig sluttpakke på 40 mill. kr. I 1991 overtok de ansatte selskapet og fortsatte dagbruddsdriften til 2000 da man flyttet gruvedriften under jord. Rana Gruber startet i 1982 en utviklings- og forskningsavdeling som bidro til økt jerninnhold i sligen og utviklet produkter som røde og svarte pigmenter og magnetittlig til vannrensing. Produkter som er langt bedre betalt enn sligen. I 2008 ble virksomheten solgt til LNS Eiendom A/S som fortsetter driften under jord.

Kongsberg Sølvverk

Kongsberg Sølvverk kom i drift 1623 og året etter ble bergstaden Kongsberg grunnlagt. Sølvverket var Norges første bergverk som kom i varig drift. Virksomheten opphørte i 1958. Kongsberg ble etter hvert hovedstaden for bergverksdrift i Norge. I 1654 ble bergamtet opprettet med sete i Christiania som et sentralt styringsorgan for norsk bergverksnæring. Det skulle føre tilsyn med næringen og ivareta statens interesser. Bergamtet fikk både dømmende og administrativ myndighet. Saker som ble innstevnet for bergamtet kunne appelleres til kongen. Bergverkene var med dette blitt en stat i staten.

I 1680-årene ble det opprettet et overbergamt som fikk sete på Kongsberg. Bergamtet som nå ble et underbergamt fikk også sete på Kongsberg og begge hadde med administrasjonen av Sølvverket å gjøre. Det ble også i

samme periode opprettet et bergamt i Trondheim. Denne bergamtsretten dømte i annen instans i påkjente saker ved Røros verks jurisdiksjon (opphevet 1813). Bergamtene ble opphevet med berganordningen av 7.9.1812 og erstattet med 3 bergmesterdistrikter, 2 i det søndenfjeldske og ett i det nordenfjeldske. Overbergamtet ble først opphevet i 1830, og behandlingen av bergverkssaker ble henvist til ordinære domstoler.

Sølvverket var i tidsrommet 1623 til 1683 delvis statseid og delvis privat eid. Fra 1683 var det statseid. En periode var det et av de største sølvverk i Europa. Som for de fleste bergverk hadde sølvverket oppgangs- og nedgangsperioder. Omkring 1710 til tidlig på 1720-tallet hadde Sølvverket noen gode år med ca. 1000 ansatte, så fulgte mange dårlig, før man igjen nådde en topp i 1770 med mer enn 4000 ansatte. Deretter fulgte år med store underskudd og verket ble nedlagt i 1805. Professor J.H.L. Vogt mener at Sølvverket hadde et samlet underskudd på 3,2 millioner riksdaler fram til 1814. Til tross for dette var Sølvverket som eneste sølvprodusent i Norge svært viktig for statsfinansene og pengepolitikken da meste parten av sølvet gikk til preging av mynter.

Selv om Sølvverket ble lagt ned i 1805 holdt man en liten aktivitet i gang fram til at Stortinget i 1816 vedtok å gjenoppta driften. Store sølvfunn omkring 1830 sikret en svært lønnsom drift inntil gullmyntfoten ble innført i 1875. Utover på 1830-tallet dekket overskuddet fra Sølvverket 10% av statens utgifter. Sølvverket drev med overskudd fram til 1888. Særlig var perioden 1830-1860 preget av store overskudd. I perioden 1830-1870 ble det produsert ca. 220 tonn sølv med et nettoutbytte på 5 103 800 spesidaler. Deretter gikk driften av gruvevirksomheten med underskudd pga. fallende sølvpriser, til den ble nedlagt.

Kobbergruvene

Kvikne kobberverk som ble satt i gang 1631, var landets første kobberverk av betydning og fram til 1652 var det landets største. I 1677 raste hovedgruva sammen og driften ble sterkt redusert. I 1710 kom driften i gang for fullt igjen etter at det ble installert en kjerrat for heising av malm. Det ble da landets tredje største etter Røros og Løkken. I 1789 under Storofsen ble gruvene fylt med vann og driften kom seg aldri på fote igjen. Nedleggelsen kom i 1812, men det var sporadisk drift fram til 1912.

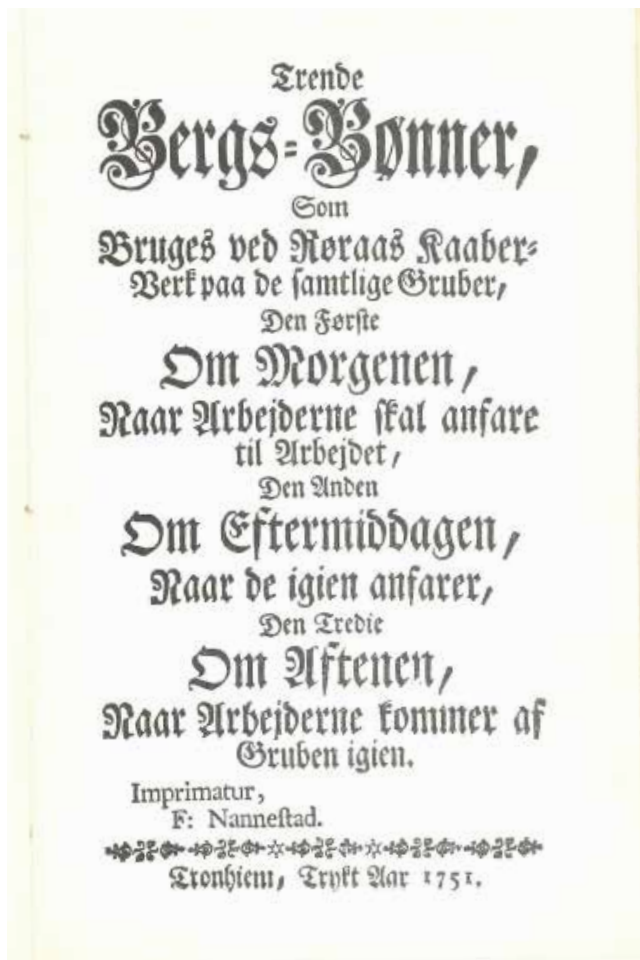
I 1644 startet driften ved Røros Kobberverk som var Norges desidert viktigste i eldre tid. Verket hadde en rekke gruver i et område øst for byen, Storwartz, og i et områ-

de nord for byen, Nordgruvefeltet. Driften nådde sitt største omfang omkring 1800 med ca. 700 ansatte. Fra 1806 var Røros landets største bergverk i omkring 20 år. Driften var stort sett lønnsom gjennom hele 1700-tallet, hvilket en del store bygårder i Trondheim vitner om, da de ble bygget av andelseiere (partisipanter) f.eks. Thomas Angell. I perioden 1644-1814 var bruttoverdien av kobberet 22 millioner riksdaler. Utbyttet til partisipantene var 6,7 millioner riksdaler og tiende, toll etc. til kongen var 5 millioner riksdaler. Driften gikk stort sett med overskudd fram til 1860. Da Rørosbanen kom i 1877 medførte dette økt aktivitet fordi man fikk avsetning av svovelkisen og i en periode på slutten av 1800-tallet var Røros igjen ett av om ikke landets største bergverk. Røros Kobberverk gikk konkurs i 1977.

Løkken Verk startet i 1654 og var fram mot slutten av 1700-tallet Norges nest største kobberprodusent. Da gruvas dype partier ble oversømmet i 1770-årene stanset driften og gjennom hele 1800-tallet var driften sporadisk og liten. I 1904 ble de gamle gruvene gjenopptatt og fra 1908 ble det startet drift på kobberholdig svovelkis. Den totale mengden kobberholdig svovelkis på Løkken var beregnet til 28 mill. tonn. Det ble produsert 23,6 mill. tonn, hvilket ga en utvinningsprosent på 84. Løkkenkisen var ikke bare kobberholdig, den inneholdt også sølv og gull, og i årene 1908-1987 ble det totalt produsert malm som inneholdt ca. 585 000 tonn kobber, ca. 440 tonn sølv og ca. 4,7 tonn gull. Driften ble nedlagt i 1987 og den totale lengden av gruvevirksomheten ble den samme som for Røros, 333 år.

Det var flere kobberbergverk som ble startet på 1600-tallet hvorav noen fikk kort levetid, mens andre fikk et langt livsløp med sporadisk drift som f.eks. Sel Kobberverk (1642-1789) ødelagt av Storofsen og Åmdal Kobberverk (ca.1689-1945). Først med Selbu Kobberverk i 1713 og Folldal Verk i 1748 ble det igjen startet kobberverk av noen størrelse og varighet. Selbu Kobberverk hadde for øvrig de fleste av sine gruver i Meråker og etter hvert ble det også anlagt smeltehytter der. Driften i Meråker ble lagt ned i 1895 etter at den lønnsomme driften som hadde vart til 1880-årene tok slutt pga. prisfall forårsaket av stor produksjon i USA. Eierne besluttet da å satse på treforedlingsindustri og etablerte Meråker Brug som en direkte fortsettelse av Selbu Kobberverk.

Folldal Verk var en av Norges største kobberprodusenter på siste halvdel av 1700-tallet. I 1848 ble verket slått konkurs, men startet opp igjen etter kort tid med ny virksomhet. Her benyttet man en metode, Sindings me-



Trende Bergs-bønner brukt ved Røros kobberverk.

tode, hvor man felte ut kobbersulfid fra skrovet (avfallet) etter kjernerøstingen. Omkring 1860 var denne ressursen uttømt. Driften i gruva kunne ikke bære kostnadene forbundet med drift i dypet og verket ble nedlagt i 1878. I 1906 ble driften gjenopptatt og varte fram til 1968 i Follidal hvoretter driften fortsatte i en nyåpnet gruve på Tverrfjellet på Hjerkin. Virksomheten her ble lagt ned i 1993.

Professor J. H. L. Vogt hevder at inntil 1814 hadde de 5 største kobberbergverkene, Røros, Løkken, Kvikne, Selbu (Meråker) og Follidal produsert 65 210 tonn garkobber med et samlet overskudd på omkring 8,5 millioner riksdaler, foruten tiende, toll, etc. til staten.

Gull, bly og kobolt

Av andre metaller som ble utvunnet på 1700-tallet kan nevnes gull, bly og kobolt. Av disse var det bare sistnevnte som fikk noen betydning. Blaafarveværket ble startet i 1776 men driften var beskjeden. Virksomheten hadde sine beste periode i 1830- og 40-årene og var i denne perioden landets største bergverk med mer enn 1200 ansatte. I en periode forsynte Blaafarveværket 80% av verdensmarkedet med blått fargestoff av kobolt. Pga. prisfall mot slutten av 1840-årene gikk driften sterkt tilbake og det endte med konkurs 1849. Nye eiere overtok og drev gruvene til 1898. Farveproduksjonen ble nedlagt i 1856.

Nye drivemetoder

Gruvedriften var til å begynne med et manuelt slit. Alt foregikk med håndmakt, enten det var løsbryting av malm, transport av malm og setteved i gruva, oppheising av malm og lensing av vann. Avbygging av forekomsten skjedde ved at man fulgte malmsonen med avsynking i selve forekomsten og brytnings-metodene var kaldkiling (bergsjern og feisel) og fyrsetting. Sistnevnte hadde en inndrift på 1-7m pr. mnd. Etter hvert tok man også i bruk håndboring og kruttsprengning. Røros var det første bergverket som tok i bruk denne metoden. Det skjedde i 1657 og var vel et resultat av mangel på setteved. Der hvor kruttsprengning ble tatt i bruk ble den som oftest benyttet ved vertikale arbeider. Metoden var ikke ufarlig og innebar en risiko for folk og forbygning. Fyrsetting krevde utlufting og det ble drevet sjakter for dette. Sjaktene ble også brukt til faring, malmheising og lensing av vann.

Noen arbeidsoppgaver forble manuelle som bryting av malm, inntil man fikk trykkluftdrevne bormaskiner omkring 1900. Andre felt ble mekanisert mye tidligere. Det gjaldt først og fremst energikrevende oppgaver som lensing av vann, oppheising av malm og gråberg og knusing av malm.

Pukkverk hvor malmen ble knust besto av jernskodde stempler drevet med vannkraft. Her ble malmen knust og sortert (sjeidet) av små gutter. Fram til midt på 1600-tallet ble vannlensing foretatt med håndpumper, da tok man i bruk såkalte vannkunster. Dette var pumper som ble drevet av store vannhjul med diameter opptil 16 m. Vannhjulene var avhengig av stabil vannforsyning. Kongsberg Sølvverk løste dette gjennom et sinnrikt system av dammer og vassrenner for å utnytte en sparsom ressurs optimalt gjennom gjenbruk av vannet etter at det hadde gjort tjenesten ved et vannhjul. I åsene over



Bergmannstaven.

gruvene på Kongsberg kan man fortsatt se en del av vannforsyningssystemet med dammer og renner. Det var ikke alle gruver som hadde mulighet til å plassere vannhjul ved gruva. Kraften ble da overført gjennom terrenget opptil mange hundre meter ved veivakslar og stangfelt med fram- og tilbakegående trestenger fram til pumpene i gruvesjaktene. Modell av et slikt stangfelt er vist i smeltehytta på Røros.

Malmen ble til å begynne med fraktet ut i skinnsekker. Etter hvert ble den fraktet på bære og trillebår til sentrale deler av gruva hvor den ble heist opp eller fraktet ut med hest og vogn. Oppheising av malm foregikk med håndvinne og to malmbøtter fram til 1660-årene, da tok man i bruk hestegjøpler (hestevandringer). Kongsberg fikk sin første kjerrat omkring 1725, mens den første kjerraten i Norge kom på Kvikne i 1710. Kjerrat er et dobbelt vannhjul hvor skovlene vender hver sin veg slik at den både kunne heise og senke malmtønnene. Belysningen i gruva var sparsom og besto av fakler, talglys og oljelamper. Først med karbidlampene omkring 1900 ble det noenlunde arbeidsbelysning.

Bergverksdrift krever kunnskap og hovedoppslagsboka fra 1556 og et par hundre år fremover var Agricolas «De Re Metallica». Denne beskrev virksomheten fra malmleting til ferdig utsmeltet metall. Malmleting og en mulig forståelse av en eventuell malmkropp var basert på erfaring. Mange gruver er startet opp og endt som skjerp fordi forekomsten tok slutt. Først med diamantboring som kom omkring 1900 ble det mulig å si noe sikkert om en malmbeforekomst. To sentrale personer ved bergverkene var marksjeideren (gruvemåleren) og probereren (laboranten). Førstnevnte skulle sørge for at

adskilte drifter traff hverandre under jord, så som luftesjakter til stoller og dreneringsstoller til sjakter og gruverom. Probereren analyserte metallinnholdet i malmer, mellomprodukter og metaller.

Nye tider for gruvene

Som for jernverkene forsvant de gode tidene for kobberverkene med napoleonskrigene. Ikke før mot midten av 1830-årene kom produksjonen opp på samme nivå som i 1781. Den ble liggende på dette nivået de neste tre tiårene. I samme periode var det et prisfall på kobber og bedriftene hadde tunge tider. Redningen kom som en følge av et stort behov for svovelsyre som en følge av den industrielle utviklingen. Alle de gamle kobberverkene hadde sitt utspring i sulfidmalmbeforekomster. Selv om kobbermalmen vanligvis var så rike at de bare trengte knusing og sjeiding før de gikk til smelting var ikke lengere kobberet nok til å dekke utgiftene. Svovelinholdet ble derfor redningen. Kobberinnholdet i malmen som ble utvunnet i perioden 1866-70 var i gjennomsnitt 9% for de to distriktene søndenfjeldske og 4,4% i det nordenfjeldske. Vigsnes Kobberverk som produserte mere malm enn de øvrige norske gruver til sammen i denne perioden hadde 4,2%.

Den første utnyttelsen av svovelkis i Norge går tilbake til 1841 da Lerens kromfabrikk i Trondheim begynte å bryte kis i de gamle kobbergruvene på Ytterøya. I 1859 startet Lysaker svovelsyrefabrikk en liten gruve drift i Hardanger. Det ble også eksportert en prøvelast. Den samlede produksjonen ved utgangen av 1860 er anslått til ca. 4 500 tonn. 5 år senere var den vokst til ca. 60 000 tonn.

Regelmessig eksport av svovelkis begynte i 1861, da i

hovedsak fra Ytterøya. Vigsnes Kobberverk kom i drift i 1865. Røros Kobberverk fikk avsetning av sin svovelkis da Rørosbanen sto ferdig i 1877. Sulitjelma Gruver kom i drift i 1887 og Bossmo Gruver i 1894. Svovelkisproduksjonen var ved utgangen av århundret vokst til 100 000 tonn og svovelkis var blitt et av de viktigste om ikke det viktigste produktet fra norske gruver.

Tidlig på 1900-tallet kom ytterligere fire store svovelkisprodusenter i drift, Stordø Gruver, Bjørkåsen Gruver, Folldal Verk, gjenåpnet i 1903, og Løkken Gruver som fikk en ny start i 1904, og produksjonen nådde mer enn 0,5 millioner tonn i 1915.

Grong Gruver er et godt eksempel på hvor viktig svovelkisproduksjonen var. Forekomsten var funnet omkring 1910 og planlagt for drift. A/S Grong Gruber med fransk og norsk kapital søkte om konsesjon, men staten overtok. I Grongloven som ble vedtatt i 1918 vedtok Stortinget at forekomsten foreløpig ikke skulle utbygges. Norge hadde da ca. 10% av verdensproduksjonen mens den iberiske halvøy, Portugal og Spania, dominerte markedet med 70%. Forekomstene her ble beregnet til å ha ca. 35 års levetid og Grong skulle gjemmes til da. Da driften tilslutt kom i gang i 1972 var det ikke lengere avsetningsmuligheter for svovelkisen som ligger som avgang i Huddingsvann. Staten lærte en lekse som er overført til dagens oljepolitikk. Etter andre verdenskrig økte konkurransen fra andre svovelkilder og fra midten av 1960-tallet fram til midten av 1980-tallet ble alle norske svovelkisgruver nedlagt, bortsett fra Tverrfjellet som var eid av Borregaard som hadde eget røsteanlegg. Her holdt man det gående til 1993.

Nikkel

Det var ikke bare svovelkisen i sulfidmalmene som kom til anvendelse på 1800-tallet. Nikkel som tidligere hadde vært en forbannelse (derav navnet) ved kobbergruvene, ble nå i en kort periode et svært lukrativt produkt. Nikkel ble første gang påvist i norsk malm i 1837. Produksjonen av nikkel inndeles ofte i tre perioder. Første periode 1846-1900. Drift på nikkelmalm startet i Espedalen i 1846 etter at man hadde påvist nikkel i kobbermalmen. Midt på 1870-tallet var det 7 smelteverk og opptil 15 gruver i drift. Produksjonen økte fra ca. 6 000 tonn i 1871 via ca. 24 000 tonn i 1873 til ca. 35 000 tonn i 1875, for så å falle betydelig året etter. Norge var i denne perioden verdens ledende nikkelprodusent med 75% av produksjonen. Fallet kom etter at det ble åpnet gruver i Ny – Caledonia som fortsatt er en stor nikkelprodusent. Mot slutten av 1880-årene bidro også Canada til økt konkur-

ranse på nikkelmarkedet og de fleste norske gruvene ble lagt ned. Den andre perioden 1900-1946. Mot slutten av 1890-årene begynte nikkelholdig stål å få anvendelse både til militære og sivile formål. Etterspørsel og pris økte og norske gruver med gjenstående reserver gjenåpnet. I 1910 ble det bygget et raffineringsverk i Kristiansand for å prosessere nikkelmatte fra Flåt i Evje. Den totale produksjonen i denne perioden var ca. ti ganger så stor som i den første, med ca. 3 500 000 tonn malm og ca. 20 700 tonn nikkel.

Den tredje perioden 1989-2002. I denne perioden var det bare en nikkelprodusent i drift, Nikkel & Olivin A/S i Ballangen, som i tillegg til nikkel også produserte kobber og kobolt som biprodukt. I tillegg kommer Titania A/S som fortsatt er i drift. Her produseres et nikkel-og kobberholdig kiskonsentrat som et biprodukt til ilmenittproduksjonen. Norge har fortsatt ca. 8% av verdens nikkelproduksjon da raffineringsverket i Kristiansand fortsatt er i drift basert på importert nikkelmatte.

Gruver i Nord-Norge

Bortsett fra Bals gruve i Ballangen, antatt drevet 1636-1643, var det liten om ingen gruverdrift i Nord – Norge før 1800. I 1826 startet gruverdrift på kobber i Kåfjord i Alta med engelsk kapital. De første årene ble malmen eksportert, men i 1835 kom ei smeltehytte i drift. Her ble det brukt koks, innført fra England, i stedet for trekull som brensel. Kobberverket drev også Raipas gruver som fikk jernbane under jord allerede i 1830-årene. I Kåfjord ble det anlagt dobbeltsporet jernbane ned åssiden til smeltehytta. Kobberverket var i drift til 1878, men ble gjenåpnet i 1894 med svensk eier, konsul N. Persson som var en meget aktiv mann i norsk bergindustri i årene 1885-1916. Han startet bl.a. Sulitjelma Gruber. I 1903 overdro han Kåfjord kobberverk til Sulitjelma som drev det fram til 1909.

Selv om det foregikk prospektering i landsdelen og det ble oppdaget forekomster som først mange år etter oppdagelsen ble satt i drift, ble det ikke startet noen ny gruverdrift før Senjens Nikkelverk i Hamn på Senja. Også dette ble startet med engelsk kapital og ble drevet i perioden 1872-1886. I 1882 ble det bygget et lite kraftverk, 6,5 kW. Dette var Norges eldste og sannsynligvis verdens eldste vannkraftverk. Strømmen ble benyttet til belysning.

Sulitjelma gruver startet i 1887 og var i 1909 landets høyest verdsette bedrift, nest største når det gjaldt arbeidsplasser med 1700 ansatte, og det ble regnet som

Europas mest moderne. Da driften var på sitt største var det 13 gruver i drift, spredt omkring i dalen på begge sider av Langvannet. Sulitjelma lå uveisomt til og i starten krevde transporten av produkter til utskipningsstedet ved Finneid mange omlastinger, Først i 1915 hadde man jernbane fra Sulitjelma til Sjønstå med båt videre, og ikke før i 1956 fikk man jernbane på hele strekningen. Jernbanen ble erstattet med veg i 1972. Sulitjelma Gruber fikk konsesjon i 1933 og i 1965 ble Elkem største eier med 92% av aksjene i selskapet. Konsesjonen hadde en varighet på 50 år og Elkem klarte ikke å bli enige med staten om fortsatt drift etter konsesjonstidens utløp. Staten overtok bergverket ved hjemfall i 1983. De siste årene før hjemfallet brukte ikke Elkem penger på investeringer i gruva. Dette førte bl.a. til at det ikke ble startet nødvendig oppfaring mot dypet. Staten drev gruva til 1991, da det ble stopp. Det står igjen store ressurser på dypet og ny drift er blitt vurdert uten konkrete resultater.

I perioden 1880-1920 var det enorm interesse for bergets skatter. Et slagord som «Norges fjeld skal betale Norges gjeld» sier noe om dette. Metaller som var viktige for krigsindustrien var ettertraktet. I Nord-Norge ble det de første årene av 1900-tallet startet en rekke jernmalmgruver som fikk kort levetid, slik som Salangsverket 1907-1913. Her ble det investert i et stort gruve- og industrianlegg, bl.a. annet med en 7 km lang linbane fra gruvene på fjellet til utskipningsstedet hvor det ble bygget oppredningsverk. Det ble produsert over 96 000 tonn briketter med et jerninnhold på nesten 70%. Dessverre var svovelinholdet for høyt. Dette gjaldt også en del andre jernmalmgruver med kort levetid, så som Bjarkøy 1907-1909, Smorten 1906-1908, Matmora 1907-1912 og Meløyvær 1904-1930. Disse kan stå som eksempler på gruveanlegg hvor man investerte mye i anlegg uten å ha tilstrekkelig kunnskap om malmen.

Den eneste av jernmalmgruvene i Nord-Norge som startet i denne perioden og fikk stor betydning og lang varighet var A/S Sydvaranger.

Bygningsstein

Etter 1814 startet byggingen av monumentale bygg i Norge som slott, universitet og banker og steinbrytingen tok seg opp. Riktignok hadde det vært gitt noen privilegier på uttak av marmor både i Bømlo og Akershus på 1700-tallet, men marmoren ble sendt til Danmark, bl.a. Marmorkirken i København. I 1820-årene startet uttak av syenitt i Oslo-området. Denne var den dominerende steinen på markedet i flere år. Etter hvert kom det andre

steinsorter til, som granitt fra Østfold, Grimstad og Drammen og larvikitt.

De gode tidene for steinindustrien (granitt) startet på slutten av 1800-tallet, da det var stor etterspørsel både i inn- og utland, og fikk sin slutt med utbruddet av første verdenskrig. 1913 var toppåret og som et eksempel kan nevnes firmaet N.S. Beer & Co som hadde 2 000 ansatte i Norge og Sverige og eksporterte 127 000 tonn stein bl.a. til Cuba, Egypt og Argentina i tillegg til Europa. I Norge hadde firmaet sine brudd i Fredrikstad-området. Steineksporten nådde en topp dette året med en eksport av 225 000 tonn stein og nesten 4 000 mann sysselsatt i steinindustrien i Østfold. Størst var eksporten til Argentina med 71 000 tonn.

Selv om betong og asfalt mer og mer tok over, ble det produsert bro- og kantstein i Østfold fram til første halvdel av 1970-tallet da portugiserne tok over markedet. I dag er det to brudd igjen som er i drift.

Kleberstein og marmor

Det var ikke bare granittbrudd som kom i drift på slutten av 1800-tallet. På Otta ble det opprettet flere selskaper for produksjon av ovner og peiser av kleberstein fra lokale forekomster. Etter hvert ble disse inkorporert i ett selskap som fram til 2015 drev uttak på Otta, men som i dag importerer kleberstein fra India til ovns- og peisproduksjonen. Marmordriften på Fauske startet i 1885 med håndsaging av uttatte blokker. På 1890-tallet tok man i bruk dampdrevne stålwire med tilsats av kvartssand og vann. Ankerske som bedriften het, var den første i Norge som tok i bruk diamantwiresag. Ved århundre-skiftet var det ca. 400 som arbeidet i bruddene. Det er i dag 3 bedrifter som driver uttak av marmor på Fauske.

Larvikitt

I dag er det larvikitt som dominerer norsk natursteinproduksjon. Det første uttaket åpnet i 1884. I 2015 utgjorde eksportverdien av larvikitt 93% av blokksteins-eksporten. Det var 3 bedrifter med til sammen 12 brudd og 200 ansatte. Til å begynne med var uttaket av blokker et manuelt slit. Det ble slått tett i tett med hull før man ved hjelp av tre- eller jernkiler brøt løs blokken. Det gjaldt å finne kløvretningen for å redusere svinnet. Opp til 90% skrot er ikke uvanlig i denne bransjen og i Larvik har man etter hvert klart å selge deler av denne massen til erosjonsforebyggende tiltak. Ved bruken av svartkrutt måtte hullet være tørt og det kunne by på problemer. Dette bedret seg med bruk av plasthylser som kom i bruk på 1960-tallet.



Skeidersken ved Løkken verk. Av Joseph Robert Carter.

Fra 1920-tallet ble håndkraften, en god borer kunne klare 12-15m om dagen, delvis erstattet med maskinboring, men det var først da hardmetallbor kom på 1950-tallet at bormaskinene overtok for fullt. Da kom også derrick-krana, ei svingbar kran, som i tillegg til å løfte blokkene opp på transportmiddelet også ble brukt til å trekke blokkene fram til opplastingsplassen. Tunge blokker forårsaket ofte ulykker ved at krana knakk eller ble bøyd i festet. De første hjullasterne kom på 1970-tallet og gjorde blokk- og skrothåndtering enklere. Selv om wiresaging ble innført i bruddene på 1980-tallet fortsatte man med manuell kiling av løsskutte blokker til langt ut på 1990-tallet.

Skifer

Skifer til bl.a. dekking av tak har sannsynligvis vært i bruk i uminnelige tider. Skriftlige kilder om takskeer har vi fra 1308 da biskop Arne i Bergen i et brev til sin bror Arnfinn Sigurdsson i Frankrike ba han å skaffe en ung mann som både kunne takteking og bryting av stein. Ved Solesnes i Jondal i Hardanger har det vært brutt skifer fra 1400-tallet. Det har vært uttak av skifer til lokalt bruk mange steder i landet, men ikke før på 1800-tallet ble det noen størrelse på produksjonen. I Gudbrandsdalen ble det økt virksomhet i flere brudd fra 1820-tallet, og i Solesnes begynte bryting av heller i 1826. Solesnes har en gunstig plassering ved sjøen og kunne levere til kunder langs kysten og midt på 1850-tallet ble det anslått å være 30-40 mann i bruddet. Dette økte til omkring 150 mann mot slutten av århundret. Det er fortsatt uttak av skifer i Solesnes. Jernbanen åpnet store muligheter for flere skiferområder. Den kom til Voss i 1883 og salget økte sterkt. I 1899 ble det produsert 3,5 millioner takstein. Deretter svingte svingt produksjonen inntil den nådde sitt høydepunkt i 1920 med over 400 sysselsatte i bruddene. I dag er det beskjedne produksjon med 7-8 sysselsatte. I Alta var det liten produksjon fra midt på 1800-tallet og ut til århundreskiftet. Fram til 1880 ble det kun arbeidet 4-6 uker om sommeren, mens man i 1900 arbeidet 38 uker. Brannen i Ålesund i 1904 innebar et oppsving i produksjonen da bruddenes beliggenhet ikke langt fra sjøen gjorde det mulig å levere til gjenoppbyggingen. I 1920 arbeidet mer enn 260 mann i bruddene og til tross for variasjoner i omsetningen økte antallet sysselsatte til ca. 800 i 1937. I dag er det ca. 130.

Jernbanen kom til Fagernes i 1906 og betydde en vesentlig forenkling av transporten. I 1910 var det 150 mann sysselsatt i skifernæringen og man hadde stor eksport til England. Skiferdriften ble lagt ned i 1953 for

så å bli gjenopptatt i 1960. Det drives i dag uttak av skifer under jord og skiferen knuses og brukes som belegg på takpapp. Da Dovrebanen åpnet i 1921 kunne skiferen fra Oppdal nå et større marked og nådde en topp i 1960 da det var 15 små og store uttak i drift. Antallet ansatte var størst på slutten av 1930-tallet, for så å bli nesten halvert utover på 1950-tallet da man tok i bruk, kompressorer, lastebiler og bulldozere. I dag er det ca. 90 ansatte i skiferindustrien fordelt på tre produsenter. På 1990-tallet startet interessen for tørrmurer som en erstatning for betongmurer og det ble startet uttak av murestein. Interessen har stadig økt og i dag er det ca. 90 muresteinsuttak.

Industrimineraler

Uttak av industrimineraler startet allerede i middelalderen da man tok brøt kalkstein for å lage kalkmørtel. Denne produksjonen fortsatte opp gjennom århundrene. Kalksteinbrenning var en viktig tilleggsnæring for bønderne. Produksjonen varierte og har i perioder vært stor som da det ble innført murtvang i Christiania etter bybrannen i 1624. Da var det mer enn 60 kalksteinsovner i Asker/Bærum også i 1820-årene var det betydelig kalkbrenning i Oslo-området og det ble eksportert bl. a. til Danmark. I tillegg til kalkstein foregikk det uttak av alunskifer i Ekebergåsen i Oslo fra 1737 til 1815. Tradisjonell kalkbrenning til bygningsformål avtok ved overgangen til 1900-tallet og de fleste ovnene ble nedlagt.

Slemmestad startet produksjon av sement i 1889 og allerede noen år senere ble kalken hentet fra Langøya ved Holmestrand hvor det ble tatt ut mer enn 10 mill. tonn inntil sementproduksjonen stanset i 1985. Deretter er Langøya brukt som deponi for farlig industriavfall og uttak av kalk fortsatte inntil kalkstein ble erstattet av flyveaske som nøytraliseringsmiddel. Uttaket økte også deponiets volum. I 1916 ble sementfabrikken i Dalen startet og to år senere startet fabrikken i Kjøpsvik. Begge disse to er fortsatt i drift og begge har kalksteinsuttak i tilknytning til fabrikkene. Kjøpsvik driver dagbrudd, mens Dalen driver underjordsgruve under Eidangerfjorden, i tillegg har man dagbrudd i Porsgrunn (Bjørntvedt).

Kalkstein brukes ikke lengre bare til bygningsformål. Som fyllstoff til maling og plast og i papirindustrien er den blitt et viktig produkt. Her har vi to store produsenter. Hustadmarmor som får sin kalkstein fra Akselberg i Brønnøysund og tre uttak på Eide, hvorav to drives under jord. Verdalskalk får sin kalkstein fra et dagbrudd i Tromsdalen. I Norge i dag skjer uttak av kalkstein i 17

uttaksområder og det tas ut ca. 5,5 mill. tonn årlig. Den største årlige produksjonen hadde vi i 2007 med ca. 7,5 mill. tonn. Dolomitt er et annet kalkholdig mineral vi har uttak av i Norge. Det er to produsenter som begge er lokaliserte i Nordland, Hammerfall i Sørfold og Hekkelstrand i Ballangen. Begge driver underjords drift. Årlig produksjon har ligget mellom 500 000 og 800 000 tonn siden midten av 1970-tallet.

Feltspatproduksjonen startet i Aust-Agder i 1792 med eksport til kgl. dansk porselen. Det fortsatte med uttak utover på 1800-tallet med en markant økning i siste halvdel. Evje og Iveland var de viktigste områdene med etter hvert mer enn 300 uttaksområder. Fra 1890-årene kom også forekomster fra Østfold, særlig Rakkestad, og Kragerø i drift. Fra 1906 startet uttak i Tysfjord. Her ble det ikke noen størrelse på driften før midt på 1920-tallet. Driften ble lagt ned i 1960. I 1967 ble det bygget et flotasjonsanlegg for feltspat og kvarts (pegmatitt) i Glamsland ved Lillesand. Her floterte man ut kali- og natronfeltspat samt kvarts. Anlegget ble lagt ned i 2007 da forekomsten var utdrevet. I dag er det bare noen få produsenter igjen som tar ut mindre kvanta til dentalspat (tannproteser).

Uttak av kvarts har foregått lenge da kvarts har vært benyttet av kobbersmelteverk. Likeså ble det benyttet av nikkelsmelteverkene som var i drift mot slutten av det 19de og ut i det 20. århundre. Uttak av pegmatitt til feltspat ga også en ren kvarts som produkt og denne ble brukt i porselensindustrien. I perioden 1840–1890 ble det eksportert ca. 8000 tonn kvarts fra pegmatittganger.

I tillegg til kvarts fra pegmatittganger hadde flere smelteverk egne kvartsbrudd, særlig i perioden 1945–1965, men også senere. Blant disse var Helland kvartsbrudd i Sørfold som leverte til Thamshavn og Kvalvik kvartsbrudd i Ålvik som leverte til Bjølvfossen. I dag har Elkem et brudd på Mårnes i Gildeskål som har et årlig uttak på ca. 130 000 tonn. I Tana har Elkem et brudd som leverer ca. 1 mill. tonn i året. Utover disse er det to mindre brudd i Kragerø-området. I 1987 åpnet Minor KS en fabrikk på Drag i Tysfjord for produksjon av super-ren kvarts basert på kvartsforekomster i området. Etter 11 måneder var bedriften konkurs med et tap på 350 mill. kr. En av de største industrikursene i Norge. Boet ble kjøpt av Hustad AS i 1996 og selskapet Norwegian Crystallites ble stiftet. Fram til 2014 produserte de høyren kvarts fra lokale forekomster, i dag importeres råstoffet.

Nefelinsyenitt, olivin og grafitt

Nefelinproduksjon foregår på Stjernøy i Alta. Her startet virksomheten i 1961 som underjords gruve, og gruvedriften som var spesiell var tilpasset forekomsten. Den førte etter hvert til at man fikk enorme gruverom, de høyeste var over 400 m, og det ble besluttet å starte dagbrudd på toppen av forekomsten med styrtstakt ned i gruverommene. Dette ble gjort tidlig på 2000-tallet og da bruddområdet er meget værutsatt, drives uttaket bare i sommersesongen. Det er ca. 120 ansatte og en årsproduksjon på ca. 300 000 tonn. A/S Olivin ble etablert som en statsbedrift i 1948, og tiden fram til slutten av 1950-årene var en prøveperiode med små investeringer og bare noen få tusen tonn produsert i året. I 1961 ble det bygget en ovn for brenning av ildfast stein og produksjonen økte etter hvert til ca. 175000 tonn i 1975. Da olivin fikk sitt gjennombrudd som slaggdanner mot slutten av 1900-tallet økte produksjonen til omkring 2 mill. tonn i året. Olivinen brytes i dagbrudd og transporteres på et 4,3 km langt transportbelte til fabrikkens ved sjøen.

Gruvedriften ved Skaland Grafittverk på Senja startet i 1932 med årlige uttak på ca. 10 000 tonn, dette økte og var i 1953 kommet opp i 25 000 tonn. Da oppredningsverket brant i 1985 var det 110 ansatte og en råmalmsproduksjon på omkring 40 000 tonn i året. De kjente gjenstående malmreservene var bare for 4 år og letevirksomheten ble intensivert. Dette resulterte i funn av en forekomst innen rekkevidde fra eksisterende gruveanlegg. Letingen resulterte også i at man fant en ny forekomst på Trælen. I 1989 sto et nytt oppredningsverk ferdig ved gruveanlegget hvor driften av den siste grafittgangen i nærområdet ble avsluttet i 2005 og gruvevirksomheten flyttet til Trælen. Derfra er det 8 km med bil til oppredningsverket.

Apatitt, talk, glimmer og flusspat

Det har vært gruvedrift på apatitt som råstoff til gjødningsindustrien fra flere forekomster i Norge. De største gruvene var ved Ødegården i Bamble. Her drev man fra 1872 og fram til 1875 ble det i gjennomsnitt eksportert 800 tonn årlig. Driften var meget lønnsom inntil 1890, da det ble funnet store forekomster i USA. Det var to gruver med hver sin eier. Den ene la ned virksomheten i 1892, mens den andre fortsatte til 1901. Gruvene fikk en felles eier men var bare i drift under begge verdenskrigene. Uttak av talk foregikk i mer enn hundre år til den siste gruva ble nedlagt i 2009. Framfjord talkmølle i Vik i Sogn ble etablert i 1903 og var i drift til 2003. Anlegget ble startet med bakgrunn i lokale

forekomster, men de siste årene fra 1984 fikk den råstoffet fra Altermark.

I Altermark i Rana startet driften i 1932 og varte til 2009. Gruvedriften på forekomstene som først ble funnet, gruve I, var i drift til 1958 da man flyttet virksomheten til gruve II. Noen år senere fant man en ny forekomst, gruve III, som var i drift til nedleggelsen som skjedde etter at gruva hadde fått nye eiere. Gruvedriften var da klar til å flytte til enda en gruve, Eskjeklumpen. Østlandske Stenexport startet maling av talk på Bårstad i Vågå i 1918 basert på råstoff fra lokale kilder. Produksjonen varte til 1987 selv om det var store svingninger opp gjennom årene. Toppåret var i 1971 da det ble produsert 24 000 tonn. Deretter gikk det bratt nedover inntil nedleggelsen. Alle steder hvor man har brutt pegmatitter har glimmer vært et viktig biprodukt, i noen tilfeller hovedprodukt. Det var uttak av glimmer i Rakkestad i 1886-1891. Denne glimmeren ble eksportert. Under andre verdenskrig ble det produsert 6 000-8 000 tonn glimmer, hvorav 70% kom fra Østfold. Mesteparten ble eksportert til Tyskland.

I Evje og Iveland ble det tatt ut noen få tonn i perioden 1920-1945, mest i form av store plater. I 1969 startet uttak av glimmer fra en underjordsgruve i Rendalsvik i Meløy. Her hadde det i perioden 1935-1945 vært uttak av grafitt. Glimmerproduksjonen ble lagt ned i 1980. Flusspatproduksjonen i Norge har i hovedsak foregått i to gruver, Tveitstå i Dalen og Lassedalen i Kongsberg. Førstnevnte startet drift i 1887 og ble drevet med lengere avbrudd fram til 1934, da startet ordinær drift som varte til 1954. I Lassedalen ble det startet drift på begynnelsen av 1900-tallet og det ble drevet periodevis forsøksdrift fram til 1920. Gruva ble drevet under andre verdenskrig, etter forsøksdrift i 1950 ble den lagt ned.

Nye hjelpemidler

På 1800-tallet kom det en ny kraftkilde, dampmaskinen. Den var viktig for gruver som ikke hadde eller kun hadde sparsom tilgang på vannkraft, og i 1840-årene fikk noen jernmalmgruver på Sørlandet og Røros installert dampmaskiner. Ved Blaafarveværket ble det første trykkluftanlegget drevet med dampmaskin anlagt i 1860-årene. Her ble det også lagt skinnegang av jern i 1839. Før dette brukt man tre, men det var fortsatt hester som trakk vognene. Hester som trekk-kraft under jord ble først vanlig på 1800-tallet. Der hvor man hadde vannkraft skjedde det forbedringer både med vannlensing og faring. I Kongens gruve på Kongsberg ble det installert vannsøylemaskin for vannlensing i 1881. Denne

ble kombinert med en heiseinnretning «fahrkunst» som sparte gruvearbeiderne for 500 m med klat-ring i stiger. Åmdal verk anla i 1881-1884 inntaksdam, rørgate og bygning med turbin og kompressor. Trykkluften ble brukt til bormaskiner.

Mot slutten av 1800-tallet kom de første elektrisitetsverkene ved gruvene. Hamn fikk det første som kun ble benyttet til belysning. I 1893 startet utbygging av elektrisk kraft i Sulitjelma og tre år etter fikk man den første høyspente kraftoverføringen fra Kuraasfoss til Røros kobberverk. Det var først tiden etter 1900 hvor man fikk gjennombruddet for elektrisk kraft. Da ble det bygget kraftverk og overfø-ringslinjene ble forbedret samtidig som det kom motorer med større og større yteevne. Etter hvert kom også forbrenningsmotoren i bruk som kraftkilde, da først i dagbrudd og senere under jord. Det var ikke bare kraftkildene som endret seg. Det kom mange tekniske nyvinninger utover på 1800-tallet. Ståltau ble oppfunnet i Tyskland i 1830-årene til bruk i gruver og erstattet etter hvert hampe-tau og kjettinger i heissjakter. Mot slutten av århundret begynte man å bruke ståltau i taubaner. Tau-baner ble et populært transportmiddel ved norske gruver både internt mellom gruver og oppredningsverk og til utlastings-/utskipningssted. En av de siste taubanene som ble bygd ved en norsk gruve i Norge var fra Skorovas gruver til utskipningen ved Kongs-moen, en strekning på 45 km. Taubanen ble påbegynt i 1942 og sto ferdig da driften startet i 1952. Den var i drift til 1976 da transporten ble overtatt av biler. Den siste taubanen som ble bygd ved gruver i Norge var for NORCEM mellom Bjørntvedt og Dalen ca. 7 km. Den sto ferdig i 1955 og ble lagt ned i 1972. Dette var imidlertid ikke den siste taubanen som ble bygd ved en norsk gruve. Fra Gruve 6 på Svalbard til oppredningsverket ble det bygget en taubane som sto ferdig i 1969.

Av gruver som hadde taubane fram til jernbane kan nevnes Røros, Kongens gruve til Rugldalen, Folldal til Alvdal, Røstvangen til Alvdal og Lalm talkmølle (Bårstad i Vågå) til Otta. Sistnevnte hadde startet med bil-transport. Men veistandarden var for dårlig og selv om talk er mye lettere enn malm holdt heller ikke kjøretøye-ne. Dette var mer eller mindre situasjonen i Norge inntil 1970-årene.

Sprengningstekniske nyvinninger

Også på sprengningssiden skjedde det store endringer. Svartkruttlunta kom i 1830-årene og ga en be-tydelig økt sikkerhet ved sprengning sammenlignet med tidligere lunte som var en løst spunnet snor preparert med

salpeter. Fenghetter ble tatt i bruk mot slutten av århundret, men ikke før omkring første verdenskrig ble fenghette nr. 8 tatt i bruk. Denne er fortsatt i bruk sammen med svartkruttlunte. Dersom man ville at hulle-ne skulle detoneres med tidsintervaller, måtte dette gjøres ved å variere luntelengden.

Fra 1868 kom dynamitten i bruk. Den ble forbedret etter noen år og gjort sikrere å bruke, men dette ble enda bedre da gummidynamitten kom i 1881. Først 40 år senere kom det dynamitt med lavt nedsatt frysepunkt.

Omkring 1960 begynte man å ta i bruk ANFO. Den ble etter hvert populær selv om den hadde dårlig vannbestandighet. Det var ikke uvanlig i begynnelsen at man i mindre brudd kjøpte sekker med kunstgjødsel og tømte i den tilmålte mengde olje. Etter noen timer hadde man ferdig sprengstoff. Etter hvert tok bedriftene i bruk ulike former for blande- og ladeutstyr. ANFO trenger primer for å detone-re. Slurrysprengstoff ble tatt i bruk noe senere, særlig fordi det til å begynne med var beregnet på grove hull (diameter over 15 cm). Som ANFO trengte den også primer for å detonere. Fordelen er at den er vannbestandig. Etter hvert er det slurrtypen for de fleste borhullsdiаметre. Etter andre verdenskrig kom elektriske kortintervalltennere i bruk. De hadde imidlertid noen ulemper som utidig tenning ved overslag og kryptstrøm, i tillegg til at intervallene ikke alltid fungerte og forårsaket pilsalver. Da Nonel-tennere, et ikke-elektrisk tennsystem, kom på omkring 1980 gikk bruken av elektriske tennere tilbake. Med Nonel-tennere kom også detonerende lunte i bruk da den brukes til ikke- elektrisk initiering over og under jord. I dag har man også fått elektroniske tennere.

Boring

Også boremetoder så store forandringer mot slutten av 1800-tallet. Men selv om det ble tatt i bruk trykkluftdrevne bormaskiner fortsatte man med handboring. Fra 1860 fikk man bor laget av stål, noe som ga en stor forbedring av inndriften. I enkelte virksomheter, særlig i steinbrudd, fortsatt handboring helt til andre verdenskrig, både fordi slagbormaskiner var tunge og lite fleksible i bruk, samt at arbeidskraft var billig.

Før første verdenskrig hadde imidlertid de fleste større bergverk gått over til maskinboring som ga en langt større inndrift. Selv om kostnadene var de samme som for handboring. Utover på 1930-tallet kom det lette håndholdte maskiner og etter andre verdenskrig kom det knematerutstyr som forenklet boringen med disse

maskinene. Litt senere ble hardmetallbor innført og inn-driften skjøt i været. Etter andre verdenskrig skjedde utviklingen av utstyr og driftsmetoder, spesielt nå det gjaldt maskinstørrelse og kapasiteter, mye raskere for dagbruddsdriftenes vedkommende enn for tilsvarende utvikling under jord. I dagbruddene fikk man luftdrevne slagbormaskiner som kunne bore hull med diameter opp til 15 cm. Større hulldimensjoner krevde annet utstyr. Elektrisk drevne rotasjonsborerigger med crawlerunderstell som boret hull med diameter opp til 30-40 cm ble tatt i bruk utover på 1960-tallet.

Under jord fikk man selvgående borerigger med luftdrevne maskiner for ortdriving fra begynnelsen av 1960-tallet. Først med en, senere med både tre og fire bomber. Etter hvert fikk man rigger for oppad rettet boring. Her var skjøtestål og borehylser en avgjørende faktor. Fram til midten av 1970-tallet var bormaskinene luftdrevne, da overtok hydraulisk drevne bormaskiner og lange rørnett for trykkluft ble erstattet med elektriske kabler. I 1978 kom den første datastyrte boreriggen, men det tok mange år før den kom i alminnelig bruk.

Etter at knemateren kom var det mulig å drive stigorter. Imidlertid var det begrenset hvor lange stigorter man kunne drive med dette utstyret. På 1960-tallet kom Alimakheisen som gjorde denne drivingen mye lettere, og på 1970-tallet kom fullprofil stigortsmaskiner. Drivingen med disse krevde et pilothull for borestrengen ellers sto maskinen plassert på toppen av den framtidige sjakta. Noen gruver anskaffet slikt utstyr bl.a. Sulitjelma Gruver og Fosdalens Bergverk som også anskaffet en fullprofil tunnelboremaskin. Sistnevnte hadde behov for flere styrt-sjakter for malm mellom etg. 14 og etg. 18, ca. 280 m. Utover dette boret de en ventilasjonssjakt på 410 m.

Sulitjelma påtok seg entreprenøroppdrag med sin tunnelboremaskin. I en periode hvor de sto uten arbeid fant Fosdalen at de skulle bruke maskinen til å drive en bypass på etasje 14. Maskinen ble delt i dagen, heist ned og satt sammen. Forsøket var ikke vellykket da berget var for hardt for den tidens maskiner.

Lasting og transport

Bruken av brett og fyllhammer har fulgt gruvearbeideren fra 1500-tallet og fram til i vår tid. Inntil skrapespillet kom var håndlastning den eneste metoden for å laste opp malm og gråberg. Skraping kunne skje i strosser og magasiner til sjakter og tapninger, eller den kunne brukes i ortdriving med ulike innretninger som Jenssens lasteapparat eller Bolidens system.

Utover på 1930-tallet kom det skinnegående luftdrevne kastelastemaskiner og på 1960-tallet kom det tilsvarende maskiner på gummihjul. Et tiår senere ble dieseldrevne laste- og bærmaskiner tatt i bruk og samtidig kom det også dieseldrevne trucker og lastere i et format som kunne brukes under jord, da det er laste- og transportutstyret som bestemmer minsteprofilet på ortene. Truckene kunne gå med full last i stigning på 10%, og de som kunne tok dette utstyret i bruk, enten som erstatning for eller som tillegg til allerede installert heiseutrustning. I dagbruddet i Sydvaranger som var det eneste store dagbruddet i Norge før 1960-årene, benyttet man på 1930-tallet skinnegående dampdreven gravemaskin og skinnegående transportutstyr. Under andre verdenskrig hadde utviklingen av dagbruddsutstyr gått med stormskritt i USA. Da Sydvaranger startet opp igjen etter krigen var det med elektrisk drevne gravemaskiner på crawlerunderstell og trucker. Da det ble åpnet dagbrudd i Rana og Titania på 1960-tallet tok de i bruk samme type utstyr. Endringene som skjedde fremover mot våre dager er en stor økning i både laste- og transportkapasitet samtidig som det er kommet hjullastere med stor kapasitet.

Utviklingen med nye malmer

Fram til 1730-tallet var gruvedriften i Norge knyttet til jern, sølv og kobber. Noen små forekomster av gull og bly hadde vært utvunnet uten at dette kunne kalles gruvedrift. I 1731 startet gruvedrift på Konnerud. Her produserte man i tillegg til sølv kobber også bly. Driften varte i første omgang til 1783. Deretter fortsatte denne fra midten av 1800-tallet i ujevne perioder fram til 1913. I 1758 ble det igangsatt drift på gull på Eidsvoll. Denne varte til 1783 og fortsatte som mange andre gruver i ujevne perioder fram til 1907. Drift på kobolt på Modum (Blaafarveværket) ble startet i 1776 og varte til 1898. Utover på 1800-tallet kom det i gang drift på flere metaller. Røros kobberverk startet i 1830 drift på krom i Feragen. Denne driften varte totalt i vel hundre år med en samlet produksjon på vel 40 000 tonn malm. Utover på 1840-tallet startet også driften på nikkel hvor produksjonen toppet seg i 1870-årene med 40 gruver og 7 smeltehytter i drift og Norge sto for 75% av verdensproduksjonen.

Produksjon av svovelkis kom også i gang på 1840-tallet. Dette var en produksjon som fikk mye å si for norske kisgruver. Mot slutten av århundret var det gruver som prøvde å utvinne sink fra malmen, men sinkproduksjon fra sulfidmalmgruvene kom ikke i gang før det mot slutten av 1920-tallet ble innført selektiv flotasjon. Denne

gjorde det mulig å skille de ulike sulfidmineralene, mens Elmoreprosessen som hadde vært i bruk inntil da kun skilte gråberget fra malmen. Slutten av 1800-tallet og fram til og med slutten på første verdenskrig var en periode med stor aktivitet. Nye legeringer og materialer kom i bruk og etterspørselen økte. Særlig fra rustningsindustrien. Dette førte til gjenåpning av nikkelgruver og etablering av molybdengruver. På Knaben var det i 1885 startet en mindre drift. Under første verdenskrig var det 21 molybdengruver i drift. Kort tid etter at krigen var slutt var det bare en gruve igjen, Knaben gruver, som fortsatte til 1973. Ørdsalen wolframgruve startet omkring 1900. det var stordrift med engelsk kapital 1905-1908. Deretter et lite oppsving på slutten av verdenskrigen. Gruvedriften var sporadisk i drift til slutten av andre verdenskrig. Etter andre verdenskrig ble Søve gruver anlagt i 1953 med drift på niob som var et ettertraktet legeringsmetall for jetmotorer. Etter et sterkt prisfall i 1960-årene ble driften lagt ned i 1965.

Tiden fra ca. 1770 til 1807 var gode år for kobber- og jernverkene. Da satte imidlertid napoleonskrigene en stopper for dette. Kongsberg hadde sitt beste år i 1771 og deretter startet år med tap inntil Sølvverket ble nedlagt i 1805. Først ved stortingsvedtak i 1816 ble driften gjenopptatt. For kobber og kobolt startet en bedring utover på 1820-tallet, mens jernverkene først så en bedring ca. 10 år senere.

Eiendomsforholdene for gruvene

Fra slutten av 1690-tallet var jernverkene privateide og for det meste eid av enkeltpersoner. Dette fortsatte inntil jernverkene ble lagt ned omkring slutten av det 19. århundre. Sølvverket var statseid og forble det inntil det ble nedlagt i 1958. Kobberverkene var eid av et selskap bestående av andels-havere, partisipanter som, hvis verket gikk med underskudd, måtte skyte inn midler. For Røros varte denne ordningen fram til 1910. Da hadde verket gått med underskudd i flere år og partisipantene var leie av å skyte inn penger. Røros kobberverk ble omgjort til aksjeselskap.

Kapitalen hadde stort sett kommet fra danske og norske interesser. Dette endret seg utover på 1800-tallet. I 1821 ble Blaafarveværket overtatt av tyske interesser og i 1826 startet et engelsk selskap kobberdrift i Kåfjord i Alta. Industrialiseringen i Europa skapte overskudd som skulle investeres og metaller var viktige for utviklingen. Gruvedrift ble derfor et satsningsobjekt og Norge var et av landene det ble investert i. I statistikken Norges Bergverksdrift for perioden 1871-1875 ble det rapportert

om ut-lendingers eierforhold i norske bergverk. Her fremgår det at av 44 var 15 eid av utlendinger og at disse sto for ca. 50% av produksjonsverdien. Arbeidsstyrken var størst ved de utenlandske bergverkene, 1621 ansatte mot 1117 ved de norske. Interessen fra utlandet økte i den grad at det allerede i 1888 kom en lov som begrenset utlendingers eiendomsrett, men det var ikke før i 1906 at den første konsesjonsloven som omfattet vannfall og bergverk kom. Vilkår om hjemfall kom i konsesjonsloven av 1909 og ble videreført i industrikonsesjonsloven som ble vedtatt i 1917. Denne gjaldt både for utlendinger og nordmenn og konsesjonstiden ble redusert fra 80 til 50 år. Konsesjonslovene la imidlertid ingen demper på utlendingers investeringslyst i Norge og det ble startet en rekke virksomheter. De fleste ble av kort varighet. Kunnskap om forekomstens størrelse og metallurgiske forhold var mangelfulle og de fleste stoppet pga. en forekomst som ikke holdt mål, verken når det gjaldt tonnasje eller malmens sammensetning.

Etter første verdenskrig ble det fort slutt på de gode tidene. Fallende priser, manglende avsetning og mange og til dels langvarige arbeidskonflikter førte til nedleggelse og lengere stopp i produksjonen. Situasjonen bedret seg utover 1930-tallet. Men så kom krigen.

Andre verdenskrig

Rikskommissariatet opprettet en egen bergverksavdeling i Norge for å føre tilsyn med gruvene slik at de kunne utnyttes maksimalt til fordel for tyske interesser. En del gruver fikk kommissarisk ledelse. Det ble etter hvert vanskelig å opprettholde produksjonen. Flere gruver mistet vante arbeidere da de tok seg arbeid i bedre betalte jobber på anlegg. De vante gruvearbeiderne ble ofte erstattet med tvangsutskrevne og i noen tilfeller krigsfanger. Det var vanskelig med driftsmidler, reservedeler og vedlikeholdsutstyr samt at det var gåsakte-mentalitet og sabotasjeaksjoner. Tyskerne drev en utstrakt malmletingsvirksomhet under krigen uten at dette førte til større funn og nye gruver. Ved krigens slutt var Sydvarangers anlegg i Kirkenes totalt ødelagt, men ellers var bergverkene stort sett intakte. Produksjonsutstyret var imidlertid nedslitt.

Etter krigen fikk mange gruver problemer med avsetningen da det tyske markedet var brutt helt sammen. Det var f.eks. ingen eksportmulighet for jernmalmslig de to første årene etter krigen. Direktoratet for fiendtlig eiendom ble midlertidig opprettet i 1945 for å forvalte fiendtlig eiendom. Dette førte til at noen gruver kom i statens eie og forble der, som Fosdalens Bergverk og

Sydvaranger, hvor staten var eneaksjonær for den første og hovedaksjonær for den siste.

Etter krigen

Fra 1948 ble det stor bedring i eksportmarkedet og da Sydvaranger var gjenoppbygd i 1952 og etter hvert kom opp i en produksjon på 1 mill. tonn i året, var det ingen store problemer med å få solgt produksjonen, etter hvert også til meget gode priser. Det samme gjaldt sulfidmalmgruvene og deres metallkonsentrater, svovelkisproduksjonen ble det etter hvert vanskelig å avsette. Man gikk etter krigen inn i en 25-års periode som mange har karakterisert som gullalderen i norsk bergverksdrift. Tidligere etablerte bergverk ble gjenoppbygd eller kraftig utbygd som Sydvaranger, Titania, Fosdalen og Rausand og nye gruver som Skorovas, Bleikvassli, Tverrfjellet, Rana, Bidjovagge og Grong ble bygd opp fra grunnen. Utover på 1960-tallet begynte jernmalmgruvene og da særlig Sydvaranger å føle konkurransen fra oversjøiske malmprodusenter som mer og mer tok over leveransene til Europa. På 1950-tallet var en 20 000 tonner et stort skip og det var stor forskjell i fraktratene. Sydvaranger betalte 5-6 dollar mindre per tonn til Rotterdam enn en tilsvarende last fra Brasil.

Utover på 1960-tallet økte skipsstørrelsen helt opp til 200 000 tonn og fraktforskjellen var marginal. Sydvaranger møtte konkurransen med å bygge pelletiseringsverk og derigjennom produsere et bedre betalt produkt. De øvrige jernmalmgruvene hadde sine faste kunder og var ikke i samme grad berørt av fraktratene. Det var heller ikke konsentratene fra sulfidmalmgruvene.

I 1973 hadde vi oljekrisen. Virkningen av den var i første omgang at prisene på de fleste mineraler steg sterkt. Deretter ga fallende forbruk og stor overkapasitet, særlig på metallsektoren, store prisfall på mange produkter i 1975. På 1970-tallet var det også en kostnadsstigning som var høyere enn forut-satt. Sulfidmalmgruvene merket prisfallet først. Det var et sterkt fall i kobberprisen 1974/75 og gruvene gikk med et samlet underskudd på mer enn 100 mill. kr. i 1975. Året etter var det tilsvarende tap og staten ga i begge årene lån for å redde situasjonen. I 1977 inngikk de 10 gjenværende sulfidmalmgruvene en avtale med staten om å opprette et kobberfond som skulle jevne ut kobberprisen for gruvene. Det ble satt en basispris og priskurven for kobber som hadde store svingninger ble vurdert årlig. Når markedsprisene var lavere enn basisprisen fikk gruvene utbetalt differansen, var den høyere skulle gruvene innbetale differansen. I praksis ble innbetaling aldri gjort. Realprisen for kobber og sink lå

betydelig lavere i 1981 enn i 1974. Kobberfondet ble avvirket ved utgangen av 1986.

Etter andre verdenskrig var det stort sett norske selskaper som eide gruvene, men på 1980-tallet kom det finske selskapet Outokumpu inn i Norge. Det trengte konsentrater til smelteverkene sine og inngikk en avtale med Orkla om drift på Løkken. Senere på 1980-tallet kjøpte Outokumpu flere norske kobbergruver som Follidal Verk, Grong Gruber og Bidjovagge, sistnevnte viste seg etter hvert mer egnet som gullgruve. Fra den ble gjenåpnet i 1985 til den la ned i 1991 ble det tatt ut 6 tonn gull og 24 000 tonn kobber.

Av jernmalmgruvene var Rausand (Rødsand) den første som ble nedlagt, det skjedde i 1981. Fosdalen ble slått konkurs av staten i 1989, men gjenåpnet kort tid etter med sterkt redusert drift og produserte slig til heavy media flotasjon til driften stanset i 1997. Sydvaranger prøvde å løse situasjonen med å øke produksjonen samtidig som man reduserte gråberguttaket. Det var ikke nok til å unngå store årlige tap. Sydvarangers beliggenhet og store arbeidsstyrke var en vesentlig årsak til at staten opprettholdt virksomheten fram til 1997 med et totalt tilskudd på ca. 4 milliarder kroner. Samtidig fjernet bedriften ca. 80 mill. tonn av den lettest tilgjengelige malmen og solgte produktene med tap.

I 2009 ble det påny startet gruvedrift i Sydvaranger. Denne fikk merke forgjengerens manglende gråbergbryting og måtte etter hvert legge ned i 2016. Rana Gruber ble etablert for å levere jernmalm til Norsk Jernverk. Da jernverket ble lagt i 1986 etablerte de ansatte et aksjeselskap, fikk et engangsbetrag fra staten og fortsatte driften. Den er fortsatt i gang, nå under privat eierskap. I perioden 1945–1980 var det 36 malmgruver i drift. Av disse var det 12 som var i drift i 1982. I løpet av de neste 16 årene la ytterligere 11 gruver ned driften, mens kun en ny ble startet opp, Nikkel og Olivin i Ballangen, og en ble gjenåpnet og nedlagt i perioden, Bidjovagge. Ved inngangen til 1990-tallet var det gruvene eid av Outokumpu og Bleikvassli som var i drift. Ved utgangen av 1998 var alle nedlagt. I dag er det kun Rana og Titania som er i drift.

Pukkverkene

Pukkverksindustrien i sin nåværende form er ca. 90 år gammel. Pukk sammen med sand og grus betegnes som byggeråstoffer og er viktige ingredienser i betong og asfalt. Betongen var ikke særlig populær de første årene etter 1900, men etter at Oslo Havneler som lenge var Europas største helstøpte betongbygg sto ferdig i

1920 endret situasjonen seg. Asfalterte gater i byene ble ikke vanlig før etter andre verdenskrig og asfaltering av veger i distriktet kom først på 1960-tallet. Fram til 1970-årene var uttakene små med mye manuelt arbeid. Tidlig på 1970-tallet var det fortsatt handlasting av sand og pallboring med håndholdte maskiner og borstål av ulike lengder. Den utvikling som skjedde med utstyr i dagbruddene ble etter hvert overført til pukkindustrien da etterspørselen økte med økt utbygging av infrastruktur og store oljeplattformer av betong. Rasjonelt utstyr for boring, lasting og transport sammen med moderne anlegg for knusing og sikting har redusert bemanningsbehovet, økt produktiviteten og oppfylt stadig strengere spesifikasjonskrav. Der hvor en produksjon på 100 000 tonn per år for 40 år siden var et stort uttak med mange ansatte, er det i dag et middels stort uttak med få ansatte. De store uttakene i dag produserer mer enn 1 mill. tonn per år. Det største, Norsk Stein Jelsa, har en årlig produksjon på 11 mill. tonn. De store pukkverkene ligger ved kysten og produksjonen går i hovedsak til eksport.

Egnede bergarter til ulike byggeformål finnes de fleste steder i landet men pukk er et relativt billig produkt med høye uttakskostnader og tåler derfor ikke lange transporter til lands. De fleste pukkverk er derfor enten lokalisert nær forbruksstedet eller ved kysten. Pukk er dyrere å utvinne enn naturlig sand og grus, men dette oppveies ofte av kortere transportavstand og/eller bedre kvalitet. Det har etter hvert oppstått knapphet på sand og grus i mange områder. Samtidig har det blitt større interesse for å verne slike forekomster fra uttak. Naturgrusen erstattes derfor stadig oftere av knust fjell. Da pukkverksdrift fører med seg støv, støy og tungtransport er den ingen populær nabo, omtrent alle uttak av fjell til pukkproduksjon drives i dagbrudd, og mange brukte betydelige på å etablere gode naboforhold. Produksjonen har stort sett steget hvert år siden 1981, da det ble produsert ca. 14,5 mill. tonn, hvorav ca. 1,5 mill. tonn ble eksportert, til 2017 da det ble produsert ca. 76 mill. tonn, hvorav ca. 24 mill. tonn ble eksportert.

Malmleting

Utover på 1800-tallet økte interessen for og kunnskapen om geologi og i 1858 ble Norges geologiske undersøkelse (NGU) opprettet, for bl.a. å kartlegge landets berggrunn og derigjennom bidra med kunnskap om geologiske forekomster, deres omfang og mulige nytteverdi. Fortsatt var man imidlertid avhengig av å finne utgående i dagen for å vite om man hadde en mulig forekomst. Inntil slutten av 1800-tallet hadde man ingen sikre metoder for å undersøke malmforekomsten under overflaten og det var

mange feilslåtte prosjekter som ble startet med mangelfullt ressursgrunnlag. I 1885 konstruerte P. Craelius en lett håndholdt og hånddreven kjerneboreutrustning og femårsenere boret E.J. Longyear sitt første diamantborhull. Etter hvert kom diamantboring i bruk i Norge. På Røstvangen ble det i årene 1906-1913 boret ca. 5100 m fordelt på 75 hull, det dypeste ca. 200 m og det korteste ca. 12 m. Joma (Grong Gruber) og Skorovas ble boret i perioden 1911-1914. Boremaskinenes kapasitet var til å begynne med begrenset og kunne bare bore fra 200-400 m. Likevel var diamantboring en viktig nyvinning. Utstyret ble utviklet og stadig bedre. Dette gjorde det mulig å få et bilde av forekomsten selv om man ikke alltid visste hvor borehullet tok veien. Det finnes eksempler på at borehullet har kommet opp i orta man boret ifra. Først da man ble i stand til å måle borehullsavvik ble dette problemet løst.

Det at man fikk et bilde av forekomstens volum og utstrekning under jord bidro til at man kunne velge brytningsmetode og planlegge brytningen. Avhengig av de nevnte parametere kunne man velge en optimal brytningsmetode basert på den tekniske utrustningen som var tilgjengelig. En god kunnskap om malmens gehalter og geometriske forhold ble en forutsetning for å kunne starte gruvedrift. De første forsøkene på å lage utstyr som kunne finne malmkropper som ikke hadde utgående i dagen, ble gjort på slutten av 1800-tallet. Disse var basert på malmens elektriske ledningsevne og magnetisme. Dette var starten på bruk av moderne geofysiske malmletingsmetoder som tok utgangspunkt i bergartens og malmens magnetiske, elektriske, elektromagnetiske seismiske og radioaktive egenskaper. Det-te var imidlertid ikke starten på å utnytte malmens magnetisme i malmletingen. Allerede i 1640-årene hadde svenskene tatt i bruk gruvekompasset for leting etter jernmalm. Gruvekompasset ble også benyttet på Kongsberg til samme formål. Thalen-Tiberg magnetometeret som ble utviklet i Sverige i 1870 var således en videreføring av å utnytte malmens magnetisme i prospekteringsøyemed.

I Sverige gjennomførte Sveriges geologiska undersøkning (SGU) en omfattende malmleting med elektriske metoder i årene 1912-1918 og fant over 50 nye malmkropper fordelt på rundt 20 malmfelt, hvorav Bolidenfeltet var av størst økonomisk betydning. SGU sitt arbeid resulterte i opprettelsen av AB Elektrisk Malmleting (ABEM) i 1924. Dette selskapet gjennomførte en rekke undersøkelser på Løkken fra 1926 til 1940. Et av de første forsøk med elektriske letemetoder i Norge ble gjort ved eksisterende malmforekomster i 1923-1925,

men det var dårlige tider både for stat og bedrifter og geofysiske malmletingsmetoder ble ikke prioritert. Først i 1934 ble Geofysisk malmleting opprettet og geofysiske målemetoder tatt i bruk i Norge. Fra samme år var også dette engasjert i undersøkelser på Løkken. Sommeren 1959 gjennomført Geofysisk malmleting sin første flymåling med magnetometer. Senere samme sommer testet man også elektromagnetiske målinger fra fly. Da hadde imidlertid private utenlandske selskaper gjennomført slike undersøkelser for flere norske bergverk fra 1953, bl.a. ble Tellnes-forekomsten på Titania funnet ved magnetometriske målinger fra fly i 1954. Pga. av terrenget var målinger fra fly vanskelige å gjennomføre, man må fly lavt i konstant høyde, og i 1972 startet helikoptermålinger som er det som brukes i dag.

En annen metode for å finne malmer som ikke har utgående i dagen, er geokjemisk malmleting. Den skjer etter metoder basert på det forhold at små mengder av ett eller flere metaller som finnes i en malmkropp blir opptatt i løsmasser over forekomsten, av vann som renner gjennom forekomsten eller i planter. Enkelte malmforekomster omgir seg også med bergartssoner som fører karakteristiske grunn-stoffer i små mengder. V.M. Goldschmidt regnes som grunnleggeren av den moderne geokjemien. Han startet røntgenspektrografiske undersøkelser på 1920-tallet og utviklet metoder og utstyr. Geokjemisk malmleting ble igangsatt på 1950-tallet, og 20 til 30 år senere fikk geokjemisk kartlegging med utspring i denne malmletingen anvendelse innen en rekke områder som f.eks. miljøvern og forurensning, landbruk og medisinsk forskning.

Nytt utstyr bedret sikkerhet, helse og arbeidsmiljø

Fra 1500-tallet og fram til bormaskiner ble tatt i bruk endret arbeidsforholdene under jord seg i lang-somt tempo. Boring og lasting var fortsatt manuelt arbeid. Noen arbeidsoppgaver var blitt mekaniserte som vannlensing og oppheising av malm. Skinnegang, først av tre senere av jern, og vogner som kunne skyves gjorde transporten av malm fra brytningsstedet til oppheising eller ut i dagen, enklere. Fra 1800-tallet overtok hesten mer og mer dette arbeidet inntil man fikk lokomotiver, først luftdrevne senere fikk man el-lok med pantograf, og diesel- og batterilok. Etter at bormaskinene kom ble det slutt på håndboring og med elektrisiteten og kompressorer kom det ytterligere lettelse som f.eks. skrape-spill til opplasting, men ikke før luftdreven kastelastemaskin og tappeluker for fylling av vogner kom ble det mindre bruk av brett og fyllhammer.

I mange gruver var tørrboring et problem da man hadde

kvarts som forårsaket silikose. Første gang diagnosen ble stilt i Norge var i 1933, men allerede fra begynnelsen av 1900-tallet var silikose kjent fra gullgruvene i Sør-Afrika. Fram til midten av 1930-tallet var det stort sett tørrboring både over og under jord. Innføring av boring med vann var ofte vanskelig fordi det førte med seg mye ekstraintstyr for boringen og det var dårlig med oljehydrer samt at eldre gruvearbeidere var lite villige til å endre arbeidsvaner. Silikose var et stort problem ved mange gruver både over og under jord. Først på 1970-tallet ble det slutt på rapporter om nye tilfeller i gruveindustrien. I tillegg til boring med vann ble ventilasjonen bedre med hjelp av vifter og faste ventilasjonsrør av metall, inntil fleksible ventilasjons-rør som Ventiflex ble tatt i bruk fra 1950.

Behovet for ventilasjon økte med bruk av maskiner. Luftdrevne bormaskiner forårsaket vanndamp og oljetåke, dieselutstyr som ble tatt i bruk fra tidlig 1940-tallet forårsaket sot og avgasser som måtte tynnes ut og fjernes. I tillegg til bedre ventilasjon kom det også på 1970-tallet gode masker som beskyttet mot støv og gasser til erstatning for de munn- og nesebindene man hadde brukt en periode. Problemet var å få vante gruvearbeidere til å bruke dem da de var tyngre å bruke enn bindene.

På samme tid kom det også hørselvern i form av øreklokker som kunne festes på hjelmen. Med maskinene økte støynivået på arbeidsplassen og frem til øreklokkene kom hadde man brukt forskjellig som ble puttet i ørene, men hadde liten eller ingen effekt. Eldre gruvearbeidere var lite interesserte i å ta øreklokkene i bruk da de følte at de ble isolerte. Hørselen deres var allerede sterkt nedsatt. De første gruvehjelmene kom på 1920-tallet og besto av dampet lerret og lim, og malt svarte. I Norge gikk de under navnet Svarthjelm. Disse ble brukt til ut på 1960-tallet. Noen brukte de enda lengre av gammel vane. Fra slutten av 1800-tallet hadde man tatt i bruk «rallarhatten». En hatt bestående av stivt filtstoff til bruk under jord. Fra 1950-tallet tok man i bruk hjelmer av termoplast og etter den tid har materialet hjelmen er laget av stadig utviklet seg. Fasongen derimot har vært den samme siden 1960-tallet. En stor fordel med hjelmen var at den hadde feste for gruelampa.

Arbeidsbelysningen under jord besto av tran- og oljelamper før karbidlampene kom i bruk tidlig på 1900-tallet. Nå kunne gruvearbeideren både se hvor han gikk og hva han holdt på med. Arbeidssituasjonen ble bokstavelig talt mye lysere. Midt på århundret begynte

batterilampene å komme på markedet, men karbidlampene var flere steder i bruk til ut på 1960-tallet.

Bergsikring

Metoder for å unngå kollaps av stoller, orter, sjakter og brytningsrom har vært viktig til alle tider, og gjensetting av piler og bruk av tømmerforbygning var de alminnelige metoder. Gjenfylling kunne også forekomme. Illustrasjonene og beskrivelsen av forbygning av drifter og sjakter i De Re Metallica er meget lik de som ble brukt på 1950-tallet. Bergverksloven av 1842 hadde en paragraf hvor det bl.a. heter: «Bergmesteren ..., udsætte og med tydelige Mærker betegne de Baand og Bergfæster, som han anser fornødne for Grubens Vedligeholdelse og Sikkerhed». Det var mulkt for å fjerne slike bergfester uten tillatelse. Det var ikke før på 1960-tallet at bergmekanikk ble et eget fag. På NTH (NTNU) ble bergmekanisk laboratorium ferdig i 1964 og i 1969 ble den første eksamen i bergmekanikk avholdt.

Forhåndskunnskap om bergspenninger, geologiske forhold og erfaring med samme type berg utsatt for belastning (stress) kom til å spille en stadig større rolle i planlegging av egnede brytningsmetoder eller modifisering av eksisterende drift. Bergmekanikk ble et viktig hjelpemiddel for å plassere sjakter og transportstoller/-orter på en slik måte at de ikke bandt opp malmressurser eller kollapset ved bryting av disse. Den bidro også til optimal orientering av brytningsrom og størrelsen på

disse samt størrelsen på piler, deres innbyrdes plassering og til styrt røving av disse av avslutning av driften. Sammen med bergmekanikken utviklet bruken av bolter og sprøytebetong seg. Det kom bolter med forskjellig innfesting, først ute var kilebolten, senere kom ekspansjonsbolten, gyste og polyesterforankrede bolter. Boltene kom etter hvert også i forskjellig materiale og forskjellige lengder, som f.eks. glassfiber og kabelbolter.

Til å begynne med ble hullene boret med knematerutrustning og boltene var 6 fot lange, like lange som boret. Bolting med knemater krevde god rensk før man satte i gang med boringen. Dette ble gjort med renskespett. Senere kom det maskinrensk og bolterigger med fjernstyring slik at den kunne opereres fra trygg plass. Blokkfall var en av de vanligste dødsårsakene i gruver før 1950-tallet. Bolting bidro sterkt til en reduksjon av antallet dødsulykker. Selv om sprøytebetong ble tatt i bruk i bygge- og an-leggsvirksomheten i USA før første verdenskrig, var det ikke før på 1950-tallet at den ble tatt i bruk i Europa og først på 1970-tallet ble den tatt i bruk under jord til sikring. Det var en rivende utvikling både av tilsetningsmaterialer og sprøyteutstyr på denne tiden, bl. a. var Norge i 1975 første ute med å tilsett silikastøv i betongen, hvilket ga store forbedringer av betongens egenskaper. Samtidig kom fiberarmert sprøytebetong i bruk, først med stålfibre senere også med syntetiske fibre.



An-Magritt og Hovistuten av Kristoffer Leirdal, Statuen står ved Ila kirke i Trondheim



Foto: Carl-Fredrik Larsson



Foto: Dani Thomassen

DE SOSIALE FORHOLDENE I BERGVERKSINDUSTRIEN FRAM TIL VÅRT ÅRHUNDRE

Arve Haugen

Innledning

Sammen med den utvikling som skjedde med produksjon og eksport av trevirke, må bergverksindustrien sies å være den første industrielle aktivitet i Norge med sine gruver og verk. Denne industrien har derfor en lang historie. Malm er først nevnt i en instruks fra dronning Margrete i 1405. Det første dokument som konkret er knyttet til norsk gruvedrift, er imidlertid et lensbrev utstedt av kong Hans i 1490.

Det som nedenfor er tatt fram som eksempler på hvordan bergmannen har arbeidet og levd disse 500 årene, har ingen ambisjoner om å være fullt dekkende for utviklingen av de sosiale forhold innen yrket. Det er heller glimt - mer eller mindre detaljert - av en utvikling som har gått for seg fram til de senest etablerte bergverkene.

Rammebetingelsene for bergverksindustrien er rimelig godt dokumentert gjennom en rekke bevarte dokumenter fra statsapparatet under og etter enevoldstiden. For den første tiden, er det imidlertid bare sporadisk en får høre om arbeidernes arbeidsvilkår og levebetingelser ut over det at det var et hardt slit.

Det bestemmende lovverket og den eldste tiden

I den tidligste tiden var det liten erfaring med bergverksdrift i Norge. I forbindelse med malmfunn i Telemark, hører vi først om forhold knyttet til gruvedrift. I 1539

utformet Christian III en Bergordning (trykket i 1540) om bergverksaktiviteter som omfattet både gruvedrift og driften av smelteverk. Ordningen tok imidlertid først og fremst for seg områder vedrørende leting og rettigheter til funn, samt administrative forhold som sikring av tilgang til skog, elver og fosser.

Samtidig organiserte han en innvandring av tyske bergmenn. Bøndene i Telemark og andre steder ble pålagt å huse og dele maten sin med dem. Dette ble naturlig nok ikke særlig godt mottatt. I tillegg var dette overgangstiden mellom katolisismen og protestantismen. Tyskerne var gått over til protestantismen, mens bygde-Norge ennå holdt seg til katolske skikker. Dette ga forskjeller både i nye og ukjente mynttyper, handel på lørdag (som da her var fridag) og synet på helligdager. Det oppsto uro i Telemark i 1540 og tyskerne ble jaget vekk. Soldater ble sendt inn og slo ned oppstanden. De involverte ble hardt straffet og lederne henrettet. Tross bøndenes motstand og spesielt i forbindelse med sølvfunnet og starten av drift på Kongsberg i 1623, fortsatte en forsterket trend med å kalle inn tyske bergmenn.



Første del av «Forordning om Bergwerck i Norge» sammen med riksdaler fra 1628



Gruvemotiv på kart fra Kongsberg (med speciedaler i sølv fra 1624)

Gjennom flere kongelige forordninger fra 1540 og utover, blir det gitt en rekke fordeler til de som drev gruvene og verkene. Dette utviklet seg videre til privilegier. Bergordningen av 1539 var juridisk vanskelig, men ble opprettholdt med noen uklare endringer av kong Christian IV på 1640-tallet.

Det var et utall av slike privilegier, noen faktisk med prutningsmonn, andre mer omfattende enn nødvendig

for den aktuelle driften. Det privilegiene hadde lite av, var ordninger som tilgodeså de som arbeidet i og rundt gruvene og verkene. Det var heller slik at oppstart av et nytt bergverk la mye tungt pliktarbeid på bønder og andre som eide skog, vannretter og lignende. I forbindelse med opprettingen av jernverkene nedover kysten mot Kristiansand og privilegiene til disse, dukket begrepet cirkumferens opp. Dette begrepet opparbeidet seg over tid og gjaldt områder som lå innenfor en radius på 4 mil, regnet fra smeltehytta. Tilgang til skog, elver og fosser inngikk i de privilegier som ble gitt innenfor en cirkumferens. Eierne av områdene innenfor cirkumferensen ble pålagt og hadde plikt til å levere bergverket tømmer, trekull, setteved, annet materiale og transporttjenester til, som det ble sagt i 1623 «...en billig penge». Grunneierne kunne heller ikke disponere sin egen skog fritt innenfor disse områdene. Til og med fiskerettighetene ble påvirket. I praksis var det Christian IV som stadfestet bruken av cirkumferens.

Bruken av disse privilegiene utviklet seg på forskjellig vis. Røros fikk sin cirkumferens i 1646 på 4 mil med tilgang til store skogområder og plikt for bøndene mot betaling å levere trekull og annet materiale samt andre transporttjenester. For Løkken-malmen ble det i 1662 gitt en cirkumferens på 3 mil med pliktarbeid for bøndene, mens jernverket i Mostadmarka fikk 4 mil i 1670 med pliktarbeid for bøndene mot betaling. Så sent som i 1776 ble bøndene innenfor cirkumferensen til et av de sønnenfjelske jernverkene, forpliktet til å levere nødvendige mengder kull mot «...brugelig betaling».

En praktisk konsekvens av privilegiene var at de sakte men sikkert bygget opp et skattesystem på 1600-tallet ved at bønder som arbeidet eller leverte f.eks. brensel til bergverket, fikk gjort dette som sin måte å betale skatt på. Og så betalte verket skattepengene videre til fogdsystemet.

Forholdene på Kongsberg under sølvverkstiden og ved Røros Kobberverk, både når det gjelder teknisk utvikling og de sosiale forholdene omkring det å være knyttet til et gruvesamfunn, er rimelig godt dokumentert og kan benyttes på mange måter til å illustrere hvordan arbeid og sosiale forhold var i slike samfunn, dog uten her å være spesifikk på at det var likt ved alle bergverk.

Mange opplysninger tyder at arbeiderne ved gruvene på Kongsberg, var bedre stilt enn andre yrkesgrupper. Bergverket tok bra vare på sine arbeidere og hadde attraktive sosiale ordninger, eksempelvis sykepenger og

fattigunderstøttelse – ordninger som andre yrkesgrupper oppnådde mange år senere. Dette ryktes og førte til at mange dro dit for å få arbeid. I 1628 var det sysselsatt omkring 150 personer ved gruvene, i 1770 var antallet ca. 4200.

Arbeidet i gruvene og ved smelteverkene var hardt og arbeidsmiljøet var ofte direkte usunt. Fuktighet, røyk og steinstøv kunne føre til lungesykdommer, gikt og reumatisme. I 1659 ble det ansatt egen lege på Kongsberg - berglegen. Røros Kobberverk hadde berglege før 1680, mens det ved Folldal Verk som startet i 1740-årene, er nevnt at det finnes berglege i 1753. Ulykker skjedde ofte som følge av mange forhold, eksempelvis ras, fall og sprengning. På midten av 1700-tallet er det beregnet at 1 av 200 årlig ble drept i ulykker. Gruvene på Kongsberg var derfor utstyrt med en såkalt skadestol-skastol som kunne benyttes i den møysommelige transporten av skadde/forulykkede opp til dagen. Bergverksmuseet på Kongsberg kan vise fram en stor samling av utstyr som var nødvendig for å behandle de skader som kunne oppstå. I tillegg førte misbruk av alkohol til helsemessige problemer for flere, og i 1713 er det nevnt at syfilis hadde betydelig utbredelse i Rørosmiljøet. Et utbrudd av veneriske sykdommer ble rapportert i 1829 fra miljøet omkring smeltehytten i Alvdal.

Boforholdene var forskjellige ved de forskjellige verkene. Allerede tidlig, kunne gruve- og verksarbeideren på Røros etablere seg på jordlapper rundt byen og drive et lite gårdsbruk ved siden av arbeidet på verket. Embedsmenn og betjentene etablerte seg stort sett inne i byen med hus og med driftsbygninger for litt mer avansert jordbruk. På Kongsberg hadde bergarbeideren sine boliger inne i byen. Her som ved andre verk, var dette til å begynne med små hus med ett rom der matlaging, tørking av tøy og soving foregikk. Det bodde gjerne 5 til 10 personer i slike hus. Allerede i den eldste tiden kunne familiene på Kongsberg, etter avtale med Sølvverket, få anledning på visse vilkår, til å rydde og dyrke opp små jordlapper, de såkalte Løkkene. Stort sett var det kvinner og barn som både her og andre steder, tok seg av slikt arbeid. På jordlappene ble det blant dyrket en rekke grønnsaker og litt korn. I Folldalsgruvene var det lignende forhold til å begynne med, med ett-roms primitive «koier». Det var også vanlig at en leide husrom i hus som andre eide. Etter hvert ble det ved gruvene også anlagt overnattingsmuligheter (Sakkerhus) for å spare farings-tid. Nede i gruvene ble det først på 1800-tallet startet bygging av oppholdsrom/kvilebuer.

Det er ingen tvil om at denne kombinasjonen av verksarbeid og jordbruk hadde stor betydning både for den enkelte bergarbeiderfamilie og for verket, så viktig at det i 1770-årene på Kongsberg ble pålagt Overbergamtet å dele ut gratis frø til dyrking av grønnsaker.

Alle som arbeidet ved gruveanlegg trengte å skaffe seg matvarer for å livberge seg. På Røros, Løkken og ved Kviknegruvene er det beskrevet hvordan eierne (partisipantene) var forpliktet til å sørge for at den gruen de hadde eiendeler i, ble forsynt med penger, matvarer og nødvendige materialer, alt i forhold til hvor stor andel han eide. Dette ga ham rett til å ta ut utbytte fra verket i form av koppermessig metall. Dertil tjente eierne betydelig på de leverte matvarer til de forskjellige bergverkene. Fortjenesten varierte fra år til år, men i gjennomsnitt var nok fortjenesten 20 til 30% og høyere. For kornvarer betydde det mye om det var gode eller dårlige vekstår. Det var proviantskriveren ved verkene som hadde ansvaret for innkjøp av varer – med penger supplert fra eierne – og salget. Matvarer ble solgt videre til bergarbeiderne og bøndene som drev transport. Arbeiderne måtte betale for dette av lønnen. Når den ikke strakk til, kunne man ta varene på kreditt. På Røros ble det ikke gitt mer kreditt enn det var dekning for i lønnen. Men i uår og ellers vanskelige år, var noen proviantskrivere litt mer fleksible. Da sto de imidlertid i fare for å bli avsatt av eierne.

Dette systemet var ikke bare av det gode da varene ble dyrere, og kreditten bandt arbeiderne til det verket der han fikk kreditt. De som hadde minst, hadde også en tendens til å la seg betale i matvarer. Ofte var også matvarene av dårlig kvalitet, men det likevel ble krevet full pris. Og eierne var relativt sikre på å få inn sine fordringer da bergskriveren trakk i arbeidernes lønn i samsvar med oversikter fra proviantskriveren.

I matveien var nok kosten ganske ensidig. Det er påvist gjennom studier av kostholdet til gruve- og verksarbeidere utover på 1700-tallet, at det meste av det man tjente, gikk med til innkjøp av mat. Kornvarer var det som dominerte kostholdet. Da prisene på korn steg mye på midten av 1700-tallet, samtidig som det var en reell nedgang i arbeidslønningene, fikk dette betydning. Dette førte til en overgang til kjøp av mindre rug og mer bygg, altså mer av det billigste kornslaget. I tillegg, og som en helsemessig bedring, førte dette også til mer grønnsaker i kosten, noe som økte ytterligere da poteten kom inn i kostholdet etter 1800. Men forskjellene kan ha vært betydelige mellom de forskjellige verkene. På Røros så man en redusert matproduksjon utover 1700-tallet.

Bergmannen hadde som regel fri lørdag og søndag, men ingen form for ferie. Bare i forbindelse med julen var det på Kongsberg flere fridager. Den ukentlige arbeidstiden er til å begynne med lite beskrevet, men må antas å være alminnelig innarbeidet. Ved Fådalsgruven i Nord-Østerdal er det på slutten av 1700-tallet regnet med 43 timer effektiv arbeidstid i uken. I tillegg kom 2 timers hvile i hvert skift. På mandag morgen var det på Røros litt sen start, men ellers i uken var starten kl. 0400 eller 0500 avhengig av årstiden og slutt kl. 1700. Ved smelteverkene var det skift mellom kl. 0400 og kl. 1600 hver dag til fredag kl. 1800.

Barnearbeid var utbredt, men de gjorde jobben sin i skeidehus og pukkverk og ble på Kongsberg holdt unna arbeid nede i gruve. Der var det også skolemuligheter for de som hadde råd. Men i stort omfang arbeidet barna ved siden av skolegangen. På Røros kom den første skolen i 1700. Opplæringen var da av religiøs karakter, først i 1778 ble lesing og skriving en del av undervisningen. Ved Folldal Verk kom de første fastskolene i gang rundt 1760, og ved Blåfargeverket på Modum kom den første skolen i gang på Nymoen i 1784. Skolene ble finansiert på forskjellig vis, blant annet ved at elevene hver dag måtte ha med seg en vedskie.

Bergverkene hadde sine egne jurisdiksjoner. Bergamtet ble opprettet i 1654 og fikk både egen dømmende og administrativ myndighet. Dette ble en ordning som vedvarte fram til Berganordningen av 1812, da slik myndighet ble overført til de vanlige dømmende myndigheter. Overbergamtet ble avviklet i 1830.

Disiplin var viktig og avvik fra denne kunne medføre bøter. Det var regler for bøter, og straff for en rekke forbrytelser og forhold. På Kongsberg ble tyveri av sølv strengt straffet. Det var ikke lov å drive et håndverk som benyttet seg av sølv til forskjellige varer. Ellers kunne en få bøter om man møtte for sent på arbeidsplassen, for ikke å ha gått til bønn i kirken, for banning og urettmessig ha tatt materialer til eget bruk. På Røros innførte Overbergamtet i 1655 egne disiplinregler både for verksarbeiderne og befolkningen for øvrig. Det var også mulig å avtjene straff som tvangsarbeid ved noen gruver, men dette var ikke særlig vanlig.

Blant privilegiene som de fleste bergverk hadde, var at de som arbeidet ved verket var fritatt for utskrivning til militærtjeneste, i alle fall ikke i fredstid. Enkelte av verkene hadde en egen militær enhet – bergkorpset. Slike fantes blant annet på Kongsberg, Løkken og Røros. På

Røros ble et slikt korps dannet i 1709 i forbindelse med krigene på den tiden. Det sies at general Armfelt i sin tid ikke tok turen om Løkken grunnet bergkorpset der.

Det religiøse livet var også viktig i bergverkssamfunnet. Ved flere av bergverkene ble det oppført kirkebygg. Kong Christian VI syntes i 1730-årene at kirken på Kongsberg var i dårlig forfatning og ønsket en ny. Og i 1761 sto et flott kirkebygg ferdig. På befaling av kong Fredrik III, ble det ferdigstilt en kirke på Røros i 1650. Denne ble avløst av dagens mer staselige kirke i 1784. Også ved Alten Copper Mines, Kåfjord i Finnmark, bygde de engelske eierne i 1837 en større kirke for seg og sine ansatte. Løkken var senere ute, først med en midlertidig ordning, men i 1929 sto et kapell ferdig ved Bjørnlivann. Rang og stilling var avgjørende for hvor en kunne sitte i kirken. Det samme var det med begravelser, der arbeiderne ble gravlagt ute på kirkegården, mens ledelse og prominente personer ble gravlagt inntil kirken eller under kirkegulvet. Ved gruvene, var det vanlig praksis at stigeren startet skiftet om morgenen med en kort bønn før bergarbeideren satte i gang med dagens virke.

Det bør vel også nevnes at sagn og overtro florerte i alle bergverksmiljøer. Gruvehuldra var en av disse overnaturlige skapningene. Hun eide malmene og bestemte når slike skatter skulle avdekkes. For ikke å gjøre henne irritert og sint, var det strengt forbudt å plystre og banne nede i gruen. At nisser og dverger fantes inne i fjellet var også en del av overtroen, kanskje best illustrert ved H. Wergelands sangdikt «Nisser og Dverge».

Alle bergverk hadde sine opp- og ned-turer. I vanskelige år skjedde det ikke så sjeldent at gruve- og verksarbeidere ikke fikk utbetalt sin lønn. Det ble klaget til kongen ved flere anledninger, uten at det hjalp stort. Det var demonstrasjoner, men dette ble slått hardt ned på og til Kongsberg ble tilsendt soldater. På Røros i mai 1670 ble det også klaget over at lønn ikke ble utbetalt. En delegasjon ble sendt til København for å klage, og det kom senere til opptøyer. I september samme år, fikk arbeiderne medhold av kongen. Her påla kongen verket å utbetale månedslønn, gi anledning til kjøp av proviant, ingen avkortning av lønnen i helgene, skadde skulle skaffes et levebrød og bøndene som leverte transport og trekull skulle få betaling på stedet. Likevel bedret ikke forholdene seg vesentlig på Røros. Allerede i 1673 ble det igjen klaget over manglende betaling. Det ble også klaget på at det ble krevet ublu pris på den proviant som ble solgt fra verket. Under krigsårene etter 1675 var det stadig

mye uro, og igjen i 1681-82 var det opptøyer, så alvorlige at det ble sendt opp soldater til Røros fra Trondheim.

Arbeidsvilkårene - endringer på gang

Situasjonen var den samme ved de fleste bergverk og skyldes ofte administrativ og økonomisk uorden. Bergordningen av 1539 var utdatert, og 23. juni 1683 kom den såkalte Bergordinansen. Her nevnes at privilegie-innehaverne ikke kan skalte og valte med forhold slik at bønder og arbeidere blir skadelidende. Bakgrunnen var delvis at nye funn ble hemmeligholdt fordi grunneiere (bønder og andre) ikke fikk utnyttet ressursene på sin eiendom om en gruveeier fikk privilegier innenfor en cirkumferens. I tillegg ble det oppfattet at betalingen fra verkene var svært lav, gjerne også fraværende, og likeså at betaling til arbeidere og bønder ofte ble gjort med «..fordærvet proviant». Ordinansen slår blant annet fast at den som gjør et nytt malmfunn – hvis funnet er godt – skal være fritatt utskrivning og gårdsskatter så lenge verket er i drift. Det ble videre satt priser på alle treprodukter. Også der det i forbindelse med oppdemning av elver og fosser, førte til over-svømmelser av dyrket jord, skulle dette erstattes.

Likevel, siden tilgang på skog, både til materialer, setteved til fyrsetting og til brenning av trekull til bruk i smeltehyttene, var meget viktig for verkene, ble de fleste cirkumferensprivilegiene opprettholdt. Men utover på 1700-tallet kom det en rekke forordninger og såkalte plakater som beskrev forhold mellom verkseiere og grunneiere. Disse tok etter hvert mer hensyn til at om bøndene hadde plikt til å produsere trekull, så hadde de også rett på en fornuftig betaling. Var det uenighet om pris kunne det påklages til Overbergamtet.

Amund Helland omtaler cirkumferensprivilegiene i sin «Norsk Bergret» som en forbannelse for de distrikt som fikk slike cirkumferenser. Det ble vist til at bønder holdt skjult funn av malm og til og med tente på skogen for å kunne utnytte resten av eiendommen sin som f. eks. fiskevann. Utover mot slutten av 1700-tallet ble det visse lettelsers for bøndene som hadde i plikt til å kjøre fram ved, kull og tømmer.

Bergordinansen hadde i tillegg en rekke bestemmelser som skulle sørge for at partisipantene betalte inn sine innskudd til verket, og at arbeidere og bønder skulle ha en sikring ved sykdom. Arbeidere som ble skadet i arbeidet skulle ha inntil 2 måneders full lønn og fri legehjelp. Når verkene gikk med overskudd, skulle de avsette 5% av dette til underhold av kirken, skolene og fattige

enker og farløse. Og når dette slo til – og det skjedde blant annet på 1770-tallet, var dette sosiale bestemmelser som var enestående på den tid. Penger som ble motatt på denne måten ble imidlertid omtalt som «nådegaver». Når nøden var som verst, var det heller ikke uvanlig at partisipantskapet bevilget gaver – under visse forutsetninger – til arbeiderne.

Rundt slutten av 1600-tallet, var flere kommisjoner i arbeid og i 1685 ble det fastsatt tariffen for lønn, levering av kull, ved og annet. Likevel ble det 1689 gjennomført en lønnsreduksjon for alle. Dårlige tider førte til mye elendighet, og i 1699 måtte en dele ut matvarer til de mest trengende for i det heletatt å kunne holde produksjonen i gang. I 1700 ble det søkt om å få tilbake det tidligere lønnsnivået, men dette ble avvist. Imidlertid ble en mer riktig pris på proviant imøtekommet. Det samme var tilfelle rundt 1790 da det på grunn av dårlige tider ble et faktisk lønnsnedslag.

Arbeideren skulle ha månedsbetaling. Det var slik at verkene benyttet seg av en inndeling i bergmåneder. Den besto av 4 uker og at året derfor hadde 13 bergmåneder. I 1796 blir det på Røros fortalt at ofte ble bare en del av lønnen utbetalt i penger mens det resterende ble gitt som en seddel med forfall på 3-12 måneder. Seddelen kunne veksles inn før forfallstid, men da mot et gebyr. Imidlertid, fra slutten av 1700-tallet kan det se ut som det var slutt på den tiden da arbeiderne ikke fikk utbetalt sin lønn. Lønssatsene synes derimot nå til å ha holdt seg uendret i år etter år.

Tross mye uro omkring lønnsutbetalinger, var det ikke vanskelig å få folk til verkene, da den nominelle lønnen lå betydelig over det en arbeider ellers kunne tjene. Studier av dødsbo på 1700-tallet viser også at det sakte men sikkert skjer en bedring i levikårene, ved at bergarbeider-hjemmene blir større og inneholder flere eiendeler. Også bøndernes transportoppdrag, sammen med bidrag fra egen eiendom, bidro til relativ stor økning i bondegodset utover 1700-tallet.

På Kongsberg var det vanskelige tider midt på 1700-tallet, men mest dramatisk ble det da det i 1804 ble bestemt at Sølvverket skulle legges ned. Over en periode på 15 år, ble befolkningen nesten halvert. Det var i denne perioden at fattigvesenet ble forsterket som en motvekt til den elendighet som kunne stå foran gruvearbeideren og hans familie.

I det hele ser det ut som at det utover på 1700-tallet har vært lite organisert kamp for verksarbeidernes rettigheter. Det det kunne være snakk om, var sporadisk om lønn og om tilgang på proviant. Slutten av 1700-tallet hadde en rekke uår, som i 1783. Dette førte til høye proviantpriser og barkebrødtider. Provianthusene måtte gi forskudd og stadig tre støttende til. Ved inngangen til 1800-tallet var det igjen dyrtid, både som følge av Napoleonskrigene og uår i landbruket og det var tilløp til uroligheter. Proviantprisen hadde steget sterkt og lønnene holdt ikke følge. I tillegg var det vanskelig å få tak i korn.

7. september 1812 kom «Berganordning for Norge», langt på overtid, siden 1683-ordinansen var ment å være midlertidig. Ordningen berører og avklarer i flere punkt, eierskapets rettigheter ved muting og drift. I forbindelse med forholdet til arbeiderne både i gruvene og i smeltehyttene, ble verkseieren, så lenge verket er i drift, pålagt å sørge for sine fattige arbeideres underholdning og pleie. En skadd arbeider skulle ha 2 måneders full lønn og fri kur som det het. Deretter var det 4 måneder med halv lønn, siden en nedtrapping av lønnen til $\frac{1}{4}$, dessuten hjelp fra fattigvesenet. Det ble også gjort gjeldende en gjensidig oppsigelsesfrist på 3 måneder og plikt for verket til å skaffe nødvendige kornvarer. Verket skulle for øvrig sørge for skolegang for bergarbeideren og fritagelsen for militærtjeneste var betinget av attest for denne opplæringen. Det skulle føres en hovedbok og en kontrabok for den enkelte arbeider og bonde hvor fortjeneste og uttak av f. eks. proviant skulle føres.

Det Berganordningen imidlertid ikke rokket særlig ved, var forholdene omkring cirkumferens-privilegiene. Her opprettholdes de plikter og pålegg bønder og oppsittere hadde til verket mot leveranser til en «...billig pris». Likevel ble det gitt visse rettigheter. Om en bonde og verket ikke ble enig om pris på aktuelle varer, kunne Overbergamtet bringes inn for mekling.

Det varte imidlertid ikke lenge før det kom krav om at cirkumferens-rettighetene måtte avskaffes. Det ble pekt på at enkelte §§ i anordningen stred mot Grunnloven. Etter noe fram og tilbake i Stortinget, ble de fleste cirkumferens-rettigheter knyttet til skog og plikter til transport, opphevet i 1816. De øvrige cirkumferens-rettighetene ble opprettholdt.

Røros Kobberverk fikk 12. september 1818 en egen lov – Rørosloven. Den ble til ved forhandlinger mellom en statlig kommisjon og eierne, og hensikten var å sikre videre drift etter de tunge årene 1807-1815. Amund

Helland omtaler loven som «...en vidløftig lov», og inneholder både lov, reglementer, fortsatt eksisterende privilegier og bestemmelser som var internt for driften på Røros. Den dekker også forhold som verkets administrasjon uten videre selv kunne bestemme. Helland mener at de oppsatte reglementer aldri skulle ha vært lov. Det ble senere sagt at loven «...lider av uklarhet og ufuldstændighed.... og krever fortolkninger».

Imidlertid omhandler denne loven med reglementer en rekke forhold som går direkte på bergarbeiderne og deres familiers stilling i arbeidssammenheng. Innskrenkninger i belegget, var en av de vanskelige problemene for verket. En av lovens bestemmelser sier derfor at arbeidere over 65 år og som ikke er nødvendige for driften, skal gå av med pensjon. Det samme skulle andre som var for skadet eller for syke til å fortsette i forefallende arbeid og «...den tilstaaende pensjon skal rette sig efter deres familiers antall, deres dugelighed, nærværende løn og stilling ved verket». Visstnok er denne bestemmelsen grunnen til at Røros Kobberverk ikke hadde et særskilt fattigvesen slik andre gruveselskap hadde. Fattigloven som kom i 1863 sier at et hvert bergverk danner sitt eget fattigdistrikt der bergloven (av 1842) gjelder. Rørosloven på dette punktet ble derfor etter hvert ulovlig, men fortsatte å gjelde.

En annen bestemmelse var at gruvemannskapet ble inndelt i 4 klasser fra yngre til eldre, der de yngste og eldste ikke kunne settes i akkorder. I 1892 betraktet Helland dette som antikvarisk, men regelen besto. Ellers kan nevnes at Rørosloven hadde flere punkt om arbeidstid og oppmøte ved ukens begynnelse og ved ukeavslutning. Det ble gitt 4 ukers permisjon for de av mannskapet som hadde jordbruk, for å gjennomføre høyyonn, da uten lønn og proviant. Også de som ikke hadde jord, kunne permitteres for å hjelpe andre. Sykdom og skader som kunne være en følge av arbeidet, ga permisjon med full lønn og proviant i 1 måned, deretter nedtrapping. Dette var kortere frister enn det Berganordningen av 1812 ga. Derimot skal den som beviselig har fått skade i verkets tjeneste, ha krav på lønn og fri kur etter berganordningen av 1812. Overdireksjonen kunne ha synspunkt på om og hvordan en permisjon burde gjennomføres. Et annet viktig punkt var at de varer provianthuset holdt, måtte ikke selges til høyere pris enn + 12,5% over provianttaksten.

Etter at bergverksloven av 1842 kom, overstyrte den flere av punktene i Rørosloven. Likevel ble Rørosloven ikke opphevet før i 1909.

Etter bortimot 30 år med utredninger, kom så endelig «Lov angaaende bergværksdriften av 14. juli 1842». Den bygger i det vesentligste på prinsippene i de gamle anordningene. Av lovens ca. 80 paragrafer, omhandler 7 av disse verkseienes forhold til arbeiderne, fulgt av 6 paragrafer om bergverkenes fattigvesen, forsørgelsesplikt og skolevesen.

§§ 54-58 beskriver at verkene skal føre en hoved- og avregningsbok for alle som leverer varer og tjenester til verket. Arbeideren skal ha en kontrabok, og hensikten med dette er at arbeideren ikke skal få oppført varer eller priser han ikke kjenner. Arbeideren blir også sikret en viss fortrinnsrett for tilgodehavender i forbindelse med en konkurs. Et par paragrafer beskriver plikt til overføring til annet arbeid om verket stanser, videre om oppsigelser.

Selv om bergverkenes fattigvesen omhandles i §§ 61-65 i 1842-loven, påvirkes disse av senere lover. Som nevnt, ble et hvert bergverk betraktet som et eget fattigdistrikt (Lov om fattigvæsenet, 1863) og måtte sørge for sine fattige arbeidere og deres familier om de ikke selv kunne tjene til livets opphold. Dette ga imidlertid eierne fritak for fattigskatt på formue og inntekt fra verket (§ 61). Gjennom § 62 blir skadde arbeidere tilkjent full daglønn i 2 måneder og fri behandling, deretter en nedtrapping og ført inn under verkets fattigforsørgelse, altså noenlunde likt 1812-anordningen. De resterende paragrafer er av administrativ art.

Fattigloven av 1863, knyttet forsørgelsesplikt til hjemstavnsrett, noe som fordret 2 års opphold ved verket. Dette førte til at verkene kunne fri seg for sin forsørgelsesplikt ved å si opp en arbeider ved verket før han hadde vært der i 2 år. Etter at noe over 2 år var gått, kunne arbeideren igjen bli tatt inn i tjeneste. Imidlertid måtte arbeideren i mellomtiden søke seg arbeid andre steder, mens familien var igjen og ville kunne få hjemstavnsrett ved verket. Hvis familien var stor, kunne det tenkes at verket var tilbakeholdne med å ta inn en arbeider igjen selv om han var dyktig. Ordningen var demoraliserende, og det ble påpekt at den også var til skade for bergverksdriften da loven i praksis skapte fattige. Helland beskrev den som «...et svart sted i vor bergværkslovgivning» og «...som ikke er til ære for samfundet...». Det var derfor ikke rart at det i 1884 kom et tillegg til Fattigloven om at tid ved verket adderes sammen slik at hjemstavnsrett blir oppnådd (etter 3 år).

Skolevesenet er bare nevnt i 1842-lovens § 65 som bestemmer at et verk som ikke har vært i drift på 5 år, fritas for forpliktelser. Men i loven om folkeskoler på landet (1889), sies det at et hvert verk som har mer enn 30 ansatte i arbeid, der skal verket bekoste skolens utgifter i forhold til antallet barn fra arbeiderne. Verket slipper da den delen av herredsskatten som omfatter folkeskolen.

Mot en ny tid

Hva hadde så de lovendringene som kom utover til midten av 1800-tallet å si for de som arbeidet ved gruver og verk? Som nevnt steg prisene på proviant mye fra 1790 og utover. Verket på Røros hadde allerede i 1799 vansker med å skaffe proviant, noe som i 1802 førte til uroligheter. Fra 1811 kom en rekke uår og i 1813 var det hungersnød over hele landet. Røros Kobberverk hadde stadig vanskeligheter med å framskaffe proviant og kornvarer. Det sies også at fattigvesenet ikke engang kunne skaffe barkemel. En lønnsforhøyning som ble gitt i 1800, var snart spist opp av prisstigningen. Noen kompensasjon ble gitt med «gaver» til arbeiderne, men det var ikke lenger mulig å holde stabile lønninger. Et forvirrende pengesystem gjorde ikke situasjonen bedre. I 1816 ble det bestemt at lønningene skulle reguleres, med referanse til utviklingen i provianttaksten på holstensk bygg fra 1790 til 1816.

Det viste seg at Røros-loven ganske umiddelbart ga bedre resultater for verket, kombinert med at tidene bedret seg. Bedre teknikk og streng disiplin bidro også til resultatene. Da gruvebelegget i 1825 søkte om nedsatt provianttakst som følge av en tollnedsettelse på varene, ble de kalt inn til over-direksjonen og alvorlig formant om å avholde seg fra lignende aksjoner ellers ville de bli avskjediget.

I den sammenheng må kontrasten til utviklingen ved Modum Blåfarveverk nevnes. Verket fikk en vanskelig start fra 1776 og utover. Men fra 1822 og ca. 25 år framover utviklet verket seg til å bli en moderne storbedrift. Blant årsakene til dette, var at det ble innført tekniske forbedringer som ga arbeiderne bedre arbeidsforhold og arbeidsstillinger som i sin tur førte til sterkt redusert sykefravær. Det ble innført bedre materiale i borene og borekvoten kunne heves. Det ble bygget 2-manns boliger for de ansatte. Boligen var gratis, det samme var lys, brensel og legehjelp. Til hvert hus var det tillagt 1 mål med jord som kunne drives, det var en egen pensjonsordning og ordninger for enker. Skadde som ble uføre – alt etter omstendighetene – fikk 1/3 eller 1/2 av sin lønn. Barn av enker fikk pensjon til de var 14 år gamle. Samlet

ga dette en god sosial trygghet. Ellers ble det lagt vekt på opplæring. Det ble også et mål at den kunnskap en far tilegnet seg, skulle gå i arv til sønnene.

Når det gjalt utviklingen av boforholdene, tyder kildene på at det ved flere av verkene utover på 1700-tallet, ble vanlig at en bygde seg hus med flere rom. Verksarbeideren ved Folldalsgruvene slo seg ofte ned på hytte-plassene der det vanligste var å byggle et jordstykke og betale en årsavgift til den som eide jorda. Med utgangspunkt i det harde klimaet i Nord-Østerdal, ble jorda benyttet til å skaffe seg høy til kanskje 2-3 kuer og 3-4 sauer slik at de kunne være selvforsynt med melkeprodukter, kjøtt og ull. På slutten av 1700-tallet, både på Røros og i Folldal, ser en at bergarbeideren hadde såpass overskudd at han kunne rydde setervoller i fjellet. Imidlertid er det rapportert at de som ukependlet til sine gruver, bodde der under svært usle forhold, hvor mange var stuert sammen i kalde brakker på et minimum av plass.

Utviklingen på lønssiden ble på Røros studert av Eilert Sundt i 1851. Han kunne påvise at selv om den nominelle lønnen var blitt høyere, måtte en minerer arbeide mer enn i 1832 for å tjene en viss sum. De lønnsforbedringer som var gjennomført etter 1820-årene sto dermed ikke i rimelig forhold til den økte arbeidsinnsatsen. Imidlertid hadde det akkordsystemet som var blitt anvendt, utviklet en arbeidstokk med høy kompetanse. På den annen side har dette gått på bekostning av helsen, og dødeligheten var nå noe høyere enn før 1830. På grunn av sterk stigning i matvareprisene, ble lønnene hevet på slutten av 1850-tallet. Også byggingen av Rørosbanen (1872-75) fikk betydning for verket. Flere arbeidere sluttet og tok anleggsarbeid med høyere akkorder, men kom tilbake når jernbaneanlegget var ferdig.

Det var tilløp til sosial uro flere ganger utover i århundret, gjerne forbundet med lavkonjunkturer for gruveindustrien. For Folldalsgruvene førte nedgangen til avvikling av driften på slutten av 1870-årene. På Røros toppet uroen seg med at prisene på akkorder i 1884 ble satt ned med 5%. Arbeidstiden ble om vinteren avsluttet fredag middag. Det ble forsøkt flyttet på denne til fredag kveld, men ledelsen fant etter hvert ut at dette ikke var tilrådelig. Arbeidstiden ble videre diskutert og det ble fremmet forslag om 8 timers dag hele uken, uten at det førte fram.

Pensjon ble ytet til faste arbeidere som på grunn av sykdom eller alderdom var arbeidsuføre og som hadde tjent i Rørosverket i 40 år eller mer. Det ble også gitt en ekstra

støtte når det var dyrtid og i 1863 ble pensjonene hevet noe.

Samtidig med oppgangstiden fra 1825 og utover, innførte Røros Kobberværk en rekke tekniske forbedringer som gjorde arbeidet noe lettere. Arbeidet ble mer effektivt og sikkerheten økte. F.eks. da en på midten av 1600-tallet (ca. 1657) gikk over til bruk av krutt til sprengning, benyttet en ladenåler av jern, noe som førte til flere ulykker. Disse ble i 1831 skiftet ut med nåler av bronse. Talglys kom i stedet for fakler og hampetau ble byttet ut med jerntråd/wire. Nye smeltemetoder ble innført og koks og kull ble tatt i bruk. Utfasingen av trekull hadde den fordel at det sparte utdrivningen av skogen. Elkraft kom i bruk i 1895-96.

Utover på 1800-tallet kom det flere gruver i drift. En av disse var Alten Copper Mines (1826-78), også omtalt som Kåfjord Kobberværk. Dette ble drevet av engelske eiere. Det virker som eierne her tok godt vare på sine arbeidere. Det var ikke bare en oppgave å få folk i arbeid, men også å ta vare på deres velferd. Det ble startet opp med innførte arbeidere fra Røros og Folldal, og ønsket var å holde en vant arbeidstokk så lenge som mulig. Derfor bodde familiene i selskapets tømmerhus, enker ble tatt vare på, det ble opprettet skole allerede i 1829 og det var en helsestasjon der. Stedet kunne også skryte av å ha et bibliotek med lesesal for arbeiderne.

I sterk kontrast til dette, var Birtavarre i Troms, som var i drift mellom 1898 og 1919. Her lå gruvene langt oppe i fjellet og arbeiderne ble stuert sammen i små og kalde brakker. Her spiste de, tørket sine klær og sov. De sanitære forhold var ekstremt dårlige. Det var ikke sørget for drikkevann og det fortelles at vinteren 1914 måtte man kripe innover i en utgravd snøtunnel for komme fram til et oppkomme. Avtrede var lite organisert. Sikkerheten var dårlig, et urimelig arbeidsreglement ble benyttet og lønnen var lav. Skader skjedde og da var det lang vei til sykehus. Stigere og andre funksjonærer hadde derimot boliger og bedre forhold nede ved fjorden.

De to gruvene som nevnt over hadde relativt kort driftstid og fikk begrenset innflytelse lokalt. Det var imidlertid to andre gruveområder som fikk vesentlig betydning for den regionen de lå i. En av disse var Sulitjelma Gruber. Prøvedrift startet i 1887 og selskapet ble stiftet i 1891. Det var bare noen få småbruk i dalen opptil Sulitjelma, slik at gruve drift var avhengig av at det kom folk for å ta arbeid utenfra. Dette var ofte folk som forlot en tilværelse som fiske-bonde på kysten, eller at en årtids

vis alternerte mellom gruvearbeid og fiske. Imidlertid var dette en lite ønsket situasjon for ledelsen ved gruvene, da det ga dårligere effektivitet.

Boforholdene for arbeiderne var til å begynne med primitive og arbeidsforholdene harde og helseskadelige. Enkelpersoner ble stuert sammen, opptil 18 mann i ett rom, mens familier hadde rett til å bo i et eget rom. Ikke uvanlig delte 2 mann samme køye. Arbeidstiden var nærmere 12 timers skift, og dette gjorde at en også kunne sove på skift. Kokkelag var vanlig, og kokkene bodde først på samme rom som arbeiderne.

Helseforholdene var dels utålelige. Brakkene hadde dårlig ventilasjon, soving, spising og tørking av klær foregikk i samme rommet. Veggelus og kakerlakker florerte, og de hygieniske forholdene var ofte helsefarlige. En bedring kom i 1902 da det ble bygd en badstue for fritt bruk. Det ble ansatt lege i 1893 og en sykestue kom i 1894. I 1898 kom en legerapport som pekte på en sammenheng mellom det harde klima, boforhold, arbeidsforhold, dårlig kosthold og sykелighet. Endringer skjedde sakte, og legen fikk etter hvert opprettet en sykekaske.

Arbeidsforholdene var som nevnt harde og disiplinen streng. Noen arbeidsplasser var direkte skadelige med fuktighet og fare for blokkfall og ras. Verst var det nok for de som røstet malm og ble påvirket av svovelrøyken. Den lå som et teppe utover dalen og var også til sjenanse for andre i samfunnet. Akkordarbeid var det vanligste og arbeidslagene sto ganske fritt til måten arbeidet ble gjennomført på. Til å begynne med var det også en ordning med utauksjonering av arbeidsoppdrag (lisitasjon). Dette skapte ufred mellom arbeiderne som tidvis underbød hverandre. Ordningen ble avvirket rundt 1900 etter initiativ fra stigere og arbeidsformenn.

Sulitjelma var et klasseinndelt samfunn, der forskjellene mellom arbeidere og stigere/funksjonærer var svært markert. Funksjonærene bodde mye bedre, gjerne i store rom eller i egne hus med hage. Områdene rundt Sulitjelma ga store muligheter for friluftsliv, men jakt og fiske var den første tiden kun forbeholdt funksjonærer. Bolaget innså imidlertid at tilgangen på jakt og fiske var viktig både for trivsel og ernæring, slik at det fra 1910 ble tillatt for alle.

Da anleggsarbeidene på jernmalmene i Sør-Varanger begynte i 1905-06, var levestandarden i området trøstesløst fattige etter 2 år med feilslått fiske. Med utbygging-

en strømmet det til folk fra hele Nord-Norge. For å styrke kompetansen på bergverksdrift, kom det også opp en gruppe som hadde vært med på anleggsarbeidet på Valdresbanen. I 1906 arbeidet rundt 100 mann på anlegget, men allerede i 1909 var belegget periodevis oppe i 1000 mann. Ledelsen så straks at boligforhold var viktig og boligbygging startet straks, slik at det i 1908 sto ferdig 31 4-mannsboliger og 6 funksjonær- hus, samt felles spisebrakke. Mot et rimelig kost-øre, ble det her servert varm mat nesten hele døgnet. For øvrig var matvareprisene omtalt som «sympatiske». Akkordarbeid var det vanlige, arbeidsdagen var på 10 timer og lønnen ble i og for seg oppfattet som bra.

I Varanger var det store avstander og ganske snart ble det bygget et sykehus i Kirkenes for de ansatte. Befolkningen for øvrig måtte ved behov, ta seg til Vardø. I 1911 påla regjeringen bedriften å opprette et fond som skulle hjelpe arbeiderne om bedriften skulle gå konkurs. Dette ble gjort fordi det de siste årene hadde vært flere tilfeller der Staten måtte overta ansvaret for de ansatte.

I 1890-årene og utover, var det ofte sosial uro ved mange verk med tilløp til steiker. Dette førte til at en organisert arbeiderbevegelse vokste fram. Hovedsakene for disse var oftest lønnskrav og minstelønnsatser, men også organisasjonsrett, arbeidstid og arbeidsvilkår var framme. Etter et mislykket forsøk på det samme på 1850-tallet, ble Røros Arbeiderforening dannet i 1892. Her førte dette til den første tariffavtalen etter at det var truet med streik. Resultatet var en garantert minstelønn. Folldal verk ble startet opp driften igjen i 1906 og samme år ble Foldalens Grubearbeiderforening startet. Foreningen sto i bresjen for flere streiker fram til 1920- årene. Noen av disse falt samme med andre, landsomfattende streiker. Resultatet av streiken i 1920, var blant annet at en fikk rett til 12 dagers ferie. Imidlertid er det storstreiken 1929-31 som er mest kjent fra Folldal. Den varte i 22 måneder. Av stridstemaene kan nevnes, om lønnen skulle reguleres helautomatisk i lange avtaleperioder eller halvautomatisk, men i hovedsak var det prinsipielle spørsmål som holdt streiken i gang så lenge. Dette medvirket til at verkets direktør ble oppsagt noe senere.

I Sulitjelma hadde bedriften lagt ned forbud mot organisering. Det gjæret imidlertid på flere områder i samfunnet. Det som fikk begeret til å flyte over, var da bedriften ville innføre et kontrollsystem for at arbeidstiden ble overholdt, de såkalte nummerbrikkene. Disse brikkene ble på folkemunne kalt «slavemerket» og var en av årsakene til møtet på Langvatnet i januar i 1907

hvor det ble dannet en fagforening. Det øyeblikkelige resultatet var at en i juni samme år, kom fram til en tariffavtale og en arbeidstid på 8 timer pr. dag samt flere andre detaljer.

I Sydvaranger ble den første fagforeningen (Nordens Klippe) dannet i 1906. Sosial misnøye samt politisk agitasjon førte til den første streiken her i 1908. Dette til tross for en erkjennelse av at arbeidsbetingelsene var vel så bra som lengre sør i landet. Innledningen til streiken fikk derfor en slagside over mot politisk agitasjon rettet mot monarkiet, kirken og kapitalen.

Bergindustrien mot det moderne samfunn

Boforholdene ble etter hvert bedre. Som nevnt fikk de ansatte ved bergverkene såpass mye bedre vilkår etter hvert at det var mulig å bygge hus med flere rom og skaffe seg mer utstyr i form av inventar. I Folldal, der mange som bygslet et jordstykke og i praksis var leilendinger, fikk anledning på 1860-tallet til å innløse festet sitt.

Folldal og Løkken kan tjene som illustrasjon på utviklingen av boligforholdene den første delen av 1900-tallet. I forbindelse med den nye oppstarten av Folldalsgruvene i 1906, så en snart at det måtte til bygging av innkvarteringsmuligheter. Dette førte til bygging av den såkalte Brakkebyen, først med Langbrakka for ungkarer i kokkelag, deretter brakker med ungkarsrom og småleiligheter for arbeiderfamilier. Kort etter ble det bygget en del eneboliger – på den andre siden av Gørrbekken – som ble beregnet på ingeniører og høyt-lønnede funksjonærer.

Brakkene var kalde, det var innlagt elektrisk strøm, men ikke vann. Vann måtte hentes i vasshus. De sanitære forholdene var ikke gode. Utslagsvann gikk i åpne, utgravde grøfter og førte til lukt om sommeren. Etter 1929 kom de såkalte Garderobebadene og i 1956 ble det innviet et vaskeri. Innlagt vann kom først på 1950-tallet da en endelig fikk oppdimensjonert avløpssystemet. Funksjonærhusene på andre siden av Gørrbekken – også kalt Egne Hjem - var heller ikke særlig varme, men her var innlagt vann og i 1938 ble den første varmtvannsbereder innlagt. Flere fulgte slik at funksjonærer ikke var avhengig av fellesbad på Verket.

Den samme utviklingen fant også sted på Løkken. Ved inngangen til 1900-tallet var arbeiderne innkvartert i enkle brakker eller privat der det fantes muligheter til dette. I perioden 1905-09 økte arbeidsstyrken, behovet

for innkvartering ble stort og førte til bygging av de såkalte «barakker». Dette var lange brakker med leiligheter for inntil 8 familier og rom beregnet på ungkarer. Samtidig ble flere eneboliger for formenn og arbeidere bygget. Øst for Raubekken kom de første villaene opp. Da en besluttet utvidelse av driften i 1914, ble oppbyggingen av Bjørnli hageby ved Bjørnlivannet satt i gang i perioden 1915-21. Her ble det bygget eneboliger og vertikaldelte 2 mannsboliger. På østsiden av Raubekken ble det ført opp flere villaer for høyere funksjonærer.

Kunnskapen om de helsemessige forhold ble etter hvert bedre, likeså mulighetene til å lege flere av de sykdommer som opptrådte. Brudd og sårskader sammen med skader på øyne og i ansiktet etter mineringsulykker, nevnes ofte av berglegene. I tillegg ga støv på arbeidsplassen opphav til luftveisinfeksjoner. Alvorligere lungelidelser ble mer alminnelig etter at bormaskiner kom i bruk først på 1900-tallet og som genererte mye støv. Vannspyling med disse kom rundt 1930, men var til å begynne med dårlig og ble ofte frakoplet. For de som arbeidet i smeltehyttene, var kontrasten mellom varmen der og for eksempel Østerdalskulda, en kombinasjon som førte til mye lungelidelser. Der det var tettbygde boligområder, var det god grobunn for smittsomme sykdommer. Når det gjelder kulden var kjørselsbøndene meget utsatt. Her var amputasjon av forfrosne fingre og tær ikke uvanlig.

Etter at Folldalsgruvene startet opp igjen i 1906, har en bedre dokumentasjon på hva som forårsaket sykdom og skader. Luftveiskatarr var dominerende, men også diare som følge av dårlig drikkevann var vanlig. Det samme var lungebetennelse og tuberkulose. I Folldal var tuberkulose årsak til 20% av dødsfallene etter oppstarten i 1906. Kjønnssykdommer hadde en viss spredning. Sykdom med utgangspunkt i gruvemiljøet var forgiftning som følge av bruk av sprengstoff («få ladd») ikke uvanlig først på 1900-tallet. Men med bedre ventilasjon og nye sprengstofftyper bedret dette seg. Lunge-sykdommer som utviklet seg i et støvrikt miljø, ble i begynnelsen omtalt som støvlunge. Etter hvert som kunnskapen ble bedre, kunne en god del av slike tilfeller knyttes til arbeid med kvartsrike bergarter og fikk navnet silikose. Silikose har ikke vært like vanlig ved alle gruver som følge av de geologiske forhold. Ellers har belastningsskader vært vanlige og innføringen av bormaskiner førte til såkalte «hvite fingre» der førligheten i fingrene forsvant som følge av vibrasjoner fra håndholdte bormaskiner. Utover på 1900-tallet ble også hørselsskader mer vanlige. Likevel var det først rundt 1960-tallet

at selskapene tok tak i dette problemet med innføring av forskjellige typer verneutstyr.

Etter hvert tok andre lover seg av forhold som bergverkslovgivningen tidligere hadde tatt seg av. Et eksempel på dette var Fabrikktilsynsloven som kom i 1892. Den hadde strenge regler blant annet om søndagsarbeider og barnarbeid, og den krevde at arbeidsgiver utarbeidet et arbeidsreglement. I 1918 ble 48 timers arbeidsuke innført ved lov, og utover på 1900-tallet ble arbeidstiden satt ned flere ganger. Ved Folldal Verk var den mellom 1919 og 1968 45 timer pr uke. På Røros fastsatte en tariffavtale for perioden 1972-74 at den alminnelige arbeidstid ikke måtte overstige 42,5 timer/uke. Og fra 1976 skulle arbeidstiden for en gruvearbeider ikke overskride 36 timer/uke. Det ble også slutt på nattarbeid ut over skiftordninger. Århundret bød på flere lønnsjusteringer, men etter hvert fulgt også bergindustrien den generelle utviklingen i arbeidslivet. Akkordarbeid ble fortsatt benyttet, men forsvant for de fleste arbeidsoppdrag utover på 1970-tallet. Tidlig på 1970-tallet var det ved flere bergverk samtaler omkring innføring av fastlønn uten at disse førte fram.

Som følge av konsesjonslovene av 1906, 1909 (utvidelse) og 1917 (industrikonsesjonsloven), ble flere og flere av de påleggene som ble gitt i forbindelse med oppstart av nye gruver og drift utover på 1900-tallet, styrt av bergverkskonsesjoner. Disse nedfelte ikke bare tekniske forhold som driften måtte forholde seg til, men også rettighetene de ansatte hadde. Men etter hvert førte utviklingen til at - spesielt etter 1945 - mange av de pålegg som omfattet sosiale forhold, ble styrt av de spesielle lovverk som samfunnet etter hvert fikk, og derfor falt ut av de konsesjoner som ble gitt. Likevel var det en del ting som holdt seg. Som eksempel på at sosiale forhold var viktige for gruve-samfunnet, kan nevnes at da Grong Herredstyre i januar 1913, skulle anbefale for departementet at det ble gitt konsesjon til «Joma Ertsfelter», var det på flere betingelser. Blant disse var at det ble avsatt fond til å dekke fattigbyrder om verket skulle stoppe. Videre ble det krevd at verket stilte til rådighet, uten godtgjørelse legehjelp og «...for Øiemedet tjenlig Sygehus med Isolationslokale og fornødent utstyr, Beregnet på et saa stort Antal Pasienter...». Det ble pekt på utgifter til politioppsyn og at veier og baner skulle være alminnelig tilgjengelig og at det offentlige kunne overta disse om ønskelig. Det var også ønskelig at det ble benyttet norsk havn/jernbane, og en kunne ikke anbefale at malmen førtes direkte over til Sverige. Om produksjonsavgift kom på tale, burde herredet få sin andel av denne.

Da Grong Gruber A/S 29. september 1972 fikk sin konsesjon på Jomaforekomsten, var det et dokument i 18 punkt som i all hovedsak var rettet mot administrative og tekniske forhold. Likevel pålegger konsesjonen selskapet på rimelige vilkår og uten fortjeneste å skaffe «...arbeidere og funksjonærer og disses familier sunt og tilstrekkelig husrom og tomter til bygging...». Selskapet blir forpliktet til å ha en bedriftslegeordning, ha førstehjelpsfasiliteter ved anlegget, tilfredsstillende transport av syke og skadde og bidra til kommunens alminnelige forebyggende helsetjeneste. Erstatning til etterlatte etter ulykker blir pålagt og det pliktes å avsette midler til almindendannende virksomhet og til geistlig betjening. Ellers skulle det tas hensyn til annen næringsvirksomhet, noe som i praksis her betød reindriftsnæringen. Som en ser, er det tross den alminnelige samfunnsutvikling, flere likheter mellom 1913 og 1972.

Nytt er imidlertid at det i vilkårene i konsesjonen er kommet inn et punkt om naturvern-bestemmelser. Dette skjedde første gang i utvidet grad i forbindelse med bergverkskonsesjonen til A/S Bidjovagge Gruber i 1971. Men forholdet var også nevnt i forbindelse med konsesjon til Bråstad Grube i 1966 (gitt til Christiania Spigerverk). Det er også verdt å merke seg et par vilkår som etter hvert har kommet bort og som sist ble pålagt i konsesjonen til Bråstad Grube. Det ene er at det «...til anlegg og drift skal utelukkende anvendes funksjonærer og arbeideresomharnorskinnføds-ellerstatsborgerrett.» Utviklingen senere har vært at dette kravet er bortfalt til fordel for uttrykte faglige kvalifikasjoner. Det andre punktet som sist er nevnt for Bråstad, er arbeiderne ikke må pålegges å motta varer i stedet for penger som vederlag for arbeid. Dette er en klar referanse til tidligere tiders kjøp av matvarer med sikkerhet i lønn, og vilkåret er ikke nevnt etter 1966. Materialer som inngikk i akkorder er holdt utenfor, men er ikke nevnt i senere konsesjoner med årsak i at akkordsystemet etterhvert ble avvirket.

Et ytterligere interessant trekk ved den nevnte konsesjonen til Bråstad Grube, til tross for den alminnelige samfunnsutvikling, er at det i ordlyd om sosiale forhold, settes vilkår ganske lik det Grong Herredsstyre tilrådte om legehjelp, tjenlig sykehus med isolat og utstyr, og om politioppsyn. Ellers inneholder denne konsesjonen vilkår om husvære, leien av samme, forsamlingslokale for arbeiderne med videre, samt oppsigelse av leid husvære. Det er også lagt inn et sett regler knyttet til drift i bynære strøk.

Oppbyggingen etter krigen var viktig, både rent industrielt og sosialt. I denne perioden kom flere gruver i gang. Skorovas Gruber i Namsskogan kommune, var en av disse som startet opp høsten 1952. Synet på hvordan gruvedrift skulle gjennomføres var vesentlig endret, men likevel hang en del forhold igjen som stammet fra tidligere måter å organisere driften på. For Skorovas Gruber var dette mest synlig i måten boligutbyggingen ble gjennomført på. Avsidesliggende bergverk hadde behov for å bygge innkvartering for sine ansatte, både familier og enslige. Bergverkene fikk også gjennom sine konsesjoner pålegg om å skaffe sine arbeidere «...forsvarlig husvære på rimelige vilkår.». I Skorovas ble arbeiderboligene bygget på de lavest liggende områdene på stedet, nemlig på Myra, i tillegg til de som ble bygget i Byen – rett ved Skiftehuset og Heisbanen – der det allerede før og under krigen var etablert en del arbeider-bebyggelse. For arbeiderne ble det bygget vertikalt-delte 2-mannsboliger. Funksjonærene ble plassert i eneboliger i Lia og Kleiva på nordsiden av Myra, for delavere funksjonærene nederst (Kleiva). Lengere oppe i Lia ble avdelingsledere og høyere funksjonærer plassert, delvis i noe større hus. Øverst i Lia lå den såkalte Gjesteboligen. Det ble i den første perioden bygget 71 boligbygg med 122 familieleiligheter, men det kom noen tillegg utover i driftsperioden. Husstandarden var ganske god, husleien var lav og bedriften sørget for meget billig strøm mot et trekk i lønnen på 0,02 kr/kWh pluss en fastavgift på 1 kr/rom.

Det ble også bygget to betjente messer. Hybelhuset lå sentralt på Myra med 40 hybler og var for arbeidere, mens Funksjonærmessa ble plassert oppe i Byen, vegg i vegg med den kontorbygning som ble anlagt.

Med sin beliggenhet, ble det bedriftens oppgave å stå for de fleste tiltak som må til for å få et samfunn til å fungere. Den tok seg av det meste fra snøbrøyting til søppelhåndtering. Det ble anlagt 3 vaskerier, systue og fryseanlegg som alle kunne benytte. Det var tiltak som ikke var spesielt vanlige på den tiden. Bedriften sørget for at det i 1956 ble opprettet en 3-årig privat realskole, underlagt Trondheim Katedralskole. Til og med den 21 km lange veien opp fra E6 (den gang RV 50) ble ansett som Skorovas Gruber sitt ansvar, inntil den på 1960-tallet ble offentlig. Når det gjaldt arbeidsforholdene, var det nærmest naturlig at distriktslegen var tilknyttet stedet og det ble bygget hus til ham. En bedriftshelsetjeneste ble opprettet og alle ansatte fikk en pensjonsordning.



Skorovas med «Byen» i forgrunnen, «Myra» midt på. Like over den har vi «Kleiva». Og øverst finner vi «Lia».

På de forskjellige arbeidsplassene, var en del arbeider satt ut på akkord, f. eks. strossedrivning. I gruva inkluderte dette trekk i lønn for sprengstoff, lunte og borstenger. De øvrige avdelinger hadde også avlønning etter et fastlagt akkordgrunnlag. I oppredningsverket hadde en i tillegg et tonnøre og på taubanen et taubanetillegg og kibbøre. Tidlig på 70-tallet gikk en mer og mer bort fra akkorder.

At Skorovas var et klassesdelt samfunn i begynnelsen, er det ingen tvil om. På samme måte som det i Sulitjelma var inndelinger, at en i Fosdalen plasserte funksjonærer og arbeidere på hver sin side av dalen, og man på Løkken og i Folldal måtte over bekken for å komme fra en stand til en annen, gjorde bebyggelsesinndelingen i Skorovas at det i starten var en sosial avstand mellom arbeidere og de som ble omtalt som funksjonærer. Samkvemmet

mellom de forskjellige gruppene var noe formell omkring oppbyggingen og igangsetting av driften i 1952. Likevel ble denne sosiale avstanden mellom folk etter hvert mindre markert ved innflytting av yngre mennesker som hadde sin oppvekst og utdanning i mer moderne drakt. Realskolen der unge både fra Myra og Lia (og også utenfra) fikk utdanning, var en viktig bidragsyter til at alle grupper etter hvert deltok i de samme og mange fritidsaktiviteter som eksisterte. Dette førte i siste halvdel av driftsperioden til en alminnelig omgang mellom alle arbeids/funksjonær-grupper. Allerede i 1953 var det 10 forskjellige foreninger og lag i virksomhet. Neves kan bridgeklubb, Røde Kors hjelpekorps, Idrettslag, Skytterlag, Jakt- og fiskelag. Et bilverksted drevet av bedriften, var for alle. Med jevne mellomrom satte bedriften opp privatbiler slik at en hver (spesielt husmødrene) kunne uten kostnad komme seg til Namsos for handel eller andre nødvendigheter. En skal heller ikke se bort fra at da Skorovas Idrettslag i 1967 arrangerte NM på ski, ble dette også en samlende hendelse. Da driften stoppet i mai i 1984 – og lenge før det – var forskjellene mellom folk neppe større enn avstandene mellom hvor hver og en bodde.

20 år etter starten av Skorovas Gruber, kom Grong Gruber A/S i gang i 1972 i nabokommunen Røyrvik med drift på Jomaforekomsten. På det tidspunkt var utviklingen fram mot et moderne samfunn kommet enda noen skritt videre og var nok det første gruvesamfunnet av denne type som ikke hadde den gamle klasseinndelingen fra starten. Flere av de som planla driften i Joma, kom inn i prosjektet med erfaring fra oppbyggingen av Skorovas. Også i Røyrvik var det behov for å anlegge husvære for både familier og enslige, slik som det ble pålagt i konsesjonsbestemmelsene. Det ble derfor i kommunesenteret, bygget en- og tomannsboliger for 55 familier innenfor et regulert boligfelt. En-mannsboligene var Husbanktype på ca. 100 m2 og var for alle typer arbeidstakere, mens de 4 som fikk avdelingsleder-stillinger, ble tilbudt noe større hus. Et rekkehus med 4 mindre leiligheter ble senere oppført. Det ble også bygget et hybelhus med full forpleining og med en kapasitet på 32 rom.

Innenfor det omtalte boligfeltet, ble de forskjellige hustypene spredt utover hele det regulerte området. Denne måten å løse boligbehovet på, førte til at alle de forskjellige arbeider- og funksjonærgruppene som fantes i bedriften, ble naboer og som i sin tur førte til omgang mellom folk som i utgangspunktet hadde ulike interesser. I tillegg var det- og ble det bygget boliger av kommunen, kommunalt ansatte og andre grupper (eks.

Nord-Trøndelag E-verk) i det samme feltet. Borte var altså de gamle klasseskillene i boligplassering, og det kan trygt sies at boligfeltet fungerte som et hvilket som helst annet boligfelt. Likevel var det naturlig at folk med de samme arbeidsoppgavene nok var nærmere hverandre i den daglige omgangen. Men sosiale spenninger eksisterte i praksis ikke.

Og på samme måte som i Skorovas, førte et mangfoldig foreningsliv til en alminnelig kontakt mellom alle som deltok i dette. I tillegg deltok også lokalbefolkningen som var der fra før i disse aktivitetene og tilførte impulser fra utenfor selve gruvemiljøet.

Etterord

I 1974 trådte Lov om bergverk av 1972 i kraft og avløste i praksis bergverksloven av 1842. Den bygger stort sett på de gamle prinsipper om muting etc., men har ingen punkt knyttet til forholdet til arbeidstakerne ved bergverkene. Det samme kan sies om Mineralloven som trådte i kraft i 2010.

Som nevnt et par ganger ovenfor, beskrev etter hvert annet lovverk de sosiale forhold for arbeiderne som bergverkslovgivningen før hadde tatt vare på. I tillegg til de eksempler som det er vist til ovenfor, kan nevnes Forsorgsloven av 1900 som opphevet bergverkenes særskilte fattigvesen. Og i følge Landsskoleloven av 1936, ble verkenes drift av verksskoler avviklet. I 1956 kom Arbeidsvernloven som i 1977 ble avløst av Arbeidsmiljøloven.

I 1962 ble det tariffestet pensjonsalder på 70 år og samme år ble det enighet mellom Bergverkenes Landssammenslutning og Norsk Arbeidsmannsforbund om at pensjonsalderen for arbeidere under jord skulle være 65 år.

Ser en utviklingene innenfor de sosiale forhold i bergverksindustrien fra starten for 500 år siden, skimtes en sakte men jevn bedring av forholdene som bergverksarbeiderne arbeidet og levde under. Selv om berganordningene til å begynne med var svært rigide og ikke tilgodeså de som arbeidet innenfor disse, var det likevel lovverk som kjente den industri det betjente og som etter hvert så at forbedringer var nødvendige – selv om det tok sin tid at dette sank inn. De som arbeidet innenfor gruver og smelteverk fikk etter hvert bedre betingelser. Eksempler er sykelønn og pensjon – ikke spesielt lukrative, men de

eksisterte – og et lønnsnivå som var bedre enn i andre yrker. I andre bransjer skjedde selvfølgelig det samme, men disse fikk på mange områder sine rettigheter senere. Fram til ca. 1800 var det ofte en kamp for å få utbetalt den lønnen en bergverksarbeider hadde opptjent, men deretter var det sikkerhet for at lønnen kom og at kjøp av matvarer hadde riktig pris og bra kvalitet. Om verksledelsen var streng, var den også framsynt og tok til seg ny teknologi. Da de negative sidene ved Fattiglovens krav til hjemstavsrett etter hvert ble synlige, var det faktisk slik at ledelsen ved 15-20 verk gjennom en note, gjorde politikerne oppmerksom på de urimelige forhold som hadde oppstått, slik at en endring kom. Når vi så kommer inn på 1900-tallet, blir det mer likhet i forholdene mellom de forskjellige bransjene da nye lover kom til å gjelde for alle industrier.

LITTERATURLISTE:

Bergverkenes Landssammenslutning gjennom 50 år:
Jubileumsskrift om Elektrokemisk A/S Skorovas Gruber, særtrykk 1957

Jubileumsskrift for Bergingeniørforeningen og Bergindustriforeningen til 75 års-jubileet: Bergverk 1975
Bekkelund, Bjørn, m/red Kalvatn, Stig J: Folldal Verks Historie ca. 1745-1993, 1998

Engebretsen, Erik & Thingstad Bøen, Gunvor:
Med bergmannen i fjellets dyp, 1998

Fasting, Kåre: Aktieselskapet Sydvaranger 1906-1956.
Trek fra Sydvarangers historie, 1956

Hjulstad, Ola: Grong Grubers historie, utgitt av Røyrvik kommune, 1982

Hjulstad, Ola: Alle tiders Skorovas (Minner fra et gruvesamfunn), utgitt av utviklingslaget Fjelliv, 2002

Helland, Amund : Norsk Bergret , 1893

Industridepartementet: Meddelte bergverkskonsesjoner 1965-72, del av St.prp. nr. 1 1973-74

Nissen, Gunnar Brun: Røros Kobberverk 1644-1974, 1976
Orkla grube-aktiebolag: Løkken Verk, en norsk grube gjennom 300 år, 1954

Steinsvik, Tove m/medarbeidere: Koboltgruvene og Blaafarveværket: En del av den store verden, 2000
Wii Hans – 500 års norsk bergverksdrift :
Norsk Bergverksmuseum skrift nr. 6, 1991

Wikipedia: Diverse oppslag





Styretur til tunnelen under Brennerpasset januar 2018.



Foto: Alf Fredriksen

TOKKEANLEGGA

Dagfinn Midtbø

Innleiing

Tokkeprosjektet som NVE (Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen) nytta, gjeld utnyttinga av vasskrafta i to store vassdrag – Tokke og Vinjevassdraget. Det var store fall i vassdraget og gode tilhøve for reguleringar som gjorde at desse to vassdraga vart rekna som ein av dei gunstigaste kraftkjeldene i Sør-Noreg. Det var den lange elva mellom vatnet Totak i Rauland og Bandak på Dalen som i alle år har vorte kalla Tokke, som gav namnet til kraftutbygginga. Utbygginga kom då til å vere i Tokke og Vinje kommunar i Vest-Telemark, og då med den største aktiviteten i tida 1956 til 1963, men og utbygging av mindre kraftverk seinare. Fram til 1964 var det fire kommunar, Mo og Lårdal, no Tokke, og Vinje og Rauland, no Vinje. Etter at kraftutbygginga var avslutta har det vore ulike namn som NVE har nytta. Under anleggstida nytta ein denne lokaliseringa: Tokke 1, (hovudkraftverket på Dalen), Tokke 2 Vinje, Tokke 3 Songa, Tokke 4 Kjela, Tokke 5 Byrte, Tokke 6 Lio og Tokke 7 Haukeli. Den samla utbygginga gjekk gjerne under namnet Tokkeanlegga, seinere Tokke-verkene, og i dag Statkraft Energi AS – Tokke kraftverksgruppe.

Historien i korte trekk slik Statkraft sjølv skriv

«Kraftverka i Tokke reguleringsområde nyttar tilsig til vassdraga som i hovudsak ligg i Tokke og Vinje. Anlegga har eit samla nedbørsfelt på til saman 3104 km² medrekna Hogga kraftverk, og eit middels årleg tilsig på om lag 3,3 milliardar m³.

Reguleringsområdet i Tokke dekkjer magasinane Songa, Totak, Ståvatn, Kjela, Førsvatn, Langesæ, Bordalsvatn, Byrtevatn, Langeidvatn, Våmarvatn, Bitdalsvatn, Venemovatn, Vinjevatn, Hyljelihyl, Vatjern og Bandak. Til saman kan dei innehalde 1909 Mm³ vatn. Denne vassmengda gjev ein samla årsproduksjon på 4404 GWh frå dei åtte kraftverka i vassdraget.

Magasinane og kraftverka er knytt saman med om lag 108 km overføringstunnelar og 32 dammar. Den eine steinfyllingsdammen i Songamagasinet var i si tid Noregs største, med ei høgde på 40 m og ei lengde på om lag 1000 m.



Bruk av Anfo i ein tidleg anleggsperiode. Ammoniumnitrat ispedd diesel kom i 50-åra. Foto Jostein Granli



Steinbruddet for Songadammen. Foto Jostein Granli

For bygging og vedlikehald av anlegga i reguleringsområdet, vart det bygd om lag 140 km anleggsveg. Desse gjev og innbyggjarar og turistar gode tilhøve for friluftsliv. Anleggsdrifta tok og del i bygging og forsterking av om lag 70 km offentlege vegar.

Tokkereguleringa omfattar ei rad større og mindre fiskevatn. Kwart år vert det sett ut fleire tusen setjefisk for å betre produksjonen av fisk for dei som bur og ferdast i området. Desse utsetjingane vert regulera av Fylkesmannen, etter kva han finn naudsynt. Fordi ein hadde store fall og reguleringsmoglegheter vart Tokke og Vinje vassdraget rekna som eit av dei mest høvelege kraftkjeldene i Sør-Noreg. Staten ved NVE, hadde fallrettane i vassdraga. Stortinget vedtok den 23. april 1956 at utbygginga skulle setjast i gang. Siste steget i utbygginga vart Hogga kraftverk, som vart sett i drift i 1987. Det tok såleis 31 år frå starten på utbygginga til det siste kraftverket var på drift. Vassføring og drift av alle dei åtte kraftverka vert fjernstyrte fra driftsentralen på Dalen.»

Lokalhistorien slik Statkraft skriv, knytta til ulike årsprioritetar

1918-1957

- 1918: Stortinget gav dei fyrste løyvingane til kjøp av fallrettar i nedste delen av Tokkevassdraget.
- 1956: Stortinget vedtok 23. april 1956 at utbygginga av fallrettane skal setjast i gang. Finansieringa vart ordna med to lån i Verdensbanken på om lag 350 mill. kroner, og med sal av skuldbrev på i alt 240 mill. kroner til fylke og kommunar, og slik fekk desse rett til kraft frå verka.
- 1957: Etter at dei førebuande arbeida, medrekna utbygginga av Haukeli kraftverk var ferdige, kom anleggsdrifta i gong for fullt i 1957. Frå slutten av 1957 og fram til 1963 var mellom 800 og 1000 mann i arbeid på anlegget.
- 1957: Haukeli kraftverk (4 MW) med to aggregat vart sett i drift. Kraftverket nyttar fallet frå Vatjern til nedste delen av Flothylåi. Stasjonen vart opphavelig bygd for å forsyne anlegget med kraft.

1961-1964

- 1961: Fyrste aggregatet i Tokke kraftverk vart sett i drift. Vatnet vert leia i ein 17 km lang tunnel frå Vinjevatn til Tokke kraftverk øvst ved Bandak.
- 1962: Dei tre andre aggregata i Tokke kraftverk (430MW) vart sette i drift. Krafta frå Tokke vert leia inn på samkjøringsnett i Sør-Noreg.
- 1964: Songa kraftverk (120 MW) som ligg i øvste del av Totak, vert sett i drift. Kraftverket har hovudinntak i Songamagasinet, men nyttar og vatn frå Bitdal og nokre mindre bekkar som renn inn i magasinet.
- 1964: Dei to fyrste aggregata i Vinje kraftverk vart sette i drift. Vinje kraftverk får vatn frå Totak gjennom

Våmarvatn. Vatnet vert leia i ein 3 km lang tilførselstunnel frå Våmarvatn til Vinje kraftverk, som ligg i øvre delen av Vinjevatn.

1965-1969

- 1965: Tredje aggregatet i Vinje kraftverk vart sett i drift. Totalt er det då 300 MW effekt i kraftverket.
- 1969: Lio kraftverk (40 MW) vart sett i drift. Hovudinntaket til kraftverket ligg i Byrtevatn og vatnet er regulert med ein om lag 20 meter høg steinfyllingsdam. Kraftverket ligg ved Rukke bru 5 km frå Dalen sentrum. Etter det renn vatnet ut i Tokkeåi.
- 1969: Byrte kraftverk (20 MW) vart sett i drift. Kraftverket har inntaket sitt i Botnedalsvatn, der det er bygd ein dam med reguleringshøgde på over 40 m. Kraftverket ligg rett nord for Byrte dam.

1979-2007

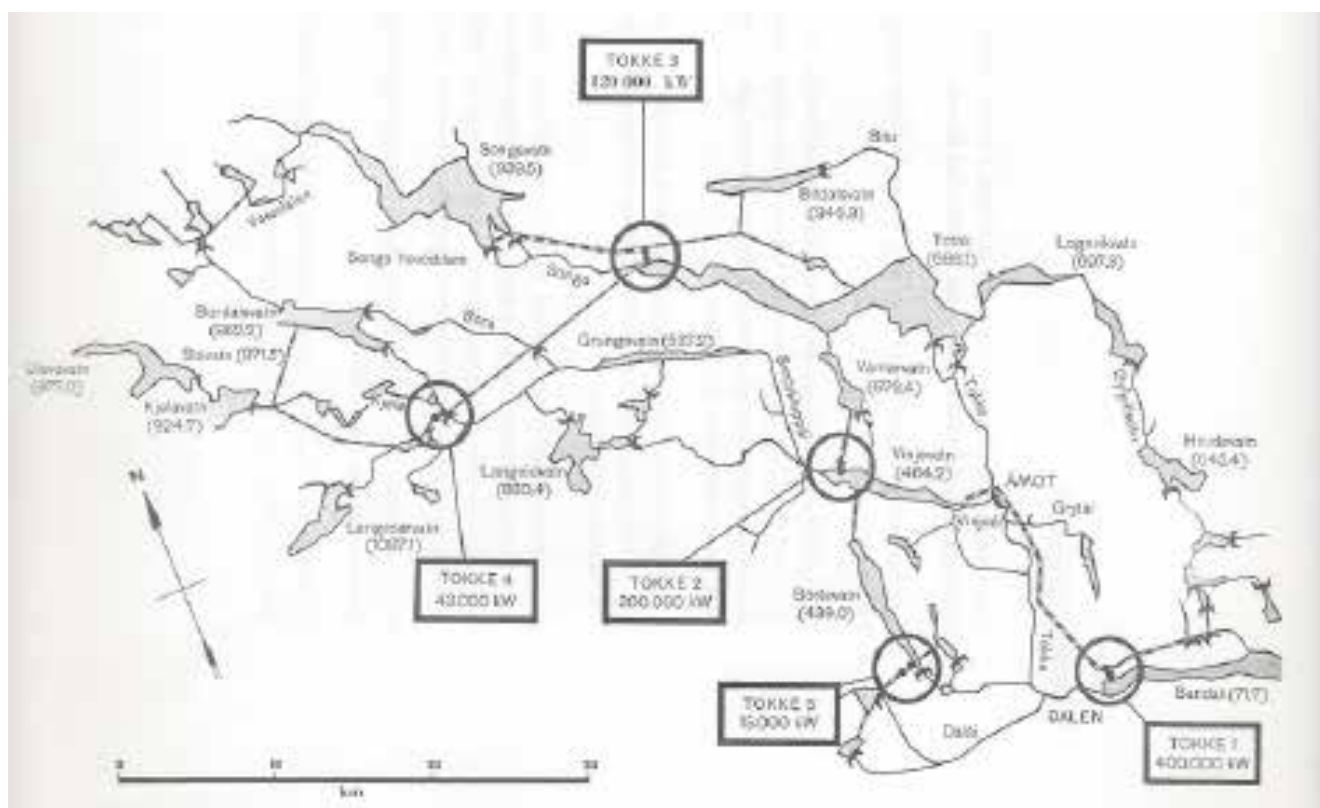
- 1979: Kjela kraftverk (60 MW) vart sett i drift. Kjela kraftverk får vatnet sitt frå Førsvatn med avløp i Hyljelihylen, i Kjelaåi.
- 1987: Hogga kraftverk (17 MW), siste steget i Tokke-utbygginga, vart sett i drift. Hogga kraftverk ligg i Lunde og nyttar fallet mellom Bandak og Nomevatn.
- 2007: Statkraft overtok driftsansvaret for kraftverka i Eidselva, nedstrøms Hogga. Dei tre anlegga Statkraft driftar er:
Vrangfoss kraftverk, eigd av Cappelen DA.
Eidsfoss kraftverk – eigd av Midt-Telemark Kraft AS.
Ulefoss kraftverk – eigd av Cappelen Holding.

Oversikt over dei kraftverk Statkraft eig i Tokke og Vinje kommunar:

Kraftverk	Aggregat	Effekt (MW)	Middeldproduksjon GWh/år
Byrte	1	25	112
Lio	1	40	225
Kjela	1	60	218
Haukeli	1	5	33
Songa	1	140	575
Vinje	3	300	1017
Tokke	4	430	2140
Hogga	1	17	84
Sum Tokke	13	1017	4404



Tokke 1 som var den største stasjonen i prosjektet og fortsatt er blant dei største i Noreg med 450 MW kapasitet. Til venstre med sine 3 aggregat ferdig montert, dei andre to visar frå anleggsperioden. Foto Jostein Granli



Kart over den planlagte Tokkeutbygginga. 5 stasjoner, 13 aggregat, 16 vannmagasin, beregnet årlig midlere tilsig 3,3 milliarder m³

Sjølve anleggstida

Dette var ei utbygging innbyggjarane hadde venta på i mange år: Alt rundt 1902 var det drøftingar om utnytting av dei fallretter ein hadde i Tokke-Vinje-vassdraget. Staten kom inn og overtok fallrettane i 1918. I 1922 utarbeidde hovudstyret for NVE ein plan for regulering av Totak og utbygging av vassdraget. Etter at krigen var slutt i 1945, vakna innbyggjarane og alt i 1946 vedtok ei kommunal nemnd å sende ei oppmoding til statsmakterne om å starte utbygginga i Tokke-Vinje-vassdraget. I 1940 vart og Vest-Telemark Kraftlag (VTK) skipa med det føremål å prøve å få til kraftutbygging slik at ein kunne skaffe innbyggjarane elektrisk straum. Før denne tida hadde ein alt i distriktet fleire mindre lokale kraftverk. Kommunane som var med i VTK, gjekk saman og stifta Skafså Kraftverk i 1948.

I 1950 starta utbygginga av Skafså I, som ligg på Åmdals Verk i Tokke. Skafså I vart sett i drift 4.2.1953. Skafså II, som ligg i Vråliosen i Kviteseid kommune starta utbygginga i 1953, og alt 7.11.1954 var dette kraftverket i drift. I samband med denne utbygginga 1950-1954 var det rundt 250 mann i arbeid på ulike anlegg i Skafså. Det var slik sett mange i distriktet som var kjende med, og var dyktige anleggsarbeidarar.

Store positive ringverknader for kommunane

Kraftutbygginga hadde stor betydning for Tokke og Vinje kommunar. Vinje fekk mykje aktivitet på dei ulike anleggsområda, og då og spesielt i kommunesenteret Åmot. For Tokke merka ein aktiviteten alt i 1956, men spesielt frå 1957 auka innbyggjartalet mykje i bygdane då ledige bustader vart teke i bruk for utleige til arbeidrar og deira familiar. I Mo og Lårdal, no Tokke, var det i 1949, 3146 innbyggjarar. Dette vart og rekna som eit solid tal, og alt på denne tid var det mange innbyggjarar som var ute på anleggsarbeid. Kommunesenteret Dalen fekk stor aktivitet frå 1956 og framover. I avisene vart det skrive at «Dalen var totalt omskapt på fem år».

Tek difor med litt om det som anlegget bygde opp på Dalen:

- Hovudkontor for administrasjonen.
- Hovudlager
- Hovudverkstad med transportsentralen
- Stort garasjebygg
- Funksjonærmesse (om lag same storleik som brakkene)
- 9 mellombels bustader
- 6 brakker på Buøy – plass til 32 personar i kvar (dobbeltrom), med eige kokkelag.
- 2 rekker med 10 permanente bustader i kvar.

- 4 permanente hus med 2 leiligheter i kvar
- 2 nye bruer (Over Tokkeåi og over til Buøy)
- Pumpestasjon for vatn- og kloakk.

Folketalet i Tokke gjekk opp, og er slik for nokre år. 1960 vart eit toppår med 3790 innbyggjarar. Folketalet gjekk fort nedover: 1966 – 3405, 1968 – 3163, 1971 – 2883.

I 2019 er folketalet nede i 2200. I nabokommunen Vinje er folketalet meir stabilt og ligg i 2019 på rundt 3800. Vinje hadde ein topp i 1964 med 4221.

For kommunane vart det mange positive ringverknader og alt i 1964 fekk ein inn konsesjonsavgifter, og skatteinntektene gjekk fort oppover.

Anleggstida var ei glanstid for kommunane og har gjeve store inntekter i åra etter.



Tverrslag 4 frå Bakkane i Eidsborg ca.1959. Som Ordføreren sa vert det store inngrep i naturen, men og store fordelar for bygdane. Dette var før det var snakk om lenkegjengar og andre protestaksjonar. Foto Jostein Granli

Ordførar Aslak O.Versto i Vinje, sa det slik i eit avisintervju i 1961: «Vinje mister nok mykje fin natur når Tokke utbygginga kommer i gang for alvor. To fine kvite fossande elvar blir bare steinrøysar. Vatn bli oppdemnd og ein del dyrka jord blir sett under vatn. Jau, det er nok mykje natur vi mistar, men vi kan ikkje leve av å sjå på den – og eg ville aldri bytte denne naturen med dei inntektene og moglegheitane Tokkeutbygginga vil gjeve.»

Glimt frå den lange anleggsperioden

Alt i juni 1954 blei det sett i gang med oppmålingsarbeid.



Portalbygget Tokke 1 år 1961. Foto Jostein Granli

Den fyrste oppsynsmannen som kom til Dalen skal ha vore Toralf Taraldsen 19. juli 1954. Dette var før Stortinget hadde vedteke utbyggingsplanane. Når det vart kjend at det nerma seg start på utbygginga var det ein representant for arbeidsformidlinga, som sa i eit avisintervju, at folk sto mest i kø for å få arbeid på anlegget.

I slutten av 1956 og utover i 1957 var det stor byggeaktivitet ved anlegget. Då vart hjelpeanlegg som lager, verkstader, kontor, brakker og bustader bygd ut. Det var to fullt utstyrte mekaniske verkstader, eit på Dalen og eit i Åmot, og eit større lager på begge stader. Det vart bygd opp 45 hus med til saman 49 leiligheter. Av desse husa er 29 permanente bygg med 33 leiligheter med høg standard. 25 av husa ligg på Dalen og 2 i Haukeli, desse skal seinare brukast av driftspersonale. Det er i tillegg bygd opp 25 større brakker rundt om på anleggsområda med plass til rundt 750 mann. Nokre av desse brakkene vart seinare rive og sett opp att på andre anleggsområde. Kontorbygget til administrasjonen på Dalen var klart til innflytting i februar 1957.

I januar 1957 er det omtale i avisene, og det vert då meldt at arbeidet med det som var tenkt som mellombels kraftverk, Haukeli, no var ferdig og klar til produksjon på 400 KW.

Ellers var det sett bort til private, ein god del arbeid med bygging av mannskapsbrakker, anleggskontor, og vegarbeid.

Lønn

I 1960 var det eit intervju i avisene med anleggsleiaren ved Kjelavatn, der det vart opplyst at gjennomsnittsförtenesta ved siste oppgjer var på kr. 11.80 pr. time. Byggleiaren Kåre Ødegård fortalde at i 1962 var årsinntekta til ein tunnelarbeidar ved Tokke, 30.000 kroner.

Tokke I på Dalen

Den store kraftstasjonshallen som ligg 200 m inne i fjellet, og er over 100 m lang, og tunnelen som fører vatnet fram til turbinen, gjekk fort med mange arbeidarar på dei ulike stader. Det var grundig planlegging og godt ingeniørarbeid for 27.1.1961 var det gjennomslag på den 17 km lange tunnelen. Alt gjekk etter planen. I juni 1961 står det i ei omtale i avisene at no skal den 17 km lange tunnelen for fyrste gong fyllast med vatn. Det vart og skrive at den lange tunnelen fram til Tokke I har krevd 2 mill. bormeter, og det har gått med over 1 mill. kg dynamitt.

Songa kraftverk og Songadammen

Songa kraftverk: Hovudinntaket er her det store Songamagasinet. For å kunne nytte ut vatnet av den delen av magasinet som ligg lågast er det laga ein 1700 meter lang tunnel fram til hovuddammen. Sjølve tilløpstunnelen fram til fordelingsbassenget er 8600 meter. Vatnet frå Bitdalen og Kvikkevatn blir ført inn i fordelingsbassenget ved hjelp av overføringstunnelar. Songa kraftverk ligg i Arabygdi, i øvre enden av Totak og er sprengd inn i fjellet. Aggregatet var det største i landet då det blei sett i drift 10.11.1964. Songa ligg høgt, vel 900 m.o.h., som gjer at det kunne bli ein kort byggeperiode kvar sumar. Det var i planane nemnt 4-5 månader. Hovudarbeidet på dammen gjekk likevel fort og blei ferdig på 3 år ved hjelp av det mest moderne utstyr anlegget og entreprenørane kunne få tak i.

Songadammen var når den var bygd ut, rekna for å vere Noregs største damanlegg. Når ein kjenner til at dammen er 45 m høg og 1100 m lang, så var det eit omfattande arbeid med mange tilsette og mange som arbeidde for private entreprenørar. Område rundt Songa var i eldre tid eit område med mange støylar. Ein eldre gardbrukar sa det slik når han var innom anleggsområde: «Det er om lag som ei maurtue, det er arbeid ute i dagen, og under jorda.» Bygginga av Songadammen starta opp alt hausten 1958. I 1960 og 1961 vart det meste av arbeidet med fyllinga av dammen gjort. I 1962 var arbeidet på toppen gjort ferdig. På det meste gjekk det 60 leigebilar med transport av masse, 20 bulldosarar, og fleire D8 Caterpillar var sving for å avdekke masse i damfot, steinbrot og morenetak.

At Songadammen var eit omfattande arbeid visa og desse tala: I sesongane var det om lag 150 mann på Vassdragsvesenet si lønnsliste. I tillegg kom alle køyrarane på dei innleigde bilane og maskinene. Til innkvartering var det sett opp seks 32 manns brakker med kantine og bustadfløy for 20 kokker, pluss overkokke og styrar. I tillegg var det ei messe med 26 soverom og kokkelag. I eit oversyn frå 1961 går det fram at Songadammen hadde ein kostnad på 50 mill. kr.

Vinjevassdraget

I Vinjevassdraget vart det bygd ut fleire mindre magasin. Det største er nemnt Bordalsvatnet. Dette vatnet er regulera ved ein senkningstunnel og to dammar, bygd opp etter same prinsipp som Songadammen. Vinje kraftverk nyttar fallet mellom Totak og Vinjevatn. Vatnet vert ført gjennom ein 70 m² tunnel frå Totak til Våmarvatn som er inntaksmagasin. Fallhøgda er 219 m. Frå Våmarvatn går vatnet gjennom ein 90 m² tunnel fram til kraftstasjonen ved Vinjevatn.

Sprengstoffet

Anleggsleiar Tor Vinje fortalde at sprengstofforbruket var 0,56 kilo pr. m³ fjell. Og mesteparten av dette var billig kunstgjødsel og diesel. Som tekst til eit foto i boka om anlegget heiter det: «Blanding av sprengstoff, ammoniumnitrat og 3-4% diesel gjev eit effektivt sprengstoff. Seinare kom dette sprengstoffet ferdig blanda på tankbil.» I ein artikkel i årsskriftet til Tokke Historielag i 2006 skriv Arne Haugen: «Sprengstoffet besto av ammoniumnitrat og dieselolje. I en sinkbalje ble en sekk med ammoniumnitrat og 3,5 liter diesel blandet sammen med en tresleiv. Lading foregikk ved at en «dynamittgubbe» ble tapet til detonerende lunte og senket ned i bunnen av borhullet. Sprengstoffet ble tilført gjennom en slange ved hjelp av trykkluft. Systemet fungerte, men var arbeidskrevende. I Botnedalen eksperimenterte Sven Melstveit med svartkruttlunte på tunnelsalve. Også dette fungerte. Intervallene ble lange slik at salven putret og smalt i et par minutter. Som å høre på et nyttårsfyrværkeri.»

Sementforbruk. Det var i fleire tunnelar dårleg fjell og det vart naudsynt med mykje støyping. Skien-Telemarken D/S sto for fraktinga av laus-sement frå Dalen Portland Cementfabrikk i Porsgrunn, til Dalen opp gjennom vassdraget og Telemarkskanalen. Alt i 1957 bygde anlegget opp eit stort sement-losseapparat like ved brygga på Dalen. Sementen vart sugd opp frå båten og opp i ein stor silo, og køyrd ut til dei ulike anleggsområda.

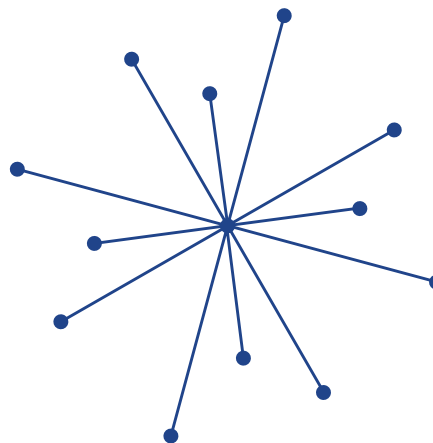
Talet på anleggsarbeidarar til noko ulike tider

I januar 1957 er det 500 mann i arbeid ved anlegget. Sumaren 1958 var det mellom 800 og 900 mann. I Fossekallen nr. 3/1961 (Blad frå NVE) er det skrive dette om status pr. 1.8.1961: «Arbeidsstyrken 1.8.1961 var 917 arbeidere (inkl. kokker) og 104 funksjonærer, ved Tokkelinjene, 201 arbeidere og 8 funksjonærer i marken, totalt 1230 mann. Hertil kommer leiebilsjåfører, entreprenører, montører m.v., så 1600-1700 mann har vært i sving samtidig. I arbeiderlønninger er det til egne arbeidere og funksjonærer utbetalt ca. 85 mill. kr. Av andre tall kan i farten nevnes at 6,3 mill. kr er medgått til skjønnsutgifter (ekskl. fjernledninger), det er kjøpt for 40 mill. i anleggsmaskiner, 7 mill. tonn stein og jord er flyttet (1 mill. vanlige lastebillass), 35 000 tonn sement og 1900 tonn dynamitt er medgått. Det er bygget 214 km 300 000 volts ledninger.»

Overingeniør Hallvard Holen som tok over som byggjeleiar i 1968 etter Kåre Ødegård, gav ei lita oppsummering i 1968 og sa at fram til dette året, 1968, var det utbetalt 190 mill. kr i løn. 201 mill.kr. var betalt ut for kjøp av permanente maskiner til kraftstasjonane, samla investeringar fram til juni 1968 var ca. 770 mill. kr. I 1962 er rundt 1000 personar i arbeid. 1964 nede i 600 personar.

Offisiell opning av Tokke I på Dalen 22. aug. 1961

Det var ein stor dag for fjellbygdane og landet når statsminister Einar Gerhardsen sto for den offisielle opninga 22. august 1961. Presis kl. 15.28 starta det fyrste aggregatet på denne kraftstasjonen opp. Det var lagt opp til ei fin markering for alle som arbeidde på kraftanlegget og mange inviterte gjester. Talene inne i kraftstasjonshallen vart overført i to-vegs radiooverføring til Dalen hotell og ungdomshuset Elvarheim på Dalen, Edland samfunnshus, Vinjar i Vinjesvingen og samfunnshuset i Åmot. Til saman vart det rundt 1000 personar som var med på opninga og fekk servert lapskaus med øl og dram på dei ulike stader.





Frå den offisielle opninga av Tokke-prosjektet 22. august 1961. Statsminister Einar Gerhardsen trykker på knappen.

Byggjeleiaren Kåre Ødegård opplyste i si tale at samla kostnader med Tokke I ville kome opp i 310 mill. kr, og av dette 75 mill. kr. til lønn. Statsministeren og byggjeleiaren vart frakta i helikopter frå Dalen og opp til Edland der dei tok del på markeringa saman med rundt 400 personar.

25. års jubileum i 1986

Tokke kraftverk feira 25. års jubileum i 1986, 25 år etter starten på Tokke I. Ordførar i Tokke, Marie Sund, som sjølv hadde kome til bygda saman med mannen sin i 1956, sa at Tokke-anlegga var og er som eit eventyr. Frå fleire talarar vart det trekt fram det positive og at det har blive eit rikare og betre bygdesamfunn. Representant frå Tokke kraftverk sa m.a.: «Tokke er i dag et nedbetalt kraftverk som sammen med de øvrige installasjonene

ved Tokke-verkene, gir utbyggeren, Statkraft, et årlig utbytte på 600 millioner kroner. Ser man de samlede Tokke-investeringer på rundt en milliard kroner i forhold til antatt levetid, behøver man derfor ikke å være økonom for å forstå at Tokke er gullkantet forretning for staten.»

Dødsulykker ved anlegget

Ved opninga av anlegget i 1961 vart det i talene nemnt at utbygginga hadde ført med seg mange ulykker. Ved opninga i 1961 var det 12 personar som var døde, og inn-anleggsarbeidet var ferdig var det 23 personar som hadde mista livet. Også ved utbygginga av Hogga kraftverk i 1980 åra, mista ein ung tilsett i eit privat entreprenørfirma livet. Ved driftssentralen på Dalen er det reist ein minnestein der namna til dei omkomne er hogge inn.

Totale kostnader med utbygginga av Tokke

I samband med den offisielle opninga av Tokke I i 1961 vart det opplyst at dei totale kostnadene med utbygginga av heile anlegget ville kome på 1000 millionar kr.

I 1971 oppgav Statkraft at då Tokkeutbygginga vart avslutta hadde den kosta 940 mill. kr. Det tilsvarar 11 milliardar i dag. Dette var nok tal dei var nøgde med, då det i 1961 vart antyda samla kostnad på 1000 mill. kr.

Slutt på anleggstida

Byggjeleiar Hallvard Holen tok ei oppsummering ved årsskiftet 1971 og dei alle fleste som arbeidde ved anlegget slutta ved årsskiftet. For distriktet kunne ein sjå attende på vel 16 års anleggsarbeid, med rundt 1200 personar sysselsette når det var på topp, og mykje aktivitet og gode år.

Tokke kommune kjøper mange bygg av Tokke-verkene. Når anlegget var slutt fekk Tokke kommune tilbod om dei var interessert i å overtaka ein del av bygningane og tomteareal. Tokke kommunestyre sa ja til dette og overtok: 3 brakker på Buøy (no privat campin plass), hovudverkstad og hovudlager, her har det vore privat næringsverksemd i mange år seinare. Administrasjonsbygget vart og overteke av kommunen og vart teke i bruk som «rådhus» for kommunen i 1973, og er seinare utvida.

Kjelder

Ragnar Lurås: Ljos og kraft til alle heimar.
Historia om Tokkeanlegget.2006.
Tokke Historielags årsskrift for 2006.
Fossekallen: nr. 3/1956, nr. 3/1961og nr. 8/1986,
Avisutklipp om anleggstida.

Samandrag av historikken v/Dagfinn Midtbø.

Alle foto ved anleggsfotografen Jostein Granli, her funne fram og redigert v/Erik Bastiansen.
Begge med i styret til Tokke Historielag.

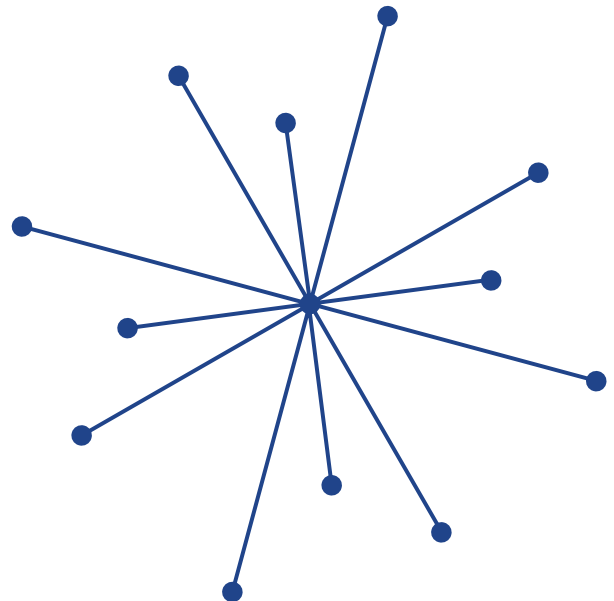
To vers av Tokke songen skrive av Lyktemannen til opninga i 1961:

(Melodi som: Nisser og dverge)

Her er turbiner og magasiner,
her hentes ur-Norges innerste saft,
kabel på kabel går som en snabel
ut gjennom berget med masser av kraft!

Lys over landet hentes fra vannet
ettersom planen for Tokke går frem,
og industrien å melodien
sammen med alle de tusinde hjem!

Lyktemannen.
(Claus Frimann Clasen 1894-1970)



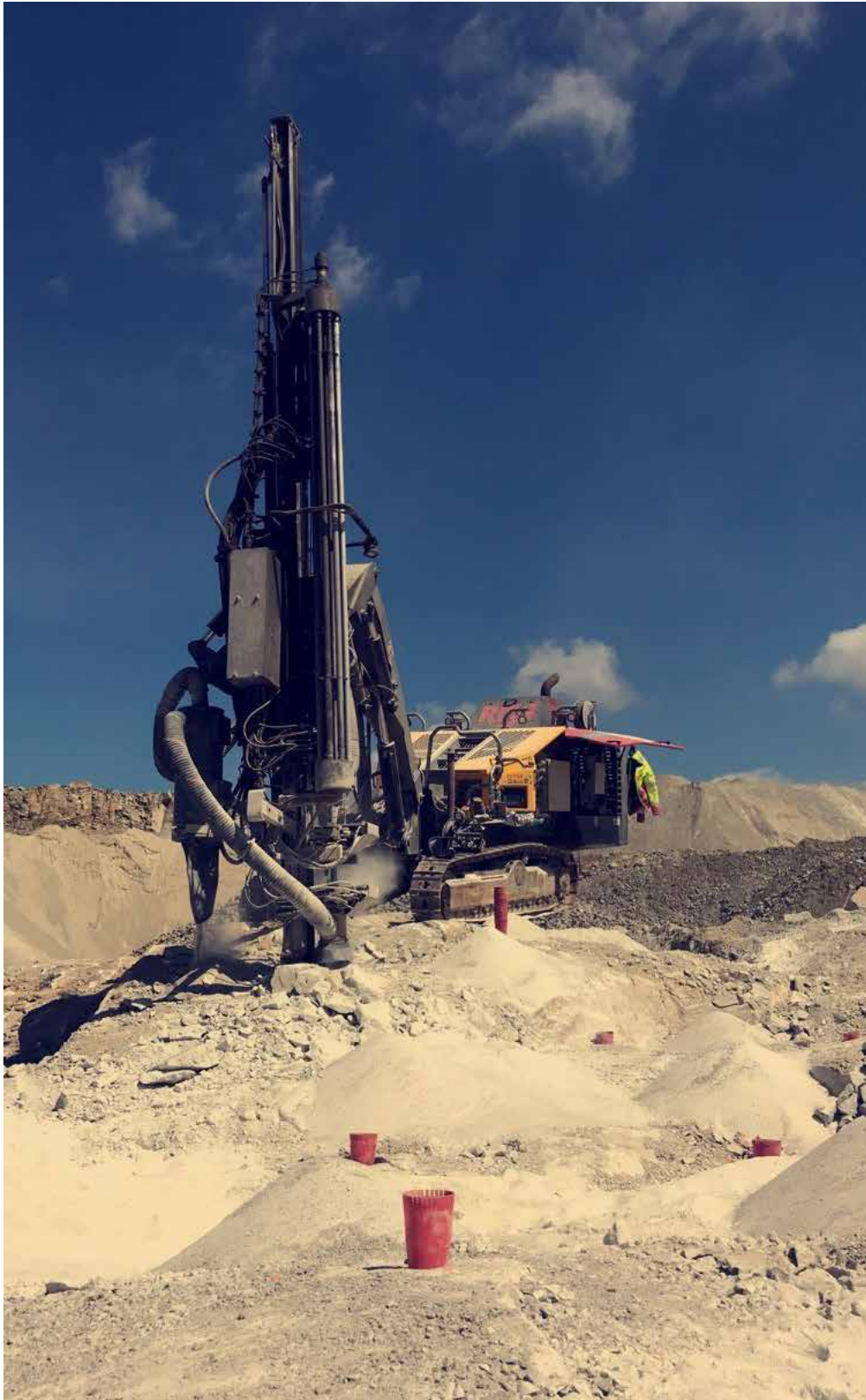


Foto: Ken Tore Søyland



Foto: Torbjørn Sporaland

KALD KRIG – KRAFTUTBYGGING I GRENSELAND

Minner fra anleggsperioden 1960 – 62 for Boris Gleb kraftverk

Arvid Kjeldsen

Å fortelle om samarbeid over grensen mot Sovjetunionen og om hendelser som fant sted for 50 år siden, er en utfordrende oppgave fordi meget er skjult under glemselens slør. Jeg var den yngste og i dag den eneste gjenlevende i den lokale staben i det norske firmaet AS/KS Norelektro, Oslo som hadde byggherrefunksjonen for det sovjetiske kraftverket i Boris Gleb. Dessverre har det ikke vært noen kolleger fra denne tiden å konferere med. Alt i forbindelse med dette innlegget er derfor slik jeg minnes forhold og begivenheter i løpet av to spesielle år under den «kalde krigen».

Først litt om årsaken til at jeg som 26-åring søkte og fikk en jobb blant adskillig eldre og erfarne folk i firmaet Norelektro. Etter utdanning som sivilingeniør fra Norges Tekniske Høgskole i Trondheim med hovedfag vassbygging, kom jeg høsten 1958 til Finnmark Fylkes Elektrisitetsforsyning i Vadsø (et offentlig plankontor for utbygging av vannkraftverk) der jeg arbeidet med mange faglig og interessante oppgaver. Likevel, som ung søker man alltid etter nye og større oppgaver. Det viste seg at muligheten lå snublende nær.

Prosjektstruktur

Med kort geografisk avstand fra Sør-Varanger var jeg i Vadsø kjent med at Sovjetunionen og Norge hadde inngått avtale om fordeling av fallene i Pasvikelva og at det kun var et tidsspørsmål når det kunne bli aktuelt å bygge ut store kraftressurser i de 4 nederste fallene; Hestefoss, Skogfoss, Melkefoss og Skoltefoss/Boris Gleb som er navnet på to russiske helgener i den Russiske ortodokse kirke. For Boris Gleb var det sovjetisk territorium på begge sider av elven. Fallene fra Enaresjøen og ned til Hestefoss tilhørte Sovjet i henhold til oppgjøret med Finland etter 2. verdenskrig.

Våren 1960 søkte jeg på en utlyst stilling som kontrollingeniør ved Boris Gleb kraftverk. Etter telefonkontakt med Norelektro ble jeg kjent med at firmaet som var en avlegger av AS Hafslund, hadde inngått avtale med myndighet på sovjetisk side om planlegging og gjen-



Boris og Gleb. Helgener i den russisk ortodokse kirke.

Boris og Gleb var to av sønnene til storfyrst Vladimir I. I 1015 sendte faren sønnen Boris på tokt mot petsjengerne. Mens han var der, døde hans far. Den eldste sønnen, Svjatospolk I overtok da tronen. For å sikre seg at brødrene ikke skulle ta fra ham tronen, lot Svjatospolk I drepe først den religiøse, uselviske Boris, som også de militære og folket satte høyt. Deretter ble også broren Gleb drept. I Nestorkrøniken og flere andre russiske krøniker fortelles det om under som skjedde ved brødrenes grav. I 1071 ble de utropt til helgener av den russisk-ortodokse kirke. Minnedagen er 2. mai, den dag i 1072 som deres ben ble ført til den borisogglebske kirke, en kirke som ble bygget til deres ære i Vysjhorod. Sener ble mange kirker og kloster i Russland viet til Boris og Gleb. Byen Borisoglebsk har navn etter dem, likeså stedet Boris Gleb på grensa mellom Russland og Norge (Wikipedia)

nomføring av samtlige bygge- og anleggstekniske arbeider for kraftverket Boris Gleb. Turbiner og elektrisk utrustning ville bli levert og montert av personell fra verksteder i Leningrad nå St. Petersburg.

To norske entreprenørfirmaer hadde slått seg sammen og fått kontrakt på utførelse av anleggsarbeidene. Arbeidsfelles skapet opererte under navnet AS Pasvikkraft. Man regnet med å komme i gang med arbeidene på forsommeren og at anleggsperioden ville bli 2 år. Det ble samtidig opplyst at det ville bli bygget boliger for Norelektros og entreprenørens funksjonærer på Sandneskrysset syd for Kirkenes.

I begynnelsen av mai måned fikk jeg brev om ansettelse.

Norelektros oppgave på anlegget kunne i mange måter sammenlignes med en byggherrefunksjon. Staben som besto av 3 sivilingeniører og 2 ingeniører, skulle styre, kontrollere og kvalitetssikre at Pasvikkraft med sine underentreprenører utførte entreprisen i tråd med beskrivelser og tegninger som var utarbeidet av norske

konsulentfirmaer og godkjent av sovjetiske myndigheter. Norelektros stab ble på den måten et mellomledd mellom den sovjetiske direksjonen som var etablert i Boris

Samarbeidet mellom den russiske byggherren og den norske byggelederen

For meg står samarbeidet mellom Norelektro og Russerne som nokså problemfritt. Kanskje en grunn var at entreprenøren stilte med dyktige ingeniører, formenn og arbeidere med lang erfaring fra utbygging av vannkraft både i inn- og utland. Alt av anleggs- og byggetekniske arbeider ble utført i henhold til norsk standard. Jeg kan derfor ikke minnes at ingeniørene fra den sovjetiske direksjon noen gang hadde merknader i forbindelse med kontroll og protokollering av kvalitet på utførelse av ulike oppgaver.

Bruk av tolk ble kun benyttet på periodiske møter mellom den sovjetiske direksjon og Norelektro. Det skal likevel ikke legges skjul på at språkbarrieren ved enkelte anledninger forårsaket misforståelser og at personlig



Foto: Boris Gleb Monasteri



Skogfoss. Foto Pasvik kraft Arild Edvardsen



Skogfoss kraftverk. Foto Pasvik kraft

kontakt med noen av russerne ble formidlet på stotrende engelsk eller ved hjelp av «fingerspråket».

En episode kan fortelles om at mangel på kommunikasjon kan få ubehagelige følger.

Avtalen med Sovjet omfattet bygging av en ca. 3 km lang veiforbindelse mellom Boris Gleb og veien som går fra grenseovergangen ved Storskog og sørover. Veien skulle erstatte en vei som fra gammelt av gikk langs østsiden av Pasvikelva og som ville bli neddemt når dammen over Skoltefossnakken ble fullført. På et byggemøte ble det orientert om at jeg sammen med en assistent ville foreta rekognosering i terrenget før den nye veitraceen skulle planlegges i detalj. Det ble opplyst at turen ville finne sted på en bestemt dato. Under befaringen ble vi anholdt av en militær patrulje med våpen rettet mot oss. Vi ble så geleidet til ventende kjøretøy som ble lukket med presenning. Etter 6-7 timers kjøring, uten mat eller drikke, kun med enkelte stopp hvor det ble oppfattet uforståelige diskusjoner, ble vi «frigitt» og overlevert fra en befalingsmann til en representant fra den sovjetiske direksjon. Hendelsen som var et ubehagelig innslag så lenge den varte, står for meg i ettertid som en «eksotisk» opplevelse som ikke mange andre nordmenn i fredstid har opplevet.

En hyggeligere opplevelse skjedde under et besøk i Boris Gleb av teknisk direktør i AS Hafslund. Den russiske direksjonen inviterte på tur til Rajakoski som ligger på grensen mot Finland for direktøren og for samtlige lokalt ansatte i Norelektro. Det ble meget interessant biltur på

østsiden av Pasvikelva med studie av «moderne» russisk byggeskikk samtidig som det ble servert et gedigent måltid med god drikke i en kafèlignende bygning ved kraftverket.

En annen sosial tilstelning fant sted nyttårsdag i 1962 da det ble det invitert til juletrefest for de russiske barna med foreldre i en spisebrakke i Boris Gleb tilhørende Pasvikkraft. Også de norske funksjonærbarna som bodde på Sandneskrysset og som ikke var reist på juleferie til sine hjemsteder, var invitert. På bildene fra denne begivenheten ser man at de norske ungene allerede den gangen var skikkelige bråkmakere mens de russiske var mer tilbakeholdne. Kanskje også en annen kulturforskjell kan anes – mens både menn og kvinner møtte opp fra norsk side, var det bare russiske koner som møtte opp til en juletrefest for barn.

For meg ble de to årene som ansatt i Norelektro en periode da jeg fikk syn for at det var mulig også for to nasjoner som tilhørte hver sin geopolitiske militærblokk, å samarbeide på et rasjonelt grunnlag.

Etterskrift v/NFF Kulturutvalget

Foredraget ble presentert på Stoltenbergseminaret på Kirkenes 27.09.2010 som ble arrangert av Barentsinstituttet ved Universitetet i Tromsø.

I tilknytning til foredraget litt om Pasvikelven og kraftprosjektene: Elven har sitt utspring i Enaresjøen i Finland, krysser den russiske grensen etter 2 km, fortsetter 30 km på russisk side før ca. 110 km blir grenselv mot

Norge, så knappe 3 km russisk og til slutt 2 km norsk elv. Nedbørfeltet ligger i hovedsak på finsk jord. Nest etter Glomma er Pasvikelva det lengste vassdraget i Norge med sine 360 kilometer fra Enaresjøen i Finland til Bøkfjorden i Norge. Før vinterkrigen 1939-40 var området finsk/norsk.

I 1955 startet forhandlinger mellom Sovjet og Norge om kraftutbygging. Forhandlingene ble fullført i 1958. Norge overtok de russiske rettighetene til Skogfoss og Melkefoss i elvas midtre parti. Sovjet overtok de norske rettighetene ved Boris Gleb nær elvas utløp i havet og strekningen med Hestefoss ovenfor Skogfoss. Det russiske kraftverket ved Boris Gleb ble bygd med norske entreprenører kom i drift i 1963. Boliger, skole, samfunnshus og butikk ble også bygd i Boris Gleb. Hestefoss kraftverk ble satt i drift i 1970. Avtalene medførte ikke forandringer i suvereniteten over noen av områdene. Men begge parter har gitt den annen part adgang til å bygge og drive anleggene som de har i nabolandet. I 1962 ble kraftverket i Boris Gleb koblet inn på linjenettet til Varanger Kraftlag. I begynnelsen var det en ren forbrukerlinje fra Sovjet til Norge.

Det er bygd 7 kraftverk i elven. Enare er regulert som et felles magasin for anleggene etter avtale mellom Russland, Finland og Norge. Det øverste anlegget følger reglementet om normaltapping ca. 180 til ca.500 m³/sec i flomperioder. Det totale fallet fra Enare til havet er ca. 120 meter.

Kailakoski på 11 MW ligger nær Enare; Janiskoski 31 MW var påbegynt i slutten av 1930-årene, alt ødelagt under verdenskrigen, gjenoppbygd 1951; Rajakoski 43 MW. Så kommer, Hestefoss 47 MW; Skogfoss 48 MW; Melkefoss 26 MW og nærmest havet Boris Gleb med 20 m fall 56 MW maskinkapasitet. Skogfoss og Melkefoss er norske, de øvrige fem russiske anlegg. De to norske tilhører Varanger Kraft via Pasvik Kraft mens de russiske tilhører Russland v/Murmansk fylke. Hafslund gjennom Norelektro hadde en byggherrerolle og samarbeidsgruppen A/S Astrup Aubert og Ing. Thor Furuholmen A/S hadde entrepriser både for norsk og russiske anlegg i sekstiårene.

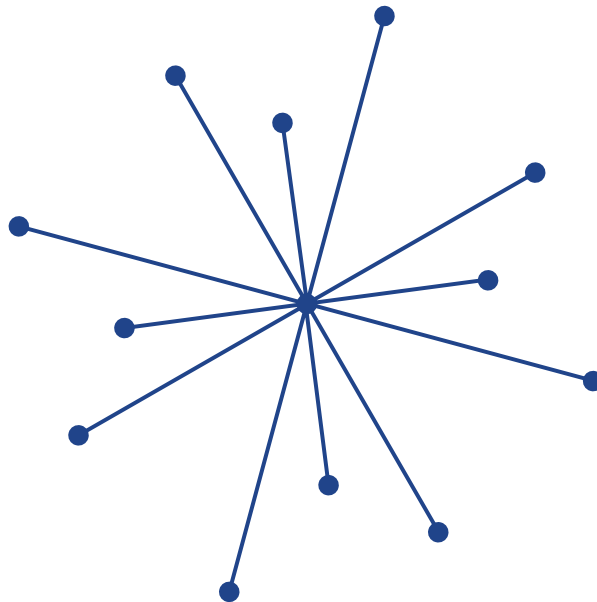




Foto: Knut Roald Ugelstad



Foto: Eirik Haugerudbråten

OSLO LYSVERKERS KRAFTUTBYGGING I AURLAND

Morten Mortensen

Forhistorien

Oppkjøp av fallrettigheter i Aurlandsvassdraget begynte under første verdenskrig (1914-18) av såkalte «fosse-spekulanter». Kjøperne opererte først med håndgivelsesdokumenter fra falleierne, og disse håndgivelsene ble senere samlet overdratt til et interessentselskap, A/S Aurlandsfallene, som løste ut håndgivelsene med skjøter.

Noen utbygging av vassdraget ble ikke iverksatt av selskapet, sannsynligvis som følge av dårlige tider og liten etterspørsel av kraft i tiden mellom de to verdenskrigene. Umiddelbart etter andre verdenskrig tilbød A/S Aurlandsfallene sine rettigheter til Oslo kommune som kjøpte rettighetene en bloc i april 1946 for 1 mill. kroner. Rettighetene omfattet ca. 80% av de fall som ble bygget ut i perioden 1969-84. Senere ble det kjøpt opp fallrettigheter i Midje-vassdraget og Langedøla slik

at Oslo Lysverker disponerte ca. 90% av fallene som inngikk i utbyggingsplanen. Resten av fallene eides dels av private, mens Staten eide fallene i «Statens høyfjell», samt prestegårdens fallretter i hovedelven og Stonndøla. Det ble inngått avtale med Staten ved Vassdragsvesenet om fellesutbyggingen av rettighetene slik at Staten gikk inn i utbyggingen med sine fallretter som ble beregnet å utgjøre 7% av hele komplekset. Avtalen gikk ut på at Oslo Lysverker skulle stå som suveren utbygger, mens Staten skulle betale 7% av byggekostnadene og driftsutgiftene og få 7% av produsert kraft. I Aurlandsutbyggingen kan man karakterisere Staten som «sleeping partner»

Oslo Lysverker leverte søknad om konsesjon 1965. Godt forhold til vertskommunen ga rom for ulike forberedelser i fireårsperioden frem til konsesjon.



Overingeniør Mortensen, assistert av lokale fjellekspert, studerer utbyggingsplaner for Aurlandsvassdraget. Bildet til høyre viser Mortensen sliper kniven sin. Aurlendingene viste å gjøre bruk av vannkraften også før Oslo Lysverker kom til Aurland.



Oversikt over Aurlandsutbyggingen. Teksten på bildet forklarer det meste, men kan være vanskelig lesbar: De gule strekene er veier, nederst del av E16 med Flåm til høyre og Lærdalstunnelen som en strek til venstre. Oppover bakke går Fv.50 forbi Vassbygdvatn og Aurland 1 i retning mot Hol. Viddalsvatn som en tarm mot høyre og det store Hyhellervatn på toppen av bildet til venstre. De blå strekene viser tunnelsystemet.

Vi trenger stadig mer strøm

Økningen av strømbehovet i Oslo etter andre verdenskrig ble i første runde dekket av utbyggingene i Hallingdal/Hemsedal. Siste del der var Uste-Nes-kraftverkene som ble bygget i årene 1962-67. Kommunen og Lysverkene innså i begynnelsen av 60-årene ut fra prognoser over det fremtidige strømbehovet i Oslo at det ville bli behov for mer kraft omkring 1970.

Aurland har store vannressurser. Nedslagsfeltet er 750 km² stort med store fallhøyder og Oslo hadde fallrettighetene. Utbygging ville bli et kjempeløft, beregnet til å gi 630 MW effekt, flere TWh med kostpris beregnet til om lag 2 øre/kWh. Oslo Lysverker startet naturlig nok med planlegging som ble gjennomført ved selskapets egen kraftutbyggingsavdeling.

Planene ble forelagt Oslo bystyre i mars 1965. Bystyret gjorde vedtak om at søknad om konsesjon skulle sendes til departementet. Søknad ble sendt fra Oslo Lysverker 19. mars 1965 med alle lovpålagte data og opplysninger.

Fra departementet ble søknaden oversendt NVE (vassdragsvesenet) som saksbehandlerinstans. Vassdragsvesenet informerte kommuner, institusjoner og foreninger som forutsetningsvis ville bli berørt av utbyggingen.

Søknaden skapte stort røre, særlig blant naturvernere. Det oppsto en heftig polemikk i avisene med til dels intrikate beskyldninger mot ansatte ved Oslo Lysverker. Det ble i debatten kastet inn avvikende planer for utbyggingen, mer eller mindre realistisk fundert. Fotturister gikk i kø i Aurlandsdalen for å oppleve den uberørte naturen før Oslo Lysverker startet sin «naturødeleggende virksomhet».

Vern eller utbygging?

Til tross for at Aurlandsdamfunnet i all hovedsak var positivt innstilt til utbygging, var det også mange som tok til orde for å verne dalen. Perioden fra søknad inntil Stortingets vedtak ga rommelig tid for meningsutveksling.

I 1960-årene kom hensynet til uberørt natur sterkere på dagsordenen. Norge fikk hjemmel for fredning av naturområder i 1954. I 1962 ble landets første område vernet i Rondane. Begrepet nasjonalpark kom i lov om naturvern fra 1970.

Orientering for naturvern var i betydelig grad ideologisk begrunnet. Mange ville bevare natur og bosettingsmønstre, var skeptiske til økonomisk vekst og dro ekspertenes og autoritetenes oppfatninger i tvil.

I 1970 ble sivil ulydighet praktisert for første gang for å hindre utbygging av Mardøla i Møre og Romsdal. Tilreisende demonstranter slo leir foran anleggsmaskiner og måtte bæres vekk av politiet. I Aurland ble det ikke riktig så steile fronter, men naturverninteressene, blant annet i Den Norske Turistforening, oppfordret myndighetene til ikke å gi konsesjon til utbygging.

Foreningen mente utbygging ville ødelegge en av landets største attraksjoner for friluftsfolk. Dessuten ville utbygging medføre redusert trafikk på turisthyttene. Naturvernerne var også opptatt av redusert vannføring i bekker og elver, skjemmende kraftledninger og steintipper.

Selv om det var planer om det, ble det ikke noen demonstrasjoner i Aurlandsdalen, kanskje fordi anleggsmaskinene ikke var kommet langt nok i 1970. En annen årsak kan ha vært at Oslo Lysverker gikk til det uvanlige skritt å invitere motstanderne med på befaring i september 1968. Aftenpostens journalist noterte at interessene sto like steilt mot hverandre «som Aurlandsvassdragets stupbratte klipper». Oslo Lysverker gikk etter dette på trykket fra naturvernerne med på å legge veien utenom selve Aurlandsdalen fra Østerbø ned til Vassbygdi. Veien ble i stedet lagt opp Låvisberget og gjennom tre lange tunneler til Nesbøvatn.

Nå, vel ca. 50 år senere med vellykket utbygging gjennomført, med synspunkter modnet eller endret, minner vi om: – at debatten utløste synspunkter til fordel for alternativet atomkraft. Den gang sto kjernekraft sterkt i opinionen. Sverige hadde åpnet sitt første kjernekraftverk i 1964, og flere tok til orde for å etablere et kjernekraftverk i Oslo. Et konkret forslag var å bygge

et kjernekraftverk i Ekebergåsen, et forslag flere naturvernere støttet opp om. Oslo Lysverker var imidlertid lite innstilt på kjernekraft. Ikke så overraskende siden selskapet hadde mer enn 60 års erfaring med vannkraft. Selskapet avviste forslagene om atomkraft og gikk videre med planene om å bygge ut vannkraft i Aurland. – at Naturvernforeningen i 1968 arrangerte et allmannamøte i Universitets Aula som fikk en spesiell avslutning og muntert etterspill. Møtet ble dekket av TV. Daværende kraftutbyggingssjef Harald Vestad presenterte planene for Aurlandsutbyggingen. Det kom mange sinte innlegg fra naturvernere. Til møtet kom også en fremstående Aurlending som holdt et fargerikt innlegg på ekte sognemål og avsluttet slik: «Vi i Aurland ikkje berre støtter søknaden, vi forlanger at utbygginga kjem i gang». Dagen etter fikk Vestad beskjed fra formannen i Oslo Lysverkers styre om å spandere en middag på denne Aurlendingen som takk for hans innsats på møtet i Aulaen. Vestad ville ha med seg meg - Mortensen og det ble gitt ok. Det ble en formidabel middag på Oslos beste restaurant. Aurlendingen ble etter hvert noe høyrøstet på sitt sognemål. Flere gjester som gjenkjente stemmen fra TV-programmet kom over til vårt bort og roste innsatsen. Det likte han. Festlighetene ble omsider avsluttet med taxi til sentralbanestasjonen i tide for nattoget vestover til Flåm.

-at det ble gjennomført omfattende biologiske undersøkelser som del av konsesjonssøknaden. Botanikeren, blant landets fremste på sitt felt, fant blant annet en enestående villrabarbra. Dette gjorde botanikeren til et større poeng under NRK debatten nevnt foran. Andre biologer og naturvernere likte det dårlig. Nå kunne naturvern effektivt latterliggjøres ved hjelp av rabarbra. Til allmenn begeistring ble det da også servert rabarbragrøt da finansutvalget i Oslo formannskap og styret i Oslo Lysverker i juni 1969 var i Aurland for å se på utbyggingsarbeidene. – at debatten om Aurlandsdalen hadde understreket behovet for en samlet plan for landets vassdrag der enkelte vassdrag ble varig vernet. Stortinget diskuterte en slik sak samme dag som saken om Aurland ble behandlet, men uten vedtak. En verneplan ble først vedtatt av Stortinget i 1973.

Stortinget behandler konsesjonssøknaden

Stortingsproposisjonen var et dokument på ca. 200 sider. Parallelt med behandlingen av konsesjonssøknaden pågikk detaljprosjektering og innhenting av priser på bygningsmessige arbeider og elektrotekniske leveranser for første byggetrinn. Etter vedtak i styret ble det også utført annet forberedende arbeid, bl.a. spreng-

ning av veitunnel ved Vassbygdatn. Utbyggingen ble delt i fire byggetrinn med omfang og tidsperiode som følger:

- Trinn 1: Aurland 1. med ett-, senere to aggregater, hvert på 225 MW. Reguleringsdam ved Viddalsvatn. Veibygging. Kraftlinje Aurland-Hol. 1969-1975.
- Trinn 2: Overføring av Stemberdøla til Viddalsvatn. Bygging av stamveien Hol-Aurland. 1975-1981.
- Trinn 3: Aurland 3. med to aggregater (pumpe/turbin) på 125 MW hver. Dam Nyhellervatn. Overføring Midjevassdraget og Langedøla til Veslebotnvatn. Dam Veslebotnvatn. Vangen kraftverk med ett aggregat på 35 MW. 1975-1981.
- Trinn 4: Aurland 2. og Reppa kraftverk med henholdsvis 140 og 10 MW installasjon. Reguleringsdammer ved Vestredalstjern, Katla, Langavatn, Kreklevatn og Reppvatt. Diverse overføringstunneler. 1980-1984.

Den opprinnelig planlagte utbyggingen av Aurlandsvassdraget ble avsluttet i 1984. Da var de opprinnelige planer med konsesjon fra 1969 i all hovedsak realisert. Unntak ble avvikene som følge av søknad om planendring av 1973: I et stort område i nordøst ville man avstå fra reguleringer, og dermed ville ni vann bli skånet for regulering. I stedet skulle Nyhellervatn demmes opp til samme høyde som Kongshellervatn og Ølja. Disse ville da flyte sammen og utgjøre et stort magasin. Aurland 3. skulle bli et pumpekraftverk. Vann skulle pumpes opp fra kraftverket til magasinet om sommeren, og brukes om vinteren til å drive kraftverket. Til planene var det også knyttet et nytt kraftverk, Vangen, som skulle utnytte fallet fra Vassbygdatn til Aurlandsfjorden. Hovedpoenget med dette kraftverket var regulering av vannføringen i Aurlandselva med drift begrenset til vintersesongen. Dette ville muliggjøre en mer effektiv utnyttelse av det største kraftverket, Aurland 1. og redusere vintervannføringen i elven, noe elveeierne var interessert i. Den 28. mars 1969 går flagget til topps ved kommunehuset i Aurland. Regjeringen har enstemmig gått inn for kraftutbygging av Aurlandsvassdraget i tråd med planene til Oslo Lysverker.

Arbeidene kan starte for fullt. Nå haster det, ingen sommersesong å miste. I ettertid vil man bemerke den pragmatiske holdning til tillatelser. Diskusjonen var i realiteten avsluttet, men Stortingets sluttbehandling lå fortsatt 3 måneder frem i tid. Vedtaket kom i juni 1969. Stortinget innvilget konsesjon på nærmere bestemte vilkår. Her nevnes:

- veibygging fra Aurland til Hol som var et krav fra vertskommunen
- krav til tunnelbredde på bestemte strekninger
- bidrag til naturvern
- og at innseilingen til kaianlegget i Aurlandsfjorden skulle holdes åpent og fritt for is.

Etter Stortingsvedtaket i juni var nok Storting og det politiske miljø mest opptatt av sommerferie og Stortingsvalget i kommende september. Konsesjonsvilkårene ble så lagt frem for bystyret som i september 1969 vedtok vilkårene og ga Oslo Lysverkers styre fullmakt til å gjennomføre utbyggingen.

Veitbygging

Aurlandsutbyggingen medførte omfattende veitbygging i anleggsområdet. I tillegg kom veien fra Aurland til Hol som var pålegg i konsesjonen etter krav fra vertskommunen. Oslo Lysverker var pålagt å bygge tunnelene i dobbel bredde, og ellers bygge veien i dobbel bredde i den utstrekningen det kunne skje uten urimelige kostnader. Dette ble et skjønnsspørsmål, og Oslo Lysverker valgte å bygge hele veien i dobbel bredde. Ifølge planene skulle veien bli anlagt fra Strandevann i Hol over Geiteryggen ned Stemberdalen og videre ned til Vassbygdi i Aurland.

Det oppsto snart et ønske om helårsforbindelse mellom Aurland og Hol. Problemet var veien over Geiteryggen som ville gå i 1200-1300 meters høyde. Det ble ansett



Aurland 1 kraftstasjon i Vassbygdi. 3 aggregater, hvert på 225 MW, senere ombygd til 280 MW. Aurland 1 er den største kraftstasjonen i Aurland og den tredje største i Norge. Tonstad i Sira-Kvina produserer mest kraft. Nr.2 er Kvilldal som til gjengjeld har størst effekt.



Styret i Geiteryggen Tunnelselskap. Fra venstre: ordfører i Aurland kommune Svein Fossheim, Torstein Skahjem også Aurland kommune, Osvald Medhus styreformann og ordfører i Hol kommune, overingeniør Morten Mortensen Oslo Lysverker og finansråd Bernt H. Lund Oslo kommune.

vanskelig å holde en slik veistrekning åpen om vinteren. Etter initiativ fra Aurland og Hol kommuner ble det dannet Geiteryggen Tunnelselskap A/S med ordfører i Hol, Osvald Medhus, som formann og ellers to aurlendinger og rådmann Bernt Lund fra Oslo i styret. Jeg ble ulønnet sekretær i styret og protokollfører. Selskapets formål var å få sprengt en tunnel under Geiteryggen fra Vierbotten i Hol til Stemberdalen.

I konsesjonen var Oslo Lysverker også pålagt å yte et årlig beløp til naturverntiltak. Medhus reiste til Oslo og fikk overbevist departementet om at Geiteryggtunnelen var et slikt naturverntiltak. Det årlige beløp ble kapitalisert og kunne inngå i finansiering av tunnelbyggingen.

Aksjetegning ble lagt ut for restfinansiering. Samtlige kommuner fra Bergen til Krøderen meldte seg på med forskjellig beløp og også Oslo Kommune ble med. Dermed var finansieringen i orden og styret ga Oslo Lysverker i oppdrag å gjennomføre tunnelsprengningen. Oslo Lysverker overlot arbeidet til entreprenør som gjorde jobben for det styret hadde i kapital. Dermed var tunnelselskapets formål oppnådd og selskapet ble avviklet. Melding ble sendt Brønnøysundregisteret om at aksjekapitalen var tapt. Det eneste som er igjen av selskapet, er protokollen fra styremøtene og generalforsamlingene. Så vidt vites befinner protokollen seg i Hol kommunes arkiv. Etter mye om og men overtok

veimyndighetene sambindingsveien Hol — Aurland inklusive Geiteryggtunnelen, og oppgraderte den til Fylkesvei og snart til Riksvei. I 2010 ble det gjennomført en omfattende reform mellom Statens Riksveier og Fylkesveier dvs. tilbake til fylkesvei, nå som Fv50.

Anleggsmaskinene overtar

Allerede flere år før konsesjon ble gitt, startet Oslo Lysverker med å forbedre flere veistrekninger, eksempelvis anleggsvei i deler av Stonndalen. Veien mellom Aurlandsvangen og Vassbygdi ble også utbedret. Likevel var det først etter konsesjonen i juni 1969 at arbeidet startet opp for fullt. Nå gjaldt det å skaffe ny strøm til hovedstaden så fort som mulig.

Man endret derfor planene og begynte med bygging av hovedkraftverket Aurland 1 i Vassbygdi og med Viddalsdammen, før en startet å bygge magasinene i fjellene som forutsatte omfattende veiutbygging. Aurland 1 er det største kraftverket i Aurlandsutbyggingen. Kraftverket ble bygd etter opprinnelig plan for 2 aggregater. Det første aggregatet settes i drift 11. januar 1973, aggregat nr. 2 i januar 1975.

I 1973 var Peltonturbinen på 225 MW i Aurland 1 den største Peltonturbinen i verden. Design og konstruksjon fra Kværner Brug!



Viddalsdammen

Hovedmagasinet til Aurland 1 er Viddalsvatn. Ved byggestart for Viddalsdammen var det ikke vei fram til damstedet. Det gjaldt snarest å få bygget veien til damstedet. Veiarbeidet startet ved Vassbygdvann og gikk i 8 slynger opp Låvisberget, et bratt parti opp fra Vassbygdvann. Samtidig ble det demontert anleggsmaskiner, fløyet opp med helikopter til topp Låvisberget der maskinene ble satt sammen. Veibyggingen i Låvisdalen frem til damstedet kunne gå samtidig med bygging av vei i Låvisberget.

Viddalsdammen ble bygget på tre sesonger fra 1970 til 1972. Den er bygget som en steinfyllingsdam med sentral tetningskjerne av morene. Nedenfor damstedet ble det funnet rikelige forekomster av god morene. Filteret var tenkt produsert av sprengstein fra to tunneler som var under driving, men stein fra den ene tunnelen kunne ikke godkjennes til filterproduksjon på grunn av for svake bergarter. Den vrakede steinen ble lagt i tipp og seinere gitt en utforming som tre koller av ulik høyde etter tegninger av landskapsarkitektene Lørusten og Gulbrandsen. Dette er trolig en av de største landskapskulpturene i landet.

Ved fullt magasin danner den et sammenhengende vann som består av Nyhellervatn, Kongshellervatn, Øljuvatn

og Volanuttjønnane. Dammen er 82,5 m høy, 250 m bred og 650 m lang. Totalt massevolum er 2,4 millioner kubikkmeter.

Byggingen av kraftstasjonen Aurland 2. utgjorde sammen med Reppa dammene Vesterdalstjern, Katla og Langavatn byggetrinn 4. Kraftverket Aurland 2. ble bygget slik at det utnyttet fallet ned til Viddalsvatn fra to ulike nivåer. Det ene ble kalt "Lave fall", fordi det utnytter en relativt lavere fallhøyde. Inntaksmagasinet var Vetlebotnvatn (1025 moh.). Vannet ble utnyttet i to turbiner hver 35 MW. Det andre nivået skulle utnytte et høyere fall og ble derfor kalt "Høye fall". Det utnytter fallet fra magasinene Store Vargevatn (1432 moh.), Svartevatn (1440 moh.), Langavatn (1415 moh.) og Katlavatn (1340 moh.). "Høye fall" ble bygget med én turbin på 72 MW. Francisturbiner ble valgt for alle turbinene i Aurland 2. Det er en fleksibel turbintype som har høy virkningsgrad over en stor variasjon i fallhøyder.

Aurland – et bygdesamfunn som opplever en temporær omveltning

På det meste var det 900 anleggsarbeidere fra hele landet som jobbet med utbyggingen. Det påvirket livet i en bygd med under 2000 innbyggere. Anleggsbrakkene ble stort sett lagt opp på fjellet, mens funksjonær-



Terskeldam i vakre omgivelser

Under: Dammen ved Nyhellervatn ble den største i Aurland. Også det en steinfyllingsdam, bygget ca. 1400 m over havet! Opprinnelig gikk planene ut på å ha fjellmagasiner i Nordfjellene mellom Aurland og Lærdal, men på grunn av protestaksjonene fra bl.a. naturvernere, ble denne løsningen skrinlagt. I stedet ble det bygget et takrennesystem som samlet vannet og førte det til Vetlebotn. Magasinet får sitt tilløp fra eget felt og fra feltene som er overført til Vetlebotnvatn. Herfra pumpes vannet opp i Nyhellervatn gjennom pumpene i Aurland 3. Slik sett er Nyhellervatn magasinet et resultat av de protestene som de første planene møtte. Dammen bygges som en stor steinfyllingsdam ved utløpet av Nyhellervatn øverst i Sauavadalen.

messene vanligvis lå lenger nede i dalen. Mange hadde familiene sine med seg. En av dem som flyttet til anleggsområdet svarte følgende på spørsmålet om hvordan det var å bo så å si utenfor allfarvei: «Det går fint. Ja, jeg syns det er litt gøy og har lært veldig mye i og med at det er anleggsarbeidere fra hele landet som jobbet med utbyggingen».

Det var folk fra alle mulige kanter av Norge, og Aurland var i løpet av få år endret fra et lite, sammenvevd bygdesamfunn til å bli et Norge i miniatyr.

Kraftnettet

Det ble trukket og lagt kabler og kraftlinjer kilometer etter kilometer, til vanns, i luften og til lands. For å overføre Aurlandskraften til Oslo ble det bygget to ca. 250 kilometer lange kraftledninger for 420 kV spenning over fjellet til Hol og videre til Oslo. Aurlandsverkene ble også tilknyttet kraftledningsnettet på Vestlandet. Flere av linjene har store spenn oppover de bratte fjellsidene.

Økonomi

Aurlandsutbyggingen ble atskillig dyrere enn forutsatt. Mens anlegget opprinnelig var kalkulert til 600 millioner kroner ble den endelige kostnaden 3 milliarder regnet i løpende priser. En del av overskridelsen skyldtes prisstigningen som var meget høy. I perioden fra 1965 da planen ble lagt fram, og til anlegget var ferdig i 1984, ble konsumprisindeksen firedoblet. Men det kom også til nye



Nyhellervatn med dammen i forgrunnen.

kostnader, som byggingen av veien Aurland-Hol med forbedret standard og dessuten Vangen kraftverk. Andre grunner til overskridelsen spente fra geologi til velferdspolitik. I tunneldriften støtte man på uventede problemer i form av «sprakefjell», dvs. trykk i berggrunnen som gjorde det nødvendig med bolting og andre sikringsarbeider. Dette forsinket driften og medførte store kostnader. Arbeidsmiljøloven i 1978 gjorde slutt på nattskift. For likevel å holde tidsskjemaet ble forseringer avtalt med entreprenøren, noe som virket fordyrende. Det var også andre grunner til at arbeidet ble langt dyrere enn tilbudet fra entreprenørene tilsa. Entreprenørene hadde trolig gått lavt i sine anbud for å sikre entreprisen. En lang rekke tilleggskostnader viste seg uunngåelig.

Hovedentreprenør for Aurlandsutbyggingen var Ing. Thor Furuholmen A/S. Kværner Bruk leverte turbiner og mer, NEBB leverte generatorer og annet på elektrosiden.

Senere utvikling i Aurland med utbygging for aggregat 3 i kraftverket Aurland 1

Allerede ved byggingen av Aurland 1 med to aggregater var byggherren klar over at det ville bli behov for ytterligere et aggregat når alle reguleringer i fjellet var gjennomført. Tilløpstunnelen fra Viddalsdammen til topp trykksjakt, og likeså avløpstunnelen fra kraftstasjonen til Vassbygdvatn ble gjort store nok, med tanke på at det kunne installeres en tredje maskin i Aurland 1 når behovet for økt maskinkapasitet meldte seg.

På kalde vinterdager hadde ikke Oslo Lysverker maskiner nok i sitt produksjonssystem til å dekke etterspørselen etter kraft i Oslo by. Underskuddet på effekt ville bare øke viste prognosene for de nærmeste år. Derfor ble det besluttet at Aurland 1 skulle utvides med installasjon av en ny tredje maskin på samme størrelse som de to eksisterende maskiner, nemlig 225 MW.

Prosjekteringen gikk ut på utvidelse av maskinhallen for den nye maskinen og sprengning av en ny trykksjakt. Bestilling av turbin og generator ble gjort i 1986, og kontrakten med bygningsentreprenør Selmer-Furuholmen Anlegg A/S, ble inngått like før jul 1986.

Arbeidene i marken startet i januar 1987 med sprengningsarbeidene. Montering av trykksjaktør, turbin, generator og øvrige komponenter startet i 1988. Trykksjaktør og turbinen ble levert av Kværner Brug A/S og generatoren av NEBB A/S, Oslo. Den nye maskinen ble satt i drift i 1989.

Det ble sprengt ut ca. 203000 m³ fast fjell og støpt 3500 m³ betong i kraftstasjonen. Trykksjakten har en samlet lengde på 1100 m med helning 1:1, og med varierende tverrsnitt fra 10 til 4 m². I trykksjakten ble støpt inn et stålrør med diameter 2,6 m nederst, økende til 3,6 m øverst. Vekt av røret er ca. 3000 tonn.

Det sluttet ikke der. I perioden 2004-2006 ble de 3 aggregatene i Aurland 1. oppgradert til 280 MW hver. Aurlandsutbyggingen har i dag installert effekt på 1275 MW, dvs. det dobbelte av opprinnelig mål.

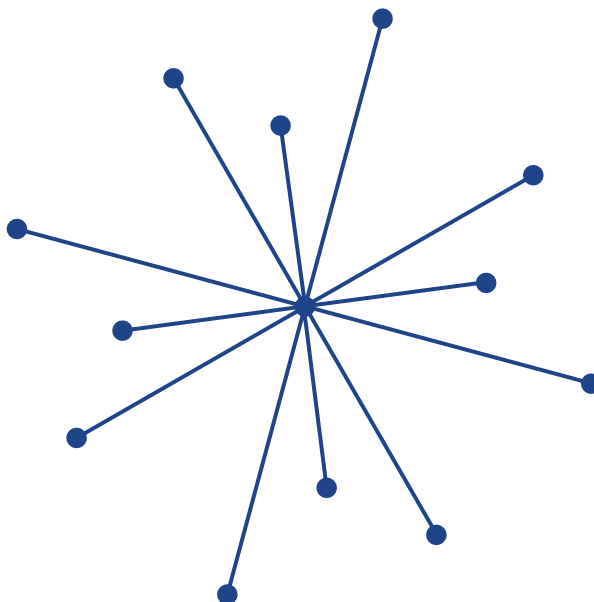




Foto: Vegard Skogheim



Foto: Einar Gjærevold

FRA OSLO LYSVERKER TIL HAFSLUND E-CO VANNKRAFT

John A. Ravlo

I dag landets nest største kraftkonsern. Utviklingen berører viktige deler av landet og viser samarbeid mellom fylker og kommuner.

For Oslo startet utviklingen med Christiania Elektricitetsværk som ble etablert 12. desember 1892 da 11 elektriske lysbuelamper tatt i bruk langs Karl Johans gate. Strømmen ble levert fra en kullfyrt dampdrevet kraftstasjon i Rosenkrantz' gate 14. Selskapet hadde ved starten 32 abonnenter. Steen & Strøm var stor kunde og abonnerte på strøm til 69 glødelamper og 32 buelamper. I 1892 lå prisen på 75 øre per kWh. Det tilsvarer en pris på nesten 55 kroner i dagens kroneverdi.

Selskapets første vannkraftverk ble bygget på Hammeren i Maridalen. Kraftverket ble satt i drift i år 1900 etter en byggetid på to år og var den gang landets nest største¹

med 4 horisontale aggregater. Det utnytter et fall på 108 meter. Ved åpningen av kraftstasjonen ble det uttalt at anlegget ville dekke Kristianias kraftbehov for all fremtid. Et dristig utsagn, allerede året etter måtte kraftverket utvides med to nye aggregater slik at samlet effekt kom opp i 2,1 MW. I 1927 ble stasjonen bygd om. De seks aggregatene ble fjernet og erstattet av ett aggregat på 4,9 MW. Dette er fortsatt i drift. Rørgaten ble skiftet ut i 2015. Årsproduksjon er nå 18 GWh. Hammeren dekket langt fra behovet i Oslo. Glommens Træsliberi åpnet i 1902 Kykkelsrud kraftverk og bygget en 84-km lang 20 kV overføringslinje via Aker, Bærum og Asker til sementfabrikken på Slemmestad. Oslo takket i 1904 nei til å kjøpe kraftverket og kraftlinjen, men inngikk fra 1906 avtale om å leie kraftproduksjon fra kraftverket. I 1918 fikk hovedstaden ca. 95% av sin kraft fra Kykkelsrud og hadde begynt å planlegge mer egen kraftproduksjon.



Hammeren kraftverk i Maridalen. Eneste kraftverk i Oslo. I drift fra år 1900. Fortsatt i drift

¹Hafslund Kraftstasjon med 5,2 MW som sto ferdig sto ferdig året før var størst.

Arbeidet med kraftverket i Solbergfoss startet opp i 1913. Prosjektet omfattet fem fossefall fra Mørkfoss til Solbergfoss i Glomma. Det var et felles prosjekt mellom Christiania Elektricitetsværk og Staten (2/3 og 1/3). For å optimalisere anlegget med hensyn til beliggenhet og strømningsforhold, ble det bygd en naturtro modell i målestokk 1:25 i Skjærsjøelva et stykke ovenfor Hammeren kraftverk. Glommas bunnforhold ble ved sprengning, utgraving og utstøping kopierte i en lengde av ca. 100 m. Modellen for øvrig besto av en steinkistedam, basseng med avløp for overvann, elveløpet med tre valser², kraftstasjon, pillarer og ledemurer og en regulering av undervannet. I oktober 1919 ble forsøk med ulike vannføringer og idéer testet ut i praksis. Solbergfossprosjektet, den gang ansett som gigantisk med en arbeidsstokk på nærmere et tusen og en betydelig grad av pionérarbeid. Stasjonsbygningen ble tegnet av Bredo Greve, en av datidens store arkitekter. Solbergfoss kraftstasjon ble åpnet i 1924 med 7 (alle 5 MW) av 13 planlagte aggregater. Frem til 1959 kom de neste syv på plass slik at kraftverket kom opp i 108 MW med en årsproduksjon på 350 GWh. I 1985 startet Solbergfoss II med ett aggregat på 100 MW. Med en samlet effekt på 208 MW produserer Solbergfossverkene i dag 900 GWh og er ett av Norges største elvekraftverk.

I 1921 ble Christiania Elektricitetsværk slått sammen med det kommunale Christiania Gasværk, og fikk navnet Kristiania Gas- og Elektricitetsverker, i 1930 skiftet selskapet navn til Oslo Lysverker. Gassleveringen ble skilt ut som eget selskap i 1954 med navnet Oslo Gassverk. Allerede i 1916 kjøpte Oslo kommune Holsfossene i Hallingdal. Det ble tidlig klart at det ville være gunstig med en felles utbygging av Holselva og Votna. En plan for et slikt prosjekt forelå allerede i 1926. Først i begynnelsen av 1940 startet Oslo Lysverker arbeidet med byggingen av Ruud kraftverk (i dag kjent som Hol 1) og kraftledning til Oslo. Dette var det første kraftverket Oslo Lysverker bygget i Hallingdal. Krigen forsinket og stoppet arbeidet så det første aggregatet på Ruud ble ikke satt i drift før i januar 1949. Mastereising og linjemontasje fra Hol til Oslo pågikk i hele 1948, med opptil 700 mann i arbeid. De første 147 kilometerne til Follum ble satt i drift samtidig med kraftverket. Høsten 1949 kom aggregat 2 i drift på Ruud. Sogn transformatorstasjon i Oslo og kraftledningen gjennom Nordmarka var driftsklar med 220 kV spenning i desember samme år. Dermed kunne kraft-

verket kjøres for fullt. Et så høyt spenningsnivå var ikke tidligere tatt i bruk her i landet. Det gikk ikke lang tid før ytterligere overføringskapasitet ble nødvendig! En av årsaken til at linjebyggingen gjennom Nordmarka ble forsinket, var den folkelige motstanden mot trasévalget. Det ble sendt inn protester fra privatfolk, turistforeninger, sportsfiskere, orienterings-forbundet og politiske ungdomsorganisasjoner fra Unge Høyre til Kommunistisk Ungdomslag. Da formannskapet behandlet saken i 1946 mobiliserte motstanderne og mens formannskapet behandlet prosjektet i Rådhuset sto mellom 30 000 og 40 000 mennesker på Rådhusplassen og formidlet sine synspunkter supplert med hornmusikk, allsang, plakater og slagord. Målet i antall deltakere var dette den til da største miljødemonstrasjonen i Norge. Til øredøvende pipekonsert fra de fremmøtte demonstrantene ble traséen likevel valgt. Bystyret i Oslo sluttet seg senere til formannskapets anbefaling.

I desember 1956 var også linje 2 fra Hol til Oslo klar for drift, samtidig som nye aggregater var driftsklare. Traseen for linje 2 ble lagt parallelt med linje 1 fra 1949, slik vi fortsatt kjenner igjen linjene i marka. Sommeren 1963 ble hele kraftoverføringen oppgradert til 300 kV spenning. Hol 1 (Ruud) skulle sikre elektrisitetsforsyningen til Oslo og utnyttet 2 fall, fra Strandevatn med steinfyllingsdam henholdsvis fra Stolsvatn med flerbuedam i betong. (Urunda, 2 x 45 MW) og fra Rødungen og Varaldsetvatnet (Votna, 2 x 50 MW). Hol 1 var det siste store norske anlegget som ble bygd med rørgate og kraftstasjon i dagen. De to første turbinene (45 MW hver) i Hol 1 var de største Francis-turbinene i verden både i ytelse og fallhøyde da de ble satt i drift i 1949. Turbinene i Hol 1 var en viktig del av utviklingen av norsk teknologi i vannkraftsammenheng på terskelen til en gullalder for bransjen.

De to dammene i Stolsvatnet og Strandevatnet representerer to forskjellige utviklinger. Dammen ved Strandevatn er en steinfyllingsdam³ mens Stolsvassdammen besto av 13 vertikale⁴ betonghvelv som nå er erstattet også av en steinfyllingsdam. Hele utbyggingen av Hol 1 var ferdig i 1956 med til sammen 190 MW fordelt på 4 aggregater plassert i det samme bygget.

Etter Hol 1 bygget Oslo Lysverker mange flere kraftverk i Hol 1 ble senere etterfulgt av en rekke kraftverk i Hallingdal og eier i dag helt eller delvis flere kraftverk i vassdraget:

²Valser oppstår når vann faller over en hindring (elvestryk/foss) og det utløser motstrøm i bunnvannet på nedside av hindringen.

³V. Dammen ved Strandevatn omtales som den første steinfyllingsdammen i Norge, ferdig 1954.

⁴Da Dambyggerforeningen innsiserte anlegget for noen år tilbake ble vi fortalt at damkonstruksjonen var designet med halvt liggende hvelv, men ble endret til vertikale etter påtrykk fra entreprenøren.

Hol 2 (1957) og 3 (1958), Gjuva, Brekkefoss, Hemsil 1 og 2 i Hemsedal (1957-1960), Lya (2008) samt Usta og Nes (1965-1967). De to siste eies 4/7.

Aker og Oslo blir til en kommune

I 1948 ble Oslo og Aker kommuner slått sammen. Naturlig nok ble de to selskapene Oslo Lysverker og Aker Elektrisitetsverk fusjonert og nye Oslo Lysverker fikk hånd over Akers fallrettigheter i Hemsilvassdraget i Hemsedal og Gol kommuner og Vinstra. Utbyggingen av Vinstravassdraget var allerede i gang. Fallrettighetene i Vinstravassdraget mellom Olstappen og Gudbrandsdalslågen ble kjøpt opp av Hamar, Vang og Furnes kommunale kraftselskap (HVF) allerede i 1933. Full utbyggingen var en for stor oppgave for HVF så det ble etablert et samarbeid med Aker Elektrisitetsverk. I 1946 ble Vinstra kraftselskap stiftet, og anleggsarbeidet ble påbegynt året etter. I Vinstra kraftselskap hadde HVF en eierandel på én tredel, mens Aker hadde en eierandel på to tredeler. Eierandelen i Vinstra kraftselskap fulgte med inn i Oslo Lysverker i 1948. Etter krigen var det mangel på arbeidskraft, materialer og maskiner slik at det tok lang tid å fullføre Vinstrautbyggingen. Oslo Lysverker hadde begrensede ressurser til rådighet, og de valgte derfor først å ferdigstille Hol kraftverk i Hallingdal i 1949. Etter dette ble det full arbeidsstyrke på Vinstra, og i 1953 stod anlegget klart med to aggregater på til sammen 100 MW. Dette var igjen verdens største Francis-turbiner på den tiden. Ytterligere to aggregater kom på plass før kraftverket sto ferdig i 1958 med en effekt på 200 MW. Som en del av byggearbeidet ble det bygget en 220 kV-ledning til Fåberg og videre til Oslo. Oslo Lysverker ble eier av de 145 km fra Fåberg til Oslo. Ulven transformatorstasjon i Oslo var en del av dette prosjektet. Vinstraledningen ble overtatt av Statnett i 1999.

Nedre Vinstra var det første av en rekke deleide kraftverk i Innlandet som Oslo Lysverker ble medeier i. År 1954 deltok Oslo Lysverker i etableringen av Opplandskraft DA sammen med fylkene Oppland, Hedmark, Akershus. Hver partner fikk 25% eierandel og selskapet bygget etter hvert seks kraftverk i Oppland og Hedmark: Øvre Vinstra 1959/1960, Hunderfossen 1963/1964, Harpefossen 1965, Skjåk I 1965, Rendalen 1971 og Savalen 1971. Selskapet deltok i utbyggingen i Øvre Otta (Øyberget kraftverk og Framruste kraftverk 2005) hvor selskapet i dag eier 80%. Nå bygges Tolga kraftverk.

I perioden 2001–2003 kjøpes 61,35% av fylkeskommunale Oppland Energi AS som eier 9 kraftverk i Dokka- og Begnavassdraget. Resten av selskapet var eid av Opp-

land fylke, men ble overdratt til Eidsiva Energi. Kraftverkene er Ylja kraftverk (1973), Lomen kraftverk (1983), Kalvedalen kraftverk (1967), Fosheimfoss kraftverk (1994), Faslefoss kraftverk (1980), Eid kraftverk (2000), Torpa kraftverk (1989), Kjølja kraftverk (1990) og Dokka kraftverk (1989). I tillegg hadde selskapet overtatt den andelen Oppland fylke eide i Opplandskraft DA og selskapet disponerer 20% av Bagn kraftverk (1961). I 2018 åpnet Rosten kraftverk i Gudbrandsdalen hvor Oppland Energi eier 72%.

Allerede i forbindelse med utbyggingen av Solbergfoss hadde Oslo kommune kjøpt fallrettighetene til Fossumfoss som ligger mellom Solbergfoss og Kykkelsrud. Kraftverket som Glommens Træsliberi bygget ved Kykkelsrud i 1902 ble i 1910 overtatt av Hafslund. Oslo Lysverker og Hafslund ble tidlig på 1960-tallet enige om en felles utbygging av fossefallene på Kykkelsrud og Fossumfoss. Kraftverket fikk navnet Fellesanlegget Kykkelsrud-Fossumfoss (FKF kraftverk) og var eid med 72% av Hafslund og 28% av Oslo Lysverker. Anlegget fikk installert to aggregater i 1962-64 og utvidet med et tredje aggregat i 1982-85.

I 1969 startet Oslo Lysverker kraftutbyggingen i Aurland (Beskrevet foran).

I 1991 gikk Oslo Lysverker over til å bli et aksjeselskap, og skiftet navn til Oslo Energi AS. I 1996 deles Oslo Energi i to selskaper: Viken Energinett AS og Oslo Energi Holding AS som begge er 100% eiet av Oslo kommune. Nettselskapet overtar kraftnettet mens de vesentlige eiendelene til Oslo Energi Holding AS blir datterselskapene Oslo Energi AS (strømleverandør) og Oslo Energi Produksjon AS. Samme år ble det gjennomført en liberalisering av kraftmarkedet som etter hvert fikk store konsekvenser for kraftindustrien. Norge hadde en svært lav kraftpris sammenlignet med land som ennå ikke hadde liberalisert markedene sine. Etter hvert som de fleste landene kom etter, utjevnet prisene seg, forretningsideen for eksempelvis Eurokraft Norge AS falt bort og selskapet ble avviklet i 2002.

1996 solgte Oslo kommune 20% av Oslo Energi Produksjon til Statkraft. Kommunen beholdt en forkjøpsrett for tilbakekjøp om Statkraft senere skulle selge aksjene. 1996 ble også andelen i FKF kraftverk solgt til Hafslund med oppgjør i Hafslund-aksjer (11,25% eierandel). Oslo Energi Holding ble dermed største aksjonær i Hafslund. I 1997 kjøpte Oslo Energi Sagefoss kraftverk av Flekkfjord kommune.

I perioden 1997-1999 kjøper Oslo Energi 30% av kraftprodusenten Energiselskapet Buskerud Kraftproduksjon AS.

I 1999 kjøpte Oslo Energi Holding alle Statoils aksjer i Hafslund og økte sin eierandel til 31,5%. I 2001 ble strømleverandøren Oslo Energi AS og merkevaren Oslo Energi solgt til Vattenfall Norge. Samtidig skiftet de andre Oslo Energi selskapene navn til E-CO Energi. Senere i 2001 solgte Vattenfall Oslo Energi videre til Hafslund og fikk deler av oppgjøret i Hafslund-aksjer som ble solgt til svenske Sydkraft i 2002 og videre i 2003 til finske Fortum. Oslo kommunes samlede eierandel i Hafslund ble i 2002 økt til 53,7% ved at Viken Energinett ble fusjonert inn i Hafslund og oppgjør ble gjort i form av Hafslund-aksjer. Den andre store eieren i Hafslund ble etter hvert finske Fortum som gjennom forskjellige transaksjoner i 2003 kom opp i en eierandel på 34,3%. Et tilbud i 2005 om kjøp av Oslo kommunes 53,7% eierandel i Hafslund fikk ikke politisk tilslutning. Etter at kraftleverandøren Oslo Energi ble solgt i 2001 og nettselskapet Viken Energinett i 2002 ble E-CO Vannkraft en ren vannkraftprodusent, 80% eid av Oslo kommune og 20% eid av Statkraft.

Etter at Statkraft i 2002 kjøpte en stor aksjepost i Agder Energi ble selskapet pålagt av Konkurransetilsynet å selge seg ut av E-CO Vannkraft. Statkraft inngikk salgssavtale med tre finske kraftselskaper om salg av aksjene, men Oslo kommune valgte å bruke forkjøpsretten fra salget i 1996 og kjøpte i 2004 tilbake aksjeposten. Dermed ble E-CO Vannkraft igjen 100% eid av Oslo kommune.

E-CO Energi var i 2004 med på etableringen av Norges største småkraftselskap Norsk Grønnkraft AS sammen med tre andre kraftselskaper. En rekke av E-CO Vannkrafts småkraftverk ble overført til det nye selskapet. I 2009 selger E-CO Energi sin 30% eierpost i EB Kraftproduksjon til Energiselskapet Buskerud. Som en del av avtalen kjøper E-CO Energi 50% i kraftverkene i Embretsfoss. Den nye kraftstasjonen Embretsfoss 4 åpnet i 2013. Sammen med Embretsfoss 3 produserer anlegget i alt 330 GWh i året.

I 2014 selger E-CO Energi og de øvrige eierne i Norsk Grønnkraft selskapet til tyske Aquila Capital.

Aktieselskabet Hafslund

Hafslund har nesten alltid hatt en sentral plass i hovedstadens kraftforsyning. Den første samarbeidsavtalen ble inngått allerede i 1906 og frem til Solbergfoss kom i

drift ble mesteparten av hovedstadens kraftbehov dekket av Hafslund. Senere ble det samarbeid om utbygging av Fellesanlegget Kykkelsrud Fossumfoss på 1960-tallet, noe som igjen medførte at Oslo kommune i 1996 kom inn som eier i Hafslund.

Hafslund ble etablert 18. mars 1898 som videreføring av et interessentfellesskap som i 1896 hadde kjøpt Hafslund herregård med de tilhørende 50% av fallrettighetene i Sarpsfossen. Aksjemajoriteten ble tegnet av Siemens Schuckert & Co i Nürnberg. Formålet var å etablere kraftproduksjon i Sarpsfossen, samt å bygge en karbidfabrikk som skulle utnytte kraftproduksjonen. De seks første aggregatene i Hafslund kraftverk settes i drift i 1898. Kraftlinjen fra Hafslund kraftstasjon til Fredrikstad settes i drift. Driftsspenningen er 5 kV. Linjen forsyner i første rekke karbidfabrikken på Hafslund, men også Fredrikstad med kraft til lys og maskindrift.

A/S Vamma Fossekompagnie ble grunnlagt av Sam Eyde i 1902. Formålet var å bygge kraftverk for å forsyne en planlagt kunstgjødsselfabrikk på Skjorten i Vamma med strøm. Utbyggingen av Vamma kraftverk startet i 1907. Fem år senere skrinla imidlertid Eyde planene om å bygge kunstgjødsel-fabrikk på Skjorten og solgte det uferdige kraftverket. Kristiania kommune takket nei så anlegget ble solgt til Hafslund.

I 1915 fullførte Hafslund første byggetrinn og satte i drift de to første aggregatene. I perioden 1916-1944 ble den gamle delen av kraftverket fullført med i alt 10 aggregater. Vamma har i dag et av de største lavtrykks-aggregatene i Europa med en kapasitet på 113 MW og middelårsproduksjon på 1,3 TWh.

Kykkelsrud kraftverk som var eid av Glommen Træsliberi ble satt i drift 1903. 7 år senere ble selskapet overtatt av Hafslund. Det var to aggregater, hvert på 2,2 MW, som ble satt i drift i 1903. Kraftverket var planlagt for 13 aggregater på til sammen 22 MW. 2 til kom i 1906 og ferdigstilte første byggetrinn. 5 nye kom frem til 1913. Det ble til slutt 12 aggregater og det siste kom i 1948. I sum ga dette 60 MW.

I 1916 kjøpte en gruppe norske investorer ut den tyske majoritetseieren slik at Hafslund kom på norske hender. I 1978 satte Hafslund i drift et kraftverk til i Sarpsfossen. Sarp kraftverk ligger på motsatt side av elven i forhold til Hafslund kraftverk. Kraftverket eies 50/50 av Hafslund og Orkla. Sarpsfossen er Norges mest vannrike foss og foruten Hafslund og Sarp kraftverk, ligger også Borre-

gaard kraftverk i denne fossen. I tillegg til de fire kraftverkene som Hafslund eide i nedre del av Glomma, kjøpte de i 1993 fem mindre kraftverk med tilhørende anlegg og rettigheter av Mathiesen-Eidsvold Værk. Kraftverkene ligger langs Andelva i Eidsvoll kommune. Ett av kraftverkene ble senere solgt til Akershus Energi.

Helt fra starten drev Hafslund både kraftproduksjon, nettvirksomhet og salg av strøm. Med unntak av kraftverkene på Eidsvoll som ble kjøpt i 1993 har produksjonen vært konsentrert om kraftverk i Nedre Glomma. Virksomheten innen nett og strømsalg vokste kraftig etter at kraftmarkedet ble liberalisert i 1991. Størstedelen av veksten innenfor disse områdene skjedde gjennom overtakelse av andre virksomheter. Hafslund drev også ulike virksomheter innen kraftkrevende industri. Den siste, Hafslund Metall ble solgt i 1990. I perioden 1986 – 1996 var farmasiselskapet Nycomed eiet av Hafslund. De siste årene har selskapet bygget opp fjernvarme som nytt forretningsområde. Hafslund Hovedgård har hele tiden og er fremdeles eid av Hafslund.

I 2017 ble de to hovedeierne, Oslo kommune (56,7%) og Fortum (37%) enige om at de ville løse ut alle minoritetsaksjonærene og dele selskapet mellom seg. Oslo kommune ved E-CO Energi skulle overta 90% av vannkraftselskapet, hele nettvirksomheten og Hafslund hovedgård. Fortum skulle overta hele strømsalgvirksomheten og 10% av vannkraftselskapet, mens fjernvarmevirksomheten skulle eies 50/50.

Transaksjonen gjennomføres i 2018 og Oslo kommune samler eierskapet i Hafslund og E-CO Energi i et morselskap, Hafslund E-CO. De to datterselskapene fortsetter sine virksomheter som Hafslund Nett, som er Norges største nettselskap, og Hafslund E-CO Vannkraft med det 90% eide datterselskapet Hafslund Produksjon, som er Norges nest største kraftprodusent.

Fortum selger sin 10% eierandel i Hafslund Produksjon til Svartisen Holding AS. Dette er et selskap eid av tre finske kraftselskaper som har en langsiktig leieavtale med Nordland Fylkeskommune for det meste av deres eierandel i Svartisen kraftverk.

Eidsiva Vannkraft

I 2018 ble det gjort kjent at E -CO Energi og Eidsiva Vannkraft forhandlet om å slå seg sammen for å styrke sin posisjon som Norges nest største vannkraftprodusent. Sammenslåingen ble gjennomført i 2019. E-CO Energi

hadde startet sitt samarbeid med deler av den opprinnelige virksomheten til Eidsiva da Oslo Lysverker i 1948 overtok Aker Elektrisitetsverk som eide 2/3 av Vinstra kraftselskap. Hamar, Vang og Furnes kommunale kraftselskap (HVF) som eide 1/3 i 1948 slo seg i 1987 sammen med Ringsaker og Nes Kraftanlegg og Løten Elektrisitetsverk i det nye Hamar-regionen Energiverk AS.

Dagens Eidsiva Energi ble etablert i juli 2000 da Lillehammer og Gausdal Energiverk (LGE) og Hamar-regionen Energiverk (HrE) fusjonerte sine nett- og omsetningsvirksomheter til ett selskap som fikk navnet Eidsiva Energi. Året etter overtok Eidsiva Energi nett- og omsetningsvirksomheten til Hedmark Energi (HEAS). Statkraft hadde i 2000 kjøpt 49% av aksjene i HEAS.

I 2004 besluttet eierselskaper HrE, LGE og HEAS å fusjonere til Eidsiva Energi Holding AS (EEH) slik at også eierselskapenes eierskap i vannkraftverk ble en del av Eidsiva konsernet gjennom selskapet Eidsiva Vannkraft AS. HEAS fikk en eierandel på 50,1% i EEH. Statkraft hadde i 2002 kjøpt 49% av Agder Energi og som et ledd i dette kjøpet hadde Konkurransetilsynet pålagt Statkraft å selge seg ut av en del av annen kraftproduksjon. En del av disse salgene var eierandelen i HEAS som ble solgt tilbake til de andre eierne i Eidsiva. Kraftverkene som kom inn i Eidsiva Vannkraft var før sammenslåingen heleid av Hedmark, 25% eid av Hedmark (andelen i Opplandskraft DA) eller deleid av HrE (Nedre Vinstra). E-CO Energi (Oslo Lysverker) var medeier i alle de deleide kraftverkene.

I 2005 endret holdingselskapet navn til Eidsiva Energi AS mens de operative datterselskapene fikk navnene Eidsiva Marked AS, Eidsiva Vannkraft AS og Eidsiva Nett AS.

I 2006 fikk Eidsiva Energi ni nye eiere da Oppland fylkeskommune og 8 kommuner i Oppland ble medeiere. Som en del av transaksjonen ble Oppland fylkes eierandel (38,65%) i Oppland Energi overført til Eidsiva Vannkraft. Oppland Energi eide igjen den 25% andel i Opplandskraft som opprinnelig var eid av Oppland fylke. Resten av Oppland Energi var eid av E-CO Energi (Oslo Lysverker). Virksomhet og ansatte fra Oppland Energi ble overført til Eidsiva Vannkraft mens Oppland Energi fortsatte som et eierselskap for kraftverk.

I 2018 ble det kjent at eierne av Eidsiva Energi og E-CO Energi forhandlet om en sammenslåing av kraftproduksjonen og nettvirksomheten. Siden starten i 2000 hadde

Eidsiva-konsernet utviklet se til et energikonsern med 163 000 strøm- og nettkunder samt en vannkraftproduksjon på 3,5 TWh. Selskapet driftet også 20 heleide og 24 deleide kraftverk.

Sammenslåingen ble gjennomført i 2019. Eidsiva Vannkraft ble overtatt av Hafslund E-CO Vannkraft som nå eies med 57,2% av Hafslund E-CO (Oslo kommune) og 42,8% av Innlandet Energi Holding (Innlandet fylke og 26 kommuner i Innlandet). Eidsiva Nett ble overtatt av Hafslund Nett som skiftet navn til Elvia. Elvia eies med 50% av Hafslund E-CO, 49,4% av Innlandet Energi Holding og 0,6% av Åmot kommune.

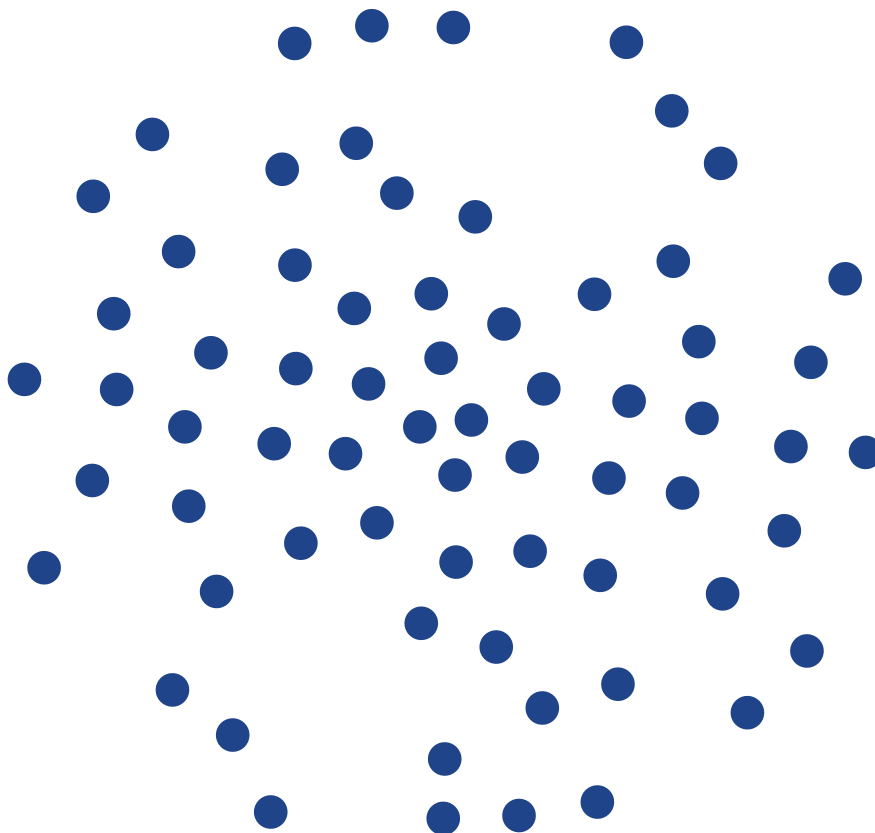
Eidsiva Marked AS som selger strøm til forbrukere, er nå eiet av Innlandskraft AS som også eier Gudbrandsdal Energi. Innlandskraft er eid av Innlandet fylke og kommuner i Innlandet. I 2020 har eierne inngått avtale om å selge Innlandskraft til Fjordkraft ASA.

Oslo Lysverker i 2020

Det som startet som Oslo Lysverker i 1892 har i 2020 blitt et energikonsern, Hafslund E-CO Vannkraft AS, som eies av Innlandet fylke, en rekke kommuner i Innlandet fylke og Oslo kommune.

Ett av datterselskapene heter fremdeles Oslo Lysverker og står som eier av det eldste og eneste vannkraftverket i Oslo, Hammeren kraftverk fra 1900.

Hafslund E-CO Vannkraft eier helt eller delvis ca. 90 kraftverk i Sør-Norge med samlet effekt på noe over 5 GW. Konsernets eierandel i kraftproduksjon er på over 17 TWh per år, mens selskapet driver en portefølje på 21 TWh.





Elin Hermanstad Havik presenterer årets studenter på Fjellspreng 2019



Foto: Susanne Albrigtsen

SJAKTAVSENKNING VED FOSDALENS BERGVERKS AS

Arne M. Myrvang



Figur 1: Beliggenhet av Fosdalens Bergverk i Malm

Innledning

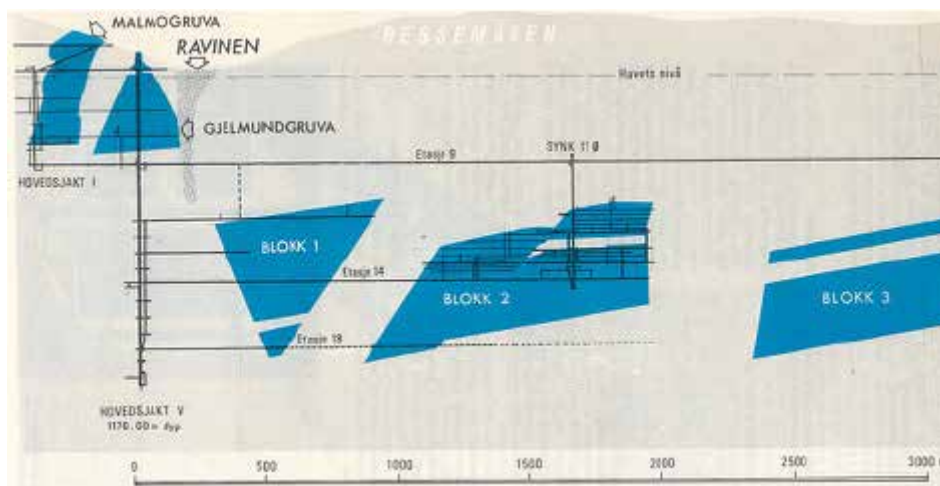
Mye av stoffet som presenteres her stammer fra en publikasjon av avdøde professor Ivar Berge, som i egenskap av driftsingeniør i bedriften var prosjektleder for sjaktarbeidene. Personlig har jeg ganske god kunnskap om sjaktarbeidene bl.a. gjennom besøk i sjakta under avsenkning og senere som rådgiver for Fosdalens Bergverks AS. Figur 1 viser beliggenheten av gruva i Malm, Verran kommune, Trøndelag.

Stedsnavnet Malm har forøvrig ingen ting med malmforekomsten å gjøre. Det betyr visstnok gresslette.

Bergtekniske- og geologiske forhold

Gruvedrifta i Malm begynte i 1906 i Vestgruva. Figur 2 viser et Ø - V lengdesnitt gjennom Østgruva. Vestgruva startet øverst til venstre på figuren. Her er den såkalte Grunnstollen drevet nesten 8 km vestover, og fra grunnstollen er det drevet 3 vertikale hovedsjakter med jevne mellomrom ned til et nivå omtrent det som kalles etasje 9 på figuren.

Midt på 1950-tallet ble det klart at malmreservene i vest avtok raskt. Gjennom geofysiske målinger og et omfattende kjerneboringsprogram ble Østmalm kartlagt. Det som kalles ravinen på figuren er en stor forkastning (dvs. en sprekkeseone i jordskorpa). Her er Østmalm



Figur 2: Ø-V lengdesnitt av Østgruva. Ved slutten av drifta var Etasje 18 drevet litt forbi Blokk 3, dvs. total lengde i overkant av 3 km.

presset ca. 700 m nedover i forhold til Vestmalmen. Dette medførte at en drift på denne malmen ville gjøre det nødvendig med store sjaktanlegg.

Blokkene 1, 2 og 3 på figuren er malmkroppene det ble drevet på i perioden 1969 – 1997. Blokkene står som skiver med tykkelse (mektighet) 5 – 8 m, og med fall (dvs. vinkel med horisontalplanet) på ca. 70°. De nyttbare mineralene i malmen er magnetitt (Fe_3O_4), svovelkis (FeS_2) og kopperkis (CuFeS_2) med innhold henholdsvis 30% Fe, 1,8% S og 0,03% Cu. Av dette ble det i oppredningsverket produsert jernmalmslig med 65% Fe, svovelkiskonsentrat med 49% S og kopperkiskonsentrat med 20% Cu.

Malmen ble brutt med såkalt skiverasbrytning. Det betyr at malmen sprenges og lastes ut fra skiveorter (tunneler) på ulike nivåer på en slik måte at sideberget raser kontrollert inn i det utsprenkte volumet etter hvert som malmen lastes ut. Det betyr at det ikke store åpne rom etter at brytningen er fullført i et område, men mere et volum fylt med større og mindre blokker av sideberg.

Sjaktarbeidene

Bedriften var på et tidlig stadium klar over at produksjon fra Østmalmen ville kreve store sjaktavsenkningsarbeider. Det fantes lite ekspertise på slike arbeider i Norge, og bedriften foretok derfor omfattende studiereiser i Europa, Sør-Afrika, Canada og USA. På reisene deltok i tillegg til ingeniører også utvalgte stigere og gruvearbeidere. Basert på innsamlet materiale fra reisene ble så anlegget planlagt. Dette resulterte i at to vertikale sjakter skulle drives samtidig, se Figur 2:

- a) Hovedsjakt 5 som er det sentrale sjaktanlegget med transport av malm, utstyr og personale. Denne går fra dagen ned til et dyp på 1177 m.
- b) Blindsjakt Synk 17 Ø for transport av utstyr og personale drevet fra Etasje 9 og 500 m ned til Etasje 14 (se Figur 2)

Begge sjaktene ble drevet i årene 1961 – 1965.

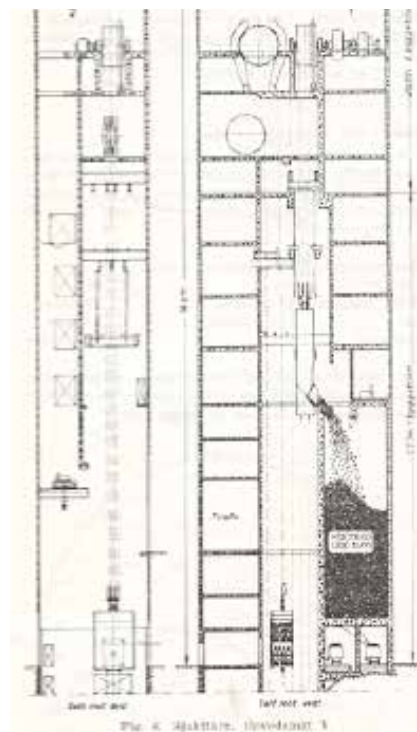
Bedriften bestemte seg for at både planlegging og selve avsenkningene skulle foregå i egen regi bl.a. for å holde egen arbeidsstokk beskjeftiget.

Nærmere beskrivelse av arbeidene

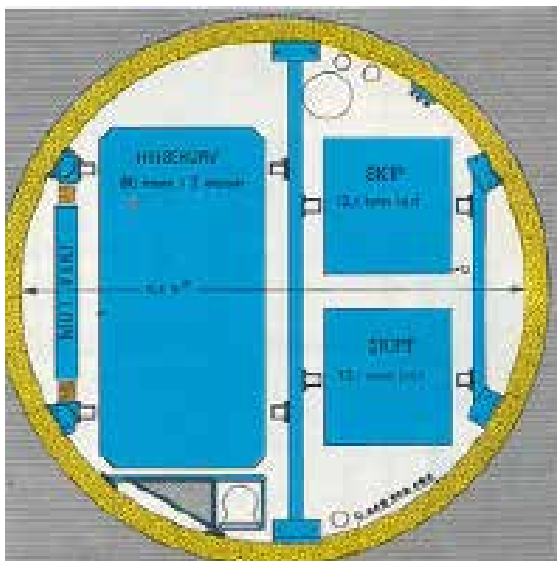
Begge sjaktene ble besluttet drevet med sirkulært tverrsnitt. Dette er fordelaktig både bergmekanisk, i forbindelse med utstøpning med form og ventilasjonsmessig.



Figur 3: Sjaktårnet 2018



Figur 4: Snitt av sjaktårn



Figur 5: Tverrsnitt av Hovedsjakt 5. 40 mann på vei ned, og tilsvarende i den andre etasjen i heiskurven

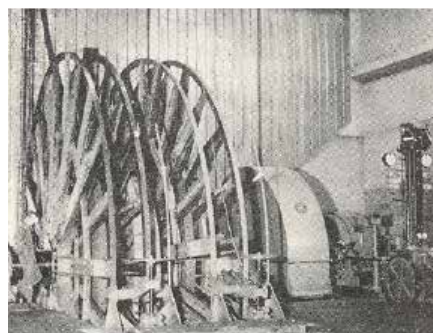


Før selve sjaktavsenkningen startet ble første byggetrinn av sjakttårnet bygget opp til 47,7 m høyde. Her fantes bl.a. anordninger for å tømme tønna for utsprengt stein fra sjakten i den framtidige malmsiloen, figur 4. Etter at sjaktarbeidene var fullført, ble sjakttårnet støpt til sin endelige høyde på 74 m med plass til de to heise-spillene for malmtransport og personell/utstyr på toppen. Figur 3 viser tårnet slik det framstår i dag. Fortsatt et imponerende byggverk som nok blir stående som et minnesmerke over 91 års gruvedrift i Malm. Figur 5 viser horisontalsnitt av Hovedsjakt 5. Sjakten ble drevet med en ytre diameter på 6,8 m. For å sikre langtidsstabiliteten er veggene i hele lengden sikret med 30 cm høyfast betong, slik at indre diameter er 6,2 m.

Sjakten er ved en midtstempling delt i en avdeling for malmtransport og en avdeling for personal- og materialtransport med hvert sitt heismaskineri. Begge heisene er såkalte friksjonsheiser (Koespill). Heiskurven i personheisen er forbundet med en motvekt via 4 eller 2 stålliner i et «endeløst rep» over en friksjonsskive forbundet med heismaskineriet i toppen av sjakttårnet (se figur 4). Heiskurven har to etasjer og kunne frakte 80 personer med en hastighet på 10 m/s. Malmheisen har to såkalte bunn-tømmende skipper med 12,5 tonn nyttelast hver. Skippene er forbundet med hverandre i et tilsvarende endeløst rep av stålliner, slik at når den ene er i bunnen av sjakten er den andre i toppen hvor den tømmes i malmsiloen (se figur 4). Heishastigheten her var 12 m/s.

Alle stålkonstruksjoner nedover i sjakten er galvanisert, og det samme gjelder heislinene.

For selve sjaktavsenkningen ble det brukt et eget heis-system for transport av personell, boreutstyr, sprengt berg og betong. Dette var et såkalt bobinespill (eller «snellespill»). Det spesielle med dette er at det brukes en heiseline som er flat med tverrsnitt 150 x 20 mm. Denne snelles opp på tromler som vist på figur 6. Bobinespillet ble montert ved siden av sjakttårnet, og linene gikk over to lineskiver på toppen av sjakttårnet. Heisehastigheten varierte mellom 4,75 m/s og 12,5 m/s avhengig av hvor mye kabel som var snellet opp på tromlene.



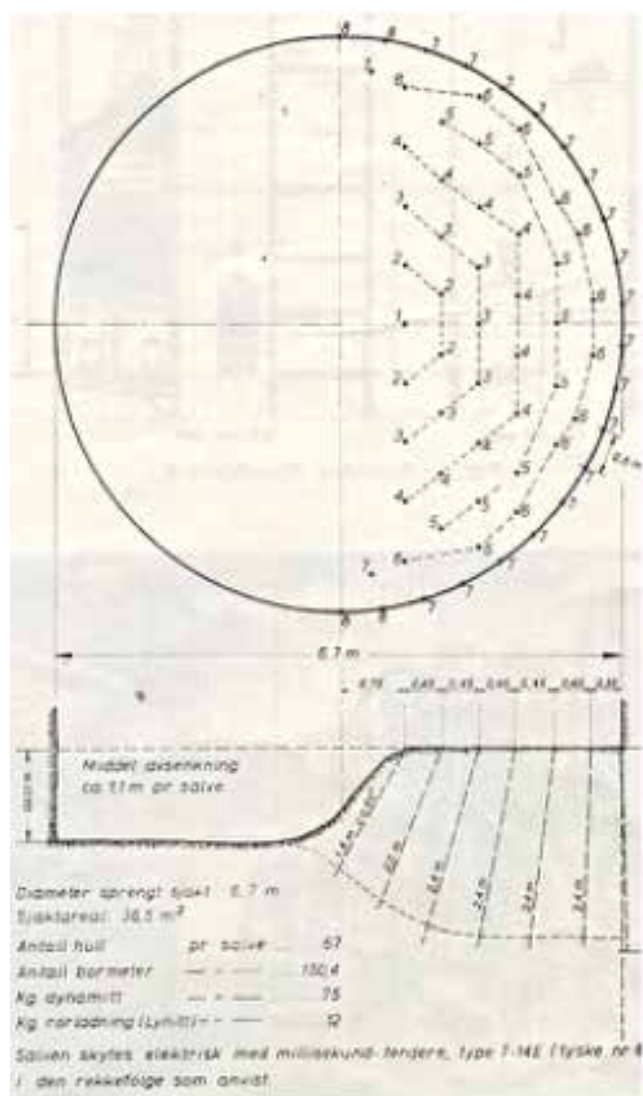
Figur 6: Bobinespill (Snellespill)



Figur 7: Tønne for transport av berg og folk

For transport ble det brukt forskjellige tønner for berg/folk, for betong og for boreutstyr/sprengstoff. Disse ble festet til heiselinen via en stor karabinkrok, se figur 7. Heisføreren kunne fra sitt rom i dagen kontrollere innlasting av materialer på dagnivå og tipping av bergtønne i malmsiloen i sjakttårnet via TV-kontroll. Dette må være en av de første eksemplene på bruk av TV- overvåking på en slik måte i Norge.

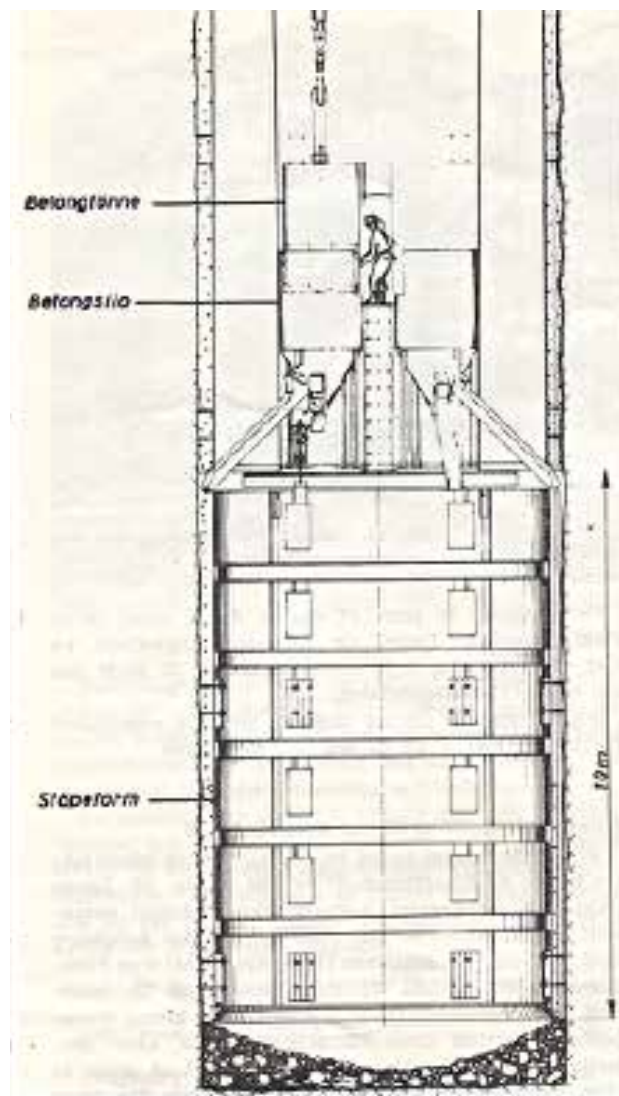
Selve avsenkningen av Hovedsjakt 5 foregikk syklisk, i det driften ble inndelt i seksjoner på 10 m. Figur 8 viser sprengningsplan. På grunn av at første salve under foregående 10 m bare var 1,5 m fra forskalingsformen, ble det valgt å bruke benching (benksalve), som vist på figuren.



Figur 8: Sprengningsplan Hovedsjakt 5

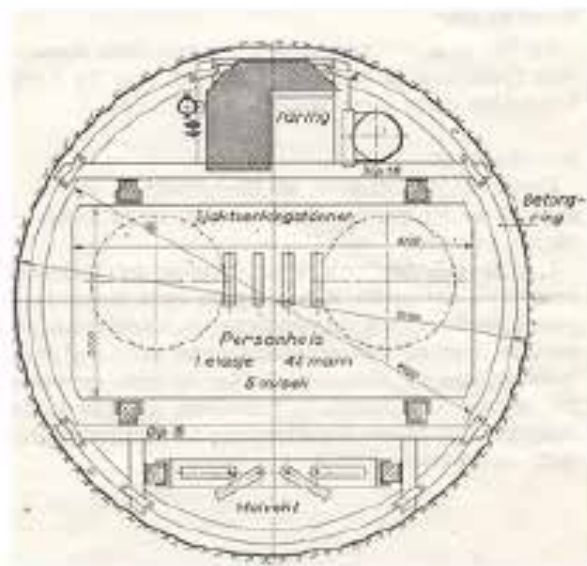
Selve boringen ble utført med håndboring med 6 - 8 trykkluftdrevne maskiner. Gjennomsnittlig inndrift var ca. 1,1 m pr. salve. Utlastingen foregikk med en Cryderman lastemaskin (se figur 10). Dette var en kanadisk, trykkluftdrevet maskin. Lastingen foregikk med en grabb på 0,2 m³ som leverte steinen opp i en tønne, noe som ga en lastekapasitet på ca. 40 t /time. I forhold til gamle dagers håndlastning var dette et enormt framskritt.

Etter 10 m avsenkning startet innstøpningen. Figur 9 viser den 10 m lange forskalingsformen. Siste salve som lå igjen etter skyting ble jevnet ut med Cryderman-maskinen for å gi god fundamentering av formen. For nedsenking av formen ble det benyttet et eget trykkluft-



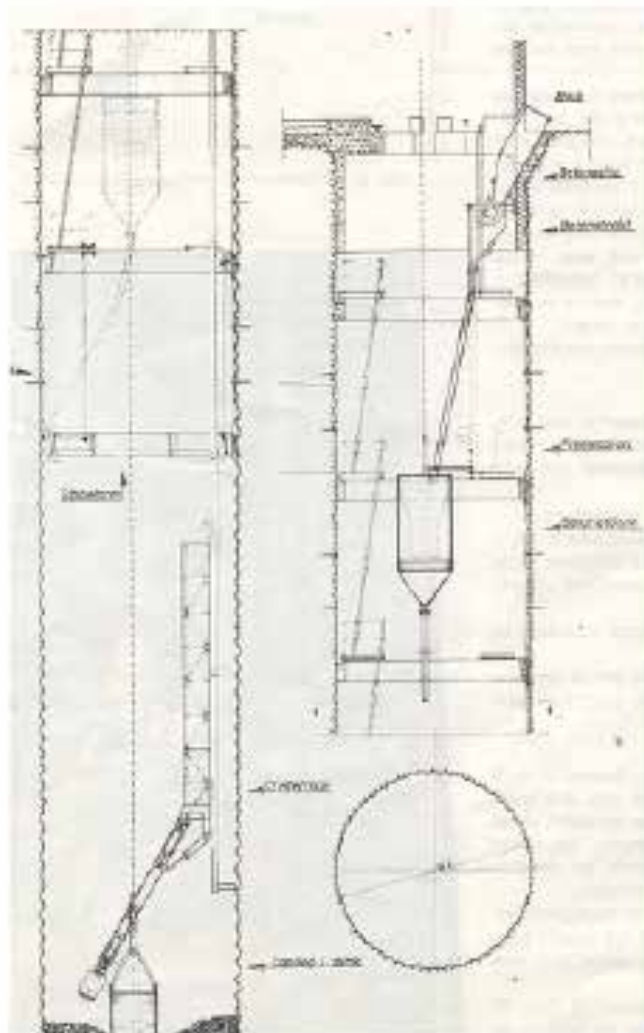
Figur 9: Forskalingsform Hovedsjakt 5

Figur 10: Horisontalsnitt og vertikalsnitt av sjakt synk 17 Ø med bl.a. Cryderman lastemaskin.



drevet, 4-tromlet spill plassert i dagen. Dette spillet ble også brukt til å heise opp og ned en arbeidsplattform brukt under støping og innbygningsarbeider. Forskalingsforma ble løsnet fra forrige innstøpte parti ved at en smal «dør» i hele lengden av forma ble åpnet. Deretter ble forma trukket sammen til mindre diameter ved hjelp av strekkfisker og senket ned til bunnen som vist på figur 9. Totalt gikk det med ca. 20 000 m³ betong i forbindelse med sjaktarbeidene, og det ble etablert en stor betongstasjon i et eget rom 20 m under dagen. Betongen ble levert i forskalingsformen i 2 m³ bunntømmende bøtter, se figur 9. Formen med fylt med ca. 110 m³ betong. Typisk tok fyllingen ca. 7 timer.

Mens betongen herdet, ble det montert omfattende stålinnbygning (se figur 5) 10 m oppover fra toppen av formen. Her ble plattformen nevnt ovenfor benyttet som



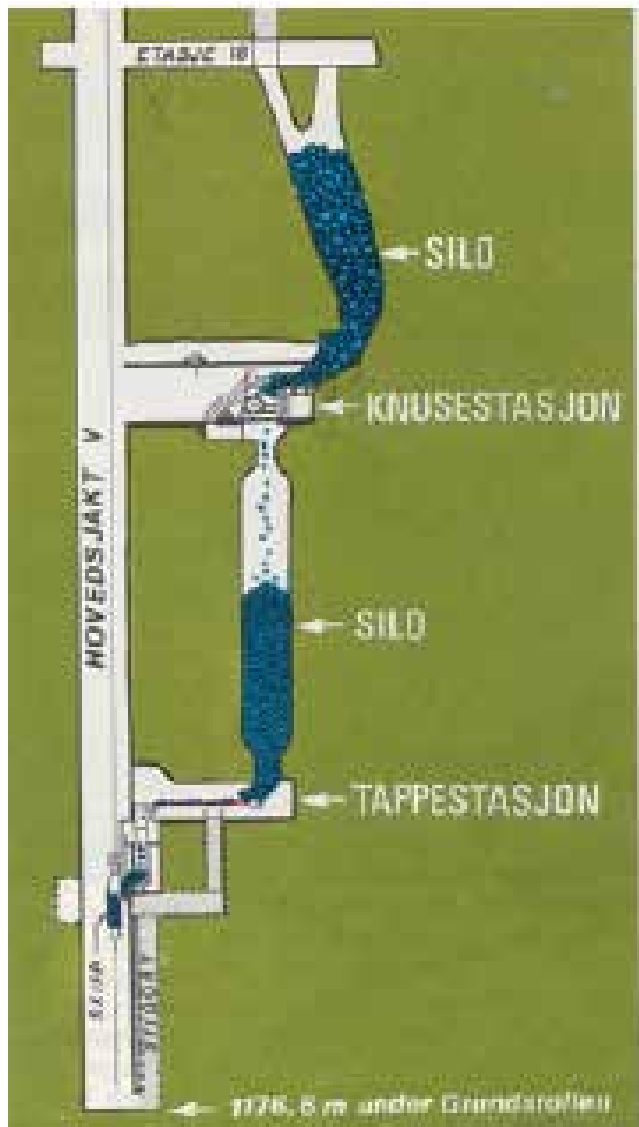
arbeidsplattform. Etter at betongen hadde herdet i 24 timer ble resten av salva under formen lastet ut, og ny avsenkningssalve ble startet ca. 1,5 m under bunn av formen.

Figur 10 viser horisontalsnitt vertikalsnitt av sjakten Synk 17 Ø. Den ble drevet med en ytre diameter på 5,3 m. Denne ble også utstyrt med friksjonsheis med motvekt. Heiskurven hadde samme areal som i Hovedsjakt 5, men med bare en etasje. Derved kunne alt materiell som ble lastet opp på tralle i dagen transporteres til arbeidsplassene i Blokk 2 uten omlasting. I denne sjakten ble det ikke utført full utstøpning. I stedet ble for hver 5 m støpt armerte betongringer for fester av innbygning. Mellom ringene ble det utført systematisk bolting på galvanisert netting. Under avsenkningen ble brukt to identiske spill med tønner med nyttelast 2 tonn (se stiplede ringe på

figur 10). Forskallingsformen, som samtidig brukes som arbeidsplattform, ble firet ned med fire såkalte Tirfortaljer. Betongen ble sendt ned i en egen tønne som vist på figur 10. Boring, sprengning og lasting ble utført på samme måte som i Hovedsjakt 5.

Bemanning, effekter og kostnader

Total bemanning i begge sjakter var 9 mann pr. skift. Det var 3-skifts drift, 6 dager i uka. Med 40 timers uke var det nødvendig med avløsere, slik at gjennomsnittlig belegg ble 11 mann pr skift.



Figur 11: Styrtsjakt, malmsiloer, grovknuser, automatisk lasting av skiper

I Hovedsjakt 5 var den gjennomsnittlige inndriften ca. 28 m /måned. Dette gjelder komplett sjakt med innbygging, rør for vann og trykkluft og kabler. Driving av etasjepåhugg er ikke inkludert.

I Synken 17 var den gjennomsnittlige inndriften ca. 31 m/måned. Dette gjelder også her komplett sjakt. Driving av heisrom over sjakten for heismaskineri og heiskjører er ikke inkludert.

Kostnadene for Hovedsjakt 5 ble kalkulert til 9 600 kr /m (ca. 105 000 i 2019-kroner), mens Synk 17 Ø ble kalkulert til 4800 kr/m (ca. 53 000 2019-kroner).

Andre arbeider

Av figur 2 vil det fremgå at i forbindelse med åpningen av Østgruva ble det drevet tallrike etasjepåhugg, knuserom, nivåorter, styrtsjakter, ventilasjonssjakter osv. Ventilasjonssjaktene ble drevet med raisboring, og en av etasjeortene ble med blandet suksess forsøkt boret med TBM. Figur 11 viser styrtsjakt/ malmsiloer/grovknuser nær bunnen av sjakten med automatisk lasting av malmskipper.

Driftserfaringer

Hovedsjakt 5 fungerte svært godt i alle år fra starten i 1969 fram til slutten på gruvedriften i 1997. Typisk råmalmsproduksjon lå størrelsesorden 1,1- 1,2 millioner tonn/år. Det samme kan ikke sies om Synk 17 Ø. Etter hvert som malmen i Blokk 2 ble drevet ut, skjedde det en omlagring av de høye horisontale bergspenningene i området. Dette resulterte i at betongringene ble knust i to, diametralt motsatte punkter. Dette gjorde igjen at sjakten ble deformert så mye at det etter hvert ikke ble mulig å kjøre heisen på en sikker måte. Jeg var i årene 1975 - 1980 tilkalt som bergmekanisk sakkyndig i forbindelse med disse stabilitetsproblemene. I den forbindelse deltok jeg en gang i en inspeksjon av sjakten ved å stå på taket av heiskurven (som var forsynt med rekkverk) som ble kjørt sakte nedover. Men på grunn av deformasjonene av sjakten kjørte heisen seg skikkelig fast! For å komme løs måtte heiskjøreren kople inn alt som fantes av krefter, og kurven løsnet tilslutt nesten som en champagnekork. Ingen behagelig opplevelse! Til slutt ble det vedtatt at all transport i sjakten ble avvirket, og sjakten fungerte siden kun som nødutgang ved å bruke den eksisterende faringen(stiger), samt for ventilasjonsformål.

Fosdalen i 1980-årene. Et moderne, velfungerende bergverk

Kilder

Berge, Ivar: «Sjaktavsenkning ved Fosdalens Bergverks. Aktieselskab», Tidsskrift for kjemi, bergvesen og metallurgi nr.4, 1964

Bergverk 1975: Jubileumsskrift for Bergingeniørforeningen og Bergindustriforeningen.

Fosdalens Bergverk: Bedriftsbeskrivelse på engelsk, 1972

Myrvang, Arne: Diverse befaringsrapporter 1975 - 1980

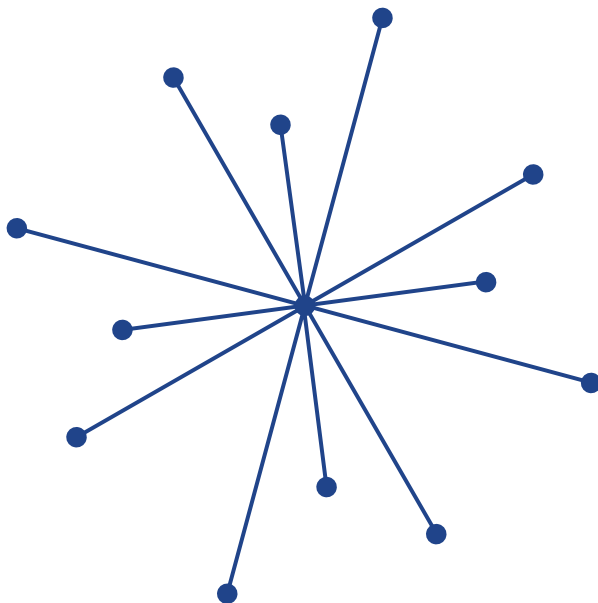




Foto: Tomas Moss for Lemminkäinen





Foto: Nghia Quac Trinh

INGENIØRMISJONÆREN ODD HOFTUN

Haakon Kyrkjeeide

Barneår

Odd Hoftun ble født i Ål i Hallingdal 27. desember 1927. Han vokste opp i nær kontakt med vannkraft i lokalmiljøet fra barnsben av ettersom hans far, Erik Hoftun, var driftsbestyrer for det lokale kraftverket. Der ble det bygd et kraftverk i 1914, som viste seg å være for lite for det strømforbruk som etter hvert utviklet seg i området.

Derfor ble det utvidelser for kraftverket i Ål både i 1935 og i 1940. Så det ble tidlig erfaringer både for drift og bygging av kraftverk. Han fikk også nær kontakt med be- dehusets kristendom gjennom sin mor, men det var en kombinasjon med en mer åpen kristendom påvirket av Hans Nielsen Hauge. Dette hadde nok en stor betydning for hans senere virke som "ingeniørmisjonæren" i Nepal, hvor det ikke bare gjaldt kraftverk, men også i stor grad etablering av virksomheter og bedrifter og etter hvert også utvikling av vilkår for bedre jordbruk. I mellom- krigstiden og under krigen var det trange økonomiske tider i distrikts-Norge selv om familien Hoftun ikke var blant de vanskeligst stilte i så måte. Det var nødsarbeid organisert av myndighetene og dette foregikk for en del nær huset de bodde i. Og erfaringene fra denne tiden har nok også hatt stor betydning for hans nøkterne holdning under virksomheten i Nepal i årene etterpå.

Ungdomstid og skoleår

For utdanning ut over folkeskolen, blir det først korrespon- dansekurs for middelskolen før han flytter på hybel på Hønefoss for å avslutte middelskolen og gymnaset som gjøres ferdig i 1947. I november 1945 dør Odds far i en ulykke på kraftverket. Fra 1947 til 1948 er Odd verkstedspraktikant ved Kjeller flyplass og dette blir kombinert militærtjeneste og praksis for NTH. Under elektro-studiene i Trondheim etter krigen fra 1948 til 1952 var han engasjert i både studentlaget og Studenter- samfundet, også som leder, og fikk mange inntrykk og opplevelser innenfor rammene av kristen tro og etikk og også samfunnsutvikling gjennom besøkende foredrags- holdere. Dette har nok også vært med å prege hans arbeid i fortsettelsen. Farens tidlige død var en medvirkende grunn til at Odd drøydde trekvart år før han begynner i lønnet arbeid etter at han er ferdig på NTH.

Han deltar i oppussing av et hus på morens hjemsted som trengte en skikkelig oppgradering når moren og familien skal flytte dit. Han hadde tidlig en formening om at han skulle ut i verden og gjøre en innsats for de som trengte det mest, men han ville først ha noe erfaring i norsk arbeidsliv. Så den første jobben etter militærtjeneste og utdanning ble i Tafjord kraft, med kontor i Ålesund, med start der i 1953. Her blir det mange forskjellige oppgaver, kraftverket skal også her utvides og det blir oppgaver med trykksjakt, bolighus, kontorbygg, trafostasjoner, vedlikehold og nybygg av høyspentledninger og turer i høyfjellet vinters tid. Alt nyttige erfaringer for senere arbeid i Nepal. En annen viktig begivenhet fra tiden i Ålesund er giftermålet med Ingeborg Marie Marcussen. Som vi kjenner som "Tullis". De to bestemmer seg etter hvert for at det er arbeid i utviklingsland de vil bruke livet til, enten som misjonærer eller hjelpearbeider. Men det er ikke så enkelt. I noen jobber skal man være religiøst nøytral og i noen misjonsselskap er det ikke aktuelt med ingeniører.

Tibetmisjon i Nepal

Men i 1956 er det klart at både ingeniører og lærere er velkomne i Tibetmisjonen, med tjeneste i Nepal. Maos overtakelse av Tibet gjør det umulig å få innpass i Tibet, som var tanken bak Tibetmisjonen. Men i Nepal er det mange tibetanere og Nepal trenger også teknisk utvik- ling, helse og utdanning på mange områder. I 1955 har en god venn av familien Hoftun reist til Nepal som jordmor og misjonær og arbeider i Tansen, en distrikts- hovedstad for Vest-Nepal. Hoftun forlot Ålesund i januar 1956 og får jobb i Drammen e-verk med ansvar for distribusjonsnettet i byen. Det gir også god praksis for senere arbeid i Nepal. Jordmora i Tansen, Ingeborg Skjervheim, ønsker sterkt et nytt sykehus i området og får den samarbeidende misjonen til å investere i dette. Og Odd Hoftun blir bedt om å ta på seg den oppgaven. Tibetmisjonen er nå blitt en del av United Mission to Nepal og kan gå inn i dette arbeidet. De blir svært godt mottatt i Tansen, selv om det er en strabasjøs reise opp dit, uten veiforbindelse den gangen. De blir i Tansen i 5 år. Og det er en intens opplevelse av læring om natur, kultur og mangel på praktiske kunnskaper i miljøet om- kring. Det er ikke så mange i lokalmiljøet som har kunn-



Foto: Praktisk kunnskap gir muligheter. Yrkesutdanning viktig. Her fra yrkesskolen i Butwal. Butwal Technical Institute. Den er nylig oppdatert med moderne datautstyr.

skap om hvordan man bygger et sykehus, selv om det ikke skal fungere som de mer moderne sykehusene i Norge. Så Odd ser etter hvert for seg at landet trenger opplæring i praktiske fag, for å kunne ta del i den utvikling som skjer ellers i verden. Det er greit at folk får hjelp på et sykehus, men erfaringen er at livet i lokalsamfunnet genererer de samme sykdommene om igjen. Så det trengs en utvikling i samfunnet som kan hjelpe folk til et bedre liv. Og her kommer hans erfaringer med enkle metoder fra barndommen, manuelle metoder og nøkternhet til nytte.

Infrastruktur

Etter 4 år i Nepal er det tid for et besøk i hjemlandet. Og i den tiden de er hjemme skriver Odd en bok om Fjelland-Nepal. Dette blir den første presentasjonen på norsk om dette landet. Og den bærer preg av å være skrevet av en ingeniør med sans for utvikling av infrastruktur. Men før hjemreisen legges det fram planer om en skole for utdanning av teknisk personell som kan være med å

utvikle landet. Men myndighetene vil ikke at misjonen skal drive skoler og de første planene blir ikke godkjent. Men en mer teknisk tilnærming får støtte. Det planlegges et institutt hvor det skal foregå produksjon parallelt med opplæring i de fagene som er nødvendig for den produksjonen som utføres. Men også noe videre opplæring i samfunnsbygging og entreprenørskap blir tatt med i de videre planene, og dette opplegget finner gehør hos myndighetene. Og også i de samarbeidende misjonene i United Misjon to Nepal. Men myndighetene krever at dette instituttet legges til lavlandet. Og Butwal blir etter hvert valgt som sted for dette instituttet, senere kjent som Butwal Technical Institute. Det blir et allsidig utdanningsetablisement. Her skal det undervises og produseres mekaniske produkter, elektriske produkter, trevarer som møbler og hus, det blir også etablert en kryssfinerfabrikk. Til dette trengs det energi, og mest praktisk vil være elektrisitet. Ei elv som passerer nær området blir valgt som energikilde og planene legges for Tinau vannkraftverk. De arbeiderne som deltok i bygg-

ing av sykehuset i Tansen, har fått det nødvendige grunnlag for å bygge det planlagte anlegget for opplæring og produksjon i Butwal og hentes ned til oppgaven. Men for å bygge kraftverk i fjell trengs det også andre kunnskaper, og det blir utført arbeid og undervist i tunnelsprengning og dambygging.

Tinau kraftverk blir det første anlegget i fjell i Nepal. Installasjonen blir gradvis øket fra 50 kW til 450 kW til 1000 kW. Odd har jo ingen kunnskap om tunneldrift så det innhentes ekspertise fra Norge for oppgaven og Ludvig Johan Bakkevig er en svært nyttig person for dette. Han kjenner dere fra Fjellspregningsforeningen. Men bygging av kraftverk i Nepal med så stor endring i vassføring fra tørketid til regntid er ikke enkelt, og det blir flere alvorlige tilbakeslag med flomskader i byggeprosessen. Normal minstevannføring i Tinauelva er ca. 4 m³/sek. Men i flomtiden kan vannføringen være flere 100 m³/sek. Fjellkvaliteten er også annerledes inn i Norge, og mer omfattende sikring må påregnes. Mye lagdelt fjell med veksling mellom harde og løse partier. Det ble i dette første anlegget utført sikring med murte vegger og buet tak, men hvor fjellet tok vare på vanntettingen. Også ved påhogg for tunneltverrslag vil en finne andre forhold enn i Norge ettersom det ikke har vært istid her som har rensket fjellet. Ved påhogg kan en begynne å grave i løsmasser og etterhvert finne større og større steiner i disse. Det går så gradvis over til svært oppsprukket fjell med løsmasser i sprekkeene før det blir

brukbart fjell som kan sprenges ute å kollapse. Så utbyggingen av Tinau kraftverk tok lang tid. Men det måtte også ordnes med tillatelse til å bygge og drive kraftverk og for formålet ble Butwal Power Company Private Limited etablert i desember 1965. Det var det første private kraftselskapet med statlig medeierskap og det tok tid å få alle formaliteter på plass. Arbeidet i marken startet i 1966 og det ble produksjon av strøm i 1970. Så da kunne dieselmotorene som hadde drevet generatorer for produksjon av strøm endelig stoppes. Det at staten skal være medeier er etter råd fra lokale. Og selv om mange av de utenlandske aktørene er skeptisk, ser de at det kan være bedre å ha staten med på laget. De må jo ha statens tillatelser likevel, nesten samme hva de skal sette i gang. Etterhvert blir det mange slike Privat Limited-selskaper i Butwal og Kathmandu som United Mission to Nepal står bak ut fra aktiviteten i Butwal. Også noen av de som er utdannet ved BTI danner egne bedrifter etterhvert. Og det var jo en viktig del av utdannelsen, skape selvstendige fagfolk med sans for næringsutvikling.

Butwal var et enkelt handelssted om vinteren, når det var rimelige forhold der, ikke så varmt og mindre mygg befengt med malaria, og uten veiforbindelse nordover og også delvis øst og vestover. Etterhvert på 1960-tallet ble forholdene endret ved de store utbyggingene av undervisningssteder og industri. Og det ble bygd vei nordover mot fjellområdene og den store hovedtrafikk-



Foto: Sedimentkamrene ved inntaket for Jimruk kraftverk. Dette er sedimentkamre som tømmes ved hjelp av en slange over spalten i bunnen. Når den fylles med luft flyter den opp og åpner spalten. Kalt Sediment Sluicing System utarbeidet av Håkon Støle.



Foto: Maskintekniker under opplæring i Butwal.

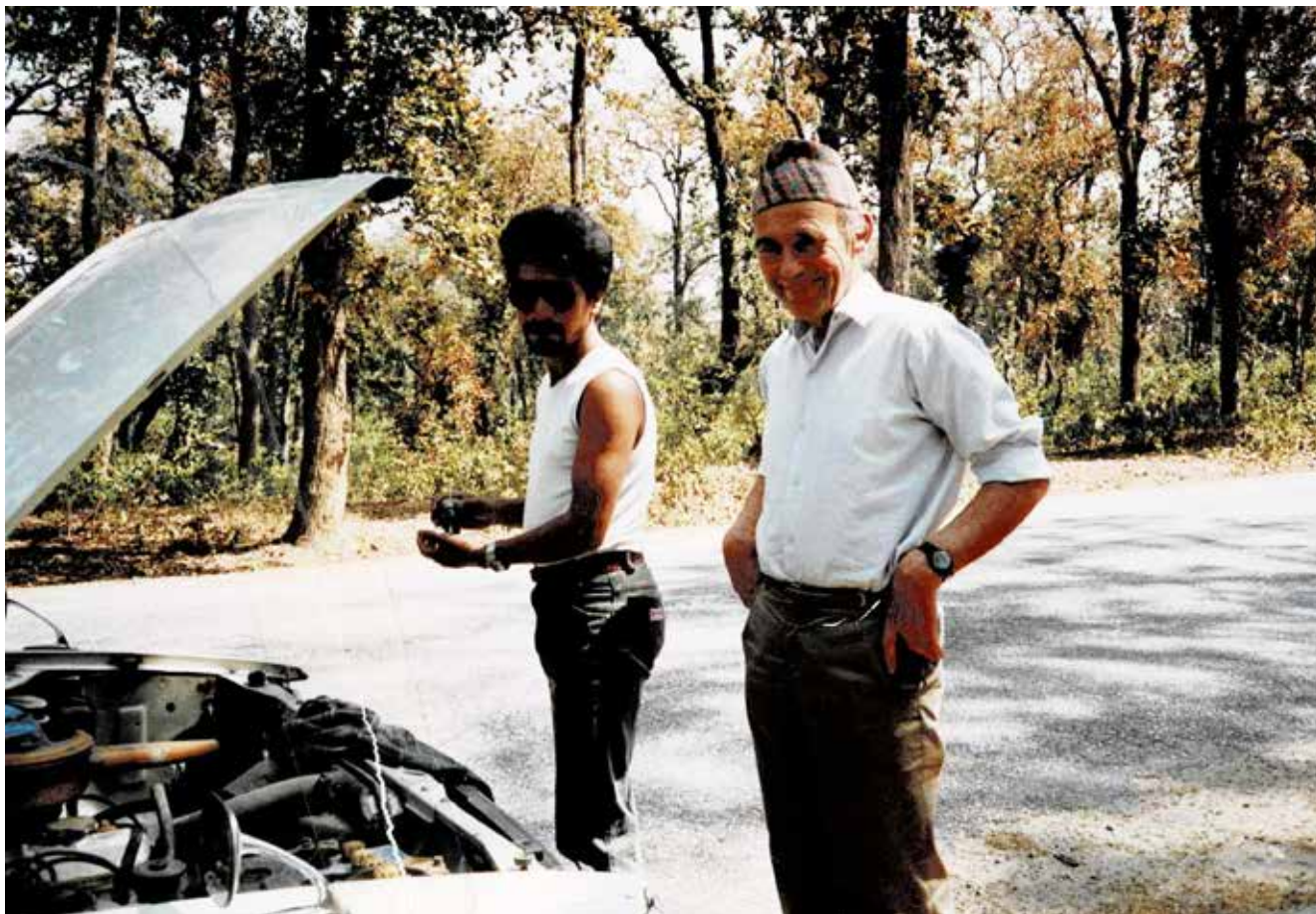


Foto: Hoftun med motortrøbbel får lokal assistanse.

åren øst-vest på slettelandet Terai kom også gjennom Butwal. Og DDT demper problemene med malaria. Etterhvert som ringvirkningene fra BTI sprer seg, dannes det en rekke virksomheter som vil få stor betydning for den videre utviklingen i Nepal. Et av disse er Himal Hydro and General Construction Pvt. Ltd. stiftet i 1978 med egenkapital fra NORAD. Også her har Odds gode kontakter i norsk industri bidratt med innspill til et i utgangspunktet skeptisk NORAD. Grunnlaget lokalt er den flokken med arbeidere og formenn som har fått opplæring og praktisk erfaring ved byggingen av Tinau kraftverk.

Det kan være verdt å nevne en spesiell hendelse på denne tiden i Odd og familiens opphold i Nepal. Etter en periode i Norge, hvor hele familien var med, skulle de ned til Nepal igjen sammen med 2 andre misjonærfamilier. Samtidig skulle en lastebil misjonen hadde kjøpt i Norge også til Nepal. For å spare penger ble det bestemt,

etter initiativ fra Odd, at de skulle kjøre bilen ned selv med alle de tre familiene som passasjerer. De hadde også en buss som ble demontert og overbygget satt på lasteplanet. Dermed ble det en underlig bobil av det hele lenge før bobiler var vanlig. Det ble en minnerik tur gjennom Danmark, Tyskland, Østerrike, Italia, Jugoslavia, Hellas, Tyrkia, Iran, Pakistan og India. Familiene Voreland, Raknes og Hoftun kommer vel fram, men det har nok vært en slitsom tur, kanskje særlig for de to minste barna på 1 1/2 år og 9 mnd. Denne Mercedes-typen blir også produsert i India, etter lisens av Tatafabrikken. Dermed er det lett å få reservedeler lokalt.

Også andre ting som det ikke er så mye bruk for i Norge lengre, blir samlet inn, reparert, pakket og sendt til Nepal. På denne tiden 1960 og 1970 tallet ble det byttet ut en hel del teknisk utstyr i Norge, også noen kraftverksmaskiner ble til overs. Ildsjeler i Norge tok tak

i dette og fikk leid et lager i Maridalen, der brukbart utstyr ble pakket og sendt med båt til Calcutta. Wilhelmssen-rederiet tok ansvar for transporten så langt. Derfra ble det fraktet delvis på tog og delvis på lastebil til Butwal. Dette utstyret utgjorde grunnlaget for produksjons-utstyret i BTI og også i kraftverkene Tinau og Andi Kola. Det var i Odd sin ånd å gjenbruke gammelt utstyr, både av økonomiske grunner, men også for at dette utstyret passet bedre inn i den tekniske utviklingen i Nepal, som lå endel etter Europa. Senere har det også blitt donert teknisk utstyr til misjonen, men som en har valgt å selge i Norge og heller kjøpe tilsvarende i India, både fordi frakten av slikt tungt utstyr er dyr, men også fordi det er lettere å få reservedeler og teknisk service fra India nå. I Butwal ble et nytt firma etablert, et generelt konsulent/produksjons-selskap. De drev med mye forskjellig, bl. a. laveffekt kokekar. To aluminiumskjeler med litt forskjellig størrelse ble satt i hverandre og med et elektrisk element imellom og forseglet slik at ved å koke opp innholdet og så sette det isolert eller i sola, ville innholdet bli ferdig kokt over noe tid uten tilførsel av mere energi. Det ble også laget små hydrauliske pumper som ved å tilføre mye vann ved lavt trykk kunne pumpe litt vann opp i høye dalsider. Det ble også laget tynne bølgeplater av sement armert med kokosfiber som takplater. Vibrasjonen for å få jevn tykkelse ble utført med en ombygd sykkel som ristet godt på formen som sementen lå i før bølgene ble introdusert.

Andikhola kraftverk

Det neste større prosjektet var Andikhola kraftverk med en installasjon på ca. 5 MW. Her kom også mye av utstyret fra Norge, idet Mesna kraftverk ved Lillehammer skulle ombygges og utvides. Her ble det igjen en stor dugnad med demontering og pakking av turbiner og generatorer. Disse kunne nå overhales og settes i god stand ved verkstedene i Butwal. Firmaene som var dannet i forbindelse med Tinau kraftverk, fikk nå etter en tid med lite aktivitet, nye og store oppgaver, og opplæringen av nye medarbeidere kunne akselereres. Men dette var mye mer enn et nytt vannkraftverk. Ved å overføre vannet fra sideelven Andikhola til dalsiden ovenfor Kali Gandaki-elven kunne en ved å overføre noe mer vann enn det som ble benyttet i kraftverket, skaffe vann til nødvendig irrigasjon. Dette ville gi vesentlig bedre avlinger og lengre dyrkningstid og derved bedre forholdene betydelig for bøndene i området. For å sørge for at dette irrigasjonsanlegget ble bygd uten for store kostnader for misjonen, ble det organisert med andeler for hver husstand med arbeidsplikt for bygging av kanalnettet.

Det ble også mulig for de uten jord å delta i dette og på den måten få tildelt et lite jordstykke som de så kunne dyrke selv. Jord ble skaffet ved at de store brukene måtte avstå 10% av sin jord for å delta. Dette var nytt i Nepal og areal ville være med på dette. Det ble dannet et brukerorganisasjon, AKWUA, for formålet.

En fikk dermed også delt en tunnel på nesten 2500 m i to deler, en tilløpstunnel og en avløpstunnel. Det ble også planlagt et omfattende linjenett for lokal distribusjon av elektrisk kraft til husholdningene. Det var enkle kontrakter, en kunne f.eks. abonnere på 50 watt for noen enkle lyspærer, eller på 250 watt for å benytte en kokeplate eller en lavwatts riskoker. Ingen måling av forbruk, men etterhvert ble det installert vippe som vi kjenner det fra Norge på 50-tallet. Vippene som ble demontert i norske husholdninger kunne benyttes i Nepal til en lav kostnad. Det ble drevet en betydelig opplæring i å benytte strøm på en fornuftig måte, men også i sanitære forhold, bedre kosthold og oppfordring til å sende barna på skolen. Men det var betydelige tekniske utfordringer ved dette prosjektet. Lange tunneler og en 240 m dyp loddsjakt som måtte drives ovenifra og ned. Heisen som ble installert for dette var en gammel skipsverftkran som ble kjøpt billig i Norge og ombygd lokalt for formålet. Den fungerer der ennå. Eneste adkomst til kraftstasjonen er ved denne heisen i loddsjakta som også inneholder trykkkrøret til stasjonen og kablene fra stasjonen. Dette prosjektet ble så vellykket som distriktsutbygging at det fikk Blue Planet prisen i 2005. Den deles ut av UNESCO og IHO (International Hydropower Association). Her deltok flere eksperter fra Norge for å få dette gjennomført på en god måte. Magne Vestøl tok seg av fordelingsnettet og Ludvig Johan Bakkevig hjalp til med fjellsprengningen. Disse var i Nepal i flere år. Magnes kone, Dorothea Vestøl var en nøkkelperson i opplæringen av lokalbefolkningen til å ta i bruk nye metoder. I forbindelse med bygging av fordelingsnett ble det bygd en fabrikk for linjemaster også i Butwal, koniske stålmaster som ble forsinket i et eget anlegg. Odd Hoftun fikk en ny utmerkelse av den nepalske kongen og møtte opp på slottet for å motta denne. Han hadde tidligere blitt utnevnt som æresborger av Nepal. Og som vanlig bruker han sykkel når han beveger seg rundt i Kathmandu. I 1991 blir han også tildelt Den kongelige norske Fortjenstorden, ridder av 1. klasse. Ordenen er jevnbyrdig med St. Olavs orden og tildeles for særlige tjenester for Norges interesser i utlandet. I forbindelse med arbeidene for Andikhola-prosjektet ble det også dannet nye firma i UMN familien i Butwal. Nepal Hydro and Electric Pvt.

Ltd. ble startet i 1979 som en elektromekanisk fabrikk. Denne eksisterer ennå og er en viktig del av energisektoren i Nepal. Den benyttes til revisjon og vedlikehold av BPC sine stasjoner men også til produksjon av mindre maskiner for utbygging i distriktene og til vedlikehold av statens større stasjoner.

Jimruk Kola og Madhi Kola

Og nye utfordringer venter. De to elvene Jimruk Kola og Madhi Kola renner ikke så langt fra hverandre noe vest for Andikola. Det er en god høydeforskjell mellom disse, og et kraftverk på 12 MW kan bygges her med god økonomi. Myndighetene i Nepal har allerede fått utarbeidet noen planer for dette, og ønsker noen til å ta på seg oppgaven og skaffe finansiering. Butwal Power Company og United Mission til Nepal ser en mulighet til et nytt prosjekt her og får Norad til å støtte prosjektet. Også andre nasjoner og organisasjoner er interessert i dette prosjektet, men Odds gode forhold til personer ved slottet gjør at det blir bestemt at BPC skal påta seg arbeidet. Men den nepalesiske stat er formelt byggherre for dette, og skal overta eierskap og drift når anlegget er klart.

Men dette blir et helt annet anlegg enn Andikola når det gjelder virkning for landsbyene omkring. Det blir liten utbygging av irrigasjon og det ble liten kontakt med lokalbefolkningen. Dette skyldes delvis at det var en usikker situasjon i området med endel konflikter lokalt. De utenlandske deltakerne ble derfor isolert i eget boområde. Men det ble bygd linjer for lokal fordeling av elektrisiteten likevel. Dette var et annerledes anlegg idet dammen ble bygd i en bred og flat del av elva. Det måtte etableres et stort anlegg for fjerning av sedimenter i forbindelse med inntaket. Her kom kunnskapene som var etablert i samarbeid med NTH godt med, og Håkon Støles metode med Ormen Lange ble tatt i bruk. Han hadde vært utvekslings-student i Nepal og spesialisert seg på sedimenthåndtering. Dette ble også kimen til et utvidet samarbeid med NTH om masterstudier og også doktorgradsstudier ved NTH for nepalesiske studenter. Som igjen utvikler seg til et samarbeid mellom NTH og Tribhuvan University i Kathmandu om et hydraulisk laboratorium på universitetets område i Katmandu. Og Hydrolab Private Limited ble etablert med faglig kompetanse og støtte av Dagfinn Lysne og Håkon Støle gjennom International Center for Hydropower i Trondheim. Jimruk kraftverk blir bygd, men idet dette skal overføres til staten ved Nepal Energy Authority (NEA) finner de ut at de ikke vil overta ennå. Byggetiden for Jimruk var fra 1989 til 1994. Det ble noe kritikk for at

det ble mangel på vann for irrigasjon nedstrøms inntaket i den tørre årstid.

Så konsekvensene var ikke så godt utredet. Og myndighetene ville ikke uten videre overta kraftverket. BPC kunne eie og drive kraftverket mot at staten fikk en tilsvarende verdi som aksjer i BPC. Slik ble det og det ble starten på en omfattende omfordeling av eierskap i BPC og noen av de andre selskapene som var etablert etter hvert. Odd var ikke så glad for denne utviklingen. Han mente misjonen og de private investorene burde beholde ansvaret for drift og vedlikehold av den samlede virksomheten. Statens overtakelse av driften av Tinau viste seg å bli en dårlig løsning.

En Konge tilpasser seg ny tid

I 1990 ble kongen avsatt som eneveldig styrer av Nepal og en form for parlamentarisme ble innført etter en forholdsvis fredelig revolusjon. Det har vært opptøyer og demonstrasjoner over noe tid, men kong Birendra aksepterer at det er en ny tid, og flerpartier blir akseptert, og han tar plassen som konstitusjonell konge i 1990.

Statkraft på banen

I 1991 har Statkraft bestemt seg for å investere i utlandet og sender en delegasjon til Nepal for å se om noen av prosjektene der kan passe for deres investeringer. Lederen for gruppen er Øyvind Ulfsby. De møter Odd i Butwal og presenterer sine ønsker for han. På den tiden har det blitt tatt et initiativ fra de nye myndighetene i Nepal om at de ønsker en forsert kraftutbygging i landet og ønsker at UMN og deres etablerte firmaer i Butwal skal ta på seg et ansvar for å få noe av dette i gang. Det har allerede blitt sett på mulighetene for å ta på seg ansvaret for utbygging av Khimti-vassdraget ca. 17 mil øst for Kathmandu. Det har vesentlig større fallhøyde enn noe de har vært med på tidligere. Dessuten lengre tunneler og større installasjon.

Misjonen ser at dette blir for stort for de alene, men nå når Statkraft kan være interessert er det mulig å få til noe her. Det er på denne tiden Direktoratet for Statskraftverkene blir skilt ut som eget selskap under navnet Statkraft SF. Og etterhvert blir anleggsdriften og konsulentaktiviteten igjen skilt ut i Statkraft Anlegg og Statkraft Engineering. Fra 1994 overtar Bjørn Blaker som leder for Statkrafts engasjement i Khimti. Planleggingen for Khimti er allerede igang med Norpower som aktør sammen med BPC. Det er ikke elektrisk kraft i dette utbyggingsområdet, og et lite kraftverk blir bygd for formålet i ei sideelv noe lengre opp i Khimti. Dette blir i



Foto: To lokale kraftutbyggere. Hoftun bak kamera. Bildet er fra Tinau kraftverk. Francisturbinene kommer fra kraftverk på Sørlandet med ca. 50 m fall.

sin helhet prosjektert og bygd av firmaene i Butwal og står klart til hovedarbeidene på Khimti starter. Dette kraftverket blir senere overtatt av lokalbefolkningen og leverer kraft til distriktet der det ligger.

Men en større kraftutbygging i Nepal med utenlandsk finansiering nødvendiggjør et nytt lovverk i Nepal. En ledende jurist i Statkraft er Kjell Haagensen og han blir engasjert i å legge til rette for utenlandske investeringer i vannkraftsektoren i Nepal. Et lovverk som ligner det gamle norske med hjemfallsrett til staten etter et visst antall år blir innført. Så da melder Statkraft sin interesse og avtaler blir signert. Men finansieringen er ikke uten problem og det tar tid før alle lån og godkjenninger er på plass, så byggestart kommer ikke offisielt i gang før i

1996. Anlegget er ferdig og klar for produksjon i 2000 og tilfører da et tillegg på 25% av den eksisterende vannkraftproduksjonen i Nepal. Selve byggingen gikk stort sett greit, selv om det var vekslende kvalitet på fjellet. Et par større ras i tunnel og sjakt medførte noen endringer i planene. Og for å rekke tidsfristene ble det innført noe større mekanisk utstyr for tunneldrift. Det vanskelige fjellet medførte også omfattende utstøping av seksjoner av tilløpstunnelen mot toppen av sjakten. Det ble derfor også noe større tverrsnitt på tilløpstunnelen og derved mindre falltap og muligheter for litt større installasjon om det er ønskelig senere. Men ved en øket installasjon vil det bli nødvendig med noe større sedimentkammer ved toppen av trykksjakten og en påbygging av svingesjakten så vann ikke renner ut i



Foto: En smilende Odd Hoftun ønskes velkommen tilbake etter noen år i Norge

toppen. Et stort jordskjelv i Nepal i april 2015 medførte store skader på infrastruktur og bygninger, men kraftverkene greide seg ganske bra. Det ble imidlertid tap av inntekter ettersom en stor del av linjenettet ble skadet. I Khimti ble det noe skade på sikringen av taket i stasjonen. Noen deler av sprøytebetongen falt ned, men skadene på teknisk utstyr var små.

Den kompliserte finansieringen av HPL var ikke etter Odd sitt ønske, men nødvendig for at Statkraft skal la seg involvere. Resultatet av forhandlinger om garantier etc. medfører at BPC får bare 15% av aksjene i HPL. Det er mye mindre enn misjonen hadde tenkt seg i utgangspunktet. Etter nye modellforsøk og omfattende diskusjoner med Independent Engineer blir planene godkjent slik de er og arbeidene kan påbegynnes. Før det har BPC på egen hånd finansiert og startet veibygging, tilrigging og oppstart i noen tverrslag. Men pengene tar slutt før finansieringen gjennom IFC og Asiabanken er i orden, og arbeidet må avsluttes ca. 1/2 år

før finansieringene er klar. Kun et titalls muldyr med sine drivere har langtidskontrakt og kan fortsette på anleggsstedet med transport av sand og grus opp de bratte bakkene til tverrslagene for tilløpstunnelen og trykksjakt. De deltagende firmaene i Nepal, Butwal Power Company, Himal Hydro and General Construction, Hydroconsult og Nepal Hydro and Electric får nye erfaringer, men har et godt grunnlag fra sine tidligere oppdrag med Tinau, Andikola, Jimruk og andre prosjekter for myndighetene.

I hele Khimti-perioden var det et godt samarbeid mellom disse selskapene og Statkrafts tre selskaper på stedet. Det ble "on the job training" i stor stil, men også uvurderlig hjelp fra de lokale selskapene til å takle lokale forhold, ikke minst i samarbeid og drøftelser med myndighetene. De lokale selskapene har vist seg fullt ut kapable til å påta seg videre oppgaver for utbygging av kraft, men også for annen infrastruktur og husbygging i landet. Odd Hoftun har i denne perioden vært direktør

for BPC inntil Peter Harwood tok over i juni 1993. Odd er deretter direktør for det nye selskapet som står som utbygger og eierskap til Khimti. Der blir han til våren 1994 da Peter Harwood tok over som direktør der. Tidligere nestleder Purna Prasad Adhikari ble ny leder for BPC. Han har samarbeidet med Odd i mange år. Odd var da fylt 65 år og aldersgrensen for utsending fra Tibetmisjonen var nådd. Men han har beholdt engasjementet i kraftutbygging i Nepal helt opp til nå, med hyppige besøk i Nepal og stadig deltager i møter og med ivrige innspill i pågående og nye prosjekter.

Hva så med fremtiden?

Vi spurte Silje Gunlaug Yun Eng som jobber både med BTI-prosjektet og som daglig leder for Stiftelsen Hjelpe til Selvhjelp og hun refererer til en orientering for HimalPartners venner om aktivitetene i Nepal. Et utsnitt av Siljes tekst finner du nedenfor:

Næring og jobbskaping har alltid vore ein del av HimalPartners historie. Ufrivillig tap av løna arbeid medfører ikkje bare auka risiko for tap av bustad, ernæring og moglegheit til å sende born på skulen, men òg ein helse-risiko. Som gruppe har arbeidsledige auka risiko for dødelighet. I Nepal lev ca 2,9 millionar menneske for mindre enn NOK 17 dagleg. Difor er økonomisk vekst som er jamnare fordelt og meir inkluderande eitt av dei viktigaste verktya for å utrydde fattigdom, slik at ein når FN's bærekraftsmål nr 1.

Stiftelsen Hjelpe til Selvhjelp (SHS) vart etablert i 1997, av dåverande Tibetmisjonen, som enhet for næringsssatsing i Himalaya. SHS forvaltar dei kommersielle aktivitetene til misjonen. Det er landsstyret til HimalPartner som oppnemner styret i SHS.

I synergi mot HimalPartners arbeid er SHS' formål gjennom investeringar og fagleg rådgjeving på forretningsmessig grunnlag fremje ei utvikling som gjev økonomisk, teknologisk, samfunns- og miljømessig verdiskapning i Himalayaregionen. Endeleg mål er at det skal styrke den fattige del av folkets levevilkår og oppleving av menneskeverd gjennom sysselsetting, auka inntekt og betre tilgang på tenester.

SHS har tre dotterselskap, IKNI, IKNN og SESI-International.

IKN Nepal (IKNN) har hatt eigarskap i BPC (Butwal Power Company, vannkraftverk). I dag er IKNN i dialog og tidleg sonderingsfase med NTNU og Kathmandu University (KU) for å sjå på moglegheitane for ett pilot-prosjekt vedrørende turbinproduksjon. KU og NTNU har som del av Noregs satsning i Nepal innan rein energi, forska fram ein francis turbin. Denne er konstruert for betre å tåle den enorme mengden av sedimentering i Nepals elver, og som fører til slitasje på turbinane og er kostbart for både kraftprodusent og sluttbrukar.

IKN Industrial (IKNI) har eigarskap i Nepal Hydro and Electric Limited (NHE) som framleis er den største og mest kjente mekaniske verkstaden i Nepal. NHE ligg vegg i vegg med BTI. 80% av lærlingane ved BTI har praksis ved NHE.

SESI International (SESI-I) er ein finansinstitusjon som har som formål å låne ut pengar og rådgje små entreprenørar for å skape arbeidsplassar. Det nasjonale dotterselskapet SESI-Nepal (SESI-N) er i siste fase med å få på plass nasjonal registrering. Arbeidet vil starte opp i Kailali, på grensa til India så snart som råd. Kapital til oppretting av SESI-I var mogleg etter ei testamentarisk gåve.

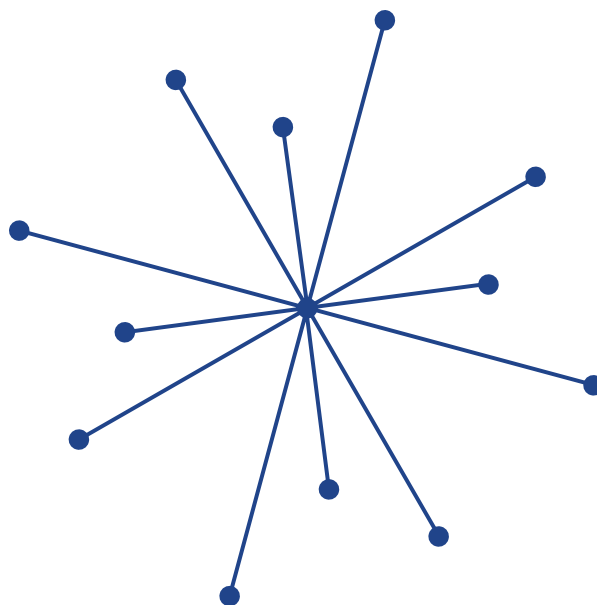




Foto: Svein Erik Forsmo

GAUSTABANEN

Bjørn Brokhaug

Bakgrunn og historikk

Forsvarets forskningsinstitutt avdeling radar (FFIR), ledet av Helmer Dahl, gikk allerede på begynnelsen av 1950-tallet inn for å bygge ut et radiolinjesystem som skulle dekke hele landet. FFIR mente at å dekke landets behov for telekommunikasjon med luftlinjer og kabler ville ta veldig lang tid, være sårbart, dyrt i drift og bli for kostbart. Radiolinjeutbygging derimot ville være både rasjonelt og lønnsomt. De viktigste knutepunktene i dette nettet skulle være terminalstasjoner i godt beskyttede fjellanlegg. Det var nødvendig å plassere noen av stasjonene på høye, og dermed værharde fjelltopper, dette innebar store utfordringer. Forsvarets fellessamband (FFSB) ble opprettet i 1953 og overtok ansvaret for utbyggingen av det militære sambandet, inkludert radiolinjenettet.

Det kanskje vanskeligste prosjektet på den tiden var stasjonen på Gaustatoppen som rager 1883 moh. Fra toppen har en Norges største utsikt, målt etter areal, dette skyldes at den rager høyt over sine naboer, alt fra

300 til 500 m. Under ideelle forhold kan en se et område på ca. 60 000 km², noe som tilsvarer nesten en sjettedel av fastlands-Norges areal. Toppen ble derfor tidlig et turistmål, og Skien - Telemarkens Turistforening bygget allerede i 1893 en turisthytte her av naturstein fra toppen. Alt utstyr måtte enten bæres eller fraktes med kløv opp til toppen. Metrologisk institutt etablerte en værstasjon i turisthytta allerede i 1934, og den var aktiv til 1974.

Planer for skianlegg

Skiturister begynte å komme, området ble svært populært, og i påsken 1934 gikk startskuddet for det aller første alpinrennet fra Gaustatoppen. Rjukan skulle opprinnelig arrangere VM-øvelsene i alpine grener i 1940, men dette ble avlyst på grunn av andre verdenskrig. Løypa skulle gå fra Gaustatoppen og ned i Vestfjorddalen, 4,5 km lang med en høydeforskjell på nesten 1600 m (til sammenligning er høydeforskjellen i der Streif-løypa i Kitzbühel 860 m). Det ble arrangert et prøverenn i 1939, og Rjukanjenta Elisabeth Spockeli fikk æren av åpne utforløypa med kronprins Olav som ivrig



Gaustatoppen sett fra nordøst, anlegget er på venstre side i toppen.



Vinterforhold på Gaustatoppen. Turisthytta med bare kjøkkenvinduet synlig, deler av værstasjonen og nediset antenneanlegg.

tilskuer, og er en av de få som har kjørt hele løypa fra toppen av Gaustatoppen helt ned til Dale. Hun feiret forresten sin 100-årsdag i 2014!

I forbindelse med det planlagte VM i 1940 kom det i 1938 planer om å etablere en taubane som skulle gå fra Dale til Svineroi og videre til Gaustatoppen, og det ble innhentet detaljerte pristilbud fra leverandører på dette. Firmaet Theodor Bell & Cie. fra Sveits leverte et tilbud på et system ("Schlittenseilbahn") som består av to store kjelker med meier som glir på snøunderlag, med plass til 20 passasjerer i hver. Disse blir trukket av en kabel som går rundt et løpehjul på toppen, slik at en kjelke går opp og den andre ned, som et skitrekk. Totalprisen var 48.800 Sveitserfranc, og leveringstiden var 4 1/2 måned. Dette systemet som bare kunne brukes vinterstid, var vanlig i Mellom-Europa på den tiden, men er helt forlatt nå.

Da det ikke ble noe VM i 1940, så kom det ikke noe mer ut av dette prosjektet. Det var kanskje like bra, for initiativtakeren til prosjektet (Direktør Ditlef Lexow) viste seg å bli en av de største landssvikene under krigen. Han brukte slavearbeidere på norske anlegg, hjalp nazistens krigføring, og ble millionær på dette. Han ble dømt til 8 års tvangsarbeid og fikk inndratt et beløp tilsvarende 40 millioner kroner etter dagens verdi.

Radiolinjesambandstasjon på toppen

Første april 1939 var det et stort oppslag i Rjukan Dagblad om at en professor Brøgger hadde fastslått at Gaustatoppen var en utdødd vulkan. Med en sjakt inne i fjellet ville det være mulig å bygge en elevator til toppen.

Dessverre var dette bare en aprilspøk, så når Forsvarets forskningsinstitutt i begynnelsen av 1950-tallet monterte midlertidig radiolinjeutstyr i den gamle turisthytta for å utføre feltstyrkemålinger, måtte utstyret fraktes til

toppen på "gamlemåten", og de største kolliene, som antennespeilene, veide rundt 35 kg. Testene var meget vellykkete og Forsvarets fellessamband gikk derfor inn for å etablere en permanent radiolinjestasjon på Gaustatoppen.

Stasjonen ville bli et sentralt knutepunkt i hele det norske radiolinjenettet, og en stasjon her ville redusere behovet for mange vanskelige tilgjengelige relestasjoner langt inne på fjellviddene, stasjoner som ville være vanskelige å nå, og dermed dyre og tungvinte å drive. Problemet var å oppnå en sikker adkomst til toppen, uansett vær, året rundt, dette var et ufravikelig krav, da stasjonen ville være permanent bemannet. Veg og taubane til toppen ble vurdert og forkastet grunnet de ekstreme værforholdene vinterstid. Ville hele prosjektet bli forkastet på grunn av problemer med adkomsten?

Ideen med tunnel til toppen

Så kom den forløsende ideen som ifølge historien ble unnfanget over et glass øl eller to på Holbergstuen i Bergen: "Hvorfor ikke gjøre som kraftutbyggerne, lage en tunnel med bane til toppen?" Det hadde foregått en stor kraftutbygging i Rjukanområdet over mange år, og entreprenørene hadde derfor meget god erfaring med skråsaker for trykkrør, som på Måranlegget, med en lengde på 1250 m, en trapp på 3875 trinn med en parallell trallebane.

Den 13. juni 1953 kom nyheten om planene for en tunnelbane fra Langefonn til Gaustatoppen ved en presentasjon i Oslo. Norsk Hydro ved generaldirektør Bjarne Eriksen hadde tent på ideen, men også Norsk Rikskringkasting, Telegrafverket, Luftfartsdirektoratet, Meteorologisk Institutt, Sivilforsvaret, Turistforeningen, Landslaget for Reiselivet, Skiforeningen, Hærens samband og Forsvarsdepartementet sto bak planene. Meningen var opprinnelig at banen i tillegg til å betjene militære og

sivile installasjoner på toppen også skulle drive persontrafikk for turistformål. Tanken var at inntekter fra persontrafikken skulle dekke driftsutgiftene. Veggen fra Dale til Svineroi var bygget tidligere, ny veg måtte bygges videre til Langefonn i meget værhardt terreng.

Kontraktingåelse for bygging av banen

NATOs infrastrukturprogram, etter godt "salgsarbeid" fra Norge, vedtok å finansiere prosjektet som en del av den pågående radiolinjeutbyggingen Oslo - Kristiansand og Bergen - Stavanger - Kristiansand. Formell godkjenning for Gaustaprojektet kom i oktober 1954. Da var planene klare, kraftlinjen påbegynt og kontrakt allerede skrevet med entreprenør.

På dette tidspunktet var Norsk Hydro i gang med utbyggingen av følgende kraftverk i området: Moflåt (Dale) Rjukan III, tilløpstunnel på 5,6 km, ferdig 1955, og Mæl Rjukan IV, tilløpstunnel på 6,5 km ferdig 1957.

Firma Ing. Thor Furuholmen var hovedentreprenør for begge disse kraftanleggene, og hadde derfor god erfaring med tunnelbygging i dette området. Firmaet sto også sentralt i utviklingen av fjellboringsteknologi, hvor norske entreprenører var ledende i verden. Likeledes hadde Norsk Hydro en tilsvarende erfaring med prosjektering og gjennomføring av slike anlegg. Det ble derfor inngått en avtale mellom Forsvarsdepartementet ved

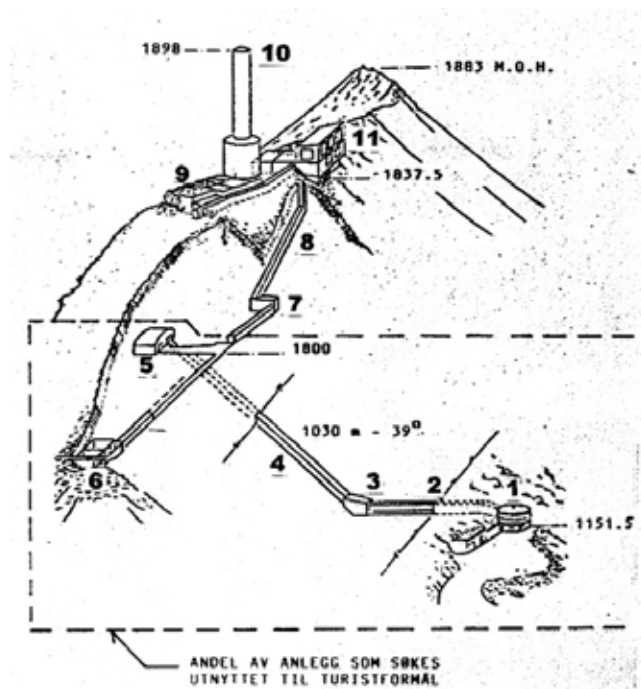
Forsvarets fellessamband (FFSB) og Norsk Hydro Elektrisk Kvælstofaktieselskab om at Norsk Hydro skulle være generalentreprenør for dette prosjektet til selvkost. Forsvaret ved Forsvarets Anleggsdirektorat (FAD) tok senere over som generalentreprenør, og med det den fulle ledelse for prosjektet, fra 1. april 1957.

Prosjektering og oppstart

Det ble skrevet kontrakt mellom Norsk Hydro og firmaet Ing. Thor Furuholmen AS i februar 1954 om tunnelarbeidene med stasjonene og fremføring av vei og elektrisk kraft. Kontrakt om de bygningsmessige arbeider på toppen ble inngått senere. Veggen Svineroi - Langefonn ble stukket ut allerede høsten 1953, og arbeidet med denne ble startet våren 1954.

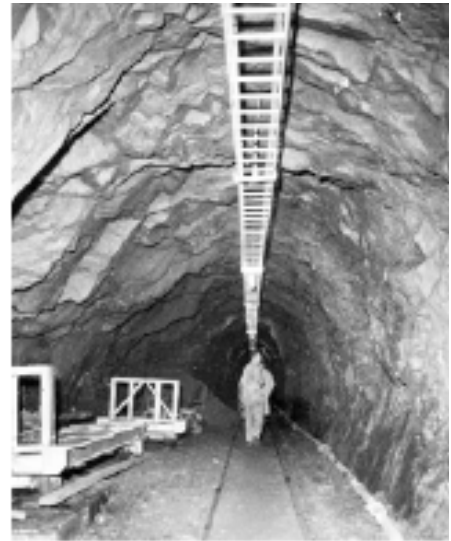
I tillegg hadde Norsk Hydro ansvaret for alle andre sideentreprenører og leverandører om alt fra brakkerigg, elektriske anlegg, selve den permanente kabelbanen, vann og kloakk, skinner, sviller, midlertidig taubane til toppen og lignende.

Prosjektet gikk ut på bygging av en 850 m lang tunnel som ender i nedre stasjon inne i fjellet. Her skulle det gå skinnegående transport. Opprinnelig var transporten her traller drevet av et diesellokomotiv som hadde vært brukt under anleggsperioden, men ble erstattet med en batteridrevet "trikk" i 1965. Fra nedre stasjon går det en



1. Inngangsparti ved Langefonn 1151 moh.
2. Trikken går 850 m inn i fjellet
3. Brekket hvor banen starter fra nedre stasjon
4. Kabelbanen 1050 m lang
5. Øvre stasjon 1800 moh.
6. "Tuddalstippen", utgang til friluft
7. Radiolinjerommet for Forsvaret
8. "Kongeheisen" adkomst øvre bygg
9. Telenordelen for sivil kommunikasjon
10. Tårnet for all kommunikasjon
11. Forsvarsleiligheten med antenneloftet

Planer for utbyggingen av Gaustabanen med anlegg på toppen.



Påslaget ved Langefonn i 6/4-1954 ca. 150 m inne. F.v. ingeniør Andresen, Hydro, anleggsformann Dahl fra Ing. Thor Furuholmen, ingeniør Gjestland, Hydro og sjåfør Brøyn og ferdig tunnel.



Påslaget ved Langefonn sommerstid og vinterstid med tippen og formann Dahl V.

1050 m lang skråsjakt i 40o vinkel med en skinnegående pendelbane tilsvarende Fløibanen i Bergen. Påslaget er ved Langefonn (1151 moh.) og banen stopper i øvre stasjon rett under toppen i 1800 m høyde. Videre er det en tunnel ut til "Tuddalstippen" og en annen tunnel til Radiolinjerommet med alt sambandsutstyret. Herfra går det en skråsjakt opp til rett under Forsvarsleiligheten med antenneloftet, og en loddsjakt opp til dette bygget. Arbeidet kom i gang våren 1954 og i løpet av høsten var en inne i fjellet.

Det var planlagt ganske mye tunnel- og byggearbeider på toppen, og det ble derfor bestilt en provisorisk

taubane for transport av utstyr (og plass til et par personer) fra firma A/S Anleggstransport. Denne taubanen gikk fra Langefonn til toppen, ble ferdigstilt høsten 1955, og fraktet nødvendig utstyr opp som planlagt. Det var imidlertid store problemer med denne banen pga. sterk vind, og viste at det ville være urealistisk å sats på en slik bane som eneste transport til toppen. Banen ble derfor demontert etter et års drift, høsten 1956.

Drivingen av skråsjakten var helt spesiell, og alt gikk ikke som planlagt, men dette skyldes ikke metoden. Ved tilsvarende skråsjakter på vannkraftverk, som ved Mår-

anlegget, er det vanlig med tverrslag for hver 150-200 m, for å kunne ta ut massene. Her gikk en først 850 m inn før en begynte på skråsjakten. Det var nødvendig å gå så langt inn for å få en rett linje til øvre stasjon, som en kabelbane krever, samtidig fikk sjakten en tilstrekkelig rasvinkel (ca. 40°). Dette gjorde at en måtte drive hele den 1050 m lange skråsjakten uten tverrslag, noe som ville være Europarekord. Et resultat av dette er at en ikke har fått steintipper oppover fjellsiden mot toppen, noe som naturvernerne sikkert er glade for i dag.

Prinsippet for drivingen uten tverrslag er at en på vanlig måte driver oppover med knematerer. Kolonnen på disse har mothold i fjellbolter i sålen. Presset på boret mot stoffen reguleres med lufttrykket avhengig av fjellets hardhet. Utstyret fjernes før hver salve, sprengstein raser ned i bunnen av skråsjakten etter salven, lastes så opp på skinnegående vagger og kjøres ut til utvendig steintipp med et lokomotiv. Så er det å håpe at vaieren som trekker utstyret på en slags pulk på fire hjul er like hel etter siste salve, og at borutstyret lett kan vinsjes opp igjen for å kunne starte boring for neste salve. Denne skråsjakten hadde 16 m² tverrsnitt og knemateren måtte derfor flyttes 2-3 ganger på stoff for hver salve. Det ble brukt borlengder på 80, 160, 240 og 320 cm, og salvelengden var på 3,60 meter.

I stedet for å sette igjen en "propp" med fjell i skråsjakten etter 150- 200 m, og så lage et tverrslag, som er normalt, laget en her en meget solid rampe tvers over skråsjakten. Den ble festet til fjellet med bolter og solide stålbjelker. Rampen var sterk nok til å tåle raset fra salvene videre oppover, og den hadde en luke hvor steinmassene kunne falle gjennom.



Store slepper og sprekker inne i fjellet.

Under var det laget en provisorisk trallebane med en vagg som kunne kjøres opp og ned ved hjelp av en solid kasteblokk oppe og en kraftig vinsj nede. Etter hver salve ble så vaggen kjørt opp under rampen, luken åpnet og vaggen fylt med sprengstein. Så ble den kjørt ned til inngangstunnelen, steinmassene ble så lastet over i en ny vagg som ble kjørt til utvendig steintipp av et lokomotiv. Slik holdt en på til en var kommet 150 -200 m videre opp i skråsjakten. Deretter ble rampen demontert og flyttet opp nærmere stoffen. Så ble skinnegangen til den provisoriske trallebanen forlenget opp til underside rampen, og en kunne starte på nytt fra denne rampen. Slik fortsatte en videre oppover helt til en nådde øvre stasjon etter 1050 m.

Problemene i skråsjakten starter med permafrost i øvre del

Selv om metoden for driving var løst og virket tilfredsstillende, fikk alle seg plutselig en stor overraskelse. Helt uventet oppdaget tunnelarbeiderne at hele toppen av fjellet besto av permafrost fra ca. 1600 moh. og oppover. Ingen geologer, vitenskapsmenn, byggherre eller entreprenør hadde forutsatt dette. Slik permafrost hadde ikke blitt observert i Norge tidligere, og så vidt en kjente til hadde en ikke drevet tunneler gjennom slikt frosset materiale tidligere. (Senere ble det kjent at noe tilsvarende hadde skjedd i Alaska i forbindelse med bygging av amerikanske installasjoner der.)

I begynnelsen trodde de på anlegget at det bare dreide seg om noen små lommer med permafrost, men det viste seg at dette gjaldt hele resten av skråsjakten på 400 m lengde, 90 m av øvre tunnel, hele øvre stasjon og radiolinjerommet.



Betongarbeider med full innstøping av en av fjellhallene.

Drivingen av tunnelen og utsprenkning av de andre konstruksjonene over denne høyden fikk dermed store problemer. Det viste seg at kjøle/spylevannet for borutstyret frøs og måtte forvarmes. Likeledes måtte dette dreivsvannet fra borutstyret varmes på nytt for at ikke deler av sjakten skulle bli fylt med is. Dette behovet for oppvarming av vann krevde igjen store energimengder, og det måtte derfor legges opp kraftige elektriske kabler for å gi tilstrekkelig energi til dette. Disse måtte en hele tiden dra med seg opp til stoffen.

Vanlige bor tålte heller ikke temperaturforskjellen når en boret gjennom fjell og plutselig traff is, og nye mer motstandsdyktige måtte skaffes. Det hjalp heller ikke at hele øvre del av Gaustatoppen består av sterkt oppsprukket fjell, nesten som en stor "steinrøys" holdt sammen med is i sleppene.

En erfarte raskt at vanlig rensk ikke var tilstrekkelig. Luften i sjakten holdt varmegrader, og etter en stund ville løse steiner i permafrosten plutselig løsne når den tinte, falle ned og kunne gjøre alvorlig skade på både arbeidere og utstyr. For å beskytte disse måtte hengen derfor sikres med et meget solid stålnett opp til 100 m bak stoff, og dette måtte føres videre oppover for hver ny salve.

Det bør kanskje nevnes at NATO i sin sluttrapport var ganske kritisk til at permafrosten ikke var oppdaget av Norge før anlegget ble satt i gang, slik at forholdet kunne vært tatt med i anbudsbeskrivelsen. Nå medførte dette ett års forsinkelse og overskridelser.

Raset

Problemene er for å løses, en jobbet seg videre oppover, og det var gjennomslag våren 1957, men problemene var ikke over med det. Skråsjakten sto åpen i fellesferien, og arbeidet skulle gjenopptas tirsdag 30. juli. Ved befarung av anlegget kvelden før oppdaget en at det var steinsprang et stykke nedenfor øvre stasjon, det var gått betydelige ras i øvre delen på ca. 1600 moh., og at steinsprang fortsatte mange steder nedover i skråsjakten. Det var brudd på både høyspentkabelen og signalkabelen, og ruller for føring av vaggan var blitt knust. Den åpne skråsjakten hadde virket som en "skorstein", trukket varmluft oppover, og permafrosten i den øvre delen hadde virkelig begynt å smelte. Formann Vik ble skadet i foten av en fallende steinblokk under befarungen, og alt arbeid og transport i skråsjakten måtte innstilles øyeblikkelig. Forholdene var meget vanskelige, men heldigvis inntraff det ingen andre alvorlige personskader

under inspeksjonen og det videre arbeidet med anlegget. Det var noe bedre med anleggene på toppen, men det var gått en del steinsprang i tverrslaget, og masse rast ut fra slepper i endeveggen på øvre stasjon, og en hørte ras 50 - 100 m nedover i skråsjakten. Luftledningen til toppen var også skadet, slik at videre arbeid her ikke kunne fortsette. Dessuten ville det være problematisk ved at arbeidere nå måtte gå fra Langefonn til toppen og bære nødvendig utstyr dit selv.

Det så nå ut som om hele prosjektet måtte termineres, i hvert fall midlertidig. Det var farlig å sende folk oppover i sjakten for å utbedre skadene og sikre den delen av anlegget som gikk gjennom permafrostsonen. Dette arbeidet måtte derfor utføres ovenfra, og dette ville kreve mye utstyr og materialer. Den provisoriske taubanen til toppen var demontert, og ville ikke kunne komme i drift igjen før neste sommer om den skulle etableres på nytt. Det ble også bestemt at det ville være nødvendig å sikre hele resten anlegget også mot ras og steinsprang. Nå var gode råd dyre, hvis det ble bestemt at driften skulle fortsette, kunne man vente et år for å komme i gang igjen?

Bestemmelse om å fortsette og sikringsarbeidene

På grunn av anleggets karakter som et nøkkelpunkt i det militære sambandet i Syd-Norge som var under utbygging, og de militære krav om å få anlegget ferdig snarest mulig, dette var midt under den "kalde krigen", ble det bestemt at anleggsdriften skulle gjenopptas ved hjelp av helikoptertransport mellom nedre innslag og anleggene på toppen.



Helikopterpilot Major Dudenhofer og Ing. Hammer med Dudenhofers apekatt.



Helikopteret med materiallast sekunder før havariet.



Kjetil Mårdalen og Arne Bratterud med vrakrester.

Fem store H-34 Sikorsky helikoptre fra US Army i Vest-Tyskland ble i løpet av få dager stilt til rådighet for transport av byggematerialer fra Langefonn til toppen. Heldigvis for prosjektet så de militære på dette som en øvelse, og anlegget ble belastet bare med mindre lokale kostnader som drivstoff og støtte fra entreprenøren. De sørget for at sikringsarbeidene kunne komme i gang i permafrostsonen.

12. august 1957 havarerte dessverre et av helikoptrene, halen traff fjellveggen under lossing på toppen, antakelig på grunn av de vanskelige vindforholdene, det veltet nedover fjellsiden, tok fyr og ble totalvrak. Heldigvis fikk snarrådige anleggsarbeidere reddet mannskapet ut fra det brennende vraket. Kjetil Mårdalen og Arne Bratterud fikk etterpå en utmerkelse av den amerikanske ambassadøren for denne redningen.

Det ble bestemt at hele skråsjakten og tunnelarbeidene på toppen måtte sikres for å hindre nye ras og steinsprang. I permafrostsonen var det et område som krevde full utstøping, og dette måtte foregå ovenfra. Mens hele dette arbeidet pågikk var det nødvendig med midlertidig sikring, og samtidig måtte skadene etter raset repareres.



Arbeider med innstøping.



Innstøpt del av sjakten.

For tunnelen fra påslaget ved Langefonn inn til og med nedre stasjon, og de nederste 80 m av sjakten var det bare nødvendig med sprøytebetong. Videre oppover ble det sikret med prefabrikkerte halve betongbuer på 1 m bredde. Disse buene hadde not og fjær både på topp og på sidene, og ble montert slik at de var forskjøvet med en halv buebredde i topp for å sikre god sammenbinding.

De siste 45 m av skråsjakten ble sikret med en kombinasjon av stålbuer innstøpt i betong beskyttet med solid plank på utsiden, Den samme type sikring med betong



Tunnel ut til "Tuddalstippen" under bygging og i dag.



Denne er utgang til friluft på toppen.

og stålbuer ble også benyttet i øvre stasjon, radiolinjerommet og alle tunneler og skråsjakten på toppen.

Raset ble oppdaget 29. juli om kvelden, skadene var store, og mye måtte gjøres før anleggsdriften kunne starte igjen. Takket være helikopterstøtten og en fantastisk innsats fra alle impliserte så kunne regulær anleggsdrift gjenopptas allerede 15. september.

Det er derfor ikke så rart at drivingen av denne 1050 m lange skråsjakten uten tverrslag opp til Gaustatoppen står som en av de store bedrifter i norsk anleggsdrift etter krigen.

Anlegget har totalt stått meget bra over tid, alt som er gjort siden er at på slutten av 70-årene ble det foretatt en del sikrings- og moderniseringsarbeider som det ble behov for.

Installasjoner



Møtesporet midtvegs og en av de originale vognene. vognene med bare en kabin.

Kabelbanen

Selve Gaustabanen er en pendelbane med to vogner som møtes på midten og drivverk i øvre stasjon, tilsvarende Fløibanen i Bergen. Mens Fløibanen har en stigning på mellom 15 og 26o og går mest i friluft, så har Gaustabanen en stigning på 39o og hele strekningen går inne i fjellet.

Opprinnelig var det planlagt at hver vogn skulle ta 30 passasjer, dette og at det ble bygget en pendelbane og ikke en enkelt trallebane, viser at den var planlagt også for turisttrafikk. Det sveitsiske firmaet Ludw. von Roll'schen Eisenwerke A.G. leverte alt det tekniske utstyret, inkludert understellet til vognene. De hadde også levert helt tilsvarende teknisk utstyr til Fløibanen i 1918, så utstyret var skikkelig gjennomprøvd. Da det senere ble

bestemt at banen ikke skulle åpnes for publikum ble det bare bygget en mindre kabin for persontransport (maks. 5 personer), resten av vognen ble en åpen kasse for transport av gods.

Det har vært få problemer med banen opp gjennom årene. Mens den var lukket for publikum tjente den likevel sivile formål ved at alle forsyninger til turisthytta nå kunne sendes opp med den. Likeledes var den viktig for transport av materialer og utstyr for bygging av senderstasjoner for telefon, radio og TV. Uten banen ville denne utbyggingen vanskelig ha blitt gjennomført. Statnett hadde en teststasjon for høyspentlinjer på toppen i 30 år, som den eneste i verden. Her ble master, kabler o.l. testet ut under ekstreme værforhold hvor det kunne bli over 500 kg is per løpemeter kabel!



En av vognene med Øistein Saugerud som har vært driftsansvarlig og kjørt banen minst 15000 turer. Her har vognen fått en ekstra kabin for persontransport.

Det var også andre kabelproblemer en gang, men det var med en helt annen type kabel. Når en vogn kjører opp går en annen ned, men en gang gikk bremsene på for den nedadgående rett etter å ha passert møtesporet med den oppadgående vognen, og den nedadgående vognen stoppet helt, mens den oppadgående kjørte videre som normalt til øvre stasjon. Maskineriet "skjønnte" ikke at den ene vognen sto stille, og fortsatte å skyve kabel ut av maskinrommet og nedover mot den stillestående vognen. Til slutt var det mange hundre meter med kabel som lå som en «stor spaghetti-kveil» nede i skråsjakten. Heldigvis skjedde "bråstoppen" etter at vognene hadde passert hverandre, ellers ville det ha blitt en kollisjon. Det tok litt tid å rydde opp i dette, nå er det sensorer som skal hindre at slikt skjer igjen.

Det viste seg snart at det var behov for å transportere flere passasjerer enn det var plass til i kabinen, og det ble da montert benker på lasteplanet hvor folk satt i "friluft", til å begynne med helt uten sikkerhetsbelter, noe som kom senere. Dette gikk bra i mange år, men til slutt satte sikkerhetskrav fra Taubanetilsynet v/Veritas en stopper for denne transportformen! Da banen ble åpnet for persontransport i 2004 ble vognene bygget om etter de opprinnelige planene til å ta opp til 30

passasjerer, dette ble gjort lokalt. Allerede i begynnelsen av anleggsperioden hevdet noen av arbeiderne at de hadde funnet drikkevannskilden til Gaustatrollet, men politiet på Rjukan tok dessverre beslag i både "drikkevannskilden" og "produksjonsutstyret", så denne kilden tørket dermed raskt inn. Det bør vel nevnes at denne "drikkevannskilden" har gjenoppstått, men på helt lovlig måte. Firmaet Bache Gabrielsen har nå lansert Gaustatoppen XO Cognac som lagres inne i toppen! Men det er mye vann andre steder, som i skråsjakten, hvor det renner vann året rundt til både ulempe og nytte. På partiet med permafrost bygget det seg opp issvuller langs skinnene som kunne forårsake avsporing. For å unngå dette ble det lagt varmekabler i skinnegangen i dette området. Det siger inn ganske store vannmengder i skråsjakten fra ca. 1500 moh. og nedover, dette må dreneres ned og ut innslaget ved Langefonn. Men det er ikke bare til ulempe, en del av dette drens vannet er benyttet til kjøling av hoved-reserveaggregatet på 360 kVA for hele anlegget, som er plassert ved inngangspartiet, en mye enklere plassering enn på toppen, og dette systemet har virket bra. Strømmen fra aggregatet blir transformert opp til høyspenning, og går til toppen i en høyspentkabel i sjakten. På toppen blir den så transformert ned igjen til normal spenning.



Første offisielle tur med Gaustabanen. Inn i fjellet ved Langefonn.



Og trikken i dag.

Trikken

Denne går fra rett innenfor inngangspartiet ved Langefonn til nedre stasjon og besto opprinnelig av en åpen vogn drevet av det samme dieselloket som hadde kjørt ut tunnelmasser til tippen. Senere ble dette erstattet med en batteridrevet elektrisk "trikk" som tok 12 passasjerer. Etter at banen ble åpnet for turister ble det bygget en kopi. De to trikkene er koplet sammen og kan frakte til sammen 25 passasjerer.

Inngangspartiet ved Langefonn

Adkomsten til anlegget vinterstid var ikke problemfri. Foran innslaget dannet det seg hver vinter en stor snøfonn. Trafikken til og fra tunnelen måtte foregå på buksebaken gjennom en luke i ståldøren i tunnelåpningen. Lenge syntes det som om ingen kunne løse problemet – inntil Vassdragsvesenet kom med penger. Oberst Bjørn Rørholt fra FFSB, som vel var "primus motor" for hele Gaustatopp-prosjektet, sendte da Jan Herman Spenning fra egen anleggsavdeling og arkitekt P.A.M. Mellbye "Tryvannstårnets far" til Langefonn med beskjed om at de ikke fikk returnere før de hadde funnet en løsning. I løpet av kvelden fikk de til en løsning med oppholdsrom, kjøkken, bad og tre soverom. Nede var det plass til en "togstasjon" for anleggets lille dieseldrevne "skinnebuss" samt garasje og lagerrom. Det hele ble koplet sammen med tunnelinnslaget ved et lukket overbygg. Vinterproblemene var løst, neste dag fikk Norsk Hydro planene, og "bløtkakehuset" ble bygget på Langefonn, og står slik i dag. Det var litt annen, og noe raskere saksbehandling på 1950-tallet enn i dag!



"Bløtkakehuset" på Langefonn.



Stolt maskinoperatør.

Øvre stasjon

Her ligger maskinrommet med hovedmotoren som trekker vognene. Banen er i dag radiostyrt, noe som betyr at den i tillegg til å bli styrt fra maskinstasjonen også kan kjøres fra en av vognene. Herfra går det en 100 m tunnel ut til "Tuddalstippen" hvor steinmassene ble kjørt ut under byggingen, og som nå er utgang til friluft for turistene.



Radiolinjerommet da det var aktivt.



Nå er det "Top Secret Dining" her.

Denne tunnelen går også i motsatt retning til Radiolinjerommet hvor alle Forsvarets sambandsinstallasjoner tidligere var installert. All innmaten er blitt fjernet, og den store hallen brukes nå til eksklusiv "Top secret dining" for betalende gjester, som får oppleve den kalde krigen eskortert av "militært personell". Dette innbefatter også nødvendig "sikkerhetsklarering" og fotoforbud!

Fra Radiolinjerommet er det en forbindelse opp til Forsvarsleiligheten med antenne loftet hvor radiolinjeantennene sto, som ligger delvis i friluft. Forbindelsen består av en skråsøkt på 47° stigning som opprinnelig hadde en enkel trallebane og trapp, og som ender i en loddssøkt under bygget. Utstyr som skulle opp i bygget ble heist opp med vinsj fra hvor trallebanen stoppet, personell måtte gå det siste stykket opp en vindeltrapp. Etter hvert ble det problemer med trallebanen, den tilfredsstilte ikke lenger krav til sikkerhet, dessuten var det problematisk og omstendelig med omlasting og vinsjing. I 1977 ble denne transportmetoden erstattet av en heis som først går på skrå i de nevnte 47° stigning, og så vertikalt det siste stykket opp til oppholdsseksjonen og antenne loftet i bygget over. En av de første personene som brukte denne transporten var Kong Olav under sitt besøk, og den har derfor senere blitt kalt for "Kongeheisen". Den var jo ikke bygget spesielt for han, men besøket fremskyndet kanskje denne utbedringen.

Vinterproblemer med adkomst

I en rapport fra Norsk Hydro, Rjukan 27. januar 1956 står det følgende. "Veistrekningen overfor Svineroi går delvis i fjellskjæring, hvor veien er sterkt utsatt for å fyke igjen. Veien ligger i et ualminnelig værhardt strøk. Vinterkjøring

Svineroi til Langefonn foregår nu med beltebil, som tar seg frem hvor det i øyeblikket er lettest fremkommelig." Den siste kneiken opp til anleggsbrakkene på Langefonn lå i svært skrått terreng og det hendte flere ganger at weaselene veltet og trillet nedover igjen. Det var ikke bare weaslene som trillet nedover her. For å frakte ut all tunnelmassen ble det brukt to små lokomotiver. Skinnene ble forlenget etter hvert som tippene vokste. Men det ble også liggende en del snø og is blant steinmassene. En dag på forsommeren 1956 fikk en av gutta på langbrakka på Langefonn en ubehagelig overraskelse; lokomotivet sto ikke der han hadde satt det fra seg kvelden før. Alt han kikket og lette, så var lokomotivet vekk. Han tilkalte resten av arbeidslaget. Mange holdt på at det var Gaustatrollet som hadde sett seg lei på alle den romlingen og hadde gjemt maskinen. Da var det en som oppdaget doningen, helt nederst i skråningen til tippene. Noen mente det var tøværet og sola de siste dagene som hadde smeltet is og snø og fått skinnegangen til å sige litt utover tippene slik at loket hadde tatt seg en tur på egenhånd. Men teorien om Gaustatrollet fikk flest stemmer!

Så lenge Forsvaret hadde anlegget var en helt avhengig av beltetransport vinterstid fra enden av brøytet veg ved Svineroi til Langefonn. Det ble derfor bygd en stor garasje ved Svineroi for slik beltevogner, som startet med Weaseler, senere Snow Tracs og endte til slutt med Bandvagner type BV 202. Nå brøytes vegen Svineroi - Langefonn hele vinteren.



Langefonn vinterstid i anleggsperioden. Det var her loket forsvant og ble funnet i bunnen av tippen.

Alle vanskeligheter ble til slutt overvunnet, banen sto ferdig i 1958 og den 4. juni 1959 kunne NATO gjennomføre sin sluttinspeksjon. NATO hadde betalt ca. 14 mill. kr for hele anlegget, i tillegg var det en nasjonal kostnad på 0,5 mill. kr.

Prominente besøkende mens det var et militært anlegg

Med god grunn så var dette et "skryteprosjekt" for Norge, og derfor ble det vist frem til mange høytstående personer, både sivile og militære fra Norge og utlandet. Det var i tillegg til Kong Olav nordiske forsvarsministre, Nigerias forsvarsminister, NATO-topper, Israels statsminister David Ben-Gurion og mange andre. Men for enkelte kunne baneanlegget inne i fjellet virke skremmende. Da den franske utenriksministeren skulle besøke anlegget sammen med utenriksminister Frydenlund, måtte de snu inne i fjellet da franskmannen ikke torde ta kabelbanen opp til toppen. Heller ikke å gå de 3500 trappetrinnene var noe alternativ!

Av andre ikke så prominente besøkende kan nevnes at sovjeterne også var nysgjerrige på hva som foregikk inne i Gaustatoppen. Det ble stadig observert bærplukkere i området rundt fjellet som kom kjørende i biler med sovjetiske ambassadeskilter og lange antenner.



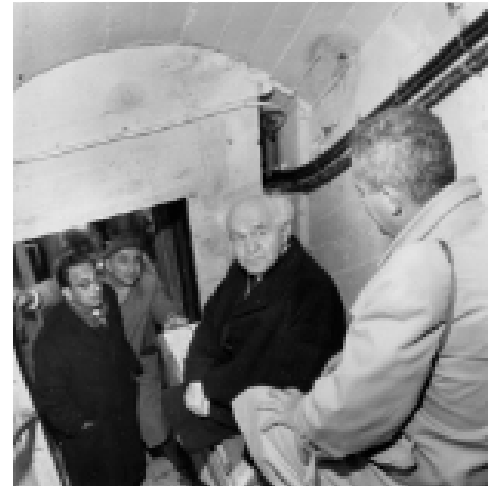
Kong Olavs besøk 29. mars 1977.



Juli 1960: Nigerias forsvarsminister, Majekodumni.



Forsvarsstaben på besøk 3.oktober 1963.



David Ben-Gurion 30. august 1962 hvor "Kongeeheisen" senere ble montert.



Turister som tar banen fra nedre stasjon med en ombygd vogn som nå tar 25 passasjerer.

Grunnet den kalde krigen, og med de stadig skjerpede sikkerhetskravene til personell som kunne bruke banen, kunne ikke den opprinnelige planen med persontrafikk for turistformål gjennomføres, de militære var sterkt imot det.

Nå er ringen sluttet, den kalde krigen er over, banen er blitt sivil, firmaet A/S Gaustabanen som driver den satser nå sterkt på turisttrafikk. Banen er blitt svært populær med over 70 000 reisende i året. All informasjon om denne finnes på www.gaubtabanen.no. Ideen med tunnel til fjelltopper viste seg å være vellykket, og ble videreført hvor annen atkomst ville være meget vanskelig på grunn av terrenget og klimatiske forhold.

Da Forsvaret ønsket å bygge et kontroll- og varslings-senter i fjellet Høggumpen nær Sørreisa i Troms på 50-tallet var problemet sikker atkomst til de tre radarene som var planlagt på toppen av det 1028 m høye fjellet. Opp dit var det svært bratt og i et offisielt skriv står det at "værforholdene på toppen er på mange måter de verste av alle radarstasjoner. I åtte måneder av året er snødybder på tre meter ikke uvanlig". Ikke rart at en "Gaustatopp-løsning" ble valgt, og trallebanen har nå vært i drift i over 50 år uten store problemer. Samme løsningen ble senere benyttet ved byggingen av andre, tilsvarende radarstasjoner.

Kilder

Nettverk. En beretning om Forsvarets tele- og datatjeneste 1953-2001. Utgitt 2003

Helge Songe: Gaustabanen. Utgitt 2012

Bjørn A Rørholt: Gaustatoppen og Forsvaret, Skien-Telemark Turistforening Årbok 1993

Norsk Hydros arkiv

Forsvarsbyggs arkiv

A/S Gaustabanen

Samtaler med Øistein Saugerud, Helge Songe og Jon Ingebretsen

Bilder: Forsvaret, A/S Gaustabanen, Helge Songe

Etterord v/Redaksjonskomiteen

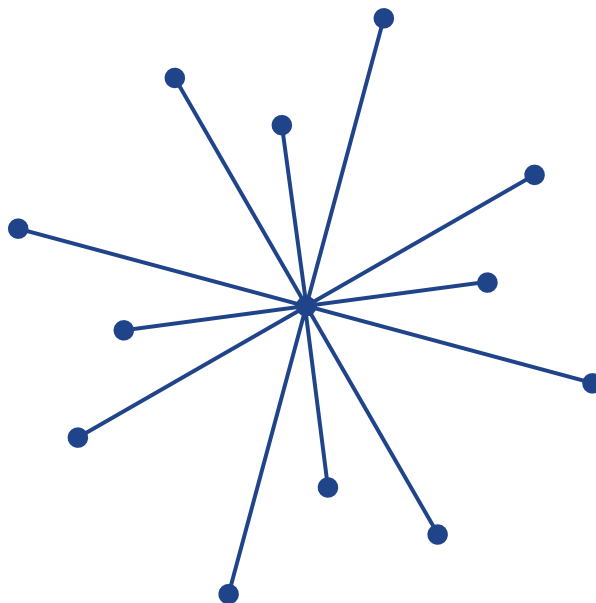
Vi har stilt spørsmål rundt drivemetoden og den åpenbare risiko knyttet til pulkmetoden og har derfor sjekket litt om hva som foregikk i samtiden. Tokke med størst aktivitet i perioden 1954-63 drev en rekke sjakter med pulk-metoden. Sjaktlengdene var noen hundre m, altså vesentlig kortere enn på Gausta-prosjektet. Etter samtaler med anleggsfolk fra Statkraft, er inntrykket at det på Tokke var lagt stor vekt på sikkerhetstiltak, dels tømmerbunter som ga ly for steinsprang og med større avstand også nisjer for tilflukt.

Vi har ikke registrert større ulykker ved bruk av metoden.

Alimak-metoden ble kjent i siste halvdel av femtiårene. Litt tilfeldig hvem som var først eller tidlig ute. Ing. F. Selmer AS for NaCo i Høyanger var trolig blant de første med en skråsjakt, tverrsnitt 3,3 m² og 587 m lang. Det startet med 11 m «primitiv drift» ifølge anleggslederen, deretter 92 m med luftdreven STH 3. For de resterende 484 m ble det benyttet Alimak STH 5 med elektrodrift. Prosjektet som startet i 1961 ble presentert på Fjellsprengningsdagen 1963.

På samme konferanse presenterte Statkraft pågående driving av sjakt for Strømsmo kraftstasjon i Bardu. Tverrsnitt 20 m², stigning 45o og lengde 291 m. Det benyttes en luftdrevet Alimakheis (2 x 8,5 hk)

Tidlig ute med Alimak var Statkraft, på Vikafjellet, trolig ca. 1964. Også Tokke rakk å få med seg Alimak metoden.





NFF sin stand med Amund Bruland og Elin Hermanstad Havik





Foto: Eirik Haugerudbråten

KRAFTVERKENE I FORTUN

Samlet og utformet av Kulturutvalget v/A. Ravlo.

Året er 1956

Stø kurs, alle skal med og industrireiseing er viktigste del av regjeringens strategi. Utbygging av Fortunverkene som skal forsyne aluminiumsindustrien med elektrisk kraft starter.

Andre verdenskrig er for lengst over. Gjenoppbygging av Finnmark, Nord-Troms og brente byer var kommet langt. Internasjonalt er stemningen på ingen måte preget av fred. Kald krig mellom øst og vest er en realitet og Jern-teppet et godt innarbeidet begrep. Ved Stortingsvalget høsten 1945 hadde Arbeiderpartiet fått rent flertall og i hovedsak støtte fra Kommunistene med ytterligere 11 representanter fra sitt brakvalg. Det til tross, Stortinget valgte en vestvendt forsvarsallianse og valgte NATO som ble etablert våren 1949. Som forventet førte det til interne stridigheter på politisk venstreside. Likevel, Stortingsvalget i oktober samme høst viste at velgerne delte Arbeiderpartiets (også støttet av høyresiden) syn som ga AP et overveldende stort flertall, feide kommunistene ut av Tinget, inn kom SV.

Industrireiseing

Knappe finansielle ressurser til tross, oppbygging av forsvaret i samarbeid med våre allierte fikk dekket sine behov, og øverste punkt på valgplakatene - nye arbeidsplasser og etablering av ny industri i statlig regi - ble etterlevd. Rester av krigens aluminiumsprogram ble tatt vare på. Årdal som sto sentralt i dette programmet trengte mer elektrisk kraft og kraft ble det.

Fortunverkene med utbygging av elvene Fortun og Granfaste med reservoarmuligheter i høyfjellet ble påbegynt. Med datidens målestokk var dette et stort prosjekt. For Skagen kraftverk seks aggregater, hvert 36 MW, for pumpekraftverket Herva et aggregat, også 36 MW og for Fivlemyr et 2 MW aggregat. Byggherre var Årdal Verk (Staten), planlegger Ing. A.B. Berdal og hovedentreprenør Høyer-Ellefsen AS.

Forutsetningene for moderne anleggsdrift er kompetanse, hensiktsmessig maskinpark og utstyr, kompetent bemanning og tilgang til energi, ikke minst elektrisitet.

Luster kommune, vertskap for prosjektet, kunne levere en begrenset mengde til anlegget i sommerperioden, men vinterstid var alle ressurser disponert. Et 1,5 MW dieselaggregat ble derfor rigget for behov i anleggsperioden. De ulike anleggsområdene ble forsynt over et 22 kV høyspentnett, i alt ca. 65 km. Maskinparken hos norske entreprenører i femtiårene var ikke imponerende, gjerne håndholdt utstyr, trykkluft kombinert med omfattende bruk av muskelkraft.

Fortunutbyggingen dekker et stort areal i en utfordrende topografi med logistikk som sentral utfordring i et - den gang - vei og bilfattig land. Fortun er et takrenneprosjekt som samler vann fra fem større og et dusin mindre



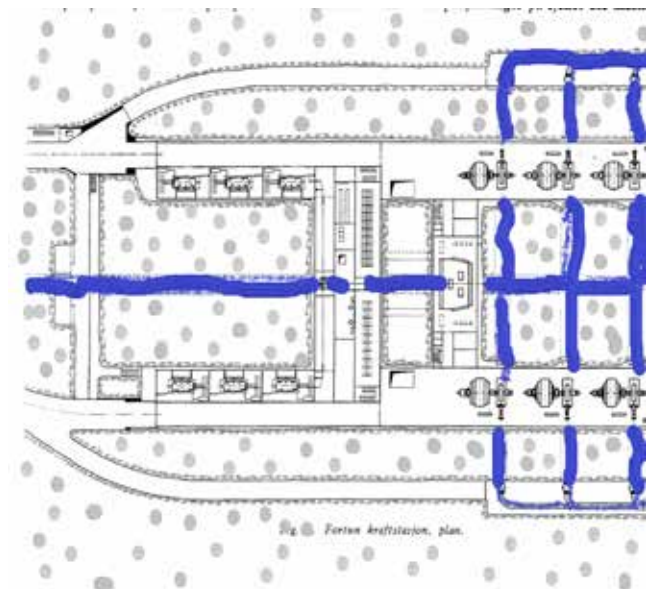
Vestlandet er vakkert og Luster intet unntak. Kommunen er vertskap for Fortunverkene. Etter sammenslåing med Hafslo og Jostedal kommuner er kommunen arealmessig den største i fylket med 2600 km². Vel 5000 er bosatt i kommunen. Kommunesentrum er Gaupne, for anlegget var Skjolden både forsyningssentrum og bo-område for deler av anleggsledelse og flere leverandører. Byggherren etablerte sine fasiliteter nær Skagen kraftstasjon.

nedbørfelter. I alt er det bygd 71 km tunneler, de fleste med tverrsnitt fra 4 til 18 m². Prosjektering av Fortun-utbyggingen var åpenbart basert på at her skulle alle vannressurser utnyttes. For overføring av vann fra Helgedalsfeltet til driftstunnelen for Skagen forelå to muligheter. Enten den lange løsningen, dvs. gå rundt og holde seg i høyden eller den kortere med dykkertunnel under og kryssing av Helgedalselven. Etter grundige geologiske undersøkelser ble kortversjonen valgt: To skråsjakter hver 230 m og en ca. 1400 m lang horisontal tunnel, tverrsnitt 10 m² ble bygd. Komplisert og risikabelt, men vellykket. Tunnelen tålte 180 m innvendig vanntrykk uten lekkasje.

Oversikt over anleggsområdet for Fortunverket

Om systemet

Driftstunnelen for Skagen kraftstasjon er 8,8 km lang med tverrsnitt fra 12 til 18 m² med inntak i Skålavatn som har en regulert høyeste vannstand på 1013 moh. Den horisontale delen går over i to skråsjakter under Nausanosi. Skråsjaktene som hver betjener tre turbiner er ca. 1,7 km lange. Nederste del med stigning på 36° når et tverrslag etter 940 m og fortsetter med stigning 44° ytterligere 530+30 m. Dette var heldigvis i en periode der sjakt-teknikken var i endring¹. Undervannet slippes i Fortunelven på 38 moh. Nedbørsfeltet for Skålavatn har et midlere årsavløp på 573 mill. m³. Vatnet har ikke kapasitet for å lagre alt flomvann. Derfor er det anordnet pumpekapasitet i systemet. Skagen kraftstasjon med



Skagen kraftstasjon. Plan av maskinsal

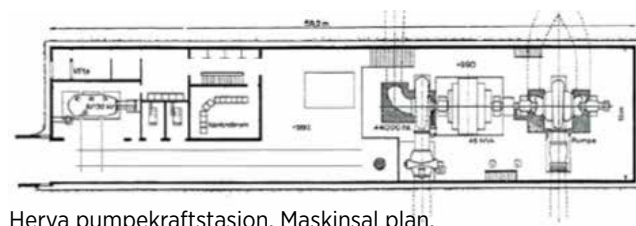
seks aggregater er plassert i en maskinsal delt i flere deler for å redusere spennvidder, redusere bergspenninger og deformasjoner. Turbinene, type horisontal Pelton ble levert av Voith AG. Generatorene er levert med tre stk. fra EGA² henholdsvis tre stk. fra NEBB.

Skagen kraftstasjon

To maskinsaler med 3 aggregater i hver. Trykksjakt splittes i to som mater 3 maskiner hver. Felles avløp for alle seks.

Herva kraftstasjon har Skålavatn som undervann med inntak dels i Storevann, dels fra det høyere liggende Hervavatn. Brutto fallhøyde vil variere mellom 250 og 300 m avhengig av inntak og vannstand. Driftstunnelen er 8 km, med tverrsnitt fra 7 til 11 m². Kraftstasjonen ligger 250 m inn i fjellet ved Skålavatn, dykket ca. 25 m under regulert høyvann. Herva er en pumpekraftstasjon med en maskin som kan produsere elkraft med vann fra ovenforliggende to bassenger (forskjellig nivå). Turbinen er en horisontal Francis fast tilkoblet en generator. På motsatt side kan akslingen kobles til en pumpe med kapasitet 10,1 m³/sek med 250 m løftehøyde. RIVA leverte turbin, pumpe og div. ventiler; EGA leverte generator og Kværner luker og andre ståldetaljer.

Fivlemyr kraftstasjon utnytter et bruttofall på 240 m med inntak fra Gravdalsvatn. Det er installert et aggregat med 2 MW kapasitet.



Herva pumpekraftstasjon. Maskinsal plan.



Storevatn med Hestbreppigane bak.

¹ Stigortsheisen fra Alimak ble lansert i 1957 (Jakobsstigen)

² EGA var datterselskap av det tyske EAG. Etter andre verdenskrig overtatt av Staten og etablert i Bergen. NEBB (Norsk Elektrisk Brown Boveri) er i dag del av ABB



Breidalsvatn. Et av 13 vann regulert for Fortunverkene.

Fortunverkene har en samlet installasjon på 44 MW. Brutto midlere årsproduksjon er beregnet til 1,31 TWh. Pumping i flomperioden tar rundt 0,03 TWh. Anlegget åpnet for produksjon i 1959. Det siste aggregatet kom på nett 1963. Gjennomføring av prosjektet er preget av samfunnssituasjonen i 50-60 årene. Arbeidskraft var fortsatt rimelig mens innkjøpte produkter ble ansett kostbart og import begrenset tilgjengelig.

Anleggsområdet er både stort og vanskelig tilgjengelig, vei og brubygging ble en del av arbeidsomfanget. 48 km ny offentlig vei, oppgradering av ytterligere lange veistrekkninger, 50 km telefonlinjer økte effektivitet og sikkerhet. Anleggsintern transport ble redusert gjennom spredt plassering av brakkelag, delvis løst med tralle og taubaner, bruk av egne bein var også en godt akseptert teknikk. Ved valg av konstruksjonsløsninger for dammer, bekkeinntak, bruer mm var hensyn til transportbehov av byggematerialer et viktig kriterium.

Vannmagasiner

En viktig side ved vannkraftutbygging er sikring av vannreserver. For Fortunverkene er dette sikret med 13 fjellvann som er regulert og knyttet sammen med det etablerte tunnelsystemet.

- Av 13 vannmagasiner er det kun ett som er basert på renoppdemming og følgelig krever damkonstruksjoner.
- Åtte er basert på nedtapping i tunnel med utslag under vann. Dette er en teknikk som vi må kunne kalle norsk og godt egnet for nedbør- og topografiske forhold i Norge.
- Fire er konstruert for både oppdemming og nedtapping. Dammene er i hovedsak steinfyllingsdammer med tetningskjerne av armert betong.

Bergkvaliteten i anleggsområdet er varierende, men i hovedsak god. Av ca. 70.000 tunnelmeter måtte 800 m sikres med betongstøp og ytterligere 600 m sikres med injeksjon og bolter.

Jeg mener, sier vår kilde fra anleggsledelsen

Vi har god grunn til å mene at entreprisen levde i en slags boble og teknisk brytningstid. Stort anlegg, nye metoder og i noen grad nytt utstyr med utstrakt vilje til utprøving. Dette foregikk i en anleggsperiode med utstrakt bruk av små luftdrevne bormaskiner, borkroner for maks en tommes hull. For stoffarbeid - hver mann sin maskin, knematerdrift, skinner, vagger, kastlastmaskiner og mye muskelkraft.



Mindre vanlig fjellsikring Hervaskår. OK i sommersonne.

Som uhildet representant for hovedentreprenøren, mener jeg vi var en god representant for datidens knippe av større bedrifter som konsentrerte seg om tyngre oppgaver innen anleggsvirksomhet. En balansert kontrakt, kompetanse hos oss, leverandørene og ikke minst hos byggherrens stedlige representanter med myndighet til å løse aktuelle problemer. Et godt grunnlag for gjennomføring av prosjektet.

Skjolden ble vårt sentrum, dels for mottak av anleggsmaskiner og utstyr, dels anleggskontor og innkvartering av anleggsledere. Byggherren etablerte seg ved Hestehagen nærpåhugg for adkomsttunnel til Skagen kraftstasjon. Byggematerialer og forsyninger kom i hovedsak fra vest, Knagenhjellem i Kaupanger leverte trematerialer gjerne supplert fra øst når fjellveiene var åpne

på sommerstid. Tilslagsmaterialer ble produsert i eget grustak nede i bygda og kjørt til deponier ved de ulike angrepspunkter dvs. dammer, tunneler og stasjoner. For å muliggjøre fortløpende mannskapstransport ble det bygd på taubaner og trallebaner. Her løste Hordaland Mek. fra Voss oppgavene.

Det sosiale, her er det mange kilder

Malende historier fra sentrale deltagere har sirkulert i miljøet, det gjelder både teknologi og de mer humane forhold. Mye dreide seg om kokkelagene, kosthold og betingelser for kjøkkenpersonalet. Det var svært viktig i et miljø der arbeidsstokken var henvist til opphold i brakkelagene i lange perioder.

Arbeidsdagen var lang, skiftarbeid og helg på brakka

normalt. Ikke uvanlig at alkohol ble et problem. Også på Fortun forekom hendelser der heimebrent var del av problemet. Privat bilisme og frislipp av bilsalget endret miljøet i positiv retning, men da var Fortunprosjekt for lengst ferdig. For meg og anleggsledelsen for øvrig ble det mange og lange fotturer. Jeg hørte kolleger omtale anleggsperioden som en årelang fjelltur til et stort antall byggeplasser i et vidt og vilt fjellområde. Likevel, det ble bygget anleggsveier, dels som avgrening fra Sognefjellsveien. Stasjonene Skagen, Herva og Fivlemyr måtte kunne nås med tunglast. Etter forholdene for øvrig ble det brukt beltekjøretøy, slede, båt, flåte, taubane, trallebane og skinnedrift. Svært moderne var utstrakt bruk av helikopter.

A/S Helikopter fikk base i anleggsområdet. Akutte transportoppdrag ble det nok av, betryggende var det også. Det store anleggsområdet på høyfjellet er over gjennomsnitt utsatt for tordenvær og hyppige lynnedslag. Anlegget ble dessverre åstedet for den største ulykken forårsaket i sitt slag på norske anlegg. Fem personer omkom i en av tunnelene. Skinnegangen tok med seg lynet inn til mannskap på stuff.

Anlegget fikk på sin måte en smak av internasjonal konflikt mellom øst og vest. Flyktingestrømmen i kjølvannet på andre verdenskrig hadde roet seg, men i 1956-57 ble Sovjets innmarsj i Ungarn årsak til en ny flyktingestrøm. Knappe 2000 kom til Norge, de fleste kom i arbeid ganske fort, noen kom til Fortunanlegget. Våre kilder omtaler innsats og kompetanse særdeles positivt.

Typisk for Norge har vært at anleggsbransjen ble møtt med velvilje når vei-, bro- eller kraftprosjekter skulle gjennomføres. Slik også i Luster. Bygda samlet seg ikke



Sikringsarbeid.

for å protestere, men for å ønske en ny tid velkommen. Det som foregikk på kaien eller i høyfjellet var interessant. I femtiårene, før TV, før datamaskiner, før hjemreiser i en forlenget ukeslutt var samtale og historier en del av hverdagen.

Da den første blåmalte bulldozeren ble losset på brygga i Skjolden var det godt oppmøte. En sindig, velfødd dozerfører tok spakene fatt og startet ferden på den lokale grusveien mot første stopp, samvirkelaget, for proviantering. En interessert tilskuerskare fulgte med, noterte seg innkjøp av snus før ferden fortsatte til første jordstykke litt lenger opp i anleggsområdet der et jordstykke ble rensket for matjord. Det tok 3 påfyll med snus.

Intern logistikk for et stort anleggsområde i ulendt terreng krever veier, ulike typer taubaner og maskiner. Et vestnorsk verksted sto sentralt med «Nausa-bonden» som spydspiss. Han kommenterte den dyktige legen som løste de fleste helseproblemer, men som mislikte taubaner med luftige spenn. «Kom bli med meg opp til Nausanosi så får du et nytt syn på flere oppgaver. Du kan til og med spytte ned på det du ikke liker». «Jeg blir her så kan andre spytte ned på meg» sa legen.

Til slutt. De første aggregater ble satt i drift 1958, hele Fortunprosjektet avsluttet i 1963. År 1997 ble konsesjonsbetingelsene revidert. Norsk Hydro inngikk en bytteavtale med NVE/Statkraft og overtok kraftverkene samtidig som selskapet gjennomførte en totalrenovering av anlegget.

Referanser

Informasjo fra tidsvitner er i hovedsak basert på 4 kilder. Anleggsleder Hjalmar Solem fra Høyer Ellefsen, talefør kollega har fortalt utallige historier fra anlegget lenge før bok og artikkel ble planlagt. Han er borte, men NK Kåre Randmæl har fulgt opp med stoff mens skriving pågikk. Dessuten høstet vi lærdom fra bransjebesøk til anleggsområdet. Norske kraftverk bind 2 og Norsk Hydro 100 år bind 1 har vært ytterligere hjelp.

Illustrasjoner

- Kartutsnitt som viser anleggsområdet i Vest Jotunheimen med naboer som Hurrungane, Fannaråken, Storen, Geitryggen, Hestbrepiggen og mye mer.

-Planskisser av maskinsal Skagen og Herva. Bildene for øvrig er mottatt fra Norsk Hydro som eier og drifter Fortunverkene.



Foto: Tommy Oppdalshei

NUUK KRAFTANLEGG. GRØNLANDS FØRSTE STORE VANNKRAFTANLEGG

Norske bedrifter sto sentralt i byggeprosessen

Per Anton Brandtzæg

Starten

En djerv beslutning av Grønlandske myndigheter og et stort løft for en nasjon med ekstreme topografiske, meteorologiske og sosiale utfordringer. Norske bedrifter fikk bidra med sine kunnskaper, erfaringer og tekniske ressurser.

I perioden 1990 til 1993 ble det første store vannkraftverket bygget av et konsortium der norske bedrifter sto sentralt. Nå, etter en lengre driftsperiode kan det fastslås at Nuuk kraftanlegg er et kvalitetsprodukt og at Grønlands Hjemmestyre og Nukissiorfiit = Grønlands Energi-forsyning (GE) er realisert med suksess. Det viste seg, som antatt, at vår erfaring fra lignende forhold, topografisk – klimamessig og lay-out- messig var nyttig. For norsk entreprenørvirksomhet utenfor landets grenser også en påminnelse om at kjente forhold og kjent miljø er viktig.

Et gunstig moment ved dette utenlandsprosjektet var at man, da Grønland bestemte seg for å gå i gang med utbygging av sitt vannkraftpotensiale, valgte å gå for hva de kalte et tradisjonelt norsk fjellanlegg. Tidspunktet for oppstart på Grønland i 1990 falt godt sammen med avslutning på en hektisk vannkraftperiode i Norge, sjelden har vi vært bedre forspent med fersk og omfattende kompetanse og ressurser på et enkelt fagområde. Den norske modellen med underjordsanlegg, passet svært bra for Grønland: topografi, vinter og klima-forhold. Relevant kompetanse er nyttig.

Grønland – Kalaallit Nunaat på lokalt språk

Kartutsnittet er tatt fra Google og viser plassering av byer og tettsteder. Grønland mangler i hovedsak nasjonal infrastruktur. Kommunikasjon er en lokal kystrute som betjener ca. 10 anløpssteder langs vestkysten, dessuten har landet et større antall småflyplasser med en hovedflyplass – Søndre Strømfjord – for internasjonal trafikk. Den ligger i området innenfor Sisimiut, nær brekanten og med innlandsklima. Den amerikanske Thule Air Force base ligger på nordvest siden av Grønland.



Politisk er landet et monarki knyttet til Danmark og anses som nordisk selv om det tektonisk ligger vest for spalten mellom Europa og Amerika. Det er selvstyre på mange områder, unntatt sikkerhet, valuta og utenrikspolitikk. Samlet areal: 2.166.086 km², innlandsis og isbreer 1.755.637 km² Isfritt areal 410.449 km². Høyeste fjell 3.693 m. Innbyggerantall er ca. 55.000 derav i hovedstaden Nuuk knappe 20.000.

Befolkningen, inuit, har urgamle røtter i Asia. 90% snakker et inuitisk-aleutisk språk som er det eneste offisielle språket. Det er i nær slekt med de andre språkgrupper i nord-regionen, særlig med inuktitut, som også blir snakket i Nunavut i Canada.

Parlamentarisk styre innebærer endringer fra tid til annen. Ved ankomst og første del av bygge-perioden var Jonathan Motzfeldt Landsstyreformann. I 1991 overtok Lars Emil Johansen som leder.



Foto: Grønlands Landsstyre

Grønlands Energiforsyning

Etter oljekrisen i 70-årene oppsto det i Grønland et ønske om alternativer til den store avhengigheten av olje. GE innledet derfor undersøkelser av de betydelige vannkraftressurser som finnes i landet, både regionale og bynære. Tidlig på 80-tallet ble det utarbeidet en nasjonal energiplanlegging som konkluderte med at det i første omgang ville være samfunnsøkonomisk fordelaktig å innføre vannkraft som erstatning for olje i fire byer: Nuuk, Sisimiut, Ilulissat og Paamiut. Den gang hadde man diesel-elverk som sto for hele energiforsyningen i alle byer og bebyggelser i Grønland. I 1986 besluttet Grønlands Landsting at den fremtidige energiforsyning i hovedsak skulle baseres på utnyttelse av vannkraft. Man regnet med å oppnå en langsiktig økonomisk fordel, ved at de store investeringer på vannkraften ville oppveies av besparelser, især knyttet til sterkt redusert oljeforbruk.

Etter nærmere vurderinger valgte Hjemmestyret i 1989 å prioritere utbyggingen av Buksefjord-prosjektet ved Nuuk, selv om det var det største og mest krevende av de aktuelle vannkraftverkene. Kraftverket i Buksefjorden, som ligger 5 mil syd for Nuuk, krevde en vel 56 km lang overføringslinje, med kryssing av to fjorder. Det lengste fjordspennet, over Ameraliik-fjorden, er på 5.376 m, som ble det lengste i verden. Viktig var det også at potensialet for senere utvidelse av kraftverket syntes svært lovende.

Etter 25 år med utbygging og drift av fire nye kraftverk, kan Grønland se positive resultater, både når det gjelder samfunnsøkonomi og miljøforbedringer. Fra tidsskrifter i 1993, samme år som Nuuk kraftanlegg startet sin produksjon, står det at Grønlands oljeforbruk gikk ned med 30% den dagen elektrisitet fra Nuuk kraftverk kom på nettet.

De fire nye kraftverkene som er bygd i byer rundt i Grønland har i sum en øket installert effekt på 46 MW, mens Nuuk alene nå har 45 MW. Effekten varierer fra 1,2 MW i Tasiilaq (Ammassalik) til 22,5 MW i Ilulissat. Den samlede installerte effekten i Grønlands vannkraftverker er nå altså 91,3 MW. Men planene for videre utbygninger rundt omkring vil bli fulgt opp fremover. Det står bare på finansiering. Og selvsagt også på spørsmålet om prioritering mellom aktuelle byene. Det er nok en klar mulighet for at en større videreutbygging i Buksefjorden kan komme først ut.

Buksefjord kraftverk

Buksefjord Kraftverk utnytter fallet mellom innsjøen Kang og Buksefjorden. Tilsiget fra det naturlige nedfallsområdet var tilstrekkelig for planlagt utbygging. For å øke sikkerhet for fremtidig behov ble det drevet overføringstunneler og kanaler til ytterligere tre oppland. Det samlede nedbørsområdet ble dermed 813 km². Kang hadde et overflateareal på 75 km² og det naturlige vannspeilet lå på 249 m.o.h. Her skulle vi bygge en dam som førte til at man fikk en samlet regulering på 28 m, mellom kote 261 og 233. Det er godt mulig å øke overføringen fra flere omliggende oppland til magasinet, for fremtidig mulig behov slik at det fremtidige potensialet for kraftverket økes vesentlig.

Da kraftverket kom i drift ble det sagt at Kang-magasinet er et 5-årsmagasin, et oppfylt magasin med 1900 mill. m³ vann er stort nok til å kjøre verket i 5 år uten nytt tilsig. Senere er det installert et tredje aggregat som øker vannforbruket, men fortsatt tåler Kang-reservoaret mer. Like viktig er det at overføringslinjen med fjordspenn har ledig kapasitet og tåler henimot dobling av dagens installerte effekt. Det er nok ingen tvil om at Buksefjord-prosjektet vil komme til å vokse i årene som kommer. Forholdene ligger godt til rette for det her.

Kontrakten

Etter en prekvalifiseringsrunde ga fire entreprenørgrupper tilbud på prosjektet i 1989. I en finaleomgang var det to tilbydere, og til slutt, etter ytterligere forhandlinger, besluttet Grønlands Landsstyre at forhandlingene skulle føres til ende med Nuuk-Kraft konsortiet.

Den 15. mai 1990 vedtok Grønlands Landsstyre å gjennomføre byggingen av vannkraftprosjektet ved Buksefjorden. Nuuk-Kraft AS fikk noen dager senere startsignal for byggingen i form av et brev fra Grønlands Landsstyre ved formannen Jonathan Motzfeldt. Dermed startet byggearbeidene.

Underskrifter for millioner

- Jeg håber på fortsatt samarbejde mellem Grønland og Norge, sagde landsstyreformand Jonathan Motzfeldt, da vandkraftværkets mange dokumenter blev underskrevet på den norske ambassade i København



Landsstyreformann Jonathan Motzfeldt og Styreformann i Nuuk-Kraft AS Kai Sørbråten signerte kontraktene. Her er forsamlingen på vei til dansk frokost i København omkranset av Handelsminister Kaci Kullmann Five og Ambassadør Arne Arnesen som vert. Den tidligere ambassadør Ole Ålgård var gjest, berømmet for sin hjelp til partene i planleggingsperioden for prosjektet.

Formelt ble totalentreprisekontrakten mellom Grønlands Hjemmestyre og Nuuk-Kraft AS, som omfattet prosjektering og oppføring av vannkraftverket med tilhørende overføringslinje til Nuuk, underskrevet ved en større samling ved den norske ambassaden i København den 26. juni. I tillegg til byggekontrakten ble det inngått en driftskontrakt mellom Landsstyret og et driftsselskap dannet av konsortiet. Driftsselskapet skulle ha ansvar for drift og vedlikehold av anlegget i 15 år. Kontraktssummen for totalentreprisekontrakten var på 822 mill. DKK. Av dette var andelen for Nuuk Anlæg 492 mill. DKK. Driftskontrakten var på 13,4 mill. DKK pr. år med løpende prisregulering. For Grønland var dette prosjektet en gigantisk investering.

Ved samlingen for kontrakts-formalisering og signering ble det fra flere talere som sterkt understreket at man så man på prosjektet som et viktig fremtidig samarbeid mellom Grønland og Norge.

Kontraktspartnerne

Helt fra starten av var det tett og tillitsfullt samarbeid med Byggherre, Hjemmestyret, Landsstyret og ikke minst med Arbeidstilsynet. Ingen tvil om at det var glede over at det store prosjektet endelig var i gang. Nukissiorfiit / Grønlands Energiforsyning (GE) som er en selvstendig virksomhet under Grønlands Hjemmestyre sto som byggherre for utbyggingen av Nuuk-prosjektet. De hadde ikke selv erfaring fra vannkraftutbygging, men hadde hatt med seg ekspertise på de viktige områdene, ikke minst kontakter med Norge. Det viste seg etter hvert at kontraktsgrunnlaget var svært bra.

For Landsstyret var Nuuk et prestisjeprojekt som de følte et sterkt ansvar for og ville følge direkte. Og de gjorde det klart at her ville de jobbe sammen med oss for å sikre det gode resultatet, som de og også vi, trengte. I første omgang var det selvfølgelig viktig at vi kunne bli kjent med og dra nytte av grønlandske systemer. En stor fordel var at alle, og ikke bare de på toppen, så på prosjektet som positivt for samfunnet. Alle ville gjerne hjelpe til.

Nuuk-Kraft konsortiet besto av sentrale norske firmaer innenfor vannkraftindustrien. På anleggssiden var det arbeidsfellesskapet Nuuk Anlæg AF, med Selmer (Selmer-Furuholmen) og Aker Entreprenør (Astrup-Høyer), og med Norconsult på konsulentsiden. Videre på mekanisk side Kværner Eureka og på elektrosiden ABB Energi (Elektrisk Bureau). Betongmast sto for overføringslinjen til Nuuk, som inkluderte det rekordlange fjordspennet

over Ameraliik-fjorden. Ingen tvil om at alle firmaene i konsortiet hadde solid erfaring fra bygging av kraftverk gjennom flere tiår. Dette kunne vi, og det var nok ganske avgjørende for Grønlands valg her.

Denne artikkelen vil i hovedsak ta for seg de anleggs-tekniske arbeider, spesielt bergarbeiderne som ble utført av entreprenørgruppens arbeidsfellesskap. Det norske arbeidsfellesskapet Nuuk Anlæg AF var for Nuuk-prosjektet supplert med det grønlandsk/-danske entreprenørselskapet Atcon A/S. Utover å utføre en del byggearbeider kunne Atcon gjennom sitt lokalkjennskap være med å få størst mulig lokal beskjeftigelse og med virkning av grønlandske firmaer. Arbeidsplasser og samfunnsutvikling var helt klart for Hjemmestyret svært viktig momenter ved denne kontrakten. Dette opplegget fungerte svært godt og førte til at vi ikke hadde problemer med å få engasjert den beste lokale kompetansen når vi trengte den, og det hele virket som et samkjørt arbeidsfellesskap. Som myndighetene også veldig tydelig ønsket: et skikkelig, grønlandsk prosjekt, basert på solid norsk teknologi. Vi som nordmenn følte oss vel og positivt godt mottatt på Grønland. Kanskje et følt slektskap knyttet til vårt tidligere fellesskap under dansketiden? Uansett, et nært og tillitsfullt samarbeid med myndighetene, også på høyeste nivå er viktig. I kontrakten var det stilt noen spesielle krav, som også gikk på kultur. Det fungerte.

Bemanning - medbrakt henholdsvis lokalt

Da det i midten av juni 1990 ble klart at jobben var vår, var første prioritet å få på plass anleggsledelse, bemanningsopplegg og å starte tilrigging. I kontrakten var dette med lokal beskjeftigelse et svært sentralt krav. Men det var også helt klart etter kontrakten at for tunnelarbeidene kunne vi fritt bemanne med våre egne norske fjellfolk. Og heldigvis var situasjonen i det norske markedet akkurat da litt slakk, slik at vi hadde mulighet for å sikre oss gode medarbeidere.

I Nuuk ble det avtalt et felles initiativ for verving av lokal arbeidskraft. Det ble min oppgave sammen med en representant fra Hjemmestyret å besøke arbeidskontorene i de byer som hadde hjemmehørende gruvefolk som hadde jobbet i den nettopp nedlagte sinkgruven i Maarmoriliik, og som nå var arbeidssøkende. På forhånd skulle de lokale arbeidskontorene foreslå kandidater som de mente ville passe best for prosjektet. Så skulle jeg etter noe tid, sammen med min kontakt i Hjemmestyret, reise rundt og ha samtaler med den eller de foreslåtte på hvert sted. Dette viste seg å fungere



Arbeidet startet med strandhugg i Buksefjorden. Foto: Knud Josefsen.

godt. De grønlandske gruvefolkene som ble ansatt viste seg snart som meget habile, trivdes også godt sammen med norske anleggsarbeidene fra Norge. Hjemmestyret ble godt fornøyd med løsningen.

Ved besøk i Maarmorilik sammen med representant fra Hjemmestyret for å inspisere utstyr fra den nylig nedlagte gruveaktiviteten ble det inngått avtale om kjøp av brukt utstyr. Store deler av forlegningen, med mannskapsrom, kontorer, kjøkken og kantine ble overført. Alt var klart til flytting.

Adkomst til anleggsområdet

Tilriggingsarbeidene var krevende. Buksefjorden, der kraftverket skulle anlegges, kunne i utgangspunktet nåes fra Nuuk på to måter: gjennom luften med helikopter på mindre enn en halv time, eller sjøveien med båt på ca. fire timer. Veier finnes ikke på Grønland, utenom i byer og tettbebyggelser. I Buksefjorden var det ikke spor av noen form for tidligere bosetning.

Det var viktig å gjøre seg kjent med forholdene så fort som mulig. Den lokale partner Atcon var en god støtte-spiller, i likhet med andre lokale krefter som bidro.

Det ble etablert avtaler om flere båter som etter behov seilte noen ganger i uka med folk og utstyr. Langs kysten, ned fra Nuuk til munningen av Buksefjorden, kunne sjøreisen være ganske tøff. Inn Buksefjorden var man skjermet, men der kom utfordringene for alvor på vinteren, når isen etter hvert bygde seg opp innover fjorden. Da måtte sjøtransporten ende ved iskanten, og videre transport inn fjorden kunne gå med beltekjøretøyer på fjordisen. I perioder ble helikopter satt inn i persontransporten her.

Helikopter ble benyttet ganske intensivt i oppstartfasen, men også ved behov gjennom hele anleggsperioden. Vi hadde med oss et helikopter fra Norge med plass til maks 3 personer. Det var inngått avtale om stasjonering



Brakkerigg monteres i kraftstasjonsområdet

og bruk på anlegget i byggefasen, som et beredskapsopplegg. I perioder var det behov for langt større løftekapasitet for transporter av folk, maskiner, brakker, materialer eller betongstøping. Det ordnet Grønlandsfly med datterselskapet Glace.

Oppstart med veibygging og tilrigging i kraftstasjonsområdet

Inne i Buksefjorden var det selvsagt viktig å komme i gang med forberedende arbeider, spesielt bygging av anleggsveier så fort som mulig. Det var gjort avtale med en lokal entreprenør om veibygging. 20 juni ble «Det første spadestik» markert med god dekning av presse. Et historisk øyeblikk for Grønland skrev avisene. Vår engasjerte veientreprenør foretok spadestikket nede i strandkanten med sin 20 tonns gravemaskin. Dagen før var en pram med de første anleggsmaskinene for entreprenøren blitt trukket inn fjorden av et dykkerskip

fra Nuuk. Dette transportopplegget ble brukt inntil den permanente kaien, som var en del av kontrakten, sto ferdig. Godt å ha med folk vant med lignende arbeid i kyststrøkene. Vi hadde glede av lokal arbeidskraft fra starten av.

Den lokale entreprenøren kom godt i gang med bygging av anleggsveien. Først ca. 1 km fram til riggområdet ved påhugget for adkomsttunnelen til kraftstasjonen. Deretter ca. 10 km vei opp til tverrslaget for tilløpstunnelen. Fremdriften på veibyggingen var god. Grunn- og terrengforholdene for veibyggingen var bedre enn forventet, spesielt den siste strekningen opp mot tverrslaget. Veibyggingen i startfasen sto på kritisk linje i prosjektet, svært viktig for god produksjon i tunnelene den første vinteren. Det gikk svært bra. Så snart veibygging var kommet i gang startet arbeidet med riggen i kraftstasjonsområdet. I første omgang måtte

det skaffes boplass til de som skulle rigge og for veibyggerne. På et område ganske nær påhugget for adkomsttunnelen ble det satt opp brakker for innkvartering med servicebygg, kontorer, lager- og verkstedbygninger. Brakkeriggen skulle dekke behovet for alle parter i konsortiet, byggherren og gjester. Provisoriske løsninger var også nødvendig de første månedene. Vi etablerte også en heliport i området.

Denne permanente hovedleiren for kraftstasjonsområdet som i hovedsak besto av enheter fra Maarmorilik, ble ferdig før nedtrapping for vinteren av arbeidene i dagen. Alt var i bruk i november. Mens veibygging og tilrigging gikk for fullt utover høsten var bemanning nær 100 personer, halvparten lokalt ansatte.

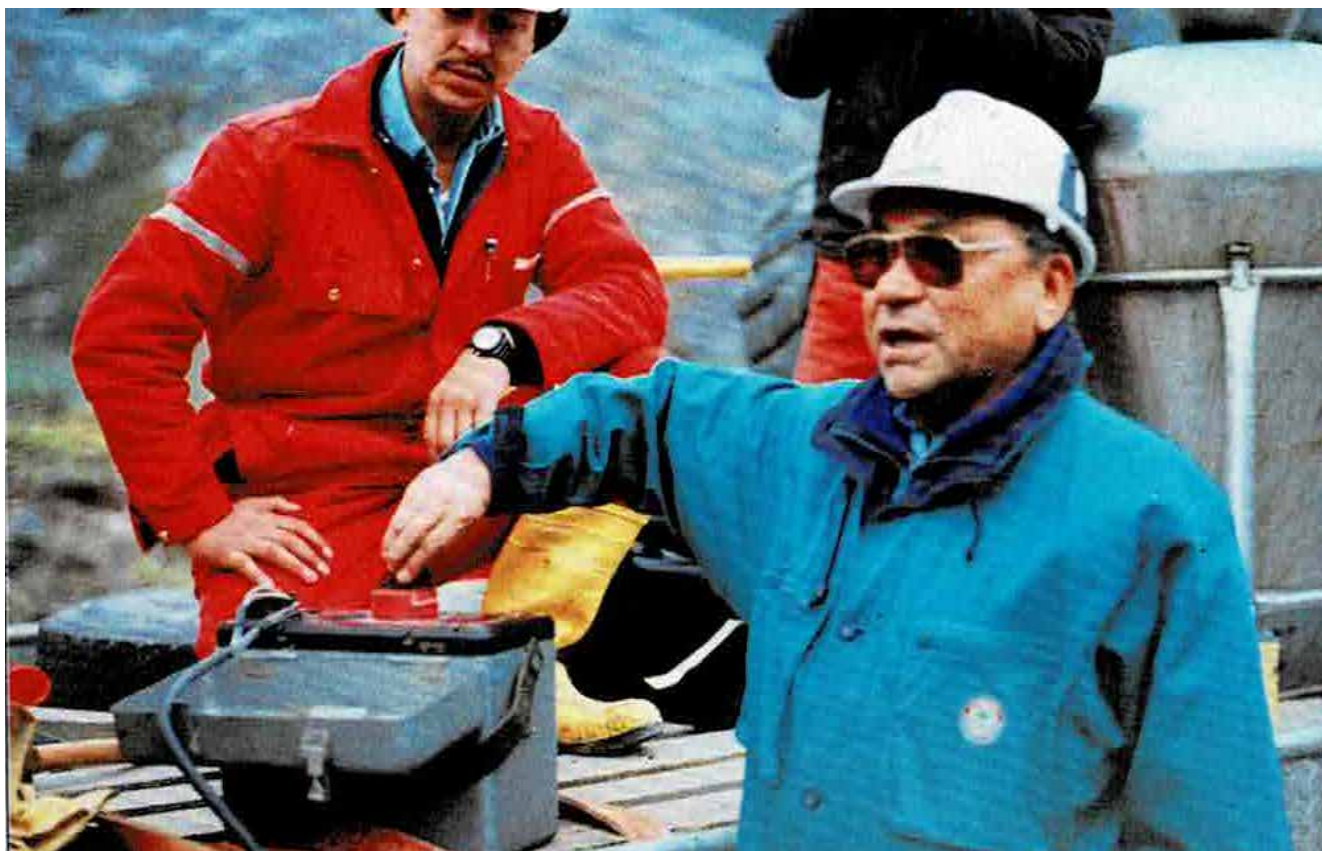
Tunnelarbeidet

Effektiv vinterdrift var viktig for gjennomføringen av hele prosjektet. På Grønland var dette ensbetydende med underjordsarbeid. Det forutsatte at man var godt i

gang med tunneldriften før vinteret tok overhånd. Planen var å starte driving av adkomsttunnelen tidlig i september.

Hjemmestyret hadde etter sin alvorlige investeringsbeslutning i mai måned, et ønske om å markere at anleggsvirksomheten var godt i gang. For første ordinære tunnelsalve på adkomsttunnelen, ønsket Landsstyreformann Jonathan Motzfeldt å trykke på knappen. Det førte til stort oppbud av presse og kjentfolk med flott stemning. Tydelig at Hjemmestyre ønsker å fremheve vannkraftsatsingen som viktig for Grønlands utvikling og de var uten tvil godt fornøyd med starten.

Etter åpningssalven 5. september gikk tunneldriften fint under gode fjellforhold. 1. desember var tunnelen drevet inn til kraftstasjonen, og da var forholdene lagt vel til rette for sikker vinterdrift videre. Permafrost ble registrert på de første 50 m av tunnelen uten at det skapte problemer for driften.



Landsstyreformann Jonathan Motzfeldt trykker på knappen for første salve Foto Grønlands Landsstyre

Tverrslaget – veibygging og start tunneldrift

Den andre sterkt prioriterte oppgaven som var i gang etter kort tid, var bygging av adkomstveien videre fra kraftstasjonsområdet opp til tverrslaget for tilløpstunnelen. Planen var at driften på det 650 m lange tverrslaget kunne komme i gang og drives ferdig i løpet av vinteren. Videre plan var at driften på selve tilløpstunnelen skulle i gang i mai måned 1991, etter at driften på tverrslagstunnelen var ferdig, ned til krysset. Her startet de to kanskje mest krevende stoffene på anlegget: høyre stoff mot Kang og inntaket var på nær 4 km, og venstre stoff, 3,8 km mot kraftstasjonen frem til møte med trykktunnelen. Ingen tvil om at det var viktig at anleggsveien kom fram så hurtig som mulig.

Da kontrakten ble inngått var planen at veibyggingen mot tverrslaget skulle gå frem mot jul, og at man så skulle ta en nødvendig pause på grunn av de forholdene man forventet på fjellet i vintermånedene. Siste del av veibyggingen frem til tverrslaget og tilriggingen for tunneldriften skulle starte etter påske, i april/mai måned.

Men da veibyggingen var i gang, fant man etter kort tid, at det gikk så bra at det var en mulighet for å komme frem til tverrslaget så tidlig at man kunne starte på tunneldrivingen en måned før jul, og så drive gjennom de 650 tunnelmeterne på tverrslaget i løpet av vintermånedene. Man kunne da komme i gang med drivingen av de to stoffene på driftstunnelen i mai måned, 5 måneder tidligere enn hva den opprinnelige planen forutsatte. Etter noen diskusjoner ble konklusjonen at forseringsløsningen ville gi så store fordeler i en kritisk slutfase, at man var nødt til å satse på den. Og med en ekstra innsats på veibyggingen gikk det bra. Denne omleggingen hadde man nok veldig store fordeler av seinere i tunnelprogrammet, i første omgang med tunneldriftene både fra tverrslaget og i kraftstasjonsområdet.

Tunnelene i kraftstasjonsområdet. Den 620 m lange adkomsttunnelen med tverrsnitt ca. 35 m² ble først drevet inn til kraftstasjonen. Deretter en 167 m lang adkomst til trykktunnelen. Trykktunnelen, med tverrsnitt 28 m², var ca. 1.900 m lang, og hadde stigning 1:10. Fra toppen gikk det videre ca. 900 m på driftstunnelen før møte med de som drev tunnelen fra tverrslaget.

Avløpstunnelen fra kraftstasjonen ut til Buksefjorden er 1.330 m lang. En 118 m lang tunnel ned til avløpet ga adkomst. Samlet utsprengningen for kraftstasjonen var på ca. 12.000 m².

Den andre tunneldriften som kom i gang på anlegget var det 650 m lange tverrslaget for driftstunnelen. De to stoffene på driftstunnelen, mot kraftstasjonen og mot inntaket på Kang var begge knapt 4 km lange. Utslags-salven mot Kang hadde et trykk på 25 m vannsøyle.

Noen sjakter var det også. Svingesjakten nær toppen av trykktunnelen, 150 m med tverrsnitt 16 m² var den lengste. Lukesjakten ved Kang var 27 m, med tverrsnitt 20 m². Og så to skråsjakter for bekkeinntak, 75 og 130 m, med tverrsnitt 4-5 m².

I tillegg var det overføringstunneler fra to mindre områder, Opland II og V. To tunneler med lengde 720 og 1.150 m, og tverrsnitt ca. 9 m². Videre en 290 m lang grentunnel for et bekkeinntak. Til disse områdene var det ikke veiforbindelser, men to alternativer for transportene. Enten helikopter, som selvsagt ikke er avhengig av føreforholdene, eller med beltekjøretøyer, som kan være veldig bra å ha på skikkelig snøføre.

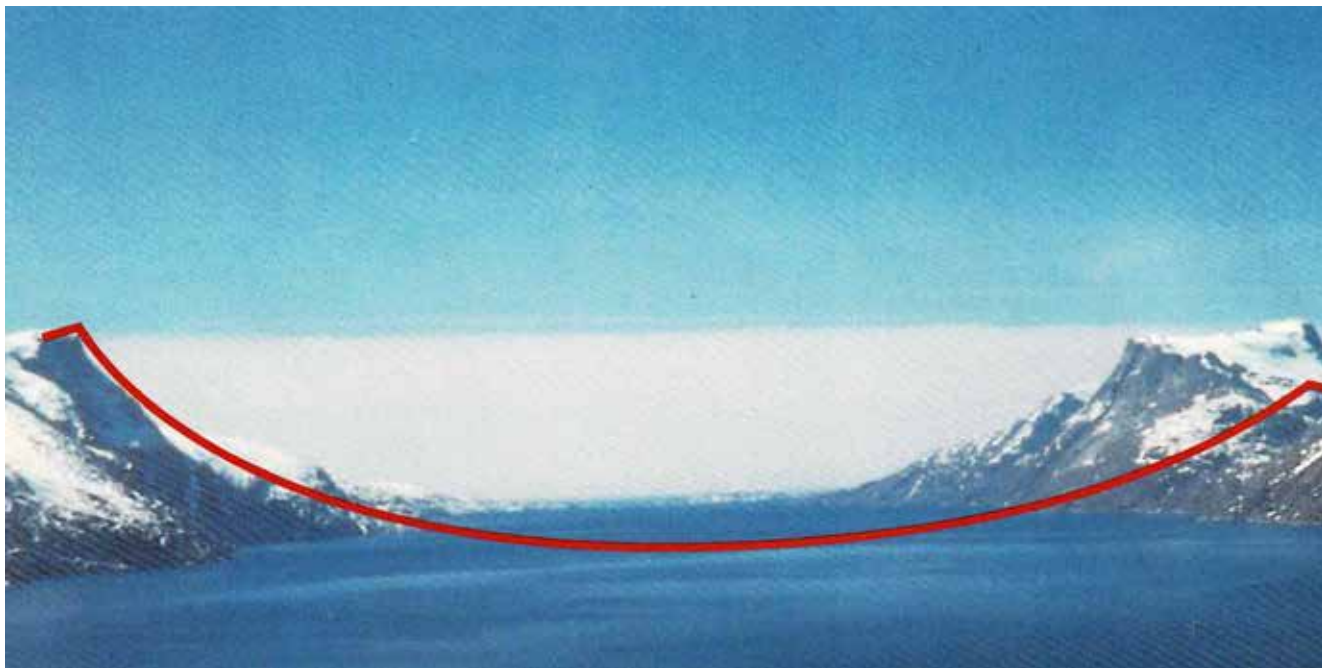
Samlet sprengningsvolum på tunneler, sjakter og bergrom på anlegget var vel 430.000 m³. Av dette ble rundt 240.000 m³ tatt ut på tverrslaget.

Prosjektet ble gjennomført uten alvorlige arbeidsulykker. Kontakten både med arbeidstilsyn og det grønlandske LO var åpen og problemfri.

Sikringsansvaret

Kontrakten var spesiell på ett område. Det gjaldt underjordsdriften med bestemmelser om fast pris for sprengningsarbeid og bergsikring. Dette gjaldt all sikring, både arbeidssikring og permanent sikring. Her hadde entreprenøren overtatt en viktig del av det ansvaret som byggherren har på tilsvarende kontrakter i Norge. Dette kunne bli ganske dramatisk og krevde spesiell oppmerksomhet. Det som gjorde det forsvarlig å akseptere denne type økt ansvar var den geologiske kartleggingen som viste at underjordsarbeidet skulle foregå i godt grønlandsk grunnfjell. Godt grunnfjell kan ha avvik, det var entreprenørens risiko, ikke bare sikringskostnadene, men også tidskonsekvenser. Sikringsvurderingene var basert på Q-metoden.

Et ekstra poeng var også at en «finere drevet tunnel», ville det kunne gi et lavere falltap og dermed en ekstra bonus til entreprenøren, langsiktig lønnsomt også for Nukissiorfiit.



Fjordspenn over Ameriliik. Fortsatt det lengste i verden. Foto: Nukissiorfiit / Grønlands Energiforsyning

De spesielle kontraktsbestemmelser om sikring tilsa økt krav til kvalitet på driving, en «bedre» tunnel med mindre og enklere, men selvsagt god nok, sikring.

Spørsmålet for konsortiet ble om økt kvalitet på utførelsen av sprengningsarbeidene, særlig konturboringen og bedre tilpasset lading/sprengning ville redusere behov for sikringstiltak. Topp inndrift var ikke et hovedmål i denne kontrakten. Det var slik at godkjenning av ferdig sikret tunnel skulle skje i to faser, første gang før oppstart av kraftproduksjon, den andre ved avslutning av driftskontrakten, dvs. etter 15 års drift av kraftverket. Dersom det oppsto problemer da, ville det kunne medføre store kostnader.

Kontraktens spesielle formuleringer om sikringsarbeid i tunnelene medførte derfor økt oppmerksomhet på planlegging og oppfølging av drivemetoden. Borplaner, sprengstoffbruk, rensk, sikring og nøyaktighet ble prioritert, uten mas om ukeinndrifter.

Betalingsopplegget for tunnelfolket var blandingsak-korder, der de hadde en fastlønnsandel som normalt skulle ligge på minst 80% av forventet fortjeneste, og i tillegg en bonus for god inndrift. Dette ga en stabil, sikker fortjeneste. Det fungerte bra, og vi kunne etter hvert

konstatere at tunnelene holdt forventet kvalitet. Byggherren gjennomførte også regelmessige kontroller for å se til at fjellsikringer oppfylte kravene etter Q-systemet. Ingeniørgeologer fra Norge var delvis med på den systematiske oppfølgingen fra GEs side.

Fjellforholdene ved tunneldriften var i hovedsak som forutsatt, men det selvsagt noen partier som var slit-somme. Partier med omfattende injeksjon på grunn av uforklarlig innlekkasje av vann førte til vanskelige driftsforhold, men det ga seg gjerne etter få uker.

Og når det gjaldt inspeksjon med godkjenning av tunnelsikringen i drifts- og trykktunnelen med samlet lengde ca. 12 km, gikk den i to trinn. Det første var kontrollen av hele tunnelen før vannfyllingen foran igangsettingen av driften høsten 1993.

Det spesielle her var driftskontrakten. Først etter 15 års drift foregikk den endelige godkjenning og overlevering av hele anlegget. Det krevde en tapping og tørrlegging av driftstunnelen med ny inspeksjon.

Endelig godkjenning av sikringen på driftstunnelen

I 2008, da den 15 år lange driftskontrakten til Nuuk Kraft var avsluttet og tunnelen skulle endelig overleveres, var



Bilde: Kang dam. Foto: Nukissiorfiit

Vannmengde inn i reservoaret ble større enn fotutsatt og medførte henimot permanent overtopping. Det ble anstrengende for damfoten. Dette ble senere endret med forsterkninger og eget overløpsområde.

jeg med på inspeksjonen av den tørrlagte driftstunnelen. Det var spennende. I løpet av den 15 år lange driftsperioden hadde det ikke vært registrert tegn til problemer knyttet til drifts- og trykktunnelen.

Inspeksjonen ble god opplevelse. Tunnelkonturen fremsto med regelmessige borpiper. Ingen tegn til ustabile fjellpartier. Alt tydet på at sikringsarbeidene hadde vært fornuftige, og at det var gjort en fin jobb ved drivingen. Fjellforholdene var jo også generelt svært gode. Det eneste tiltaket som vi ved inspeksjonen var enige om måtte gjøres, var å rydde bort noen ganske få steinblokker som hadde falt ned og lå på sålen noen steder i tunnelen. Det ble gjort svært enkelt ved bruk av en shovel som flyttet steinene til nærmeste nisje i tunnelen. Totalinntrykket ved kontrollen var at tunnelene var stabile og klar for fortsatt drift. Det ble også konklusjonen.

Dam Kang

Dam Kang var et viktig element i prosjektet bygget som platedam, 15 m høy og 150 m lang. Det spesielle var adkomsten. Alternativene vekslet med årstidene.



Betongdammen ved nordenden av Kang-sjøen ligger vel 30 km. fra hovedleiren, Transport og reiseforhold var vanskelig i startfasen. For sikkerhet og arbeidsforhold ble det etablert en fremskutt leir for ly, vanskelige værforhold og overnattingsmulighet

På sommerføre hadde man anleggsveien opp fra Buksefjorden. Veien passerte først hovedrigg-området ved kraftstasjonen, så tverrslaget for driftstunnelen, like før veiens endepunkt nær Kang-sjøens vest-ende. Men dammen skulle bygges ved øst-enden, 30 km lengre inn, ved utløpet. Kang-sjøen hadde naturlig avløp mot Ameraliik, den fjorden som senere skulle krysses med verdens lengste fjordspenn.

Om sommeren kunne man nå damområdet med farkoster av forskjellig slag. Om vinteren, når isen var trygg, var belte-kjøretøy en naturlig løsning. Anlegget hadde et godt system for kontroll av istykkelsen. I overgangsperiodene sommer/vinter var helikopter et godt alternativ.

De øvrige arbeidsoppgavene

I tillegg til anleggene inne i Buksefjorden og ved dam Kang hadde Nuuk Anlæg de bygningsmessige arbeider i Nuuk i forbindelse med etablering av transformatorstasjon og administrasjonsbygning. Dette var rene betongarbeider. Her var det naturlig å benytte Atcon og andre lokale hjelpere.

Arbeids- og boforhold

Innkvartering ved hovedleiren i kraftstasjonsområdet var veldig bra og med god service fra et lokalt service-firma. Også ved tverrslaget hadde vi veldig bra stell fra samme firma. Grønlandsk mat, særlig sjømat, var det etter hvert mange som satte pris på.

Forlegninger ble også etablert ved tverrslaget for driftstunnelen og ved Kangdammen. I tillegg hadde vi egne

rigger med mannskapsbrakker/ forlegning for arbeidene ved de to overføringstunnelene, ved Opland II og Opland V. Arbeidsordning på tunnelene var turnus med 6 uker på jobb og 3 uker fri. Det fungerte fint. Med 2-skiftordning hadde man også frihelg annenhver uke i jobbperioden. Frihelgen ble utnyttet varierende, med mulighet for fine naturopplevelser i Buksefjorden. I noen elver i nabolaget var det et eventyrlig fiske etter fin ørret. Jaktrett er begrenset til lokalbefolkningen. Men et par av våre fjellfolk som var ivrige jegere hjemme, fikk etter hvert, litt utenom reglementet, innvilget jaktlisens. I Buksefjorden hadde anlegget et kontraktfestet totalforbud mot alkohol. Det gjaldt alle, og vi fikk det til å fungere.

Alternativet til Buksefjorden i frihelgene kunne være en helgetur til Nuuk. Det var satt opp båtruter som passet for det. I tillegg var det ordnet med noen leiligheter i Nuuk med soveplasser for helgeopphold. Og ute på byen var det noen restauranter som var svært populære, både for anleggsfolk og lokale. Og i Nuuk var det heller ingen regler om alkoholforbud.



På Kang(?) en vakker vinterdag Foto: Turistmyndighetene

Værforhold

Værforholdene i Buksefjorden var bedre enn mange hadde tenkt seg. En viktig forklaring her var at arbeidene pågikk i et område med innlandsklima, og ikke i kystklima som er det som bortimot alle grønlendere lever i. Det betyr at værforholdene er veldig stabile, og at temperaturen om sommeren var behagelig. Jevnt i overkant av 20 grader i et par måneder. Og det er klart høyere enn hva som rapporteres fra byene der folket bor.

På den annen side fikk vi oppleve skikkelig kaldvær på fjellet om vinteren. På tverrslaget målte vi noen ganger mer enn 50 kuldegrader. Det betyr problemer, ikke bare for folk som puster, men også for maskiner. Inne i tunnelen var det bra. Men problemet her var ventilasjonen. Da vi startet, og monterte ventilasjonsviftene ute på vanlig måte, gikk det ikke bra. Men løsningen var at man fant et rimelig system for forvarming av lufta. Det fungerte.

Landskapsvern

Ettersom byggevirksomheten foregikk i urørt natur, var landskapsvern selvsagt et viktig tema. For å sikre kvaliteten i vernearbeidet hadde Nuuk-Kraft engasjert landskapsarkitekt Knut Ove Hillestad på prosjektet. Veibygging etterlater tydelige spor og tilpassing av traseer ble en viktig oppgave. Valget ble myke løsninger for å unngå større skjæringer henholdsvis og store fyllinger. Steintipper fra tunnelarbeider er en kjent utfordring fra norske anlegg. I Nuuk prosjektet ble plassering av de store tunnelmassene ut fra tverrslaget en viktig vernesak. Løsningen ble en dozerjobb, med en avtalt arrondering i harmoni med omliggende terrengformasjoner. På sikt vil naturen re-etablere den vanlige vegetasjonen i området.

Driftskontrakten

Da kontrakten mellom Nuuk-Kraft ANS og Nukissiofiit (GE) om bygging av vannkraftverket i Buksefjorden ble inngått i 1990 ble det i samme forbindelse inngått en kontrakt mellom partene om management og drift av kraftverket og kraftlinjen fra Buksefjord til Nuuk med kabel i byområdet frem til hovedtrafo og fjernstyringsentral, fra den dato kraftverket er ferdigstilt og overlevert i henhold til totalentreprisekontrakten.

Nuuk-Kraft hadde i forbindelse med denne driftskontrakten gjort avtale med BKK om å påta seg ansvaret for drift og vedlikehold av anleggene for en periode inntil 15 år. Dato for ferdigstilling og idriftsettelse av kraftverket var planlagt til høsten 1993, slik at BKK sammen med Nuuk-Kraft hadde tid til å forberede seg.

Selvfølger i nær kontakt med Nukissiofiit i Nuuk. BKK skulle stille med en driftsleder som hadde et ansvar for drift og vedlikehold av anleggene, og han skulle lede en gruppe på 7 personer til å ivareta dette. BKK ville stille med i alt 4 utvalgte personer med relevant praksis fra drift i Norge. Ellers skulle det suppleres med 4 mann ansatt i Nuuk. Nuuk-Kraft sammen med GE hjalp til med å plukke ut gode folk til dette. Noen fikk også opplæring på BKK anlegg på forhånd.

Nuuk-Kraft valgte ut 3 av disse fra de lokalt ansatte vi kjente i Nuuk Anlæg til disse jobbene, og det var virkelig hyggelig å treffe igjen alle disse karene i forbindelse med et besøk på anlegget, da driftskontrakten ble avsluttet og Nukissiofiit selv overtok driften i 2008. BKK med mannskap fra Norge og Grønland gjennomførte 15 år med få driftsproblemer. En solid partner, god for driften og god for konsortiet

Avslutning

For konsortiet ble Nuuk et godt prosjekt, både teknisk og økonomisk tilfredsstillende. Det begynte i positiv samarbeidsånd mellom byggherre og entreprenør. Dette fortsatte i hele byggeperioden. Vårt inntrykk er at den 15-årige driftsperioden med BKK i hovedrollen var like vellykket. Sluttkontroll og endelig overlevering med teknisk kontroll av tørrlagte tunneler ble en fin opplevelse for de av oss som fikk delta. Godt å registrere at kvalitetsmessige anstrengelser 16 til 17 år tidligere hadde gitt resultater.

Tankevekkende hvordan overføringen av et ekstra ansvar fra byggherre til entreprenør kunne føre til klart bedre kvalitet på tunneldrivingen. Lignende erfaringer er registrert i Norge når det gjelder veibygging. Tiden på Grønland og arbeidet med Nuuk Kraft ble en spesiell opplevelse for oss alle fra konsortiet. Omgangen med lokalbefolkningen og de lokale selskapene etterlater positive inntrykk. Landet har store naturressurser, først og fremst vannkraft og mineraler. I dag har fem byer elektrisitet basert på vannkraft, fire andre står på vent.

Fortsatt er det mange mindre bo-områder der dieselgeneratorer kan erstattes med småkraftverk. Det vil nok komme. Kraftutbygging i større skala er mulig, men det krever etterspørsel av kraft. Så langt er flere smelteverksalternativer vurdert uten at det har ført til realisering. Klimaendringer, teknologisk utvikling og Grønlands strategiske plassering kan endre mangt.



Frisk luft ingen mangelvare her. Foto: Nukissiorfiit/Grønlands Energiforsyning

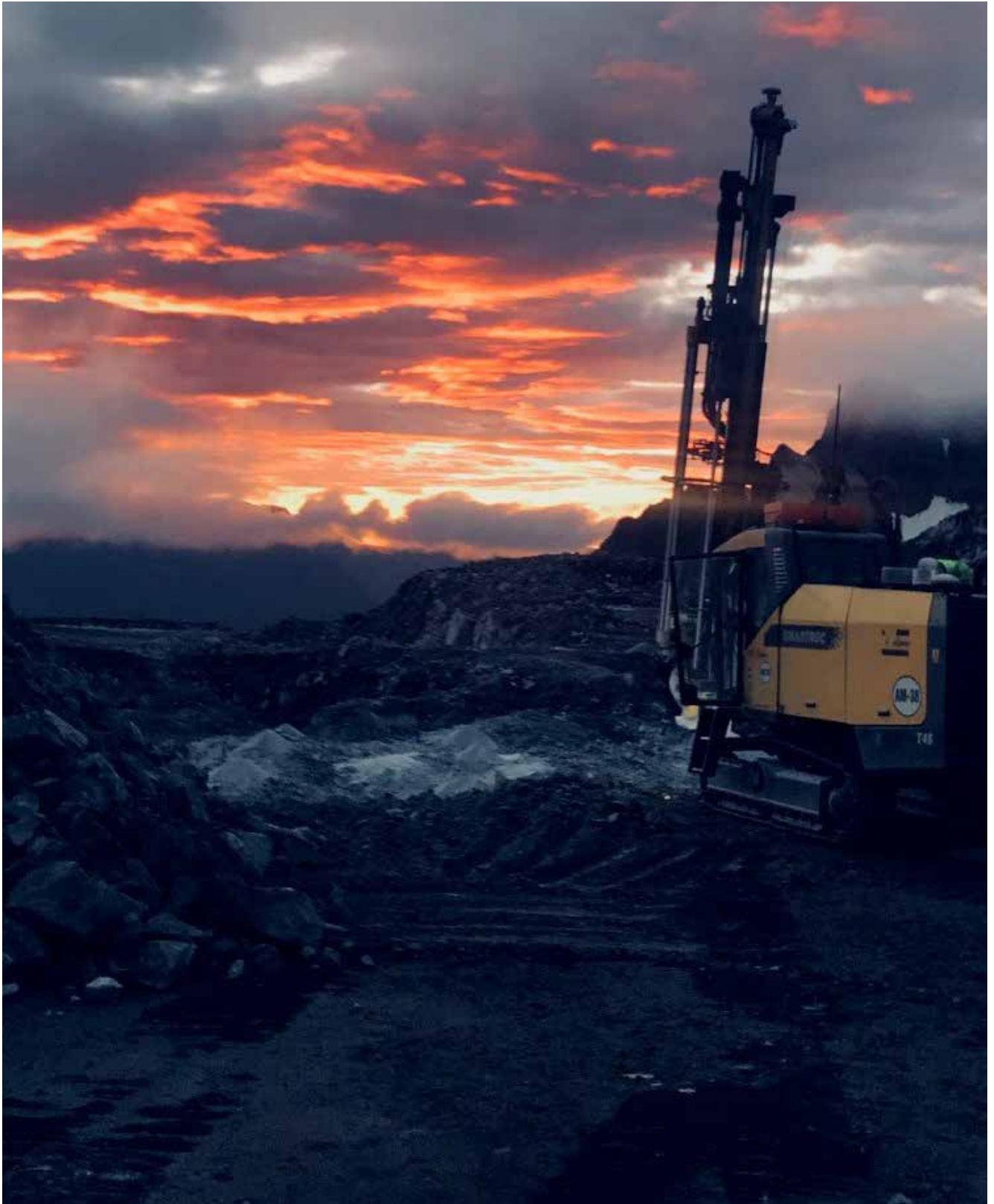


Foto: Glenn Olufsen

STARTEN PÅ NORSK MOTORVEIBYGGING

Ola Herrem

Innledning

Mandag 21. desember 1964 ble E6-parsellen Hvam – Berger i Skedsmo åpnet for trafikk.

Aftenpostens reportasje fra «begivenheten» har overskriften Motorveien i Skedsmo Norges ypperste. Reportasjen begynner slik:

Den ferdige etappen på motorvei Trondheimsveien er den første egentlige motorvei-strekning her i landet, og anlegget er det ypperste av veier som noen gang er bygget i Norge, uttalte veidirektør Karl Olsen, da strekningen Hvam – Berger innen Skedsmo i går ble åpnet for almindelig ferdsel.

Fortellingen som følger her, er en beretning om anleggsarbeidet som foregikk på denne veiparsellen fra høsten 1962 til jul 1964. Den forutgående planlegging hos Veivesenet er ikke omhandlet. For sammenhengens skyld er det likevel tatt med litt om bakgrunnen for at utbyggingen kom i stand.

Veidirektør Karl Olsens uttalelse den første egentlige motorveistrekning har vel sin bakgrunn i at det ved dette tidspunkt, mot slutten av året 1964, allerede eksisterte 4-felts veistrekninger som kunne bli omtalt som motorvei. Drammensveien (nå E18) hadde fått 4 felt sammenhengende fra Lysaker til Kjørbo. Men med flere kryss i plan. I Asker ble strekningen Fusdal – Drengsrud åpnet i 1962. Skillet mellom kjørebane her var bare et enkelt rekkverk, og banketter eksisterte knapt. I dag er denne strekningen en del av motorvei E18, uten at det er utført vesentlige utbedringer i form av kjørefeltbredder og banketter. Det er dog et faktum at parsellen på 5,5 km av E6, Hvam- Berger i Skedsmo, var den første veistrekning i Norge som ble bygget og skiltet som motorvei, det vil si en vei med klart adskilte kjørebane, brede banketter, uten plankryssinger, på- og avkjøringer bare med ramper, og med forbud mot ferdsel med traktor, hestekjøretøy, sykkel og selvsagt fotgjengere. Dessuten prosjektert ut fra strenge geometriske krav som betingelse for en største tillatte kjørehastighet betydelig høyere enn på de vanlige



Sommeren 1965, 6 måneder etter åpning. Rekkverk i midtdeler og veilys kommet til senere, ellers ingen endringer.



Nitelva bru - konstruktør Olav Olsen var kjent for sine slanke søyler direkte opp i bruplata.

to-felts og fire-felts veiene med plankryss og blandet trafikk.

Bygging av slike høystandard veier var nytt i Norge fram til tiden omkring 1960. Slik var det ikke internasjonalt. Det tyske Autobahn-systemet var vel kjent fra flere tiår tilbake. Mot slutten av 1950-tallet sendte Veidirektoratet flere av sine toppfolk til studieopphold i USA. Her var den store utbyggingen av det sammenhengende motorveinettet som Eisenhower fikk vedtatt mot slutten av sin første presidentperiode, i full gang fra 1957. (The Federal-Aid Highway Act).

Trafikkvekst og veibehov

Så da planleggingen av det norske motorveisystemet kom på tale i 1960, forelå aktuell kunnskap for å komme i gang ganske så snart. Og det var liten tvil om at det begynte å haste. Særlig i og rundt Oslo hadde det oppstått et stort veibehov. I 1950 var det registrert vel

50 000 personbiler i Norge, for øvrig samme antall som like før krigen. De 10 neste årene økte tallet til 210 000, og av dette tallet var over 60% osloregistrerte biler. Fra bilrasjoneringen ble opphevet i 1960 og fram til 1964 gikk tallet fra 210 000 til 410 000. Det er lett å forstå at denne utviklingen satte fart i veifolkene. Ved Veikontoret i Akershus ble det i 1959 opprettet en plankomite som skulle komme med forslag til utbygging av hovedveier i fylket i perioden 1962 – 1969, spesielt med hensyn til innfartsveiene til Oslo. Et hovedpunkt i forslaget fra komiteen, som kom allerede i 1960, var at innfarten til Oslo fra nord, daværende RV 50, skulle flyttes fra traseen over Gjelleråsen og Trondheimsveien til Djupdalen og så følge Strømsveitraseen fra Karihaugen.

Forslaget ble fort anerkjent også i Oslo, og bifalt fra Vegdirektoratet. I 1962 ble Djupdalskontoret etablert, som planleggingsorganisasjon for den nye RV 50 (E6 fra 1965) på strekningen mellom Teisenkrysset på Store

Ringvei og Hvam i Skedsmo. Veikontoret i Akershus skulle stå for planleggingen videre nordover.

Det passet bra å starte med en parsell fra Hvam og nordover forbi Skedsmokorset til Berger. Her kunne veien legges gjennom skog og dyrket mark, og den ville erstatte en svakstandard- og ulykkesutsatt strekning av RV 50. Allerede våren 1962 var planene kommet såpass langt at det kunne innhentes tilbud på anleggsarbeidet. I august ble kontrakt inngått med Ingeniør F. SELMER A/S.

Dermed kunne anleggsarbeidene starte på den første hovedentreprisen på norske motorveiprosjekter. Det er til og med mulig at dette var den første hovedentreprise på en offentlig veistrekning i det heletatt. Entreprenørene hadde hatt mange brukontrakter, men for øvrig utførte Vegvesenet sin veibygging med egne ansatte og innleie av maskiner med fører fra maskinentreprenørene. Gjennom 1950-årene hadde flere av de større entreprenørene kontrakter på utbyggingen av militære flyplasser. Passende erfaring for veibygging var derfor tilstede. I Selmer var erfaringen fersk i 1962: Selskapet var da i slutfasen på kontrakten på Værnes flyplass. I boka Byggende krefter, utgitt som jubileumsbok for Entreprenørenes Landssammenslutning i 1985, er det anlegget omtalt slik: Anlegget skaffet bedriften betydelig erfaring innen sprengning, masseforflytning og maskindrift, og det la grunnen for en virksomhet som i mange år fremover skulle bli et av bedriftens store arbeidsområder.

Anlegget vi skulle sette i gang disse høstdagene i 1962, var en 5,5 km parsell av en 4-felts motorvei. Det vil si, ved åpning i 1965 skulle det være 5,5 km motorvei. Men, som det er vist til foran, hadde presset om å intensivere veiutbyggingen ført til at planleggerne fikk liten tid til rådighet. Derfor omfattet den første kontrakten ikke mer enn vel halvparten av parsellen. Nitelva bru var heller ikke med. Denne fikk vi tilslag på som en totalentreprise våren 1963. Resten av parsellen ble tillagt kontrakten litt senere i 1963.

Løsmasseanlegg

Hvam – Berger som veianlegg var en typisk løsmasseparsell. Bare ved Brånås skulle det sprenges, i en 200 m lang halvskjæring. Hele parsellen ligger i et typisk leireterreng. Jevnt over flatt eller svakt hellende terreng, stedvis gjennomskåret av raviner. Tørrskorpetykkelsen gjennomgående 3 – 4 meter I et par områder er det ikke tørrskorpe, men et sandlag over bløt leire. Planene for parsellen var basert på at fyllingene i veitraseen skulle bygges opp av egnede masser fra skjæringene, det vil si

tørrskorpeleire. Bløtleira skulle brukes til utslakking av skråninger og til motfyllinger i ravinene.

Når jeg nå, mer enn 55 år siden mine to-tre arbeidsår i kontorbrakkia i Brånåsdalen, tenker tilbake på det vi drev med, er det arbeidet med å bygge en høykvalitetsvei med materialer som nå for tiden blir betraktet som ubrukbare, som står for meg som det absolutt mest interessante. Egentlig er jeg ganske stolt over at vi klarte å bygge denne veien slik den har fremstått gjennom alle år som en kvalitetsvei uten setninger og telehiv. Derfor vil jeg bruke litt plass på å beskrive arbeidet med fyllingene. Men siden dette skal være en beretning om et slags pioneranlegg, først litt generelt om anlegget.

Det var en liten byggeplassadministrasjon som startet på arbeidene rundt 1. september. Men det gjorde ikke så mye. Vi fant fort ut at det måtte gjøres så mye forberedende arbeider før hovedarbeidet med å bygge veifyllinger kunne settes i gang, at det ville skje så sent på høsten at arbeidet ikke kunne utføres med kvalitet. Vi, i hvert fall jeg, kjente lite til å arbeide med leire, men såpass kunne vi forstå. Derfor var det ikke noen grunn til å jage på så svært. Lite forberedelser var det gjort før kontraktunderskrift. Men det gjorde heller ikke så mye. Anlegget var sentralt beliggende, det var lett å skaffe ressurser. Jeg husker for eksempel at vi fra en nylig avsluttet maskinutstilling på Ullevål kjøpte en Moelven 32-manns brakkerigg, en pionerbolig til vår stikningsleder og en Cat D7 bulldoser. D7-eren ble flittig brukt ut over høsten og vinteren. Større bulldosere fikk vi ikke til anlegget før sommeren 1963. Når jeg i dag ser vrimmelen av hydrauliske gravemaskiner selv på ganske så små anlegg, hender det at jeg lurer på hvordan vi kunne klare oss med våre bulldosere og hjullastere, Brøyt og traktorgravere.

Det mest omfattende arbeidet i marken disse høst- og vintermånedene var avdekking av skogbunn, så vel på fyllingsarealene som på skjæringene. Med frodig mark og storvokst skog ble dette store volum. Etter avtaler byggherren gjorde med grunneierne, som hadde måttet avstå grunn til veien, ble det ordnet med fyllplasser i nærliggende ravinedaler. Litt åkerjord ble dermed gjenfunnet til erstatning for veigrunn. Ved å utnytte teleperioden fikk vi gjort mye av dette arbeide uten store kostnader til anleggsveier. Transporten foregikk med noen små dumpere som hadde blitt brukt på de smale steinfyllingene utover i sjøen på Værnes. Under arbeidet med veifyllingene ble dumperne brukt til transport fra Veivesenets sandtak på Berger, med kjøring på eksisterende RV50. Bredden var vel ikke mer enn 30-35 cm



Det ble mange stopp i arbeidet på grunn av oppbløtt leire utover sensommeren og høsten.

større enn på en vanlig lastebil, men akseltrykket betydelig høyere. Noe problem med dispensasjon kan jeg ikke huske at det var.

Av andre arbeider for å klargjøre for veifyllingene ble det støpt undergang for en privatvei og noe bekkelukking ble startet. Totalt sett, kan jeg ikke huske disse vintermånedene som noen hektisk arbeidsperiode. For min del betød dette god tid til å tenke på kommende sommersesong.

Leire som byggemateriale

Vi lærte fort at leire er noe annet enn friksjonsmasse. Tørrskorpeleire er hard og fast å ferdes på med hjulgående redskap i tørrvær, men så å si umulig å kjøre på i nedbørsperioder. I og med at tørrskorpemassen skulle benyttes til å bygge opp høykvalitets veifyllinger, ble det et problem at massene under utgravingen brytes opp i klumper.

Til forskjell fra komprimering av en friksjonsmasse med vibromaskin, betyr dette et helt annet arbeid, med knusing av klumper og bearbeiding til en homogen masse. Å bruke bulldoser, som var så vanlig i norsk veibygging på den tiden, da veilinjene snodde seg fram for få korte avstander i masseflyttingen, var også for oss greit, ved at massene allerede i uttaket ble bearbeidet til å egne seg bedre for fyllingsarbeidet. Motorveien «snor» seg også fram, men etter strammere kriterier for linjeføring, som medfører langt større transportavstand fra skjæring til fylling. Scraper var derfor aktuelt for vårt anlegg, slik det var vanlig på veianlegg over hele verden på den tiden.

Et par anleggsbesøk i Tyskland og Frankrike gjorde oss imidlertid sterkt betenkt. Vi forsto fort at vårt «lille» anlegg med noen få hundre tusen kubikkmeter neppe kunne forsvare etablering av så voldsom innsats som en vanlig scraperoperasjon forutsetter, med en, kanskje to store bulldosere for lasting, tre til fem scrapere og utstyr



Den harde tørrskorpeleira smuldrer opp til fine masser for bygging av kvalitetsfylling når dozeren skjærer den ut i tynne lag.

for bearbeiding på fyllingene. Men heldigvis dukket begrepet «elevating scraper» opp. Vi i Selmer kjente godt til Caterpillar, dosere og lastemaskiner i hovedsak, men også scraper var for oss en Cat-sak. Jeg tror derfor at det var et tips fra den norske importøren av maskinmerket Le Tourneau som gjorde oss oppmerksom på elevator-scraperen. Mens Cat ikke fikk sin første elevatorscraper før i 1964, hadde Le Tourneau utviklet denne maskintypen allerede fra 1953. Forskjellen mellom en vanlig scraper og elevatorscraperen er i prinsippet at mens den første trenger hjelp til å bli lastet, er den andre selvlastende fullt ut. Hos begge typer senkes lastekassens bunnplate ned i skjæringsmassen. Uten elevator er det motkraften til bulldoseren skyvekraft som presser skjæringsmassen bakover og opp i lastekassen. Elevatoren derimot, løfter massen opp slik at den faller bakover i lastekassen. Ved å ta et ganske tynt lag av skjæringen trengs det ikke så stor kraft til å drive elevatoren. Hos Le Tourneau med en elektromotor med strøm fra scrapertraktorens generator. Slik jeg husker det, ble vi ganske fort overbevisst om at

elevatorscraper ville være riktig maskintype for oss. 3 stk. Le Tourneau C-pull, størrelse 10 cuyd, ble bestilt for levering våren 1963.

Når så våren kom, var vi vel forberedt: i tillegg til scraper-kjøpet hadde vi fått på plass det øvrige maskinbehov. Og ikke minst styrket staben både med arbeidsledere og mannskaper overført fra andre anlegg i tillegg til flere nyansatte maskinførere og stikningsingeniører. Totalkontrakten på Nitelva bru og Jogstad viadukt var også inngått. Den var for øvrig lite arbeidskrevende for meg: Fra et nylig avsluttet arbeid ved kraftverket i Ulefoss kom anleggs-bestyrer Arne Strøm med sin vante betonggjeng, så for meg styrte bruarbeidet seg selv.

Etter litt strev med å bygge anleggsveier fram til og langs de både lange og svære bekkelukkingene, og en sen vår, fikk vi raskt dreisen på å bygge leirfyllinger. Scraperne fungerte fint, forsommeren tørr, entusiasmen stor hos en ganske ungdommelig maskinførergjeng.



Selvlastende scraper

Men en regnfull ettersommer gjorde at vi bare nesten klarte å fullføre alle fyllingene denne første sesongen.

Prosjektering av fyllingene var utført av Veilaboratoriet. Da anleggsarbeidet kom i gang, stilte geoteknikerne opp med forklaringer, bistand og råd til oss. Jeg tror at samarbeidet vi hadde ute på arbeidsplassen den sommeren har bidratt mye til at resultatet ble en ganske så setningsfri vei. Beskrivelsen var enkel: Tørrskorpe, 5 lag x 20 cm, deretter sand fra Berger, 1 lag x 20 cm. Som jeg har vært inne på foran, kommer tørrskorpeleira ut på fyllingen mer eller mindre som klumper. Derfor er det nødvendig å bearbeide hvert 20 cm lag helt igjennom, og ikke stole på at massen blir tett og homogen bare ved bearbeiding på toppen av laget. Det går nesten an å si at lagtykkelsen ble 2 istedenfor beskrevet 20 cm.

Framdrift og fullføring

Neste utvikling i prosjektet var at vi fikk kontrakt på resten av parsellen opp til Berger. Dessuten kontrakt på

asfalten, og fullførelsesfrist august 1965. Vi begynte da å fundere på om det ville være nødvendig med to års byggetid på resten. Vi mente nok at vi på snaut ett år hadde utført så mye at to år til var mer enn nødvendig. Dessuten at terreng og grunnforhold på resten var enklere enn der vi hadde arbeidet hittil. Resultatet av funderingene ble at vi la fram en forseringsplan: Veien fullføres for åpning i november 1964. Så vidt jeg husker, hadde vi ikke angitt fast dato for åpning. Noe usikkerhet i grunnforhold var det helt klart. Vi hadde allerede sett at det grovmaskede grunnboringskartet ikke hadde avdekket alle variasjonene.

Byggherren aksepterte forslaget umiddelbart. Å få redusert trafikken på den ulykkesutsatte RV 50 gjennom Skedsmokorset med 10000 ÅDT 9 måneder før planlagt ble opplagt ansett som meget positivt.

Forseringen førte til en ytterligere opptrapping av vårt apparat, både med utvidet ledelse og større maskinpark.



Ingeniør Lars Larson tar et overblikk på dekkearmeringen på Skedsmovollen bru, senhøstes 1964, ganske så få uker før veiåpningen 21. desember.

I tillegg til mer planeringsarbeid var tiden snart der for å begynne med overbygningen. En viktig forutsetning for forseringen var bygging av to korte, men høye fyllinger mellom Skedsmovollen og Berger før vinteren satte inn for fullt. Masser tiltenkt var den finkornige sanden i veitraseen ved Skedsmovollen. Men så viste det seg at sanden bare var et tynt lag rett på bløt leire. Arbeidet stoppet, men bare etter et par uker kom byggherren med løsningen: ta den dårligste sanden i Berger sandtak. De to fyllingene ble fullført under vinterforhold, og derfor oppsto det betydelige setninger som ikke var ferdige da veien ble åpnet et års tid senere. Først ved reasfaltering etter flere år ble setningene utbedret.

En ny forsinkelse fikk vi noe senere. Da var det fjellet som forsvant for det ene fundamentet på Skedsmovollen bru. Veiåpningen vi hadde forespeilet skulle skje i november, ble forskjøvet vel en måned, til 21. desember 1964. Og det kan nok også være slik at så hektisk vi hadde det i 1964-sesongen, ville veiåpning fem – seks

uker tidligere ha vært noe for optimistisk, også uten bruforsinkelsen.

Jeg har foran uttrykt stor tilfredshet med at vi har klart å bygge en praktisk talt setningsfri vei med «avfallsmasser». I tillegg synes jeg det er på sin plass å nevne utførelsen av overbygningen. Den totale tykkelse på 180 cm er vel i seg selv stor nok for sikring mot telehiv. Her er materialvalget en tilleggssikring: 110 cm våt sand som frostsikring, 50 cm maskinkult 20-150 cm forsterkningslag (pluss bærelag og dekke). Sandlaget holdes vått ved at det er bygd opp voller av leire ved veiens ytterkanter. I motsetning til hva vi kan ha sett tilfeller på i årene etterpå, hadde ikke de prosjekterende den gang glemt sin fysikklærdom.

Et område jeg ikke har vært inne på foran er det avtalemessige apparat. Her er i hvert fall ulikheten stor. Utførelseskontraktene i dag er utformet ut fra et standardisert regelverk, med standarder for tilbuds- og

kontraktsvilkår, og ikke minst utførelsesbeskrivelser, i Vegvesenet nedfelt i Prosesskoden.

Kontrakten vi undertegnet i 1962 inneholdt lite av denne type standardisert tekst. Det som fantes av standarder var NS 401 A, Alminnelige kontraktsbestemmelser om utførelse av bygg- og anleggsarbeider, 1961. Dette var et kortfattet dokument på et helt overordnet plan. Standard utførelsesbeskrivelser, som vi i dag finner i Prosesskoden, eksisterte ikke. Ellers var kontrakten en vanlig enhetspriskontrakt med regulerbare mengder og RS-poster for rigg m.v. Beskrivelsene for de enkelte poster kunne nok være noe tilfeldig, både med hensyn til omfang og krav til leveranser og utførelse. Og det var

nok derfor behov for mange avklaringer underveis. Slik jeg husker det, gikk dette uten særlig «krangling». Begge parter var klar over at beskrivelsen kunne være uklar eller mangelfull. Riktig nok hadde vi en sluttoppgjørperiode som gikk over de første par månedene etter veiåpningen. Men arbeidet her var mere et forsinket mengdeoppgjør etter en hektisk innsjutt i veiarbeidet enn det var diskusjoner i tvistesaker.

Jeg håper denne fortellingen gir leserne et lite inntrykk av hvordan anleggsarbeidene på Norges første motorvei ble gjennomført. Dagens veibyggere vil sikkert finne både likheter og ulikheter i forutsetninger og metoder slik de var den gang og nå.



Anleggets eneste fjellskjæring, ved Brånås. Utvidet med sidetak, tilbakefylling av diverse blandingsmasser. Nå skogbevakst.



Foto: Sandra Gundersen

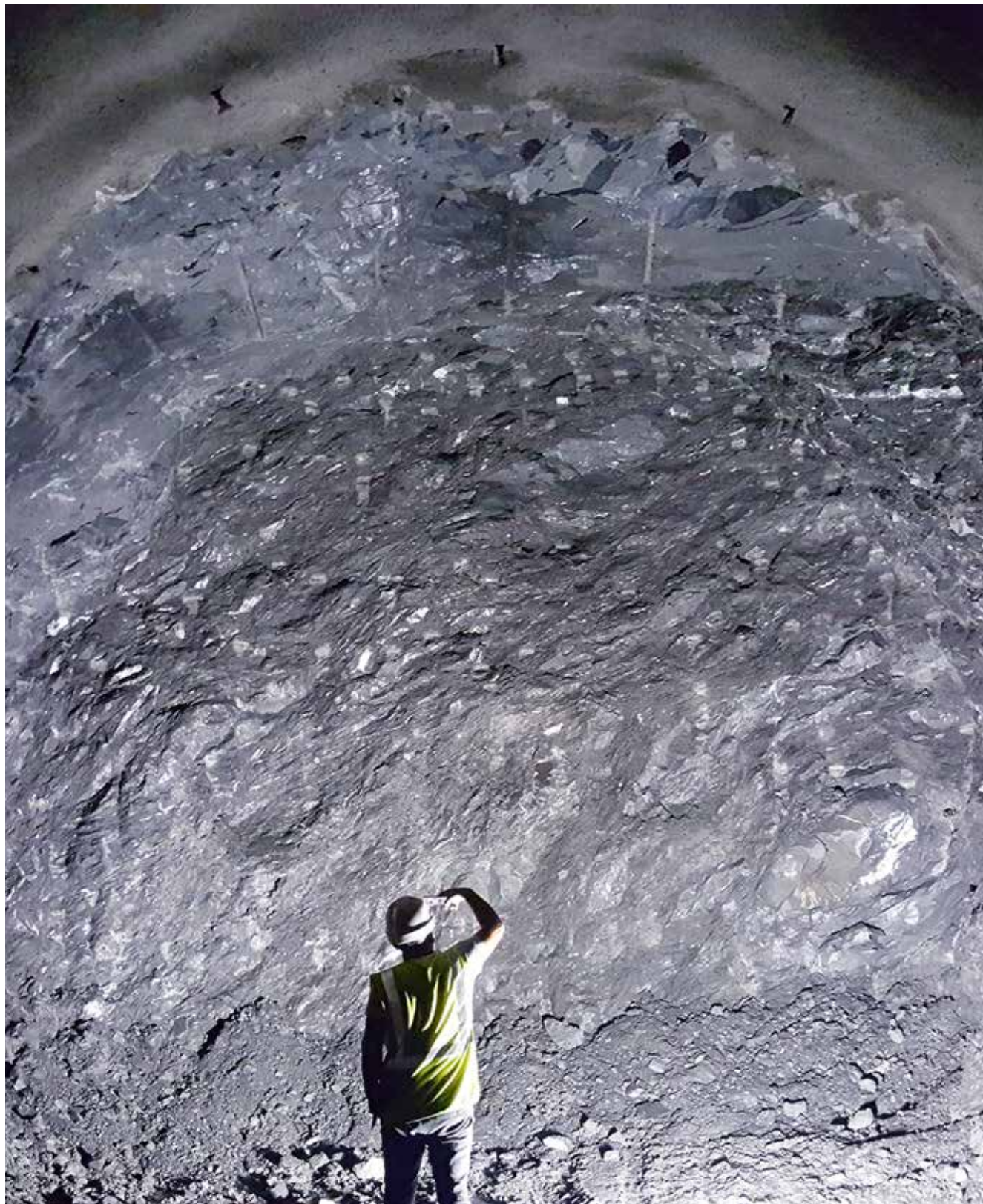


Foto: Einar Gjærevold

RÅDGIVERNE UTENLANDS – DE FØRSTE ÅRENE

Per Bollingmo

Innledning

Historien om de rådgivende ingeniørers etablering og virksomhet utenlands starter ca. 1947. Det er stort sett en historie om de rådgivende ingeniører som var små, personlige firmaer som forsøkte å slå seg sammen i grupper som kunne ha slagkraft til å ta oppdrag utenlands. Etter hvert ble de norske rådgiverne store og flerfaglige firmaer som kunne ta oppdragene på egen hånd uten at de var knyttet til sammenslutninger av flere firmaer. I dag er disse samarbeidende konstellasjonene borte og utenlandsvirksomheten drives i hovedsak av enkeltfirmaer.

Denne artikkelen er et forsøk på å lage en noenlunde korrekt fremstilling av hvordan det hele startet, og går frem til ca. 1980. Det er naturlig at det nå, ca. 70 år etter starten, er få gjenlevende kilder som kan bidra med pålitelig informasjon. Derfor er dette i hovedsak basert på å gjengi det som finnes av fremstillinger i firmahistorier. Spesielt må fremheves Kjell B. Amundsens «Historien om Norconsult. Et tilbakeblikk på etablering og utvikling». Dette er en grundig og omfattende historie som er viktig, ikke bare for Norconsult, men også for de til sammen 15 partnerfirmaene som var basisen for utenlandsvirksomheten, og som sendte mange medarbeidere til faglige og kulturelle utfordringer rundt omkring i verden.

Også Ove Rustens upubliserte «Historien om NORPLAN» er en svært grundig og detaljert fremstilling av hvordan det hele startet.

Både Amundsens og Rustens historier er i hovedsak gjengitt ordrett fra den aktuelle tidsperioden.

Denne artikkelen er vesentlig konsentrert om de firmaene som opererte i bygge- og anleggsbransjen, selv om det også er innslag av andre fag, ofte i forbindelse med flerfaglige oppdrag.

Begynnelsen

Allerede i 1947 fikk ingeniør Chr. F. Grøner kontakt med det amerikanske firmaet American Smelting and Refining Co som ønsket en utredning om vannkraft for sitt smelteverk i Peru. Oppdraget som var Grønners første

store oppdrag utenfor Europa førte til interessante studier og opplevelser i en relativt ukjent verden i sentrale deler av Andesfjellene. Prosjektet benevnt Coralque Hydro Electric Project ble bare ført frem til prosjektstadiet. Ideen om at norske rådgivende ingeniørselskaper skulle forene kreftene for å skaffe prosjekter utenlands ble satt ut i livet etter 2. verdenskrig. I 1949 holdt direktør Hagerup-Larsen i Elektrokjemisk A/S (senere Elkem) et foredrag i NIF Oslo avdeling hvor han fremmet ideen om at norske firmaer og enkeltpersoner skulle samarbeide for å påta seg ingeniøroppgaver i utlandet. Foredraget fikk bred omtale i pressen og førte til at Norwegian Engineering Organisation (NORENO) ble dannet i 1950 av større industriselskaper og banker. Det var Elektrokjemisk (Elkem) og Christiania Spigerverk som gikk i spissen. Borregaard, Norsk Hydro, 3 banker og 2 rederier ble med. Chr. Sommerfeldt ble ansatt som daglig leder. Etter hvert kom det flere selskaper med.

NORENOs oppgave var å formidle og organisere entrepriser innen bygg og anlegg, leveranser av utstyr og planleggingstjenester for oppdrag i utlandet.

Norske entreprenørfirmaer gjennomførte på 50- og delvis 60-tallet blant annet ved hjelp av NORENO større vellykkede arbeider i Brasil, Etiopia og Australia, og delvis



Knud-Endre Knutsen



Norconsultants kontor i Etiopia

mislykkede arbeider i Hellas, Irak og Nigeria. Denne utenlandsvirksomheten skrumpet etter hvert inn og har senere ikke tatt på seg opp i nevneverdig grad. NORENO var aktivt med på en rekke eksportfremstøt, men de færreste av disse førte frem.

NORENO arbeidet aktivt også når det gjaldt planleggings-tjenester, og man fikk dannet Noreno Consulting som et skritt på veien mot formell dannelse av Norconsultants, 2. november 1955. Dette selskapet ble dannet av ni partnere, åtte rådgivende ingeniørfirmaer (Berdal, Grøner, Strømme, Nybro Hansen, Nissen & von Krogh, Bonde & Co, Lund & Aass og Aas-Jakobsen) og et arkitektfirma (F.S. Platou), alle blant de største og mest kjente i landet. Norconsultants ble etablert som en fast organisasjon som kunne gå ut på verdensmarkedet og hvor partnerne var solidarisk ansvarlige. NORENO var ikke med på eiersiden, men skulle forestå kontoret for Norconsultants i Oslo og påta seg arbeid av merkantil art, utarbeidelse av brosjyrer etc. Samarbeidet mellom NORENO og Norconsultants ble imidlertid avsluttet tidlig på 60-tallet.

I 1963 ble NORENO omdannet til en stiftelse som fikk Noreno Foundation. Etter hvert overtok Norges Eksportråd, som var dannet i 1945, oppgavene som var ivarettatt av NORENO. Etter noen år som stiftelse ble NORENOS gjenværende fond overført Svanøy-stiftelsen, lokalisert på Vestlandet. Fondet ble blant annet benyttet til å utvikle norsk akvakultur.

Norconsultants var altså dannet av ni partnerfirmaer. Antall ansatte var til sammen i størrelsesorden 120. Det kan jo synes dristig i dag, men de følte seg faglig dyktige, de var drevet av eventyrlyst og de var lykkelig uvitende om mye av det som trengtes i tillegg til faglig dyktighet for å kunne lykkes i utlandet. De hadde tro på seg selv. Heldigvis hadde de hos partnerfirmaet Aas-Jakobsen en ingeniør som kunne tenke seg å bli leder av Norconsultants. Knud-Endre Knudsen hadde eksamen fra NTH, han hadde vært i USA og tatt en PhD-grad, og han hadde praksis fra Norge.

I Etiopia var det på 50-tallet allerede en del norsk virksomhet. Norske misjonærer var etablert med norsk folkeskole. Litt norsk næringsvirksomhet var etablert i Etiopia og enkelte norske eksperter var engasjert for å

hjelpe offentlig virksomhet, blant annet for å bygge ut landets marine. Keiser Haile Selassie hadde vært på offisielt besøk i Norge.

En høstdag i 1955 mottok man et telegram fra Etiopia: «Kom straks til Addis Abeba da Palace of Justice skal bygges stop Ministry of Public Works skal velge arkitekt og rådgivende ingeniør stop Stephensen». Stephensen var pensjonert direktør i Norsk Cementforening og en kjent person i byggefaget i Norge. Han var ansatt i Public Works i Addis Abeba for å utarbeide byggeforskrifter for Etiopia.

I oktober 1955 reiste Knud-Endre Knudsen på rekognosering til Etiopia. Han kom tilbake to måneder senere, nøktern men optimistisk. Etiopia var et fattig land med trang økonomi. Til tross for 20-30 mill. innbyggere var statsbudsjettet mindre enn Oslos. Norconsultants besluttet å satse i Etiopia og den 19. februar 1956 reiste Knudsen med familie til Etiopia. Men da han kom dit var Palace of Justice lagt på is. Hva nå?

For at Norconsultants skulle kunne arbeide i Etiopia måtte Knudsen registrere firmaet Norconsultants Ethiopia med kontor i ett av soverommene i huset som han hadde leid som bolig. Han startet vandring rundt i ministeriene på jakt etter oppdrag. Endelig i mai fikk han napp og det første oppdraget: Gimma Water Supply, honorar NOK 900, tap NOK 1755. Senere kom flere oppdrag som stort sett endte med tap, men nå var Norconsultants Ethiopia i gang!

I Etiopia traff Knudsen Vidkunn Hveding. De var klassekamerater fra NTH. Hveding var ansatt som ekspert i EELPA, som tilsvarer omtrent NVE her hjemme. Hveding informerte Knudsen om gamle italienske planer for utbygging av Koka Hydroelectric Project. Elven Awash skulle demmes opp til en stor innsjø ca. 2/3 av Mjøsa. Dette var en leveranse fra Italia til Etiopia som en del av en krigsskadeerstatning. Norconsultants ble engasjert til detaljprosjekteringen med utarbeidelse av planer og tegninger, og til å utføre kontroll av anleggsarbeidene og leveransene fra Italia. Kontrakten ble undertegnet den 11. november 1956. For Norconsultants ble dette et viktig referanseprosjekt.

Det ble flere jobber i Etiopia, både havneanlegg, bygg (bl.a. Palace of Justice), sykehus og villaer. De økonomiske forholdene i landet ble dårligere utover i 60-årene, spesielt etter at Suezkanalen ble stengt i 1967, og kontoret ble nedlagt i 1970 etter 14 års drift.

Norconsultants hadde fått et godt renommé, og blitt anerkjent internasjonalt takket være virksomheten i Etiopia, og også i andre land. Mange hadde fått medarbeidere med utenlandserfaring og man kunne bryte ut av den onde sirkel: «Uten utenlandserfaring- ingen prosjekter. Uten prosjekter-ingen utenlandserfaring».

Oppmuntret av suksessen i Etiopia besluttet partnerne i Norconsultants å opprette et kontor i Teheran i 1959 og i Nigeria i 1961 uten å ha oppdrag på forhånd. Begge gikk meget dårlig økonomisk, og de ble nedlagt i hhv. 1962 og 1964. I alt kostet disse forsøkene ca. NOK 1,25 mill. Dette var et betydelig beløp på den tiden. Ha i minne at alle partnerfirmaene var relativt små, at de hadde betalt et årlig tilskudd til driften siden starten, og at alle var privateid, ikke AS. En økonomisk katastrofe kunne få store negative konsekvenser av personlig art. Av de opprinnelige ni partnerne var det to som ikke ville ta den økonomiske risikoen, og som derfor forlot Norconsultants.

I lys av dette, og også en stor kontrakt på NOK 10 mill. i Algerie i 1964 ble det besluttet å oppløse Norconsultants og danne Norconsult A/S i stedet.

Norconsult A/S

De syv partnerfirmaene fikk 100 aksjer hver, og det ble etablert vedtekter og driftsavtaler, blant annet for å regulere forholdet mellom partnerne og Norconsult-organisasjonen.



Jørgen Longem



Norconsults teltleir i Stiegler's Gorge 1951.

Norconsult skulle bare tjene penger på rådgivende virksomhet, og virksomheten skulle i første rekke gjelde i utlandet. Etter hvert fikk man henvendelser fra norsk næringsliv og myndigheter, f.eks. Elektrokjemisk, Indiafondet (etter 1953 til NORAD), finansieringsinstitusjoner som FN, SIDA og Verdensbanken parallelt med at Norconsult ble mer anerkjent. Dette resulterte i mange store oppdrag i 60-70-80-årene, de fleste innen energisektoren. Det ble etter hvert behov for personell som man ikke hadde, og det ble derfor tatt opp nye partnere som aksjonærer i Norconsult. Flere firmaer kom til etter hvert. I 1965 var de blitt 12 firmaer da Teleplan, VVS-Consult (senere Technoconsult) og Fjellanger Widerøe er kommet til. Toppen ble nådd i 1977 med, 15 firmaer, da Norsk Teknisk Byggekontroll (senere NOTEBY), Multiconsult og Asplan ble med.

Det kjente fagbladet «Engineering News Record» samlet årlig inn data fra alle store og anerkjente rådgivende firmaer i hele den vestlige verden, og publiserte hvert år en liste over firmaer som hadde hatt størst suksess med sin virksomhet i utlandet, rangert etter omsetning. På disse listene var Norconsult representert i mange år. I 1978 var firmaet rangert som nr. 1, og var i flere år blant

de 5-10 beste. Plasseringene var imponerende, men det var det store telekommunikasjonsprosjektet i Saudi-Arabia som gjorde det helt dominerende utslaget. Uten dette hadde Norconsult kanskje ligget på 25-30-plass.

Norconsult hadde i 1967 fått kontrakten på prosjektering av en 150 km lang vei. På dette tidspunktet så Jørgen Longem i Teleplan, som var blitt partner i 1965, at Saudi-Arabia ville måtte bygge ut sine teletjenester, så han reiste til Riyadh og bosatte seg der. Takket være Longems vennskap med innflytelsesrike saudiere, og godt kjennskap til lokale forhold, samt at Norconsult hadde i sitt eie kart- og grunnlagsmateriale fra tidligere oppdrag med kartlegging og veibygging fikk man flere oppdrag innen telekommunikasjon, det første i 1969. I 1976 bestemte Saudi-Arabia seg til å satse stort på modernisering og utbygging av telenettet og resultatet ble en kontrakt for Norconsult, en kontrakt på i alt NOK 1 milliard i 1977/78, fordelt på en prosjektperiode på 3-4 år. Byggekostnadene var på NOK 25 milliarder. Det er innlysende at dette var en enorm oppgave med mange utfordringer som ble løst på en fremragende måte av Teleplan som var prosjektansvarlig i Norconsults navn.

Allerede i 1958 opprettet Norconsult en liten oljeavdeling uvitende om hva som mange år senere skulle komme i Nordsjøen, men man var opptatt av å prosjektere beredskapslagre for drivstoff langs norskekysten. Denne beskjedne virksomheten var avgjørende for at firmaet i 1964 fikk en stor kontrakt for kontroll og byggetilsyn for en 805 km lang oljeledning fra det indre av Sahara til Algeries middelhavskyst. Det var igjen Knud-Endre Knudsen som etter 20 dager og netters intense forhandlinger returnerte til Norge i juni 1964 med en kontrakt på NOK 10 mill. i lommen.

I 1971 fikk Norconsult prosjektet med å undersøke mulighetene for å bygge et vannkraftanlegg i Rufiji-elven ved Stiegler's Gorge i Tanzania. Dette omfattet blant annet geo-undersøkelser for en stor fyllingsdam. Det ble opprettet en teltleir som var bemannet med personell fra flere partnerfirmaer i 4 måneder.

Noen år senere fortsatte undersøkelsene og prosjekteringen for kraftanlegget, og dette ble et betydelig prosjekt for NORPLAN som beskrevet senere.

Etter hvert som særlig oljevirkomheten økte i Norge ble det diskusjon om deling av oppdragene og i hvilket navn man skulle arbeide. I 1973 besluttet partnerne at partnerne kunne arbeide på sokkelen i eget navn. Derved ble det klart at Norconsult ikke kunne bli det store, ledende uavhengige norske firmaet på dette området. I 1985 ble derfor Norconsult A/S etablert som et holdingselskap med datterselskapene Norconsult Offshore Engineering A/S som skulle betjene prosjektene i Nordsjøen, og Norconsult International A/S skulle ta seg av den øvrige virksomheten. Det viste seg etter hvert at denne oppdelingen ikke løste Norconsults problemer og Norconsult Offshore Engineering ble solgt til noen av partnerne i Norconsult og til Norwegian Petroleum Consultants (NPC) som ble dominerende eier. Resultatet ble uenighet og frustrasjon i partnerkretsen og Norconsult sto redusert tilbake.

Norconsult som hadde store inntekter fra teleprosjektet i Saudi-Arabia hadde brukbar økonomi på begynnelsen av 80-tallet, og ble fristet til å gå inn i noen store- og risikable prosjekter, hvor særlig 2-3 viste seg å bli bortimot katastrofale. Det gjaldt særlig et veiprojekt i Sudan, et byprosjekt i Irak, og et regionalplanprosjekt i



Eksperterbesøk fra Norge. Fra venstre Sigurd Aalefjær, Bjørn Kjærnsli, Alf Øverland og Bjørn Berdals nakke.



Geotekniker Svein Jørve tar prøver for å finne tetningsmasser til dammen i Stiegler's Gorge.



Kjernebormaskin på veg ned til damstedet.

Saudi-Arabia. Disse prosjektene medførte store tap, mye arbeid, og krangel, misnøye og uenighet mellom partnerne.

Etter hvert ble partnerfirmaene, som i utgangspunktet var små, blitt store firmaer som etter hvert følte at de kunne greie seg alene uten å være under Norconsult-paraplyen. De to likeverdige partnerfirmaene Berdal og Strømme besluttet i 1989 å fusjonere under navnet Berdal Strømme A/S, en fusjon som var meget vellykket og som alene fikk store oppgaver i utlandet. Etter mye uro med deling av Norconsult International og overtagelse av alle aksjene fra de 6 gjenværende partnerne ble Berdal Strømme 100% eier av aksene i Norconsult International og alle medarbeidere ansatt i Berdal Strømme. Den 11. mai 1998 skiftet Berdal Strømme navn til Norconsult.

I denne tiden frem til 2015 har Norconsult utført oppdrag i ca. 150 land over hele kloden. Det er mange som har gjort en strålende innsats. De opprinnelige partnerne som håpet at de skulle kunne fylle enkelte slakke perioder hjemme med utenlandsarbeid, fikk meget raskt erfare at utenlandsarbeid ikke er venstrehåndsarbeid, det må prioriteres.

For de mange som arbeidet i Norconsult, enten som ansatt eller som ansatt i partnerfirmaene, har Norconsult vært en utfordrende arbeidsplass. Men de har også fått utfordringen og gleden ved å arbeide i utlandet og samtidig ha rot hjemme. Og de har fått mange verdifulle erfaringer og gode minner å tenke tilbake på.

UNICON

UNICON ble startet i 1963. Dette var et forsøk på samarbeid mellom rådgivende ingeniørfirmaer med tanke på deltagelse i internasjonal virksomhet. Det var store kostnader og lite inntekter den første tiden. Ved utgangen av 1964 ble Unicon omorganisert. En sentraladministrasjon ble avviklet og et sekretariat ble lagt til Ing. Erik Ræstad A/S.

I 1964 ble det også ført forhandlinger mellom Norconsult og Unicon om å slå sammen firmaene, uten resultat. I 1965 skjedde det lite i Unicon, men det kom følgere fra Norconsult til partnerfirmaene med invitasjon til å bli medeiere, noe man foreløpig stilte seg avventende til. Høsten 1966 ble de løst fra sine forpliktelser i Unicon.

NORPLAN A/S

Etter 2. verdenskrig gikk Norge inn i en periode preget

av sterk økonomisk vekst. De politiske ledere i etterkrigstiden hadde tro på fremtiden og satset på en vekstorientert utvikling som ga gode vilkår for teknologibaserte næringer. Dette førte til en rekke etableringer innen bygg og anlegg, herunder privatpraktiserende arkitekter og ingeniører.

I utgangspunktet var firmaene små og sterkt avhengig av innsatsen til enkeltpersoner. Den forretningsmessige infrastruktur var primitiv, med liten formell og reell kompetanse for drift av egen virksomhet. Den tid som ble brukt på administrasjon ble derfor heller ikke særlig verdsett, og markedsføring var et lite akttet begrep. Så vel firmaene som deres organisasjoner la føringer på hva som var tillatt av reklame, som ofte ble ansett som upassende selvsøkt.

Forutsetningene for å hevde seg på det internasjonale marked var ikke de beste. Her måtte man fortelle hvem man var og hva man kunne. Norske firmaer manglet internasjonal erfaring og hadde ikke de økonomiske ressurser som var nødvendig for å lykkes med en langsiktig internasjonal satsing. Dette tvang frem tanker om samarbeid, hvor Norconsult var det første praktiske eksempel innen planlegging og prosjektering. Bak dette initiativet fant man noen av de fremste planleggere innen vår egen vannkraftutbygging, og det var naturlig at det ble satset på denne type prosjekter internasjonalt.

Det var også andre faktorer som bidro til en internasjonalisering av norske ingeniører og arkitekter. Enkelte entreprenører forsøkte seg ute, og unge mennesker reiste ut for å få den utdannelsen de ønsket seg. Noen valgte å arbeide ute i noen år, og dette bidro til en tro på at norske arkitekter og ingeniører hadde noe å tilby det internasjonale markedet. Utviklingen gikk imidlertid ikke med kjempeskritt, og det var et faktum at svenske og danske ingeniører og arkitekter fikk mer ut av sin internasjonale satsing enn det vi gjorde. Det var i dette klima og fra et miljø preget av slike holdninger at det initiativ som skapte NORPLAN vokste frem.

Den grunnleggende optimisme var ikke basert på forundersøkelser eller særlige kunnskaper om det internasjonale marked, men pågangsmot tilførte ideen om et internasjonalt nettverkselskap en livskraft og overlevelsessevne som kompenserte for et dårlig utgangspunkt. Etter snart 40 års virksomhet kan NORPLAN se tilbake på mange spennende prosjekter i 4 verdensdeler og i over 70 land, og en total omsetning på nærmere 1,8 milliarder NOK.

Slik ble NORPLAN til

NORPLAN ble ikke etablert på initiativ fra en person eller gruppe som ønsket å styrke norsk eksport til utviklingsland. Etableringen var snarere en konsekvens av en rekke hendelser, der private interesser og offentlige og halvoffentlige institusjoner arbeidet sammen i en lang og omstendelig prosess. Det var ikke et ønske om å danne et nytt norsk aksjeselskap som var spiren til det som skulle bli til et teknisk rådgivningsselskap som på forholdsvis kort tid satte spor etter seg. Skal man likevel lete etter merkesteiner, kommer man ikke utenom 21.01.1970.

En henvendelse fra Norsk Vandbyggningskontor (NVK) førte til at firmaet kom på NORADs distribusjonsliste for prosjekter finansiert av UNDP. Fra før omfattet den Rådgivende Ingeniørers Forening, Norsk Forening av Rådgivende Rasjonaliseringsfirmaer, Norske Oppmålingskontorers Forening, Transportøkonomisk Institutt, Norconsult, Norsk Hydro, Bloms Oppmåling, Andersson & Skjånes, Widerøes Flyveselskap, Asbjørn Habberstad, Unicon og Fred Olsens Flyveselskap. Denne uensartede gruppen hadde som felles interesse å holde seg à jour med FN-støttede investeringer i utviklingsland, og fikk uformelt navnet UNDP-gruppen. I gruppen var også UD, Utvalget for Industrielt Samarbeid med Utviklingsland og Norges Eksportråd representert.

Et gruppemøte 12.02.1970 endte med et vagt forslag om å danne mer spesifikke grupper, særlig knyttet til fiskeri- og treforedlingsprosjekter. Dessuten ønsket noen å danne "beredskapstropper", som kunne stå klar til å samarbeide om enkeltprosjekter. Gruppene skulle organiseres slik at de tilfredsstilte FNs krav til registrering.

Norges Eksportråd ønsket å kartlegge den ekspertise som fantes hos norske rådgivningsfirmaer, for å presentere denne for ulike internasjonale organisasjoner. Det ble nedsatt en arbeidsgruppe som bestod av arkitekt A. Skjånes (Andersson & Skjånes), disponent W. Skappel (Widerøes Flyveselskap), direktør K. Grinde (Norconsult), disponent A. E. Furuseth (Unicon), siviling. A. Østmoe (NVK), og med NORADs rådgiver for næringslivet, advokat H. E. Engebriktsen som koordinator. Gruppen var erfarings- og interessemessig lite homogen, og samarbeidet gikk tregt.

I midten av august forelå det et forslag til ramme og budsjett for en publikasjon om norske konsulenttenester, og med dette vokste interessen for nye og ukjente

markeder i norsk industri generelt. Hele 31 firmaer ønsket å presentere seg i den påtenkte trykksaken. Regner man med partnerfirmaene i Norconsult og Unicon, omfattet listen 53 firmaer. Ekspertisen som skulle markedsføres var også meget variert.

Publikasjonen fikk arbeidstittelen Norwegian Consulting Services. Et halvår senere rapporterte Norges Eksportråd at antall interessenter fortsatt var så høyt som 29, som hver var villig til å bidra med NOK 2000. Dessuten var det gitt tilsagn om økonomisk støtte fra NORAD.

Norge sakker akterut

På begynnelsen av 70-tallet satset norske konsulentfirmaer i første rekke på UNDP, fordi denne organisasjonen disponerte betydelige midler for bruk i utviklingsland. En oversikt fra NORAD viste i 1969 en samlet kontraktsmengde for konsulentoppdrag på 20 millioner USD. Av dette beløpet hadde norske konsulentfirmaer oppnådd ca. 65.000 USD, danskene det 3-dobbelte og svenskene 9 ganger mer. Det norske UNDP-arbeidet gikk imidlertid sakte fremover.

Den 16.01.1971 ble det gjort et nytt fremstøt. Det ble valgt et interimsstyre på tre personer, sivilingeniør Nils Isak Fossen, Fellessekretariatet for Industriell Virksomhet i Utlandet, advokat H. E. Engebrigtsen, NORAD, og direktør O. Torbjørn Karlsen, Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF). Interimsstyret var lite representativt, og ble 2 måneder senere utvidet med ytterligere fire personer, blant disse var Dagfinn Sørli fra Unicon og Jo Rusten fra H. C. Sandbeck. Oppgaven var ikke enkel, interimsstyret skulle foreslå organisasjonsform for en sammenslutning av 27 rådgivende ingeniørfirmaer, 2 eksisterende sammenslutninger med til sammen 24 firmaer, 5 firmaer med merkantil bakgrunn og 2 forskningsinstitutter. I tillegg deltok 4 organisasjoner, samt 3 offentlige og halvoffentlige institusjoner. Dette kunne ikke føre til annet enn kaos.

Mot slutten av mai forelå det forslag til formålsparagraf, retningslinjer og organisasjonsform, samt planer for finansiering. Planen var å opprette et serviceorgan med navnet Norwegian Consulting Promotion (NCP), med formål å fremme norsk deltakelse ved konsulentoppdrag i utviklingsland.

Arbeidet skulle rettes mot prosjekter finansiert av NORAD og UNDP, samt låneprosjekter med delfinansiering fra Verdensbanken (WB) eller de regionale bankene. NCP skulle fremme samarbeid mellom rådgivningsfirmaer innenfor visse fagområder og gjøre

norske firmaer mer kjent internasjonalt. Dette skulle skje gjennom registrering i NORAD, WB, FNs organisasjoner, de regionale utviklingsbankene og hos ulike myndigheter. Driften skulle skje via et sekretariat, foreløpig for en periode på to år. Driften av sekretariatet skulle dekkes likt mellom medlemmene i gruppen og NORAD.

Behovet for konkurransedyktige grupper ble understreket ved alle de UNDP-møtene som fant sted i 1970 og på våren 1971, og ytterligere befestet gjennom arbeidet med publikasjonen Norwegian Consulting Services. For å sondere realismen i slike ønsker ble det tatt initiativ til et møte mellom en del av deltakerne i UNDP-gruppen, og den 24. mai 1971 kom representanter fra 16 arkitekt- og ingeniørfirmaer sammen til et uformelt møte på restaurant Grotten for å drøfte grunnlaget for slike gruppedannelser. Følgende firmaer var representert: Telox A/S, Kincks Vandbyggningskontor, Norsk Vandbyggningskontor A/S, Dr. techn. Olav Olsen, Ingeniørene Fjeldstad og Fjellestad A/S, Sivilingeniør Roald Bjerck A/S, Ingeniør H.C. Sandbeck & Co, Papirindustriens Forskningsinstitutt, A/S Norsk Skogkontor, Sivilingeniør Greger Otterlei, Sivilingeniør Lyder Kahrs, Coplan, Sivilingeniør H. Glenne A/S, Sivilingeniør Arne R. Reinertsen, Landbrukets Bygge- og Rasjonaliseringskontor, Roar Haug & Jørgen Müller.

Hartmark & Co IRAS, Petter Dahle, og TØI hadde meldt interesse, men var forhindret fra å møte. Den 09. 06.1971 var det et nytt møte på Grotten, og det ble foreslått å formalisere samarbeidet gjennom et felles aksjeselskap.

Gjennom møter i juni og august ble alternative driftsformer og ikke minst navnespørsmålet diskutert. Det er ikke klart hvem som foreslo NORPLAN, men navnet slo an og ble brukt som arbeidsnavn før den formelle firmadannelse var et faktum. Den 17.08.1971 meldte interimsstyret til NORAD at NORPLAN var interessert i å gi tilbud på prosjektering av havneprosjekter i Nigeria. Loddet var kastet.

NORPLAN blir navnet

En orientering ble sendt til potensielle partnerfirmaer samtidig som det ble orientert om fremdriften i arbeidet med dannelsen av et I/S eller A/S. Interimsstyret understreket at "ethvert samarbeid mellom partene måtte bygge på vilje til ettergift i hvert enkelt firmas synspunkter".

Interessemeldingen til NORAD førte til at NORPLAN ble invitert til å gi tilbud, og dette var det første tilbud grup-

pen leverte. Det ble lagt betydelig arbeid på å utarbeide et godt og veldokumentert tilbud, men det var ikke tilstrekkelig. NORAD satset på det antatt sikre og valgte Norconsult. NORPLAN ba om et "debriefing"-møte med NORAD, som ble avholdt 17.01.72, etter at den formelle etableringen var gjennomført. Ved møtet var NORAD representert ved direktør Eskild Jensen (senere veidirektør) og NORPLAN ved Haug og Fjellestad. Eskild Jensen berømmet NORPLANs tilbud, men bekreftet at det var lagt avgjørende vekt på Norconsults erfaring. NORPLAN fremholdt på sin side at man ikke kunne leve av gode andre plasser, hvilket ville bli resultatet hvis tidligere internasjonal erfaring til enhver tid var avgjørende.

Firmaene ble avkrevet et løfte om kun å opptre i NORPLANs navn, både overfor NORAD og ved presentasjoner basert på brosjyren til Norges Eksportråd. Den opprinnelige gruppen hadde skrumpet inn, og nye hadde kommet til. Det hadde bidratt til en harmonisering av gruppen, som nå ble dominert av firmaer med prosjektering og planlegging som hovedbeskjeftigelse. I september 1971 bestod NORPLAN av følgende firmaer: Sivilingeniør Roar Bjerck A/S, Ingeniørene Fjeldstad og Fjellestad A/S, Sivilingeniør H. Glenne A/S, Øivind Hammersmark A/S, Hartmark & Co IRAS, Roar Haug & Jørgen C. Müller, Sivilingeniør Bjarne Instanes, Kincks Vandbyggningskontor, Sivilingeniør O. Kjølsen A/S, Norsk Vandbyggningskontor A/S, Ingeniør H.C. Sandbeck & Co A/S, Sivilingeniør Finn Strøm A/S, VIAK A/S. I tillegg anbefalte interimsstyret kontakt med to firmaer fra prosessens tidligste stadium; Berg-Nilsen og Reinertsen A/S og arkitektfirmaet Trygve Kleiven.

Frem til desember var det kontakt mellom interimsstyret og de potensielle partnerfirmaene, bl.a. for å avklare om NORPLANs virksomhet utelukkende skulle begrenses til utviklingsland.

Den 16.12.1971 ble det konstituerende partnermøtet arrangert. I tillegg til de firmaer som er nevnt foran, deltok også Taugbøl & Øverland A/S ved stiftelsen. Hensikten fant sted hos Sivilingeniør O. Kjølsen A/S. Her ble interessentskapet etablert, det nye selskapets vedtekter ble fastsatt og NORPLANs første formelle styre ble valgt: Sivilarkitekt Roar Haug, formann, Sivilingeniør Jostein Fjellestad, Sivilingeniør Finn Strøm.

Stiftelsesmøtet besluttet at firmaene Berg-Nilsen og Reinertsen AS, Sivilingeniør Grønstad & Tveito og Arkitekt Trygve Kleiven skulle få tre inn i selskapet dersom

de ønsket det. Alle tre aksepterte tilbudet og undertegnet interessentskapsavtalen som ble inngått 31.05.1972. Hartmark & Co – IRAS deltok ikke i avstemninger og undertegnet ikke protokollen, men ble opptatt ved partnermøtet den 14.12.1972. NORPLAN hadde dermed 17 partnere.

Arbeidet for å øke bruken av norske konsulenter i prosjekter finansiert av FNs utviklingsprogram hadde ført til stiftelsen av et nytt norsk selskap. Prosessen ble påskyndet av idéen om en felles presentasjon i en brosjyre utgitt av Norges Eksportråd, der NORPLAN for første gang presenterte seg som en gruppe. Nå skulle man ut til markeder i fjerne områder av verden.

Interessentskapsavtalen hadde blitt godkjent uten at det ble avdekket store meningsforskjeller mellom partnerne, men den bar likevel i seg en kime til konflikt som skulle føre til den første alvorlige rystelse i fellesskapet. Om selskapets formål heter det i avtalens pkt. 2: Påta seg og utføre arkitekt-, planleggings- og konsulentoppdrag av enhver art som fremskaffes eller formidles gjennom NORAD.

Samtidig forutsetter avtalens pkt. 3 at: NORPLAN skal registreres ved alle aktuelle organisasjoner, etater, internasjonale organer etc. som finansierer eller på annen måte er ansvarlige for gjennomføringen av konsulentoppdrag i utlandet.

Tatt i betraktning NORPLANs utgangspunkt i UNDP-gruppen, hvor gruppens hovedformål nettopp var å øke det norske forbruket av planleggingsmidler som ble stilt til disposisjon gjennom FN-systemet, virker formålsparagrafen svært restriktiv. Den harmonerte også dårlig med pålegget som er uttrykt i avtalens pkt. 3. Selv om bestemmelsen i pkt. 3 kan ses som et kvalitetskriterium, så er hensikten med en registrering å dokumentere at man er kvalifisert til å påta seg oppdrag for den aktuelle institusjonen. Det skulle vise seg at denne tvetydigheten ikke var til å leve med.

De første årene 1972-1976 – En nølende start

Det er en forutsetning for å arbeide i utviklingsland at man blir akseptert av aktuelle nasjonale- og internasjonale organisasjoner. For I/S NORPLAN ble dette forhold gitt prioritet fra starten av, og ett år etter etableringen var NORPLAN registrert i databasen til følgende organisasjoner:

Investment Company for Africa (CIFIDA)
Asian Development Bank (ADF)

World Health Organization (WHO)

African Development Bank (AfDB)

United Nations (UN)

International Development Association (IDA)

International Bank for Reconstruction and Development (IBRD)

International Finance Corporation (IFC)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)

En slik liste sier lite om hvilke oppdragsmuligheter man har. Uten drahjelp fra NORAD ville det utvilsomt være vanskelig å komme i gang med aktiviteter i et utviklingsland.

De to første årene var en prøveperiode for å finne ut om idéen med NORPLAN hadde livets rett. Et par konkrete tilbud ble utarbeidet, men aktiviteten var størst på det generelle plan. Den 27.06.1972 ble det arrangert en pressekonferanse på Bristol, og det ble besluttet å utarbeide en NORPLAN-brosjyre, basert på partnernes prosjektreferanser. UNDP-brosjyren var lite dekkende for NORPLANs potensiale, selv om den hadde hatt betydning som katalysator i prosessen. Ved årsskiftet 1972/73 forelå resultatet. NORAD påtok seg å sende brosjyren ut til relevante norske utenriksstasjoner, og ba om at den ble supplert med partnerfirmaenes utenlandserfaring, med tilhørende CVer. Styret påtok seg å innhente slik informasjon.

I 1972 opplevde også NORPLAN den første prøven på samholdet innen organisasjonen. Det hadde vært en kontakt mellom Norconsult og Geoteam, og høsten 1972 mottok NORPLAN et brev fra Geoteam hvor det fremgikk at firmaet overveiet å tre ut av NORPLAN og gå inn som partner i Norconsult. Dette ville i så fall berøve NORPLAN for geoteknisk og ingeniørgeologisk ekspertise, som det ikke var så lett å erstatte. Sivilingeniør Ottar Kummeneje i Trondheim ble nevnt som et alternativ, men helst så man en løsning som gjorde at Geoteam forble i NORPLAN. Det ble lansert tanker om et samar-

beid med Norconsult innen geoteknikk og beslektede fagområder. Intet av dette ble nødvendig, da Geoteam ble værende i NORPLAN.

Skuffelsen over at Nigeria-prosjektet gikk til Norconsult ble fort glemt, man hadde tross alt gjort en god figur og så optimistisk på fortsettelsen. Den neste store prosjektmuligheten, som det med varierende intensitet ble arbeidet med i 1972 og 1973, gjaldt et ferromangan-prosjekt i Brazzaville, Kongo. Det var i første omgang snakk om en "feasibility study" finansiert av NORAD, som kunne føre til en komplett prosjektleveranse. Tilbudet var basert på et samarbeid med Hafslund (Hydeco) og Elkem-Spigerverket, men det hele rant ut i sanden.

I 1973 ble det nye skuffelser med hensyn til tilbud. Et veiprosjekt i Botswana gikk til Unicon og tilbud på vannforsyningsprosjekter i Kenya førte heller ikke til oppdrag. Tilbudsarbeidet førte imidlertid til kontakt mellom NORPLAN og AS Hjellnes & Co (Hjellnes) og dette samarbeidet førte til at Hjellnes søkte om partnerskap i NORPLAN. NORPLANs kontakt med NCP-gruppen fortsatte, og et initiativ mot oljeindustrien gjennom Norwegian Oil Consultants AS ble vurdert. Noen spredte henvendelser førte ikke til konkrete aksjoner.

Ved partnern møte 11.02.1974 ble Hjellnes ønsket velkommen som partner i NORPLAN. "Inngangsbilletten" ble satt til kr. 20.000. Styret ble gjenvalgt på det samme møtet.

Den nye store prosjektmuligheten i 1974 var NORADs Nipe Bay prosjekt på Cuba. Innbydelsen gikk ut i juli, og det ble antydning at det kunne bli aktuelt å inngå kontrakt i løpet av august. Det ble igjen lagt ned et betydelig arbeid i et omfattende tilbudsarbeide, men heller ikke denne gangen ble innsatsen kronet med hell. Kontrakten gikk til Unicon, og nå begynte mismotet å bre seg.

Endelig gjennombrudd i 1975

Ved inngangen til 1975 var det mange som følte at NORPLAN var kommet til spørsmålet om det hadde noen hensikt å fortsette eller ikke. Dette ble ytterligere markert ved at man i januar 1975 mottok et brev fra Fylkeskattesjefen, som lakonisk meddelte at NORPLAN var strøket av avgiftsmantallet pga. manglende omsetning. Så langt hadde NORPLAN kun registrert et prosjekt, en industristudie i Tanzania. Prosjektet har ikke satt spor etter seg, og var formentlig en ren skrivebordstudie som ble utført for NORAD, i regi av Hartmark – IRAS.

I januar var det levert tilbud på et veiprosjekt i Malawi, Salima-Benga Road, som det var visse forhåpninger til. Tilbudet var utarbeidet av Odd Høgset fra VIAK, med Instanes som ansvarlig firma. Det var et greit prosjekt, med AfDB som oppdragsgiver og norsk finansiering. Så mye å bli fet av var det ikke, og det kunne også bli en ny skuffelse.

Det kom nye prosjektmuligheter, bl.a. hadde NORAD signalisert en forhandlet kontrakt for et veiprosjekt i Tanzania, som gjaldt anleggsvei til et kraftverk (Stiegler's Gorge). Veien skulle senere gjøres permanent. Samtidig ble det nevnt et kartleggingsoppdrag i Tanzania, som også ville bli forbeholdt norske firmaer. Øverland spurte om tilbudet på Salima-Benga Road i Malawi var forenlig med NORPLANs formålsparagraf, da det var i regi av AfDB, selv om det var finansiert med norske midler.

I styremøte den 06.03.1975 ble det besluttet at Eilif Knudsen skulle orientere NORAD om partnermøtets vedtak, og samtidig etterlyse informasjon om veiprosjektet i Tanzania. Håpet var å få NORAD til å forstå at det var vanskelig å bryte barrieren med manglende utenlandserfaring, uten velvilje fra norske myndigheter. Det er grunn til å tro at disse forsøkene på påvirkning ikke var helt uten betydning. Under forutsetning av et tilfredsstillende tilbud virket det som om NORAD kunne tenke seg å gi NORPLAN i oppdrag å prosjektere anleggsveien til Stiegler's Gorge, uten konkurranse. Hva nå forklaringen er så ble det et oppdrag av det. Ikke bare det, NORPLAN fikk også en stor kartleggingsoppgave samt prosjektering av selve kraftverket, det siste i samarbeid med Hafslund. Men det blir å foregripe begivenhetenes gang.

Tilbudet på Salima-Benga Road i Malawi førte til kontrakt, og prosjekt nr. 2 ble NORPLANs første egentlige oppdrag. Selv om norske penger lå bak, er det et faktum at oppdraget hadde AfDB som oppdragsgiver, og ikke NORAD, som var NORPLANs "raison d'être". Dette prosjektet ble også den direkte foranledning til den første avskallingen fra NORPLAN. Den skulle riktignok vise seg å bli høyst midlertidig.

Da prosjektet i Malawi ble en realitet, sendte Geoteam den 27.05.1975 et brev til NORPLAN og ba om et ekstraordinært partnermøte for å drøfte styrets handlemåte. Styret fremholdt at man anså prosjektet som økonomisk sikkert og avviste at det hadde gått utenom formålsparagrafen. Det ble videre fremholdt at man måtte forvente at norske midler i økende grad ville bli stilt til

rådighet gjennom utviklingsorganisasjoner og internasjonale utviklingsbanker. I den etterfølgende avstemning ble Geoteam stående alene, da de 12 øvrige tilstedeværende partnere sluttet opp om styret. Det ble deretter foreslått en ny formålsparagraf, som ble vedtatt med 9 mot 2 stemmer. En avholdt seg fra å stemme: Påta seg å utføre arkitekt- planleggings- og konsulentoppdrag av enhver art som fremskaffes eller formidles gjennom NORAD, skandinaviske og internasjonale bistands- og utviklingsorganisasjoner og internasjonale utviklingsbanker.

Dette førte til at A/S Geoteam i brev av 21.08.1975 sa opp sitt partnerskap med øyeblikkelig virkning. Det påfølgende ekstraordinære partnermøte - 19.09.1975 - avviste enstemmig at Salima-Benga Road prosjektet var et brudd på formålsparagrafen. Geoteams utmeldelse ble likevel godkjent med virkning fra 21.08.1975, fordi den nye formålsparagrafen avvek fra den opprinnelige. Det ble forutsatt at Geoteam heftet for sin andel av partnerbidragene for 1975, og at et videre samarbeid mellom Geoteam og NORPLAN ble vurdert i hvert enkelt tilfelle. På samme møte foreslo Roar Haug at NORPLAN ble endret fra I/S til A/S. Partnermøtet vedtok å utsette denne saken til neste ordinære partnermøte og ba samtidig styret om å utrede saken.

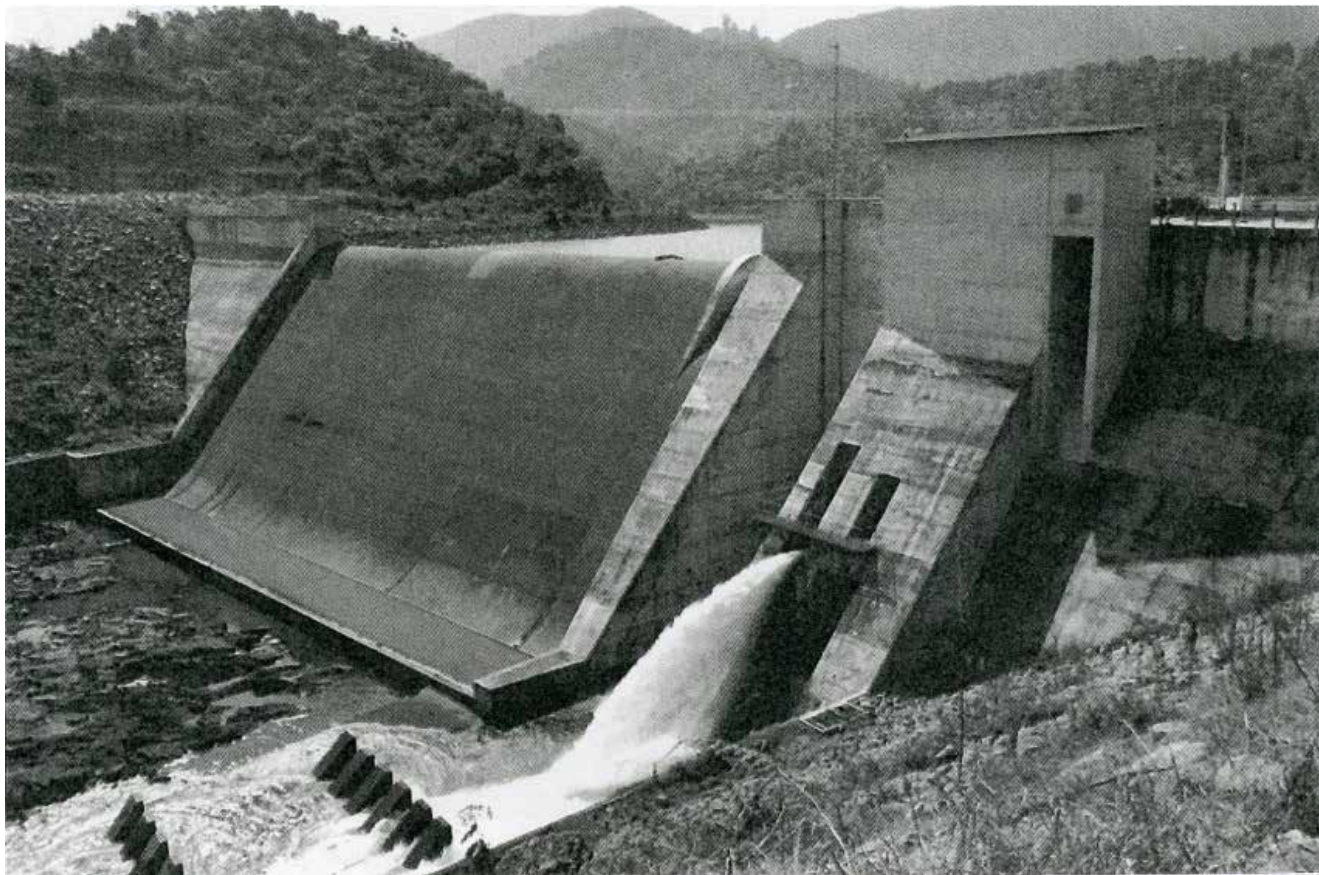
På dette tidspunkt anså man prosjekt nr. 3; Access Road-Stiegler's Gorge, som en realitet, selv om kontrakten ikke var undertegnet. Forberedelsene gikk for fullt, og planlagt oppstart i marken var satt til 10.10.1975. I prinsippet hadde NORAD også godtatt NORPLANs forslag til kartlegging for damprosjektet, og i samarbeid med Hafslund ble det arbeidet med tilbud for prosjektering av vannkraftanlegget. Her var det forutsatt at Hafslund i tilfelle ville bli NORADs kontraktspart.

Det var tydelig at NORPLAN nå gikk inn i en ny tid, og det tok man konsekvensene av. NORPLAN var i gang!

Stiegler's Gorge, Tanzania

På et strategimøte mange år senere spurte møteleder om NORPLANs utvikling kunne knyttes til en enkeltstående hendelse eller begivenhet, og forsamlingen var ikke i tvil, det måtte være Stiegler's Gorge. Det er derfor på sin plass å gå noe nærmere inn på dette prosjektet.

Stiegler's Gorge er lokalisert forholdsvis langt nede i nedslagsfeltet til Rufijielven. Prosjektet representerer det største enkeltstående vannkraftpotensialet i Tanzania, og kan gi positive sekundæreffekter gjennom oversvøm-



Kihansi-kraftverket i Tanzania prosjektert av NORPLAN. Foto: Per Bollingmo

mingskontroll, jordbruks- og fiskeriutvikling, samt turisme.

Rufijis nedslagsfelt er på 177.000 km², eller omtrent like stort som Sør-Norge sør for Trondheim. Ferdig utbygget vil Stiegler's Gorge kunne produsere 6.400 GWh/år.

Allerede tidlig på 1960-tallet hadde FAO utført en irrigasjonsstudie basert på vann fra Rufiji-elva, og i den forbindelse ble en mulig vannkraftutbygging basert på en dam ved Stiegler's Gorge omtalt. Omkring 1970 ble NORAD involvert ved finansiering av et forprosjekt, som Norconsult ble engasjert til å utføre. Oppdraget gikk i korthet ut på å utarbeide et forprosjekt for dam og kraftstasjon, og utarbeide en realistisk pris for den produserte kraften. Norconsults rapport forelå i 1972.

I en telefonsamtale som Roar Haug den 14.02.1975 hadde med kontorsjef Isaksen i NORAD, ble det sagt at NORPLAN ville bli invitert til å gi tilbud på prosjektering av en 90-120 km anleggsvei, som senere skulle gjøres permanent, frem til et kraftverk som ble prosjektert av Norconsult. Det ble sagt at Terms of Reference ville foreligge i første halvdel av mars, og at arbeidet kunne starte forholdsvis raskt. Samtidig ble det antydnet muligheter for et større kartleggingsoppdrag, som også var knyttet til Stiegler's Gorge. På partnernøtet den 19.09.75 ble det redegjort for oppgavene, som skulle bli NORPLANs prosjekter nr. 3 og 4.

På dette tidspunkt var NORPLAN også invitert til å gi tilbud på prosjektering av kraftverket med tilhørende konstruksjoner, et tilbud som ble utarbeidet i samarbeid med A/S Hafslund, og med sistnevnte selskap som ledende selskap. Dette var en kjempeutfordring, og

samarbeidet med Hafslund ble sett på som en nødvendighet for å øke tilbudets troverdighet. Oppdragene for NORAD ble begynnelsen til en mangeårig aktivitet i Tanzania, som etter hvert ble NORPLANs viktigste marked.

Engasjementet av Hafslund/NORPLAN var en skuffelse for Norconsult, og NORPLAN fikk aldri noen begrunnelse for NORADs valg. Det er imidlertid sikkert at NORAD ble stadig mer opptatt av å bidra til at det fantes valg mellom norske rådgivende ingeniørfirmaer. Det er også mulig at Norconsult ikke trodde at det fantes reelle norske konkurrenter. Den viktigste grunnen var dog at de to samarbeidende selskaper maktet å utarbeide et teknisk og økonomisk troverdig tilbud.

I juli 1980 la Hafslund/NORPLAN frem sin Project Planning Report i 4 bind, men noen umiddelbar realisering av prosjektet ble det ikke. Næringsutviklingen i Tanzania hadde ikke gitt et tilstrekkelig inntektsbringende behov for kraft, og det var heller ikke tilrettelagt for den krafteksport som også hadde vært en drivkraft bak prosjektet. Viktigere var det nok at den miljørelaterte motstand mot store kraftutbygginger hadde vært økende og bidratt til å gi NORAD "kalde føtter".

For NORPLAN førte prosjektet til at et stort antall NORPLAN-medarbeidere fikk relevant utenlandserfaring og at NORPLAN som selskap fikk vist at det maktet å gjennomføre store prosjekter i et utviklingsland.

Gjennom årene som fulgte har NORPLAN gjennomført en lang rekke prosjekter i alle deler av verden inne mange fagfelt.

Frem til nå har NORPLAN gjennomgått flere perioder med endringer i organisasjons- og eierforhold, og i dag eies firmaet av Asplan Viak.

Fortifikasjon

Fortifikasjon A/S var et ingeniørfirma som spesialiserte seg på beskyttede anlegg. Firmaet ble etablert av medarbeidere med bakgrunn fra Forsvaret og Sivilforsvaret, og ble etter hvert spesialister på fjellanlegg, deriblant kombinerte anlegg som idrettshaller og tilfluktsrom, teleanlegg, og anlegg for Forsvaret og Sivilforsvaret.

Fortifikasjon hadde på 1980-90-tallet utenlandsoppdrag med beskyttede oljeanlegg og forsvarsanlegg, særlig i Sør-Korea og De forente arabiske emirater. Fortifikasjon ble i 1998 kjøpt opp av Norconsult.

Kilder

- Historien om Norconsult. Kjell B. Amundsen
- Historien om NORPLAN. Ove Rusten
- Hundre års oppfinnsomhet. Historien om Multiconsult 1908-2008. Ivar Sekne
- Multiconsult 50 år
- Multiconsult 1908-2005
- NVKs historie 1908-1993
- ViaNova-slik det startet. Jonny M. Johansen og Lasse Vik
- Varige spor. Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen AS. Øyvind Steen
- NOTEBY. 60 år i jord og fjell. Per Bollingmo.
- 70 år ingeniørkunst, Ingeniør Chr. Fr. Grøner A.S. 1921-91. Tor Wisting.



Det store Baobab-treet ved Stiegler's Gorge. Foto Per Bollingmo



Foto: Carl Fredrik Larsson

NORSK TBM-HISTORIE – 100 ÅR FRA BØHN TIL 2020

Arnulf M. Hansen

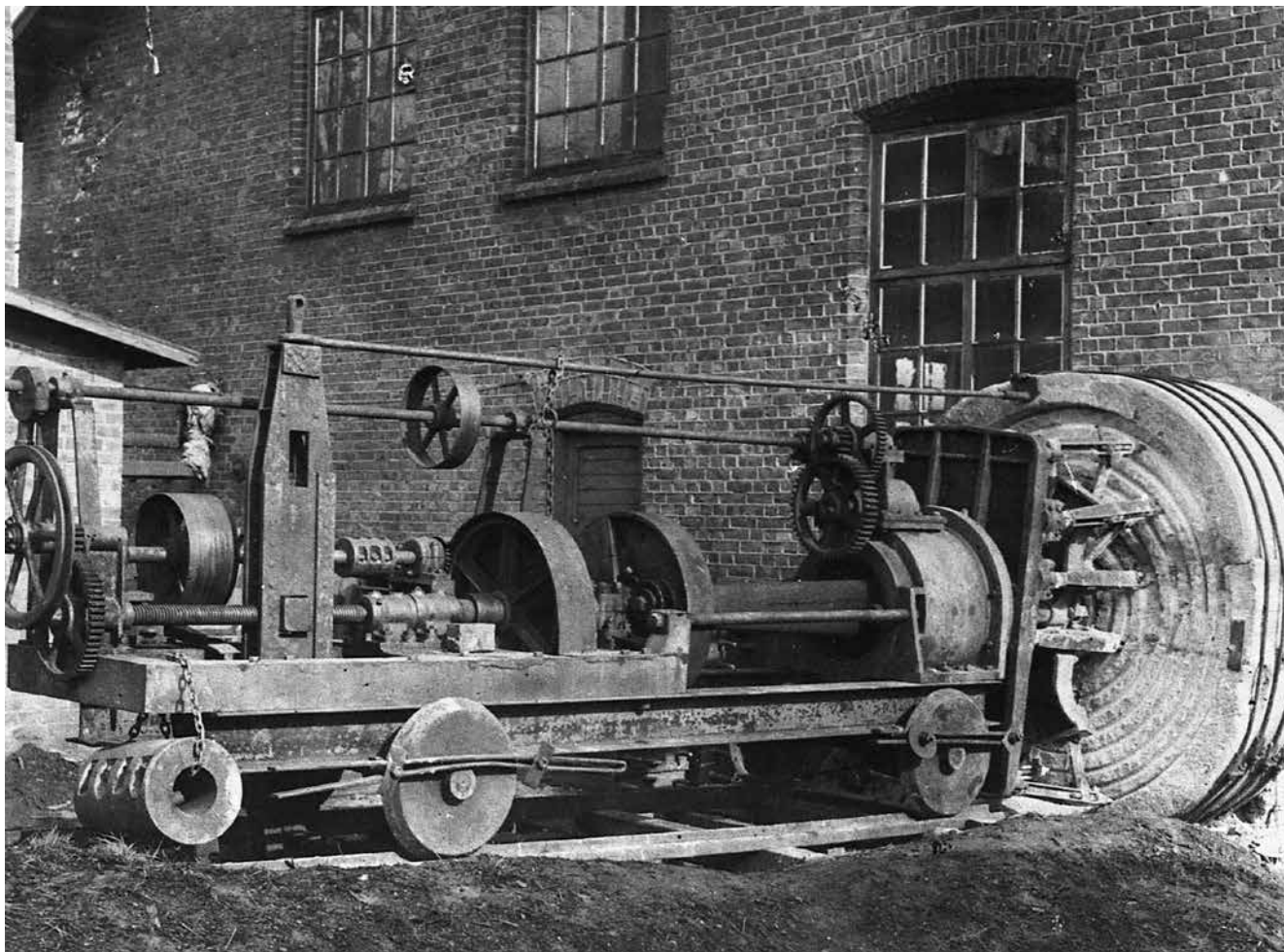
Bøhns TBM- konsept

For de fleste innen anleggsindustrien var det nærmest ukjent at en norsk ingeniør fra Sørumsand, Ingebret Bøhn (1868-1922) hadde designet og fått patent i 1919 på en maskin for boring av tunneler uten bruk av sprengstoff, inntil et bilde av maskinen dukket opp på Blaker og Sørum Historielag sin kalender på midten av 90-tallet.

Maskinen ble bygd og testet i betong ved Sørumsand verksted i 1922. Ingeniør Bøhn døde kort tid etter den første testingen, og den videre utvikling av TBM-kon-

septet hans stoppet. Tunnelmaskinen kom derfor aldri i drift på et tunnelprosjekt.

På verdensbasis ble nærmere ett hundre tunnelmaskiner av forskjellige typer designet og patentert i løpet av perioden 1846-1930, men mange av disse kom ikke videre fra tegnebordet, og den fysiske demonstrasjonen uteble. Stålteknologien på den tiden begrenset maskinene til bløtere bergarter som kalk, leirstein, bløte sandsteiner og kull.



Bøhns tunnelboremaskin. Sørum Fotosamling

Det kan nevnes at allerede i 1881-82 ble det fra den engelske siden av den Engelske kanal boret 1850 m tunnel, og på fransk side ble det fra boringen begynte 19. juli 1882 til driften opphørte 18. mars 1883, drevet 1840 m tunnel (dvs. 230 m per måned i snitt!). På begge sider av kanalen brukte man en 2,13 m diameter Beaumont/English TBM som ble drevet av trykkluftmotorer. Kanalprosjektet ble stoppet på engelsk side i 1882 pga. press fra politikere som fryktet at en undersjøisk forbindelse til Frankrike ville være en trussel mot Englands sikkerhet.

Innledningen til den moderne tunnelboremaskins tidsalder startet i begynnelsen av 1950-årene med James S. Robbins som la grunnlaget for metoden etter nyere prinsipper og utvikling av disk-kutterne basert på en ide fra 1850 av en amerikansk ingeniør, Charles Wilson. I 1953 bygde Robbins den første maskin for boring i berg. Den første suksessfulle tunnelboremaskin ble produsert i 1957. Gjennombruddet for boring av hardere bergarter kom takket være disk-kuttere og en mer robust og kraftigere maskin enn tidligere.

Bergartene i Norge og Skandinavia forøvrig var regnet for å være meget harde og fullprofilboring ble av den grunn betraktet som en eksotisk metode som hadde lite for seg her hjemme på berget. Men noe var på gang. Gruve- og anleggsindustrien fulgte med interesse utviklingen som foregikk i utlandet. Den aller første fullprofilboring i Norge fant sted på Tokkeanlegget i 1967. NVE boret en 73 m lang sjakt med en diameter på 1,0 m.

Det første TBM-prosjekt i Norge

I 1972 inngikk A/S Jernbeton og Trondheim kommune den første kontrakt på TBM-boring av en tunnel i Norge. En ny æra i norsk tunneldriving hadde startet. Jernbeton leaset en brukt Demag TBM Ø2,3 m med operatører og mekanikere fra den tyske entreprenøren Gebrüder Abt GmbH for boringen av den 4,3 km lange kloakktunnelen mellom Sluppen og Høvringen.

Etter å ha boret 600-700 m og noen forsøk med forskjellige kuttertyper, kom man til den konklusjon at maskinens matekraft måtte økes og kutterhodet modifiseres for å kunne takle den massive grønnsteinen i tunneltraseen. Matekraft per kutterring ble øket med 40-50%. Dette resulterte i en økning av netto inndrift på i størrelsesorden 100%. Tunnelboringen ble fullført i 1974 og både byggherre og entreprenør var rimelig tilfreds etter prosjektet.

Sulitjelma Gruber og fullprofilboring 1970 -1978

Sulitjelma Gruber fulgte med i utviklingen av sjaktbore- og tunnelmaskiner og så på et tidlig tidspunkt hvilke muligheter fullprofilboringen kunne tilføre gruve- og anleggsindustrien her hjemme. SG kom tidlig med på "fullprofillaget" i Skandinavisk sammenheng. I 1970/71 anskaffet både Fangel AS (Mofjellet Gruber) og A/S Sulitjelma Gruber utstyr for boring av sjakter med diameter opptil 1,8 m.

Den første stigort (220 m x Ø 1,8 m) som ble boret i Sulitjelma ga mersmak. Metoden ble godt mottatt av de aller fleste parter. Ytterligere fem stigorter ble boret i egen gruve før man gikk ut til andre bergverk og anlegg i inn- og utland som entreprenør. Til sammen ble det boret nærmere 4 km stigorter før maskinen ble solgt til en fransk entreprenør. Det kan nevnes at denne maskinen, en Robbins 61R, sto på Dulhasti prosjektet i Kashmir, India, etterlatt av et fransk konsortium som hadde trukket seg ut, da Statkraft Anlegg i 1997 i arbeidsfellesskap med en indisk entreprenør tok opp anleggsarbeidet etter 4-5 års stillstand. Personell fra SA ledet boringen av to sjakter (110 m og 420 m) med denne maskinen på prosjektet, foruten reparasjon og igangkjøring av en 8,3 m diameter åpen Hard Rock TBM på tilløpstunnelen.

Sulitjelma Gruber var den første i verden som benyttet disk-kuttere i harde bergarter i forbindelse med stigortboring, og var også den første i verden som var villig til å prøve konstant tverrsnitt kutterringer også i TBM-sammenheng, noe som brakte fullprofil- teknologien enda et steg fremover.

På høsten i 1973 ble en 4,3 km lang kloakktunnel mellom Lysaker og Majorstua lyst ut på anbud. Etter en lang dragkamp mellom entreprenører, gikk hovedentreprisen til Kaare Backer AS med SG som underentreprenør for fullprofilboringen. SG som var oppmuntret av resultatene som var oppnådd med raise boring investerte i en ny Robbins TBM (Ø3,15 m), og ble dermed den første i Skandinavia som eide en tunnelboremaskin. Det lå også i planene da at maskinen senere skulle benyttes til driving av lange oppfaringsorter i gruvene hjemme i Sulitjelma.

Omfattende sonderboring og forinjeksjon så vel som etterinjeksjon var nødvendig for å unngå senkning av grunnvannsspeilet og motvirke skader på bygninger langs tunneltraseen. Boring av sonderhull og hull for injeksjon ble foretatt med håndholdt utstyr. Tunnelboringen startet i november 1974 og ble fullført i juni 1976. Det var få tekniske problemer med TBM-utstyret; inndriften

var god og kutterkostnadene var lave (kambro-siluriske bergarter).

Utnyttelsen av TBM-en på prosjektet var lav på grunn av den omfattende sonderboring og injeksjon som var nødvendig for å oppfylle kontraktens krav.

Man innså at på fremtidige lignende TBM-prosjekter ville det bli nødvendig å inkorporere spesialdesignet utstyr, fastmontert på TBM-en, for boring av sonderhull og hull for forinjeksjon.

Etter kloakktunnel-prosjektet i Oslo ble SGs maskin brukt i Fosdalens Bergverk for boring av en hovedutfraktsort på 800 m dyp i gruven. Til å begynne med gikk boringen bra, men underveis ble det besluttet å endre tunneltraseen som ble lagt i en tøff og massiv kvartskratofyr, som resulterte i lav fremdrift og meget høye kutterkostnader.

Boringen ble avsluttet etter 670 m og utstyret ble etter en overhaling og modifikasjon flyttet til Eidfjordanleggene. Diameteren ble øket fra 3,15 m til 3,25 m og kutterstørrelsen øket fra 12" til 14" for bedre å kunne takle de granittiske gneisene i Floskefonntunnelen.

De første 1,8 km av en total tunnellengde på 4,6 km av overføringstunnelen besto av granittisk gneis med enaksial trykkfasthet på opptil 270 MPa. Den resterende del av tunnelen besto stort sett av fyllitt med litt kvartslinser. Etter 350 m boring og tre hovedlagerhavari, bestemte SG seg for å trekke seg ut av tunnelen og kontrakten med NVE.

På denne tiden var det generelt en lavkonjunktur for gruveindustrien med svært lave kobberpriser. På grunn av disse forhold sammen med de økonomiske tapene man fikk på kloakktunnelen i Oslo ved at hovedentreprenøren gikk konkurs før tunnelen var ferdigboret, la en demper på fullprofilaktiviteten, og i 1978 besluttet SG seg for å legge ned entreprenørvirksomheten og kun konsentrere seg om gravedrift. Tunnelmaskinen ble solgt til en østerriksk entreprenør. Etter diameterendring og overhaling på Aker Mek (nå Aker Brygge) ble maskinen sendt til Rwanda for et vannkraftprosjekt. Maskinen har senere boret tunneler på en rekke prosjekter i Europa. Høyer-Ellefsen overtok Floskefonn tunnelprosjekt. Den gjenværende del av tunnelseksjonen med granittisk gneis ble drevet med konvensjonell sprengning, og en brukt Wirth TBM (Ø2,53 m) ble deretter anvendt til å bore den resterende del av tunnelen som besto av fyllitt.

NTH som pådriver for TBM-metoden

NTH v/ Institutt for anleggsdrift (nå Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU) har siden midten av 1970-årene vært en pådriver for metoden og for forståelsen og utviklingen av tunnelboremaskiner i harde bergarter. I samarbeid med entreprenører, maskinleverandører og byggherrer har universitetet brukt tunnelene som fullskala laboratorier. Instituttet har gjennom sitt prosjekt "Hard Rock Tunnel Boring" laget en omfattende samling og systematisering av informasjon fra tunnelboring i inn- og utland, og ved hjelp av dette utviklet en prognosemodell for TBM-boring. Prognosemodellen har skapt et fundament for bedre forståelse og planlegging av fullprofilboreprosjekter og har gitt entreprenørene en "verktøykasse" for detaljert kalkulasjon og tidsplanlegging for TBM-prosjekter. Modellen har vært brukt for planlegging og anbudsformål på flere utenlandske prosjekter. Prognosemodellen har blitt anerkjent av internasjonale konsulenter, entreprenører og byggherrer.

Modellen har vært et "levende instrument" og har blitt revidert flere ganger underveis opp gjennom årene etter hvert som ny viten og teknologi har blitt tilført. I 2000 utga universitetet en komplett oppdatert og mer omfattende rapport på "Hard Rock Tunnel Boring". Denne rapporten (1-98) ble utarbeidet av Professor Amund Bruland.

Overføringstunnel i Aurland

Ing. Thor Furuholmen AS med teknisk assistanse fra Prader AG, Sveits boret i perioden 1977-78 en 6,2 km lang overføringstunnel i Kleådalen på Aurland kraftverk med en 3,5 m diameter Robbins TBM. Bergartene var for det meste fyllitt med kvartslinser og seksjoner bestående av massiv, slitende sandstein. Boringen var meget vellykket. Driftssikring var ikke nødvendig og behovet for permanent sikring ble minimalt. Enhetsprisen per meter tunnel for tunnelboringen var noe høyere enn beregnet for konvensjonell sprengning, men den reduserte anleggstiden fra kun ett tverrsnitt gjorde at TBM-tunnelen kom ut som en stor vinner. Aurlandsprosjektet ble en viktig hjørnestein for den videre utviklingen av NTHs prognosemodell. NTH registrerte her for første gang hvilken virkning vinkelen mellom lagdeling og tunnelaksen, hadde på netto borsynk.

40 km tunnel for Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS)

Oslo i samarbeid med nabokommunene Asker og Bærum, etablerte i perioden 1974-1981 et felleseid større anlegg for behandling av avløpsvann. Prosjektet inkluderte en sammenhengende streng av tunneler med



Glommedal overføringstunnel, Ulla-Førre anlegget. Massive granitt- og gneisbergarter.
Foto: NTH (NTNU)

diametre varierende fra 3,0 til 3,5 m og med en total lengde på ca. 40 km. Da en forstudie ble presentert i 1970, ble det antatt at alle tunneler skulle drives med konvensjonell sprengning. Men en analyserapport av 1973 konkluderte med at TBM skulle inngå som alternativ metode til konvensjonell sprengning ved anbudsfore-spørsler.

Etter den vellykkede fullførelsen av den første seksjonen av hovedavløpstunnelen (Lysaker-Majorstua) i 1976, ble det spesifisert at alle tunneler på tunnelprosjektet skulle drives med TBM. Sprengning ville ikke bli akseptert. Over et tidsspenn på 6 år hadde innstillingen fra byggherre og deres konsulenter snudd fra 100% konvensjonelt til 100% TBM-boring. Tunnelene ble boret med syv TBM-er fra fire forskjellige produsenter og med helt forskjellige konsepter. I en fase av utbyggingen var seks maskiner i drift samtidig – en Wirth TBM + en Atlas

Copco Midi Fullfacer (Høyere-Ellefsen / Murer), to stk. Robbins TBM (Ing.Thor Furuholmen/ Prader) og 2 stk. Bouygues TBM (Astrup & Aubert).

Erfaringene som man fikk på tunnelen fra Frantzebråten, Lysaker til Majorstua ble brukt som input til spesifikasjonene i anbudsdokumentene for de senere kontraktene som ble inngått i 1976 og 1977 for de resterende 35 km tunneler på VEAS-prosjektet. Byggherren satte strenge krav til sonderboring og forinjeksjon for å unngå eller minimere skader på grunn av setninger forårsaket av grunnvannssenkning. Entreprenørene måtte fremskaffe og demonstrere mekanisert boreutstyr og metoder for effektiv sonderboring og forinjeksjon. Dette ble det mest omfattende sonderborings- og forinjeksjonsprogram som noen gang hadde blitt utført i verden i sammenheng med TBM-drift.

Stadig hardere bergarter bores

Norge er generelt ansett for å ha noen av de tøffeste utfordringer i verden når det gjelder harde bergarter. Med få unntak ble de første TBM-prosjekter utført i grønnskifer, grønnstein, leirskifer, kalkstein, fyllitt og glimmerskifer. Senere boret man i grunnfjellsbergarter, granitt og gneis.

Gjennombruddet for "hard rock tunnel boring" kom i perioden 1981-1984 ved gjennomføringen av den 8 km lange, 3,5 m diameter overføringstunnelen i Glommedalen ved Ulla-Førreanlegget. NVE Statskraftverkene som var oppmuntret av resultatene som var oppnådd i Kleådalen på Aurlandprosjektet, bestemte seg i 1980 for å kjøpe en ny 3,5 m diameter TBM for å bore Glommedal overføringstunnel.

Tunnelområdet inneholdt massiv granitt og gneisformasjoner med en-aksial trykkfasthet opptil 210 MPa. Bergartene var faktisk så massive at NTH reviderte sin prognosemodell til å inkludere sprekkeklasse 0 (null). Tunnelmaskinen, Robbins modell 117-220 boret i 2 ½ år på overføringstunnelen, hele tiden i massiv granitt og gneisbergarter. Samme maskin har totalt boret mer enn 42 km tunneler i harde bergarter på til sammen fem prosjekter, hvorav ca. 33 km i Norge og er så langt den maskin som har boret flest tunnelmeter i Norge og Skandinavia.

Boring av skråsjakter med TBM

Boring av skråsjakt med TBM + ABS (Anti-backslip-system)/tilbakefallssikring ble for første gang brukt i Norge av Høyer-Ellefsen i samarbeid med den sveitsiske entreprenøren Murer AG på Sildvika kraftverk i nærheten av Narvik. En 760 m lang trykksjakt på 45 grader og med diameter 2,53 m ble fullført av en Wirth TBM i løpet av seks måneder inklusiv til- og nedrigging av tunnelboreutstyret. Man oppnådde en gjennomsnittlig inndrift på 45 m per uke.

TBM-utstyrets ytelse svarte til forventningene og oppmuntret Astrup-Furuholmen AF til å kjøpe en Atlas Copco Jarva 3,2 m diameter TBM i 1983 for å bore en 1250 m lang trykksjakt på 41grader på Tjodan kraftverk. Tilløpstunnelen på 4.865 m ble boret med en AC Jarva MK 12 md diameter 3,5 m.

I 1985 benyttet AVIE-gruppen (Astrup-Høyer/Veidekke/Eeg-Henriksen) sjakt-maskinen fra Tjodan til å bore 1370 av den 1445 lange 45 graders sjakten på Nyset-Staggje kraftverk. Sjaktboringen ble fullført på 7 måneder, inklu-

siv stopptid pga. hovedlagerhavari. Hovedlageret ble byttet oppe i sjakten, ca. 450 m fra startportalen.

Bergartene som ble boret på Tjodan og Nyset-Steggje besto av massiv granitt og granittisk gneis. Sjaktboring av lengre trykksjakter viste seg å være et meget godt alternativ til konvensjonell sprengning, særlig når trykksjakten er på kritisk vei.

Bergmekaniske utfordringer på Kobbeltanlegget

Under TBM-boringen ved Kobbeltanleggene i 1984 oppsto det ekstreme sprakefjellproblemer forårsaket av høye horisontale in-situ spenninger. Etter å ha boret ca. 1700 m av tilløpstunnelen på 6,25 m diameter kom man inn i et parti med intens sprak. Omfattende og systematisk bergsikring ble nødvendig for sikkerheten til mannskaper og utstyr. Bergbolter med plater ble installert rett bak borhodestøtten fra arbeidsplattformer montert på TBM-en. Etter ca. 200 m avtok sprakingen gradvis etter hvert som fjelloverdekningen økte ved at de horisontale spenningene ble motvirket.

I tunnelseksjonen med sprakefjell sank den gjennomsnittlige daglige produksjon til 6 m tunnel, og stabilitetsproblemene med berget økte drivetiden med ca. to måneder. Den vel 9 km lange tilløpstunnelen i Tverrelvdalen ble boret med to Robbins 6,25 m diameter tunnelboremaskiner.

Det oppsto også intens sprak under boringen av de første 1000 tunnelmeter på den 9,2 km lange, 3,5 m diameter overføringstunnelen ved Reinoksvatn. Høye tangentielle spenningskonsentrasjoner i tunneltak og såle, forårsaket av de høye horisontalspenningene i området, krevde umiddelbar, omfattende og systematisk tung bergsikring med bolter, strips og nett, samt betongstøp i sålen for å stabilisere skinnegangen. Sprakeproblemene i tunnelen avtok, som for tilløpstunnelen, etter hvert som fjelloverdekningen økte. Den ukentlige tunnelproduksjon i tunnelseksjonen med sprak lå på 52 m per uke mot 120 m per uke i den resterende del av tunnelen. Sprakeproblemene medførte en tidsforlengelse i drivingen på 8 uker.

NVE-Statskraftverkene og anerkjente bergmekaniske eksperter var av den oppfatning at konvensjonell tunneldriving ville ha forverret sprakefjellproblemene over lengre strekninger enn for TBM-boringen pga. påvirkning fra sprengningen. Tunnelboremaskinen var oppkalt etter en velkjent dame som i de "gode gamle dager" drev en øl-pub i Sandviken, en eldre bydel i Bergen.



TBM-sjakt, 45 grader,
Sildvika kraftverk.
Foto: A/S Høyer-Ellefsen

Hordaland Vegkontor gjorde en meget god jobb, men dessverre hadde vegvesenet valgt en for liten diameter på TBM-en. Omfattende strossing i sidene for å få full kjørebanebredde i de to tunneløpene ble tidkrevende og kostbar. Samtidig medførte strossingen redusert kvalitet på tunnelveggen.

Veitunneler

Statens vegvesen boret i perioden 1984-1986 to parallelle tunneler, til sammen ca. 7 km tunnel gjennom Fløyfjellet med "Madam Felle" – en 7,8 m diameter Robbins TBM. Tunnelboremaskinen var oppkalt etter en velkjent dame som i de "gode gamle dager" drev en øl-pub i Sandviken, en eldre bydel i Bergen.

Hordaland Vegkontor gjorde en meget god jobb, men dessverre hadde vegvesenet valgt en for liten diameter på TBM-en. Omfattende strossing i sidene for å få full kjørebanebredde i de to tunneløpene ble tidkrevende og kostbar. Samtidig medførte strossingen redusert kvalitet på tunnelveggen.

Tunnelboremaskinen ble bygget om og diameteren på borhodet ble økt til 8,5 m diameter for boring av den 850 meter lange Eidsvåg-tunnelen. Tunnelen ble boret parallelt med en eksisterende tunnel, og vegvesenet valgte fullprofilboring fremfor sprengning for å kunne opprettholde trafikken i anleggsperioden på den tungt trafikkerte veien inn til Bergen.

I 1983 ble det besluttet å drive en 7,6 km lang vegtunnel mellom Glomfjord og Holandsfjord for adkomst til Svartisen Kraftverk. Tunnelen var planlagt med enkel kjørebane med møtenisjer for hver 300 m. Statkraftverkene leaset en 6,25 m diameter TBM for å bore 4,3 km av tunnelen fra Kilvik-siden i møte med konvensjonell sprengt tunnel som ble drevet fra Glomfjord-siden. Etter at prosjektet hadde startet ble forutsetningene endret og veien oppgradert til riksvei med to kjørebaner. Dette medførte at den del av tunnelen der TBM-metoden ble benyttet måtte utvides med ettersprengning eller utstrossing fra 30,7 m² til 52,5 m² for tilpassing til tunnelprofil T8. Begge ovennevnte prosjekter ga fullprofilboring av vegtunneler i Norge et ufortjent dårlig rykte. Dette hadde ikke noe med metoden å gjøre, men skyldtes utenforstående forhold.

Oppgradering av Nedre Vinstra kraftverk

Oppgradering og utvidelse av eksisterende Nedre Vinstra kraftverk ble i 1986 lagt ut på anbud for å øke kraft-



"Madam Felle" – gjennomslag på sørgående tunnel, Fløyfjellstunnelene. Foto: Arnulf M.Hansen

produksjonen til det doble. Planen inkluderte en utvidelse av tverrsnittet til den eksisterende tilløpstunnelen fra 32 m² til 52 m² ved å strosse tunnelsålen langs hele lengden på 17 km. For å minimere inntektsstap i anleggstiden måtte arbeidet derfor fullføres i løpet av en eller to sommersesonger med bruk av store mannskapsstyrker samtidig fra fem eksisterende tverrslag. VSF-gruppen – et arbeidsfellesskap mellom Veidekke og Selmer Furuholmen fremla et attraktivt anbudsalternativ.

VSF-gruppen foreslo å drive en tilnærmet parallelle tilløpstunnel med to brukte tunnelboremaskiner. Dette opplegget ville gjøre det mulig for kraftselskapet å holde produksjonen gående i anleggstiden. Denne løsningen ville korte ned stillstanden fra minimum seks måneder til en måned, og behovet for bergsikring i tunnelen ville bli sterkt redusert. Tiden fra kontraktsinngåelse til oppstart for tunneldriving var spesifisert til 4-5 måneder, og nye TBM-er ble ikke vurdert pga. lengre leveringstid. To maskiner som A/S Jernbeton hadde brukt på kraftverkene Brattset og Ulset var tilgjengelig i markedet. Maskinene ble bygget om fra 4,5 m til 4,75 m



Overføringsstunnel 4,5 m diameter på Ulset kraft-verk med Robbins TBM 148-213. Foto: The Robbins Company

diameter. De to TBM-ene startet å bore i motsatt retning fra et og samme tverrslag omtrent halvveis mellom reservoaret og trykktunnelen og hadde felles tippstasjon for boremassene som ble transportert ut med skinnegående utstyr.

Prosjektet viste seg å bli en meget stor suksess og ble fullført seks måneder tidligere enn planlagt.

På anbudsstadiet var TBM-alternativet for tilløpstunnelen beregnet til å koste omtrent 15% mer enn for strosing av tunnelsålen med vanlig sprengning. Men inntektene fra kraftproduksjon i anleggstiden for TBM-tunnelen mer enn oppveide for de ekstra drivekostnadene.

Fem TBM-er på Svartisenprosjektet

I samarbeid med Statkraft introduserte The Robbins Company i 1988 sine "High Performance" TBM-er med 19" (483 mm) kuttere. De tre første HP TBM-ene som ble bygget, modell 1410-251 (Ø4,3/5,0 m), modell 1410-252 (Ø 4,3 m) og modell 1215-257 (Ø 3,5 m) boret henholdsvis 13,8 km, 11,8 km og 8,2 km tunneler ved Trollberget anleggssted, Svartisen prosjektet. Denne utviklingen med nye kraftigere maskiner med større kuttere og bedre innfesting av kutterne, løftet maskinytelsen opp på et høyere nivå og ga anleggsindustrien et forbedret verktøy for å bore i harde til meget harde bergarter. På vestsiden av Svartisen-breen benyttet Statkraft en 8,5 m

diameter Robbins maskin, "Madam Felle" – veteranen fra veitunnelprosjektene i Bergen, for drivingen av den 7,3 km lange trykktunnelen på stigning (1:13,5) med lastebiler for uttransport av boremasse. Et snubord som var konstruert av Statkraft, ble benyttet til å snu bilene i stedet for snunnsjer.

Tunnelboremaskinen fra Glommedalen, Ulla-Førre anlegget og fra Reinoksvatn, Kobbelv-anlegget, TBM 117-220 boret først en 9,3 km lang "takrenne"-tunnel på vestsiden av isbreen før den ble flyttet over til Trollberget hvor den boret en 6,2 km grentunnel i Vegdalen. I november 1991 satte maskinen til da, norske rekorder ved å bore 44,2 m på ett skift, 81,8 m på en dag, 421,2 m på en uke og 1176,5 m på en måned. Den gjennomsnittlige inndriften i Vegdalen var på mer enn 200 m per uke.

Hovedlagrene for HP TBM-ene som ble levert til Svartisen, var av tre-aksial type. Endringen som ble foretatt av TBM-industrien på slutten av 1980-årene fra koniske rullelager til tre-aksiale hovedlager, forbedret maskinenes ytelse ved at matekraften og lagerlevetiden kunne økes. En annen stor forbedring var en ny type sete for feste av

kutterne til borhodet som ble introdusert av Robbins på Trollberget for første gang. Denne designen var overlegen alle andre typer seter og førte til forbedret kutterlevetid og færre kutterskift. Den nye innfestingen av kuttere ble straks en standard i TBM-industrien.

Utviklingen av 19" kutterne som var designet for en matekraft på 312 kN/kutter, brakte boringen i harde bergarter enda et kraftig steg videre og gjorde det mulig for HP-maskinene å operere med 40-50% høyere matekraft per kutter sammenlignet med standard TBM-ene som var utrustet med 17" kuttere.

Statkraft testet også på Svartis-prosjektet forskjellige typer kuttere og kutterringer fra andre produsenter (Wirth, Sandvik) inklusiv et nytt konsept – "The Norway-cutter", som var designet av Stein Narvestad. Kutterringer som var splittet i to halvdel, muliggjorde skifte av kutterringer på stuff uten å løsne kutteren fra borhodet. Konklusjonen fra den noe begrensede testingen som ble foretatt på TBM-er på Trollberget i utvalgte posisjoner på borhodet, var at konseptet fungerte og at det var et interessant alternativ for kuttere i slitende ber-



Robbins HP TBM 1215-265, 3,5 m diameter. Foto: The Robbins Co.

garter. Men det var nødvendig med noen modifikasjoner av kutteren og rom for forbedringer av låseringen som holder kutterringsen på plass.

Rekordinndrifter på Meråkerprosjektet

Merkraft, et arbeidsfelleskap mellom Eeg-Henriksen Anlegg AS og AS Veidekke, fullførte i august 1992 boringen av en 10 km lang overføringstunnel på Meråker-prosjektet med en 3,5 m diameter Robbins TBM på mindre enn 11 måneder. Tunnelboringen ble ferdig seks måneder tidligere enn planlagt. I løpet av den første fulle driftsmåned etter oppstart, oppnådde man en inndrift på 1028,9 m som er den raskeste oppstart som til da var registret for noen Robbins TBM i verden.

Merkraft satte en rekke norske rekorder på overførings-tunnelen med sin HP TBM 1215-265 i bergarter fra hard, massiv metagabbro, gråvakke og sandstein til relativt bløt fyllitt.

• Beste skift (10 timer)	69,1 m
• Beste dag (2 x 10 timer)	100,3 m
• Beste uke (100 skifttimer)	426,8 m
• Beste måned (430 skifttimer)	1358,0 m
• Gjennomsnittlig ukeinndrift	253,0 m

Norske entreprenører med TBM-erfaring (1972 – 2004):

Prosjekter i Norge

Statkraft	102,0 km
Høyer-Ellefsen	18,6 km
Astrup-Aubert	12,1 km
Astrup-Høyer	1,4 km
Jernbeton	34,5 km
Aker Entreprenør	6,4 km
Furuholmen	35,0 km
VSF	17,0 km
Svv	8,0 km
Kruse Smith	8,0 km
Sulitjelma Gruber	5,0 km
<u>Merkraft</u>	<u>10,0 km</u>
<u>Sum</u>	<u>258,0 km</u>

Prosjekter i utlandet (-2004):

Statkraft Anlegg/NCC International	58 km
NOCON (Veidekke – Selmer)	19 km
NOCON/Eeg-Henriksen/Statkraft	10 km
Jernbeton (Astrup-Høyer)	5 km
<u>Tunnellengder, Sum</u>	<u>92 km</u>

TBM-prosjekter i Norge (1972 – 1992)

fordelt på fagområder:

Vannkraft	184 km	71,3 %
Kloakk	59 km	22,9 %
Vei	12 km	4,7 %
Vannforsyning	1 km	0,4 %
<u>Andre</u>	<u>2 km</u>	<u>0,8 %</u>
<u>Sum</u>	<u>258 km</u>	

Diametre TBM-tunneler i Norge 1972-1992

< 3,0 m	12 km	4,7 %
3,0 - 3,5 m	133 km	51,6 %
4,3 - 5,0 m	84 km	32,6 %
6,0 – 6,5 m	14 km	5,4 %
7,8 – 8,5 m	15 km	5,8 %

TBM-produsenter involvert i prosjekter i Norge (1972 -1992)

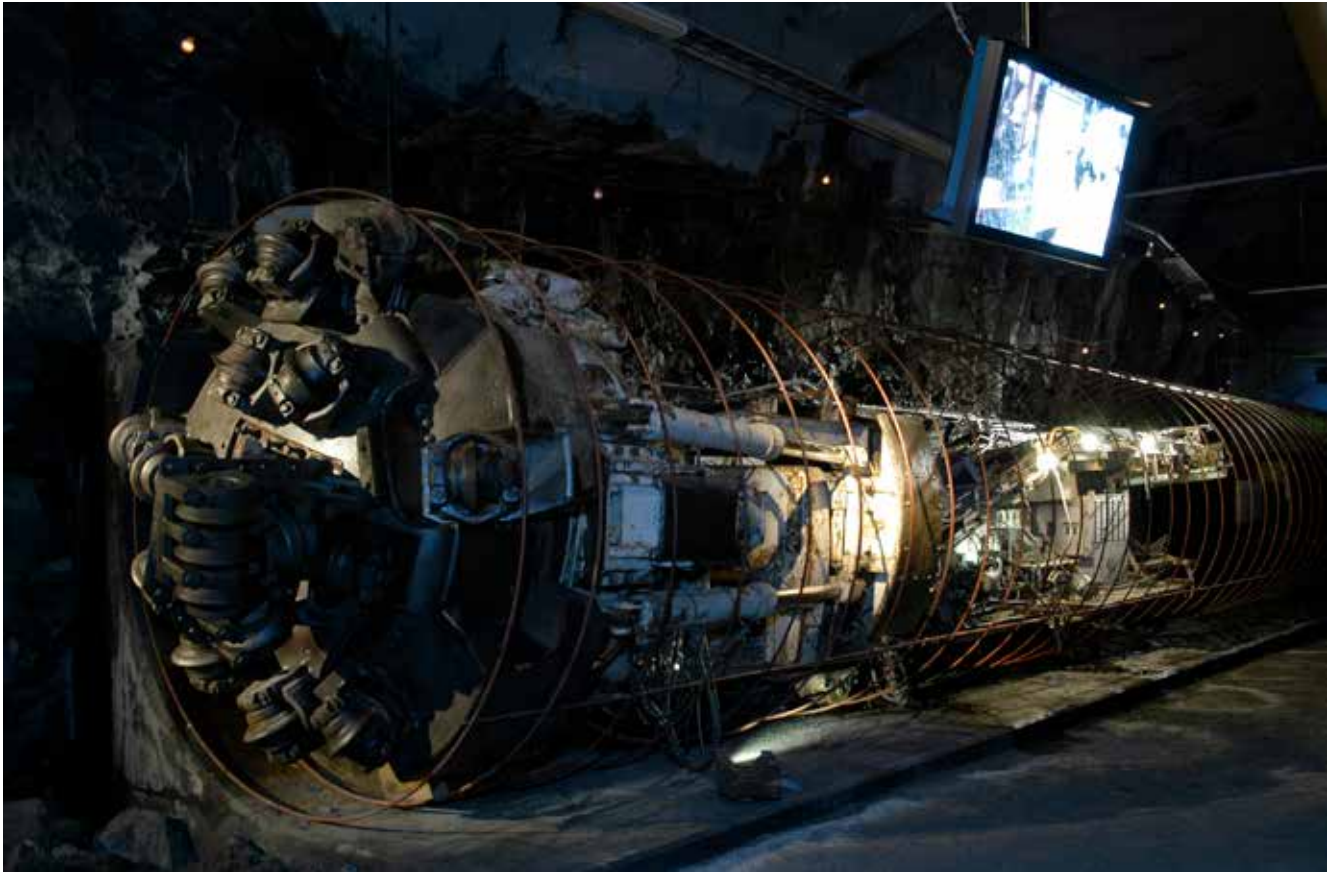
Produsent	Antall maskiner levert	Antall borede tunneler	Antall km boret
Robbins	14	30	184,9 km
Atlas Copco	7	8	27,6 km
Wirth	6	8	30,4 km
Bouygues	2	2	10,8 km
Demag	1	1	4,3 km
<u>Totalt</u>	<u>30</u>	<u>49</u>	<u>258 km</u>

TBM PROJECTS IN NORWAY

PROJECT LOCATION IN NORWAY	CONTRACTOR	MACHINE MANUFACTURER	SERIAL NUMBER	DIAMETER	PROJECT NAME	BORING PERIOD	TUNNEL LENGTH BORED
Trondheim	Jernbeton	Demag	TVM 20-23H	2.3 m	Trondheim Sewer	1972-1974	4.300 m
Oslo	Sulitjelma Gruber	Robbins	105-165	3.15 m	Oslo Sewer	1974-1976	4.300 m
Malm	Sulitjelma Gruber	Robbins	105-165	3.15 m	Fosdalen Mine	1977	670 m
Flokkfjonn	Sulitjelma Gruber	Robbins	105-165-1	3.25 m	Eidfjord Hydro	1978	350 m
Trondheim	Trondheim/Atlas Copco	AC Mini Fullfacer	1524	1.5 x 2.4	Grillstadbekken	1977	120 m
Kjøpsvik	Høyer-Ellefsen/Murer	Wirth	TBII-330H	3.32 m	Norcem Cement	1977-1978	1.120 m
Oslo	Astrup & Aubert	Bouygues	TBM 300C	3.0 m	Western Oslofjord Regional Sewer	1977-1982	5.400 m
Oslo	Astrup & Aubert	Bouygues	TBM 300C	3.0 m	Western Oslofjord Regional Sewer	1979-1982	5.400 m
Oslo	Høyer-Ellefsen/Murer	Wirth	TBII-300H	3.35 m	Western Oslofjord Regional Sewer	1977-1981	7.580 m
Oslo	Høyer-Ellefsen/Murer	AC Midi Fullfacer	FF-2132	2.1 x 3.2	Western Oslofjord Regional Sewer	1979-1980	1.000 m
Oslo	Furuholmen/Prader	Robbins	116-189	3.5 m	Western Oslofjord Regional Sewer	1978-1981	7.200 m
Oslo	Furuholmen/Prader	Robbins	116-188	3.5 m	Western Oslofjord Regional Sewer	1978-1981	7.060 m
Aurland	Furuholmen	Robbins	116-181	3.5 m	Aurland Hydro Project	1977-1978	6.200 m
Lier	Furuholmen	Robbins	116-181	3.5 m	Lier Water Supply Tunnel	1979	1.200 m
Flokkfjonn	Høyer-Ellefsen/Murer	Wirth	TB I-253H	2.53 m	Eidfjord Hydro	1979-1980	2.807 m
Sildvika	Høyer-Ellefsen/Murer	Wirth	TB I-253H	2.53 m	Sildvika Hydro 45 deg. incline	1980	760 m
Serfjord	Furuholmen	Robbins	116-181	3.5 m	Serfjord Hydro Project	1980-1982	5.840 m
Skamfer	Jernbeton	Robbins	148-212	4.5 m	Brattset Hydro Project	1980-1982	8.150 m
Naeverdalen	Jernbeton	Robbins	148-213	4.5 m	Brattset Hydro Project	1980-1982	7.000 m
Ulla Førre	NVE	Robbins	117-220	3.5 m	Ulla Førre Hydro Project	1981-1984	8.022 m
Mosvik	Høyer-Ellefsen	Atlas Copco Jarva	MK 12 T	3.5 m	Mosvik Hydro Project	1982-1983	5.390 m
Yset	Jernbeton A/S	Robbins	148-213-1	4.5 m	Ulset Hydro Project	1982-1984	7.300 m
Ulset	Jernbeton A/S	Robbins	148-212-1	4.5 m	Ulset Hydro Project	1983-1984	4.960 m
Lysefjord	Astrup & Aubert	Atlas Copco Jarva	MK 12	3.2 m	Tjodan Hydro 41 deg. incline	1983-1984	1.250 m
Lysefjord	Furuholmen	Atlas Copco Jarva	MK 12	3.5 m	Tjodan Hydro Project	1983-1984	4.865 m
Serfjord	Furuholmen	Robbins	116-181	3.5 m	Serfjord Extension	1982-1983	3.010 m
Kobbelv	NVE	Robbins	204-215-1	6.25 m	Kobbelv Hydro Right Branch	1983-1984	2.492 m
Kobbelv	NVE	Robbins	204-216-1	6.25 m	Kobbelv Hydro Right Branch	1985-1986	2.659 m

TBM PROJECTS IN NORWAY cont. (2)

PROJECT LOCATION IN NORWAY	CONTRACTOR	MACHINE MANUFACTURER	SERIAL NUMBER	DIAMETER	PROJECT NAME	BORING PERIOD	TUNNEL LENGTH BORED
Glomfjord	NVE	Robbins	204-216-1	6.25 m	Glomfjord Road Tunnel	1984-1985	4.333 m
Kobbelv	NVE	Robbins	204-215-1	6.25 m	Kobbelv Hydro Left Branch	1985-1986	4.181 m
Kobbelv	NVE	Robbins	117-220-1	3.5 m	Kobbelv Hydro Project	1984-1987	9.206 m
Bergen	State Road Dept.	Robbins	252-226	7.8 m	Fløyfjell Twin Road Tunnel	1984-1986	6.850 m
Årdal	Astrup-Høyer A/S	Atlas Copco Jarva	MK 12	3.2 m	Nyset-Steggie HEP 45 deg. incline	1985	1.370 m
Trondheim	Jernbeton A/S	Wirth	TB I-270H	2.7 m	Heimdal Sewer	1985-1986	2.800 m
Gaupne	Statkraft	Wirth	TBIII-450E	4.5 m	Breheimen Hydro Project	1986-1989	9.001 m
Jostedal	Statkraft	Atlas Copco	FORO 1500	4.5 m	Breheimen Hydro Project	1986-1989	5.550 m
Vinstra	VSF-Group	Robbins	148-212-3	4.75 m	Nedre Vinstra Hydro Project	1987-1988	9.789 m
Vinstra	VSF-Group	Robbins	148-213-2	4.75 m	Nedre Vinstra Hydro Project	1987-1988	6.773 m
Bergen	State Road Dept.	Robbins	252-226-1	8.5 m	Eidsvåg Road Tunnel	1987	850 m
Holandsfjord	Statkraft	Robbins	252-226-1	8.5 m	Svartisen Hydro Project	1988-1990	7.308 m
Holandsfjord	Statkraft	Robbins	117-220-1	3.5 m	Svartisen Hydro Project	1989-1990	9.277 m
Trollberget	Statkraft	Robbins	117-220-1	3.5 m	Svartisen Hydro Project	1991-1992	6.161 m
Trollberget	Statkraft	Robbins	1410-251	4.3/5.0 m	Svartisen Hydro Project	1989-1992	13.836 m
Trollberget	Statkraft	Robbins	1410-252	4.3 m	Svartisen Hydro Project	1989-1991	11.861 m
Trollberget	Statkraft	Robbins	1215-257	3.5 m	Svartisen Hydro Project	1990-1991	8.210 m
Stavanger	Aker Entreprenør	Wirth	TBII 325H	3.25 m	Stavanger Sewer	1988-1989	3.850 m
Stavanger	Kruse Smith	Atlas Copco	Jarva MK 12	3.5 m	I.V.A.R. / Stavanger Sewer	1989-1990	8.070 m
Haugesund	Aker Entreprenør	Wirth	TBII 325H	3.25 m	Haugesund Sewer	1990	2.500 m
Meråker	AF Merkraft (J.V.)	Robbins	1215-265	3.5 m	Meråker Hydro Project	1991-1992	9.647 m



Robbins TBM 81-118, 2,59 m diameter med 11" kuttere. Foto: Ole Flatmark

Fjellsprenghningsmuseets TBM

Som en hedersbevisning til Norsk forening for fjellsprenghningsteknikk for dens bidrag til suksessen med tunnelboring i harde bergarter, donerte Atlas Copco Robbins i november 1997 en brukt 2,59 m diameter tunnelboremaskin til Fjellsprenghningsmuseet ved Hunderfossen. Robbins TBM 81-118 som fortsatt var i driftsmessig stand var den attende tunnelboremaskin som Robbins produserte. Maskinen har boret til sammen vel 16 km på 11 forskjellige prosjekter i Sveits og Østerrike i perioden 1965-1991.

FoU og entreprenørene

Statkraftverkene og Statens Vegvesen var som byggherre gjennom egenregidrift viktige "lokomotiver" for forskning og utvikling av metoder og utstyr for anleggsdrift, og ofte i samspill med Institutt for anleggsdrift, NTH som spydspiss.

Den norske anleggsindustrien hadde i løpet av 70- og 80-årene opparbeidet høy kompetanse på fullprofilboring av tunneler i harde bergarter og ble den gang ansett som driftsmessig verdensledende innen dette segmentet. Statkraft i samarbeid med NTH og maskinleverandøren Robbins introduserte på slutten av 80-tallet de første TBM-maskinene som med rette fikk betegnelsen "High Performance" tunnelboremaskiner for boring i harde bergarter.

Dessverre falt dette sammen med slutfasen for den store utbyggingen av norsk vannkraft. Siste TBM-prosjekt i Norge ble avsluttet på Meråker i august 1992. Dermed var den store vannkraftepoken i Norge over. En del av entreprenørene med TBM-erfaring, i første rekke Statkraft Anlegg og senere NCC, opprettholdt sin kompetanse på fullprofilboring i 90-årene og frem til 2005 gjennom å påta seg oppdrag i utlandet, enten som underentreprenører eller som partnere i arbeidsfelleskap.

Til sammen ble det frem til 1992 drevet 258 km tunnel med TBM her i Norge. Det totale antall km tunnel, inkludert TBM-prosjekter i utlandet hvor norsk kompetanse har vært involvert, er i størrelsesorden 350 km.

Gode tider på hjemmemarkedet og nye strategier har gjort at riksentreprenørene har trukket hjem sine ressurser. De internasjonale markeder frister tydeligvis ikke. "Trekkspill-effekten" er et kjent skandinavisk fenomen og har hatt en 10-årig syklus de siste decennier. Man starter en utenlandsatsning fra "scratch" hver gang og gjør de samme feilene om att og om att. Det hadde vært ønskelig med mer kontinuitet i utenlandsvirksomheten. Mangel på tilstedeværelse ute reduserer dessverre teknologioverføring til vårt hjemmemarked. I en anleggsverden hvor størstedelen av tunnelene fullprofilbores, er Norge i ferd med å bli kraftig akterutseilt.

Ved fremtidige TBM-prosjekter her i Norge vil det være nødvendig for norske entreprenører å gå i arbeids-

fellesskap med større utenlandske entreprenører med TBM- erfaring for å kunne gi anbud. For TBM-prosjekter i sensitive urbane områder med strengeste krav til innlekkasje vil det være nødvendig med vanntett konstruksjon, gjerne et skall av betongelementer. For norske entreprenører vil det være et "must" å ha med seg erfarne partnere i arbeidsfellesskap.

Rådgiverne

Norske rådgivere uten TBM-kompetanse som jobber i utenlandske markeder får sin konkurransekraft redusert. Utenlandske byggherrer etterspør alternative løsninger med TBM for infrastruktur i urbane strøk og i forbindelse med kraftverk og irrigasjonsprosjekter, med åpne maskiner eller med skjoldmaskiner. Her ligger det en stor utfordring til konsultentselskapene som bør starte en opprustning av TBM-kompetanse, også med tanke på det innenlandske marked slik at TBM som drivemåte kan bli vurdert under utarbeidelsen av prosjektdokumentene.



Atlas Copco TBM MK27 under overhaling og diameterutvidelse av NCC International AS i Fosdalen, Malm for bruk på et kraftverksprosjekt i India. Foto: Egil Engesrønning



10,2 m diameter dobbeltskjoldmaskin med tilhørende bakrigg under montering. I bakgrunnen lager for betongsegmenter.
Foto: Herrenknecht AG

Maskintyper og store diametre

For tunneldrift er det i dag mulig å bruke TBM-metoden for de aller fleste formål og fjellforhold. Maskintypene varierer, enten Open Hard Rock TBM eller skjoldmaskin-typer som Single Shield, Double Shield, Mix Shield, EPB (Earth Pressure Balance Machine) og Slurry Shield. Maskinstørrelsen varierer med diametre fra 2-3 m opptil vel 17 m.

Verdens største Hard Rock TBM har en diameter på 14,4 m. Den ble levert av Robbins til Strabag for boring av 10,4 km tilløpstunnel for Niagara-prosjektet i Canada. Den største skjoldmaskinen som til nå er produsert og satt i drift, ble levert av Herrenknecht for et undersjøisk

veiprosjekt i Hong Kong. Mixshield TBM'en har en diameter på 17,6 meter.

Fremtidige samferdselstunnelprosjekter i Norge

Vestkorridoren – Ny E18 i tunnel ble i desember 2019 besluttet bygd. Her har det vært planlagt to parallelle løp med tre kjørefelt i hvert. Det er et prosjekt som kan løses med fullprofilboring og bruk av skjoldmaskiner med diameter 14-15 m. En vanntett utføring med betongsegmenter vil gi en nærmest vedlikeholdsfri tunnel. Bergartene langs traseen består av kalkstein, leirskifer, syenitter og diverse intrusiver. Dette er i dag uproblematisk for TBM-boring.

Det runde profilet gir selvsagt et større tverrsnittsareal enn det som strengt tatt er nødvendig for å få bilene gjennom tunnelen. Arealene under- og over kjørebane kan benyttes til ventilasjonskanaler, servicekanaler for el.forsyning, signalkabler, fjernvarme, eventuelt også som rømningsveier. Kanaler med tverrgående ventilasjon gir bedre ventilasjon enn langsgående ventilasjon. I følge det nye EU-regulativet skal trafikk-tunneler ha rømningsveier. For to parallelle tuber etableres gjerne en evakueringsforbindelse for hver 250-500m tunnel. Tverrforbindelsen i en TBM- tunnel foret med betong-elementer, kan avhengig av bergartsforhold, drives med enten roadheader, hydraulhammer, med wiresaging, eller med forsiktig sprengning. Arbeidsmetoden blir å fjerne aktuelle segmenter i hovedløpene etter at området er injisert og åpningene avstøttet med stålkonstruksjoner. I to parallelle tunnellop med 2-3 kjørefelt i hvert, er det normalt ikke behov for havarinisjer. Ramper, på- eller avkjøringer etableres gjerne med vanlig tunneldriving mot hovedløp. Gjennomslag forberedes ved å punktere tunnelforingen (lining) slik det gjøres for evakueringsforbindelsene.

TBM-investeringer og markeder

For større prosjekter er investering i TBM-utstyr et vesentlig moment. Viktigst er tunnelkvalitet, sikkerhet, levetidsomkostninger og generelle samfunnsøkonomiske faktorer. Den største konkurrenten til anskaffelse og bruk av nye tunnelboremaskiner er verdensmarkedet for brukte maskiner. Når prosjektet er ferdig og TBM-maskiner er ledig for nye oppdrag, er det også verdensmarkedet som interesserer.

Meråkerprosjektet var et stjerneprosjekt for TBM-teknologien. Merkraft anskaffet den gang en ny maskin. Samme maskin er senere brukt på prosjekter i Saudi Arabia, Hong Kong, Spania, og USA. Likeledes har tunnelboremaskiner fra Trollberget, Svartisen-prosjektet i ettertid vært på prosjekter i Sør-Afrika, Hong Kong, USA, Sveits, Australia og Bolivia.

Sonderboring/injeksjon i forbindelse med åpen Hard Rock TBM

På slutten av 70-tallet og begynnelsen av 80-tallet ble det drevet ca. 40 km avløpstunneler med 3,0-3,5 m diameter TBM i forbindelse med VEAS-prosjektet på vestsiden av Oslofjorden.

Det ble gjennomført det mest omfattende sonderboring- og injeksjonsopplegg i forbindelse med TBM-drift som verdens anleggsbransje hadde sett så langt. Norske

entreprenører i samarbeid med utenlandske partnere utviklet utstyr og metoder skreddersydd for vanntetting av tunneler ved boring med åpen Hard Rock TBM.

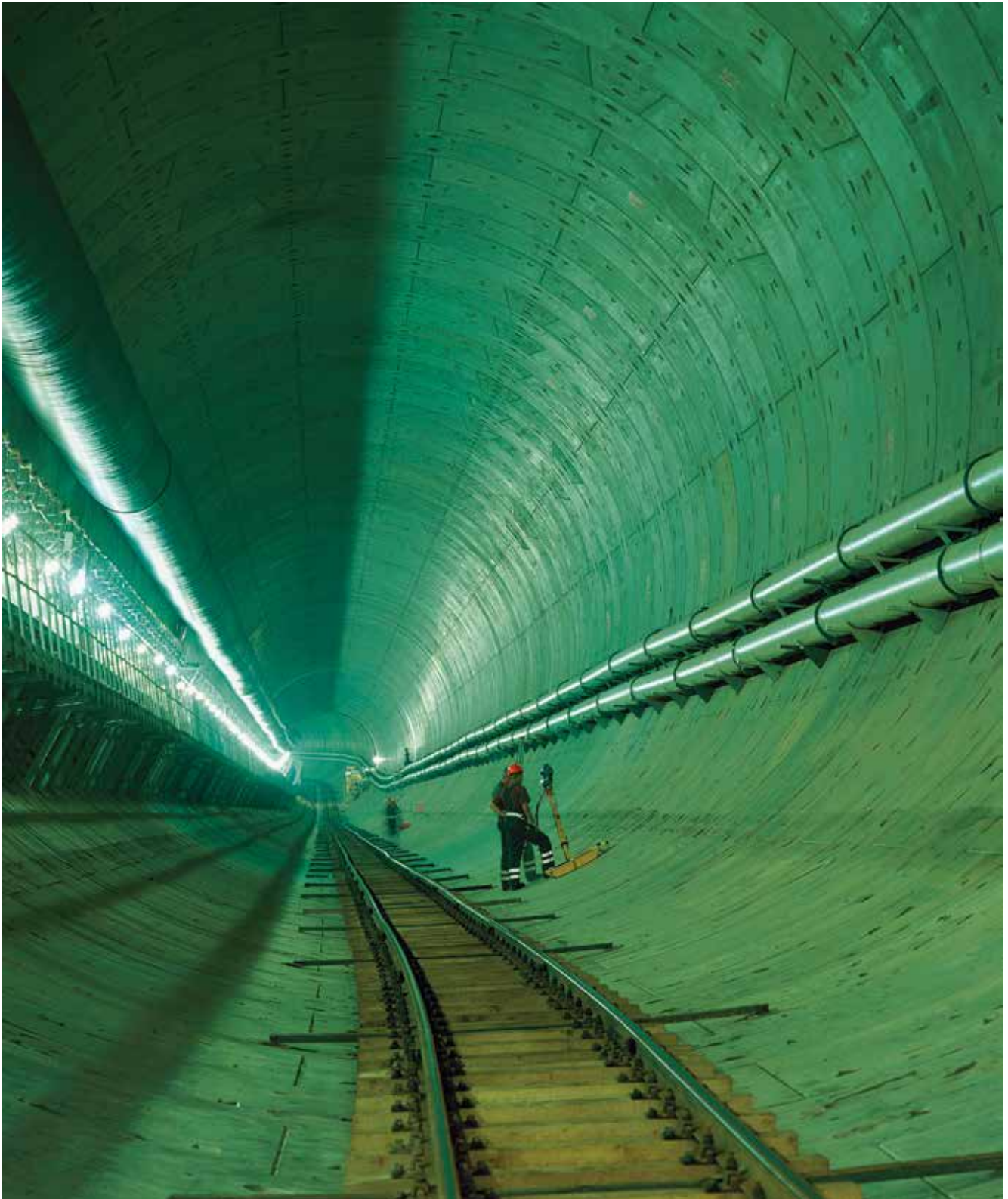
Ved konvensjonell drift er det god tilgang til stoffen for hullboring og injisering. Ved fullprofilboring er det trangere og vanskeligere å komme til, men det er fullt mulig å få til et tilfredsstillende opplegg for sonder- og injeksjonsboring på stoff dersom dette planlegges fra starten av. Jo større TBM-diameteren er, dess mer tverrsnittsareal står til disposisjon for plassering av boreutstyret.

Skjoldmaskindrift med vanntett betongutforing

Dersom kravene til innlekkasje er strenge, bør skjoldmaskindrift med vanntett betongforing vurderes. Foringen (lining) er kostbar. Når det taes i betraktning at en vanntett betongutforing kan redusere forinjeksjon, fjellsikring og vann- og frostsikring, samt gi vesentlig gunstigere forhold for fremtidig vedlikehold, så vil en slik løsning kunne konkurrere med tradisjonelle norske



Startportal for åpen Hard Rock TBM. Foto: The Robbins Co.



TBM-tunnel med diameter 14,2 meter, utført med betongsegmenter. Foto: Herrenknecht AG

løsninger. Dette gjelder særlig for trafikk tunneler der kravet til vannsikring er stort og der kostnader knyttet til vedlikehold er betydelig. Samferdselstunneler brukes døgnet rundt og gir begrenset tilgjengelighet for vedlikeholdsarbeider. Fremdriften ved boring med skjoldmaskin i kombinasjon med vanntett utforing vil også være mer forutsigbar enn fremdrift ved andre drivemetoder.

Tunnelprosjektet gjennom Hallandsåsen i Skåne omfatter to parallelle 8,5 km lange jernbanetunneler. Prosjektet har møtt mange vanskeligheter og har ofte i vårt anleggstekniske miljø blitt brukt som argument mot TBM som drivemethode. Etter et avbrutt forsøk med åpen TBM i 1993 og senere to terminerte kontrakter for driving av tunnelene med konvensjonell sprengning og forinjeksjon, startet man i 2004 drivingen av de resterende (2 x 5,5 km =) 11 km tunnel med en 10,53 m diameter skjoldmaskin. Det legges fortløpende en vanntett utforing av betongelementer. I mars 2011 startet boringen av den gjenstående seksjon (5,5 km) av det vestre tunnelrøret. TBM-boringen ble avsluttet i 2013 og åpningen av togtrafikken fant sted i 2015. Hallandsås-prosjektet med rigide krav til vanntetting, ble fullført takket være TBM som drivemethode.

Framtidsutsikter og trender

Det norske innenlands anleggsmarkedet er opphetet og vil bli sterkt presset i tiden fremover pga. kommende store samferdselsprosjekter samt vannkraftprosjekter. Ved valg av TBM som drivemethode kommer man inn på et internasjonalt entreprenørmarked. I enkelte europeiske land er det overkapasitet innen anleggsindustrien de nærmeste årene. Med utenlandske aktører i bildet er det mulighet for prisgunstige anbud på prosjekter i Norge, bl.a. fordi disse har betydelig lavere lønnskostnader.

På viktige samferdselsprosjekter i Europa og Skandinavia for øvrig (eks. Hallandsås) foregår det helkontinuerlig drift, 24/7 dvs. 24 timer i døgnet 7 dager i uken og ofte opptil 50 uker i året ved bruk av skiftordninger som ikke belaster arbeidstakerne utover den lovpålagte arbeidstiden. Det ser nå ut til å foregå en oppmykning av arbeidstidsbestemmelsene på anleggsområdet «on-shore» i Norge. Det er flere eksempler på at den gamle landbaserte «Nordsjøordningen» med 100-106 timer per uke er utvidet til 140-144 og opptil 168 timer per uke etter godkjenning av arbeidstakerorganisasjoner og Arbeidstilsynet. Dette er hilst velkommen av både entreprenører og underjords arbeidstakere, spesielt av langpendlere som får lengre fritid hjemme.

Det ser ut til at fremtidens høytrafikkerte samferdselstunneler i urbane strøk kan bli utført med betongutforing. Oppetiden er meget viktig da nedstenging av tunnelene har stor samfunnsøkonomisk betydning.

Uttransport av boremasser fra TBM-drift foregår mer og mer med transportbånd (Continuous Conveyor System) helt fra maskinområdet og ut til mellomlagring eller deponi i dagen. Transportbånd har stor kapasitet og designes til å ta tunnelmaskinens topp-inndrifter. CO₂-regnskapet for transportbåndløsningen vil være langt bedre enn for skinnegangstransport eller hjultransport av boremassen.

Tunnelboremaskinene av type Open Hard Rock High Performance som ble utviklet for Svartisen prosjektet på slutten av 80-årene er fortsatt «state-of-the-art». Hard Rock-teknologien fra disse åpne maskinene med stor hovedlagerkapasitet og 19 - 20 inch kuttere benyttes også på skjoldmaskiner for boring i harde bergarter. Det har vært en rivende utvikling av skjoldmaskiner i de siste 10-15 år, og man behersker nå alle typer bergarter og de aller fleste geologiske forhold.

TBM-metoden tilbake i Norge etter 20 års fravær - Oppgradering av Røssåga kraftverk, Korgen

I 2012 inngikk Leonhard Nilsen & Sønner AS (LNS) kontrakt med Statkraft Energi AS for oppgradering av Nedre og Øvre Røssåga kraftverk som til sammen økte kapasiteten med 100 MW og den årlige produksjonen med 200 GWh. En stor del av anleggsarbeidet besto i tunneldriving - en 7,4 km lang tilløpstunnel for Nedre Røssåga kraftverk parallelt med den eksisterende tilløpstunnelen, adkomsttunnel fra dagen ned til den nye kraftstasjonen, samt en ny 4,6 km lang utløpstunnel for Øvre Røssåga kraftverk. Statkraft vurderte først å stenge ned den eksisterende kraftstasjonen for en full oppgradering og modernisering, men kom til konklusjonen at det ville være lønnsomt å bygge en ny parallell kraftstasjon mens den eksisterende kraftstasjonen var i produksjon - en tre til fire års driftsstans ville ha blitt for kostbar.

Tunneldrivingen i den opprinnelige anbudsforespørselen var basert på boring og sprenging. LNS ga tilbud med TBM som drivemethode for ny tilløpstunnel for Nedre Røssåga og etter at de øvrige tilbydere fikk anledning til å komme med nytt revidert anbud med TBM, førte evalueringen til at LNS ble tildelt kontrakten for oppgraderingen av Nedre og Øvre Røssåga kraftverk. Anbudssummen var i størrelsesorden 700 MNOK.



Montering av 7,23m diameter Robbins HP TBM. Foto: The Robbins Company

I tillegg til TBM boringen av den 7,4 km lange tilløpstunnelen fikk LNS også opsjon på TBM- boring av ny utløpstunnel for Øvre Røssåga kraftverk. Denne opsjonen ble senere frafalt.

TBM-alternativet ble funnet å være best økonomisk og den mest optimale løsningen for tilløpstunnelen. Man sparte driving av flere adkomsttverrslag, veibygging og fremføring av el.kraft til tverrslagene. Tverrsnittet på TBM-tunnelen kunne reduseres med ca. 40% i forhold til konvensjonell sprengt løsning. Det reduserte bergguttaket reduserte også behov for deponiarealer. En viktig faktor for bruk av TBM på tilløpstunnelen var at ved å unngå sprengning reduserte man risikoen for skader på den eksisterende parallelle tilløpstunnelen som var i full produksjon.

De geologiske forholdene langs tunneltraseen er kompleks. Bergartene består av glimmerskifer, glimmergneis, kalkstein, marmor, granitt, granodioritt og kvartsitt. Noen seksjoner med marmor og karst ga noen vannproblemer under tunneldrivingen.

Tilløpstunnelen ble drevet på stigning 0.02% fra kraftstasjonsområdet. Den 500 m lange adkomsttunnelen ble også TBM-boret på synk 1:9 med en radius på 500 m ved bruk av en brukt, overhelt 7,23 m diameter Robbins HP Open gripper TBM med 483 mm dia. kuttere. Maskinen hadde tidligere vært benyttet på Karahnjúkar vannkraftprosjekt på Island.

Maskinen som var utrustet for sonder- og injeksjons-hullboring, bolteboring samt utstyr for rassikring i

maskinområdet, ble montert i dagen og spasert til start-portalen 60 m inne i den sprengte del av atkomsttunnelen.

Tunnelboremaskinen ble døpt «Jern-Erna» etter tillatelse fra vår statsminister Erna Solberg, og boringen startet i slutten av januar 2014. Etter å ha boret 150 m med et foreløpig opplegg for boremassehandtering, monterte man drivstasjonen og båndmagasinet til det permanente transportbåndet for tunneldrivingen. Det var første gang i Norge at transportbånd har blitt brukt for uttransport av boremasse fra TBM. LNS var også de første i Norge til å benytte gummihjuls MSV (Multipurpose Service Vehicles) til inntransport av utstyr og materiell til maskinområdet. Både LNS og Statkraft fokuserte sterkt på HMS i prosjektet. Et redningskammer med plass til 8 personer og med en oppholdstid på 36 timer var installert i bakrigg-systemet.

Under boringen av adkomsttunnelen støtte man på ekstremt harde og slitende bergarter som hadde svært lite oppsprekking. En kombinasjon av uventede harde bergarter i adkomsten, kurvatur, opplæring av mann-skaper, justeringer på TBM og transportbånd, installasjon av båndmagasin samt stillstand pga. boring og sprengning av et 300 m langt tverrslag fra TBM-tunnelen til toppen av trykksjakten forårsaket redusert produksjon i begynnelsen av prosjektet. Stabil produksjon ble oppnådd først når man startet på selve tilløpstunnelen. Utover høsten i 2014 ble bergets borbarehet bedre og dette sammen med mer erfarne mannskaper bidro til mer effektiv drift. Man oppnådde høye månedsinndrifter for den resterende del av tunnelen, med beste måned på 835 m boret. Beste oppnådde inndrift per dag ble 56 m og beste ukeproduksjon 250 m.

Den 170 m lange vertikale trykksjakten ble fullprofilboret med RBM (Raise Boring Machine), pilothull fra toppen og opprømming til 6,6 m diameter. Dette er til d.d. den største diameter sjakt som er fullprofilboret i Skandinavia.

I februar 2015 oppdaget man forurensing i smøreoljen for hovedlageret som kunne indikere skade på hovedlageret. Undersøkelser ga ingen konkluderende svar. I stedet for å bore videre med en risiko for et fullstendig lagerhavari med skade på andre vitale deler, valgte man etter nøye vurderinger å skifte hovedlageret. I slutten av mars 2015 startet man opp boringen, mindre enn 6 uker etter at beslutningen om bytte av lageret ble tatt. Gjennomslaget inn til inntakssjakten fant sted 10. desember 2015 – og den nye kraftstasjonen var på nettet til riktig tid sommeren 2016.

Beslutningen om å fullprofilbore tilløpstunnelen på Nedre Røssåga kraftverk brakte TBM-metoden tilbake til Norge etter mer enn 20 siden det siste prosjektet i begynnelsen på 90-tallet. På en måte kan man kalle dette starten på en ny TBM-æra i Norge.

Ulriken jernbanetunnelprosjekt

Jernbaneverket (nå: Bane NOR) startet i august 2014 bygging av en ny 7,8 km lang enkelsportunnel parallelt med, og nært til den eksisterende jernbanetunnelen mellom Bergen og Arna for utvidelse til dobbeltspor. Tidlig i planfasen var kun konvensjonell boring og sprengning vurdert som drivemetode for den nye tunnelen gjennom byfjellet Ulriken.

Den eksisterende ensporede jernbanetunnelen mellom Bergen og Arna på Bergensbanen er den mest trafikkerte jernbanetunnel i Norge. Skulle en ekstraordinær eller uventet stopp i tunnelen oppstå pga. anleggsarbeid i nabotunnelen ville det medføre store innvirkninger på togtrafikken på Bergensbanen. Etter hver salvesprengning ville det vært nødvendig med inspeksjon i den eksisterende tunnelen og sannsynligheten for etterfølgende rensk og bergsikring ble vurdert å være reell. På grunn av togtettheten i tunnelen ville tidsvinduet for inspeksjon bli svært kort.

I 2013 bestemte Jernbaneverket (Bane NOR) at prosjektet skulle legges ut på anbud med TBM som drivemetode som alternativ til boring og sprengning. Ideen var å la markedet bestemme hvilke av drivemetodene som var mest fordelaktig for prosjektet. Prekvalifiserte entreprenører/ arbeidsfellesskap leverte anbudene i februar 2014. Jernbaneverket mottok en god del tilbud for både konvensjonell sprengning og for TBM som drivemetode. Prosjektets evalueringsteam kom til den konklusjon at TBM som drivemetode var den beste tekniske og økonomiske løsningen for prosjektet. I mai 2014 ble en forhandlet enhetspriskontrakt tildelt arbeidsfellesskapet Skanska-Strabag JV. Pristilbudet tilbudet fra Skanska-Strabag var det laveste av alle uansett drivemetode. Kontraktsummen var på ca. 1,3 milliarder kroner da den ble signert i mai 2014.

Entreprenøren fikk oppdraget med en ny TBM, men endret maskinleverandør og valgte å benytte en brukt, ombygget TBM fra Herrenknecht som opprinnelig hadde vært benyttet på St. Gotthard prosjektet i Sveits. Maskinen ble overhaldt og diameterutvidet fra 8,3 m til 9,33 m i Tyskland. Maskinen, døpt Ulrikke, ble levert til anleggsplassen i Arna på høsten 2015. Den offisielle borestart



Nye Ulriken jernbanetunnel, boret diameter 9,33 m. Foto: Sverre Hjørnevik

med rotasjon av borehodet var 4. desember 2015, på bergfolkets skytshelgenen Sankta Barbara sin dag, men utstyret var ikke klart for normal drift før i slutten av januar 2016.

Bergmassen langs tunnel traseen besto av harde abrasive bergarter med høyt kvartsinnhold. Strekningen nærmest Arna besto av anortositt og metagabbro. Deretter gikk man inn i en formasjon med migmatittisk gneis, hovedsakelig granittisk gneis og amfibolitt i veksling. Nærmest Fløyen kom man inn i en formasjon med glimmergneis, grønnstein og mylonittisk gneis. Prøver tatt i felleskap av byggherren og entreprenøren viste at den en-aksiale trykkfastheten på bergartene langs tunnelstrekningen varierte mellom 58 MPa og 282 MPa, men «mixed face» situasjon som entreprenøren påberopte seg, var der ikke. I enkelte partier i den granittiske gneisen var inndriften nede i rundt 15 mm/min.

Maskinen var utrustet med boreutstyr for sonder- og injeksjonshullboring. Forinjeksjon ble de lite av da berggrunnen mer eller mindre var «ferdig-drenert» av den gamle eksisterende jernbanetunnelen tett ved siden av. Det ble foretatt en god del sikring med bolter, stålbuer, nett og sprøytebetong. Entreprenøren fikk gjennom godt samarbeid med byggherre og arbeidstakerorganisasjonen, tillatelse til helkontinuerlig drift 24/7, av Arbeidstilsynet.

Maskinen hadde 19 tommer (483 mm) kuttere og borhodet var forberedt for installasjon av 20 tommer kutterringer i de mest krevende posisjoner på borhodet. For uttransport av boremasser benyttet man transportbånd og for transport av mannskaper og materiell i tunnelen ble det benyttet skinnegående utstyr. Gjennomslaget i Fløyen fant sted 29. august 2017 med bl.a. Samferdselsminister Ketil Solvik-Olsen til stede. 6,9

km av den 7,7 km lange nye Ulriken jernbanetunnel ble TBM boret. Gjennomsnittlig inndrift per maskintime: 1,8 m og beste døgnproduksjon: 38 m.

Skanska-Strabag brukte så litt over to år på etterarbeid og klargjøring av tunnelen som ble overlevert til Bane NOR høsten 2019 for videre arbeider med jernbanetekniske installasjoner. Etter at den nye tunnelen er klar for togdrift på slutten av 2020 skal den gamle jernbanetunnelen opprustes til ny standard. Dobbeltsporet mellom Bergen og Arna skal etter planen være i drift 1 2024. Ulriken-prosjektet var nominert til ITA Awards Project of the year, som et av seks prosjekter i klassen for prosjektstørrelse 50 – 500 millioner euro, men nådde ikke helt opp i Miami 18. november 2019. Det å bli nominert blant verdens fremste prosjekter er i seg selv stort. I London under NCE tunneling festival 5. desember 2019, gikk prosjektet helt til topps i klassen mellom 50 og 500

MUSD – en fin honnør til alle som har vært involvert i prosjektet.

Follobanen Oslo – Ski

Jernbaneverket (nå: Bane NOR) besluttet i 2007 å bygge nytt dobbeltspor mellom Oslo og Ski, en strekning på ca. 22 km hvorav ca. 20 km i tunnel som ved åpningen i 2021 vil være Nordens lengste jernbanetunnel. Follobanen-prosjektet er også til nå det største landbaserte infrastrukturprosjekt i Norge med en kostnadsramme på vel 30 milliarder NOK. Follobanen vil halvere reisetiden mellom Oslo og Ski fra 22 minutter til 11 minutter.

Prosjektet ble oppdelt i fire kontrakter; IOS innføring til Oslo S, D&B Ekebergåsen, EPC TBM og Ski med ca. 2 km dagsone, hvorav TBM kontrakten er den største med en anbudssum på ca. 8.7 milliarder NOK. I tillegg kommer egen kontrakt for signalanlegget. Tunneltraseen er



Gjennomslag for «Ulrikke» i Fløen 29. august 2017. Foto: Vidar Trellevik/ JVSS og BaneNOR

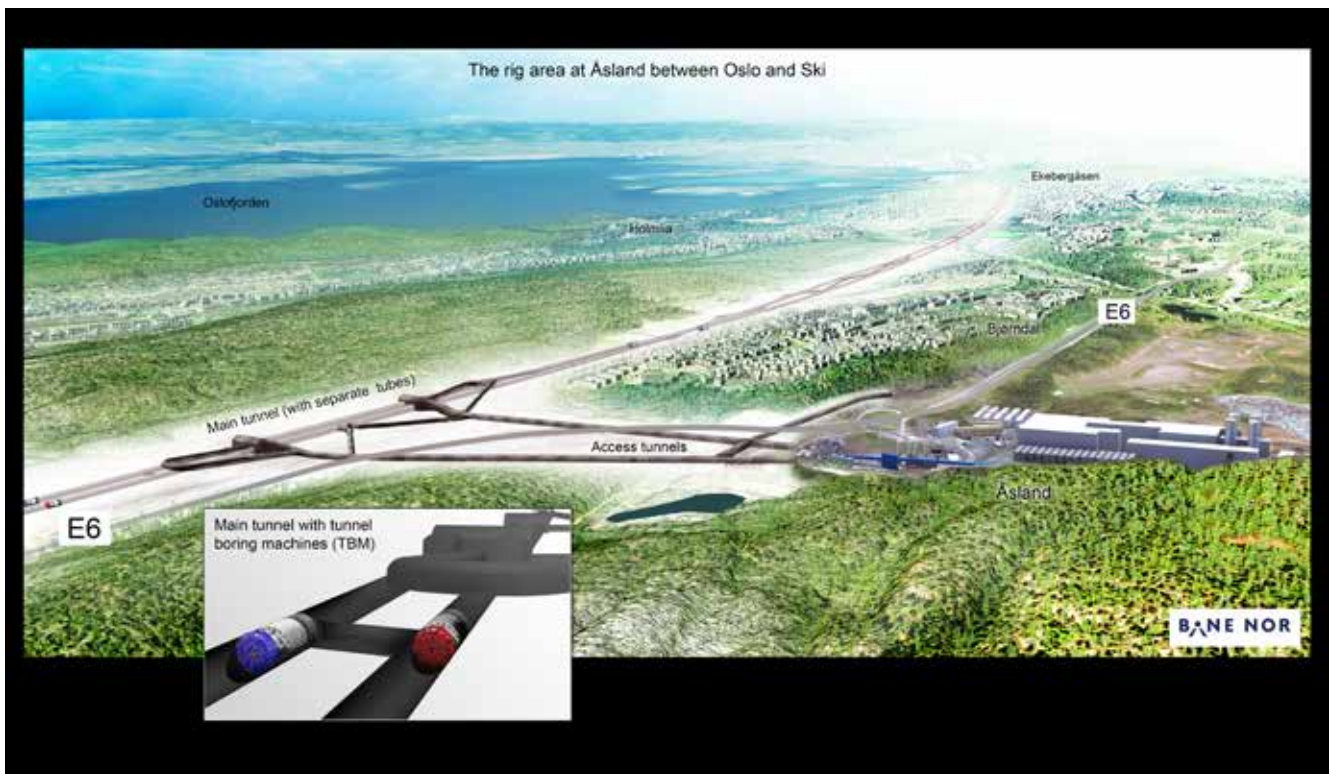
designet for høyhastighet med 250 km/t. Follobanen er en del av Intercity-utbyggingen og vil inngå i den videre satsingen på dobbeltspor til Halden. Det ble bestemt at tunnelen skulle bygges med to løp og med tverrforbindelser for hver 500 m for evakuering. Tunnelløpene ble bygget med vanntett betongforing som skal ta rede på vann- og frostsikring.

Det ble på forprosjekteringsstadiet foretatt en omfattende geologisk- og geoteknisk kartlegging langs traseen og utført en evaluering av drivemetoder, konvensjonell sprengning med forinjeksjon og utstøping versus tunnelboring med skjoldmaskiner og vanntett utforing med betongsegmenter. Tids- og kostnadmessig sto begge metodene nær hverandre. Når det gjelder de «myke» verdier som miljø og påvirkning på omgivelsene var TBM-metoden å foretrekke og denne faktoren var til slutt utslagsgivende da man i november 2012 valgte TBM som drivemethode for den største delen av tunnelstrekningen, ca. 18 km mellom Ekeberg og Langhus.

I prosessen ble det diskutert hvorvidt en av metodene eller begge alternative drivemetoder skulle legges ut på anbud – og la markedet bestemme prisen på anleggsprosjektet. Entreprenørene var av den klare oppfatningen at byggherren burde bestemme drivemethode på et slikt stort prosjekt da anbudsregning med to alternativer ville være for resurskrevende. I perioden 2007 – 2012 var begge de alternative drivemetodene gjenstand for omfattende utredninger.

Konsept og drivemethode

I 2007 på et tidlig planstadium i prosjektet ble det utnevnt en utredningsgruppe bestående av tre ressurser fra bransjen med tung erfaring fra konvensjonell tunneldriving og tre ressurser med god erfaring fra Hard-rock TBM-driving fra en rekke prosjekter i Norge og en del erfaringer fra TBM-prosjekter utenlands. Disse seks fagpersonene jobbet sammen med utarbeidelse av en felles rapport som beskrev mulige drivemetoder for den 20 km lange tunnelen som skulle bygges på Follobanen. I 2008 på Tunneldagene på Sundvollen presenterte de konklusjonen i rapporten:



En sentral atkomst for de fire TBMene. Illustrasjon: Bane NOR



Dronebilde av anleggsområdet på Åsland. Foto: Bane NOR

1. Dersom tunnelen skulle bygges med et stort dobbeltsporet løp, ville de harde bergartene i kombinasjon med det store tverrsnittet gi for liten TBM-inndrift i forhold til konvensjonell sprenging. Ved dette tunnelkonseptet ville de anbefale konvensjonell driving av tunnelen fra mange tverrslag.
2. Dersom man i stedet valgte å bygge tunnelstrekningen med to separate enkeltsporede tunneler, så det ut til at det ville lønne seg å bore fra et angrepspunkt med fire tunnelboremaskiner.

Basert på resultatene i rapporten ble det igangsatt vurderinger av tunnelkonsept. Ute i Europa var trenden for lange tunneler å bygge disse med to separate løp av sikkerhetsmessige og driftstekniske årsaker. I alle analyser for Follobanen kom løsningen med to separate løp best ut hva angikk sikkerhet, forhold knyttet til fremtidig drift og vedlikehold av banen og robusthet for fremtidig togavvikling. I juni 2010 bestemte Jernbaneverket at Follobanen skulle bygges med to separate løp og tverrforbindelse for hver 500 m. Deretter ble det utarbeidet detaljplaner for bygging av tunnelene med to alternative drivemetoder, både konvensjonell sprengning og bruk av TBM.

1. Ved konvensjonell sprenging måtte dette gjøres fra seks – sju tverrslag fordelt over hele tunnelstrekningen. Flere av disse ville bli lange og lokalisert i tett befolkede områder.
2. Ved bruk av TBM, ble det klart at man kunne drive tunnelene innenfor den samme teoretiske tidsrammen som ved sprenging dersom man brukte fire TBM-er. Løsningen med å operere disse fra det samme sentrale angrepspunktet på Åsland, pekte seg ut som det beste alternativet. Her var det tilgang på ett stort riggområde med tilgrensende utfyllingsområde for gjenbruk av tunnelmassene og i dette området var befolkningstettheten mindre og avstanden til nærmeste naboer større enn hva som ville vært tilfelle med sprengt løsning.

Basert på foreliggende utredninger ble det i november 2012 fattet beslutning om at 18,5 km av Follobanens 20 km lange tunnel skulle bygges med fire TBM-er som skulle operere ut fra ett sentralt beliggende anleggsområde på Åsland.

Forberedende arbeider med driving av to atkomst-tunneler, hver ca. 1000 m lange på synk 1:10, fra riggplass Åsland og ned til monteringskamrene for TBM-ene på hovedtunnel-nivå startet i 2014 og ble utført av entreprenør AF og ferdigstilt sommeren 2015.

EPC kontrakten for TBM-boringen av den 18,5 km lange tunnelstrekningen ble i mars 2015 tildelt arbeidsfellesskapet Acciona-Ghella JV (Spansk-italiensk). AGJV inngikk kort tid senere underentreprisekontrakt med AF om utsprengning av monteringskammer for TBM-ene, redningsområdet, tilknyttede transporttunneler i og rundt området samt en ca. 3 km lang redningstunnel fra Åsland i retning Oslo. AF med god kompetanse på sprengning og forinjeksjon gjorde en formidabel innsats og på et tidspunkt hadde de 13 stuffer i drift samtidig. Prosjektet til AF ble ferdigstilt 3-4 måneder før avtalt tid. Senere fikk også AF oppdraget med sprengning og utstøping av tverrforbindelsen mellom de parallelle TBM-tunnelene.

AGJV valgte Herrenknecht AG, Tyskland som TBM-leverandør av de fire dobbelskjold TBM-er med diameter 9,96 m. Den første TBM (døpt: «Dronning Eufemia») ble levert til anlegget i mai 2016. Boringen startet 5. september 2016 i det østre løpet fra Åsland mot Oslo med tilstedeværelse av statsminister og samferdselsminister. Den neste maskinen («Dronning Ellisiv») startet boringen i det vestre løpet mot Oslo ca. en måned senere. Den tredje maskinen («Anna») ble så igangsatt en måned senere i det vestre løpet i retning Ski og ca. en måned deretter startet den fjerde TBM-en («Magda»), slik at samtlige maskiner var i drift før jul 2016.

Entreprenøren AGJV gjorde en meget god og effektiv jobb med rigging på anleggsstedet med bl.a. betongsegmentfabrikken, båndtransportsystemet for uttransport av boremassen, vannbehandlingsanlegget, og med logistikken for monteringen av tunnelmaskinene.

Bergartene i tunneltraseen består hovedsakelig av harde og slitende prekambrium granittiske gneiser med bånd og linser av amfibolitt og pegmatitt, og i tillegg enkelte intrusiver bestående av syenitter. Trykkfastheten lå i gjennomsnitt på 150 MPa med topper opp mot 350 MPa.

Med de geologiske forhold som lå til grunn i prosjektet ble det valgt å bruke dobbelskjold maskiner, da man i motsetning til enkelskjoldmaskiner kan installere betongsegmentene mens man borer. Tunnelproduksjonen er i størrelsesorden 20-25% høyere enn for enkelskjoldmaskiner hvor betongsegmenteringen må monteres før

maskinen kan avanseres og hvor matesylindrer støter mot betongsegmenteringen for å skaffe reaksjonskraft til frem-mating. I løse bergarter kan en dobbelskjoldmaskin om nødvendig operere i enkelskjold modus.

Follobanens prosjektorganisasjon med egenkompetanse fra tunnelboring i harde bergarter spilte en proaktiv rolle i den videre oppgradering av de TBM-teknisk spesifikasjoner i løpet av den endelige design av de fire tunnelboremaskinene. Hovedlagerets diameter ble utvidet og lagerets L10 levetid ble økt. Borhodet ble forsterket og antall kuttere på borhodet ble øket for å redusere avstanden mellom kuttersporene for derved å oppnå øket borsynk. I tillegg ble det stilt en rekke andre krav til utstyret.

Produksjonsresultater:

- beste dag: 36 m
 - beste uke: 162 m
 - beste måned: 583 m
- (gjennomsnittlig månedsproduksjon for de enkelte maskinene var i størrelsesorden: 315-380 m)

Boremassene, til sammen ni millioner tonn, fra de fire maskinene ble brakt med transportbånd hele veien fra borhodet til dagen og deponert på riggområdet som skal danne underlaget for Oslos fremtidige boligutbygging på Stensrud-Gjersrud feltet. Gjenbruken av TBM-massen har hatt miljø- og kostnadmessige fordeler. Den «korteste» boremassen har redusert CO₂-utslippet med i størrelsesorden 27.000 tonn sammenlignet med alternativet med konvensjonell sprengning fra sju forskjellige angrepspunkter langs den 20 km lange tunnelstrekningen, og transport av tunnelmassen på veinettet til fjerntliggende deponier.

Innvendig tunneldiameter etter utforing med 40 cm tykke betongsegmenter er 8,75 m. Dette gir et gap mellom betongsegmenteringen og boret tunnel på 205 mm som ble fylt med en to-komponent-mørtel. Begge komponentene, hver for seg, ble pumpet i rør fra dagen helt frem til TBM-en.

Betongsegmentene ble transportert fra lagerplass ved fabrikken i dagen på Åsland til maskinområdet med MSV (Multipurpose Service Vehicle) gummi hjulskjøretøy som ble lastet med to sett ringer, som hver veide 52 tonn. Det ble produsert 20.000 komplette ringer som hver er 1,8 meter brede. Ringene består av 7 segmenter pluss et bunnelement. For å produsere ringene, er det brukt mer enn 470.000 kubikkmeter betong og 19.000 tonn stål.

Tre fabrikklinjer var i produksjon samtidig på anleggsområdet på Åsland, og mer enn 300 personer var involvert i produksjonen av betongringene da den var på sitt høyeste.

Hver av TBM-ene var utrustet med 2 stk. topphammer boremaskiner, montert på en 360 graders ring plassert i bakkant av skjoldet, for sonder- og forinjeksjonsboring av opptil 35-40 m lange 64 mm hull, gjennom skjoldet med ansett ca. 10 m bak stuffen. Med en overlapp på 5 m, kunne man TBM-bore 20-25 m før neste injeksjonsrunde. En full injeksjonsskjerm besto vanligvis av minimum 20 hull. Maskinens skjold hadde åpninger for 38 hullposisjoner for injeksjonsboring.

Det var en del plunder og heft med boreutstyret til å begynne med og mannskaper med lite erfaring fra forinjeksjon. Etter hvert fikk man opp farten. I sensitive områder med full forinjeksjon var man oppe i tunnelinndrifter på 60-70 m per uke.

Det ble jobbet fire skift døgnet rundt 6 dager i uken. Det har gått med ca. 18.000 arbeidstimer i hver av de fire tunnelboremaskinene. På det meste har 1000 personer deltatt i produksjonen på Åsland anleggsområde og nede i tunnelsystemet. For hver av maskinene har 56 tunnelarbeidere stått for produksjonen, mens 12 har jobbet med vedlikehold. Når det gjelder nasjonalitet var de største gruppene i tunnelproduksjonen fra Spania, Portugal, Italia og Norge.

TBM-ene som boret mot Oslo, «Dronning Eufemia» og «Dronning Ellisiv» hadde dobbelt gjennomslag inne i en fjellhall i Ekebergåsen den 11. september 2018 med få minutters mellomrom og mer enn 5 måneder før tidsplanen.

Det endelige gjennomslaget i TBM-tunnelen kom 26. februar 2019 da «Anna» og «Magda» omtrent samtidig boret gjennom til dagen i sør ca. 2 km nord for Ski stasjon, og foran tidsskjema.



Gjennomslag mot sør for TBMene «Anna» og «Magda» 26. februar 2019. Foto: BaneNOR

Man erfarte at tunnelboremaskinene hadde et potensiale for større inndrifter og at det også var et forbedringspotensiale mhp. injeksjonsutstyr og mannskapenes erfaring med forinjeksjon.

Prosjektet ble fortalt fra flere hold at det ville være umulig å bore tunnel i så hardt berg med TBM og at forinjeksjon fra TBM ville bli problematisk og lite effektivt.

Harde, massive, og slitende granittiske gneisbergarter og omfattende forinjeksjon i sensitive områder var ikke en «show-stopper» på tunnelboremaskinene på Follobanen prosjektet. 7.600 m av totalt 36.000 m TBM-tunnel ble forinjisert med full skjerm, bestående av minimum 20 stk. 35-40 meter lange injeksjonshull.

Kommunikasjonen mellom prosjektet og de 65.000 naboene innenfor influens området langs tunneltraseen var svært god og gjorde det mulig med TBM-drift 24/6. Programmet for hotellovernatting for de som følte seg forstyrret av strukturstøy, ble veldig godt mottatt av naboene.

Ytre miljø og HMS arbeidet i prosjektet ble sterkt vektlagt. Bl.a. innledet Bane NOR og AGJV samarbeid med STAMI (Statens arbeidsmiljøinstitutt) for en omfattende helseundersøkelse av tunnelmannskapene relatert til støveksposering i TBM-tunneler, og en sammenligning av resultatene med tilsvarende forhold i konvensjonelt sprengte tunneler. De foreløpige resultater som forelå på høsten 2019 viste at det var betraktelig bedre helseforhold i de TBM-borede tunnelene på Follobanen-prosjektet sammenliknet med tunneler drevet med konvensjonell boring og sprengning.

Tunnelboringen på Follobanen prosjektet ble en suksess og har vist at tunneldriving med tunnelboremaskiner kan være et godt alternativ til konvensjonell sprengning ved bygging av lange tunneler i Norge.

EPC TBM-prosjektet ble i 2019 nominert av ITA- International Tunnelling Association til «ITA Awards - Major Project of the Year» som en av de fire største og fremste prosjekter i verden. Man nådde ikke helt til topps, men en slik nominasjon i seg selv regnes som svært stort. Alle som deltok i TBM-prosjektet har grunn til å være stolte av gjennomføringen.

Ny vannforsyning til Oslo

Oslo kommune skal etablere en ny reservevannforsyning. 90% av Oslos vannforsyning kommer fra Maridalsvannet

via Oset renseanlegg. Dette gjør byens vannforsyning sårbar for hendelser knyttet til drikkevannskilden og vannbehandlingsanlegget. Mattilsynet har satt fristen til ferdigstilling innen 1. januar 2028. Det vil påløpe dagbøter på 1 mill. kr per dag ved for sen ferdigstilling. Prosjektet som har en kostnadsramme på 12,5 milliarder kroner, ble vedtatt av bystyret i november 2019.

Prosjektet består i hovedsak av en råvannstunnel, et underjordisk vannbehandlingsanlegg og en rentvannstunnel. Oppstart av fjellarbeidene i vannbehandlingsanlegget er planlagt til 2. kvartal 2020 og for råvannstunnelen er oppstart forberedende arbeider planlagt til ultimo 2020.

Råvannstunnelen

Råvannstunnelen er 18,6 km lang og strekker seg fra Vefsrud ved Holsfjorden i Lier kommune i vest til Huseby i Oslo i øst. Berggrunnen langs tunneltraseen består i hovedsak av vulkanske bergarter i vest og av sedimentære bergarter i øst. Prosjekt Ny Vannforsyning Oslo (NVO) har etter omfattende studier og rapporter fra ulike aktører i tunnelbransjen, besluttet å bore hele Råvannstunnelen ved bruk av to skjoldmaskiner, en fra Vefsrud i møte med en fra Huseby uten mellomliggende tversslag.

Hele tunnellengden vil bli foret med betongsegmenter. I tettbebygd strøk ved Huseby og Lommedalen, de første 3-4 km fra Huseby og vestover med en overdekning på 100-120 m vil man installere vanntette betongsegmenter. På den resterende delen av tunnelen, hvor man enkelte deler av strekningen har en overdekning opp mot 370 m, vil det bli drenert lining – installasjon av betongsegmenter uten pakninger.

Langs hele strekningen vil det bli utført sonderboring fra maskinene og det forventes at 60-70% av tunnelen vil bli forinjisert med ulike krav til vanntetthet (x antall l/min/per 100 m) avhengig av områdenes sårbarhet. Man skal i prinsippet forinjisere fra TBM-ene til et akseptabelt innlekkasjenivå før maskinene avanserer igjen. Forinjeksjonen i prosjektet er tillagt stor viktighet og vil bli byggherrestyrt. Det vil bli stilt krav om effektivt utstyr og erfarne mannskaper.

Boret tunneldiameter vil bli 5,2 meter. Uttransport av boremassen i tunnelen vil bli foretatt med transportbånd.



Gjennomslag på Holen kraftverk. Foto: Hardanger Maskin AS

Når det gjelder rentvanntunnelen er denne delen av prosjektet inne i en planprosess (høsten 2019). Tunnelen kan bli opptil 11,5 km lang. Det er stor sannsynlighet for at også denne tunnelen kan bli boret med skjoldmaskin.

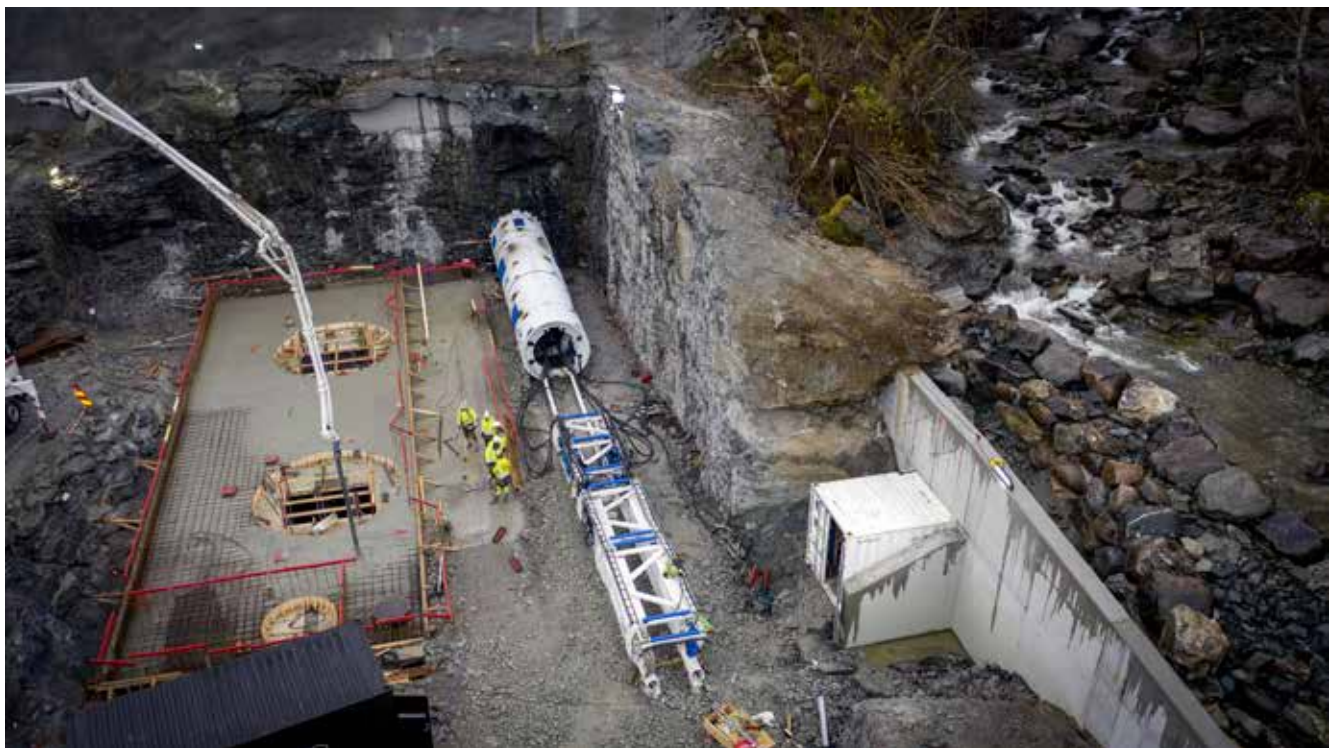
Tunnelboremaskiner for norske småkraftverk Hardanger Maskin AS

Entreprenørbedriften Hardanger Maskin AS, Ullensvang i Hardanger har gått til anskaffelse av to dobbeltskjoldmaskiner, begge med tilbakefallssikring for også å kunne bore sjakter med stigning opptil 45 grader.

Den første dobbeltskjold (DS) TBM-en ble bestilt i begynnelsen av 2018 fra Robbins for boring av en 640 m lang trykksjakt på Holen kraftverk i Sogn og Fjordane. Byggherre er Småkraft AS.

Maskinen har en diameter på 1,89 m og benytter kuttere med 14 tommer diameter. Maskinens systemer er modifisert til å kunne bore sjakter og da benyttes delvis vannspyling for å få boremassen ned sjakta.

Man hadde begrenset plass i startportal området (4 m x 10 m). Montering og rigging av TBM-en ble foretatt i løpet av 3-4 dager. Boringen startet på svak stigning i



Montering av 2,65m diameter Robbins DS TBM, Tokagjelet kraftverk. Foto: Espen Braata, Anlegg & Transport



Riggplass, Salvasskardelva overføringstunnel. Foto: Kalle Punsvik/ The Robbins Company

juli 2018. Etter hvert ble sjaktvinkelen økt, og siste del av sjakten var på 45 grader stigning. Inndriften under boring var bra, men man erfarte noen mekaniske drifts-avbrudd med denne nye og spesielle maskin-designen i den harde granittbergarten. Tross utfordringene fullførte man sjaktboringen med et spektakulært gjennomslag 1. nyttårsdag 2019.

Maskinen ble deretter flyttet til Skorgeelva kraftverkprosjekt i Møre og Romsdal for boring av en 2 100 m lang overføringstunnel. Dette også i oppdrag for Småkraft AS.

Tunnelboremaskin nr. 2 for Hardanger Maskin, døpt «Mia» - også den en Robbins DS TBM, ankom Norge i slutten av oktober 2019 og den ble montert og satt i drift i begynnelsen av november på Tokagjelet kraftverk i Steinsdalsvass-draget i Kvam Herad hvor den skal bore 2050 m trykktunnel som starter horisontalt, og stigning-

en vil gradvis økes opptil 30 grader. Tunnelen forventes ferdigboret tidlig på høsten 2020. Maskinens diameter er 2,65m og det benyttes 17 tommer kuttere.

Norsk Grønn Kraft

Norsk Grønn Kraft (NGK) har i tillegg til investering i en TBM også startet et spesialisert entreprenørselskap NGK Boring som har inngått et samarbeid med Entreprenør-service AS for å bygge tunnelene. Sommeren 2019 fikk de levert en ny Robbins «open gripper» type TBM med diameter 2,8 m. Maskinen som er døpt «Snøhvit» skal benyttes på en rekke kraftverkstunneler i regi av NGK. Den første tunnelen er en 2,8 km lang overføringstunnel på Salvasskardelva kraftverk i Bardu, Troms fylke.

Tunnelen bores på stigning 5,2%. Maskinen er forhånds-tilpasset for bruk av tilbakefallssikring på fremtidige tunneler for boring på større stigninger. Borehodet er

utrustet med 19 stk. 17 tommers kuttere designet for 267 kN kutterlast. For rotasjon av borhodet har maskinen 4 stk. motorer, hver på 210 kW og VFD hastighetsregulering. For påskråming/oppstart av TBM har det tradisjonelt vært benyttet startportal utsprengt i berg og med støpte betongklosser for støtte til maskinens bunn-sko og fastspenning av gripperskoene.

Påskråmingen her ble utført ved hjelp av en spesialdesignet startrampe som vil bli brukt på de etterfølgende tunnelprosjekter til NGK.

Bergartene i tunneltraseen består vesentlig av glimmergneiser og glimmerskifer og det er rapportert at man har oppnådd inndrifter på over 100 mm/min. Uttransport av boremassen fra maskinen og ut i dagen forgår med et 450 mm bredt transportbelte. Markedet for TBM-boring av tunneler og sjakter på småkraftverk ser ut til å bli meget godt i årene fremover. Mer enn 200 konsesjoner er per 2019 gitt for utbygging av småkraftkraftverk.

Referanser

Hansen, A. M. (2013): Norsk TBM-historie – fra Bøhn til i dag, NFF – 50 års jubileum «Nisser og Dverge bygge i Bjerge»

Hansen, A. M., Bruland, A., Syversen, F. S. G., Johannesen, S.: Tailor-made TBM-design for boring in extreme hard rock conditions and examples from the Follo Line tunnel project. WTC 2017, Bergen

Hansen, A. M. (2017): 4.1 Norwegian TBM Tunnelling – Machines for hard, tough and abrasive rock conditions. Norwegian Tunnelling Society Publ. No. 26

Kalager, A. K.: Konvensjonell drift på Follobanen ble utredet. Innlegg i Anlegg & Transport, 2019

Kalager, A. K., Gammelsæter, B.: Did the selection of TBMs for the excavation of the Follo Line project tunnels satisfy the expectations? WTC 2019, Napoli

Log, S., Skjevdal, R., Andersson, T. (2019): TBMs for Norwegian Small Hydropower Projects, Fjellsprenngsdagen 2019



TBM klar for borestart, Salvasskardelva. Foto: Kalle Punsvik/ The Robbins Company



Foto: Edwin Moss

FESTNINGSFORSVARET AV NORGE

- FRA KLAR TIL KAMP TIL NEDLEGGELSE

Tor Jørgen Melien | Jan Anton Rygh (forfatter av siste avsnitt)

Våre festninger

Kyst- og Festningsartilleriet er kjent for å ha bemannet stasjonære kanoner i fjell- eller festningsanlegg, med ildkraft fra kanoner og beskyttelse fra fortifikatoriske anlegg. Norge hadde festninger som del av forsvaret frem til 2002. I hele 800 år har landet hatt et festningsforsvar og med innføringen av kanoner på festningene et festningsartilleri. Organisasjonen het festningsartilleri så lenge organisasjonen tilhørte landforsvaret, og kystartilleri mens det tilhørte Sjøforsvaret.

Kong Sverre bygget festningene Sverresborg i Bergen og Trondheim sent på 1100-tallet. Våre konger på 1200-tallet bygget ut festningene Bergenhus og Tunsberghus. Rundt år 1300 anla kong Håkon V festningene Akershus, Båhus og Vardøhus.

Under dansketiden fikk kongene reist en rekke nye festninger: Fredriksten (Halden), Fredrikstad, Kongsvinger, Kristiansten (Trondheim) og i Kristiansandsområdet. Festningsartilleriet med det norske artillerikorps ble opprettet i 1685, et par hundre år etter at de første



Akershus festning fra 1299 . Foto: Forsvaret

kanonene begynte å ankomme festningene. Artillerikorps-
et hadde sju avdelinger fordelt på festningene Akershus,
Kongsvinger, Fredrikstad, Halden, Kristiansand, Bergen,
Trondheim med Vardø underlagt. (Marinen opprettet
marinebasen Fredriksvern, Stavern, med egen festning i
1750.) Også mobilitet utenfor festningene var vanlig,
enten ved at festningenes kanoner ble brukt som
feltartilleri inntil feltartilleriet ble opprettet, eller ved at
festningene inngikk som fast-punkter i Hærens og
Marinens operasjoner.

Festningsartilleriet var en egen forsvarsgren ved siden
av Hæren og Marinen under dansketiden og hadde nav-
net Artilleriet/Artillerikorps. Festningsartilleriet var
storebror i denne organisasjonen mens feltartilleriet var
lillebror.

Fra begynnelsen av unionen med Sverige i 1814 var Artill-
eriet en våpen-gren i Hæren med felt- og festningsartill-
eriet. Starten på det nye kyst- og festningsartilleriet
begynte med utbyggingen av Oscarsborg festning på
1840-tallet. En ny utbygging pågikk i 1890-årene med
videre utbygging på Oscarsborg, samt nye festninger ved
Tønsberg, Kristiansand, Bergen og Agdenes festning ved
innseilingen til Trondheim. Fredrikstad fikk et mineforsvar,
mens Vardøhus ble videreført. Dette kystforsvaret fikk et
geografisk tyngdepunkt i Sør-Norge som var tilnærmet
likt frem til begynnelsen av 1990-årene. I årene 1900–1903
etablerte forsvaret land-festningene i tillegg til kyst-
festningene: Urskog, Ørje-området og Fredrikstad, samt
en delvis modernisering av festningene Kongsvinger og
Fredriksten.

Kystartilleriet (Festningsartilleriet) ble etablert i 1899
som egen våpengren i Hæren, og bestod av en rekke
festninger langs kysten. I de første to tiår av 1900-tallet
ble Festnings-artilleriet likevel betraktet som en av de
tre hovedorganisasjoner i Forsvaret – ved siden av Hær-
en og Marinen. Festningene ble etter hvert delt inn i fort-
er som hadde evne til å motstå ulike typer angrep, fra
sjøen, land og luften. Fortene hadde ett eller flere
kanonbatterier på 2– 4 kanoner, torpedoer eller sjøminer
som hovedstridsmiddel.

Kystartilleriet var i beredskap under unionsoppløsningen
i 1905 og under hele første verdenskrig (1914–1918) og
hadde alle kontrollerbare minefelt utlagt, bemannede
bestrykningskyts for minefeltene, samt bemannet
minst ett hovedbatteri med kanoner ved hver festning.
Landfestningene Verdal, Hegra, Mysen-området samt
Sarpsborg ble utbygget før verdenskrigen begynte.

Særlig de to siste krigsårene var det en betydelig utbyg-
ging med fortene Bolærne og Rauøy i i ytre Oslofjord,
Færøy og Lerøy ved Bergen og en påbegynt utbygging i
Narvik-området som aldri ble fullført.

I mellomkrigsårene var det særlig utbygging i Oslofjor-
den med Måkerø fort samt to andre fort som ikke var
fullført 9. april 1940. Kystartilleriet var delvis mobilisert
til nøytralitetsvern etter krigsutbruddet 1939 og gjorde
en hederlig innsats da tyskerne angrep Norge om natten
8.–9. april 1940.

1945–ca. 1955: Overtakelse og bruk av det tyske kystartilleriet i Norge

Norge hadde et stort kystartilleri under den kalde krigen
(1948–1990). Det var et imponerende antall fort og
batterier Kystartilleriet overtok etter tyskernes kapitulat-
sjon i Norge. Antallet anlegg måtte reduseres drastisk
for å kunne bli bemannet med bare nordmenn. De tyske
festningsanleggene var av meget variert bygningsmes-
sig kvalitet, på grunn av tildels dårlig kompetanse og
arbeidskraft (delvis krigsfanger). På grunn av uensartet
materiell, måtte det standardiseres på et mindre antall
typer av kanoner. Den første kontraksjonen skjedde
derfor umiddelbart etter krigens slutt. Våren 1946 var 131
anlegg beholdt av Kystartilleriet, inkludert tyngre luft-
vernartilleri. Forsvarskommisjonen av 1946 konkluderte
med at kystfestningene kom i «forgrunnen» når det
gjaldt innløpsforsvaret, fordi landet bare kunne ha
be-grenset antall fly og marinefartøyer. Innad i Kystartil-
leriet var det viktig å holde på erfaring-ene fra 1940.
Jevnlige skarpskytinger i fredstid var den viktigste ga-
rantien for at materiell og øvingsnivå var tilstrekkelig i
krig. Fortene som hadde hovedbatteriet som viktigste
stridsmiddel (2–4 kanoner), måtte være organiske med
egen dekningsstyrke (nærforsvarskompani), luftvern,
sanitet, ABC-vern (beskyttelse mot kjernefysiske-, biolo-
giske- og kjemiske strids-midler) med mer. Denne måten
lå nær opptil hvordan Festningsartilleriet var organisert i
1905 og 1914, og ble løsningen for våpengrenens
organisasjon og drift under hele den kalde krigen. Det
var imidlertid noen betydelige skiller fra tidligere. Kystar-
tilleriets økte evnen til å kunne motstå bombeangrep og
ABC-angrep var to forhold. Sterkt fortifiserte anlegg
gjorde dette mulig. Også stridsleddenes mulighet til å
slåss i mørke og dårlig sikt økte drastisk gjennom
innføringen av radar for varsling og skyteledelse. Lav-
lyststyr som supplement til radarene ble innført i
1980-årene.



127 mm kanon på Bolærne fort

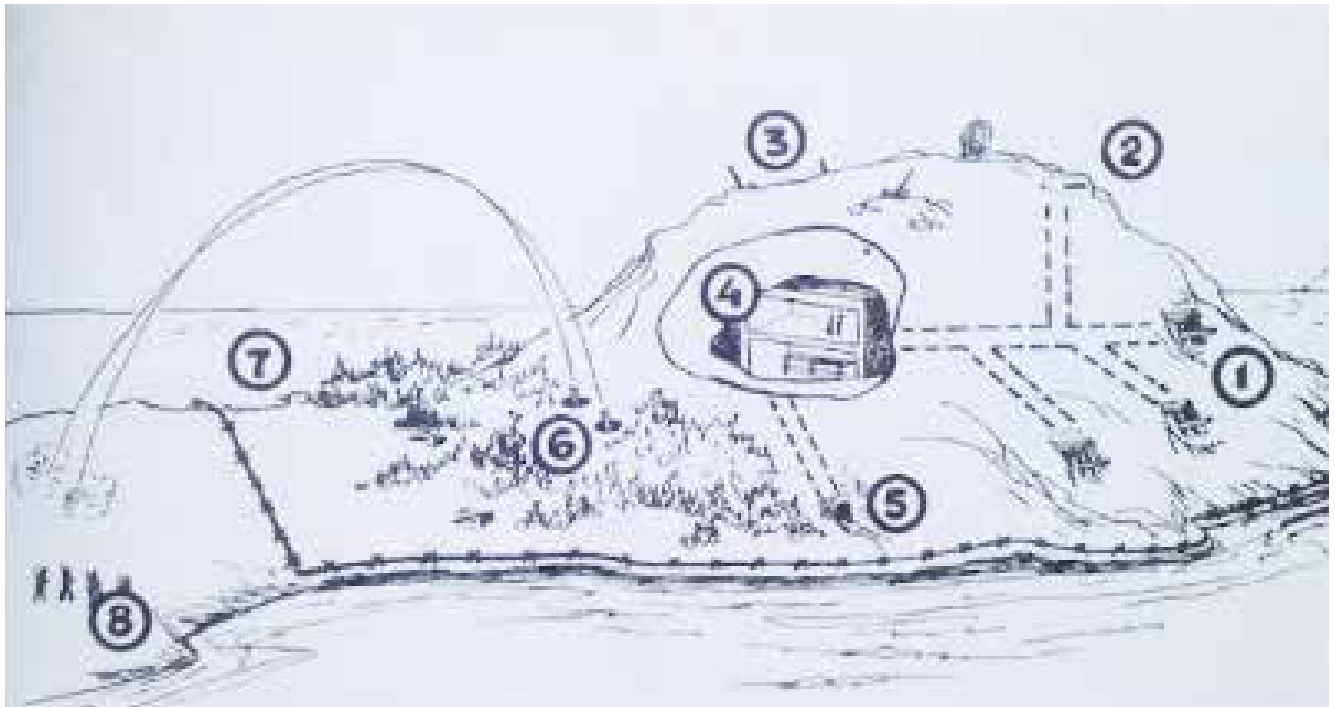
Ca. 1955–1970: Standardiserte tyske kanoner og norske fortifikatoriske anlegg

I siste halvdel av 1950-tallet ble Norges bidrag til NATOs fellesforsvar vurdert. Samtidig kom vektingen av Nord-Norge i større grad enn før til å bli dominerende i forsvaret av landet. Den sovjetiske østersjøflåten fikk mindre betydning, fordi Nordflåten ekspanderte sterkt. Den ble Sovjetunionens største på slutten av 1950-tallet og har siden vært en utfordring for Norges og vestens forsvar. Vest-Tyskland ble medlem av NATO og rustet opp. Et angrep på Sør-Norge fra sør ble derfor nærmest utelukket i begynnelsen av en storkrig. Konklusjonen ble en vektlegging av Kystartilleriets invasjonforsvar fra Lyngen i nord til Vestfjorden i sør slik at Hærens tyngdepunkt i Troms og Luftforsvarets flyplasser kunne dekkes i ryggen. Samtidig skulle Kystartilleriet i sør innskrenke seg til forsvar av viktige havnebyer og Oslofjorden. De tyngre artillerifortene ble vektlagt i nord mens lettere artilleri (105 mm kanoner) med minefelt ble hovedinn-

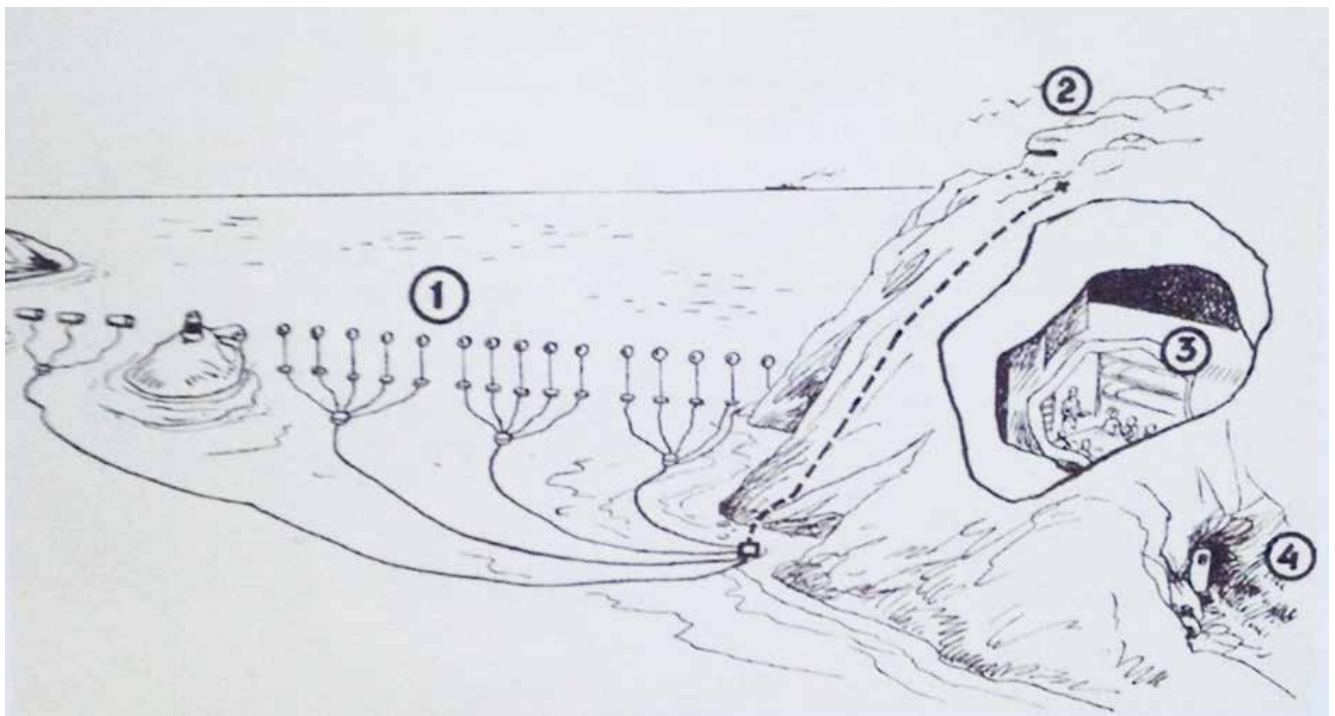
retningen i Sør-Norge, med noen sterkere utrustede fort som unntak (Rauøy, Bolærne, Brettingen mv). For å modernisere

Kystartilleriet ble det i første omgang besluttet å standardisere materiellet og intensivere overgangen til nybygde norske stridsanlegg. For sjø-frontartilleriet ble det standardisert på 105-, 127-, og 150 mm ex-tyske kanoner og ex-tysk torpedo T1. Minemateriell ble mottatt fra USA, som kompletterte den begrensede beholdningen man hadde fått tak i av britiske miner. Det ble etablert ti mineavdelinger med kontrollerbare miner utlagt i fredstid, og fem torpedobatterier ble videreført. Torpedobatteriet på Oscarsborg brukte britiske torpedoer.

Fortet besto av: 1) kanoner mot sjømål, 2) ildlederstasjon, 3) luftvernkanoner, 4) forlegninger i fjell, 5) utganger, 6-7-8 bombekastere og fortets infanteri (nærforsvar)



Fortet besto av: 1) kanoner mot sjømål, 2) ildlederstasjon, 3) luftvernkanoner, 4) forlegninger i fjell, 5) utganger, 6-7-8 bombekastere og fortets infanteri (nærforsvar)



Minestasjon bestod av: 1) minefelt som kunne avfyres fra ildlederstasjon, 2) ildlederstasjon, 3) fjellanlegg med forlegninger m.m., 4) inngang

Fra begynnelsen av 1960-tallet til slutten på 1980-tallet disponerte våpengrenen ca. 38 artillerifort som kunne bemannes i krig. Krigsorganisasjonen omfattet ca. 13 000 mann på 1980-tallet. Det vil si at dette var mer enn 50 prosent av krigsorganisasjonen i Sjøforsvaret. Utvalgte fort var bemannet i fredstid som såkalte beredskapsfort. Disse kunne forsvare innløpene til Trømsø, Harstad, Narvik, Bergen og Oslofjorden. Kystartilleriets høye beredskap gjennom den kalde krigen gjorde at våpenet var med på å vinne freden uten å løse et skudd i alvor.

1970-årene: Utbygging med 75 mm tårnkanoner

Kystartilleriplanen av 1968 ble trendsettende for den videre utbyggingen av Kystartilleriet. Planen la opp til en gradvis erstatning av ex-tysk materiell som ville falle for «aldersgrensen». Det ble i tråd med dette anskaffet 75 mm svenske tårnkanoner til seks fort (Rauøy, Bolærne, Visterøy, Skjellanger, Breiviknes og Årøybukt) og ett lett missilbatteri. På 1970-tallet ble T1 torpedoen modifisert for trådstyring, samtidig som nytt styringssystem ble innført.

1980- og 1990-årene: Nye fort og anlegg

Forsvarskommisjonen av 1974 la stor vekt på å prioritere Kystartilleriet. På grunn av Nordflåtens fortsatte vekst,

skulle forsvaret av Troms styrkes, likeså dybden i forsvaret sørover. Dette skulle oppnås ved å bygge nye kystartillerianlegg i Oslofjorden, Namsen og Trondheimsfjorden, samt å modernisere torpedo-mineforsvaret i Sør-Norge. Det ble ingen utbygging i Bodø-området og Namsen. I 1980- og 1990-årene ble det bygget tre nye fort med 120 mm tårnkanoner (Kråkvåg, Nes, Meløyvær) og et modernisert torpedo-mineforsvar bestående av fire avdelinger (Bergen nord og sør, Malangen og Tromsø nord) med til sammen tre minefelt og tre torpedobatterier. Den målsøkende TP 613 torpedoen ble besluttet tatt i bruk, og nye kontroll-systemer for miner og torpedoer ble utviklet på Kongsberg. Den siste utbyggingen var torpedobatteriet i Malangen.

Slutt på den kalde krigen, reduserte budsjetter og nedleggelser

Etter den kalde krigen fikk prinsippet mobilitet og forflytningsevne en avgjørende større vekt. Forsvarskommisjonen av 1990 foreslo et mobilt kystartilleri med vekt på lette og middels-tunge missilbatterier. De førstnevnte kunne transporteres på båter eller biler, mens sistnevnte var kjøretøyoypsatt. Men de stasjonære fortene med 120 mm kanoner samt Torpedo-mineforsvaret, som var under utbygging og modernisering, skulle fullføres.

Den mobile løsningen i Kystartilleriet skulle vise seg å passe godt inn i det strategiske bilde som myndighetene fastsatte i 1990-årene, der myndighetene valgte å ha evne til invasjonforsvar i én landsdel ad gangen, i stedet for landet under ett. Dermed skulle kystartillerienheter flyttes tilsvarende. Mobilitet, i stedet for stasjonære stridsledd, kunne brukes som et argument for redusert sårbarhet. Kjente statiske posisjoner kunne i fremtiden forhåndsprogrammeres slik at treff-sannsynligheten økte mot stasjonære anlegg. De nye GPS-styrte langtrekkende våpen gjorde dette mulig. Problemet med dette argumentet var at hele Forsvaret sto overfor samme utfordring, ikke Kystartilleriet spesielt. Kystartilleriet derimot, vekta fortifikasjon og fjellanlegg for beskyttelse, og det siste torpedoanlegget var eksempelvis et fulltreffsikkert anlegg med stor overhøyde av fjell. Anlegg i fjell har også den fordel at det er et etterretningsproblem for fienden å finne ut hva som foregår under bakken. Iran og Nord-Korea driver militær virksomheten under bakken i dag og dermed er det vanskeligere å vite hva de gjør og hva de har. Konsekvensen av de nye målsettingene i 1990-årene var anskaffelse av ni lette missilbatterier av typen Hellfire med sjømålsstridshode til Kystartilleriet, nedleggelse av 105 og 150 mm artilleribatteriene, samt fire anlegg i torpedo-mineforsvaret. De sistnevnte



Fortene i Oslofjorden under den kalde krigen.

kanonene hadde ikke lang levetid igjen på grunn av alder og slitasje. Noen anskaffelse av middelstunge batterier ble ikke endelig besluttet. Missilet som skulle brukes fortsatt var under utvikling på Kongsberg.

På slutten av 1990-årene ble det begrensede invasjonsvorsvaret ytterligere nedtonet samtidig som forsvarsbudsjettene ble ytterligere svekket. Sårbarhetsargumentet fremkommer ikke i regjeringens proposisjoner eller Stortingets innstillinger til vedtak. Myndighetene la større vekt på mobilitet og fleksibilitet til å kunne operere like godt utenfor landets grenser som innenfor.

I fravær av en trussel fra Russland i disse årene, var norske og allierte NATO-styrker særlig brukt på Balkan og i Middelhavet. En konsekvens av den nye situasjonen var nedleggelse eller langtidslagring av det resterende stasjonære kystartilleriet (ex-tyske 127 mm kanoner, 75 mm kanoner, nye torpedo-mineanlegg, og nye 120 mm

kanonbatterier). Dermed var 800 år med festningsforsvar av Norge avvirket. Formell nedleggelse av Kystartilleriet var i 2007.

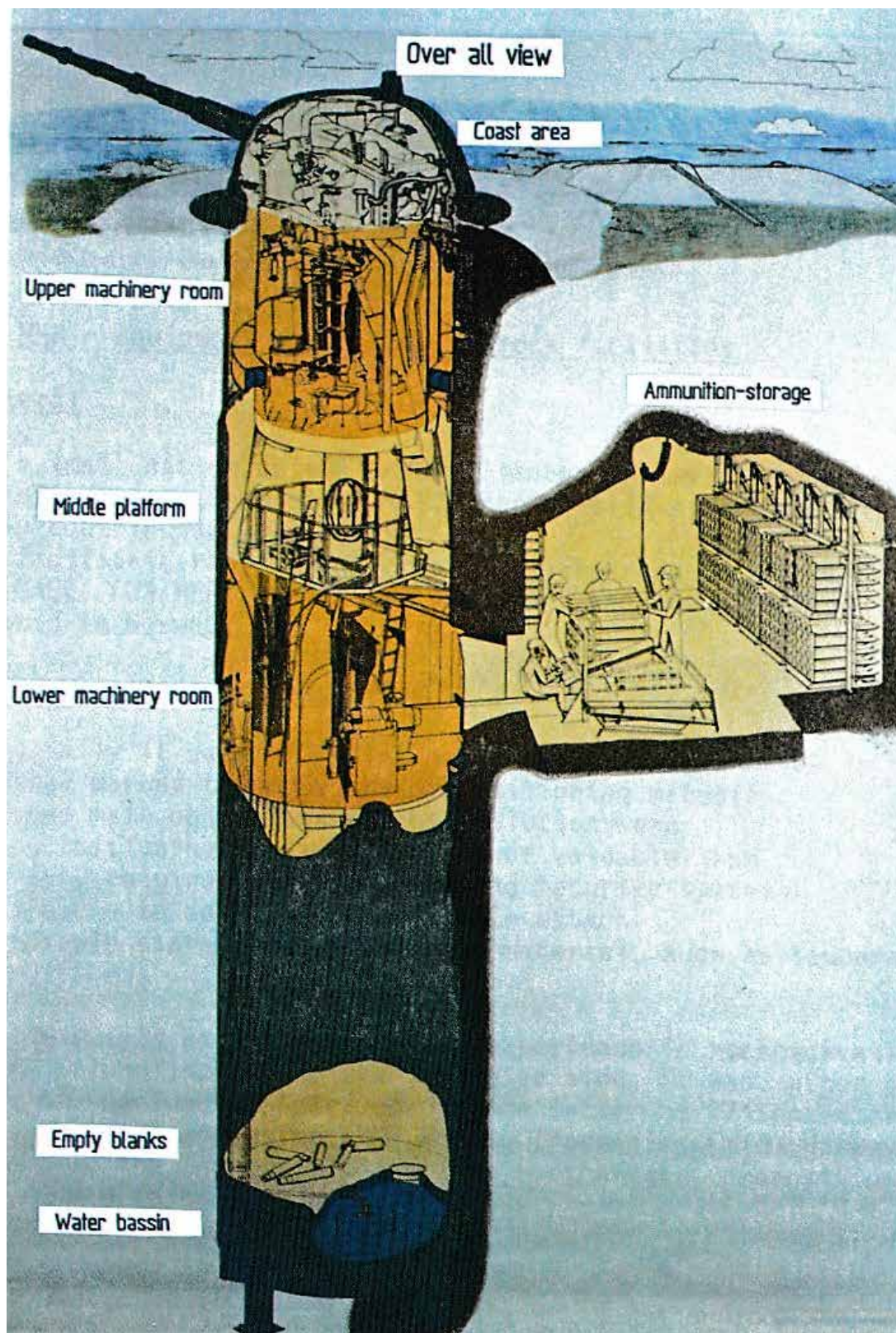
Ble Kystartilleriet nedlagt? Nei, ikke helt. Det ble omorganisert til en kystjegerkommando. Kystartilleriets lette missilbatterier og stridsbåter (SB 90N) ble kraftsamlet til kystjegerkommandoen, som ble opprettet 10. desember 2001 på Trondenes ved Harstad. Avdelingen kjent for sin innsats i Afghanistan. Kystjegerkommandoen er i dag en regulær militær styrke for operasjoner i kystnære områder. Under operasjoner driver avdelingen informasjons-innhenting og bidrar til avstandslevert ild ved å anviser mål (ISTAR). Avdelingen kan kontrollere fremmede fartøyer (bording) eller sikre egne enheter (styrkebeskyttelse). Avdelingen har begrenset kapasitet til å utføre raid og eventuelt bruke lette missiler. Taktisk båtskvadron med stridsbåter gir kystjegere taktisk sjøtransport.



Skarpskyting med 120 mm tårnkanon Nes fort (Narvik) Foto: Tor Olav Mørseth, Forsvaret



Ildledningssentral Nes fort. Foto: Arne Flaaten, Forsvaret



En 120 mm tårnkannon utgjorde et fort i seg selv med ammunisjon, mat, forlegning og beskyttelse.



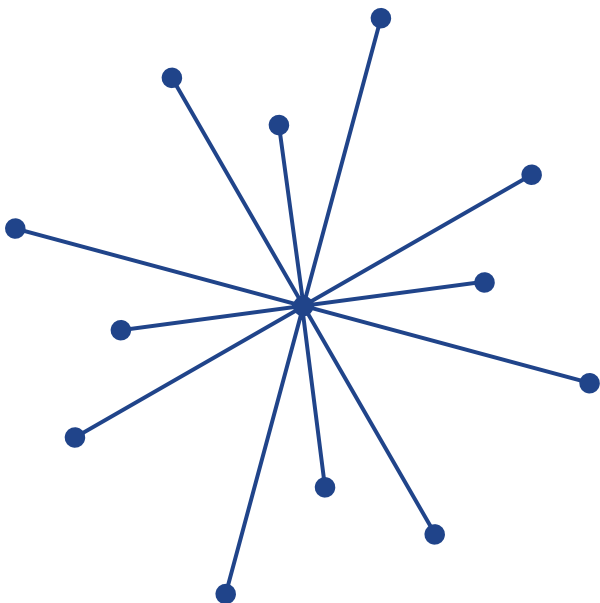
Kystjegerkommando med missil på vidda under øvelse Joint Viking 2017. Foto: Jonny Karlsen, Forsvaret

Det er krevende å opprettholde bredden i Forsvaret når kostbare fregatter, maritime patruljefly, kampfly og helikoptre anskaffes og driftes. Kystjegerkommandoen bidrar til bredden i forsvaret, men med betydelig lavere kostnader. Men avdelingen er liten sett i forhold til forsvaret under den kalde krigen.

Hva med de middelstunge missilbatteriene som ble planlagt? Missilet ble utviklet på Kongsberg og brukes på norske fregatter og MTB-er og tas nå i bruk av flere lands marinere. Blant disse er US Navy. Kystartilleriversjonen (middelstungt missilbatteri) er utviklet og Polen har tatt i bruk to slike batterier.



Fortifikasjon eller krigsbyggekunst er et gammelt fagområde. Bildet er hentet fra en håndbok i fortifikasjon anno 1724 som definerer faget omtrent slik: Fortifikasjon eller krigsbyggekunst er en vitenskap der man befester et høvelig område slik at man med få mann kan forsvare seg mot mange angripere. Våpenutvikling og fortifikasjon har fulgt hverandre parallelt gjennom alle tider. Nyere og bedre våpen blir fulgt opp med tilsvarende bedre fortifikatoriske installasjoner og anlegg.



Kystartillerifort som fortifikatorisk anlegg

Det var en formidabel oppgave som Forsvarsbygg gikk i kast med ved utbygging av de nye 120 mm kanonfortene. Anleggsarbeidene startet i 1983 og var ferdig i 1994 og omfattet Kråkvåg (Trondheim), Nes (Narvik) og Meløyvær (Harstad). Valget av hovedvåpen var Bofors 120mm kystartillerikanon i panserkuppel med tilhørende installasjoner for effektiv målbekjempelse.

Byggekostnadene for 120 mm kanonfortene var rundt 250 mill. kroner. Byggekostnadene representerer ca. 1/3 av totalkostnadene for et fort. Dvs. 2/3 av kostnadene er knyttet til våpen, ammunisjon, ildledningssystemer, samband og annet elektronisk utstyr. Rundt regnet ble det ca. kr 100 mill. pr. kanon.

Det svenske konseptet ble tilpasset norske forhold. Da kunne man også trekke veksler på den store utvikling fagområdet fortifikasjon (befestningskunst) hadde gjennomgått i Norge de siste decenniene.

Det var Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) og Forsvarsbygg (FB) som rett etter verdenskrigen slutt (1945) satte inn store ressurser innen fagområde fortifikasjon. Det var beskyttelse mot virkningene av kjernevåpen som preget den første tiden.

Gjennom teoretiske beregninger, prøver og forsøk løste FFI og FB over tid, alle problemer knyttet til beskyttelse mot luftsjokk, grunnsjokk, varme og radioaktiv stråling samt elektromagnetisk pulse. Norskutviklede systemer ble fullskalatestet i samarbeide med USA. Dette omfattet bl.a. trykksterke dører, luker og porter samt grunnsjokkbeskyttelse for personell og sensitivt utstyr. Kjemiske og bakteriologiske stridsmidler ble tatt vare på av partikkelfiltre og gassfiltre i ventilasjonssystemet.

Alt i alt ble kystfortene fortifikatorisk meget sterke. Lager av ammunisjon, mat og permanent vannforsyning samt drivstoff, garanterte stor stridsutholdenhet. Et permanent utbygget nær-forsvarssystem samt godt luftvern og god kamuflasje bidro til høy stridskvalitet for anleggene. En eventuell bekjempelse ville kreve stor innsats.

De siste kystartillerianleggene som ble bygget var torpedobatterier og minekontrollstasjoner. Etter inngående forarbeide gjorde FB i samarbeide med USA fullskalatest med våpeninnsats mot anlegg i bergrom og med utskyting av torpedoer under vann. Man kom fram til at slike anlegg var umulig å ødelegge ved ytre



I samarbeide med USA ble norsk fortifikatorisk utstyr testet i full skala. Bildet viser en 8KT ladning frembragt av konvensjonelt sprengstoff. White Sands Missile Range New Mexico

våpenbelastning. Det siste av denne typen var Malangen torpedobatteri. Det var ferdigstilt i 2001. Etter vellykket prøveskyting ble anlegget nedlagt. Sovjetunionens kollaps i 1991 medførte bl.a. at kystartilleriet ble ansett som overflødig og opphørte derfor som våpengren i 2007. Dette hadde kostet milliarder av kroner.

Rivning og gjenstøping av disse fortifikatoriske anleggene har tillegg kostet flere titalls millioner kroner. Noen reell erstatning for denne våpengrenen har uteblitt.

Våre festninger holdt kruttet tørt i 800 år. De var tilpasset den til enhver tid gjeldende våpenteknologi og både gjennom aktiv strid og passiv tilstedeværelse har fort og festninger holdt fienden vekk fra landet. Anlegg i bergrom har erfaringsmessig gitt meget god beskyttelse.

Også de siste festningene fra 1990-årene dro full nytte av det og av norske entreprenørers faglige dyktighet i arbeide med fjellanlegg.

Store utenrikspolitiske forandringer har bidratt til å endre det strategiske konsept for forsvaret av landet. Den internasjonale våpenindustrien arbeider imidlertid kontinuerlig med utvikling av nye våpen for alle aktuelle krigsformål, fra soldaten på bakken til de største hangarskip.

Beskyttelse av personell og forsvarsanlegg er mer enn noen gang nødvendig å ha i fokus ved all planlegging for fremtidens forsvar av Norge!



Foto: Marcus Gram-Hvidsten

TYDALINGEN INGEBRIGT AAS SOM FIKK FORTJENESTEMEDALJE AV KONGEN OG GULLMERKE OG ÆRESMEDLEMSKAP AV NORSK ARBEIDSMANDSFORBUND

Per Aftreth

Ved Norsk Fjellsprengningsmuseums (NFSM) 10 års jubileum 18. september 2014 påpekte vegdirektør Terje Moe Gustavsen den store betydning museet har som et symbol på det byggende Norge. Et minnesmerke over de som skapte landet. I tillegg er det også en dokumentasjon av dagens fjellarbeider.

Dette er ikke fyrstenes palass, sa vegdirektøren, men samfunnsbyggernes i alle lag, anleggsarbeiderne, ingeniørene, entreprenørene. I motsetning til det vi beundrer rundt i verden eller i vårt eget land, kongemaktens, fyrstenes og samfunnstoppenes museer, prisverdig det også, bevares, er NFSM de byggende krefter i Norge sitt museum. NFSM er et samvirke mellom de som la grunnlaget for dagens Norge.

Den etterfølgende beretning om tydalingen Ingebrigt Trondsen handler nettopp om en av de pionerene som la grunnlaget for utviklingen av landet vårt. Ingebrigt Trondsens utgangspunkt i livet, var for han som for så mange andre i den tid. De fikk ingen ting opp i hendene. Sin fremtid skapte de selv, og ved det la de grunnlaget for det Norge som kom etter dem. Beretningen beskriver en fremragende anleggsmann med sine 50 år i tunnel.

Vi kan bare filosofere over hva slike karer kunne bedrevet til i våre dager med utdanningssystemer på alle områder i livet. Det kan være naturlig å anta at slike folk ville inntatt høye samfunnsposisjoner enten innen næringsliv eller i politiske topposisjoner.

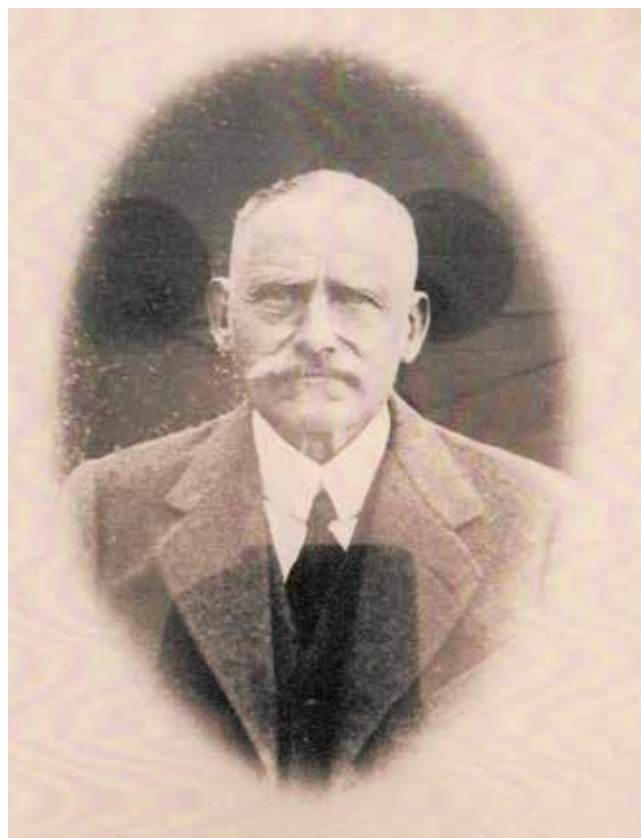
Født til arbeid

Ingebrigt Trondsen ble født i en jordkoie i 1864, på en liten rydning i skogen nede i Lian framom Aas-grenda i Tydal, som ett av tretten barn. Premissen var å få nok mat. I 7-årsalderen ble han som mange andre sendt bort som gjeter, og i tolvårsalderen var han fullbefaren slåttekar. Siden ble det skogsarbeid, og i 17-årsalderen var han etablert gruvearbeider. Dette formet en av mange som ble Norges gull på slutten av attenhundretallet

– den nøysomme, praktiske bygdegutten med puritansk arbeidsmoral som reiste ut og bygde ut og opp Norges infrastruktur og industri. Han var skreddersydd for oppgaven, og dette segmentet i befolkningen er en hovedårsak til at Norge ble bygd raskt og billig.

Ut av fattigdommen

«Lukten av tømmer minner om søt valmue og korn.» sier Rolf Jacobsen i ett av sine dikt—og pæng kan vi trygt tilføye – tømmeret det viktigste betalingsmidlet overfor



Ingebrigt Trondsen Aas også kjent som Tunnel Trondsen

utlandet opp til det 20. århundret. Det var også årsaken til at Norge hivde seg ut i, og tok i bruk den nye kommunikasjonsteknologien – jernbanen. Tvilen var av samme orden som i beslutningen om OL på Lillehammer og i Oslo. «Jernbane kunne da ikke være mulig i det kupert Norge. Dessuten alt for dyrt». Stortinget besluttet imidlertid å bygge jernbane til Eidsvold i 1851 basert på OPS, offentlig og privat finansiering. Hovedbegrunnelsen var tømmertransporten. Denne første strekningen ble imidlertid en uventet suksess når det gjelder persontransport. Jernbanen ble åpnet i 1854, to år før den første jernbanestrekningen i Sverige. Politikere og byråkrater anno 2014 burde ha merket seg finansieringsmetoden og byggetiden.

Suksessen med banen til Eidsvold ansporet til videre bygging, Trondheim-Støren (1864), Rørosbanen (1877). Bergensbanen (1909), Dovrebanen (1921) Nordlandsbanen (1962) og mange flere.

Norge startet på enda et nytt eventyr rundt sekelskiftet 19. til 20. århundret, – vasskraften. Ny industri fulgte i helene. Utbyggingen på Rjukan beskjeftiget 10 000 personer, mest menn. Byggingen av Bergensbanen kostet ett og halvt statsbudsjett og beskjeftiget 15 000 personer. Oljen avløste vasskraftutbyggingen. I løpet av 150 år hadde vi klart å utvikle oss fra en grå mus til en av

verdens kvalitativt beste velferdsstater. Innsikt, mot og handlekraft?

Tunnelbasen

Ingebrigt fikk sin utdannelse gjennom å flytte seg til arbeid med annen og gradvis mere avansert teknologi. Jernbanebygging i Norge med fjell og elver og fjorder som gikk feil vei kommunikasjonsmessig, betinget tunnelbygging. Han begynte i jord- og skogbruk, fortsatte i gruver, så til vasskraft og avsluttet med 40 år i jernbanebygging før han ble bonde på egen gård. Alfred Nobel Hadde oppfunnet dynamitten i 1866. Boring av hull for plassering av dynamitten måtte imidlertid gjøres med håndboring fram til etter 1. verdenskrig, og effektiv trykkluftboring og hardmetallbor fikk vi først etter 2. verdenskrig. Boring og lading var derfor tidkrevende og dyrt og det gjaldt å minimalisere begge deler og samtidig få så lang inndrift for hver salve/sprengning som mulig. Tunnelbasen var fagmann på fjellet, dynamitten og boringen og ledet laget. Det å ta ut fjellet var imidlertid mer kunst enn fag slik at gode baser var etterspurt og fikk en sterkt ry. De fikk stor makt og utviklet et selvstyre som var og er spesielt i norsk næringsliv. Ingebrigt var bas hele tiden på jernbaneutbyggingen og fikk tilnavnet Tunnel-Trondsen, noe vi kan tolke som et uttrykk for godt og sterkt omdømme.



Tydal verdt et besøk – sommer eller vinter – på beina, ski eller som her. Foto Tydal kommune.

Hard og mjuk

Hard i det mjuke og mjuk i det harde

Tunneldriving på den tiden var ikke for «Nyco-gutter». Likevel, de beste basene hadde minst skader og sykefravær – sterk på handling og flink til å begrense risiko. Ingebrigt selv var et bevis på dette. Han arbeidet på gruver og tunneler i femti år før han begynte som bonde. Samtidig bygget han kjernefamilie. Etter å ha fullført sitt arbeid på Dovrebanen ble han i 1921 invitert til middag sammen med Kongen i Frimurerlosjen i Trondheim. Der fikk han Kongens Fortjenestemedalje. Anekdoten sier at Ingebrigts reaksjon på invitasjonen var »at å spise sammen med de høye herrer kunne by på problemer, men å drikke skulle gå bra». Her sanser vi tydalingenes kjappe replikk-kunst der de behersker humor med både ironi og sarkasme. I anleggskulturen er alkoholen et naturlig og ukamouflert element ved alle markeringer. På togturen tilbake til Oppdal kolliderte toget til Ingebrigt med et motgående tog. 6 mennesker omkom. Tunnelbasen som alltid var årvåken for bittesmå varslinger før katastrofen inntraff i tunnelen, hadde flyttet seg i toget like før kollisjonen og overlevde uten store skader.

Ingebrigt var medlem av Norsk Arbeidsmandsforbund, et av de mest radikale forbund i fagbevegelsen og

sentral i etableringen av Det norske arbeiderparti. Etter mange års kamp ble regjeringer, fagbevegelse og arbeidsgiverne enige - vi skal bygge en velferdsstat basert på «ikke rike individer men en sterk stat og solide konserner». Ingebrigt hadde bidratt mye. Han ble æresmedlem og fikk gullmerket av Norsk Arbeidsmandsforbund, noe vi tror han satte stor pris på og rangerte aller høyest av alle tilbakemeldinger.

Ingebrigt var beundret av sine sambygdinger. Selv om han flyttet ut, vendte han tilbake til Tydal. Gerda Aas (92) forteller at han besøkte hennes bestefar og sitt søskenbarn Johan (Bessis) med jevne mellomrom – for en prat, kaffe og kanskje ei kul – samtalen var gull.

Kilder:

- «Tunnel-Trondsen», Ragnar Henmo
- «Ingebrigt Trondsen. Dovrebanen 2012», Oddbjørn Trondsen
- «Bygdebok for Tydal», Tydal kommune
- «Norsk Arbeidsmandsforbund gjennom 60 år», Kåre Odlaug
- «Entreprenørskap og entreprenører. Norsk forening for fjellsprenningsteknikk», Per Aftreth
- I tradisjon: Gerda Aas. Ingolf Sollien

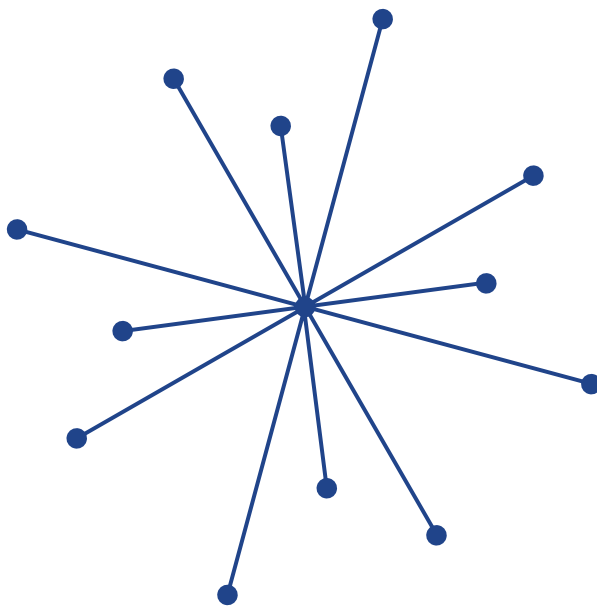




Foto: Knut Roald Ugelstad

NORSK ENTREPRENØRVIRKSOMHET I AUSTRALIA 1951-1954

Aslak Ravlo

«Snowy Mountains Engineering Corporation signerer kontrakt med norsk entreprenør»

Meldingen fikk internasjonal oppmerksomhet og i Norge gikk deler av bransjen bananas. Da entreprenøren Ing. F. Selmer A/S annonserte behov for 400 norske anleggsarbeidere for 3 års engasjement på et vannkraftprosjekt i Snowy Mountains, New South Wales og ba interesserte melde seg ved hovedkontoret i Hausmannsgaten var reaksjonen overveldende. Ca. 8000 meldte seg, gate og kontor var til tider blokkert av anleggsarbeidere som ville til Australia. Dagens aktive i anleggsbransjen vil vel helst trekke på skuldrene, kanskje føye til «hva var så spesielt?»

Det spesielle var Norge i 1950-51. Landet var fortsatt preget av 5 års okkupasjon. Landsvikoppkjøret nærmet seg slutten. Gjenoppbygging av Finnmark/Nord-Troms og brente byer var prioriterte oppgaver i en knapp økonomi. Det var fortsatt rasjonering på enkelte varer, det skulle gå ytterligere 10 år før salg av biler ble frigitt. Utenlandsreiser var svært begrenset. Verst av alt, vi slet i langrennssporet og på fotballbanen. Kontrakten ble et spennende lyspunkt:

Langt hjemmefra, fire dager med fly – ukevis med båt. Ukjent marked og ukjent arbeidsmiljø. Stor kontrakt, beregnet til mellom 3 og 4 ganger firmaets vanlige årsomsætning. Knapp tidsfrist. Krav om 90% norsk arbeidsstokk. Lett å tenke på gambling. Likevel, firmaet var teknisk godt kvalifisert, en dyktig sjef, bra ingeniørstab, god støtte fra rådgiversiden og høyskolemiljøet og fremfor alt en solid oppdragsgiver i et fungerende samfunn.

Min kunnskap om prosjektet

En passe gammel ingeniør, men ikke gammel nok når det gjelder Australiaprojektet. Ved innsjekk hos Selmer var Australia-prosjektet historie, ledelse og mannskaper vel tilbake i Norge og for lengst resirkulert for bruk i norsk bygge- og anleggsvirksomhet. Mitt arbeid startet med kalkulasjon, konstruksjon, beregning og tegning av betongkonstruksjoner for industri- og kaianlegg. Det medførte god kontakt med havneavdelingens leder

Hartvig Quale, sivilingeniør Reidar Aarset sentral for anleggsøkonomi og maskiningeniør Kjell Werenskiold, alle veteraner fra Australiaprojektet. Quale hadde vært anleggsleder for Australia-prosjektet. En godt likt sjef med gode talegaver som likte å fortelle. For en ung sivilingeniør ble lunsjpausen interessant og lærerik. Ingen kantine, men kaffe rundt et langbord i nærliggende kontor. Plass for 10-12 ingeniører, alle med matpakke. Tema i samtalene (de yngre som tilhørere) ble som regel pågående prosjekter, spesielle hendelser i bransjen, ikke sjelden Australia. Quale, autoriteten, ble som regel supplert fra maskiningeniør Kjell Werenskiold, ingen historie tapte med Kjell som formidler. Reidar Aarset, systematikeren, han holdt seg i hovedsak til en multifaglig lunsjgruppe, ga en mer nøktern beskrivelse av Australiaoppholdet.

For å supplere kunnskapene om prosjektet fra lunsjpausene ble det lett etter andre med selvopplevd kunnskap. Jeg snakket med Kari som var privatsekretær for Fredrik Selmer. Hun roser sin gamle sjef som vennlig og lavmælt gentleman. Australiaprojektet var ikke mitt bord sier hun og tilføyer at når firmaet en sjelden gang fikk besøk fra byggherren i Australia, SMEC, ble jeg fristilt fra mine ordinære kontoroppgaver. Som lokalkjent Oslojente med førerkort og tilgang til høvelig bil ble vertskap og guiding midlertidig særoppgave.

I 1981 kunne Ing. F. Selmer A/S markere sitt 75-års jubileum. Boken «I første rekke» forfattet av Øivind Steen utgitt som del av jubileumsmarkeringen har et avsnitt om Guthega. Tre med førstehåndserfaring fra prosjektet, riktignok ikke i anleggstaben, men med gode kunnskaper om Australiaperioden er Per Christian, Anne-Lise og Roald - 9, 11 og 5 år ved utreise. Alle kunnskapsrike personer. Først et møte med Per Christian som senere introduserte Anne-Lise som igjen formidlet kontakt med Roald. De tre ble viktige kilder, med Roald kom det også bilder, bøker og flere opplysninger.

Dokumenter finnes gjerne i gamle firmaarkiver. Ikke her. Firmaets hovedkontor har flyttet 3-4 ganger, hver gang

med rydding - les makulering av unyttig stoff. Ved seneste flytting, nå som Skanska Norge, ble pensjonistforeningen invitert til dugnad. Dugnaden lokaliserte bilder som hadde overlevd alle adresse-endringer og senere sendt til asyl på Fjellsprengningsmuseet. Kollega Jarle har bidratt med en digitalisert serie bilder fra denne billedsamlingen.



Fredrik Selmer

ble født 1876. Ekte Nord-Møring født i Sunndal. Han tok eksamen fra Trondhjems Tekniske Lærestanstalt 1896, fortsatte med etterutdannelse ved Dresden Tekniske Høyskole, studerte statikk, deretter ansatt i entreprenørforretning i Dresden. Der ble hans møte med jernbetong en skjellsettende opplevelse og et livslangt kjærlighetsforhold. Han dro til USA for å lære mer om rådgiver- og entreprenørvirksomhet, men fastslo at europeisk/tysk teknologi lå foran. Han kom tilbake til Norge i 1906 i en periode med vanskelige markedsforhold, pessimisme og dystre utsikter.

Fredrik regnet med at det ville endre seg og etablerte samme år sitt entreprenørselskap med betong som spesialitet. Til tross for vanskelige markedsforhold både i startfasen, under første verdenskrig og i 30-årene så klarte firmaet seg.

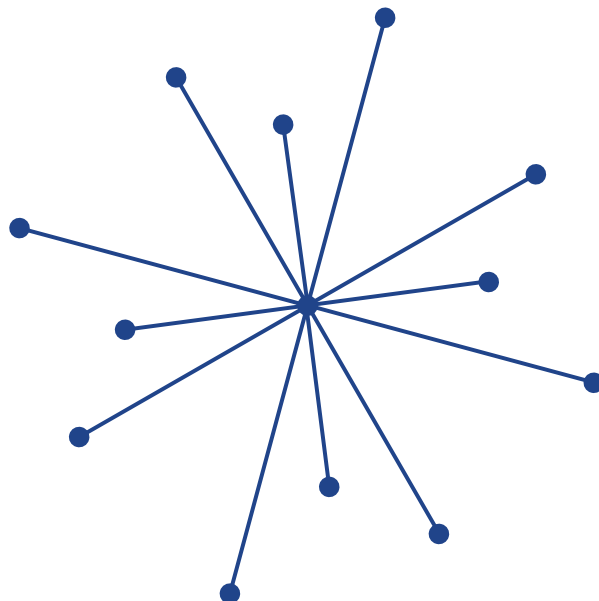
Førtiårene ga helt andre utfordringer. Først kampen med okkupasjonsmakten, så gjenoppbygging. Det meste strengt regulert. Staten gjennom Finnmarkskontoret til-delte arbeidsoppgaver i nord. I sør litt av det samme. Fortsatt var det dessuten slik at store deler av offentlig anleggsvirksomhet var forbeholdt Statens egne etater. Høsten 1946 ble selskapet satt under offentlig forvaltning mens etterforskning av aktiviteter i okkupasjonsperioden pågikk.

Det tok to år før saken ble henlagt høsten 48. Fredrik Selmer var 75 år da firmaet kastet seg ut i det dristige Guthega-prosjektet.

The Great Dividing Range - Vannskillet

Det var her det foregikk. New South Wales og Victoria ligger i den sydøstlige delen av Australia med Tasmania like utenfor og med Tasmaniahavet havstykket mot øst og New-Zealand.

De Australske Alper med kontinentets høyeste fjelltopp Mt. Kosciuszko (2228 moh.) og Olsens Lookout hindret nedbørsskyer fra Tasmaniahavet å nå de kjempemessige jordbruksområdene vestover. Nedbøren har gjennom århundrer i hovedsak flommet tilbake til havet uten nytte for samfunnet. Dette ville State Electricity Commission i Victoria forandre.



En historie i historien

Tiny of the SNOWY, The Father of the Scheme og flere hedersbetegnelser. Uttrykkene er brukt om sivilingeniør Olav Trygve Olsen, skippersønn fra Søgne og Kristiansand med eksamen fra Bergen tekniske skole i 1911 og hovedkarakter «Særdeles Tilfredsstillende», medlem av den norske ingeniørforening, den gang NIF nå Tekna, 21 år gammel, omgående ansatt i Bergensfirmaet Harald M. Irgens. Sjefen så talentet og foreslo etter kort tid videreutdanning, ikke nok med det, Irgens tilbød seg å finansiere tilleggsstudium ved den tekniske høyskolen i Hannover. Med utbrudd av første verdenskrig måtte studieoppholdet avkortes noe, det ble retur til Irgens i Bergen med oppdrag for BKK. Da BKK senere etablerte egen planavdeling ble Trygve overført dit.



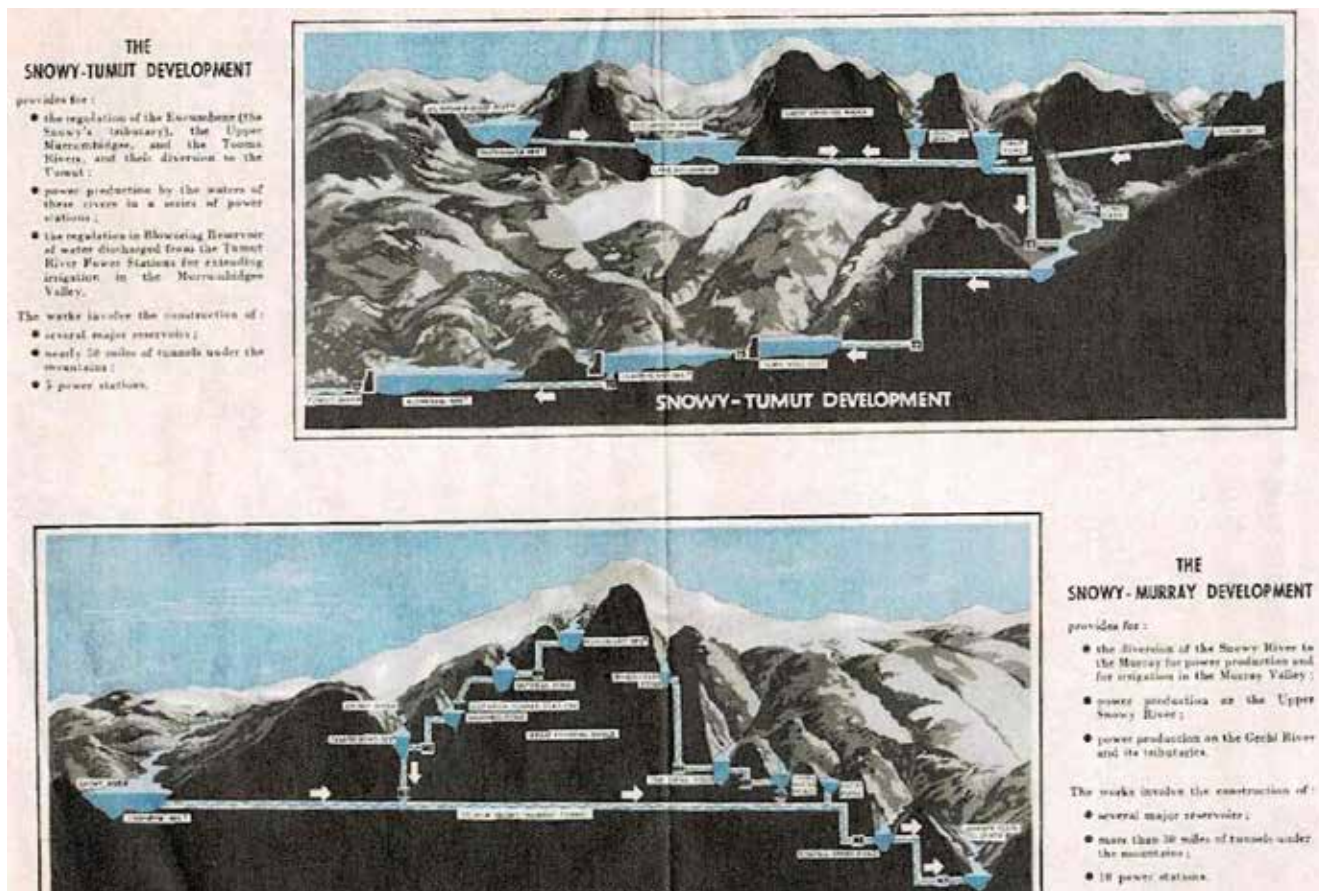
Olav Trygve Olsen – «Tiny of the Snowy» foran residensen i Snowy Mountains der han bodde i lange tider opptatt med forundersøkelser. Kone og sønn fulgte oftest med. Skolegang ble løst via radio.

1920 årene ble vanskelig for unge ingeniører, vannkraftutbygging og annet infrastrukturarbeid stoppet opp, ingeniørenes Amerikalinje en realitet. Olsen innså at ble nødvendig å emigrere med sin lille familie. Han ville til et land som hadde behov for hans kompetanse. Den britiske ambassade i Oslo langt på vei garanterte innpass hos State Electricity Commission i Melbourne. Det ble også en realitet¹.

Trygve registrerte fort at engelsk talespråk i Australia var svært forskjellig fra norsk skole-engelsk anno 1910. Han forsto svært lite av det de lokale sa. Det var gjensidig, han ble ikke forstått. Trening var nødvendig før oppmøte hos fremtidig ønsket arbeidsgiver. Kjøkkenjobb i restaurantbransjen ble løsningen. Etter noen måneders



Her får en stolt gutt bli med på jobb. Olav T. Olsen var også fysisk en stor person. Foto fra boken Veiviserne i Snowy Mountains av Øystein Molstad Andresen.



Bildet over: Viser i følge våre opplysninger generalplanene fra 1944 som skapte entusiasme i Victoria, New South Wales og viktige deler av administrasjonen i Canberra og som senere lå til grunn for beslutningen om å sette i gang Snowy Mountains utbyggingen i 1949.

heftig trening var talegavene bedre på stell. Trygve tok sjansen og oppsøkte State Electricity Commission, Melbourne. Som den Britiske Ambassade hadde sagt ble han omgående ansatt.

Gjerne kalt Trigger som erstatning for Trygve, gjennom års innsats på kontoret og år i fjellene for oppmåling ble han den sentrale strateg. Erfaringer fra Irgens og BKK lå i bunnen. State Electricity Commission hadde fullført sitt første kraftverk før Trygve begynte. Senere kraftverk i Victoria ble sterkt påvirket av hans synspunkter. Statene i Australia har stor selvstendighet som vernes av de lokale politikere, av og til over grensen til det absurde. I det stille jobbet Trygve og hans team med større planer som så bort fra lokale grenser. Planen som ble presentert i 1944 vakte entusiastisk oppmerksomhet også i

Canberra. Kraftstasjoner, lange tunneler, dambygging med digre reservoarer og overføring av vann til jordbruksområder vest for fjellkjeden. En plan med nasjonalt perspektiv. Politikerne i New South Wales og Victoria besluttet å samarbeide. Regjeringen godkjente planen som basisplan for beslutningen om gjennomføring av Snowy Mountains utbyggingen i 1949 og endret status til «et nasjonalt prosjekt». Nelson Lemmon, arbeidsminister i den nasjonale regjering omtales som den mest aktive pådriver.

Snowy Mountains Hydroelectric Authority

Regjeringen med statsminister Chifly vedtok byggestart i 1949. Få måneder senere tapte Labour parlamentsvalget og prosjektet hang plutselig i en tynn tråd. Den konservative Statsminister Robert Menzies som kom tilbake

¹«Veiviserne i Snowy Mountain» fra 2010 skrevet av Øystein Molstad Andresen med et interessant forord av daværende norsk representant i Canberra Ambassadør Lars A Wensell har en detaljert beskrivelse.

hadde i valgkampen omtalt prosjektet som et sosialistisk monster, snudde likevel, ble vannkraft-frelst og brukte overstrømmende ord i sin tale ved den høytidelige åpning av Guthega 23.april 1955.

Kort tid etter vedtak om byggestart etablerte regjeringen en ansvarlig organisasjon med ansvar for gjennomføring av The Snowy Mountain Scheme. Første Commisioner ble sivilingeniør William Hudson, opprinnelig fra New Zealand. Han tiltrådte i 1950. Et av de første tiltak var et brev til State Electric Commission i Melbourne med anmodning om å få frigitt Trygve Olsen for Snowy «vi trenger hans kompetanse». Svaret var «i nasjonens interesse et betinget ja» Tiny of the Snowy ble Sjefsingeniør.

SMEC, Snowy Mountain Engineering Corporation, også etablert 1949 for videre planlegging og behandling av tekniske spørsmål for gjennomføring av prosjektet. Det startet 1949 med planlegging og andre forberedelser for første trinn, det de selv kaller det ikoniske prosjektet i Snowy Mountains. SMEC består. Det startet som offentlig eid, senere overdratt til ansatte, videresalg og omstrukturert til et i dag et betydelig rådgivningsselskap som opererer internasjonalt med medarbeidere og kontorer i Asia, Afrika, Oceania og Syd-Amerika. SMEC i samarbeid med Surbana Jurong har i dag 120 kontorer i 40 land og ca. 16.000 medarbeidere

Snowy Mountain Hydroelectric Scheme, den første etappe. Australia har et landområde på 7,7 mill. km². Topografi og lite nedbør begrenser vannkraftutviklingen. Det som finnes ligger i provinsene New South Wales, Victoria og Tasmania, dvs. i den sydøstlige delen av landet. Det er i dag bygd ca. 120 kraftstasjoner med totalt installert kapasitet ca. 7800 MW og ca. 1000 MW pumpekraft. Snowy Mountains andel utgjør ca. 50%. Vannkraftbransjen produserer knappe 10% av landets el-kraftbehov.

Selmers kontrakt gjaldt The Guthega Project, første byggetrinn i Snowy Mountains planen. Dam og inntaksbasseng ligger ca. 1600 m.o.h. og området får frost og snø gjennom en kortere vintersesong.

- Anbudsinnsendelse kom i februar 1951. Det var amerikansk, engelsk, tysk, fransk, italiensk og norsk deltakelse i konkurransen om et 100 MW vannkraftprosjekt. Byggherren valgte Selmer.
- Oppdraget var en avkortet totalentreprise som inkluderte design med beregninger og tegninger, alt bygningsmessig dvs. en 30 meter høy betongdam, en 4,8 km lang utstøpt 28 m² overføringstunnel, rørgate i dagen, kraftstasjon i dagen for 3 aggregater og alt av

luker. Byggherren leverte turbiner, generatorer, trafo og overføringslinjer.

- Berdal ble engasjert for planleggingsdelen.
- Kalkulert til å koste 100 mill. kr som etter Norges Banks indeks i dag ville tilsvare ca. 2 milliarder kroner. Byggeperiode på 33 måneder. Kontrakten ble signert i september 1951, dvs. Australsk vår. Det hastet med å komme i gang. Utstyr ble mobilisert og sendt med båt. Den første båten gikk mens kontraktsforhandlingene pågikk, ca. 5 uker før kontrakt var signert.
- Australia manglet arbeidskraft. Kontrakten angir derfor at minst 90% av arbeidsstokken skal komme fra Norge. Behov var anslått til 500 mann.
- SAS påtok seg persontransporten. Det var det største oppdraget for flyselskapet så langt. Propellfly som tok ca. 50 passasjerer, fløy om dagen. Turen til Australia gikk vestover og tok vel 100 timer inkludert overnatting på US østkyst, i California og på Honolulu.
- 400 anleggsarbeidere, spreke og litt mindre spreke, unge og ikke fullt så unge, ungkarer og ektemenn.

Byggeperioden

Detaljer er i liten grad tilgjengelig, men noe vet vi. Som del av kontrakten var det avtalt at bo og forpleiningsmuligheter for de de første puljer av arbeidsstokken var byggherrens ansvar. Selmer var nok kjappere i starten enn byggherren hadde forventet så her ble det knuffing, på grensen til streik. Unions (lokale fagforeninger) jobbet dagskift med fri lørdag – søndag var ikke i takt med en travel opptatt entreprenør. Arbeidsstokken fra nord ganske sindig besluttet at de var kommet for å jobbe og overtok styringen. En imponert byggherre ble tilskuer. Det samme skjedde senere med veivedlikehold, vinterdrift og snøbrøyting. Inntrykket gjestene fra nord fikk, skal ha vært mer eller mindre stopp av byggearbeid i vinterperioden, kanskje et dagskift på visse felter.

Guthegakontrakten innførte skiftordninger og full fart på de fleste avsnitt så langt dette var praktisk mulig. Starten på anleggsarbeidene ble imidlertid et mareritt. Kontraktsbilagene om geologiske og geotekniske forhold var ifølge Selmersiden misvisende. Byggherren innrømmet manglene, kritiserte sine egne og innledet forhandlinger. Vanskelighetene gjaldt grunnforhold generelt. Mer løsmasse i forskjæringer for tunnel, overgangssoner med porøst berg som krevde spesiell behandling utenfor alle forutsetninger. Australsk gruvemannskap vant med bergarten ble tilkalt for å håndtere overgangene til drivbart berg. Sandkvalitet egnet for betong mangle. Mer løsmasse i damfot. Damvolum betong økte med 50-60%. Etter lange forhandlinger ble partene enige om 7

måneders tidsforlengelse, kompensasjon for bristende forutsetninger og avtale om en betydelig bonus for overlevering innen avtalte frister.

Noen bilder gir inntrykk av arbeidsomfanget. Tunnelen viste seg å bli den tidskritiske utfordringen. Tilleggsavtalen, reddet nok entreprenøren fra et økonomisk problem av dimensjoner, men fortsatt var tidspresset stort, arbeidsstyrken ble langt på vei doblet, denne gang med lokal rekruttering. Brakkeanlegg, serviceanlegg og utstyr for øvrig måtte tilpasses. Byggherrens utsagn: «Når berget var der og normal drift i gang så stuffmannskapet seg aldri tilbake». I klart språk: Fin fremdrift.

Driftsmetode knemater. Basen Stavdal hadde sin læretid på Flåmsbanen.



Her er det foretatt arbeidssikring med sprøytebetong. Anno 1952-53.



Tverrslag.



Arbeidskrevende tunneldrift
 Arbeidssikring tilpasset
 behov, fra stål, treverk til
 sprøytebetong
 Til venstre: stålbuer og
 treverk. Til høyre ferdig
 støpt. Alt arbeidskrevende!



Bak ferdig
 tunnel.
 Foran ses
 støpeutstyr
 med trans-
 portør og
 luftdrevet
 trykkam-
 mer.



Godt med frisk luft og litt sol. Her del av tunnelteamet



Damavsnittet hadde andre utfordringer. Mer masse bort, ca. 60% mer betong inn.



Rørgaten er for oss uvanlig konstruksjon. Lang tunnel. Så en dagsone i greit lende, til slutt en del mer lik våre rørgater.

Til venstre: Vanntrykket øker. Her siste del av rørgate til kraftstasjonen.

Kraftstasjonsbygget i forgrunnen sto med taket på plass i mai 1954, klargjort for montasjestart.

I romjulen 1954 var det avtalt test av rørsystemet. Ved en misforståelse ble innløpsventilen åpnet før klarsignal. (det manglet en rørbitt). Rørsystemet fungerte perfekt, men vannmassen gjorde hærverk, noe verktøy mv. ble ødelagt og prøven måtte gjentas før frist 28. januar 1955. Det gikk bra.



Spreke karer.
Deler av rørgate-
teamet stiller opp
for fotografen.



Fredrik Selmer i
midten, her på
inspeksjon i
tunnelen
sammen med
representanter
fra byggherren
med anleggsle-
der Hartvig
Quale til venstre.
Pent antrekk,
kanskje ikke det
man ville bruke i
dag.



I siste del av april 1954 mottok Fredrik Selmer et kryptisk telegram fra Bunyang: Nå kan du komme. Vi er rede til å feire 17. mai. Han forsto og dro av gårde til anlegget for 4. eller 5. gang.

Gjennomslag i tunnelen nærmet seg. 8. mai gikk siste salve. Her klipper Eileen Hudson snoren fra toppen av tunnelloket i nærvær av en stor gruppe Guthega- notabiliteter, deriblant William (Bill) Hudson, øverste sjef for den totale utbyggingen.

Hektisk aktivitet var gjennomgangstonen fra dag én. Ved festmiddagen på anlegget samme kveld ble det ny og fortjent ros fra byggherren som kunne minne om at det gjensto vinter og 7 ubrukte måneder frem til de avtalte frist for avlevering. Med råsprengt tunnel klar for sluttarbeid og kraftstasjonsbygning klar for montasjearbeid var entusiasme og optimisme på topp.

I virkeligheten gjensto store og arbeidskrevende oppgaver. Vi har ikke detaljer, men vet at innsatsviljen var overveldende. Det ble hektisk, mange av de siste ukene gikk kritisk arbeid med 7 dagers uke, døgnet rundt.

I ettertid er det lettere å forstå Reidar Aarset med bolig i kraftstasjonsområdet når han sa «Jeg skal aldri mer ut på anlegg». Han i likhet med andre kolleger fikk føle innspurten på kroppen «Jeg var totalt utslitt, men vi klarte begge fristene». Bonusfristen var avtalt til 4 uker før 28. januar 1955, i praksis byggherrens første virkedag på nyåret klokken 24:00 den 3. januar 1955.

Tunnelstøp med opprydding var usikkerhetspunkt nr. 1. Alle jobbet med. Det ble sagt at kokken var sistemann ut. Han kom med en etterglemt sville. Det gikk på timen.

Var det kvinner med i anleggsdriften?

Hvis vi holder oss til Norge ca. 1950 og stilte det samme spørsmålet ville svaret bli ja, men bare som kokker, vaskehjelp og medreisende familie. Selmer hadde med henimot 15 familier til Australia-prosjektet. Ektefeller flest hadde nok med å ta seg av barn og familieliv. Kjøkkenpersonell ble ansatt lokalt, utelukkende menn. Helst kokker som forsto seg på norsk/nordisk kjøkken, gjerne av mønstret fra norske skip.

Etter hvert som mannskapsstyrken økte både tallmessig og i antall nasjonaliteter og et evig tidsjag måtte mye endres. Et eksempel var lønningsarbeidet. Aud fikk spørsmål om å hjelpe til på kontoret og sa ja. Hjemme var helsevesenet hennes gebet. Utbetaling av lønninger ble en interessant jobb. Den 3 år gamle sønnen som alltid måtte bli med på kontoret ble en liten maskot med

terapeutiske bieffekter, mens mamma ble en effektiv informasjonsmedarbeider kombinert med den egentlige jobben.

Det ble etter hvert kjent at bedriften fra Skandinavia ikke bare hadde med seg moderne teknikk, men også hadde med seg holdninger til arbeidsstokken som var annerledes. Respektfull behandling av alle ansatte, lite skrik og kommandering, god innkvartering og forpleining, nødvendig mental trøst når nødvendig.

Utreisen

40 år gamle ingeniør Hartvig Quale var anleggsleder på Mo i Rana da han ble valgt som leder for gjennomføring av Guthega-kontrakten. En stor utfordring både for Hartvig og for familien. Byggetiden var knapp, det gikk mot Australsk sommer. Alt hastet, anleggsleder dro ut pr. fly sammen med Fredrik Selmer tidlig norsk høst 1951. Familien Quale fulgte etter sjøveien med Wilhelmsens båt Troja, kaptein Iversen og norsk mannskap. Suez - området i begynnelsen av 1950 årene var usikkert. Avgang Norge ble forsinket og ruten endret til runding av Sør-Afrika. Reiseruten ble Oslo – Rotterdam for mer



«Å slippe en kvinne inn i tunnelene innebar at det kunne skje ulykker. Selv Dronning Elisabeth ble avvist. Mor var eneste unntaket for ingen kunne hindre legen som reddet liv». Sitat fra Peter Berents, sønn av dr. Ina Berents. Hun var årevis eneste lege i fjellene. Russisk født, gift med norske Hans Petter Berents. Legekoffert, Landrover og russisk pelskåpe. Berømmet for sin kompetanse. Foto: Peter Berents.

last, Dakar for enda mer, denne gang store kvanta korkballer som dekkslast, derfra nonstop langs Vest-Afrika kysten, rundning av Kapp Gode Håp, så Det Indiske Hav før landkjenning ved Fremantle, havnebyen for Perth, Vest-Australia. Deretter noen timer med fly til Canberra før siste etappe med bil til Cooma der familien bodde i 3 år. Andre sentrale personer var sivilingeniør Aarset også fra prosjekter i Rana. Karer fra Mo i Rana dannet en kjerne i prosjektet. Sivilingeniør Bjørnstad som ble nest-kommanderende kom fra avdelingskontoret i Tromsø.

Per Christian forteller nå i 2019 at båtturen som tok mange uker ble et mareritt for mor Ruth. 3 unge nordmenn som ikke alltid husket kjærlige formaninger, for enkelte medpassasjerer et svakt irritasjonsmoment eller kanskje et lyspunkt, helten var en myndig kaptein som holdt sin vennlige og beskyttende hånd over trioene. To hendelser glemmes ikke:

I moderat maksvær langs Vest-Afrika ble plutselig minstemann Finn savnet. Toppen av korklasten med et provisorisk rekkverk var et spennende tilholdssted, dog strengt forbudt for unge sjøfarere. Kapteinen kommanderte sakte fart og fullt søk uten resultat. Før full stopp og retur for leting i sjøen ble det kommandert ny sjekk. Finn ble funnet i en mannskapslugar, skjernet bak inngangsdøren ivrig opptatt av tegneserier. Ifølge Per, mors hår ble hvitt over natten.

Etter rundning av Afrikaspissen med kurs øst i det Indiske Hav ble skipet utsatt for sterk storm som utviklet seg til heftig orkan. Kapteinen beordret redningsvester på og klargjøring av redningsbåter. Deler av dekkslasten blåste over bord, tyngre last under dekk forskjøv seg mens skipet slet seg videre med markant slagside. Ankomst Fremantle en befrielse for mannskap og passasjerer, men sjokk for pårørende som ventet på kai.

Anne-Lise fortsetter og forteller at også familien Strøm reiste til Australia om bord «Troja» med kaptein Iversen: Avgang Oslo 5. mai 1952 med ankomst Melbourne 4. juli. Åtte uker om bord uten fast grunn under føttene var lenge, men spennende. Vi – mor, lillesøster og meg – hadde ikke viltre brødre, det holdt med meg og en dramatisk siste etappe.

Rotterdam, første by langt hjemmefra. Passasjerene fikk landlov. Jeg skulle følge 2. styrmann i andre gruppe angitt for tidlig ettermiddag. Lasting tok lenger tid enn antatt og styrmannen måtte kansellere bytur. Jeg ble utrolig skuffet og gikk til mamma for kontanter og deretter til styrmann

for skriftlig adresse på båtenes posisjon og kaiplass. Jeg lurte begge. Ingen stoppet 11-åringen som tok en solo byvandring. Skummelt område syntes jeg, men jeg fikk kjøpt sko som var mitt egentlige ærend. Veien tilbake ble vanskelig. Jeg fant ikke frem, søkte råd fra en mann som så ufarlig ut. Han så på lille meg, leste adressen, målte meg nok en gang og sa «det er nok best at jeg følger deg til båten». Han så gjorde, jeg kom vel om bord og reaksjonene på min utflykt var til å leve med. I Dakar ble det ingen landlov for meg. I Cape Town lå båten bare noen timer på reden. Deretter fikk vi den hardeste del av turen med «The Raring Forties» i full aksjon. Vi fikk landkjenning nær Melbourne.

Det ble siste seilas for skipet, det gikk rett til opphugging.

Cooma North ble vår skole. Jeg i tredje klasse. Etter de første skoleårene i Norge på St. Sunniva møtte jeg skolegang i Australia med kunnskaper i fransk, men blank i engelsk. Overgangen ble vanskelig, de første 5 månedene fikk jeg sitte sammen med Per Christian i første klasse. Lærerne ga oss ekstra omsorg så vi etter hvert klarte



Sr Anne Lise, den gang Anne Lise Strøm, datter av anleggsstyrer Arne Strøm. Vi fant ikke et ungpikebilde anno ca. 1950. Dette er fra Lunden Kloster i Oslo ca. 2015. Foto: Helge Erik Solberg.



Foto: Her feires bryllup. Foran brudeparet Elna og Joakim Beyer med forloverne Bjørn og Anne Berdal. Bak bruden i nasjonal-drakt, et trinn opp i vit skjorte «General Superintendent» Arne Strøm, som oftest sjefen når det kom til praktisk arbeid. Feiringen foregikk hjemme hos Quale i Cooma. Verten øverst til høyre.

overgangen til engelsk. Etter ca. 5 måneder ble jeg flyttet til mitt alderstrinn som var 3. klasse. Cooma High som Andreas (I Australia Andrew) fikk erfare var kjent for streng disiplin. Likevel, mobbing var et problem. Andreas fikk det vanskelig. Ganske snart fant gjengene med «New-Australians»-bakgrunn sin prygelknabe i en skoleflink og veloppdragen Vesteuropeer. Andrew ble flere ganger utsatt for bank og rå fysisk vold. Etter inngrep og initiativ både fra skole og familie ble situasjonen bedømt som uholdbar, dessuten mente lærerne at 13-åringen var klar for større akademiske utfordringer enn tilbudet på Cooma secondary kunne tilby. Løsningen ble Boarding School i Canberra.

Den lille norske kolonien i Cooma holdt godt sammen. Etter hvert ble det feiret både fødselsdager, 17. mai med brus, eggedosis, sekkeløp og tog. Jul- og nyttårsmarkering i varmt sommerklima var en ny og behagelig opplevelse. Ruth Quale som hadde bil var stadig ute på hjelpeoppdrag når Cooma-kolonien hadde problemer. Husker at jeg ble vekket midt på natten med beskjed om å løpe til Ruth for å be om assistanse da mor fikk et alvorlig illebefinnende. Jeg løp, banket på dører og vinduer til Ruth våknet, hun kom med bilen og fraktet pasienten til nærmeste sykehus.

Cooma 800 moh. har kort vinter og sjelden snø. På anlegget, derimot, og da spesielt i damområdet var det snø og full vinter. Naturligvis førte det til skisport og



Rundt hushjørnet en gruppe unge nordmenn opptatt med kakespising. Nr. 2, 4 og 6 trolig 3 stk. Quale.

konkurranser. Spreke anleggskarer konkurrerte om det «Australske» skimesterskapet med et hopp i 50-metersklassen. Den sprekeste i skibakken var telemarkingen Kåre Grunnsund. Området er i dag (2020) attraktivt vintersportsområde.

Vi opplevde både gleder og sorger.

- En pappa og formann som omkom i trafikkuulykke
- Glade fødsler, den gang hjemmefødsler. Da Timmy Eriksen ble født tok det ikke mange timer, langt på natt, før hele kolonien troppet opp med sprudlevann for å gratulere og hilse den nye verdensborgeren velkommen.
- En arbeidsulykke med dyp grøft og utstøping, noe som gikk veldig galt og kostet flere menneskeliv.
- Og alle kenguruene. Bilene måtte utstyres med en kengurubeskyttelse.

- Det ble feiret bryllup. Jeg tror det var den tyske lutherske pastor Renner som foretok vielsen. Det foregikk i anleggssjefens bolig. Det antydes at barskapet gjorde tjeneste som alter, dekket med høvelig duk, kors og mer.
- I Australia er kristendom dominerende trosretning, mest katolsk deretter anglikansk. Det norske anleggs-folket måtte organisere sitt protestantiske utgangspunkt best mulig og sjømannspresten besøkte anlegget flere ganger.
- Jeg husker konfirmasjon den 11. november 1952. Sjømannskirken hadde kommet til Australia samme år. Første mann ut var pastor Leif Frivold. Etter avtale med Svenske Kyrkan i Utlandet fikk Frivold arbeide fra den svenske sjømannskirken i Melbourne, betjente også nordmenn i Sydney og nå også Guthega.

Vi barn hadde liten innsikt i det som foregikk oppe i fjellet, vi så pappaer komme ned til helgen og forsvinne grytidlig natt til mandag. Selv fikk vi, som barn i Norge, vanlige barnesykdommer og ble behandlet, gjerne av Dr. Wes. I det hele tatt var forholdet til old Australians meget godt.

Landmålere er viktig, og mange meldte interesse. Lars Mikkeltvedt var ansatt i et konsulentfirma i Trondheim tilflyttet fra Bergen som de forlot på grunn av vanskelige boforhold. «Jobben er din om du kan være i Australia i løpet av 14 dager». Han rakk ikke å spørre kona før han sa ja. Da temaet kom samme kveld var konas kommentar «når skal jeg komme etter?» Etter endt tjeneste på anlegget slo familien seg ned i Canberra.

Senere har jeg forstått at anleggslivet på Guthega, der som på anlegg i Norge, ikke var problemfritt. For enkelte ble ensomhet og savn av familie vanskelig. Turer til Canberra, den gang en liten by, gikk vel noenlunde greit. Sydney ble verre og flere skuslet bort oppsparte midler.

Avslutningsvis fortalte Anne-Lise at hun deltok da Snowy Mountains Hydro markerte sine første 25 år. Norsk innsats var ikke glemt. Anleggsdriften ved det første anlegget - «ikoniske Guthega» - ble omtalt med vakre ord. The Snowy Mountain Scheme ble sammenlignet med Tennessee-utbyggingen, større ble det sagt.

Per Christian som ble vårt første tidsvitne fulgte i sin fars fotspor, studerte og har senere som yrkesaktiv holdt seg dels til Ing. F. Selmer A/S dels Selvågbygg. Anne-Lise slo inn på en litt uvanlig retning. Hun forteller at hun ved hjemkomsten til Norge var bra i engelsk og fransk språk, men heller svak i norsk. Derfor gikk hun på skole for å forberede seg for videregående (gymnas) som ble «Katta». Min søken, mange spørsmål og kommentarer førte til at en av lærerne plutselig utbrøt at du snakker som en katolikk. Og katolikk ble jeg. Karrieren videre er godt kjent i entreprenørkretser, men det er en annen historie og i grenseland for Fjellsprengningsforeningens aktiviteter.



Her feires en ung gentleman, Roald fyller 8 år.

Vi takker Per Christian for det første møtet på Røa og begge for timene i Lunden kloster og tar til slutt med en av Anne-Lises historier: Da jeg var ferdig med seks års studietid under strengt regime i et fransk Dominikanerkloster og skulle overføres til Norge ble jeg hentet av mine foreldre. Det første min far sa da vi satte oss i bilen «nå drar vi til en restaurant så du kan få skikkelig mat». Det ble god mat, men katastrofe for magen. På veien videre mot Norge fikk vi biltrøbbel, radiatoren kokte. I bagasjerommet hadde jeg litervis med vann fra den hellige kilden i Lourdes. Til min svake fortvilelse ble dette vannet redningen. Vannet svarte til alle forventninger, turen videre gikk problemfritt.

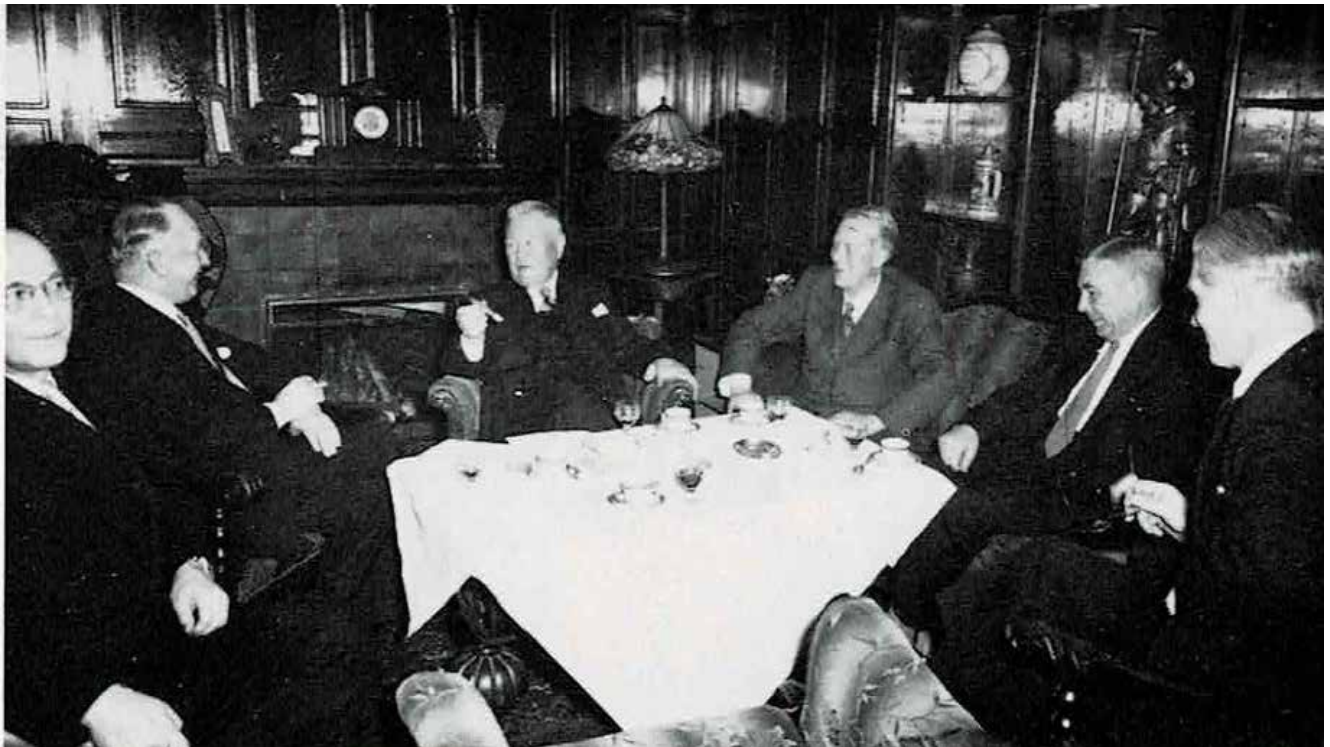
Sosiale forhold

I avisene kan vi lese om at dagens Australia fører en asylpolitikk som er strammere enn vår. Den gang, få år etter mangeårig verdenskrig var det fortsatt betydelig folkevandring forårsaket av krigens herjinger, endring av grenser og politiske/religiøse motsetninger. I Coomatraktene var det derfor mange innflyttere, gjerne omtalt som «New-Australians».

Vår kollega Reidar Aarset som vi senere ble godt kjent med på hovedkontoret i Hausmansgaten var en meget strukturert administrator. Del av arbeidsoppgavene var arbeidsforhold og kontakt med arbeidsstokken. Når han fortalte litt om prosjektet enten startet det eller avsluttet med utsagnet «Jeg skal aldri mer ut på anlegg!» og gjerne historier som berørte menneskelige forhold.

En del av de yngre arbeiderne bekreftet etter hvert at «ute bra, men hjemme best» forklart med savnet av en kjæreste eller familie som ventet i hjembygda. Andre, kanskje den mer ustabile, men rause varianten, ville også hjem før utløp av kontrakten. Mangel på de nødvendige midler førte til besøk på anleggskontore med spørsmål om lån, heldigvis få.

I sluttfasen av redigering kontakter vi Anne Lise for ytterligere billedassistanse. Det ordner seg, samtidig blir vi gjort kjent med et tredje tidsvitne. Roald Aarset som fem år gammel fulgte sin mor til Australia. Mor og sønn reiste med tog fra Mo i Rana til Marseille. Der ventet Skaubryn klar for seilas til Australia gjennom Suezkanalen via Ceylon (Sri Lanka) og andre destinasjoner før



Julebord for ledelsen i Selmer desember 1956. Her med unisont smil. (ikke hver dag) Lettelse over lykkelig avslutning i Australia? Kanskje. Fra venstre kontorsjef Hornslien, Overing. Christian Riege, Ing. Fredrik Selmer, Overing. Birger Nicolaissen, Siviling. Haldor Strøno og Overing Arne W. Holst.

dokking i Australia der pappa ventet på kaien. Roald supplerer med informasjon, litteratur og bilder og vi lærer at Guthega er damområdet mens kraftstasjonen ligger i Munyang der flere familier dannet en egen koloni i anleggsmiljøet. Familier med bosted Munyang fikk et nært forhold til anleggsaktivitetene.

Sønnen Roald Aarset som også opplevde barneår i anleggsmiljøet ble vårt tidsvitne nr. 3. Han også sivilingeniør med fagområde telematikk.

Alle vel hjemme i gamlelandet

Ikke alle. Et tredvetalls medarbeidere gjorde Australia til nytt hjemland. Noen i arbeidsstokken begynte hos amerikanerne som fortsatte utbyggingen etter Selmer. Ikke mange, men noen døde i arbeidsulykker, trafikkuulykker eller sykdom.

Heder til Ragnhild

I engere Selmer-selskap slik jeg opplevde det, var det nokså vanlig å skåle for Ragnhild. Fredrik Selmer var godt voksen før han giftet seg. Datteren Ragnhild var eneste etterkommer og i utgangspunktet enearving. Lorentz Selmer, disponent og leder var nevø av Fredrik. Ragnhild fulgte sin far på turer til Australia. Hun var da i tidlig i tyveårene. I dag ville hun trolig fått utdanning rett mot bransjen, muligens tatt tøylene, men den gang var nok det en umulig tanke med en kvinnelig leder i et så mannsdominert yrke.

Gutta på tur. Her spriker historiene. Den jeg har oftest hørt går ut på at tre karer var på seiltur i Østen og havnet

i Sydney. Det ble antydning at det skortet på valuta. Fra Sydney var det ikke langt til Guthega og norsk virksomhet. Carl Krafft, en av seilerne dro dit og ble ansatt. Før krigen hadde Carl vært styrmann i Wilh. Wilhelmsen. Han tjenestegjorde under krigen i den norske marinestyrken i England (senior service), etter hvert som pilot på Catalina flybåt i jakt på tyske ubåter fra base på Island. Han er omtalt som elegant, verdensvant, men eldre enn Selmers datter som han senere giftet seg med. Når Carl Krafft nevnes har det sammenheng med senere antagonisme, og slik jeg ser det lite overveid håndtering fra selskapets side av situasjoner som oppsto og som til slutt resulterte i et uheldig salg av selskapet. En gruppe ansatte med aksjer i selskapet sviktet Fredriks opplegg. Sluttkommentarer. Ingen tvil om at prosjektet ble ansett som et eventyr i publikums øyne. Et norsk firma med kjempekontrakt langt hjemmefra. I mange år fremover fikk firmaet spørsmål fra interesserte om mulig jobb i Australia. Selmer har senere hatt stor virksomhet ute, boligbygging i Vest-Afrika gikk bra. Kaibygging var favorittøvelsen med suksess bl.a. i Thailand, Egypt, Senegal og Elfenbenskysten.

Australiaperioden resulterte i svekket innsats i Norge. Det er en vanlig oppfatning at Selmer tapte deler av vannkraftmarkedet til konkurrentene, først og fremst til Furuholmen, Høyer-Ellefsen og Astrup-Aubert.

Mange som har jobbet ute noen tid erfarer at ervervet kompetanse ikke verdsettes, Australia-ingeniørene intet unntak fikk vi høre.

Referanser

¹ Øyvind Steen er forfatter av boken «I første rekke» skrevet til 75-års markeringen av entreprenørselskapet Ing. F. Selmer A/S (1906-1981). Boken er datert oktober 1981, samtidig som selskapet fikk ny eierstruktur. Siste avsnitt er en refleksjon over anleggsvirksomhet og avsluttes slik: Ingeniør F. Selmer A/S er en bedrift med vidtrekkende virksomhet, og samfunnet vil i fremtiden stille stadig nye krav. Dette er en utfordring bedriften må sette alle ressurser inn på å møte. Klarer den det, vil Selmer som bedrift fortsatt kunne utvikle seg og være i første rekke. Slik gikk det ikke. Øyvind forlot selskapet, men ikke bransjen og heller ikke forfatterskapet.

² Per Christian Quale, sivilingeniør med arbeidsinnsats vekselvis Selmer henholdsvis Selvaag. Hans tilknytning til Selmers Australiaprojekt går gjennom familieforhold. Det var vanlig at anleggsledelse med familier bosatte seg i det aktuelle område for anlegg som varte i flere år. Der ble det skolegang, språkkunnskaper og møte med skikker og levemåte.

³ Anne-Lise Strøm, datter av anleggsbestyrer Arne Strøm som var firmaets Superintendent i anleggsområdet, reiste med mor og søster for familiegjenforening i Cooma, en mindre by i rimelig avstand til anleggsområdet. Situasjonen ble en parallell til Per Christians opplevelser, men med noen år flere år bak seg kanskje litt andre opplevelser.

⁴ Roald Aarset, sivilingeniør NTH telematikk. Vi har før nevnt at far Reidar var systematiker. Han fornektet seg ikke. Bilder fra Guthegaperioden er tatt vare på fra far til sønn. To bøker om Australia og Guthega gir verdifull tilleggsinformasjon. Både historien om ingeniøren fra Søgne og den kvinnelige legen med russisk bakgrunn og gift med en nordmann er omtalt i bøkene.



Foto: Eivind Kolle, portalen ut mot Hardangerbrua.

SPRØYTEBETONGENS HISTORIE I NORGE

Reidar Kompen

Innledning

I dag er sprøytebetong selvskreven og uunnværlig til sikring/forsterkning av tunneler og bergrom i Norge. Sprøytebetong benyttes som sikring i hver eneste ny tunnel som bygges, rutinemessig på så godt som hver eneste tunnelmeter. En kan knapt tenke seg å drive en tunnel uten å ha mulighet for å sikre med sprøytebetong. Bergmassekvaliteter som tidligere var tidkrevende og problematiske å drive gjennom håndteres raskere og sikrere, takket være en pålitelig teknologi med høykapasitets sprøyterigger og fiberarmert våtsprøytebetong.

Slik har det ikke alltid vært. Sprøytebetongteknologien i Norge har blitt utviklet i rykk og napp, hovedsakelig i løpet av de siste 30-40 år. Spesielt må framheves den voldsomme utviklingen som skjedde rundt 1980.

Samtidig som fiberarmert våtsprøytebetong påført med robotutstyr har blitt mer spesialisert og industrialisert til bergforsterkning, har håndholdt tørrsprøyting blitt spesialisert til reparasjon av skadet betong. Dette spesialistfaget blir ikke omtalt i det etterfølgende. Det betyr at håndholdt sprøyting heller ikke får plass. For ikke å glemme tar vi med tre bilder som viser noe av utviklingen

Utviklingen av sprøytebetongteknologien har først og fremst blitt drevet framover av praktikere, av folk som hadde evne og drivkraft til å få noe til å fungere i praksis. Det akademiske miljøet har hele tiden overtatt det som praktikerne utviklet. Historien er en beretning om endringer i markeder og aktører, men kanskje enda mer beretningen om enkeltpersoner som evnet å heve blikket og som våget å konkurrere på teknologiutvikling.

Det hele startet tidlig i det tyvende århundre.



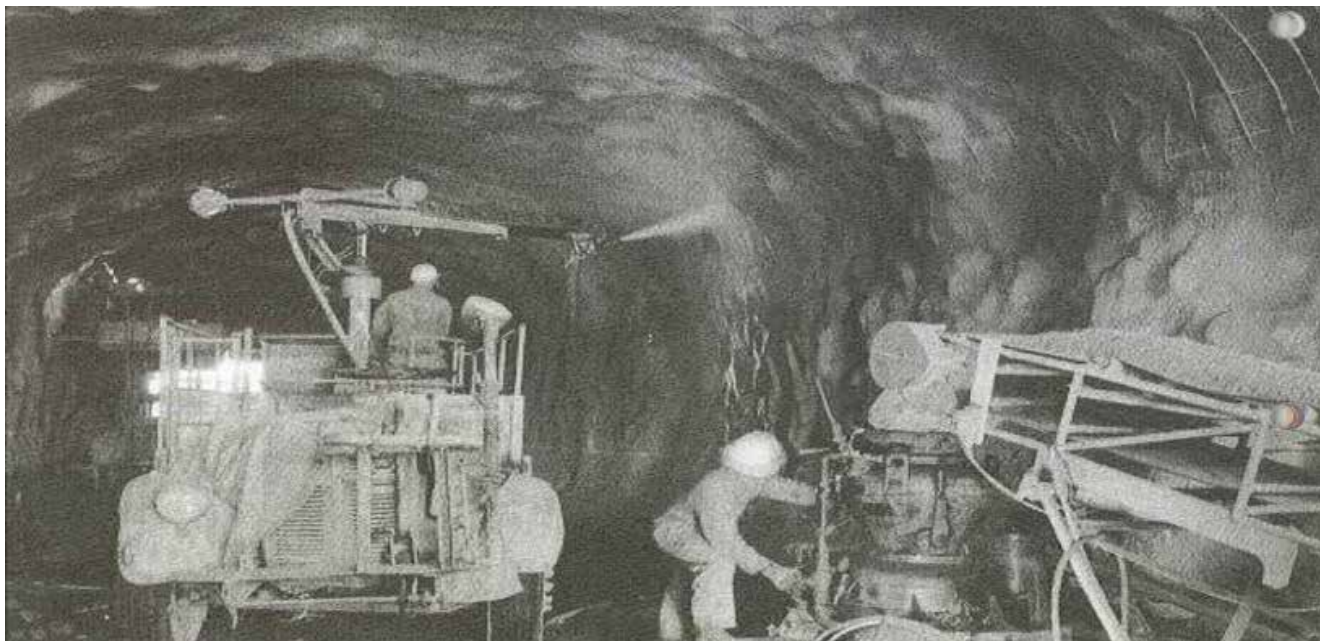
Sikrer et rasfarlig område for NSB, Dovrebanen ca. 1965. Ros fra Byggherren for utførelsen, Arbeidstilsynet noen år senere brukte bildet til skrekk og advarsel, «Kurven» var festet med kjerringknuter. Foto: Entreprenørservice



Tørrsprøyting. Ordinær sprøytejobb. Her med beina på bakken



Bra arbeidsforhold for Finn Maurbråten i aksjon på Elgen i Festningstunnelen ca. 1987 Foto: E-Service



Våtsprøyting med Semskruen på Vegvesenets Skarvberg tunnel i 1965 med Selmer/Entreprenørservice som entreprenør.
Foto E-Service

Fra starten fram mot 1980

De første "Retningslinjer for Sprøytebetong" utgitt av "Norsk Betongforening tilknyttet NIF" kom ut i 1971. Allerede i 1976 ble en komite nedsatt for å revidere og ajourføre retningslinjene, og disse ble utgitt som Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7 i juni 1979. Denne Publikasjonen gir følgende beskrivelse av historikken og utviklingen av sprøytebetong i Norge fram til 1979:

Sprøytebetongen ble tatt i bruk i Norge til mindre reparasjonsarbeider og forsøksvis brukt til sikringsarbeid i midten av 1950-årene. Norges Statsbaner var tidlig ute og tok i bruk sprøytebetong til sikring av tunnelåpninger, mens Forsvarets Bygningstekniske Korps brukte sprøytebetong ved utførelse av frittstående eternitthvelv. Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen tok i bruk sprøytebetong på Auraanlegget i 1954.

Det var imidlertid først i begynnelsen av 1960-årene at metoden ble brukt i større målestokk. Oslo kommune ved Prosjekteringskontoret for by- og forstadsbaner brukte sprøytebetong som permanent forsterkning i deler av Oslo tunnelbaneanlegg. Det ble bl.a. påført ca. 41000 m³ sprøytebetong i tykkelser på 6-8 cm på kalkleirskifer,

Ved Ulriken-tunnelen i Bergen, hvor bergarten for det meste er krystallin grønnskifer og gneis, lot Norges Statsbaner hovedparten av sikringsarbeidene utføre med sprøytebetong i begynnelsen av 1960-årene. i alt ca. 100.000 m³ er sikret med 2-3 cm uarmert sprøytebetong.

NVE utførte sikringsarbeid med sprøytebetong armert med nett på Auraanleggene i 1954 og på Tokke kraftanlegg i 1960. Statens vegvesen tok i bruk sprøytebetong til sine vegtunneler og skjæringer i perioden 1962-67.

Robotmetoden ble introdusert på Tokke 2 i 1963, og har siden blitt brukt ved en rekke større anlegg.

Et av de største sikringsarbeider ble utført ved Rendalen kraftverk, der det i perioden 1967-70 ble sprøytet i alt ca. 105.000 m² armert og uarmert sprøytebetong med middelt tykkelse 10 cm. Bergarten ved dette anlegget var hovedsakelig horisontalt lagdelt sparagmitt, men med store geologiske variasjoner som gjorde driftsforholdene særdeles vanskelige. Systematisk robotsprøyting ble gjennomført i stor utstrekning som alternativ til full utstøping på stoff.

Robotene gjør sitt inntog

Det var imidlertid ikke bare ved fjell- og underjordsar-

beid at sprøytebetong ble tatt i bruk. Metoden er også etter hvert anvendt ved reparasjon av en rekke kai og damanlegg, av brannskadd eller på annen måte svekket betong, for forsterkning av murverk og tetting svakt murverk. Som eksempel på frittstående, rene sprøytebetongkonstruksjoner nevnes Candela-skallet ved Frognerparken i Oslo. I den senere tid er metoden også brukt ved oppføring av grunnmurer og vegger for småhusbebyggelse.

De tidligste erfaringer med sprøytebetong i Norge var ikke ubetinget gode. Ved enkelte arbeider fikk man bom på større eller mindre partier. Vanngjennomgang og frostsprengning forekom, noe som førte til nedrasninger og kostbare reparasjoner. Vi hadde tilsynelatende større problemer med sprøytebetongen i Norge enn i andre land.

Uensartet praksis på grunn av manglende spesifikasjoner og dårlig kontroll gjorde det vanskelig å analysere og vurdere de reelle årsaker til vanskelighetene. Medvirkende var utvilsomt at en riktig forståelse av bruken av sprøytebetong krever mer teoretisk bakgrunn enn den praksis som var gjeldende for andre former for sikringsarbeid. Rensk og sikring med bolter og nett var ofte overlatt til folkene på stuffen, samt den stedlige anleggsledelse og kontrollør. Møtte man større problemer ble enten geolog eller bygningsteknisk konsulent trukket inn.

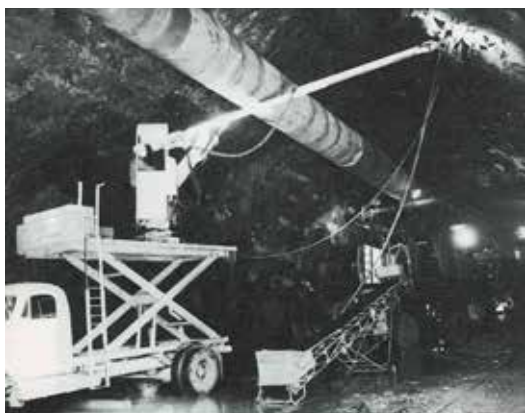
Ved fjellsikring krever sprøytebetong både bergmekaniske og betong-teknologiske kunnskaper. Så vel en geolog som bygningsingeniør uten spesialerfaring kan ha manglende forutsetninger til helt å bedømme for-

holdene. Det kunne hende at de to fagområders avhengighet av hverandre ikke ble tilstrekkelig ivaretatt. Dette gjaldt både for den generelle bruk av sprøytebetong i denne perioden, som for selve utførelsen og kontrollen. Resultatet ble derfor at sprøytebetongen fikk et dårlig ry om konstruktivt byggemateriale, og at en rekke byggherrer og konsulenter stilte seg skeptiske for bruk av sprøytebetong.

Selv om det teoretiske grunnlag for sprøytebetongen ennå på langt nær er avklart, har man dels takket være Norsk Betongforenings retningslinjer, dels gjennom kursvirksomhet i Teknas regi og nye fagkombinasjoner ved NTNU kommet noen skritt videre når det gjelder bruk, utførelse og kvalitet.

Økende arbeidslønninger og dermed høyere priser som slår mest ut på arbeidskrevende deler har gjort sprøytebetong stadig mer aktuell. I senere år vært alminnelig at sprøytebetong inngår i beskrivelsen på anbudsstadiet ved ethvert større fjellanlegg.

Et spesielt forhold i Norge har vært at man de siste årene har sett en markant overgang fra tørrmetodene til våtsprøyting – først og fremst av produksjonstekniske grunner. Mens man for tørrsprøyting kun kan regne med praktisk arbeidskapasitet på 6-10 m³ pr. skift, er kapasiteter på det dobbelte alminnelig for våtsprøytemetodene og enkeltkapasiteter på opp til 51 m³ pr. skift er referert. Dette har delvis gått på bekostning av de kvalitetskriterier som hittil har vært benyttet - først og fremst høy trykkfasthet som nå tillegges noe mindre vekt enn tidligere. Spesielt har det også vært at norske entreprenører i et forholdsvis lite marked, har tatt i bruk et forholdsvis



Bildet viser landets første sprøyterobot i 1963 på Tokke 2. Referanse: Dir. Arne Wabakken i boken «Sørvicen» fra 1997. Fotograf ukjent, trolig fra NVE eller ES.



Omtalt som moderne robot for NSB fra tunnelen Asker-Lier anno 1967



Skanska/Stabilator rigg fra 70-årene. Bilde er tatt på Lysaker.

stort antall maskintyper, noe som har gjortsammenlig-
ning av data vanskelig. Diskusjonen omkring tørrsprøy-
ting kontra våtsprøyting har derfor i noen grad kommet
bort fra sprøytebetong som produkt og over i produk-
sjonstekniske detaljer om preletap og om bruk av kjemi-
kalier for å oppnå maksimal produksjon.

Siste tilskudd i utviklingen er fibertilsetning i sprøytebe-
tong. Forsøk hittil synes lovende og varsler en helt ny
epoke i bruk av sprøytebetong så snart metoden kom-
mer over i en pålitelig produksjonsfase.

Status, før revolusjonen

Fram til omtrent midten av 1970-tallet var hoved-
sikringsmidlene for tunneler og bergrom rensk, innstøpte
kamstålbolter, fjellbånd og nett, og full utstøpning der
bergmassen var av dårlig beskaffenhet. Rensken var
viktig og ble gjentatt under tunneldrivingen, som
salverensk, ukesrensk, evt. gjentatt etter behov og
endelig sluttrensk. Sprøytebetong ble hovedsakelig
betraktet som et supplement som kunne stabilisere
småfallent fjell. Tunneldrivingen var først og fremst
knyttet til vannkraftanlegg, hvor det spilte liten rolle om
det falt ned stein eller blokker, -så lenge det ikke
reduserte vanngjennomstrømming tverrsnittet for mye.
Overføringstunnelene ble tappet fra tid til annen for å
renske ut nedfall og evt. foreta ettersikring. Veg- og
jernbanetunneler måtte vedlikeholdsrenskes årlig, evt.
oftere.

Der sprøytebetong ble benyttet var den som regel
uarmert og utført som tørrsprøyting. Nettarmert sprøy-



«Trixer» mobilt blandeverk bygget av Stabilator tidlig 70-tall.

tebetong ble også benyttet i noen grad, men det var en
nærmest umulig oppgave å forme armeringsnettet etter
den utsprengte fjelloverflaten. Arbeidet tok lang tid
under usikkert fjell, og det trengtes store volumer
sprøytebetong om nettet og betongen skulle få samvirke.
I gamle tunneler ser en i dag ofte at armeringsnettet
bare delvis er sprøytet inn samt sandlommer og dårlig
kompaktering bak nettet.

Status for sprøytebetong på 1970-tallet kan karakterise-
res av følgende innbyrdes motstridende sitater fra den
refererte teksten i NB 7 fra 1979:

- "Man hadde tilsynelatende større problemer med
sprøytebetongen i Norge enn i andre land."
- "Resultatet ble derfor at sprøytebetongen fikk dårlig
ry som konstruktivt byggemateriale, og
en rekke byggherrer og konsulenter stilte seg ofte
skeptisk til bruk av sprøytebetong."
- "Kvaliteten av sprøytebetongen er som følge av for-
bedret betongteknologi og kontroll, samt utvikling av
nytt maskinelt utstyr, blitt vesentlig forbedret, således
at sprøytebetongen i dag har oppnådd anerkjennelse
som et fullverdig betongprodukt."

Både skeptikerne og entusiastene i NB-komiteen fikk
med sine utsagn.

De enkelte entreprenørene benyttet ulike metoder og
utstyr. Tørrsprøytemetoden og våtsprøytemetoden lev-
de side om side, i konkurranse med hverandre. En av de
store aktørene, Entreprenørservice A/S, holdt seg enda
til tørrmetoden som var den "tradisjonelle" og domine-

rende metoden. Deres samarbeidspartner og forbilde var svenske Stabilator. Betongproduktet kunne bli riktig bra, men metoden ga et veldig høyt prelltap og mye støv, og det gikk gudsjammerlig seint.

Ing. Thor Furuholmen A/S var den andre store aktøren. I 1971 var de vel i gang med sprengningsarbeidene på kraftanlegget Aurland I. Prosjektet startet med tørrsprøyting, men det var behov for en rask og effektiv metode for å utføre permanent sikringen av kabeltunnelen. Den gang så unge Knut Garshol, den første geologen ansatt i et entreprenørfirma, kom med ideen om å sprøyte våtmørtel og bruke en Putzmeister KK139 stempelpumpe med kuleventiler.

Vannglass akselerator ble tilsatt i munnstykket fra en to-kammer tank satt under trykk. Våtmetoden fungerte så bra at det ga T. Furuholmen AS en "stjernestatus", og en sterk motivasjon for å utvikle og forbedre metoden videre. Garshol kunne snart dele utviklings-ansvaret med sin kollega Tom Melbye. Stempelpumpa var egentlig en mørtelpumpe med små dimensjoner, og var fintfølende og ga ofte propp. En ikke uvesentlig andel av betongvolumet ble rensket ut av utstyret og havnet på sålen. For å få noe gjennom pumpe og slange krevdes mye sement, maksimalt 8 mm kornstørrelse og svært bløt konsistens. For å få betongen til å henge på berget trengtes høy akseleratordosering. Første prioritet var derfor å finne mer egnet utstyr samt å forbedre ferskbetong-egenskapene. I dette arbeidet var ingen ideer for "ville" til ikke å bli prøvd.

Våtsprøytingen i kabeltunnelen ved Aurland I anlegget fungerte godt nok til å gi basis for videre utvikling med den vesentlig større stempelpumpen Putzmeister KK215. I løpet av seinere byggetrinn i Aurland ble våtmetoden vel etablert, og til og med Sem-Skruen var av og til i bruk for sprøytebetong. Første gangen nyheten om våtsprøytebetong ble presentert var ved Fjellsprengningskonferansen i 1972 og ved Kursdagene ved NTH i 1973 (ved Knut Garshol).

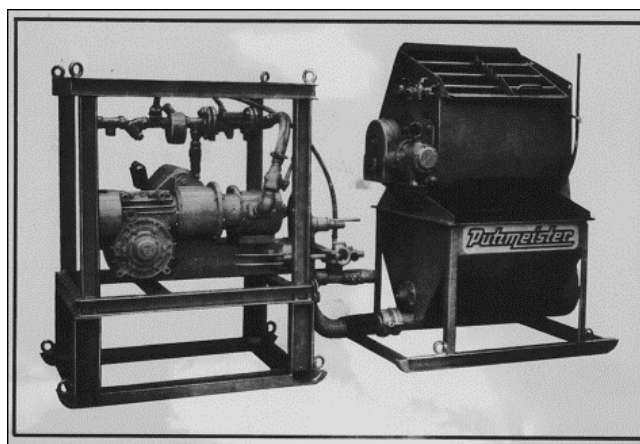
Framgangen med våtsprøyting førte til at Ing. Thor Furuholmen A/S måtte utvikle en robotarm for å håndtere munnstykket. Slangen ble for tung og manuell sprøyting begrenset kapasiteten for mye. Den første obotarmen ble konstruert av Kaare Scherven som en leddet bom der operatøren satt på et dreiebord midt på bommen. Denne armen ble montert på traktorunderstell og ble brukt som en separat enhet i kombinasjon med tørr- eller våtsprøyte etter behov. Som så ofte skjer i



Tørrsprøyting. Kvalitet bra, men mye støv, stort prelltap og beskjeden fremdrift. Foto fra Ola Woldmos foredrag.



BM Trac bygget for E-Service 1981.
Foto: Bolinder-MunkteLL/E-Service



Putzmeister KK 139 var den første monopumpen brukt av Furuholmen i Aurland



Sprøyterobot bygget på Cat 944 ca. 1978 av Furuholmen/AMV. Foto fra renseanlegget i Slemmestad/Asker

utviklingsvirksomhet, ble også våtsprøytebetongens framgang fulgt av tilbakeslag. Sprøytebetong som bergsikringsmetode kunne ha fått en skikkelig knekk etter alle rasene i vanntunnelen til Rafnes. Tunnelene var drevet og sikret av Furuholmen A/S i 1975-76, og Furuholmens prestisjetunge sprøytebetong var et hovedsikringsmiddel. Etter vannfylling fikk tunnelsystemet flere ras som blokkerte, og sprøytebetongen "fikk skylda". Enkelte ville gjerne erklære sprøytebetong ubrukelig som sikringsmiddel. Så godt som all ettersikring ble utført med full utstøping. Det kan nevnes at i de sonene som kollapset ble det påvist meget aktiv svelleleire.

Slemmestad renseanlegg (1978-80) var et av de første prosjektene hvor Furuholmens våtsprøytebetong ble brukt i riktig stort omfang, et referanseprosjekt på denne tiden. Her ble det brukt både robotsprøyting, silikastøv i betongen, skruerpumper (S8 monopumper) og Putzmeister KK215. Totalt volum sprøytebetong var mer enn 10.000m³. Samme robotdesign som før hadde blitt mon-

tert på traktor ble oppskalert til Caterpillar 966 chassis, som også var bærer for betongpumpa, akseleratorpumpa og akseleratorpumpe. Man hadde nå en selvgående, integrert enhet som reduserte flytt- og riggtider til et minimum. Ved dette anlegget ble det også eksperimentert med stålfiberarmering i stedet for armeringsnett. Furuholmen benyttet snart utelukkende våtsprøyting på sine anlegg. Den første undersjøiske vegtunnelen, Vardøtunnelen under Bussesundet, var en av dem.

En tredje storaktør, Høyer-Ellefsen A/S, benyttet våtsprøytebetong og Semskrue som "pumpe". Semskruen var en norsk oppfinnelse, og oppfinneren var Bjarne Sem. Utstyret og metoden fungerte når betongsammensetning og -konsistens var ideell. Utstyret var spennende å bruke, (mange ville sagt farlig), så spennende at det neppe ville bli akseptert brukt i dag. Foruten propp besto problemet i å stenge for trykkluften og stoppe betongstrømmen før utstyret var tomt. Akseleratoren som ble brukt den gangen og i de neste

ca. 25 årene, var vannglass (natriumsilikat) produsert av Thors Kjemiske A/S i Lørenskog. Silikat var blitt benyttet som akselerator i tørrmetoden og med godt resultat tidligere. Dette produktet viste seg langt seinere å være et heldigere valg enn noen hadde vært klar over. Vannglasset viste seg å gi mindre fasthetstap, og var mindre aggressiv mot hud og kropp for sprøyteoperatørene enn vannglassprodukter og seinere aluminatbaserte produkter benyttet for eksempel i Mellom- og Sør-Europa. Dette skyldes i første rekke renere råmaterialer og en gunstig produksjonsprosess.

Tørrsprøytemetodens fordeler var god til eksellent kvalitet (innimellom), lette slanger og munnstykke, og mulighet for stor avstand mellom pumpe og munnstykke. Ulempene var lav kapasitet og meget stort prelltap. Risikoen for å sprøyte inn prellemasse var derfor stor, og det skjedde til stadighet. Et viktig argument var at tørrsprøytemetoden ikke var avhengig av en størknings-akselerator. Våt-sprøytemetodens fordel var høyere kapasitet, mye mindre prelltap og vesentlig mindre støv. Ulempene var pumpefølsomhet og den store kvalitetsreduksjonen som følge av høye akselerator-doseringer.

Kvaliteten på utført sprøytebetong var mer varierende enn noen likte å innrømme. Det gjaldt både materialkvalitet og tykkelse. En del av det som ble utført kunne bedre karakteriseres som sprøytemaling enn som sikring. Diskusjonen gikk høylytt og engasjert om det var glansbildene eller skrotet som var representativt. I 1977 publiserte svensken Hans Ryttinger, Stockholm Havn Materialprovningsanstalten, en undersøkelse av sprøytebetongkvalitet. (Nordisk Betong nr. 5:1977.) Av hans 281 kjerneprøver fra 11 anlegg ble 56% karakterisert med "Kassation", 18% med "Smårrer anmerkningar" og 26% med "Utan anmerkningar". Det var neppe noen i Norge som likte å tro at situasjonen hos oss selv var tilsvarende dårlig.

Diskusjonene på NIF-kursene med sprøytebetong som tema den gangen var engasjerte og livlige. Mange uttrykte seg uforbeholdent om sin metodes fortrefelighet. Den som tenkte på å ytre seg negativt om noen metode, noe utstyr eller noen sprøytebetong burde skaffe seg livvakt først. Det var en kamp om å overbevise om hvilken metode som var best, tørrsprøytemetoden eller våtsprøytemetoden, og det var en kamp om hvilket våtsprøyteutstyr som var best. Spesielt de meget opphetede diskusjonene man hadde om Semskruen og kanskje enda mer om Sem-munnstykket, var til dels av meget høy underholdningsverdi.

ROBOCON revolusjonerer

Omkring 1978 startet en bemerkelsesverdig utvikling av sprøytebetongteknologien i Norge. I løpet av to år ble situasjonen fullstendig forandret. Den som startet og ledet utviklingen var Hans Petter Thorsteinsen, leder av sprøytebetongavdelingen i Høyer-Ellefsen AS. Thorsteinsen hadde bakgrunn som verksmester på norske fjellanlegg og hadde på 1970-tallet tilbrakt flere år på tunnelanlegg i Chile. Ved returen til "gamlelandet" hadde Thorsteinsen tanker og planer om å starte en utvikling av våtsprøytebetong og utstyret for utførelsen av denne. Det skulle være lett manøvrerbare roboter med høy kapasitet. Til og med firmanavnet ROBOCON var påtenkt. At man på Skibotn Kraftverk, det største fjellanlegget Høyer-Ellefsen AS hadde på denne tiden, måtte gi opp å sprøyte med Sem-skrue, trigget bare motivasjonen ytterligere for å få til noe nytt.

Hvor detaljerte Thorsteinsen planer var er ikke kjent, men han kunne neppe ha planlagt og sett for seg en utvikling så rask og omfattende som den som faktisk skjedde. At utviklingen kunne gå som den gjorde var i stor grad takket være innsatsen til Reidar Bisseberg, styreformann for Robocon. Mer eller mindre tilfeldig og uavhengig av hverandre dukket det i løpet av meget kort tid opp nye muligheter som ga basis for en utvikling:

- Silikastøv (rensestøv fra silisium-metall og ferrosiliciumverk) ble tilgjengelig i store mengder, mer enn noen kunne gjøre seg nytte av, og prisen var derfor tilsvarende. Silikastøvet ble ansett som et problemavfall, og betongprodusenter fikk en periode silikastøvet gratis tilkjørt til sitt blanderi hvis de bare kunne blande det inn i betongen.
 - Superplastiserende tilsetningsstoffer, først melaminer (sulfonert melaminformaldehydkonsentrat, Melment fra Tyskland), seinere også naftalener (Mighty fra Japan). Disse hadde betydelig mindre størkningsretarderende virkning enn det lignosulfonat- vannredukerende tilsetningsstoffet (P, LP) man tidligere hadde hatt tilgang til. De nye tilsetningsstoffene ga mulighet for større vannreduksjon for betongblandingen, og/eller bløtere konsistens uten kvalitetsreduksjon.
 - Stålfiber som kunne blandes inn i betong med vanlige betong-blandemaskiner ble tilgjengelig. Tidligere hadde stålfiber kun vært en interessant men praktisk uoppnåelig drøm.
 - Bedre skruerpumper og stempelpumper, dvs. høyere kapasitet og mindre følsomhet enn tidligere pumper.
- Hans Petter Thorsteinsen så potensialet i de nye materialene og mulighetene ved å kombinere de. Silkastøvet hadde, takket være sin partikkelform og eksepsjonelle



Til venstre mørtel før Silica ble del av tilslaget, til høyre mørtel med silikastøv i tilslaget. Foto: Ola Woldmo/Furuholmen

finhet, en utrolig evne til å binde vannet i betongblandingen slik at den kunne settes under et pumpetrykk uten å lage propp. Sprøytemørtelen fikk en helt annen smidighet og klebrighet til underlaget. Dermed kunne akseleratordoseringen reduseres. Og på toppen av det hele fungerte silikastøvet som en del av bindemidlet og ga en vesentlig høyere betongkvalitet. Det eventuelt økte vannbehovet ved høye silikadoseringer kunne kompenseres med superplastiserende tilsetningsstoff. Stålfiberen ga en armeringsvirkning selv i tynne sprøytebetonglag, slik at man kunne oppnå en armeringseffekt uten det tidkrevende arbeidet med å montere armeringsnett. Robocon fikk et nært og for alle parter, fruktbart samarbeid med Elkem, som søkte anvendelsesområder for silkastøvet som den gang var et avfallsstoff, og med Spigerverket som fiberleverandør.

Det Thorsteinsen satte fart i, var en utvikling med mange fasetter. Selve maskinutviklingen sto Thorsteinsen og Einar Bergum, som var minst like iderik og entusiastisk for. Sprøyteroboter var ikke noen ny oppfinnelse, men de hadde sine egne tanker om hvordan roboten skulle fungere. Manøvrerbarhet var et nøkkelord, både ved sprøytingen og mellom sprøytejobbene. Maskin, materiale og mann måtte fungere sammen. Sprøyteroboten ble plassert på ulike bærere, men snart ble Magirus eller Iveco to-akslet lastebilchassis og Palfinger lastebilkran standard basisen for en Roboconrigg. Operatøren kunne bevege seg fritt på tunnelsålen. En grunntanke var at riggene skulle utformes og bygges av operatører som hadde de beste forutsetningene for å vite hvordan de

ble mest hensiktsmessige for jobben på stuff. Riggene skulle være effektive for sikringsjobben og også slik bygget at vedlikeholdet ble rasjonelt.

Thorsteinsen så behovet for å knytte til seg ekspertise på betongteknologi. Naturlig nok ble Odd Tjugum den første betongteknologen i feltet for Robocon. Tjugum arbeidet da for nystartede Rescon, som han var medeier i. Institutt for bygningsmateriallære ved NTH under ledelse av professor Odd E. Gjrv var sterkt engasjert i forskningen på bruken av silkastøv, og ble en naturlig samarbeidspartner. Allerede som student ble Ole Arnfinn Opsahl fanget inn i rekkene, og gjennomførte så vel diplomoppgave som doktorgrad på våtsprøytebetong for Robocon. Ulikt entreprenører flest (både før og siden) innså Thorsteinsen behovet for og nytten av vitenskapelige arbeidsmetoder. "Roterommet" var nyttig til å prøve ut nye ting, men de elementene som inngikk i den anvendte teknologien ble dokumentert, og dokumentasjonen ble publisert og var åpen for alle. For å holde kontinuerlig trykk på betongteknologi utviklingen, dokumentasjonen og oppfølgingen av prosjekter hadde Robocon 3-4 betongteknologer ansatt, et utrolig høyt antall firmastørrelsen tatt i betraktning. Navn som kan nevnes i tillegg til O. A. Opsahl er Stig Skurdal Grytting, Thorbjørn Lilleås, Reidar Kompen, Jon Petter Holtmon og Knut Bryne.

Thorsteinsen så også klart behovet for samarbeid med den ypperste kompetansen innen ingeniørgeologi og sikringsmetoder. Han hadde tovegs kommunikasjon

med personer som Einar Broch og Bjørn Nilsen (NTH), Jonas Holmgren (KTH Stockholm), Nick Barton og Eystein Grimstad (NGI), samt rådgivende ingeniører og byggherrer, til felles glede og nytte. Årets høydepunkt var Robocon-dagen som hvert år ble arrangert dagen før fjellsprengningskonferansen. Robocon-dagen var på høyt faglig nivå med praktiske og teoretiske temaer, og slett ikke bare egenreklame. Arrangementet var selvfølgelig markedsføring, men Thorsteinsen holdt et profesjonelt nivå også på denne. Blant annet anskaffet han filmkameraer og eget filmstudio hvor profesjonelle klippet og redigerte.

Utførelsen av sprøytebetongen var den beste markedsføringen, det som ga renommé. Thorsteinsen tok godt vare på sine ansatte, viste tillit og ga ansvar. Hver sprøyter fikk ansvaret for sin sprøyterigg, og var med på reparasjoner og overhaling av denne når det var nødvendig. De fleste sprøyteoperatørene kom som fysisk sterke men beskjedne gutter fra Gudbrandsdal eller Hallingdal, fikk opplæring om rigg, betong og utførelse, og med god kompetanse ble de selvstendige og trygge mennesker. Robocon opprettet en firma-intern sertifisering av sprøyte-operatører etter opplæring og tilstrekkelig praksis. Thorsteinsen sa en gang: "Legg merke til de som slutter her, de fleste av dem starter en virksomhet for seg sjøl." Og det stemte. Men de fleste forble i sprøytebetongbransjen, og er der fortsatt, spredt i de fleste firmaer som i dag driver med sprøytebetong.

Robocon søkte aldri om noen patenter. Forretningsideen (og praksisen) var konkurransedyktighet gjennom kontinuerlig utvikling. Innen patenter ville bli godkjent skulle utviklingen være kommet så langt videre at patentene var avlegs. Thorsteinsen var derfor helt åpen mht. betongteknologien og alt som kunne sees utenpå sprøyteriggene. De som måtte ønske det fikk kripe både under og over riggene for å studere, og det gjorde de!

Endelig seier for våtmetoden

Som under hele 1970-tallet voktet konkurrentene på hverandre med argusøyne. Etter hvert ble det klart for alle at både Furuholmen og Robocon hadde stor suksess med våtsprøyting som metode, og hele sprøytebetongbransjen endte opp med å følge etter. Dette gjaldt også Entreprenørservice, som opprinnelig var et datterselskap av Ing. F. Selmer AS og AB Skånska Cementgjuteriet (fra 1962), senere i delt eierskap med T. Furuholmen AS (fra 1971). Omtrent samtidig skjedde det et generasjonsskifte i Entreprenørservice AS, Karl Erik Lunde over-

tok sprøytebetongvirksomheten etter Asbjørn Bakken og Arne Wabakken. Lunde hadde allerede utstrakt personlig erfaring med våtsprøyting og bruk av Furuholmens roboter, blant annet fra Sarpsborg-anlegget. Utviklingen og byggingen av sprøyterigger ut fra Furuholmen-konseptet ble etterhvert overført som et samarbeidsprosjekt med Andersen Mekaniske Verksted AS (AMV). AMV bygde sin første sprøyterobot på et CAT 966 chassis i 1977, og robotriggeren gikk til Slemmestad-anlegget. Denne typen roboter ble benyttet av T. Furuholmen AS og Entreprenørservice. Seinere markedsførte og solgte AMV/Furuholmen sprøyteroboter på det internasjonale tunnelmarkedet, som for eksempel Frankrike, Tyskland og Sverige. Samarbeidet med Putzmeister førte umiddelbart til at PM kopierte Furuholmens design. PM produserte bl. a. et monster med to bomber på et belteunderstell. Et kjenne-tegn ved AMV-riggene som har vært der fra starten av, er at sprøyteoperatøren sitter i en kabin plassert på sprøytebommen. Denne forskjellen mellom AMV- og Robocon-riggene har hele tiden siden vært et diskusjonstema, hvorvidt det er best at operatøren sitter i en kabin på bommen eller at han går fritt nede på sålen.

1980-tallet

Med introduksjonen av fiberarmert sprøytebetong ble sikkerheten vesentlig forbedret når berget på stuff var meget dårlig. Med effektivt og mobilt utstyr ble riggtiden pr. oppstilling redusert. I mange tilfeller kunne fiberarmert sprøytebetong erstatte støp på stuff, og det betydde en tidsbesparelse som ofte var mye verd. Til å begynne med var konkurransen liten. Prisen på sprøytebetong ble beholdt høy, byggherren fikk gevinsten ved tidsbesparelse. Dette ga økonomi til å kunne fortsette utviklingsarbeidet i høyt tempo og fremskaffe grundigere dokumentasjon.

Sprakefjell kunne også sikres mer effektivt med fiberarmert sprøytebetong. Allerede ved Aurland I-anlegget hadde bolteforankret sprøytebetong blitt brukt i stort omfang og med stor suksess mot sprakefjell. Stålfiberarmering ga ytterligere sikkerhet, - og tiltro til sikringen. Første gangen stålfiberarmert sprøytebetong ble brukt som sikring av sprakefjell var ved Sildvik-anlegget.

Våtsprøytebetong som metode og stålfiberarmert sprøytebetong som sikringsmiddel var blitt utviklet til noe helt annet enn det hadde vært bare få år tidligere, - av to miljøer som arbeidet uavhengig av hverandre, og i konkurranse med hverandre. Å oppnå aksept for forbedringene og tillit til materialer og metoder, var en annen type oppgave. Tunneldriverne, særlig de som

måtte strosse bort knøler sikret med stålfiberarmert sprøytebetong, var ikke vanskelige å overbevise om sprøytebetongens sikringseffekt. Men deler av det akademiske miljøet, rådgivende ingeniører og deler av Statens vegvesen, var vanskeligere å overbevise. Det var først og fremst på dette området; praktiske demonstrasjoner, fremskaffelse av dokumentasjon, informasjon og uavhengige faglige vurderinger som kunne dempe skepsis og fremme generell aksept for stålfiber og våtsprøytebetong at Robocon gjorde en helt avgjørende jobb. Det aller første skrittet var å dokumentere, -og ved praktisk gjennomføring av prosjekter verifisere at dokumentasjonen var riktig, at kvalitetskravet for sprøytebetong kunne heves til C35 uten problemer. Tidligere hadde betongspesifikasjonen vært C25, noe som slett ikke alltid ble oppnådd. Det var ikke lenger noen tvil om at sprøytebetong kunne likestilles med støpt konstruksjonsbetong fasthetsmessig.

Robocon på den ene siden, og Furuholmen/Entreprenør-service/AMV på den andre siden var hovedkonkurrentene. Men alle de større entreprenørfirmaene og enkelte "uavhengige" ble med i konkurransen. Noen kjøpte AMV-rigger eller brukte Robocon-rigger, men mange bygde sprøyterigger selv. Et av firmaene som lyktes godt og nøyaktig anerkjennelse var Snemyr og Limm AS i Kristiansand.

1980-tallteknologien

Den første stålfiberen som ble tatt i bruk i sprøytebetong var EE-fiberen (EE= Enlarged Ends). Den aller første fiberen hadde 14,5 mm lengde, men gjennomslaget for stålfiber kom med 18 mm fiberen med tverrsnitt 0,6x0,3 mm. Christiania Spigerverk AS, som den gang var hovedleverandøren av armeringsstål, hadde kommet over EE-fiberen hos stålprodusenten BHP i Australia. Etter en kortere periode med import anskaffet Christiania Spigerverk AS maskiner og produserte selv fiberen i Nydalen. Fiberen ble produsert ved at et stålbånd ble stuket i sidene og kappet opp til fiber.

Fiberdoseringen i sprøytebetong ble satt til 75 kg/m³, antakelig fordi det gikk greit å blande inn med vanlige betong blandemaskiner og pumpe med datidens skruepumper, og det var et rundt tall (1 volum-%). John Ditlef Holst ledet satsingen på fiberteknologi hos CS, og ansatte betongteknologer for å dokumentere og markedsføre stålfiber, tilsvarende hva Robocon gjorde. Navn som kan nevnes er Atle Mørch, Rune Hansen, Ole Lund og Unni Astad, også kalt "fiberdronningen". Hovedleverandøren av silikastøv var Elkem, med Terje Bogen som sentral person. Elkem og CS tilhørte den gang samme

konsern, slik at det var en "dobbel interesse" for satsing på stålfiberarmert sprøytebetong.

I løpet av perioden 1978 til 1984 tok bruken av stålfiberarmert våtsprøytebetong over fullstendig, bruken av tørrsprøytebetong samt uarmert eller nettarmert våtsprøytebetong ble redusert til nær null. Metoden for å dokumentere fibervirkningen var måling av bruddenergi, bøyeprøving av fiberarmerte bjelker med kjerv (sagespor som bruddanviser). Metoden var vitenskapelig basert i bruddmekanikken, og skulle i teorien fungere. Innen hver prøveserie kunne det være brukbar sammenheng, men fra prøveserie til prøveserie kunne det gjerne være motstridende resultater. Man måtte selvfølgelig basere sine vurderinger på de resultatene man fikk, men tolkingen kunne være vanskelig. Det var utvilsomt behov for en bedre prøvingsmetode.

Med hensyn til sement var det langt enklere. Norcem var ennå eneleverandør og de hadde sin Rapidsement RP38 som var selvsikret til sprøytebetong, både på grunn av sin finhet og fordi den hadde raskest fasthetsutvikling. Kun på enkelte steder hvor en ikke fikk tak i Rapidsement ble det benyttet Standardsement P30, eller Modifisert Portlandsement MP30 som ble markedsført allerede fra 1979.

På tilsetningsstoff-siden engasjerte Rescon seg sterkt på fjellanlegg. I sprøytebetongmiljøet ble HP(S) nærmest synonymt med SP-stoff. Selv om akseleratoren hadde forskjellig navn avhengig av hvilket firma som solgte den, var den det samme produktet uansett leverandør. Thors Kjemiske AS leverte sammen varen til alle.

Tilslaget var alltid den faktoren som avgjorde sprøytemørtelens egenskaper. Hønefoss Ferdigbetong viste seg å ha en usedvanlig gunstig sand og opparbeidet seg derfor mye erfaring med sprøytebetong. Så utrolig det enn kan høres transporterte Hønefoss Ferdigbetong fersk sprøytemørtel helt til Kristiansand i sør og Røros i nord. I Osloområdet ble det benyttet mer sprøytemørtel fra Hønefoss enn fra noe annet betongblanderi.

Et mål på sprøytebetongteknologiens kvalitet er prelltapet, dvs. hvor stor andel av det som sprøytes som ikke blir sittende fast på flaten det sprøytes mot. Kontraktskravet hadde vært, var (og er fortsatt) at det vil kunne trekkes i oppgjøret for prelltap utover 10%. Dvs. at det ble forventet prelltap opp mot 10%. Med 1980-tallets teknologi og bruk av silikastøv var prelltapet kommet ned på typisk 6-8%, det hørte til unntakene om prellta-

pet nærmet seg 10%. Fiberprellet ble målt å være i samme størrelsesorden som prellet av øvrige materialer.

Med det oppsvinget bruken av stålfiber fikk i Norge, ble den belgiske stålprodusenten Bekaert interessert. Bekaert var en stor produsent av stålfiber basert på kaldtrukken tråd. Et samarbeid med Robocon startet, antakelig i 1982-1983. I fellesskap ble et utviklings- og prøvingsprogram satt opp. Prøvingen omfattet både småskala prøver med terninger og bjelker, og storskala prøver med sirkulære plater kontinuerlig opplagt langs randen og belastet i senter, og store rektangulære envegsplater. Fiberen som ble benyttet var Dramix ZC 30/0,50, fibre med 30 mm lengde, 0,5 mm diameter og krok i endene, samme utseende som har vært benyttet hele tiden seinere. Fiberdoseringen ble i utgangspunktet satt til 75 kg/m^3 , det samme som var benyttet med 18 mm EE-fibre. Prøvingen med Dramix fiber viste overlegne resultater i forhold til det som tidligere var oppnådd med EE-fiber. Resultatene viste også at store prøvestykker som hadde blitt gjenstand for en viss grad av fastholding under herdingen fikk langt større forbedring av egenskapene ved fiberdosering enn småskalaprøvene.

EE-fiber var den etablerte referansen, og et salgsargument var at man kunne oppnå minst like god fibereffekt med 60 kg/m^3 Dramix fiber, eller endog 50 kg/m^3 , sammenlignet med 75 kg/m^3 EE-fiber. Dette slo raskt inn i prosjektspesifikasjonene. Som svar på konkurransen introduserte Christiania Spigerverk AS 25 mm lange EE-fiber, EE-25. Rapportene fra sammenlignende prøving av de to fiberne med datidens prøvingsmetode kunne være forvirrende, den ene fiberen overlegen og den andre underlegen annenhver gang. Andre fiberleverandører prøvde å komme inn på markedet, men uten å lykkes.

Entreprenørene forbedret sprøyteutstyr og resept-teknologi til å kunne øke fibermengden og benytte enda lengre fiber. Det ble utført fullskala sprøytejobber med 115 kg/m^3 Dramix ZC 30/0,50 fiber, og det ble utført prøvesprøyting med 40 og endog 60 mm fiber. Spørsmålene "hva har vi egentlig bruk for?" og "hva kan vi bruke den økte fibereffekten til?" var imidlertid ikke lette å besvare. Utenom svaret "bedre sikkerhetsmargin hvis sprøytebetongen utsettes for unormale eller store deformasjoner" er dette et spørsmål som fortsatt i dag står ubesvart. Dimensjonering av bergsikring er fortsatt i hovedsak empirisk basert. Markedet var ikke modent for den teknologien som var mulig den gang, og er det fortsatt ikke.

Det store spørsmålet stålfiberbetongen ble møtt med, særlig i utlandet, var dokumentasjon av at den var minst like god som nettarmert sprøytebetong. Et prøvingsoppsett utformet av Robocon og som langt på veg ga et svar på dette var "Falling Block-riggen", tre store granittblokker plassert side om side og påført kontinuerlig sprøytebetong. Den midterste blokken ble belastet og jekket i forhold til naboblokkene. Last, deformasjon og bruddforløp kunne registreres. Også tester utført av Jonas Holmgren i Sverige demonstrerte at fiberarmering med god margin kunne erstatte normal nettarmert.

På slutten av 1980-tallet dukket det opp en ny prøvingsmetode; ASTM-1018. Forhåpningene var store til at denne ville løse de problemene man hadde hatt tidligere med tolking av bruddenergi-testen. Mye arbeid ble lagt ned i prøving og beregning av R- og I-verdier uten at man kom særlig lenger enn til konklusjonen om at det trengtes enda mer prøving, - som forvirret ytterligere. Og parallelt med mer prøving ble fokuset på bruken av sprøytebetong i tunnelen svekket.

Det mest sårbare leddet i teknologien var skruepumpene, Putzmeister S-8 og andre med tilsvarende rotor/statorsystem. De var en meget streng betongkontrollør, kun det som var bra nok slapp gjennom. Kapasiteten var bra etter den tidens krav, men slitasken på stator og rotor var stor og de måtte skiftes ofte. I 1986 startet Robocon med stempelpumpe. Dette økte kapasiteten formidabelt, opp til $20 \text{ m}^3/\text{time}$. Stempelpumpa med S-ventil var også vesentlig mer tolerant overfor betongegenskapene, den var nærmest altetende, og hadde mindre slitasje. Medaljens bakside var pumpens pulsering, betongstrømmen var støtvis mens akseleratoren kom i jevn strøm. Putzmeister hadde en "kompensator" for pulseringen, men denne viste seg å fungere dårlig i praksis. De neste årene ble det tatt i bruk andre fabrikat og varianter stempelpumper med mindre og mindre pulsering. Skruepumpene ble imidlertid beholdt ganske lenge på grunn av de fordelene de tross alt hadde.

Relativt kort tid før Ålesundstunnelene skulle åpnes for trafikk (1987) krevde brannsjefen i Ålesund at PE-skummet som var montert gjennomgående som vann- og frostsikring i tunnelene måtte brannsikres. Noen etablert løsning fantes ikke utviklet, og anbudsokumentene ga stor frihet til å foreslå løsninger. Robocon utviklet på kort tid en brannbeskyttende lettmørtel "Robotic 10" basert på Perlitt som tilslag og vant anbudskonkurransen med dette alternativet. Perlittprodusenten Ticon Industrier AS i Drammen etablerte midlertidig perlittfabrikk og

Hønefoss Ferdigbetong AS betongblander i Ålesund, og ca. 100 000 m² ble sprøytet. Kort tid seinere fikk Sønstedtunnelen på Sollihøgda samme type kledning.

Brannprøvingen av Robotic 10 ved brannlaboratoriet i Trondheim ga meget gode resultater, og Robocon hadde derfor store forventninger til fortsettelsen, spesielt fra offshoresiden. Dessverre for Robocon gjorde omstendighetene at det ikke ble slik. For vegtunneler ble brannsikring av PE-skum med sprøytebetong seinere en relativt stor oppgave som ble løst med vanlig sprøytebetong, stålfiberarmert eller nettarmert.

Internasjonalisering

Hjemmemarkedet var viktig for den tidligste utviklingen for Robocon, men etter hvert som konkurrentene kom etter og prisene falt ble det norske markedet mindre interessant. Robocon hadde appetitt for et marked med større potensiale. Selvtilliten var også i orden, og de tok gjerne på seg oppdrag med høy risiko. I tillegg til den markedsføringen Robocon selv drev, måtte "Jungeltelegrafen" om Robocon og hva Robocon greide, ha bidratt med mye.

Noe som var spesielt for den norske sprøytebetongbruken, og som både interesserte og forvirret, var at sprøytebetong ble brukt som permanent sikring. I Mellom- og Sør-Europa ble sprøytebetong brukt bare som arbeidssikring.

Et enormt marked som ennå var under oppseiling var det kinesiske. Norske konsulenter og entreprenører var engasjert som rådgivere gjennom rådgiverselskapet AGN, Advisory Group of Norway. Våtsprøytebetong var noe de norske mente å kunne tilby bedre enn noen andre, og resultatet var at Robocon eksporterte flere sprøyterigger og hadde flere sprøyteoperatører som instruktører i Kina fra midt på 1980-tallet.

I 1986 ble Robocon bedt om å delta i en gruppe for å prekvalifisere seg for å delta i konkurransen om katodisk beskyttelsesanlegg for kjølevannskanalen til det enorme industrianlegget ved Al-Jubail på østkysten av Saudi-Arabia. Robocon skulle ta seg av sprøytebetongen og for øvrig alt det betongtekniske. Leder av gruppen var Arabian Bulk Trade (som opprinnelig var startet av Norcem), ansvarlig for design og materialer for det katodiske beskyttelsesanlegget var amerikanske Eltech, det ene av de to firmaene som den gangen var ledende på dette fagområdet. Fem grupper fra hele verden var inviterte til å prekvalifisere seg, tre stilte opp hvorav en

trakk seg umiddelbart. Robocon/Eltech/ABT prekvalifiserte seg med glans, men forbauselsen var stor hos saudiaraberne da Robocons moderfirma ikke våget å være med på å gi tilbud. Hva det hadde blitt til om man hadde blitt med, kan en bare spekulere om.

I 1986 ble Robocon Inc. opprettet i USA sammen med Elkem og Christiania Spigerverk. Finn Øverli ble ansatt som selskapets Managing Director. Tanken var å bygge seg opp på det amerikanske markedet. Bad Creek Project i South Carolina var sannsynligvis et av de aller første prosjektene i USA hvor det ble benyttet fiberarmert våtsprøytebetong utført med høykapasitet sprøyterobot. Dessverre var det amerikanske markedet lite modent for en slik teknologiendring. Dette i tillegg til omstendighetene i hjemlandet gjorde at Robocon Inc. ble lagt ned etter få år. En av sprøyteoperatørene fra den gang, Lars Hage, ble igjen og videreførte teknologien i firmaet Shotcrete Technologies Inc. sammen med en annen nordmann, Christian Løvli. Dette firmaet er fortsatt en betydelig aktør i sprøytebetongmarkedet i USA.

Moderfirmaene kollapser

Den vesentligste utviklingen ble startet hos de store entreprenørene Ing. T. Furuholmen AS og Høyer-Ellefsen AS. Tilhørigheten til et stort firma ga tilgang til ressurser, men gjorde også sprøytebetongavdelingene avhengig av moderfirmaenes helsetilstand. Ing. T. Furuholmen ble kjøpt opp av F. Selmer AS i 1983, men fusjonen til Selmer Furuholmen AS ble ikke gjennomført før i 1985. Selmer Furuholmen AS, seinere Selmer-Sande Entreprenør AS, deretter Selmer AS og enda seinere Selmer ASA, utførte lenge sprøytebetong selv med egne sprøyterigger på egne anlegg. Men fra år 2000 ble det bestemt at Entreprenørservice AS skulle overta Selmers rigger og utføre all sprøyting for Selmer. Dette falt i tid sammen med at Skanska AB overtok alle aksjene i Selmer ASA, og skiftet firmanavn til Selmer Skanska AS. I 2004 ble det nytt navneskifte til Skanska Norge AS. Skanska Norge har imidlertid fortsatt en liten sprøyterigg kalt "kommoden", egnet for sprøyting ved små tunneltverrsnitt.

Uro i bransjen forhindret ikke at det kom nye innslag på robotfronten. Her f.eks. sprøyterigg «Giraffen» levert av AMV 1986.

Høyer-Ellefsen hadde rundt 1980 en turbulent eiersituasjon. Bergens-rederen Hilmar Reksten, som var hovedaksjonær ble slått konkurs, og den norske staten gikk midlertidig inn som eier. Etter noen få år overtok Orkla 70% sammen med svenske ABV 30% av aksjene, til



Bildet av Giraffen her montert på løftebukk til arbeidsplattform.

en samlet pris kun 30 mill. kr. I 1984 ble Høyer-Ellefsen AS fusjonert med Astrup & Aubert AS til Astrup-Høyer AS. Ryddingen i eierforholdene var en fordel for Robocon, som var midt i sin utvikling og fikk muligheter for et større "internmarked". I 1987 overtok Aker Astrup-Høyer AS og døpte det om til Aker Entreprenør AS. Firmaet kom da i "familie" med Norwegian Contractors og Norcem. Aker hadde store ambisjoner med entreprenørvirksomheten, og tilsvarende risikovillighet. I 1990 var egenkapitalen oppbrukt, og Aker Entreprenør AS ble overtatt av Veidekke for kr. 1,-.

Robocon ble ikke med på lasset over til Veidekke, men ble drevet videre som eget firma Robocon International med Hans Petter Thorsteinsen som fortsatt leder. Eiere var Thorsteinsen selv, Christiania Spigerverk og Perlittproduzenten Ticon Industrier. Betingelsen for at disse fikk overta

Robocon var at Robocon International ikke viste seg på markedene i Norden.

Robocon Int. ble først og fremst leverandør av fiber og tilsetningsstoffer, men bygde og leverte også sprøyterigger og lærte opp kundene til å bruke og vedlikeholde riggene. Utviklingen ble drevet noe videre, bl. a. ble det levert en rødslakkert sprøyterigg (kalt "brannbilen") med nyutviklet videofilmings- og profileringsutstyr (før og etter sprøyting) for bergoverflaten. Hovedmarkedene ble Saudi-Arabia og Chile. Ikke alle i Robocon ble med over til Robocon International.

Einar Bergum, Ola Woldmo og Bjørn Furuli var blant de som ble med til Veidekke, og bidro til å forsterke og videreutvikle sprøytebetongdelen og bygge opp avdelingen Sikringsteknikk i Veidekke.



Hans Petter Thorsteinsen, viktig i utviklingen av norsk sprøytebetongbransje og sentral i Høyer-Ellefsen og Robocon.
Foto: Høyer Ellefsen/Robocon

Kunnskapsspredning: Regelverk og konferanse

På hele 1980-tallet hadde "Best Practice" endret seg så raskt at det var en umulighet å skrive noen spesifikasjoner eller anbefalinger og tro at de ville kunne få noen levetid. På slutten av 1980-tallet hadde likevel teknologien kommet til en viss modenhet, men det var et ubehagelig faktum at prøvingen av fibervirkning i laboratoriet begynte å få større oppmerksomhet enn bruken av sprøytebetong i tunnelene.

I 1991 nedsatte Norsk Betongforening en komite under ledelse av Eystein Grimstad for å revidere den for lengst utdaterte publikasjon nr. 7 fra 1979. Den reviderte NB 7 ble utgitt i april 1993 og inneholdt

- en spesifikasjonsdel som kunne henvises til i kontrakter,
- en veiledningsdel, lærebokstoff,
- røvingsmetode for bruddseighet av fiberarmert betong, og
- referanser

Publikasjonen var en god oppsummering av det faglige nivået og en avklaring på mange tekniske spørsmål. På mange områder var det viktig at definisjoner og tolkninger ble satt på papiret og dermed fikk en offisiell status. Når det gjaldt det vanskelige spørsmålet om

fiberspesifikasjon og måling av fibereffekt ga publikasjonen to alternativer:

1. Enten angivelse av fibertype og fiberinnhold (slik som det ble gjort på 1980-tallet),
2. Eller angivelse av Seighetsklasse, dvs. minimum restbøyespenning ved hhv. 1 og 3 mm nedbøyning av bjelker $b \times h \times l = 125 \times 75 \times 450$ mm. Denne prøvingsmetoden var en jordnær forenkling av ASTM 1018.

Som en sikring mot det man anså som uønsket lave fiberinnhold, man hadde jo ingen sikkerhet for at den benyttede prøvingsmetoden avspeilet alle de vesentlige fibervirkningene, satte NB 7 en nedre grense for gjennomsnittlig fiberinnhold etter sprøyting på 60 kg/m^3 ved fiberlengde < 20 mm, 40 kg/m^3 for fiberlengde 21-39 mm og 30 kg/m^3 for fiberlengde > 40 mm.

I vegvesenets Prosesskode fra 1994 ble denne spesifikasjonen forenklet til min. 40 kg/m^3 fiber med lengde 21-39 mm. Om en av Seighetsklassene i NB 7 hadde blitt spesifisert, hadde utviklingen på 1990-tallet trolig blitt annerledes.

NB 7 ble godt mottatt i bransjen og ble en av Betongforeningens "bestselgere". Om en sammenligner med Norske Standarder innen anleggsbransjen, er det neppe noen som har blitt mer tatt på alvor og etterlevd enn NB 7.

Man ønsket å fortsette utvekslingen av sprøytebetongteknologi med omverdenen. NB 7 ble oversatt til engelsk. I 1993 ble "The first International Symposium on Sprayed Concrete" gjennomført på Fagernes, med 144 deltakere fra 21 land. Arrangementet er seinere fulgt opp med nye symposier på Storefjell Gol, 1996 med 205 deltakere fra 34 land og deretter 1999 med 193 deltakere fra 27 land, Davos Sveits 2002 med 135 deltakere fra 28 land, og Lillehammer 2008 med 152 deltakere fra 30 land.

1990-tallet, konsolidering, stagnasjon og lysglimt

Med Robocon ute av spill og etter noen magre år i entreprenørbransjen ble de overlevende mest opptatt av å konsolidere og konkurrere på pris. Det fantes nok flere sprøyterigger enn markedet hadde bruk for. Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7 "Sprøytebetong for bergsikring" oppsummerte og satte en standard for teknologien man var kommet fram til, og det er mulig at den også bidro til å konservere det teknologinivået man

var kommet til. På den positive siden må en kunne hevde at sprøytebetongbransjen lærte seg mye av NB 7, bransjen hadde fått en felles teknologiplattform.

Nye aktører som AF-gruppen og Scandinavian Rock Group kom inn på arenaen. SRG ble seinere oppkjøpt av AF. Svenske entreprenører som NCC, Skanska og Peab kom sterkere inn, de to første overtok tidligere så tradisjonsrike norske konkurrenter som Eeg-Henriksen og Selmer.

NB 7 standardiserte og fjernet en del av de konkurransefaktorene som tidligere hadde eksistert. Det enkleste gjenværende konkurranseelementet var den kostbare stålfiberen. På grunn av langvarig stabilitet på leverandørsiden for fiber, i praksis var Dramix ZC 30/.50 og EE-25 de eneste på markedet, hadde vegvesenets Prosesskode forenklet fiberspesifikasjonen til min. 40 kg/m³ stålfiber med lengde 21-39 mm ferdig sprøytet. Det ble dermed fritt fram for all slags lavkvalitets fiber innen dette lengdeintervallet. Flere startet import av fiber. Dette ga reell konkurranse, men kvalitetsmessig var en inne i en negativ utvikling.

I 1995 endret Norcem sitt produktspekter. Den tidligere så selvfølgelige Rapidsementen ble erstattet av den enda mer finmalte Industrisementen. Standard FA sement med 20% flygeaske ble introdusert med tanke på å overta for Standardsement. For sprøytebetong ble Industrisementen vel vannkrevende og vanskelig konsistensmessig. Det førte til at Standard FA ble den vanligste for sprøytebetong.

På slutten av 1990-tallet ble prøvingsmetoden for energiabsorpsjon kjent i Norge. Metoden var funksjonsorientert og basert på prøving av plater i stedet for bjelker. I forhold til bjelkene ga større plater mindre spredning og bedre repeterbarhet. I 1999-utgaven av NB 7 ble energiabsorpsjonsklassene E700 og E1000 basert på prøving av sirkulære plateprøver innført. Dette reduserte eksistensgrunnlaget for de dårligste fibertypene, på den annen side kunne E700 tilfredsstilles med kun 20 kg/m³ av de beste Dramix fibre. Dermed var en sannsynligvis farlig nær en grense hvor fiber ikke hadde noen virkning i det hele tatt.

Utover på 1990-tallet økte også andre negative utviklingstrekk i styrke. Maskinrensk av bergoverflaten, som opprinnelig var en positiv rasjonalisering, overtok mer og mer, og den manuelle spettrensk ble mer og mer redusert. Seinere ble det tatt i bruk så kraftige mei-

selhammere at det kunne stilles spørsmål om de gjorde mer skade enn nytte. Bruken av sprøytebetong ble mer og mer obligatorisk uavhengig av bergmassens beskaffenhet. Mange vil hevde at bruken av sprøytebetong ble en kompensasjon for manglende rensk. Og kanskje det verste; kompetent registrering av bergmassen med henblikk på permanentsikringen ble feid under teppet. Sprøytebetong ble påført rutinemessig og sjablongmessig uavhengig av bergmassekvalitet, selv om det ikke var behov for det eller selv om det trengtes langt mer omfattende sikring.

Ny turbokraft

Tidlig på 1990-tallet forlot Tom Melbye Rescon og Norge, til fordel for Master Builders Technologies (MBT) og Sveits. MBT var en av de store internasjonale tilsetningsstoffleverandørene, som merkelig nok bare hadde vært indirekte representert i Norge. Melbye startet å bygge opp UGC International (UGC = UnderGround Construction), som etter hvert ble en komplett leverandør av materialer, utstyr og know-how vedrørende sprøytebetong til tunnel- og gruveindustrien. Det Melbye gjorde var å sette det beste av norsk sprøytebetongteknologi i system, kommersialiserte det og satte i gang videreutvikling, -nettopp for å beholde konkurransedyktigheten.

Melbye så et stort forretningspotensialt i å utnytte praktisk rettet, norsk sprøytebetongkunnskap og entreprenørskap hos norske anleggsingeniører. Han fant etter hvert mange av sine medarbeidere i det norske sprøytebetong miljøet. Snart var flere nordmenn engasjert i sprøytebetongfaget internasjonalt enn i Norge, og gjorde seg kjent med MBT-hatten på. Eksempelvis var Knut Garshol Animateur for Working Group 12, Sprøytebetong innen ITA i 6 år, fram til 2006. Melbye bygget opp et verdensomspennende nettverk bestående av ca. 150 ingeniører med underjords-bakgrunn, stasjonert ute i verden hvor de største markedene for våtsprøyting etter norsk modell fantes. Navn som kan nevnes er Knut Garshol, Hans Olav Hognestad, Odd-Bjørn Kleven, Arvid Dokken, Ola Woldmo, Lars Hage, John Almås m.fl. De fleste er fortsatt ute i sprøytebetongens tjeneste. Melbye har i dag valgt å konsentrere seg om underjordsmarkedet gjennom utstyrsutvikling og produksjon som direktør i det finske selskapet Normet OY.

I likhet med det Thorsteinsen gjorde i Norge på 1980-tallet, engasjerte Melbye seg i å gjøre sprøytebetongteknologien kjent og tilgjengelig for kunder og fagfolk. Han engasjerte seg sterkt i ITA og EFNARC (The European Federation for Specialist Construction and Concrete Systems) for

utarbeidelse av en bransjestandard for sprøytebetong. EFNARC-publikasjonen ble naturlig nok sterkt influert av Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7, og den utgjorde et sterkt faglig grunnlag for det felleseuropeiske standardiseringsarbeidet som seinere foregikk under CEN. Melbye skrev også sin egen lærebok "Sprayed Concrete for Rock Support" som er utgitt på 5 språk i 10 opplag, og er blitt et anerkjent oppslagsverk.

I Norge sto utviklingen ganske stille inntil MBT etablerte seg også her med hjemvendte Ola Woldmo som leder. En person beholdt imidlertid kreativiteten i mellomtiden og utviklet teknologien videre, nemlig Odd Tjugum. Odd var den ene av brødrene Tjugum som startet Rescon på slutten av 1970-tallet, men hadde nå forlatt Rescon og drev sitt eget kreative problemløserfirma CeMoCo. Til vinterolympiaden på Lillehammer skulle det utføres et helt spesielt anlegg som man ikke hadde noen tidligere erfaringer med i Norge: Bob- og akebanen. Tilsvarende baner i utlandet var blitt utført med tørrsprøytebetong og håndmørtling. Banen var geometrisk meget vanskelig og tverrsnittet var tett av armering og kjølerør. Og det verste: Meget snevre toleranser måtte tilfredsstilles for at bob- og akekonkurrenter ikke skulle risikere liv og lemmer. Odd Tjugum hadde på denne tiden flere engasjementer for Veidekke, og Veidekke vant anbudskonkurransen. Odd Tjugum løste oppgaven på en helt ny måte, med våtsprøytebetong tilsatt langtidsretarder (også kalt stabilisator) som mister virkningen øyeblikkelig ved tilføring av størkningsakselerator. Med dette tilsetningsstoffet til rådighet kunne underentreprenør Snemyr og Limm AS bestille et fullt lass sprøytemørtel fra morgenen av, stå i solsteiken og sprøyte, og ha fersk og bearbeidelig mørtel så lenge lasset varte. Langtidsretarderen har seinere blitt et ordinært tilgjengelig tilsetningsstoff.

Et annet produkt som kom fra Odd Tjugum på 1990-tallet var intern-herdneren ("Internal Curing"). Herdeforhold for sprøytebetong har alltid vært et stridstema. Fuktig herding med vann er, må man innrømme, svært upraktisk. Om man benytter herdemembran har man uansett type et HMS-problem, og om herdemembranen er voksbasert må den fjernes før det evt. sprøytes nytt sprøytebetonglag oppå. Tjugums løsning var et tilsetningsstoff som binder vannet i betongblandingen, hindrer det i å fordampe fra overflaten, men som frigir vannet etter hvert som sementreaksjonen tørker ut betongen innenfra. Det har vært vanskelig å påvise i laboratoriet at stoffet fungerer, men praktikerne hevder hardnakket ut fra det de observerer i tunnelen at det gjør det. Uansett,

selv om stoffet koster penger blir det mye benyttet i praksis.

MBT tilførte umiddelbart noe nytt til den norske bransjen; en ny størkningsakselerator. Dette innebar den største forbedringen av teknologien siden revolusjonen rundt 1980.

Allerede i 1980-årene hadde Robocon forsøkt å finne et alternativ til vannglass. Vannglassakseleratoren var sterkt alkalisk, og man fryktet helseisikoen for sprøyteoperatører og andre som pustet inn sprøytestøv og -tåke. Selv om personlig verneutstyr fantes og ble anbefalt brukt, var slikt utstyr lite brukt i praksis. Sika hadde tidlig på 1990-tallet tilbudt en aluminat-akselerator i pulverform, men denne passet ikke inn i systemet. Markedsføringen fra Sikas side var også ganske reservert med klar advarsel om at pulver i øynene kunne medføre blindhet.

MBT hadde lyktes med en alkalifri aluminatsulfat akselerator i væskeform. Akseleratoren skilte seg vesentlig fra vannglass i virkemåte ved at den eliminerte sementens størkningsperiode og satte i gang fasthetsutviklingen umiddelbart, tilsvarende som om gips ikke hadde blitt tilsatt under malingen av sementklinker til sement. Vannglassets virkning var å binde vannet slik at betongens konsistens og størkningstid ble redusert tilsvarende som om v/c-forholdet var blitt vesentlig redusert. Vannglasset virket som et lim i påvente av at reell størkning skulle starte. Med den nye akseleratoren kunne en derfor sprøyte meget tykke lag, i prinsippet ubegrenset tykkelse. Med vannglassakseleratoren måtte en sprøyte tynne lag, maks 3-5 cm om gangen, og vente på at hvert lag festnet seg før neste lag kunne påføres. Størkning og herdning gikk til og med raskere med tykke lag enn med tynne lag med den nye akseleratoren. Dette betydde først og fremst at sprøytebetongsikringen kunne utføres raskere, sprøyteriggens kapasitet kunne utnyttes bedre. Andre effekter som ikke var å forakte var redusert støving og bedre arbeidsmiljø, bedre innsprøyting av armering etc., og at betongens slutfasthet knapt ble påvirket av akseleratortilsetningen. Om man ønsket det kunne spesifikasjonen av fasthetsklasse heves til C55.

Prelletapet, som før er nevnt som et mål på sprøytebetongteknologiens kvalitet, ble også redusert ved bruk av alkalifri akselerator. I dag er det ikke uvanlig at prelltapet ligger i området 3-5%.

Den nye akseleratoren kom akkurat i tide til å gjøre nytte for seg ved drivingen av Fatima-tunnelen (Fastlandsforbindelse til Magerøya, Finnmark, 1995-99). Berggrunnen i den undersjøiske delen var kontinuerlig problematisk, og full utstøping på stoff ble erstattet med 30 cm eller tykkere sprøytebetong, fra såle til såle, for hver eneste salve. Dette bidro til betydelig raskere framdrift og kostnadsreduksjon for et problematisk prosjekt. ResconMapei og Sika kom raskt på banen med tilsvarende alkalifrie akseleratorer. Først inne på markedet overtok den alkalifrie akseleratoren mer og mer, til tross for vesentlig høyere pris pr. liter og flere liter pr. m³ betong. I dag er den nærmest enerådende.

Fra starten av hadde UGC den tradisjonsrike sveitsiske maskinprodusenten Meyco som samarbeidspartner. Meyco hadde ikke vært med på den norske utviklingen, og utstyret var i hovedsak rettet mot tørrsprøyting. De produserte også mindre våtsprøyteutstyr, de fleste beregnet for håndholdt sprøyting og med lavere kapasitet. UGC startet derfor også utviklingen av sprøyterigger, hvor det beste av norske og sveitsiske utstyr ble inkludert og videreutviklet. Meyco Equipment AG var fullt integrert i UGC International og Meyco sprøyterigger ble utviklet for "norske" behov, med andre ord høy kapasitet og full mobilitet. Konseptet ble døpt Meyco Road Runner. I dag benyttes disse riggene av Veidekke, AF Gruppen, NCC og Midtnorsk Betongsprøyting i det norske markedet. Meyco har videreutviklet teknologien og i dag kan disse riggene leveres med scanner og full datastyring av alle sprøyterobotens bevegelser. Systemet kalles Meyco Logica, og gir kontroll med tykkelse og reduserer prelltap ytterligere. Meyco er i dag ledende på denne type tunge våtsprøyterigger, og det er ingen tvil at dette kravspesifikasjoner og produktutvikling sammen med Veidekke i det norske markedet har bidratt til dette.

2000-tallet

Kort tid etter årtusenskiftet ble det norske sprøytebetongmiljøet oppmerksom på eksistensen av en "konstruktiv polymerfiber" med navnet Barchip, plastfiber som skulle ha tilsvarende virkning i betong som stålfiber. Som tilfellet var med den aller første stålfiberen, ble nyheten hentet fra Australia. Selv om vi ikke har hatt noen problemer med sammenbrudd av sprøytebetongsikringer pga. fiberkorrosjon, var fiber av ikke-korrosivt materiale interessant. Erfaringen er at der sprøytebetongen har åpne riss eller riss som gir vanngjennomgang, korroderer stålfiberen i løpet av få måneder.

Den første fullskala utprøvingen av konstruktiv polymerfiber Barchip i Norge ble utført i Vadheimtunnelen i 2003. Med disse erfaringene ble ny fullskala prøving utført i Sjørdaltunnelen. Deretter ble mesteparten av den undersjøiske Halsenøytunnelen sikret med sprøytebetong med polymerfiber. Dermed var det gjort; konkurrentene til Barchip var for lengst på plass, pris-konkurransen i gang, og polymerfiberen overtok raskt store markedsandeler. Sterkt medvirkende til dette var at Statens vegvesen i sin Prosesskode spesifiserte syntetiske fiber av ikke-korrosivt materiale "hvor det forventes store deformasjoner i bergmassen eller sterkt korrosivt miljø som f. eks. undersjøiske tunneler", valgfritt stål- eller polymerfiber ellers.

En annen nyhet kort tid etter årtusenskiftet var at polypropylen mikrofiber, "brannsikringsfiber" ble tatt i bruk i sprøytebetong. Tradisjonelt har betong blitt betraktet som et velegnet brannsikringsmateriale i seg selv, men slike tunnelbranner som hadde inntruffet flere ganger i Sentral-Europa kunne ingen betong stå imot. Det farligste for redningspersonell og for konstruksjonenes strukturelle integritet var betongen eksplosive avskalling ved den ekstremt hurtige temperaturstigningen. Om trafikk-tunneler skulle sikres mot slike branner, holdt det ikke med armert betong eller stålfiberarmert sprøytebetong alene.

Effekten av finfordelte polypropylenfiber i betong til å redusere/eliminere eksplosiv avskalling for støpt betong utsatt for brannbelastning har vært kjent lenge, men det var ikke kjent om slike fibre lot seg blande inn i sprøytemørtel, la seg sprøyte med vanlig sprøytebetongutstyr, og kunne gi tilsvarende virkning i herdnet betong. De første forsøkene ble utført med 1, 2 og 3 kg/m³ Adfil polypropylenfiber med 18 µm diameter og 6 mm lengde i 2003. Så vel praktisk utførelse som brannprøving ga positive resultater, og en dosering av slike fibre på 2 kg/m³ i sprøytebetong til brannsikring av brennbar isolasjon i trafikk-tunneler har vært spesifisert siden. Brannsikringsfiberen har blitt benyttet alene i nettarmerte brannsikringer og i kombinasjon med stålfiber. Fullskala 200 MW brannprøving i Runehammar tunnelen har bekreftet de positive resultatene fra brannlaboratoriet.

I 2005 stoppet Fundia (tidligere Christiania Spigerverk, nå Celsa Group), den eneste norske fiberprodusenten, og den fiberleverandøren som hadde vært med på å sette hele eventyret i gang 27 år tidligere, sin produksjon av EE-fiber. Etter ytterligere 3 år som importør av stålfiber forlot de fibermarkedet. Et problem man har måttet slite



Foto: Aurora Simonsen

med i perioder (og fortsatt sliter med) er at den alkalifrie akseleratoren ikke har fungert så godt som minnet forteller oss at den gjorde ved introduksjonen. Det ble først antatt at det skyldes noe ved sementen, men videre arbeid med problemet har vist at det kan være helt andre årsaker. Sprøytebetong er blitt et "blodtrimmet maskineri" som ikke fungerer perfekt uten at alle detaljene er 100% i orden.

Som følge av EØS-avtalen og Standard Norges medlemskap i den Europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN er Norge forpliktet til å ta i bruk de felleseuropeiske standardene. Den første NS-EN innen betong var materialstandarden NS-EN 206-1, som ble vedtatt i 2003. Samtidig kom NS 3465 som var en "norsk gjendiktning" av prEN 13670, og en revidert utgave av NS 3473. NB 7 ble da revidert til samsvar med gjeldende standarder, men revisjonen var kun av formell art. Norsk Betong-

forenings Sprøytebetongkomite ble holdt intakt i påvente av den kommende faglige revisjonen.

De nye norske standardene inneholdt skjerpede regler for kompetanse for nøkkelpersonell som produksjonsleder, kontrollleder og formann/bas. Slike regler gjaldt også sprøytebetong til bergsikring. Betongopplæringsrådet (BOR) var blitt opprettet tidlig på 1990-tallet med formål å gjennomføre kompetansekurs og utstede kompetansebevis for utførende personell. Som kursoperatør arrangerte Norsk Betongforening det første kompetansekurset "Sprøytebetong til bergforsterkning" i 2003. I perioden 2003-2008 deltok ca. 325 personer på dette kurset. Av disse har 120 fullført alle nødvendige kurs, hatt tilstrekkelig praksis og fått utstedt kompetansebevis.

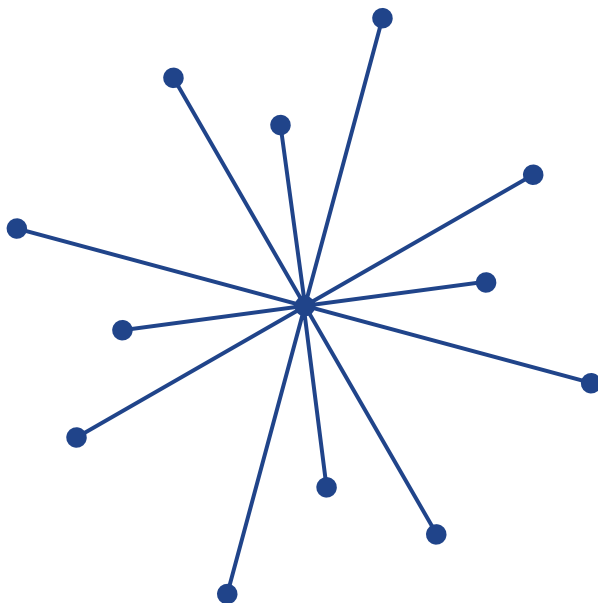
De felleseuropeiske standardene som gjaldt sprøytebetong spesifikt, NS-EN 14487, NS-EN 14488 og NS-EN

14489 kom i 2005 og 2006. Det norske sprøytebetongmiljøet hadde ikke maktet å ta del i standardiseringsarbeidet fra starten av slik mange hadde ønsket (og enda flere ville ha forventet). Den faglige revisjon av NB 7 ble derfor en langt tyngre oppgave enn forventet.

Gjennom hele 1990-tallet og videre etter årtusenskiftet har byggematerialenes bestandighet og bergsikringens levetid fått større og større oppmerksomhet. Dette gjelder også sprøytebetong. På slutten av 1990-tallet ledet Kjell Inge Davik et prosjekt i Statens vegvesen hvor tilstanden og bestandigheten for sprøytebetong i tunneler ble undersøkt. Et hovedresultat var at der sprøytebetongen hadde god tykkelse, var også tilstanden bra. Betongtykkelse var en vel så viktig faktor for holdbarheten som andre materialparametre. Statens vegvesens spesifisering i Prosesskoden ble derfor umiddelbart skjerpet til at hvis sprøytebetong først ble benyttet, skulle gjennomsnittstykkelsen være minst 6 cm. Nå er det velkjent at det alltid har vært mer enn vanskelig å anslå bergoverflatens ujevnhetsfaktor, og jo mindre sprøytebetongvolum som sprøytes, desto større er sannsynligheten for partier med kritisk liten tykkelse. Ved revisjonen av Prosesskoden i 2007 ble derfor spesifikasjonen av gjennomsnittstykkelse økt videre til 8 cm.

En hendelse som egentlig ikke har noe med sprøytebetong å gjøre, men som likevel måtte få betydning for alt rundt bruken av sprøytebetong til bergsikring, er raset i Hanekleivtunnelen på E18 i Vestfold natt til 2. juledag 2006. Etter denne hendelsen måtte mange steiner snus, sikkerheten i den teknologien man benyttet og hvordan man organiserte bruk av teknologien måtte kontrolleres. Et av spørsmålene var om man kunne ha tillit til sprøytebetongsikring der bergmassen var dårlig, der det fantes leire, der det til og med var svelleleire osv. Det var da spørsmål om kamstålmerte sprøytebetongbuer kunne benyttes, eller om full utstøping var eneste trygge alternativ.

Kamstålmerte sprøytebetongbuer er en løsning som ble tatt i bruk på 1990-tallet, men som aldri var blitt "designet", tegnet og spesifisert i detalj. Det var likevel ingen erfaringer for at sprøytebetongbuer hadde sviktet. Statens vegvesens vurdering ble at sprøytebetongbuer kan og skal brukes, men buenes geometri, tverrsnittsutforming og utførelse må spesifiseres bedre. Dette vil trolig få vesentlig betydning for den framtidige bruken av sprøytebetong i Norge.



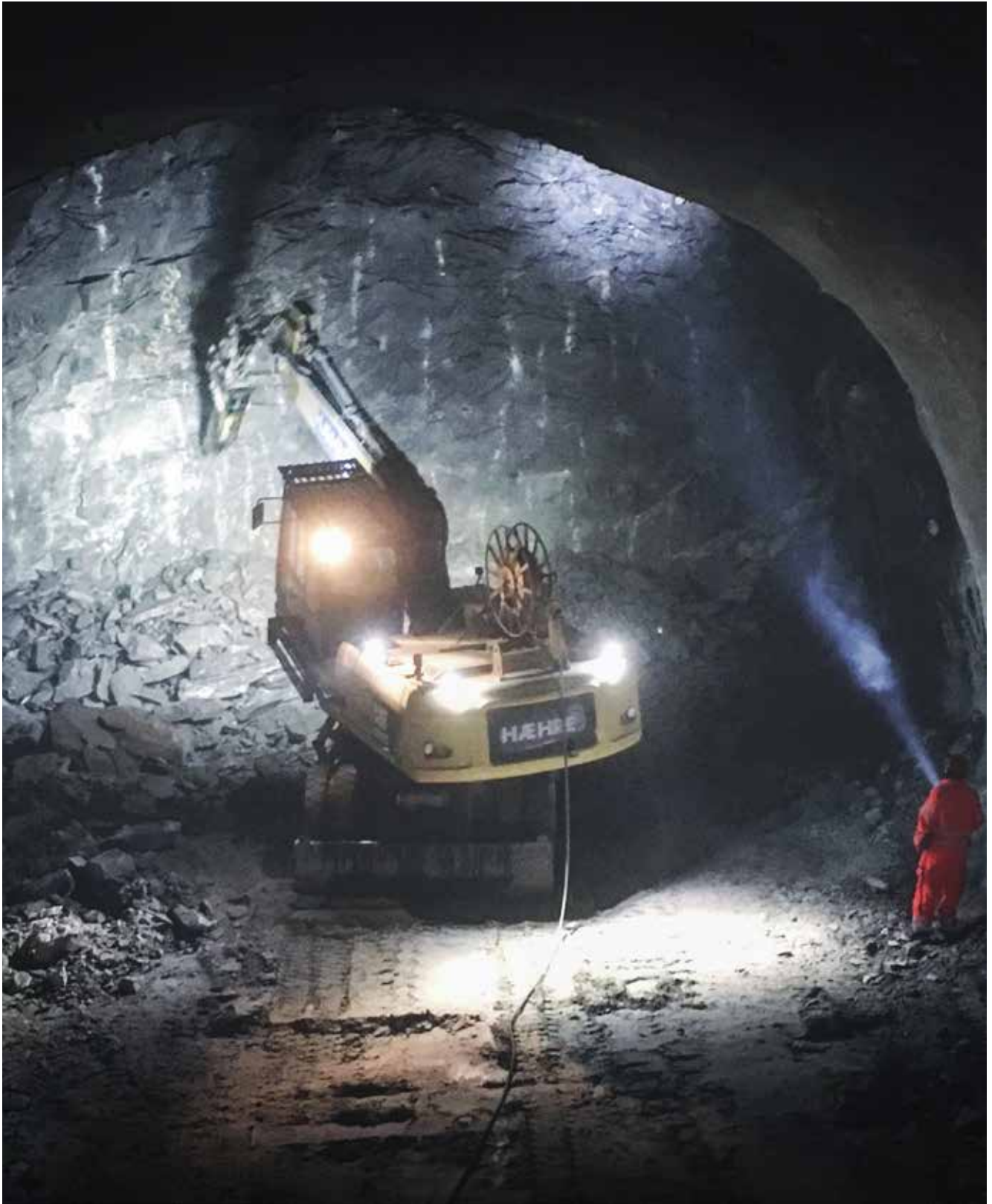


Foto: Dani Thomassen

SPRØYTEBETONG I NORGE. HISTORIEN OM ET FELLES KOMPETANSELØFT

Elisabeth Schjølberg

I dag er sprøytebetong selvskreven og uunnværlig til sikring/forsterkning av vegtunneler og andre bergrom i Norge. Sprøytebetong benyttes som sikring i hver eneste ny vegtunnel som bygges, rutinemessig på så godt som hver eneste tunnelmeter. En kan knapt tenke seg å drive en tunnel uten å ha mulighet for å sikre med sprøytebetong. Slik har det ikke alltid vært. Sprøytebetongteknologien i Norge har siden den først ble tatt i bruk tidlig på 1950-tallet, blitt utviklet i rykk og napp, men har fått sin nåværende posisjon som følge av en nærmest revolusjonsaktig utvikling som skjedde rundt 1980. Dette gjelder spesielt for våtsprøyting som etter hvert ble den foretrukne metoden for sikring av bergrom i Norge.

Det har ikke kommet av seg selv og det er mange faktorer som har gjort dette mulig, ulike faktorene som det er vel verdt å dvele ved alle sammen. Materialteknologien, pumpeutstyr, prosjektene. Dessuten bransjekulturen – med andre ord menneskene, kompetansen, viljen og driven til å skape utvikling, men også organisasjonene, eksempelvis Norsk Betongforening (NB) og Norsk forening for fjellsprengningsteknikk, som har bidratt til å skape felles arenaer for deling og utvikling av kompetanse og erfaringer. I denne artikkelen skal jeg først og fremst ta for meg det siste punktet, betydningen av felles arenaer og av bransjekultur. Ambisjonen er ikke å fortelle alt, men å trekke frem noen momenter som har hatt betydning for utviklingen av dette fagmiljøet, som etter hvert rett og slett ble for stort for Norge. Mange fra det norske sprøytebetongmiljøet har, som vi også skal se eksempler på, i mange år hatt verden som sin tumleplass. Hvordan kunne det være mulig?

Kultur – «sånn gjør vi det hos oss»

I denne sammenheng er det kanskje på sin plass å si hva jeg her legger i begrepet kultur. Veldig enkelt: «sånn vi gjør det hos oss». For å konkretisere ytterligere – både den måten vi mener at våtsprøyting bør utføres på, men også måten erfaringer sorteres og kunnskap bygges og formidles på. I tillegg til formidling er vilje til å dele erfaringer sentralt, noe som vi har og har hatt en kultur for både i de norske fagmiljøene. Akkurat hvordan denne

kulturen ble etablert og utviklet har jeg ikke oversikt over, men dette har resultert i omforente publikasjoner og retningslinjer samt systematiske opplegg for kompetanseutvikling, som altså igjen har bidratt til et sterke fagmiljøer med mange enkeltpersoner med en sterk faglig interesse, og som også er opptatt av å dele. En kultur utvikles når mange personer synes at nettopp disse faglige problemstillingene er interessante og givende, når det finnes «strukturer» som gir en eller annen form for stabilitet i delingen. Og det må være en faglig kjerne der som er interessant, sånn som det har vært med sprøytebetong, selv om dette ikke er hovedtemaet i denne artikkelen.

Mange aktører med tilstrekkelig felles interesse

I det norske sprøytebetongmiljøet har disse faktorene vært til stede. Produktet har blitt utviklet. Mange dedikerte personer har jobbet iherdig for å utvikle metodikk og kompetanse. Det har vært konkrete prosjekter som har hatt nytte av sprøytebetongen. Siste, men ikke minst har Norsk Betongforening, etter hvert også i samarbeid med Norsk Bergmekanikkgruppe og Norsk forening for fjellsprengningsteknikk og foreningenes medlemmer bidratt til at de erfaringene som ble trukket fra både praktisk arbeid og forskning, har blitt samlet og videreformidlet gjennom publikasjoner og kurs. Sammen med produktleverandørene ble det på den måten ble det skapt et anerkjent faglige miljø i Norge.

Vanskelig start – dokumentasjon må til

Det er ikke noen selvfølge at sprøytebetongen har den posisjonen den har i dag. I Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7 om sprøytebetong fra 1979 kunne man lese:

«De tidligste erfaringer med sprøytebetong i Norge var imidlertid ikke ubetinget gode. Ved enkelte arbeider fikk man bom på større eller mindre partier. Vanngjennomslag og frostsprengninger forekom også, noe som igjen førte til nedrasninger og ofte kostbare reparasjonsarbeider. Man hadde tilsynelatende større problemer med sprøytebetongen i Norge enn i andre land.

Med andre ord: Med disse erfaringene ville det ikke vært unaturlig om sprøytebetongen hadde fått et dårlig rykte, men sånn gikk det jo ikke. Den tekniske konkurrenten var full utstøping, som i praksis var vesentlig mer tidkrevende og mer kostbart, så det var gode grunner for å prøve å «få det til». Og det var nettopp det som skjedde – «noen» gjøv løs på oppgaven, hadde ideer og pågangsmot slik at pumpeutstyr og materialkombinasjoner ble utviklet i rasende fart rundt 80-tallet. Og ikke minst – resultatene ble dokumentert gjennom forskning sånn at byggherrene kunne godkjenne metoden.

Detaljer rundt den teknologiske utviklingen hører hjemme i en egen artikkel, men mange var med og bidro til at sprøytebetongen ble akseptert. Som nevnt var forskning en del av dette bildet. Ved Norges Tekniske Høyskole, NTH, sluttførte Ole Arnfinn Opsahl i 1985 sin Dr.ing.- avhandling: «A study of a wet-process shot-creting method» som var den første vitenskapelige tilnærmingen til metoden. Flere forskningsprosjekter ble gjennomført og var en sentral og nødvendig del av det å dokumentere at metoden hadde sin berettigelse. Det var nødvendig å finne gode metoder for å bestemme kvalitet, slik at dette kunne kartlegges og dokumentere.

Uensartet praksis – standardisering må til!

Men dette var likevel ikke tilstrekkelig, slik vi kan se fra samme publikasjon nr. 7:

«Uensartet praksis på grunn av mangel på spesifikasjoner og dårlig kontroll gjorde det vanskelig å analysere og vurdere de reelle årsaker til vanskelighetene. Medvirken- de var utvilsomt at en riktig forståelse for bruken av sprøytebetong krever mer teoretisk bakgrunn enn den praksis som var gjeldende for andre sikringsarbeider.»

Det holder ikke at man har teknologien – den skal kunne anvendes også, igjen og igjen med forutsigbar kvalitet. Sprøytebetongkvaliteten er spesielt sårbart for riktig utførelse. Har operatøren ikke den rette forståelse for hvordan betongen sprøytes, så forsvinner økonomien i preletap og nedfall. Uten riktig dimensjonering, vil ikke betongen ha den sikringsfunksjonen den er ment å ha. Det ildsjelene så, var at man trengte en standardisering av praksis, både i teori og praktisk utførelse.

Retningslinjer for sprøytebetong etableres

Fagarenen Norsk Betongforening har vært avgjørende på tre måter. For det første ved å være pådriver for å etablere faglige arenaer der fagfeller fra leverandører, entreprenører, rådgiving, byggherrer og akademia har kunnet diskutere erfaringer uavhengig av kontraktuelle forhold. For det andre ved at man har forventet et resultat fra disse diskusjonene – publikasjoner. Og sist men ikke minst ved at man har sørget for at erfaringene har blitt formidlet gjennom kurs og konferanser.

De første "Retningslinjer for Sprøytebetong" ble utgitt av Norsk Betongforening allerede i 1971 og i juni 1979 utkom omtalte Publikasjon nr. 7 (NB7) etter at en komite hadde jobbet med denne siden 1976. Sentrale personer den gangen var Gunnar Kummeneje (Statkraft), Tor F. Barbo (NOTEBY), Schack fra NGI, Anders M. Heltzen, (Kontor for fjellsprenningsteknikk, senere NGI og Elliot Strømme) Ole Arnfinn Opsahl (den gang Høyer Ellefsen) og ikke minst Knut Garshol (Thor Furuholmen AS) i tillegg til Knut Berg i Norsk Betongforening. To grunnleggende temaer ble drøftet i tilknytning til denne første utgaven:

- 1) Valg av oppgjørsmetode (preletap)
- 2) Valg av metode (våt eller tørrsprøyting)

Som man har forstått, falt valget i Norge etter hvert på våtsprøytemetoden.

På hele 1980-tallet endret "Best Practice" seg så raskt at det ikke var mulig å skrive en spesifikasjon eller anbefaling og tro at de ville kunne få noen levetid. På slutten av 1980-tallet hadde likevel teknologien kommet til en viss modenhet, samtidig som det var et faktum at prøvingen i laboratoriet av fibervirkning begynte å få større oppmerksomhet enn selve bruken av sprøytebetong i tunnelene. Kanskje det var tid for en ny gjennomdrøfting av problemstillinger knytte til sprøytebetong?1)

I 1991 nedsatte derfor Norsk Betongforening en komite under ledelse av Eystein Grimstad for å revidere den utdaterte publikasjon nr. 7 fra 1979. Reidar Kompen var sekretær – det vil si den som førte den nye publikasjonen i pennen. Også Kjell Inge Davik (Statens vegvesen) var aktivt med her. Den reviderte NB 7 ble utgitt i april 1993 og inneholdt:

- en spesifikasjonsdel som kunne henvises til i kontrakter,
- en veiledningsdel, lærebokstoff,
- prøvingsmetode for bruddseighet av fiberarmert betong, og
- referanser

Publikasjon nr. 7 «Retningslinjer for Sprøytebetong» - tidenes bestselger?

Publikasjonen var en god oppsummering av det faglige nivået og ga avklaring på flere tekniske spørsmål. På mange områder var det viktig at definisjoner og tolkninger ble satt på papiret og dermed fikk en mer offisiell status, spesielt fordi de la grunnlaget for de kravene som Statens vegvesen innførte i sin prosesskode. NB 7 ble godt mottatt i bransjen og ble en av Betongforeningens "bestselgere". Om en sammenligner med Norske Standarder innen anleggsbransjen, er det neppe noen som har blitt mer tatt på alvor og etterlevd enn NB 7, og som vi skal se la den grunnlag for standardiseringsarbeid andre steder enn i Norge.

For det første ble NB7, 1993 utgaven oversatt til engelsk. Samtidig har flere av de norske spesialistene deltatt i internasjonalt standardiseringsarbeid og denne innsatsen var naturlig nok preget av NB7. Eksempelvis engasjerte Tom Melbye seg i å gjøre våtsprøytemetoden kjent og tilgjengelig for kunder og fagfolk gjennom sin posisjon i Master Builders Technologies MBT (Sveits). Han engasjerte seg sterkt i ITA¹ og EFNARC² for utarbeidelse av en bransjestandard for sprøytebetong. EFNARC-publikasjonen ble naturlig nok sterkt influert av Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7, og den utgjorde et sterkt faglig grunnlag for det felleseuropeiske standardiseringsarbeidet som seinere foregikk under CEN. Melbye skrev forøvrig sin egen lærebok "Sprayed Concrete for Rock Support" som er utgitt på 5 språk i 10 opplag, og er blitt et anerkjent oppslagsverk.

Som dere legger merke til, er det mange personer som har vært involvert i utviklingen. Enkeltpersoner som har vært engasjert. Vi må gå nærmere inn på dette.

Enkeltpersoner som gjør en forskjell

Når jeg snakker med Reidar Kompen, trekker han frem ett forhold som er av kritisk betydning for sprøytebetongen som produkt: sprøyteoperatøren. Ikke overraskende

vil jeg si. Fokuset på den kompetente og ansvarlige utøver har, slik jeg kjenner det, vært selve grunnholdningen i alt formidlingsarbeidet som Reidar Kompen har stått for³. Han er en av mange som i lange perioder har vært drivere i utviklingen av sprøytebetongfaget. Samtidig trekker han selv spesielt frem Hans Petter Torsteinsen (1940-2011) som en person som praktiserte nettopp disse verdiene i sin bedrift, dele, tillit, troen på den kompetente fagarbeideren – og selvfølgelig troen på sprøytebetongen.

Torsteinsens sentrale posisjon og engasjement kan tjene som et konkret eksempel på nettopp det som bidro til å skape dette faglige miljøet, selv om han ikke var aktiv i Norsk Betongforening. Han etablerte spesialistselskapet Robocon, i første omgang som en avdeling i Høyer Ellefsen. Torsteinsen tok godt vare på sine ansatte, viste tillit og ga ansvar. Hver sprøyteoperatør fikk ansvaret for sin sprøyterigg, var med på reparasjoner og overhaling av denne når det var nødvendig. De fleste operatørene kom som beskjedne gutter fra Gudbrandsdal eller Hallingdal, forteller Reidar Kompen som også en tid jobbet i Robocon. Der fikk de opplæring om rigg, betong og utførelse. Torsteinsen skal ha sagt: "Legg merke til de som slutter her, de fleste av dem starter en virksomhet for seg sjøl." Robocon ble dermed i praksis en opplæringsinstitusjon og opprettet interessant nok en firma-intern sertifisering av sprøyteoperatører etter opplæring og tilstrekkelig praksis. Torsteinsen hadde også et annet kjennetegn – åpenhet. Åpenhet om alt som ble utviklet i Robocon. Forretningsideen (og praksisen) var konkurransedyktighet gjennom kontinuerlig utvikling. Torsteinsen var derfor helt åpen mht. betongteknologien og alt som kunne sees utenpå sprøyteriggene. De som måtte ønske det fikk kripe både under og over riggene for å studere, og det gjorde de! 1)

Selv om han ikke deltok i NB, så bidro han til å understøtte den delingskulturen som har preget det felles faglige arbeidet, og som vi skal se er det mange som har stått på gjennom mange år for å sikre videreformidling av faglig kompetanse.

Engasjement og kontinuitet, bærebjelken i sprøytebetongkursene

Det er uklart når de første kursene i sprøytebetong faktisk ble gjennomført, men fra arkivene i Tekna / Norsk

¹ ITA: International Tunneling Association

² EFNARC: The European Federation for Specialist Construction and Concrete Systems

³ Vi jobbet sammen fra 1991 – 1995, hovedsakelig med formidlingsarbeid

Betongforening er det sannsynlig at det i alle fall er gjennomført kurs i sprøytebetong siden 1987⁴. Et viktig grunnlag har vært ildsjeler, NB7 samt en organisasjon som er spesialist på å arrangere kurs. De siste årene er det gjennomført 2 kurs hvert år, ett vår og ett høst. Knut Berg og Siri Engen har sørget for en stabilitet i organiseringen, men også den faglige delen av kurskomiteene har vært forbløffende stabil.

Mange har vært med, så her nevnes kun noen personer som har vært med ekstra lenge – slik det fremgår av kursprogrammene⁵. Sentrale personer var i de tidlige årene: Anders M. Heltzen (Institutt For Fjellsprengningsteknikk), Tor F. Barbo (NOTEBY), Reidar Lien (NGI), Knut Garshol (Ing. Thor Furuholmen), Odd Tjugum (Rescon), Eystein Grimstad (NGI) og Ole Arnfinn Opsahl (Høyer Ellefsen).

Av de som var aktive på 90-tallet kan nevnes Reidar Kompen (Statens vegvesen) Eystein Grimstad (NGI), Petter Brandtzæg (AFgruppen) og Ola Woldmo (BASF). Senere har Tom Farstad (NBI/AF) vært med i mange år. Christine Hauck (Veidekke) har vært fast medlem i komiteen i minst 12 år og de senere årene har Thomas Beck (nå Mapei), Synnøve Myren (Statens vegvesen), Jan Erik Hetlebakke (Entreprenørservice) og Ove Ugelstad (AF-gruppen) vært medlemmer i kurskomiteen i en årrekke.

Det er minst to forhold som slår en, når man ser på sammensetningen av kurskomiteene – det ene er stabiliteten i sammensetningen som alt er nevnt, ikke annet enn imponerende! Man kan kanskje anta at medlemmene i disse komiteene både har opplevd det som lærerikt og hyggelig å delta? Det andre er sammensetningen av personer med praktisk innsikt og personer som i større grad representerer styring på den ene siden, prøvemethoder og teori på den andre siden. Den kunnskapen som Siri og Knut har hatt om medlemmenes kompetanse har garantert vært en viktig faktor for at sammensetningen har vært så vellykket.

Kompetente foredragsholdere og formell status

Kurskomite? Ja, og gjennomføringskomite. Den etablerte praksis har vært at kurskomiteen for sprøytebetongkursene også har kunnet stå for de konkrete foredragene. Foredragsholderne representerer flere innsikter og

perspektiver, både det praktiske og det teoretiske, både kunden og leverandøren. Effektivt – og det skaper en troverdighet og forutsigbarhet.

Ett viktig utviklingsskritt må nevnes. Siden 2003 har kurset hatt formell status som kompetansegivende kurs. Etter en gjennomført og bestått eksamen sammen med dokumentert praksis, får deltakerne kompetansebevis gjennom Betongopplæringsrådet⁶. Målgruppen for kurset er sprøyteledere, kontrollere, formenn og baser. Statistikk over avholdte kurs er ikke tilgjengelig helt fra starten, men siden 1998 er det avholdt 33 kurs, med til sammen 1078 deltakere og det er utdelt til sammen 310 kompetansebevis.

Kursene ble etter hvert gjennomført som et samarbeid mellom Norsk Betongforening, Norsk Bergmekanikkgruppe, Norsk forening for fjellsprengningsteknikk og NIF/Tekna. Dette har vært et fornuftig grep all den stund vårsprøytebetong i Norge i hovedsak benyttes i bergrom.

Både teori og praksis – med diskusjon og praktisk arbeid som pedagogisk metode

Hva har vært tema alle disse årene? Som antydte tidligere var et grunnlag for kursene at man ønsket å skape en felles og riktig forståelse for bruken av sprøytebetong og at dette krevde mer teoretisk bakgrunn enn den praksis som var gjeldende for andre sikringsarbeider.

Det som slår en, når man leser kursprogrammene for sprøytebetongkursene er helhetsspektivet; At sprøytebetongen som produkt ikke bare handler om betong, men også om forståelsen for samspillet med geologien og økonomien. Sist men ikke minst er den preget av en grunnholdning: Trua på og tilliten til den kompetente fagarbeideren. En sterk del av den norske kulturarven som faktisk kan være truet i dag. Og det er her enkeltpersoner trer frem som toneangivende. Fra kursoversikten fra eksempelvis 1990 kan vi lese at kurset omhandler følgende emner:

- Metoder og utrusting for betongsprøyting
- Sprøytebetongens virkemåte og stabilitetsvurdering ved fjellsikring
- Bruk av sprøytebetong til ulike formål

⁴ Teknisk arrangør har variert noe, fra NIF til Tekna og nå Norsk Betongforening i samarbeid med Norsk Bergmekanikkgruppe og Norsk forening for fjellsprengningsteknikk

⁵ Fra de aller første årene har jeg ikke hatt tilgang til kursprogrammene og har dermed heller ikke oversikt over hvem som kan ha vært med i kurskomiteen.

⁶ Betongopplæringsrådet (BOR): Frittstående organisasjon drevet av en samlet bransje.

- Betongteknologiske krav og materialelegenskaper
- Økonomi, kontraktsforhold og sikkerhet
- Beskrivelse for utførelse, kontroll og prøvetaking

Ikke småtterier som skal gjennomgås på tre dager. De samme hovedoverskriftene kan faktisk benyttes også om dagens kurs, selv om det nok legges noe større vekt på HMS enn det som var tilfelle i de første kursene. Det konkrete innholdet vil ha endret seg noe, etter hvert som nye materialer er tatt i bruk og sprøyteutstyr i økende grad er robotisert. Man må kunne si at den malen som ble lagt for om lag 30 år siden har stått seg usedvanlig godt.

Dette sier noe både om forståelsen for nødvendig innhold, men det sier også noe om pedagogisk kompetanse som den første kurskomiteen har hatt, der dialog og diskusjon har vært et viktig grep.

Diskusjonen sentral i sprøytebetongkursene

Dialog og diskusjon har man fått til i kursene. Det fortelles at diskusjonene på de første sprøytebetong-kursene var engasjerte og livlige. Mange uttrykte seg uforbeholdent om sin metodes fortrefelighet. Den som tenkte på å ytre seg negativt om noen metode, noe utstyr eller noen sprøytebetong burde skaffe seg livvakt først. Det var en kamp om å overbevise om hvilken metode som var best, tørrsprøytemetoden eller våtsprøytemetoden, og det var en kamp om hvilket våtsprøyteutstyr som var best. Spesielt de meget opphetede diskusjonene man hadde om Semskruen og kanskje enda mer om Sem-munnstykket, skal ha vært til dels av meget høy underholdningsverdi.

I alle årene har kursene også hatt et praktisk innslag. Deltakerne skal blande betong, kjenne på effekten av ulike materialsammensetninger. Dette gir for det første bedre forståelse for nettopp materialsammensetning, men er også et godt pedagogisk grep som får deltakerne litt «varmere i trøya». Ikke alle deltakere på disse kursene er munnrappe reality-stjerner, men alle har noe å bidra med, og en praktisk øvelse gjør det enklere å vise dette. Ola Woldmo stilte i 7 år opp med ferdig innveide materialer og sørget for denne delen av kurset. De siste årene er det Thomas Beck som har sørget for denne delen av kursene. Man må også berømme hotellene som kursene er gjennomført på, som har stilt seg velvillig til at kurslokalene har vært benyttet til betongblanding.

En rød tråd i kurset har hele tiden vært å legge grunnlag for forståelse av at kvalitet (og økonomi) for sprøytebetong

trenger både praktisk og teoretisk innsikt, nettopp slik flere i miljøet har vært talspersoner for. Dette fordrer at det er nødvendig med en gjensidig respekt mellom personer som har ulike roller i prosjektene. Og denne respekten kan utvikles dersom man har et felles fagspråk, felles forståelse for utfordringer og med dialog. Nettopp diskusjonen som pedagogisk metode har derfor vært sentralt for utvikling av felles forståelse for begreper, utfordringer og oppfatninger av hva eksempelvis kvalitet egentlig er. Både de som beskriver og de som utfører skal ha samme forståelse av slike forhold. Holdningen til tillit – og deling – preger fortsatt innretningen på sprøytebetongkurset og deltakelsen her. Siri Engen forteller at den typiske deltakeren på disse kursene ikke finnes, bortsett fra at de jobber i anleggs- og bergverkssektoren. Det er personer uten særlig akademisk bakgrunn med masse praktisk erfaring og det er nyutdannede fra universitet og høyskole – og de fleste aldre er representert. Da dialogen har vært sentral i disse kursene, har det alltid vært en deltakerbegrensning, det er plass til max 32 deltakere på kursene i Sprøytebetong.

Sprayed Concrete – internasjonalt symposium med godt omdømme

Når vi snakker om et norsk fagmiljø og formidling, så er det nødvendig å fortelle at dette miljøet en periode også var et dominerende fagmiljø i verden. Vi har alt nevnt NB7s oversettelse og innsatsen i standardiseringsarbeidet. I 1993 ble "The first International Symposium on Sprayed Concrete" gjennomført på Fagernes med 144 deltakere fra 21 land. Sentrale personer i de første symposiene var Reidar Kompen, Eystein Grimstad, Ola Jeglem, Tom Melby, Ole Arnfinn Opsahl og Nic Barton, i tillegg til alltid tilstedeværende Knut Berg og Siri Engen. Man skal heller ikke glemme at en rekke norske fagpersoner opp gjennom årene har deltatt med foredrag. Mange kjente personer fra norsk berg- og betongmiljø som sammen med internasjonale eksperter har bidratt til et høyt faglig nivå på disse symposiene. Det er fristende å sitere Tunneling Journals lederkommentar etter symposiet i Tromsø:

"If you all event-organizing companies want to know about quality content, take a lead from this one."

Symposiet har senere blitt gjennomført til sammen 7 ganger, med til sammen ca. 1050 deltakere fra mer enn 30 land. Ett nytt symposium er planlagt til 2021.

Siden 1993 er det gjennomført til sammen 8 internasjonale symposier om sprøytebetong med god deltakelse fra mer enn 30 land.

1993	-	Fagernes	132
1996	-	Storefjell	165
1999	-	Storefjell	154
2002	-	Davos	130
2008	-	Lillehammer	149
2011	-	Tromsø	118
2014	-	Sandefjord	115
2018	-	Trondheim	83

Det er mulig å være ledende i verden! Hele dette faglige engasjementet – sammen med det faktum at våtsprøyte-metoden fungerte, resulterte i at norske spesialister, både på teori og praktisk utførelse, i mange år har jobbet i det internasjonale markedet. Ett eksempel er Kina, der norske konsulenter og entreprenører har vært engasjert som rådgivere gjennom rådgiverselskapet AGN, Advisory Group of Norway. Våtsprøytebetong var noe de norske mente å kunne tilby bedre enn noen andre, og resultatet var at eksempelvis Robocon eksporterte flere sprøyte-rigger og hadde flere sprøyteoperatører som instruktører i Kina fra midt på 1980-tallet.

Ett annet eksempel er Tom Melbye som tidlige på 1990-tallet forlot Rescon og Norge, til fordel for Master Builders Technologies (MBT) og Sveits. MBT var ett av de store internasjonale tilsetningsstoffleverandørene. Det Melbye gjorde var å sette det beste av norsk sprøytebetongteknologi i system, kommersialiserte det og satte i gang videreutvikling, -nettopp for å beholde konkurransedyktigheten. Han engasjerte flere fra det norske sprøytebetong miljøet. Snart var faktisk flere nordmenn engasjert i sprøytebetongfaget internasjonalt enn i Norge.

Mangt kan sies om internasjonaliseringen, men det må være en annen historie. Det sentrale som er relevant i

denne sammenhengen, er imidlertid fokuset på å systematisk bygge kompetanse – og det faktum at et levende norsk fagmiljø har vært så sentralt for utviklingen av våtsprøytemetoden.

Avsluttende bemerkninger

Hvordan kunne det være mulig, spurte jeg i innledningen, og jeg har belyst spørsmålet ved å fokusere på følgende momenter:

- Enkeltpersoner med faglig kompetanse, vilje og evne til å utvikle kompetanse
- En systematikk rundt deling av erfaringer og til å kople dette opp mot spesifikasjoner som kan benyttes i kontraktssammenheng
- Evne og vilje til å utvikle og dokumentere kunnskap gjennom forskning og praktisk erfaring
- En organisasjon som Norsk Betongforening som både er en møtearena for mange aktive medlemmer, men som også er spesialist i å arrangere kurs og konferanser

Et siste poeng som bare såvidt har vært belyst, men som har vært kritisk, har vært byggherrenes aksept av metodikken slik at dette har vært kommersielt interessant. Dette får bli en annen historie.

Kilder:

- 1/ Reidar Kompen:
 - «Sprøytebetongens historie», upublisert manus med referanser bla til:
 - Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7 «Retningslinjer for Sprøytebetong» fra juni 1979
 - Samtaler med Reidar Kompen våren 2019
- 2/ Samtaler med Siri Engen⁷, Tekna, våren 2019 om utvikling av kurs og konferanse om sprøytebetong
- 3/ Samtaler med Ola Woldmo, våren 2019
- 4/ Innspill til teksten fra Ole Arnfinn Opsahl
- 5/ Innspill til teksten fra Knut Berg
- 6/ Informasjon om kurs og konferanser fra årene

⁷ Siri Engen: Ansatt i NIF/Tekna siden 1990 og dedikert for Norsk Betongforening og Norsk Fjellsprengningsforening. Kursansvarlig for sprøytebetongkursene og i sekretariat for «sprayed concrete».



Programkomiteen for Sprengningsarbeider på besøk hos Norcem i 2019.



Foto: Tove Ree

UTBYGGINGEN AV «FESTUNG NORWEGEN»

Torgeir E. Sæveraas

Innledning

«Festung Norwegen» var den tyske fellesbetegnelsen på de militære anleggene bygget i Norge under andre verdenskrig. Disse omfattet om lag 310 kystbatterier langs hele kysten, de gigantiske ubåtbunkerne Bruno i Bergen og Dora i Trondheim, rundt 20 nye flyplasser, i tillegg til utallige mindre skytestillinger, løpegraver, brakker og andre militære installasjoner. Dessuten bygde tyskerne opp omfattende infrastruktur for å understøtte den militære virksomheten, så som jernbane- og vei-forbindelser gjennom noen av de mest ugjestmilde delene av Norge, et vidstrakt nett av telefon- og telegrafkabler, 20 nye kraftverk, diverse industrielle anlegg, samt bruer, havneanlegg og så videre.

Mye av denne infrastrukturen ble overtatt av den norske staten og/eller private aktører etter krigen, og flyplassene dannet for eksempel grunnlaget for utbyggingen av norsk luftfart i etterkrigstiden. I dette kapitlet vil imidlertid fokus være på de anleggene som kanskje først og fremst er knyttet til begrepet «Festung Norwegen», det vil si de ca. 310 kystbatteriene som lå plassert fra svenskegrensen i sør til fronten mot Sovjetunionen i nord. Disse festningsanleggene ble av samfunnsøkonomene Odd Aukrust og Petter J. Bjerve i boka *Hva krigen kostet Norge* (1945) beskrevet som «mer til skade enn til gagn», og er med enkelte hederlige unntak blitt nokså neglisjert – både i norsk historieskrivning og som de kulturminnene



Batterie Theo. Trondenes. Foto: Torgeir E. Sæveraas.

Dette kapitlet er basert på bearbejdede utdrag av forfatterens doktorgradsavhandling i historie («Beton macht Geschichte», *Organisation Todt og utbyggingen av Festung Norwegen* (NTNU 2017)) og etterfølgende arbeider. For kildereferanser og videre lesning henvises det til avhandlingen, samt forfatterens artikler i *Norsk militært tidsskrift* nr. 1/2018 og *Historisk tidsskrift* nr. 3/2018.

de på godt og vondt er. Faktisk er det sannsynlig at anleggene i «Festung Norwegen» med tiden vil være de eneste synlige restene etter den andre verdenskrig i Norge.

Hvorfor denne massive utbyggingen

Hva var så bakgrunnen for den massive tyske utbyggingen av festningsanlegg i Norge, og hvordan ble den gjennomført? For å kunne svare på det spørsmålet, er vi nødt til å se nærmere på hvilke strategiske overveielser som ble foretatt av Adolf Hitler og den tyske militære ledelsen helt fra operasjon *Weserübung* formelt ble beordret iverksatt gjennom en ordre fra Hitler den 1. mars 1940. Allerede i operasjonsordren til *Weserübung* ble det nemlig lagt vekt på å sette i gang utbygging av kystforsvaret så fort som mulig får å være klar til å møte et engelsk motangrep. I den første perioden etter angrepet på Norge, før felttoget var avsluttet, overtok derfor Wehrmacht de eksisterende norske befestningene og foretok egne feltmessige utbygninger, ofte i tråd med norske planer fra før krigen.

Hitler endrer sine synspunkter

I starten av januar 1941 forsikret Hitler sine øverste militære ledere om at den tyske stillingen i Norge var trygg, og at det var lite sannsynlig at britene ville prøve seg på en større landgangsoperasjon. Han påpekte riktignok at britene kunne gjennomføre mindre raids, noe han snart skulle få rett i. Hitlers reaksjoner i etterkant av det såkalte Svolvær-raidet (operasjon *Claymore*) den 4. mars 1941 tydet imidlertid på at han langt fra anså den tyske stillingen i Norge som så sikker som bare et par måneder i forveien. Derimot førte Svolvær-raidet til at Hitler ga ordre om at den tyske hæren skulle tilføre hele 160 nye kanonbatterier til Norge, der hovedvekten av forsterkningene skulle legges til Nord-Norge.

Etter hvert som de nye batteriene ankom utover i 1941, måtte den tyske militære ledelsen i Norge innse at angrepet på Sovjetunionen gjorde det nødvendig med ytterligere forsvarstiltak, samtidig som de også måtte sørge for grundigere sikring av alle de nye batteriene de hadde fått tilført. Denne erkjennelsen nedfelte seg skriftlig helt mot slutten av året, da Hitler i november ga ordre om å bygge ut det som ble kalt «'Westwall' Norwegen». Den 14. desember 1941 ble ordren utvidet til å gjelde hele kysten av Vest-Europa. Det Hitler nå omtalte som «Neuen Westwall» skulle løpe langs Ishavs-, Nordsjø- og Atlanterhavskysten, og ble senere omdøpt til «Atlantikwall», et gigantisk forsvarsverk som skulle sikre den tyske vestfronten fra Biscayabukta til Nordkapp.

I Hitlers ordre ble Norge ansett som det mest sannsynlige landingsstedet for allierte tropper, og på grunn av vanskelighetene med å sende forsterkninger til Norge fikk befestning av kysten her den aller høyeste prioritet.

Som den tyske historikeren Thorsten Heber har bemerk- et, må Hitlers ordre 14. desember 1941 særlig ses på bakgrunn av to forhold: For det første erkjennelsen av at operasjon *Barbarossa* hadde mislyktes i å slå Sovjet- unionen ut av krigen, og for det andre krigserklæringen



Fritz Todt, sivilingeniør, født 1891, studerte i München og Karlsruhe, doktorgrad innen veibygging, senere professor. Medlem av nazipartiet fra 1922, startet yrkeskarrieren med vannkraft, etter hvert gikk han over til veibygging. Han ble utnevnt til toppsjef for tysk motorveiutbygging (Autobahn) og senere for etableringen av Organisation Todt. Fritz Todt døde i en flyulykke den 8. februar 1942. Ettersom han kvelden i forveien hadde kranglet med Hitler om en tapt krig verserer flere teorier om årsak til ulykken.

Foto: Bundesarchiv_Bild_146-1969-146-01,_Fritz_Todt.

mot USA tre dager i forveien. Tyskerne innså at krigen nå kom til å bli langvarig, og med ordrene om utbygging av kystforsvaret innrettet Wehrmacht seg på forsvar i vest. Slik Hitler så det, skulle det sterkt utbygde kystforsvaret sørge for at Vestmaktene ble hindret fra å gjøre landgang mot det tyskbesatte Europa, men også gjøre det mulig å overføre flere soldater til Østfronten.

Omtrent samtidig med dette gjennomførte allierte spesialstyrker det såkalte Måløy-raidet (operasjon *Archery*) den 27. desember 1941. Hitler begynte nå å frykte at Storbritannia skulle foreta landgang på flere forskjellige steder i Nord-Norge samtidig og på den måten gjøre et forsøk på å gjenerobre Narvik. I så fall ville Sverige og Finland komme under alliert press, noe Hitler mente kunne få krigsavgjørende betydning. Han ga derfor ordre om at så godt som hele den tyske flåten måtte settes inn i forsvaret av Norge, og som den tyske historikeren Robert Bohn har påpekt, utviklet Hitlers frykt for invasjon i Norge nå seg til en besettelse han aldri helt ble kvitt.

I et møte med marineledelsen den 22. januar 1942 hevdet den tyske føreren at et alliert angrep med svensk støtte var nært forestående. Svenskene skulle angivelig ha blitt lovet kontroll med blant annet Narvik for å bli med på alliert side. Under dette møtet påsto Hitler at det var overhengende fare for en alliert landgang i nær framtid, og karakteriserte Norge som «krigens skjebnesone». Litt over to uker senere kom han tilbake til temaet, og den 7. februar 1942 hevdet han at Tysklands *Lebensraum* måtte sikres gjennom en «Westwall» i Frankrike, en «Nordwall» i Norge og en «Ostwall» i Russland – da ville Tyskland bli «uangripelig». Hitler uttalte også at «hvert skip som ikke befinner seg i Norge er feilplassert».

Slik var situasjonen da rustningsminister Fritz Todts fly den påfølgende dagen eksploderte like etter avgang fra Hitlers hovedkvarter, og førerens arkitekt Albert Speer noen få timer senere ble utnevnt til Todts etterfølger i alle hans mange verv. Speer viste seg snart å ha et velutviklet maktinstinkt, og i sin kapasitet som rustningsminister ble han etter hvert en av Det tredje rikets mektigste menn, og kanskje til og med en mulig etterfølger for Hitler.

Wiking-Befehl

Den 13. mai 1942 mottok Speer i egenskap av også å være «generalfullmektig for byggebransjen» (GB Bau) en førerordre fra Hitler, som gikk ut på utbygging av følgende anlegg:

1. Befestninger langs hele norskekysten,
2. Vintersikker vei til Lakselv og videre til Petsamo,
3. Flyplasser,
4. Jernbane helt til Kirkenes,
5. Bombesikre ubåtbaser i Bergen og Trondheim,
6. Lettmetallprogrammer for aluminium og magnesium.

Dette skulle bygges så fort som mulig, og helst være avsluttet i løpet av maksimalt et par år. Forsiktig sagt har nok aldri et så omfattende byggeprogram blitt vedtatt gjennomført på så kort tid i Norge noen gang. Omkostningene skulle vise seg å bli enorme, både økonomisk, ressursmessig og i antall tapte menneskeliv. Programmet ble riktignok aldri fullstendig gjennomført, men tyskerne fikk likevel bygget store deler av sin «Festung Norwegen» før krigen var slutt, og faktisk ble byggeprogrammet innenfor festningsbyggingen slik det ble definert i 1942 overoppfyllt.

Thorsten Heber har riktignok hevdet at det at det særlig fra 1943 av ble benyttet mye mer betong i Frankrike enn i Norge viser at det ble bygget færre anlegg her enn på kontinentet, men dette er en statistikk en ikke skal se seg helt blind på. Ettersom det norske fjellandskapet ga rikelig med anledninger til å bygge tunneler og hulrom i fjellsidene (det tyskerne omtalte som *Felshohlbau*), kunne de spare betydelig med betong og armering ved å sprengte ut stillinger i fjell. Det ble derfor utarbeidet retningslinjer der stillinger sprengt ut i fjell fikk unntak fra bestemmelsene om betongmengden i såkalte «permanente anlegg», som skulle ha en forskriftsmessig betongarmering og -tykkelse for å kunne godkjennes, et arbeid også Hitler engasjerte seg sterkt i helt ned på detaljnivå.

Førerordren mottatt av Speer fikk tilnavnet *Wiking-Befehl*, ettersom mye av arbeidet skulle utføres av Organisation Todt (OT) og dens Einsatzgruppe Wiking. Opprinnelsen til OT var arbeidet Fritz Todt hadde ledet under utbygningen av Autobahn i mellomkrigstiden, noe som gjorde at samme mann fikk ansvaret for å ferdigstille «Westwall» mot Frankrike på rekordtid da krigsskyene begynte å samle seg i 1938. Som Todts etterfølger var Speer også leder for OT, og dermed også for Einsatzgruppe Wiking, som var operativ i Norge og Danmark fra 1. april 1942. Reichskommissariats eksisterende byggeorganisasjon ble nå innlemmet i Einsatzgruppe Wiking, slik at innsatsgruppen helt fra starten av var i virksomhet over hele landet. Det meste av byggevirksomheten var likevel konsentrert til den norske kyststrekningen og Nord-Norge.



Albert Speer, arkitekt, partimedlem i ung alder med nært forhold til Hitler. Stilt for krigsforbryterdomstolen i Nürnberg 1945–46, innrømmet ansvar og overbeviste de vestlige dommerne om sin uskyld, slapp dødsstraff og livsvarig fengsel. Stor suksess som forfatter med høy stjerne som «den gode nazisten» inntil historikerne tok for seg fakta. Foto: Riksarkivet.

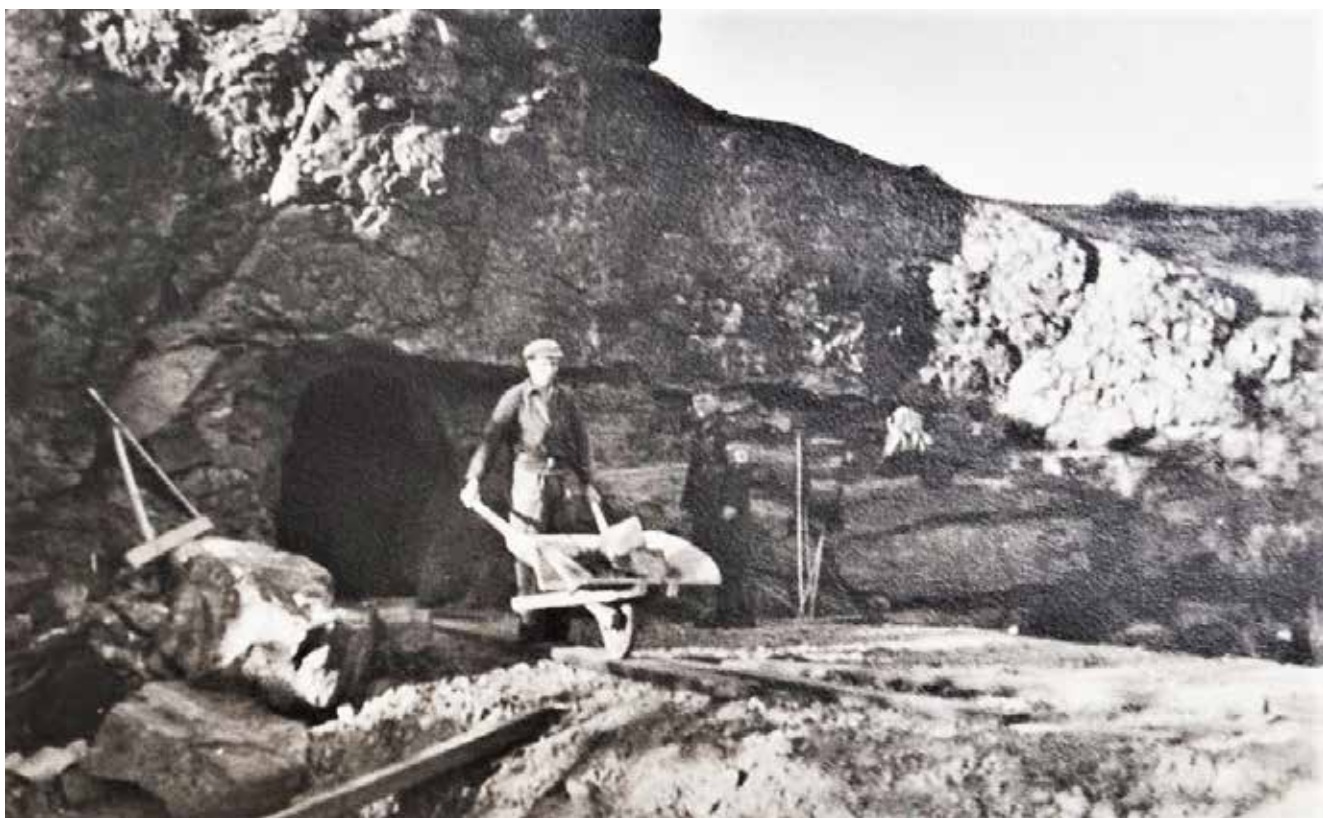
I *Wiking-Befehl* var det OT som fikk ansvaret for utbyggingen av befestningene langs kysten av Norge, et arbeid som riktignok foregikk under ledelse av Wehrmachts ingeniørkorps, festningspionerene, men der samarbeidet mellom de to aktørene var tett og virker å ha vært velfungerende. OT var for en stor del satt sammen av sivile tyske byggefirmaer som var blitt innrullert i organisasjonen, mens arbeidskraften besto av krigsfanger samt sivile arbeidere fra både Norge og andre land, som arbeidet for OT under sterkt varierende grader av frivillighet. Mange av de norske arbeiderne var nominelt ansatt i norske bedrifter, men arbeidet i praksis mer eller mindre direkte for den tyske okkupasjonsmakten.

OTs virksomhet foregikk dermed i overgangen mellom sivil og militær sektor, og fra 1942 av hadde OT en mellomposisjon mellom Wehrmacht og Reichskommissariat på den ene siden og den norske byggebransjen på den andre. Dette gjorde at OT sto ansvarlig for mye av det økonomiske samarbeidet – om det så var frivillig eller ikke – mellom okkupasjonsmakten og norske arbeidere og bedrifter, samtidig som organisasjonen benyttet tusenvis av tvangsarbeidere på sine mange byggeplasser.

Som den tyske historikeren Ulrich Herbert har bemerket, hadde OT på denne måten en «hengsels»- eller «koblingsfunksjon», ved at organisasjonen sørget for at private bedrifter ble benyttet til å bygge militære anlegg med tvangsarbeidere som arbeidskraft. OT forente, eller



To av veldig mange festningsanlegg langs kysten. Det til venstre skal være Oustøya. Fotograf: Tommy Gildseth.
Til høyre uidentifisert kystbefestning. Foto: Forsvaret.



Bygging av enkelt forsvarsanlegg et ukjent sted i Norge. Det står en vaktpost med OT-armbind ved tunnelåpningen.
Foto: Riksarkivet.

koblet sammen, Wehrmachts militærstrategiske behov og nazi-regimets politiske ideologi med det tyske sivilsamfunnet, og i praksis ble tyske private bedrifter gjennom sin virksomhet i OT faktiske utøvere av nazi-regimets politikk.

I Norge kom OTs koblingsfunksjon særlig til uttrykk ved at private tyske bedrifter bygde anlegg i Wehrmachts regi med krigsfanger som arbeidskraft, men i tillegg også ved at OT gjennom bruk av både pisk og gulrot sørget for å sluse privat norsk byggekapasitet inn mot byggingen av militære anlegg. Måten dette skjedde på var ved at norske bedrifter fikk tildelt byggeoppdrag, men ikke minst også ved at de sørget for å forsyne OT med norske sivile arbeidere. Selve ledelsen av byggearbeidene var det tyskerne som sto for, slik at

mange norske firmaer endte opp som såkalte «lønnskontorer», som hadde som sin primære oppgave å utbetale lønn til arbeiderne samtidig som de sørget for at okkupasjonsmakten hadde tilgang på tilstrekkelig med arbeidskraft. Ifølge nyere beregninger er det anslått at det fantes 200.000–250.000 såkalte «tyskerarbeidere» i Norge under andre verdenskrig, noe som utgjorde rundt 90% av alle tilgjengelige norske bygningsarbeidere i perioden.

Da virksomheten i Norge var på det største hadde Einsatzgruppe Wiking en arbeidsstokk på rundt 80.000 mann, men bare ca. 16.000 av disse «arbeiderne» var tyske. Omtrent halvparten av arbeidsstokken besto av utenlandske krigsfanger, mens de resterende arbeiderne hovedsakelig var enten norske eller utenlandske sivile



Slutten: Fenrik Terje Rollem, Milorg., overtar Akershus festning 11. mai 1945 av den tyske kommandanten major Josef Nichterlein og adjutant kaptein Johannes Hamel. Fotograf Johannes Stage. Bildet ble senere utgitt som frimerke.

Bilderrettigheter: Nasjonalbiblioteket.

arbeidere (henholdsvis 16.000 og 6000 mann). Det var imidlertid krigsfangene som sto for det hardeste fysiske arbeidet, og behandlingen de fikk var i stor grad knyttet til hva slags etniske opprinnelse de hadde. Den nazistiske raseideologien var derfor i meget stor grad styrende for OTs virksomhet.

Dette vises særlig i byggingen av de tyngste batteriene i Nord-Norge, der mer enn 500 sovjetiske krigsfanger omkom ved byggingen av begge de grovkalibrede kystbatteriene på Trondenes ved Harstad og på Engeløya sør for Narvik. Også ved *Batterie Otto* på Ørland var dødstallene blant sovjetiske og serbiske krigsfanger svært høye, mens de i Sør-Norge var lavere, dels som følge av bedre klima, men også som følge av vilkårlighet. De tyske byggelederne og vokterne kunne behandle fangene nærmest som de selv ville, og enkelte leire og arbeidsledere var verre enn andre. Totalt omkom mer enn 10.000 sovjetiske krigsfanger på den norsk landjorden under krigen, og rundt 4000 av disse arbeidet for OT, mange av dem altså i arbeidet med de tyngste og høyest prioriterte kystartilleribatteriene.

Sett i ettertid, er kanskje noe av det mest slående ved «Festung Norwegen» det at dette forsvarsverket med sitt enorme omfang faktisk ble bygget mer eller mindre etter planen. Til tross for enorme logistiske utfordringer

ble arbeidene gjennomført, koste hva det koste ville. Hitler hadde gitt ordre om utbygging av «Festung Norwegen», og anlegg som de tyngste kystbatteriene i Nord-Norge er eksempler på hvor langt tyske aktører som OT var villige til å gå for å oppfylle førerens vilje uansett hindringer og kostnader, det være seg økonomisk eller når det gjaldt menneskeliv.

Slik sett må anleggene i «Festung Norwegen» også anses som et uttrykk for den altomfattende og tiltagende radikaleringen som gjorde seg gjeldende innenfor den tyske okkupasjonsmakten i løpet av krigsårene. «Festung Norwegen» ble bygget som et mottiltak for å møte en alliert invasjon som aldri materialiserte seg, men festningsanleggene er også historiske monumenter og arkitektoniske uttrykk for det den italiensk-jødiske forfatteren Primo Levi en gang karakteriserte som «den galskap som red det tredje Tyskland». På den måten er restene av «Festung Norwegen» også monumenter over de tusener av mennesker som gjennom utbyggingsarbeidene ble fanget opp av nazistenes forbryterske politikk, monumenter støpt i betong og sprengt ut i stein som vil bli liggende i norske kystområder som minnesmerker over krigsårenes hendelser i overskuelig framtid.

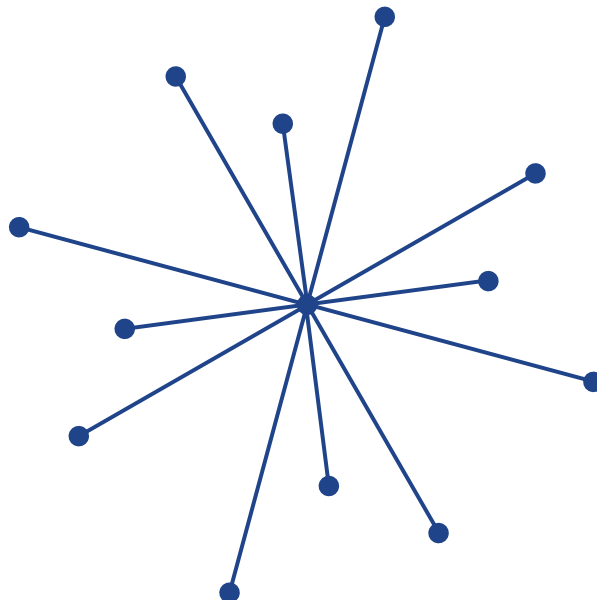




Foto: Kjell Tangen

ET VANSKELIG VEIANLEGG GJENNOMFØRT MED SMÅ RESSURSER

STAMNES-EIDSLAND OG STAMNES-STRAUME I HORDALAND
BYGGEÅR 1920 – 1939

Gunnar Gjæringen

Gjennomføring av prosjektet tok tid. Resultatet ble en viktig veiforbindelse i et særdeles vanskelig terreng. Sprengningsarbeider som ble gjennomført, både inn-skjæring i bergveggen, tunneler og kutt for lys/ventilasjon/utlasting av sprengt tunnelmasse er gjort med innsikt og kunnskap av høy klasse både i ledelsen og arbeidsstokken.

Byggeperioden på 19 år- egentlig vesentlig lengre - startet for 100 år siden. Krav om veisamband kom allerede i 1905.

Jeg, en Vestlending med lang fartstid i veietaten, har hentet mine kunnskaper om prosjektet dels fra Vegdirektørens Årsrapport 1939, Veg i Vest 1981 (Statens vegvesen sin avis i Hordaland), Bergens Tidende fredag 20. oktober 1939 og egne data fra besøk på strekningen. Dessuten har jeg fått tilgang til vegvesenets studier for bevaring av veistrekingene som med sine ekstraordinære kvaliteter er nasjonale kulturminner i særklasse. Kulturminner som reflekterer dyktighet, slit, utholdenhet, lykkelige og tragiske hendelser.

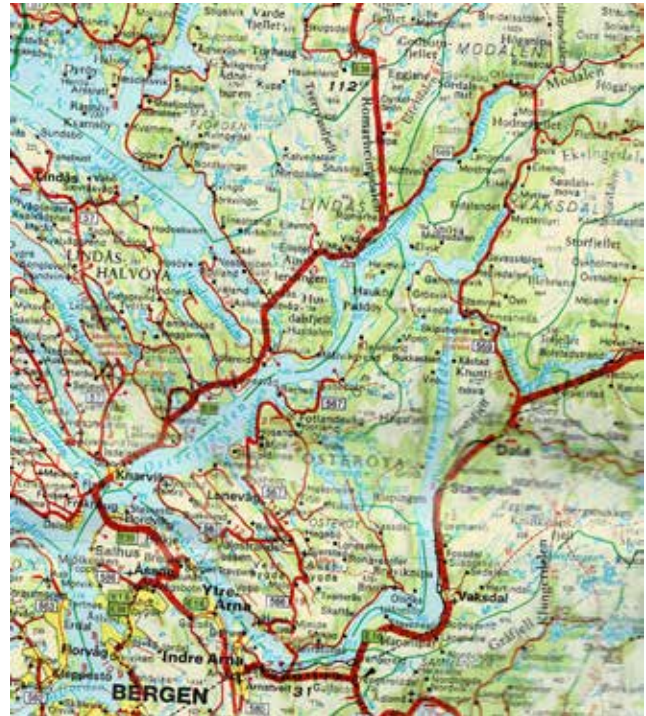
Men først, hvor ligger veistrekingene?

De to strekningene ligger nordøst for Bergen. Stamnes, sentralt mellom de to veiparsellene med Veafjorden i sør og Eids-fjorden i nord. I luftlinje ca. 40 km fra Bergen sentrum.

Stamnes – Eidsland er bygd langs Eidsfjorden mens Stamnes – Straume skjærer sørøst mot Bolstadfjorden.

Prosjektet ble gjennomført i krisetider med minimale bevilgninger til vei, noe mer til nødsarbeid.

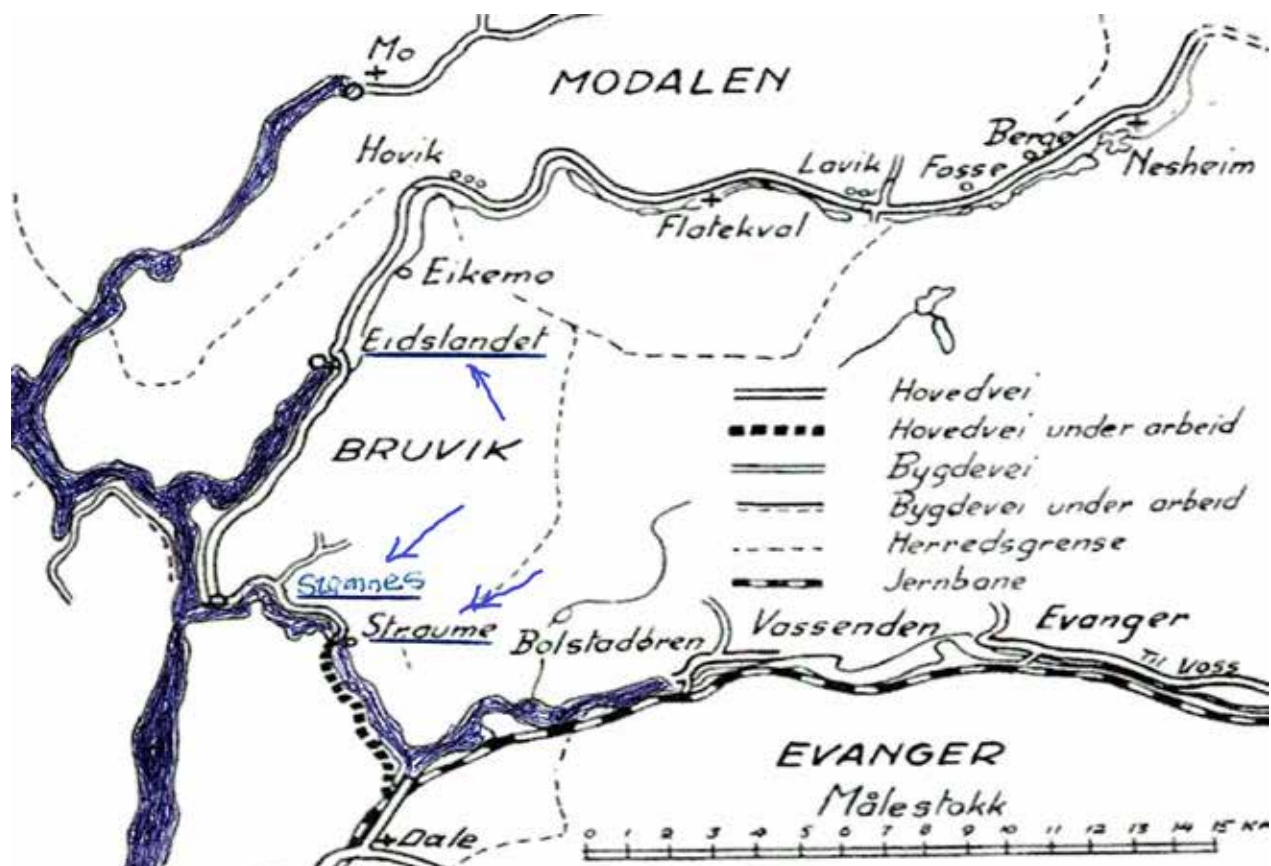
For strekningen Stamnes – Straume som ble påbegynt i 1928 viste Bruvik herred og Hordaland fylke sosialt ansvar og forskutterte deler av kostnader for å skaffe arbeidsplasser.



Kart med beliggenheten av anleggene.

Et vanskelig anlegg og en spesielt vanskelig del

Stamnes – Eidsland 10, 4 km langs Eidsfjorden var et av de vanskeligste og mest interessante veianlegg i vårt land da det ble bygget. Spesielt Eksingedølene hilste denne nye veiforbindelse velkommen. Med vei til isfri kai i Stamneshella ville det bli slutt på at rutebåten måtte «legge til» ved iskanten i Eidsfjorden, med passasjertrafikk og lasting/lossing i issørpen. Med motorbåt fra Straume kunne en nå på tre kvarterstid ta seg inn til Dalseid der Vossetoget stopper. Og på få timer kunne en fra øverste del av Eksingedalen nå helt fram til Bergen.



Skissen viser Eidslandet, Stamnes og Straume



Eidsland bru.

Eidslandet bru omtales som betong platebru. Den sto ferdig 1939. Broen er tidstypisk med dragere og forsterkning (vouter) over støtter. Brulengde 67 meter.

Delstrekningen Stamnes-Eidsland

- Norges dyreste vei – relativt sett?

Frem til veien var bygd var Eksingedølene avhengig av båt for transportbehov. Forklaringen synes åpenbar. Veien Stamnes - Eidsland er med god grunn kalt Norges relativt dyreste vei.

Den skjærer seg inn med hyller i stupbratte fjellvegger, stadig avbrutt av tunneler som utstyres med «vinduer» av hensyn til lys, ventilasjon og transport av sprengt bergmasse. Dette gikk bra og bekrefter godt faglig nivå. Etter 640.000 arbeidstimer og 1.220.000 kroner sto veien ferdig.

Terrenget er ualminnelig ulendt med en rekke stupbratte styrtninger ned mot fjorden, til sine steder opp mot 800m høye.

- «Under sprengningsarbeidet slike steder har vi måttet «bolte» oss fram som andre tindebestigere og det har sannelig ikke vært lett i all slags vær» sier veioppsynsmann Nonås som Bergens Tidende intervjuet i 1939. Flere steder mellom tunnelene kan en derfor fortsatt i dag finne skjæringer med opp mot 40 m høyde. Så høyt har en vært nødt til å sprengne for å oppnå en veibredde på 3,5 m.

Veianlegget Stamnes-Eidsland ble påbegynt i august 1920 og driften pågikk kontinuerlig til anlegget ble ferdig høsten 1939. Første parsell fra Stamnes til Hesjedalsstø, 6454 m, ble overlevert til fylket i 1931. Resten, 3976 m, 31. oktober 1939. Anlegget går fra Eidsland (Eksingedalens nedre ende) langs Eidsfjorden til isfri havn ved Stamnes. Vegen går her gjennom særlig bratt fjellterreng med temmelig utrygt fjell. Bergartene er dels forskjellige gneiser, dels gabbro og har de fleste steder gitt rene, gode skjæringsvegger. Det ble flere steder store uventede vanskeligheter med foten for tørrmuren, idet fjellet under sprengningen har "slått ned" og dette har på sine steder medført murer på 14-15 m høyde, der planene forutsatte 3-4 m høye murer. Alt i alt kostet uforutsette arbeider ca. kr. 63 000,- eller vel 5% av hele anleggskostnaden.

Tunneler

De voldsomme og utrygge fjellsidene har ved anlegget nødvendiggjort utstrakt bruk av tunneler, totalt 9 stykker.

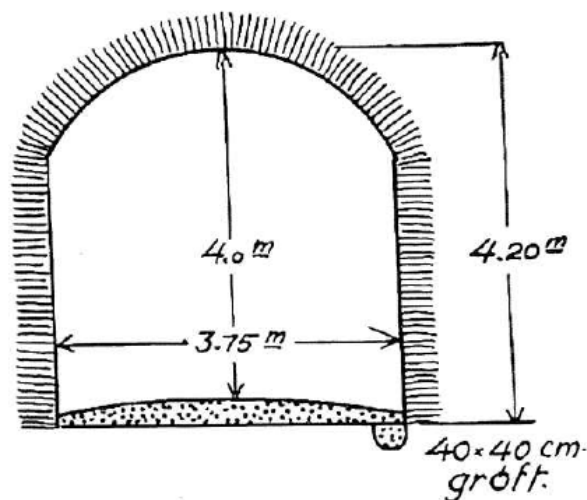
De lengste er:

- Høgaberg tunnel, 640 m lang. Tunnelen har 9 lys-

åpninger og ved hver av disse er profilet utvidet til 6 m bredde for forbikjøringsmulighet.

- Skibsrevet tunnel er 242 m lang. Tunnelen går gjennom et nes, er rettlinjet og har en lysåpning på midten.

Tunnelene har alle vært drevet med håndboring og driften har gått som galleridrift, altså at takstrossing med "engelskmenn" går først og bunnen til slutt. Tunnelene har som regel vært drevet fra begge sider med ett lag fra hver side. I Høgaberget ville dette imidlertid med ett skift medført urimelig lang byggetid. Derfor brukte en her doble skift fra begge sider.



Tunnelprofil.

Det ordinære tunnelprofil er 3,75 x 4,20 m, med unntak av den første tunnel som ble bygget, Skyggeberghellereen med 83 m lengde, og hvor profilet er 3,60 x 4 m.



«Vindu» for lys, ventilasjon og tipp for sprengt masse i en lengre tunnel. Foto Liv Marit Rui / Statens vegvesen.

Når driverlagene hadde passert en lysåpning, fikk de ny tipp, samtidig ble et annet lag satt i gang med rensk av tak og vegg og legging av veidekke. Fra en rapport utarbeidet ved årtusenskiftet ser vi at det ble gjennomført et spesielt driftsopplegg: Anleggsarbeidet ble delt i vel 200 større eller mindre parseller som hver ble utlyst som separate oppdrag avtalt med ulike arbeidslag.

Prisen for drivning og uttransport av massene har variert fra kr 160,- til kr 180,- pr. m. Dette er inklusiv rensk og veidekke. Den gjennomsnittlige pris pr. m tunnel var ca. kr 200,-. Den samlede tunnellengde er 1382 m, eller 13.3% av hele veilengden. Herav faller 1041 m tunnel på de innerste ca. 4 km, ca. 26% av denne veilengde. Profilet på 3,75 x 4,2 m gir ca. 15 m³ fjell pr. lm.

Driftsresultater

Fremdrift pr. dag for fullt profil med ett skift: fra 0,43 m til 0,58 m.

Enhetspriser:

- Pr. m tunnel varierer fra kr 160,- til kr 180,-
- Pr. m³ tunnel fra kr 10,65 til kr 12,-.

Arbeidstimer:

- I alt ca. 110 000 t.
- Pr. m tunnel ca. 80 t.
- Pr. m³ tunnel ca. 5,3 t.

Forbruk:

- Sprengstoff i alt 33 790 kg = 24,8 kg pr. m. = 1,65 kg pr. m³.
- Lunte i alt 3850 r. = 2,9 r. pr. m = 1,19 r pr. m³
- Fenghetter i alt 42 000 st. = 31 st. pr m = 2 st. pr. m³.
- Borstål i alt 1495 kg = 1,1 kg pr. m = 0,08 kg pr.m³.
- Smed i alt 9750 t. = 7,3 t. pr. m = 0,5 t. pr. m³
- Karbid i alt 3015 kg = 2,25 kg pr. m = 0,15 kg pr. m³

I formannspenger er utbetalt i alt ca. kr. 2200,-, dvs. kr. 1,60 pr. m tunnel eller ca. kr. 0,11 pr. m³. Feriegodtgjørelsen er ikke medtatt i oppgaven, da den jo bare har vært anvendt de seneste år.

I den lengste tunnelen er det som nevnt i alt 9 lysåpninger med lengder fra 4,8 m til ca. 15 m. Avstanden mellom lysåpningene varierer fra 45 m til 90 m og tunnelen er over alt rettlinjert mellom lysåpningene.

Det ble overveid om tunnelens vegger burde hvittes for å trygge gangtrafikken i mørke.



Eksempel på «kort» tunnel. Foto Liv Marit Rui / Statens vegvesen.



Natursteins hvelvbru med 10 m lysåpning. Foto Liv Marit Rui / Statens vegvesen.

Under tunnelarbeidet har det ikke vært nevneverdige ulykker, men i anleggsdriften forøvrig har vært 2 ulykker med døden til følge.

Inklusiv tunneler og lysåpninger er det sprengt ca. 90 000 m³ fjell, bygget ca. 20 000 m³ tørrmur og murt og støpt ca. 8000 m rekkverk. Det var også vært nødvendig å flytte utløpet for en stor foss (Hesjedalsfossen), da vannspruten til stadighet stod over veien. Det ble på toppen av fossen sprengt en 40 m lang tappekanal som ledet vannet bort i et juv samtidig som det gamle løp ble sperret med en fuget dam-mur. Disse arbeider kostet ca. kr 10 000,-.

På hele anlegget er det brukt i alt ca. 640 000 mann-timer og ca. 8000 timer med bil eller hest.

Den gjennomsnittlige fortjeneste ved anlegget har vært:

- På akkord kr 1,31 pr. time
- Timelønnkr 1,07 pr. time

Arbeidsstyrken har variert fra 12 til 30 mann pluss oppsynsmann.

Hva forteller kostnadstallene?

Det er vanskelig å forholde seg til de angitte kostnader. Norges Banks indeks over historiske pengeverdier viser at kroneverdien i perioden 1920 -1939 stort sett fortløpende er redusert (inflasjon). Indeksen viser at kr 1,- i

1920 tilsvarer kr 20,- i 2018 og tilsvarende kr 1,- i 1939 tilsvarer kr 34,- i 2018.

For tunnelbransjen er det snakk om en helt annen utvikling. Entreprenører må i dag kalkulere med timepriser rundt kr 500,- pluss sosiale kostnader på ytterligere kr 200,-. Fortsatt er det langt opp til direktører, advokater og flere andre høykostyrker. På den annen side, mannskapsstyrken er redusert voldsomt og inndriftene har kanskje økt til det 10-dobbelte. Det til tross for større tverrsnitt, økt krav til sikringsarbeid og teknisk utstyr. Det som før var nær rovdrift på kroppen utføres på helsemessig godt forsvarlig måte. Dette skyldes mange forhold, ikke minst at tunnelskiftet disponerer avansert utstyr og en effektiv maskinpark.

En tur langs vegen

Det var ikke bare veifolk som beundret utført arbeid. Som angitt foran er Bergens Tidende ett av våre tidsvitner og nedenfor gjengir vi journalistens Inntrykk:

En tur langs vegen gir et levende inntrykk av de vanskeligheter en har hatt å kjempe med under arbeidet. Vi passerer Eidslandet bro, en hel betongbro som med sine 3 spenn har en samlet lengde på om lag 70 meter.

Vi går gjennom de to tunnelene ved Åsen hvor den ene går under navnet Øiri tunnel. De er henholdsvis 109 m og 85 m lange, og gjennom den siste får man et fantastisk

bilde av Eidsland kirke midt i tunnelåpningen mot sør. I den umiddelbare nærhet lærer man å kjenne hva «stempel» er for noe innen veifolkenes terminologi. Det mektige fjell henger truende utover en og en såkalt halvtunnel som er støttet av med en kjempesøyle av armert betong. Den er 1x2 meter i tverrsnitt, er over 8 meter høy og måler 17 m³.

Den neste tunnelen vi kommer inn i, er den gjennom Høgaberg, med sine 685 m lengde pluss 20 m halvtunnel er den landets lengste veitunnel. Selv i med datidens europeiske målestokk en bemerkelsesverdig lengde. Til arbeidet med denne tunnelen alene er det medgått sprengstoff for 46.000 kroner. Mørkt er det i den lange tunnelen, lyser siver bare sparsomt inn gjennom de 9 sprengte gluggene som åpner seg som kirkevinduer ut mot fjorden. En spør seg selv uvilkårlig om Høgaberg og de andre lengre tunnelene vil bli elektrisk opplyst, men etter det en hører vil det gå lang tid før det kan bli gjort. Det finnes ingen offentlig kraftstasjon i dette området. En del oppsittere på Eidsland fikk i 1939 lys fra fabrikken på stedet, i Eksingedalen er det planer om å bygge et bygdekraftverk. Vannkraft er det nok av. Med tiden vil det komme elektrisk lys til disse vegtunnelene. Inntil videre får bilene holde sine lys tente gjennom tunnelen.

Delstrekningen Stamnes-Straume

Denne delen av anlegget ble påbegynt våren 1928 og har vært drevet periodevis for midler som er forskuttert av Bruvik herred og Hordaland fylke. Anlegget går langs Bolstadfjorden fram til gården Straume, hvor det over Bolstadstraumen er prosjektert bru i anlegget Straume-Dale som skal skaffe forbindelse fram til Bergensbanen ved Dale st.

Også dette anlegget går gjennom tungt og dyrt fjellterreng, som har medført at det måtte bygges flere tunneler og halvtunneler, likesom kryssing av store sandtak har nødvendiggjort bygging av endel gjennomganger (underganger) for sandtransporten. Strekningens lengde er 3910 m og omkostningene ca. kr 260 000,-, hvilket motsvarer kr 67,- pr. m. Veibredden er 3,75 m med møteplasser på 5,25 m. På anlegget er slått 3 tunneler med samlet lengde 177 m og 2 halvtunneler med samlet lengde ca. 60 m. Tunnelprofilet er for 2 av tunnelene 3,75 x 4,20 m og for den tredje (like ved Stamnes) 4,20 x 4,50 m). På strekningen er det 6 bruer med lysåpninger fra 3 til 9 m.

Tunneldriften ved anlegget har gått på samme måte som ved Stamnes-Eidsland og prisen pr. lm er også om-

trent den samme (kr 200,- pr. m). Arbeidsstyrken har variert fra 6-20 mann, alt ettersom de kommunale forskutteringer har tilflytt mer eller mindre rikelig. Alt i alt har driften ved denne delen hatt en noe tilfeldig karakter og har kostet administrasjonen atskillig mer bry enn et anlegg med ordinære bevilgninger, men jeg tror neppe omkostningene av denne grunn er blitt vesentlig større enn de ville blitt ved ordinær drift. Det er ved anlegget opparbeidet i alt ca. 205 000 manntimer og ca. 1 000 timer bil og hest. Den gjennomsnittlige fortjeneste ved anlegget har vært: på akkord kr 1,- pr. time, daglønn kr 0,93 pr. time.

Vei til velsignelse

Den nye veiforbindelsen viste raskt sin verdi også som livredder. Blindtarmbetennelse, lite fryktet i dag, den gang livstruende. En mann oppe i dalen var hardt angrepet, det hastet med å transport til sykehus. Med bil og motorbåt ble han i største hast ført til jernbanen. NSB var varslet og beordret hurtigtoget østfra til ekstrastopp og vent på Dalseid stasjon. Pasienten ankom sykehuset i Bergen med sprukken blindtarm, men ble reddet i siste liten.

Etterskrift - det stoppet ikke høsten 1939

Veien til omverdenen var ikke helt klar høsten 1939. Veistrekingen fra Stamnes til Dalseid var påbegynt i 1935, men sto ferdig først 1957. Da manglet fortsatt bro over Bolstadstraumen.

Peling som startet våren 1962 ble utført av Gjerme & Haarklau fra Voss, Stolz Røthing med grunn- og betongarbeid mens stålkonstruksjonene ble levert av Alfred Andersens Mek. Verksted i Larvik. En elegant bro mener vi, spennvidde 84 m, design og beregninger ved Per Tvedt. Fylkesmann Mons Lid brukte saksen, mens ungdomslaget hadde pyntet bru og var sterkt engasjert i festen derpå i Bedehuset. Dette fant sted 20. desember 1963.

Veien lever, vedlikehold, reparasjoner, forbedringer og trafikkuhell tar aldri slutt.

Veien fikk fast dekke ca. 1970, først oljegrus etter hvert asfalt. Den ligger i dag stort sett i samme veilinje som da den ble bygd. Veien har vært utsatt for få alvorlige trafikkulykker, men trist når det skjer. Det har hendt utforkjøringer og ofrene var typisk nok alltid yngre menn.

Et spesielt ras

Natt til tysdag 8. januar 1957 rasa ein halvtunnel ut like



En sommerdag år 2000 (ca.) Foto Liv Marit Rui / Statens vegvesen.



Det journalisten så



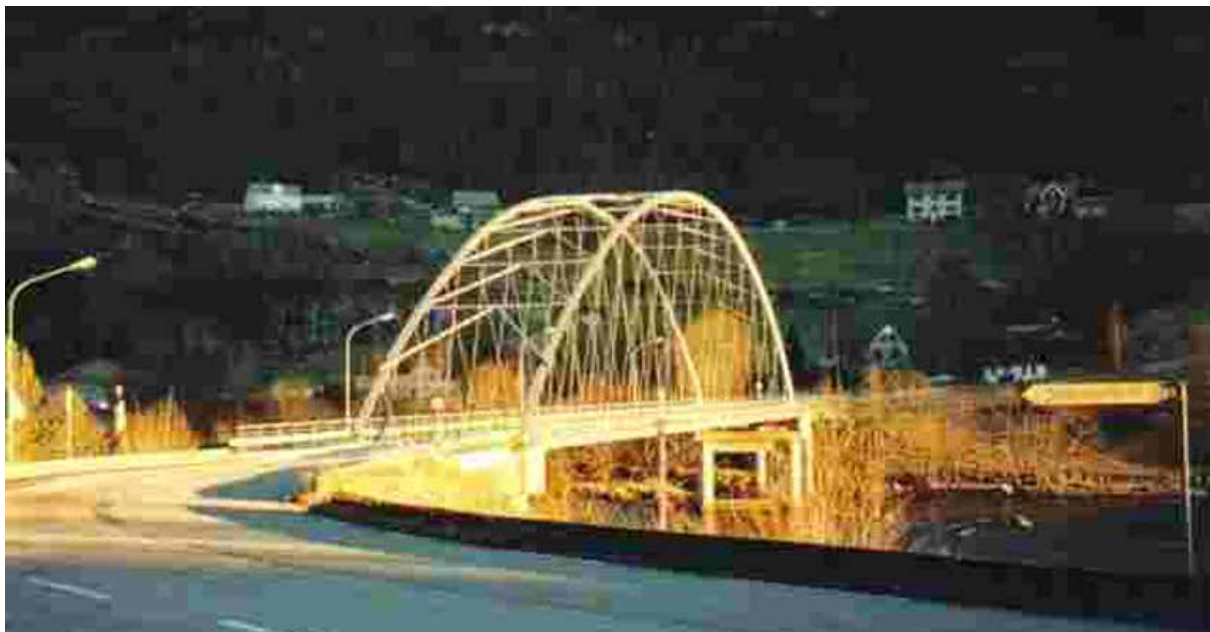
Påhugg for den lange Høgaberg tunnelen. I dag ville nok både Vegvesenet og entreprenør anse utførelsen for dristig.



Arbeidsstokken i pent antrekk samlet til fotosesjon. Før 1940 manglet Vegvesenet stort sett maskinelt utstyr. Hjelpemidlene var håndholdt redskap, fysisk arbeid, komplett mangel på verneutstyr.



Forfatterens tilleggskommentar: Antar at handelsmannen på bildet, som vanlig var i trange tider, hadde utestående som måtte sikres.



Bro over Bolstadstraumen. Foto Liv Marit Rui / Statens vegvesen.

nord for tunnelen i Vikaståa. Bjørg Dæmring Berge fortel om denne hendinga i Vaksdal Historielag si Årbok i 2012. Ein gjeng ungdomar var samla kvelden før under halvtunnelen, der dei spela grammofon og dansa i fleire timar. Eit par timar etter at dei var gått heim, rasa halvtunnelen ned: «Det var eit skikkeleg stort ras som sopa vegen med seg i sjøen i ei lengde på om lag 70 meter» står det å lesa. Vegen måtte byggjast opp att på nytt. I juni månad kunne endeleg vegen opnast att, etter å ha vore stengt i nesten 6 månader.

I 1996/97 fikk veien langs Eidfjorden to nye tunneler som erstatning for en strekning med fem tunneler fra anleggsperioden 1920-39. I 2013 ble det bygd en del betong-rekkverk for bedre trafiksikring. I 1967 startet Indre Nordhordland Dampbaatlag LL ferjedrift mellom Stamnes og Vikanes. Fergetrafikken fortsatte frem til 1996 da ny vei mellom Mo og Romarheim ble åpnet.

Veganlegget bør fredes

Bygging av veiene var en bragd. De ligger der som et enestående nasjonalt historisk minne over teknisk innsikt, pågangsmot og utholdenhet. I boken «Vegvalg - Nasjonal verneplan for veger, bruer og vegrelaterte kulturminne» utarbeidet av Vegdirektoratet i 2002, er Riksveg 569 fra Dalseid til Eidsland tatt med som objekt nr. 170. I samband med verneplanen ble det utarbeidet en forvaltningsplan som hittil (2019) er etterlevd.

Vi har forståelse for at deler av veien som ikke holder dagens krav, kan være en utfordring for deler av dagens trafikk. Likevel, veien er unik og verdifull slik den er. Bevaring og sikring av dette kulturminne en nasjonal oppgave, samtidig som praktiske løsninger for lokal-samfunnet ivaretas.

Kilder

Omfattende assistanse fra Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Region vest og Norsk vegmuseum.

Kilder var også flere «Meddelelser fra Vegdirektøren, dessuten Bergens Tidende 20. oktober 1939. Vaksdal Bygdebok, band IV. Årbok Vaksdal Historielag 2008 og 2012. Nasjonal verneplan for veger, bruer og vegrelaterte kulturminne. Avleveringsprotokollar – Statens vegvesen Region vest. «Tut og køyr!» - Vegar og vegplanar i Hordaland 1970-2000 av Kjartan Rødland.

Statens vegvesen har en skare av nåværende og tidligere ansatte som er levende opptatt av veier, vei-historie og veikultur og gjennom dette bidrar til å opprettholde og videreutvikle vår kunnskap om en viktig del av landets infrastruktur. Takk til alle.



Foto: Jernbaneverket/Bane Nord





Foto: Henrik Hermanseter

NATURENS KUNSTVERK GÅR RETT PÅ TIPPEN

Torgeir T. Garmo og Arild Palmstrøm

Norske fjell er gamle, sjølv i verdsmålestokk. Dei eldste bergartane¹ våre er 3000 millionar år gamle og har gått gjennom ei rekkje omvandlingsperiodar. Overskyvningar, nedpressing og omdanning har førd til omfattande oppsprekking der nye mineral² vart danna. Holrom (druser) i berget må til for at minerala får rom rundt seg for å kunne vekse fritt til krystallar. Desse krystalliserte mineralane er naturens eigne kunstverk, ofte danna for hundrevis av millionar år sia. Dei fortel historia om temperatur og trykk, om dei mange grunnstoff i fjellet, om sirkulerande, hydrotermale væsker og andre vilkår; faktisk om korleis landet vårt eigentleg vart til. Tunnelar og skjeringar har vorte sprengt i meir enn hundre år i Norge, og frå meir enn 50 års personleg røysle kjenner forfattarane den triste historia om tapte mineralskattar i norske fjellanlegg.

Lat oss nemne nokre eksempel

Knapt alle som slit i skitne tunnelar med stutte tidsfristar har sett at krystallar og vakker stein har vorte køyrd på tippen. I dag har moderne maskiner teke over det meste, kanskje blir heng og veggar sprøytt med betong før nokon slepp fram på stuff.

Likevel hender det nok enda at opne sprekkar og djupe hol dukkar opp i bergveggen. Andre stadar kan heile fjellsider beundrast, som på Rv 703, den såkalla "Laksevegen" der ilttert rosa thulitt vist på foto 2, opptre.

Dei store mineralfunna i den 5360 m lange Heggura tunnel i Tafjord (bygd 1980-82) er eit typisk døme på resultat av tektonisk aktivitet. Her ser ein tydeleg på nordsida av fjorden at eit gneiskompleks er pressa inn over eit anna. Sprekkane vinkelrett på skyveretninga er fylde opp med kalsitt (kalkspat) og andre mineral. Tunnelen kryssar fleire meter høge opne sprekkar og stundom med større holrom (druser). Ved sia av kvarts, kloritt, og kalsitt fann vi her axinitt (sjå foto 12) og ei rekkje andre



Foto 1: Gabbrogneis frå Leirdalen i Jotunheimen. Tynne, feltspatfylte sprekkar vart folda under den Kaledonske fjellkjedefoldinga for 400 mill. år sia.

eksotiske mineral. Spesielt må nemnes det sjeldne mineralet datolitt (sjå foto 3), som stundom opptre som klare, velforma krystallar av verdsklasse.

¹Bergart består av eit eller fleire mineral

²Mineral er her eit naturleg uorganisk stoff med ein definert krystallstruktur og ei bestemt kjemisk samansetjing.



Foto 2: Thulitt i påhogget for tunnel på "laksevegen" til Hitra, Rv 703. Innfelt eit nærfoto av thulitt-veggen.



Foto 3:
Datolitt frå
open sprekk
i Heggura-
tunnelen.
Heldigvis
hadde ein
av tunnel-
arbeidarane
tatt vare på
nokre få

eksemplar av dette sjeldne mineralet før alt forsvann på tippet. Dei prøvene som er bevart, er av dei beste av sitt slag i verden. Fleire av prøvene hadde klare parti som kunne slipast til verdifulle smykkestein. Prøvestorleik 4 x 7 cm.

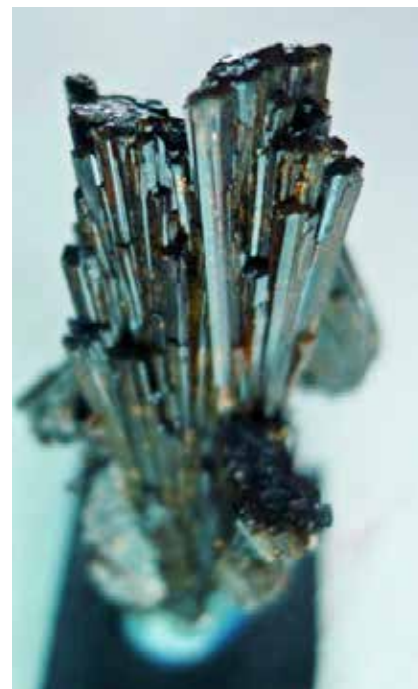


Foto 4: Epidot frå Heggura-tunnelen har kvalitet i verdsklasse. Prøvehøgde 8 cm.



Foto 5: Prøve av eklogitt-bergart frå Åheim. Bergarten er danna under ekstreme trykk og temperatur minst 80 km under overflata.

Nokre få år seinare vart Rv 15 lagd i tunnel gjennom Kroka-berga ved Måløy. Bergarten her er ein gneis som under den Kaledonske fjellkjededanninga langs det ytre Vestlandet har vore pressa inntil 70 – 80 km ned mot mantelen. Under denne prosessen har bergarten vorte intrudert av større og mindre kroppar av peridotitt (også kalla raudberg). Ofte er eklogittar vanlege i randsonene av desse kroppane. Under den seinare avkjølinga har eklogittane krympa, og i randsona har masser av kvarts, ofte med andre mineral trengt seg inn og størkna.

I den knapt 400 m lange Krokaberga-tunnelen vart det registrert nesten 30 holrom og mineraliserte sprekkar. Eit par av holromma var fleire kubikkmeter store og veggjar og tak var kledde med hundrevis av kvartskrystallar, dei største opp til 20 kg. Vi fann også om lag 20 andre mineral, mange i vakre krystallformer!

Oslofeltet er med sine mange permiske bergartar, totalt sett den mest mineralrike delen av landet vårt. Midt på 1980-talet dreiv Asker og Bærum Vassverk ein tunnel under Vestmarka frå Bærum til Holsfjorden for å få meir



Foto 6: Eksempel på bergkrystallar frå eit druserom. Lengde 40 cm. Slike kvartskrystallar er relativt vanlege i norsk berggrunn.



Foto 7: Cordieritt (blå, raudleg og grøn) frå ein metertjukk kvartsgang på E18 ved Akland (v/Risør). Prøvestykke 40 x 30 cm.



Foto 8: Kyanitt frå Hegsetfoss kraftverk. Prøve 8 x 12 cm.

drikkevatt. Påhogget på Bærumsida ligg i ein relativt mineralfattig basalt (lavastrøm B1), men etter få hundre meter skjer tunnelen inn i rombeporfyren (RP1) som her stadvis er rik på større og mindre holrom. Desse "druseromma" kan unntaksvis bli opp til m³ store, der delar av veggane var dekte av små, grønne epidotkrystallar, bleikrosa albitt, kloritt, dessutan opptil 5 cm store, vakre, kvite krystallar av kalsitt. Sjeldnare fanst også lilla oktaeder av fluoritt og stundom andre mineral. Å koma inn i desse drusene var som å sleppe til i ein pynta julebutikk. Med løyve frå utbyggjaren kunne vi frakte ut fleire hundre kilo med skinande, vakre stoffar som elles ville vorte knuste i ein anonym tipp!

Dei rikaste funna ved norske veganlegg vart likevel kanskje gjorde på E18 ved Akland i Risør. Dette vart oppdaga av samlarar som budde i nærleiken. Sjølv frå det fjerne Lom gjorde den eine forfattaren meir enn ti turar ned dit i anleggsperioden 2003 - 2008. Berg-artane i

det 25 km breie Bamble-komplekset der anlegget ligger, består vesentleg av gneisar, kvartsittar og magmatiske bergartar danna for 1600 - 1700 millionar år sia. Desse vart i seinare tektoniske periodar sterkt omdanna. Ved Akland kryssar E18 ei rekkje intrusjonar og smale gangar av andre, ofte magnesium-rike bergartar. Takk vera ein velviljug utbyggjar kunne samlarar sleppe til utanom arbeidstid, og til saman vart meir enn 30 ulike mineral i god samlekvalitet registrert. cordieritt fanst både i krystallform, som fleirfarga, slipbare masser i edelstein-kvalitet, og som raud, skimrande "solstein" slik vikingane truleg brukte han, sjå foto 7.

Hegsetfoss kraftverk i Tydalen vart bygd på 1960-tallet. Tunnelene ligg i fyllitt med mange kvartslinser. Under Den kaledonske metamorfosen vart leirskifer omdanna til fyllitt, og eit overskot av aluminium krystalliserte ut til store mengder av kyanitt i kvartslinsene, sjå foto 8.

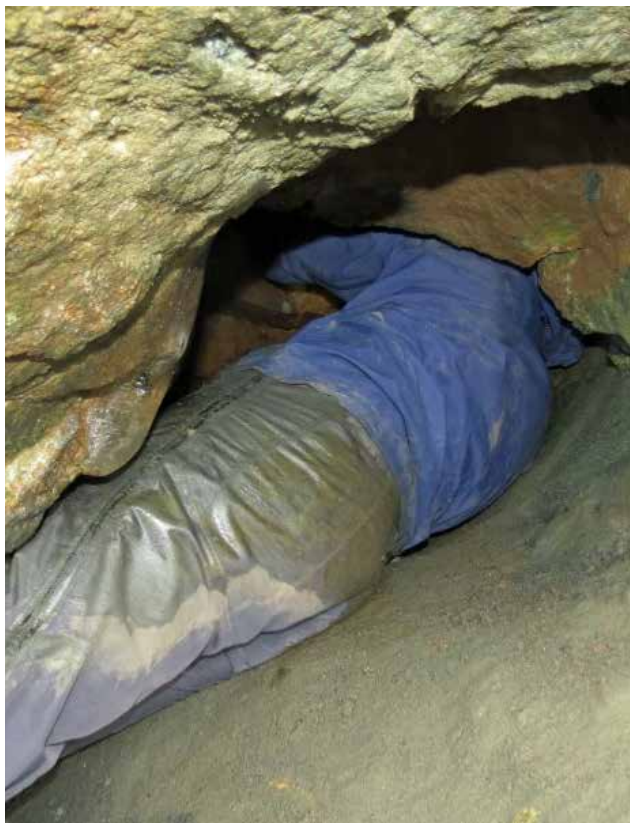


Foto 9 og 10: Den eine forfattaren i ei 5 m djup, linseforma druse i ei vegskjæring på Kvivsvegen ved Volda. Den grønne epidot-gruppa til høgre er ennå dekt med kloritt, slik ho vart funnen i denne drusa.

Frå tidlegare tunnelar går det fråsegn om fantastiske mineralfunn, slik som ved Nore kraftanlegg bygd i 1920-årene der det vart funne kjempestore, visstnok meterlange bergkrystallar.

Vidare blir det fortalt at tilløpstunnelen til Kvenangen kraftverk kryssar ein sone med skinnande gullglinsande svovelkis der tunneldrivarane fyrst trudde dei var komne inn i ein horisont med gull. Sjølv om denne svovelkisgangen ikkje på nokon måte var drivverdig, var utbyggjaren redd for at førekomsten skulle bli skjerpa. Dette kunne føre til at anleggsverksemda ville bli stoppa for kortare eller lengre tid. På seinare kraftverksprosjekt syrgde ofte byggherren for sjølv å skjerpe området langs tunnelen før utbygginga tok til.

Men er det verd å ta vare på slike krystallar som vi har omtalt? Lat oss stille eit motspørsmål : Er det verd å ta vare på alt det som i dag går under namnet "kunst"?

Det er freistande å samanlikne med kulturhistoriske funn "etter menneskets verksemd". Dukkar det opp bål plassar frå Steinalderen eller jernvinner frå Mellomalderen, blir utbygginga stoppa med ein gong og arkeologar sette inn til alt er registrert og teke vare på!

Er det ikkje snart på tide at vi også startar å ta vare Naturens kunstverk og restar frå tidlegare fasar av Livets utvikling? Bør ikkje også vi i steinlandet Norge syne vørndnad for Naturens eigne blomar i berg for framtidens undrande barn?

I enkelte land (som Sveits og Tyskland) blir slike mineralprøver ved større anlegg tekne vare på av spesialistar og stilde ut i museum. I vårt land går dei på tippet eller i knusaren saman med gråberg til nytte for stadig travlare menneske opptekne av fart og bompengar.

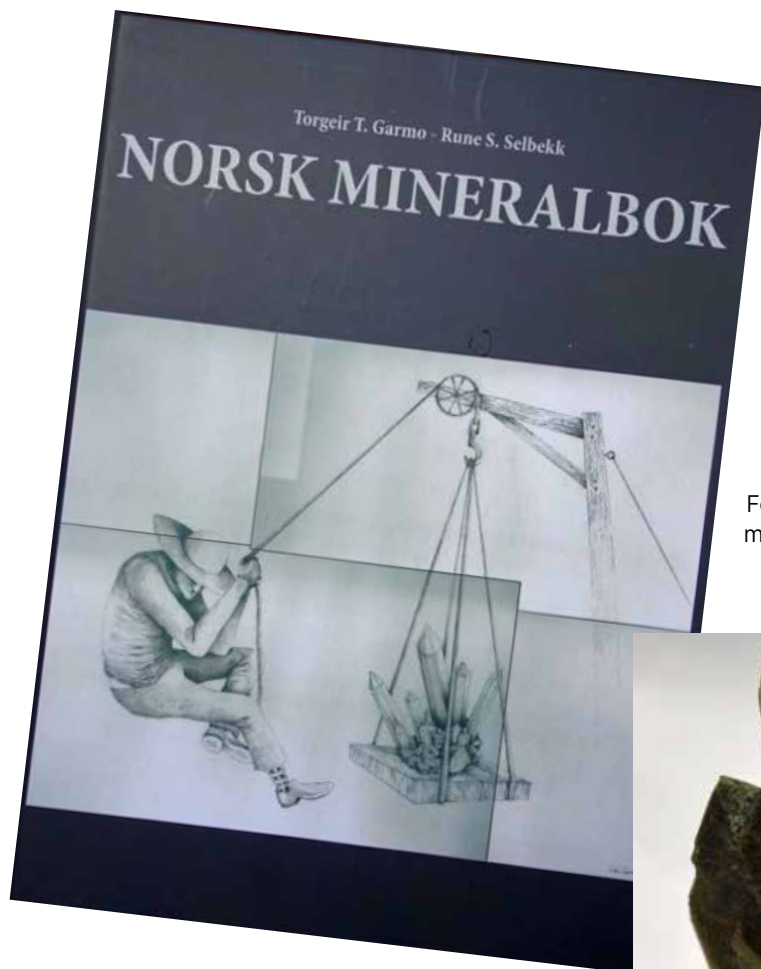


Foto 11: I Norsk Mineralbok kan du lesa meir om mineralane som du kan finne i norske berg.

Vi treng ikkje å utdanne og setja inn ein hær av paleontologar og mineralogar for å ta vare på krystallar i berganlegga våre. Amatørsamlarane er alt her, men får ikkje lov å sleppe til! Mange av dei er kunnskapsrike og ivrige og vil gjerne dele det dei finn med lokale museum eller Naturhistorisk Museum i Oslo. Innsamlinga må berre organiserast av til dømes Nasjonal-museet og byggherrar/entreprenørar. Klåre reglar må arbeidast ut, og samlarane må få identifikasjonspapir, verneklede og opplæring, og dei må få klåre beskjedar om kor dei kan gå og når.

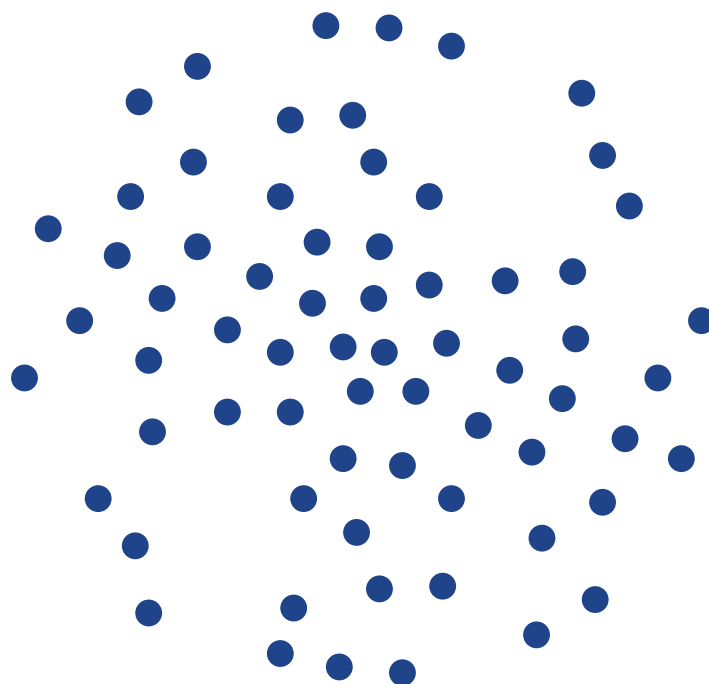
Få land har så mange vakre krystallprøver som Norge, ikkje i noko anna land i Europa går så mange kunstverk i knusaren.



Foto 12: Axinit frå ei vegskjering ved Bruravik i Hardanger, berga av ein amatørsamlar frå Bergen. Dette er eit av naturens eigne kunstverk forma etter Universets evige lover.



Besøk av ordentlige tunnelfolk fra Veidekke på NFF sin stand på Arendalsuka 2019.



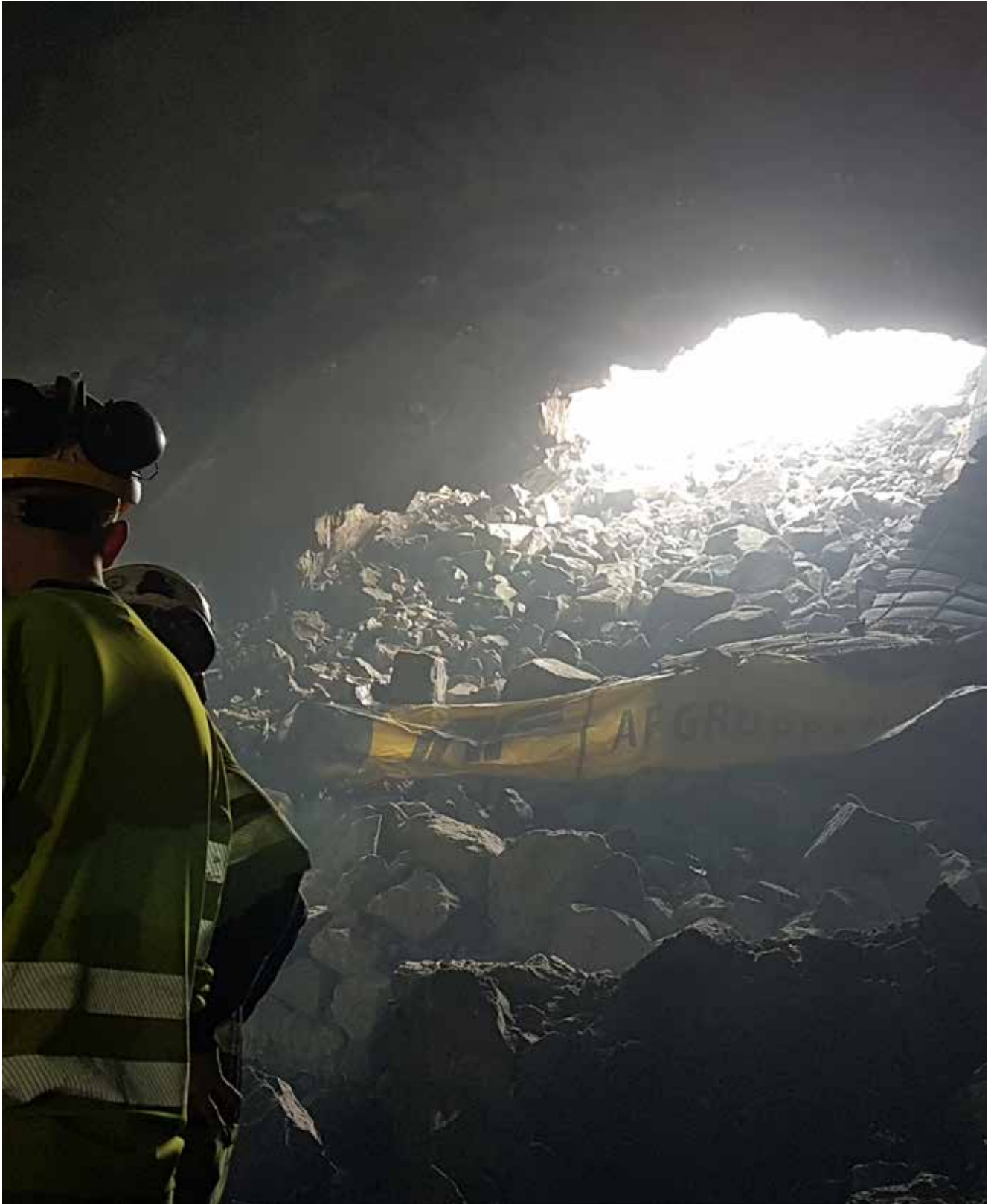


Foto: Carl Fredrik Larsson

KINESISK VANNKRAFTUTVIKLING – OGSÅ VI VAR MED - ADVISORY GROUP OF NORWAY - AGN

Aslak Ravlo

Kina 1976 - Et annus terribilis som ble starten på en eventyrlig utvikling

- Statsminister Zhou Enlai dør i januar. Begravelsen med millioner som strømmet til Beijing sentrum ble en demonstrasjon av Zhou Enlais posisjon i samfunnet. Zhou, lenge støttespiller til formann Mao, var etter hvert kommet i opposisjon til venstresiden i partiet.

- Deng Xiao Ping, sentral politiker og General i PLA (den Kinesiske hæren) som ville ha markedsendringer holdt minnetalen. Vi har hørt at umiddelbart etter begravelsen – usikker på egen sikkerhet eller forvist – dro Deng til Guandong og midlertidig asyl.

- Hua Guofeng, Maos utvalgte, overtok som statsminister og formann i partiet.

- Hærsjef i flere tiår og nå leder av Folkekongressen Zhu De dør i juli.

-Kina blir utsatt for sitt verste jordskjelv i moderne tid. Tangshan-skjelvet 28 juli kl. 03.42 morgen ble målt fra 7,8 til 8,2 på Richters skala. I løpet av sekunder omkom flere hundre tusen mennesker. Det kinesiske nyhetsbyrå Xinhua anga 240.000 døde og et enda større antall

skadde. Amerikanske geo-institutter øker antallet til 650.000 døde og en knapp million skadde. Det er beregnet at nærmere 5.000.000 bygninger ble ødelagt.

-I september dør formann Mao Zedong. Firerbanden blir arrestert, Rødegardistene knust, kulturrevolusjonen er over. Hua Guofeng var tilhenger av den gamle stalinistiske kommunisme som førte til at en fraksjonskamp mellom Maoistene og den Pragmatiske fløyen tilspisser seg. I mars 1977 bestemmer Politbyrået at Deng skal komme tilbake og gjeninnsettes i sin sentrale posisjon i september sammen med flere av hans supportere, kampen over. Deng leder an i landets nyorientering, gjerne omtalt som kommunisme med kinesiske særtrekk. I praksis betyr det nye ledere, små endringer i politisk system, kontrollert åpning mot omverden og markedsorientert liberalisering for næringslivet. Det ble innledningsvis etablert flere økonomiske soner med spesielle rettigheter tilpasset formålet, nemlig økt internasjonal handel¹.

Utvikling forutsetter tilgang på energi som kull, olje, gass, vann, sol, vind og kjernekraft, med stor andel konvertert til el-kraft. Kina har store naturressurser på



Fra venstre: Zhu De, Zhou Enlai, Deng Xiao Ping og Hua Guofeng

¹ Best kjent for nordmenn er trolig Chenzhen nær Hong Kong. Fra slutten av 1970-årene har området endret seg enormt. Løpet av en generasjon har Chenzhen vokst fra fiskerlandsbyer med få titalls tusen innbyggere til et kultur- og forretningssentrum med rundt 15 millioner innbyggere.

alle områder. For el-produksjon dominerer kullfyrte kraftverk. Intens utbygging av vannkraftressurser som fortsatt pågår har så langt økt andel vannkraft til vel 20% av el-forbruket. Det var denne aktiviteten AGN tok del i over en 25-års periode.

Vannkraft har som det meste i Kina en lang historie. Det begynte med irrigasjon. Dujiangyan, anlagt for mer enn 2000 år siden leder fortsatt vann fra Min-elven til store jordbruksarealer i provinsen Sichuan². «Vasshjulet» ble nok tatt i bruk i Kina lenge før det dukket opp i Norge. AGNs første oppdrag Lubuge, ligger på grensen mellom provinsene Yunnan og Guizhou og nær grensen til Guangxi og ca. 200 km øst for storbyen Kunming. Her kunne AGN se vasshjulet fortsatt i bruk for jordbruk i et avsides minoritetsområde ikke langt fra anlegget. Den første kinesiske vannkraftstasjonen³ ble satt i drift i 1915 og var fortsatt i drift da AGN innsiserte anlegget i slutten av 1980-årene.

Folkerepublikken Kina ble proklamert 1. oktober 1949. Samme år var vannkraftproduksjonen i Kina en bagatell på 1,2 TWh fra 360 MW installert kapasitet (Ref. Hydro-power Development in China 1993 utgitt av Ministeriet for vannressurser og elektrisitet). Dette var ca. 10% av norsk kraftproduksjon som i 1946 var 11,6 TWh (ref. Hveding i nr. 1 av Hydropower Development in Norway).

Vannkraftsamarbeidet mellom Kina og Norge

Det startet med kontakt på statlig nivå i 1978. Som den første på regjeringensnivå besøkte Bjartmar Gjerde Midtens Rike. Han var da statsråd for Olje- og Energi-departementet som var opprettet 11. januar samme år. Besøket bidro til en gjensidig forståelse om samarbeid. Departementet og NVE mente at eventuell støtte til vannkraftutvikling i Kina burde fokusere på rådgivning for større anlegg.

Året etter drar så en norsk vannkraftgruppe ledet av Sigmund Larsen, daværende generaldirektør i NVE til Kina⁴. Odvar Nordli som var statsminister i den aktuelle periode rakk også et besøk før Gro Harlem Brundtland overtok statsministerjobben i februar 1981. Norlis besøk ble nok en pådriver for samarbeid både på vannkraft og havforskning⁵.

Markedsarbeidet som entreprenørene startet i 1983 var resultat av bistandspolitikken og Eksportrådets arbeid. En forespørsel om anleggsmaskiner og utstyr som norsk industri evt. kunne levere utløste det første besøket til fremtidig byggeledelse for Lubuge med kontorer i Kunming. Besøket ble klarert gjennom møter i ministeriet i Beijing med assistanse av ambassadør Arne Arnesen og Eksportrådets stedlige representant. Reisen gikk i 5 etapper, ikke som dagens lufttrafikk med nonstop forbindelse til en rekke destinasjoner i Kina. Møtene i Kunming pågikk i flere dager, vennlig atmosfære, men grilling om kompetanse, tekniske og økonomiske spørsmål. Det førte imidlertid til et norsk 3-parts samarbeid om anbud på deler av et 600 MW prosjekt nokså likt tilsvarende i Norge. Furuholmen-Høyer-Selmer i samarbeid med to kinesiske entreprenører, basert på kinesiske regler for internasjonalt Joint Ventures, Verdensbankens regler og FIDIC-lignende kontraktsregler, m.a.o. komplisert. Konkurrentene kom fra Japan, Italia og Kina, heller ikke enkelt for oss. Gruppen ga tilbud på tilløps-tunnel, sjakter og tilhørende betongarbeid. Opplegget for vårt anbudsarbeid var lite rasjonelt. Ulike kulturer, mer enn nok kunnskap om tunneldrift i Norge, lite kunnskap om internasjonal entreprenørvirksomhet i den fjerne Østen og liten respekt for kinesiske erfaringer. Våre partnere fra Kina hadde en holdning til kostnadselementer ulik vår. Lønnskostnader en brøkdel av tilsvarende i Norge, sosiale kostnader hos oss er gjerne et prosenttall, i Kina med alt i statlig regi og slik vi erfarte det, var anlegget selv ansvarlig og organiserte selv både skolegang, helse-tjenester og sosiale oppgaver for øvrig.

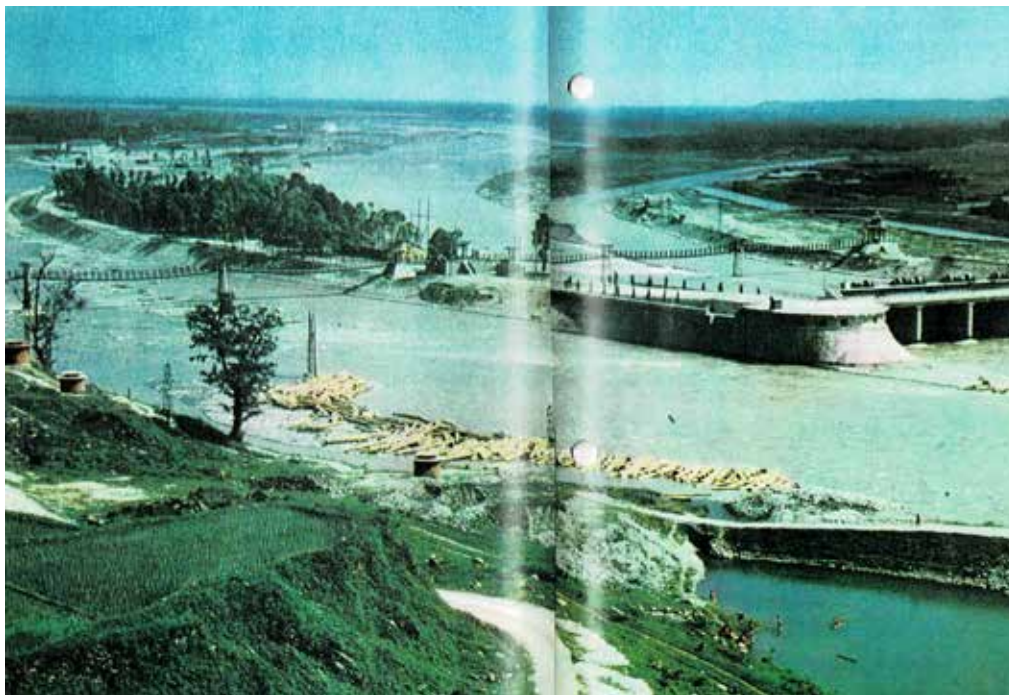
Tilbudet med beløp var klart ca. en uke før anbudsfrist. Våre 2 kinesiske JV-partnere insisterte på norsk følge til Beijing der tilbudet skulle leveres. En gruppe på 6 inkl. tolk⁶. Dagene i Beijing ble mentalt slitsomme. I motsetning til våre konkurrenter, hadde AGN ingen lokal infrastruktur. Med velvillig assistanse fra Statoil/DnBs lokale representasjon fikk vi låne kontor etc. Hver dag og hvert møte resulterte i prisjusteringer basert på ny uformell informasjon, informasjon hvor norsk side måtte vurdere realisme, stole på partnere og justere inngåtte avtaler som i noen grad skulle sikre oss i forhold til endringene. Anbudsåpning viste at Taisei fra Japan hadde laveste pris, mens «vårt» tilbud konkurrerte med italienerne. En bratt læringskurve

²Li Bings tommelfingerregler for irrigasjon, visdomsord og gabioner er godt beskrevet av Øivind Solvik i «Fossekalen»

³Siemens (Siemens-Halske) var leverandør.

⁴Ifølge Harald Nakling var det en gruppe på 6 deler av bransjen, hver med to representanter: Ommund Hauge og Bjørn Braaten fra NVE; rådgiverne med Harald Nakling fra Bernal og Kristoffer Storruste fra Norpower; entreprenørene med Hans Petter Skattum fra Ing. F. Selmer A/S og Fridtjof Næss fra A/S Høyer-Ellefsen; andre var Opsahl fra EGA (elektro), Bjørn Kjærnsli fra NGL, trolig Kværner og ytterligere 3-4 personer som vi ikke har identifisert.

⁵Avisene brukte mye trykksverte på kommentarer om et flytende produkt som ikke matchet Hedmarkskvalitet, henholdsvis om et havforskningsfartøy som nok kostet Norge langt mer enn forutsatt.



Dujianguang. Et vanningsanlegg bygget 200 år før vår tidsregnings nullpunkt. Påbygget i mange runder. Overrisler i dag ca. 5300 km² av Kinas «Ricepot» med vann fra Min-elven.

for de norske deltagerne. Mer eller mindre samtidig ble det klart for en betydelig avtale om rådgivning og leveranse av norskprodusert utstyr gjennom en norsk gruppe med forventet oppstart 1984.

Sichuan seminaret

I møtene med det offisielle kinesiske vannkraftmiljøet ble det ytret ønske om mer informasjon om norsk design- og byggemetoder. Etter forfatterens oppfatning er (var) norske entreprenørers utenlandsvirksomhet sjelden (aldri) basert på gjennomtenkt og nøktern strategi, men tilfeldigheter⁶. I januar 1984 var ledelsen i Selmer-Sande på reisefot, kom etter hvert til Hong Kong og Kina, møtte sentrale personer som nok var bedre forberedt enn vår side. Resultatet ble avtale om et to ukes seminaropplegg i hovedsak bekostet av gjestene fra Norge. Vertskapet foreslo Sichuan (landet mellom elvene) som er en viktig vannkraftprovins, holdt hotell med møtefasiliteter, dekket opphold, forpleining og diverse ekskursjoner, men først og fremst sendte henimot 100 sentrale fagfolk fra mange deler av landet til arrangementet.

Som del av forberedelsene ble det produsert en egen seminarbok «Hard Rock Underground Engineering» på 470 sider i A4-format. Boken ble oversendt til vertskapet i juli for arrangementet fastlagt til september. Boken ble forfattet av et tyvetalls norske vannkraft- personer. Entreprenørene hadde for lengst knyttet kontakt med NGI, Berdal/Norconsult og Trondheimsmiljøet for bidrag i seminarboken, som foredragsholdere og samarbeid for øvrig.

Den norske delegasjonen var godt forberedt, og ga en bred presentasjon av fagfeltet og norske erfaringer, gode foredrag med state-of-the-art teknisk utstyr, TV-skjermer og opptaksutstyr dels fra Kina, noe medbrakt fra Norge. Bruk av tolk var vel en ny erfaring for flere, enkelte av tilhørerne snakket engelsk og rettet misforståelser. Ved retur til Beijing ble det nye møter i ministeriet, oppsummering, hilsener fra ministeren og også en redegjørelse om aktuelle prosjekter og markedsmuligheter for internasjonale selskaper. Professor Gu Zhao Qi ved Qinhua universitetet i Beijing, en av deltagerne i Sichuanseminaret, forfattet senere sin bok om norsk vannkraftteknologi.

⁶Den dyktige tolken Wang var alltid i nærheten. Bakgrunn flere tiår i PLA (frigjøringshæren), men språkkunnskapen var resultat av arbeid for «The Flying Tigers», den amerikanske pilotgruppen som støttet kampen mot Japanerne før USA kom med i krigen, etablert og ledet av general Chennault. Wang snakket engelsk som en texaner, var levende opptatt av engelskspråklig litteratur, alltid med en bok i lommen på Maadressen

⁷I Norge var det en betydelig turbulens innen entreprenørbransjen. Ing. F. Selmer A/S fikk nye eiere i 1982. Ing. Thor Furuholmen A/S ble solgt til Selmer året etter, mens A/S Høyer-Ellefsen eid av skipsreder Reksten frem til 1975, så overtatt av Staten inntil 1981 da Orkla Industrier overtok. 3 år senere ble Høyer-Ellefsen og Astrup & Aubert fusjonert til Astrup-Høyer som i 1986 ble overtatt av Aker Norcem, etablert som Aker Entreprenør, men overtatt av Veidekke i 1991. I dette miljøet og med denne bakgrunn var det dårlig grunnlag for en rasjonell og realistisk strategi for entreprenørvirksomhet internasjonalt.



Etter en dags kjøring sydøstover fra provinshovedstaden Kunming gjennom frodige jordbruksområder passerer vi Naige, et sentrum i kraftsasjonsmråde for Lubuge. Vi fortsetter de siste 15 km og møter et syn som er fanget opp på bildet til venstre. Den nærmeste broen fører til Kraftstasjonen inne i fjellet bak. Den bakre broen fører til den internasjonale campen – det er de hvite husene som skimtes mot den blå himmelen. Bildet til høyre viser utsikt og kveldsstemning sett fra campen.



Turen fra Kunming til anlegget var tilpasset lokal arbeidstid. Og fremfor alt kantineens spisetider. Det tok en dag inklusiv lunsj på et lokalt spisested. Bestilling ble oftest et besøk på kjøkkenet. Den lokale Beijing-Duck retten tilberedt i et vertikalt betongrør med passende åpning for tilførsel av ved nede, var en av de norske favoritter. Store deler av turen gikk gjennom interessante jordbruks-arealer, den siste del gjennom områder med minoriteter.



Lugube-perioden

Prosjektet ligner våre kraftverk med en 100 m høy steinfyllingsdam, 10 km tilløpstunnel, trykksjakter og et kraftstasjonskompleks under jord med 600 MW maskinkapasitet fordelt på 4 aggregater levert av Kværner og Siemens. Rådgivningsavtalen basert på norsk finansiering ble realisert i perioden 1984 – 89. Det ble rådgivning på mange områder og leveranse av norsk utstyr, rigger for boring, sikring og våtsprøyting, transport- og verkstedutstyr mm. Mannskapet, ca. 40 personer, noen på kort besøk, andre et år eller mer; dekket både praktisk og teoretisk kunnskap. Vante anleggsreparatører bidro med vedlikeholdsrutiner, ingeniører med kunnskap om driftsmetoder, bergmekanikk, sikringsarbeider og betongteknologi, yngre og ikke fullt så unge, ulik erfaringsbakgrunn, få med erfaring fra utland - ingen med erfaring fra den fjerne Østen.

Maskinsalen på Lubuge. Muligens den første i Kina der kranbjelkene er boltet til bergveggen uten vertikale støtter. Anlegget ligger i et område med karst. Tilførselstunnel som var del av Taiseis kontrakt ble sikret med full utstøp. I kraftstasjonen med mindre innlekkasjer ble det som forutsatt i planene drenert bak murveggen Stasjonen er utstyrt med 4 aggregater. Turbiner levert av Kværner og generatorer med elektro for øvrig av Siemens. Deler av leveransene ble som avtalt produsert i Kina.

I slutfasen ble det avtalt at maskinsalskran skulle leveres fra Norge. Maskinsalskranen ble produsert i Oslo for angitt last. AGNs bestiller hadde oversatt kinesiske testprosedyrer, det ga problemer – kranen klarte ikke testen. En kjedelig hendelse i nærvær av en større gruppe høflige fagfolk. Mulig konsekvens av feilaktig oljekvalitet i gearboksene (levert av Byggherren) ble drøftet, AGN måtte ta en ekstratur til ESSO i Hongkong for olje med korrekt navn og kvalitet. Sheraton Hotel likte lagring av et antall oljebokser i resepsjonen dårlig, og flyplasskontrollen var heller ikke begeistret for denne type håndbagasje. Turen løste imidlertid saken.

Foto: LPCMB

AGNs ansvarsområde var kraftstasjonskomplekset. Støttet av Verdensbanken, anbudskonkurranse, visstnok det første åpent for internasjonal deltagelse og mulighet for endringer. Endringsforslagene omfattet bl.a. reorientering av kraftstasjon, bredde på maskinsal og kranbane forankret i fjellveggene. Forslagene ble realisert.

Kraftverk legger vanligvis ikke i sentrale strøk. Det gjelder også i Kina. Forskjellen slik vi har sett det er at kraftverkene ofte utvikler seg til viktige sentra. Lubuge fikk det bymessige Naige og ble et turistsentrum. Ertan var et uberørt område som også har medført en moderne by.

På Lubuge ble endringer foreslått av rådgivere akseptert forutsatt den lokale Byggherrens aksept.

⁸ Senere kritisert av Verdensbankens panel som utløste kommentarer fra AGN. Det ble med det.



Foto: AGN. Antrekket antyder en formell tilstelning, hjelmer på besøk i et produksjonsområde. Nr.2, 3, 4 og 5 er ledergruppen for Lubuge prosjektet og mer. (rådgivning og entreprenør fra Kunming), så Dir. Yang Ke Chang (sjefen på anlegget), deretter saksbehandler i ministeriet i Beijing og svært viktig for AGN. Helt til høyre Jiansheng C. (tolk og mye mer – vår støtte både på Lubuge og senere Ertan)

Våre senere erfaringer viste at når et kinesisk prosjekt gjennomføres så er det definert i detalj gjennom forundersøkelser og tegninger. Vesentlige endringsforslag faller på steingrunn. Lubuge var trolig et særtilfelle.

Norsk anleggsbransje er med rette stolt over egen kompetanse og effektivitet, slik er det i mange land, også i Kina. Sjaktdriverne på Lubuge i regi av japanske Taisei, hadde driftsresultater helt på høyde med norske prestasjoner. Med assistanse fra NGI leverte AGN utstyr for registrering av deformasjon i kraftstasjonsveggene knyttet til en IBM-computer (den gang kontrabande). Ved et tilfeldig besøk på laboratoriet så vi at datamaskinen lå på et bord, med komponentene spredt utover. På vårt spørsmål om hva hadde skjedd, fikk vi høre at det bare var noen detaljer som skulle modifiseres. Vårt eget datautstyr medbrakt fra Norge, dels anskaffet i Hong Kong fungerte godt med ett unntak. Hjelpen kom fra lokale krefter i Kunming. Andre vaner, ulik væremåte, den gang enkel klesdrakt osv. gjør det lett å undervurdere kunnskapsnivået.

Forholdet til byggherren var godt fra dag 1, utviklet seg i takt med gjensidig respekt og tillit. De fleste besøkende fra ministeriet i Beijing ble geleidet til besøk hos AGN. Sosialt samvær med vertskapet var begrenset til enkelte middager, festlige anledninger på byggherrens terrasse, bridgeturneringer og tilløp til dans. Nærkontakt ikke

akseptabelt, noe et par maskinmontører fikk erfare (ikke AGNere).

Etter hvert ble arbeidet på Lubuge supplert med faglige ekskursjoner og drøftelser av vannkraft-prosjekter i Jinsha (øvre del av Yangtse), Yalong, Min og Dadu – 3 sideelver til Jinsha, Huang He (Yellow river), Lancang Jiang (Meigong He / Mekong). Når Verdensbankens ekspertpanel kom på sine besøk satt AGN ved byggherrens side og det spredte seg til flere prosjekter.

I avslutningsfasen kunne AGN assistere en gruppe toppledere fra Ministeriet, byggherre, rådgiver/planlegger og entreprenør på reise til Norge og Tyskland for besøk hos samarbeidspartnere i Oslo, Trondheim, München og Erlangen. Det viktigste møtet foregikk på Victoria Terrasse med politisk ledelse i UD og Bistand. Tidligere ambassadør i Beijing Arne Arnesen, nå Statssekretær visket i vårt øre etter møtet «dette ordner vi». Det gjaldt bevilgning for faglig støtte til Ertan-prosjektet. Det ble senere AGNs største oppdrag i Kina.

Pearl River (Zhujiang)

er det største elvesystemet i det sydlige Kina, (bare Yangtse har mer vann). Systemet som berører 4 provinser har tre deler, Nordelven (Bei), Østelven (Dong) og Vestelven (Xi) som er den største i systemet. Vannveiene forener seg i et felles delta som renner ut i

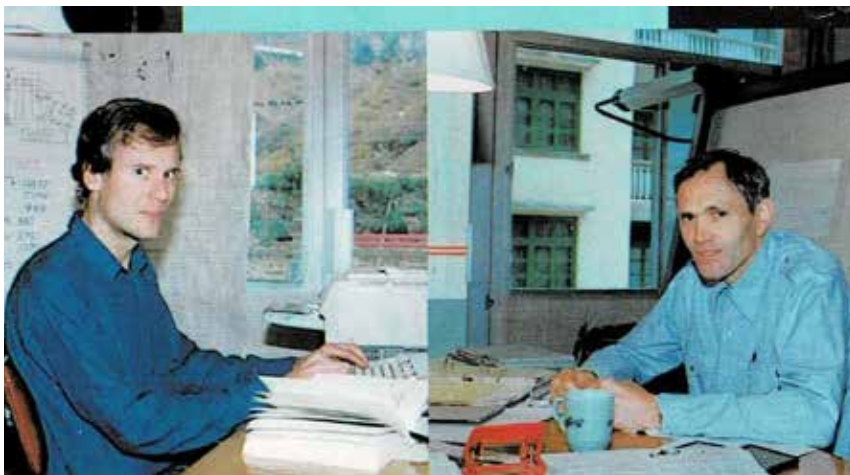
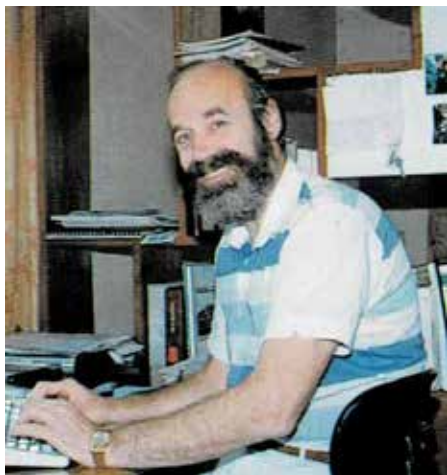
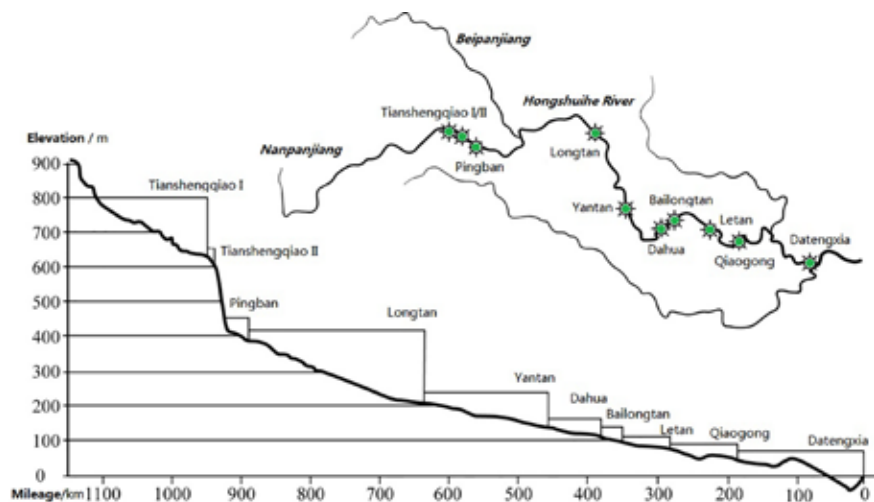


Foto: Til venstre Per Kristian Edvardsen som var AGNs leder på Yantan i perioden 1987-91, her med Svein Ammerud til høyre og K. E. Aune i midten. Per Kristian var senere Lot II. Chief Advisor for Ertan i perioden 1995-99, dvs. en superveteran i AGN-sammenheng.



Special Board på visit til Yantan. Nr. 3 fra venstre Byggherrens representant Dir. Feng Dabin, Guangxi Electric Power Bureau. Litt til høyre vise-minister i MWREP og Chief Engineer Li E-Ding. (blålig jakke) Utdannet i Kina og Europa. Kunnskapsrik med karisma og vide fullmakter. Foto: AGN, P. K. Edvardsen



Skissen viser kraftverkene i Vestelven av Pearl River systemet. Når vi i Norsk eller AGN-sammenheng snakker om kinesiske kraftverk så er det alltid de store som får oppmerksomhet. Det finnes alle varianter, bl.a. tusenvis av de vi kaller småkraftverk, gjerne etablert av kommuner eller andre fellesskap.



havet i området sydvest for Guangzhou til øst for Macao. Systemet drenerer vel 400.000 km². For AGN var Vestelven i Pearl River systemet viktig. Øverst Lubuge i Huagni He, som er en sideelv til Nanpan med prosjektene Tianshengqiao og 2. AGN var der i 1986 og studerte et prosjekt med betydelige vanskeligheter. Steinfyllingsdammen 180 meter høy med frontal betongplate, stasjon nr. I. installert 1225 MW og nr. II. 1320 MW. Tilløpstunnelene, hver ca. 8 km var planlagt for TBM. Geologien ga store overraskelser. Varierende bergkvalitet, gjennomgående store innlekkasjer forårsaket forsinkelser og kostnads-overskridelser. 4 stk. TBM innkjøpt frafra USA egnet seg ikke for prosjektet og driften ble endret til ordinær tunnelsprengning. Lenger ned ligger Longtan og da heter elven Honshui. Anlegget har en 216 meter høy RCC-dam som gir et reservoar på 27 milliarder m³, en båtlift for 300 t. og et stasjonskompleks med maskinkapasitet på 6400 MW. Nedstrømssiden for Longtan møter magasinet for Yantan - 2,5 milliarder m³ - som ligger ytterligere 100 km nedstrøms i Honshui.

Vest i Guangxi, nær grensen mot Vietnam ligger prosjektet Baise, et multiprosjekt i elven Youjiang, også del av Pearl River systemet. For det prosjektet satt 3 AGNere en het sommer i provinshovedstaden Nanning. Et US-Norsk samarbeid i forarbeid for prosjektet. Rapportene ble godt mottatt, men prosjektet ble senere omgjort til et nasjonalt prosjekt.

Yantan 1981-87

Anlegget et typisk kinesisk elveanlegg med store vannmasser. «Stengning av elven» er, i motsetning til forholdene i Norge, en stor utfordring og begivenhet som markeres. Med rimelige vannmengder blir det slått store omløpstunneler, for eks. 2 stk. 350 m² (som Ertan). Når det blir for smått etableres en kanal eller elvedeling.

For Yantan ble det kanal og stengning av elven i tørr årstid med 1900 m³/sek vann. Fangdammene ble dimensjonert for en flom på 15.000 m³/sek, bygd etter RCC-metoden med lavt sementinnhold (45 kg/m³ + flyash), maks. høyde 56,4 m i alt ca. 300.000 m³ betong. Dammen viste seg å være kvalitetsmessig god, men ikke høy nok. En uventet flom, 19.000 m³/sek, større enn mange års måleresultater viste, forårsaket overtopping. Alt utstyr og maskiner unntatt en tårnkran ble reddet ut fra byggeområdet.

Pumpekraftverk

Pumpekraftverk er ikke norsk spesialitet, men geometrien ligner likevel mer på norske anlegg enn det de store

elvekraftverkene i Kina gjør. Det første oppdraget gjaldt en vurdering av nedre basseng for Guangzhou Pumped Storage Power Station, 1200 MW, og senere tilkalt for vurdering av sikringsarbeidet i stasjonsanlegget under jord.

Senere ble det Ming Tombs Pumped Storage, 800 MW, som bidrar til sikker strøm for hovedstaden. Prosjektnavnet som ble brukt i 1988 speiler nærhet til Keisergravene, det gjør også navnet Shisanling. Vårt bidrag var forslag om endring av trasé for adkomst til øvre basseng for å skjerme natur og miljø i et spesielt historisk verdifullt område.

Tongbai Pumped Storage

Tongbai Pumped Storage 1200 MW, også et Verdensbank støttet prosjekt som ligger i kystprovinsen Zhejiang. Her gjorde AGN omfattende studier i en innledende fase. Nedre basseng er etablert ved en 70 m høy steinfyllingsdam med frontal betongplate.

Tianhuangping

Her var det AGNere i årene 1995-99. Et nedre basseng etablert med en ca. 90 m høy steinfyllingsdam med betong frontplate. Kraftstasjon i fjell (ca. 21 x 200 x 50 m) har 6 reversible turbiner hver på 306 MW. Til øvre basseng går det 2 trykksjakter, 7 m diameter, lengde 880 m. Et flott anlegg der flere forhold imponerte nordmenn:

- Øvre bassenget med kapasitet ca. 7 mill. m³ etablert på toppen av en ås.
- Adkomstvei til toppen i bratt terreng, delvis med løse masser som hadde en tendens til å rase ut under heftige regnskyll. Aldri har vi sett en anleggsvei med lengre strekk av høye steinmurer, både på innside og utside.
- Driving av trykksjakter, en kombinasjon av Alimak nedenfra og manuell synk fra toppen!
- Vannkilden var en beskjedne bekk. Det tok tid- nesten et år - å samle nok vann for systemet.

På Tianhuangping fikk vi et alvorlig akutt sykdomstilfelle og påfølgende test av helseapparatet rundt anleggsvirksomheten. Kollega varslet byggherren, det ble rapportert at reaksjonsperiode før sykebil og pasient med kvalifisert følge var på vei til sykehus på rekordtid med sykehusbehandling av klasse.

Ertan

Ertan 1991-99, ligger i elven Yalong, en sideelv til Jinsha (øvre del av Yangtse) ble det største oppdraget for AGN. Oppdragsgiver var Ertan Hydropower Deveopment



Øvre basseng på Tianhuanping klemte inn mellom tre bergtopper, mye gjort av FCB, de bitumenbelagte topplagene ble utført med assistanse av tyske Strabag. Foto: FCB

Corporation – EHDC etablert for å gjennomføre det første prosjektet i Yalong. Prosjektet var det største i Kina. Dammen, en dobbelkrum buedam, 240 m, et underjordisk kraftstasjonskompleks der maskinsalen er på 280 x 28 x 65 m med 6 aggregater hver 550 MW. Det er to omløpstunneler, fullt utstøpt 18 x 20 m, lengde ca. 1,8 km.

Rådgivningskontrakten mellom EHDC og JV AGN/Harza (US) ga AGN ansvar for oppgaver knyttet til underjordsarbeidene og amerikanerne tilsvarende for dam. Drøyt 20 norske ingeniører og en lærer tok del i arbeidet, noen kanskje et år, andre 4-5 og de to med lengst Ertan-karriere hele perioden fra 1991 til 99. Det bygningsmessige på Ertan ble gjennomført med tysk entreprenør for underjordsarbeidene og italiensk entreprenør for dammen. Prosjektet, den gang det største i Kina, var en teknisk utfordrende oppgave og gav etter hvert også grunnlag for et eget faglig treningssenter for underjordsarbeider og kraftutbygging. Det medførte produksjon av et tyvetalls temahefter med forfattere fra det norske vannkraftmiljøet, oversatt til kinesisk og trykt i stort opplag. Sammenlignet med de øvrige anleggene der AGN deltok var det sosiale miljøet endret fra puritansk miljø til nokså liberale tilstander. AGN deltok også i en kostnadsanalyse basert på et utkast av anbudsdokumenter og utarbeidet en studie som rettledning for etablering av stedlig administrasjon, senere også gjennomgang av anbudene.

Flere år før Ertan-avtalen ble formalisert ble AGN invitert til å inspisere anleggsområdet og pågående forberedelser for prosjektet. AGNs første besøk til Ertan-området viste flere interessante sider ved kinesisk vannkraftutbygging. Selve anleggsområdet var uberørt, frodig med dyreliv. Det var sprengt ut et antall tunneler for å kartlegge geologien. Flere tunneler var åpenbart etablert av lokale farmere med enkelt utstyr, anslått dimensjon 0,9 x 1,8 m. og varierende lengde, kanskje noen hundre meter.

I nærområdet pågikk infrastrukturarbeid med moderne utstyr, eksempelvis en større utbygging av stasjonsområdet ved den passerende jernbanelinjen Chengdu-Kunming. Der foregikk bygging/ utvidelse av stasjon med nye spor og store laste / losseområder og nødvendige veiarbeid. Her var innsatsen moderne maskiner. Chengdu-Kunming linjen er en strekning på 1100 km som ble bygget over en 12-års periode fra ca. 1958, en periode der Mao og partiet fryktet angrep utenfra og gjorde store anstrengelser for å flytte strategisk viktig produksjonsutstyr bort fra kyststrøk. Strekningen utmerker seg med en dominerende del enten i tunnel eller på bru. Parallelt bygges i dag en ca. 900 km lang høyhastighetsbane (200+ km/h)

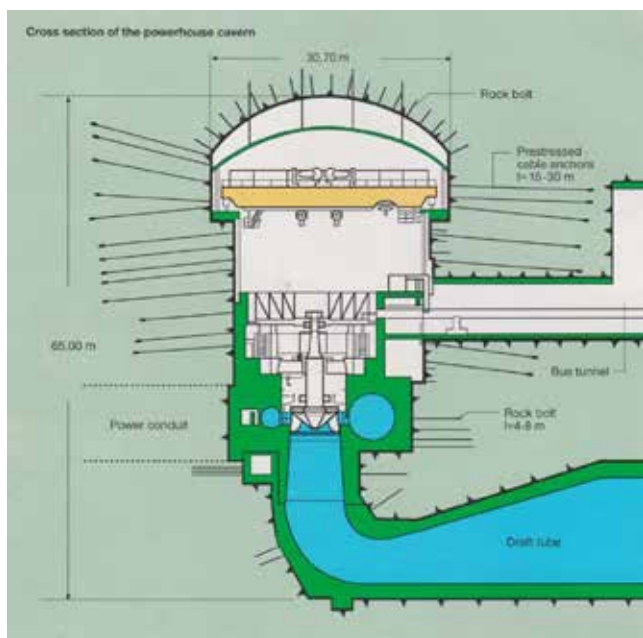
Det bygningsmessige på Ertan ble gjennomført med tysk entreprenør for underjordsarbeidene og italiensk entreprenør for dammen. Prosjektet, den gang det største i Kina, var en teknisk utfordrende oppgave og



Maskinsalen på Ertan. 280 meter lang, ca. 30 meter bred fra bergvegg til bergvegg og ca. 65 meter høy. 6 aggregater, hvert 550 MW, trenger plass. Foto: AGN - Panos Galanos



På kjempeanleggene i Yalong og Jinsha bygges det fasiliteter for administrasjon/eller som her hoteller. Standarden ligger milevis over det AGN møtte for 30-40 år siden.



Snitt av Maskinsalen på Ertan. Bortsett fra størrelse er det meste sammenlignbart med det som gjøres hos oss i Norge.

Sikring av veggene er omfattende, tilpasset behovet. Et unntak, vannmengder krever svingekamre med formidabel størrelse og oftest på nedstrømssiden.

For Ertan er det delvis to-delt. Avløp for 3 aggregater går gjennom hver sin halvdel

gav etter hvert også grunnlag for et eget faglig trenings-senter for underjordsarbeider og kraftutbygging. Det medførte produksjon av et tyvetalls temahefter med forfattere fra det norske vannkraftmiljøet, oversatt til kinesisk og trykt i stort opplag. Sammenlignet med de øvrige anleggene der AGN deltok var det sosiale miljøet endret fra puritansk miljø til nokså liberale tilstander.

Underveis i prosjektfasen ble EHDC ansvarlig for hele utbygging av Yalong og for AGN besøk til andre anlegg i byggherrens portefølje, eksempelvis Guandi og adkomsttunnelene til Jingping I.

EHDC heter nå Yalong River Hydropower Development Company Ltd (Yalong Hydro) med staten som hovedaksjonær. Denne sideelven til Jinsha er drøyt 1500 km lang. Nedre del er bygd ut, i midtre del pågår arbeid, bl.a. Lianhekou (3.000MW), høy dam og et flerårsreservoar på 6,6 milliarder m³. Operativ kapasitet for Yalongelven nå (2019) ca. 15.000 MW og ca. 70 TWh. Totalt er det skissert 21 stasjoner. Den øvre delen ligger langt fra forbrukssentra i mindre gjestfritt område er foreløpig ikke påbegynt. Vannspeilet på øverste inntak er angitt til å bli +4015.

Taipingyi er et prosjekt i Min-elven som AGN ble introdusert til under 1984 -seminaret. Prosjektet med 4 x 65 MW installasjon i en underjordsstasjon ligger i Min-elven. Fra møterefertatene ser vi at det fra vertskapet side ble påpekt en serie tekniske utfordringer med kompliserte spørsmål som ikke var lett å besvare. I 1988



Jing Ping 1. Her bygges en betong buedam. Den har nå en høyde på 305 m. På bildet skimte de første 90 metrene. AGN hadde litt befatning med anlegget i tidlig fase. Bildet er tatt under et besøk 2010. Anlegget er for lengst fullført. Foto:Panos Galanos

ble AGN anmodet om å utarbeide en analyse av prosjektet. Senere ble det aktuelt å bistå under byggeperioden. To seniorer var der i årene 1982-83. Inntaksbassenget var utsatt for silting, 11 km 50 m² tilløpstunnel gjennom svakt berg, forkastninger, trykksjakt (450), stasjonskompleks under jord med svingekammer. AGNs innsats ble konsentrert mot fremdriftsplaner og praktisk byggeteknikk.

En av de to AGNere skrev senere i bedriftsavisen hjemme «at de hørte høflig og tålmodig på meg, men de gjorde ikke det jeg foreslo». Det er nok ikke hovedinntrykket fra AGNs arbeid i kinesisk vannkraft. Meningsfylte drøftelser med utveksling av synspunkter var det normale, men endringer må møte formelle krav. Vi har flere ganger overhørt frimodige norske forslag basert på svak faktakunnskap. I norsk anleggsbransje har formaliteter ikke vært fagfolkenes sterkeste side.

En gruppe anlegg der AGN dels ble rådspurt, dels ut i Lancang (Mekong) var det spesielt 2 prosjekter, et med plan om strømeksport til Thailand, det andre, Xiaowan planlagt med en 290 m høy betongdam og stasjon under jord med 6 aggregater til sammen 4200 MW. Eller ekskursjon til Xiaolangdi i Gule-elven. Vårt vertskap med hovedkontor i den gamle hovedstaden Luoyang ville så gjerne starte produksjon av en bestemt norsk våtsprøyterigg.

Tre Kløfter – Det største kraftverket i Kina

Til slutt må vi nevne to oppdrag for China Three Gorges Hydropower Project.

Det meste er stort i Kina. China Three Gorges Corporation med ansvar for utbygging av Yangtse er trolig verdensener i utvikling av fornybar energi. Da AGN kom til Kina tidlig i 1980 årene fikk vi raskt høre om store planer i Yangtse. Anleggsarbeidene for det første kraftanlegget i

elven, Gezhouba i byen Yichang var påbegynt i 1970-årene omtalt som et pilotprosjekt for den videre utbygging av Yangtse. I likhet med Tre Kløfter et nasjonalt prosjekt, finansiert med egne midler, byggeperiode 18 år. Dammen er 2600 m lang med 26 generatorer hver ca. 100 MW fordelt på 2 områder i dammen, store sluseanlegg for skipstrafikk og flomløp med beregnet kapasitet på drøyt 100.000 m³/sec.

De tre Kløfter ligger i Sandouping, ca. 35 km oppstrøms Yichang. Ved vårt første besøk var deler av sluseområdet på venstre elvebredd utsprengt, samtidig foregikk fundamentering av betongveggene for omledningskanalen på høyre side. AGN kunne observere ca. 60 rigger på rekke som sørget for god fremdrift i en hektisk lav-vannsesong. Tre Kløfter har 32 generatorer hver 700 MW, dessuten 2 stk. 50 MW for anleggets eget behov. I venstre stasjon 14, av disse er 8 levert av Alstom, ABB med Kværner teknologi. I høyre stasjon 12 enheter og til slutt, også på høyre side 6 enheter i stasjon under jord, totalt 22500 MW.

AGNs særdeles ulike oppdrag gjaldt Maopingxi asfaltkjernedami 1995-96 og Stabilitet og deformasjonsvurderinger av bergveggene i sluseanlegget i 1996.

Da ICOLD hadde sitt årsmøte 1995 i Oslo kom toppsjefen for «Tre Kløfter Utbyggingen» med nære medarbeidere til Norge. Formålet var 2-sidig, dels promovere kinesisk dambygging, dels inspisere asfaltkjernedammer i Norge. Storglomvatn var under bygging og AGN fulgte ledergruppen fra Kina på anleggsbesøk. Etter senere forhandlinger i Kina ble det inngått avtale om å levere spesialutstyret for kjerne, dvs. asfaltkjerne med filtersoner, dessuten assistanse for bruk av utstyret. Maopingxi ligger kort vei oppstrøms hoveddammen, er/var den høyeste i sitt slag i Kina med et damvolum på 9 mill. m³. Utbygging av Tre Kløfter innebar neddemming av arealer langs Yangtse og sidedaler på en elvestrekning på vel 600 km, opp til området rundt Chungqing. Det var imidlertid besluttet å berge sidedalen nærmest kraftanlegget. I tillegg til den spesielle beskyttelsesdammen er det sprengt en tunnel fra sidedalen til nedsiden av hoveddammen. Den drenerer uønsket vann i dalen.

Senere er det bygd en serie dammer med asfaltkjerne i Kina, delvis høyere enn Maopingxi. Et eksempel er den 170 m høye Quxue-dammen, eller Yele-anlegget i Sichuan, 125 m høy dam bygget i perioden 2001-05. AGN jobbet med prosjektet år 2000.



Anleggsvei i ulendt terreng. Planlegging og bygging viser langsiktighet. Dimensjonert for fremtidig trafikk i et område av landet som knapt hadde vei før. Når et kinesisk prosjekt formelt får startordre kan det ha pågått forberedende infrastruktur arbeid i flere år.
Foto: AGN



Aggregatene i de store kraftverkene oppover Jinsha er store. Det startet i 70-årene med 26 stk. 100 MW for Gezhouba, fortsatte med 6 stk. 550 MW på Ertan, så 700 MW for 3-kløfter, deretter 750 MW for flere anlegg. Ifølge planer skal alle 16 aggregater, hvert på 1 GW, være på plass i 2021. Dette gjelder Baihetan som blir verdens nest største vannkraftanlegg og ligger i Jinsha (øvre del av Yangtse).

Stabilitet og deformasjonsvurderinger

Sluseanlegget er todelt. En lift for turistskip opp til 3000 tonn som kan passere på en knapp time. Den store transportmengden går gjennom slusene. Anlegget er en drøy 6 km lang vannets motorvei med 2 løp der slusene utgjør 5 trinn a 280 x 32 m, hver med ca. 20 m løft. Bergveggene er i prinsipp vertikale.

Under de synlige vannveiene er det et omfattende system under jord med tunneler og bergrom for å betjene rasjonell drift av sluseanlegget som i likhet med anlegget forøvrig er en internasjonalt ny nummer 1 i sitt slag.

Dette var en spesialistoppgave og byggherrens andre rådgivere har analysert, beregnet, modellert og testet på annet vis. Likevel, det kan være godt med en second

opinion. Vi lærte at flere universiteter hadde store analyse- og modelloppgaver for prosjektet. AGN leverte en solid rapport, men som det står skrevet «det er vanskelig å påpeke nye forhold av betydning for et prosjekt som til grader er studert, modellert og analysert gjennom en førtiårs periode». Hovedrådgiver for prosjektet hadde sitt hovedkontor i storbyen Wuhan ca. 200 km nedstrøms anlegget. Det hører med til historien at denne strekningen fikk sin egen ekspressvei.

Sluttkommentarer

Som vi har antydnet før så hadde de store entreprenørene sjelden eller aldri en gjennomtenkt strategi for internasjonal virksomhet, knapt nok for aktivitet i Norge. Virksomheten innen vannkraftsektoren i Kina kom etter initiativ fra våre myndigheter. Ingen tvil om at uten-

landsk bistand både teknisk og økonomisk var nyttig for kinesisk utvikling av fornybar energi i tidsperioden fra 1980. For entreprenørene var det greit å inngå avtaler med rimelig vederlag og minimal risiko. Når AGN med tilgang til norske ressurser og kompetanse på vannkraft fra a til å likevel tok slutt, var det flere grunner:

- Partnerne foretrakk utbetaling av overskudd fremfor bruk av midler til utvikling av gruppen.
- Selv om virksomheten var teknisk interessant, var kunnskapen i hovedsak lite anvendelig hjemme.
- Dessuten må erkjennes at lokal kompetanse i løpet av få år var fullt på høyde med nivået i andre land.

I 2003 ble samarbeidet mellom Selmer, Veidekke og Norconsult gjennom AGN avsluttet. Samme år er det offisiell åpning av Tre Kløfter prosjektet (komplett 2012). Markedet i Kina økte voldsomt, lokal kompetanse og ressurser matchet utfordringene.

Allerede rundt 1990 passerer Kina vårt land i produksjon av vannkraft. Nå 2019 er Kina nr. 1 på verdensbasis, ikke bare størst på det meste, men med avstand desidert

størst. Størst, høyest, mest omfattende, bulktransport av strøm over svært lange strekk, i betydelig grad høyspent likestrøm. Utviklingen fortsetter, Yalong og Jinsha er fortsatt en reise verdt Baihetan med 277 m høy buedam og 16 aggregater, hver med hele 1 GW kapasitet, nærmer seg ferdigstilling.

AGN var opptatt av de positive sidene ved vannkraftutbyggingen i Kina. Det er åpenbart store utfordringer av negativ karakter. De fleste anleggene fører til neddemming av arealer, byer, jordbruk, vegetasjon og mennesker berøres. Mange mister bolig og jord, reservoarer siltes ned, vegetasjon og dyreliv berøres. På den annen side, vannkraft bidrar i miljøkampen, generell økonomi bedres, nye arbeidsplasser og nye byer – t.eks. Yanbian som i dag er en mellomstor moderne by, er utviklet som et av resultatene av Ertan-prosjektet. Den har et velutviklet veisystem, moderne bygninger, boliger, skoler, forretninger og arbeid for mange.

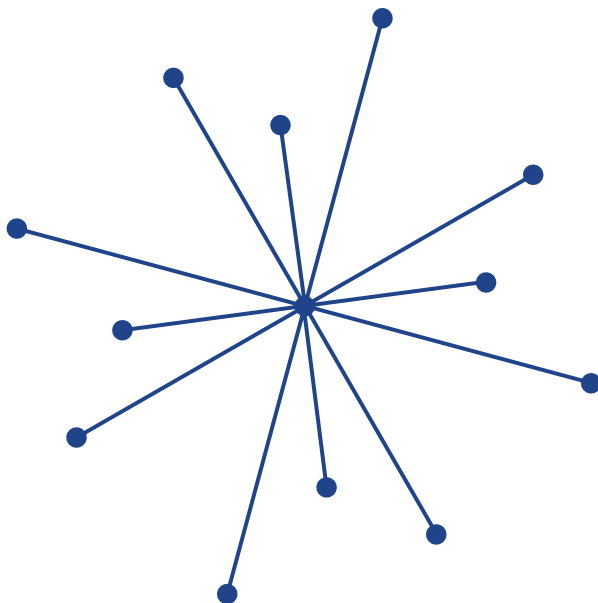




Foto: Henrik Hermanseter

ODDAHALLEN – EN BERGHALL TIL BERIKELSE

Jan Anton Rygh

For nær 50 år siden bygget Odda kommune en stor idrettshall inne i berget vest for byen, kombinert som offentlig tilfluktsrom. Det vakte stor oppmerksomhet og fikk store konsekvenser. Hvordan gikk så dette for seg?

En tid med fokus på beskyttelse

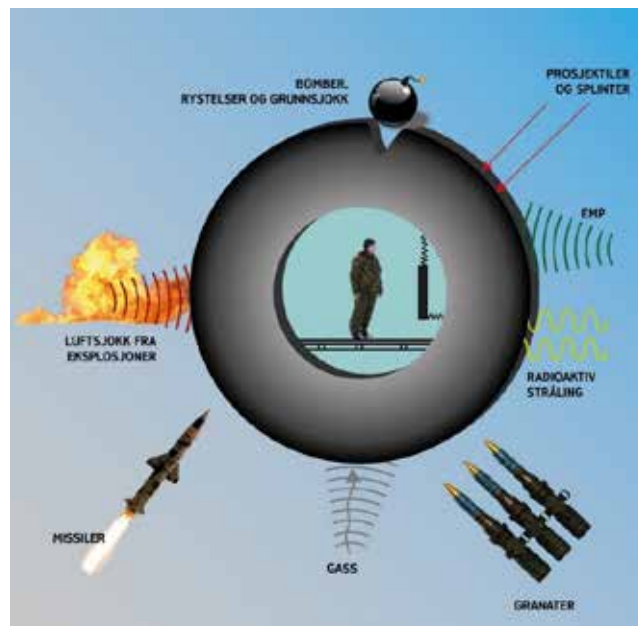
I 1960-årene befant verden seg i kald krig. Atombomben var en uhyggelig realitet og hadde vist sine grufulle virkninger ved å utslette to japanske byer, Hiroshima og Nagasaki i august 1945. I 1949 greide Sovjetsamveldet også å fremstille en atombombe og verden skled inn i en terrorbalanse hvor hovedmotstanderne var USA og Sovjetunionen. En atomkrig truet verden og spesielt for Sivilforsvaret reiste spørsmålet seg: Er det mulig å beskytte seg mot disse enorme ødeleggende krefter?

I Norge var det i første rekke Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), Forsvarets bygningstjeneste (FBT) i dag Forsvarsbygg (FB), i samarbeid med Sivilforsvaret (SF) som gjennom årene brukte store ressurser for å løse problemene. Samarbeidet med Sverige var godt. Da Norge kom med i NATO i 1949, utviklet det seg også et nært samarbeid om utdannelse, forskning og forsøksvirksomhet med USA, Canada og Vest-Tyskland.

I Norge kom man derfor etter hvert frem til fortifikatoriske anlegg som kunne motstå alle kjente våpenvirkninger i krig. Anlegg i bergrom viste seg å være suverent det beste alternativ, og det ble til fordel for Odda som trengte tilfluktsrom, og fjell var det nok av.

Allerede i 1947 hadde Sivilforsvaret utarbeidet forskrifter for tilfluktsrom. Etter som kunnskapene om beskyttelse økte ble forskriftene over tid forandret og norske tilfluktsrom fikk en god standard. Det var to typer tilfluktsrom, private og offentlige. Private tilfluktsrom var obligatorisk og skulle bygges i private boliger som blokkbebyggelse, kirker, forsamlingshus mv, mens offentlige tilfluktsrom skulle bygges i alle byer og tettsteder med mer enn 3.000 innbyggere for 30% av befolkningen.

Odda som på denne tiden hadde over 10.000 innbyggere, hadde ikke offentlig tilfluktsrom for flere tusen plasser.



- Prinsippet med beskyttelse er å lage et ugjennomtrengelig skall som står imot alle kjente våpenvirkninger i krig eller terroranslag.
- Etablering inne i bergrom gir i utgangspunktet særdeles god beskyttelse

Å bygge offentlige tilfluktsrom var et kommunalt ansvar, men mange kommuner vegret seg for å prioritere dette i konkurranse med andre mer populære prosjekter. Staten støttet bygging av offentlige tilfluktsrom med betydelige beløp, men da interessen for slik bygging var liten, hopet det seg opp midler på statsbudsjettet. Da var det Odda kommune kom på banen, med planer som forandret på det.

Den geniale ideen

Det var en stor begivenhet i Odda i 1967 da kraftstasjonen Tysse 2 ble åpnet. Som så mange andre kraftstasjonshaller i Norge, var det et praktfullt anlegg med vakker belysning og vakkert interiør. Da var det tanken slo ned i kommuneingeniør siv.ing. Arne Kjos: Denne teknologien



Kraftstasjonshallen til Tysse 2.
Foto: Statkraft



Byggekomiteen på befaring . Fra venstre, formannen i byggekomiteen dir. Hysing Olsen, bergingeniør Meisingseth fra Kontor for Fjellsprenngningsteknikk, kommunestyremedlem og kommuneingeniør Arne Kjos med brannhjelm til høyre

måtte kunne brukes for en tilsvarende hall, men nå brukes til idrettsformål. Tomteområder for dette i det fri, fantes ikke.

Foruten idrettshall, 25 x 50 x 13 m, tilpasset internasjonalt håndballspill, hadde kommunen flere bygg som syntes å være fordelaktig å kombinere.

- Odda stadion hadde behov for nytt garderobeanlegg og vaktmesterbolig.
- Odda gymnas som ligger i nærheten hadde behov for 2 gymnastikksaler.
- Odda Sivilforsvar trengte ny alarm- og kommando-plass.

Sivilforsvaret, sentralt og regionalt, stillte seg meget positivt til saken og med løfte om betydelig økonomisk støtte derfra, var finansieringen av prosjektet nesten i havn. Da også tippemidler ble stillet i utsikt var det bare å sette i gang.

Etter forarbeide fra plannemnda i Odda i samarbeide med Sivilforsvaret, ble det utarbeidet detaljert romprogram. Stedet for anlegget ble bestemt bl.a. etter uttalelse fra en bergingeniør fra Kontoret for Fjellsprengningssteknikk.

Anlegget skulle bygges i fjellet i direkte tilknytning til Odda Stadion. Detaljplaner for sprengnings-, sikrings- og betongarbeider var ferdig i oktober 1969. Kontrakt ble opprettet med entreprenør og arbeidene igangsatt i januar 1970.

Prosjektering og bygging på gamlemåten

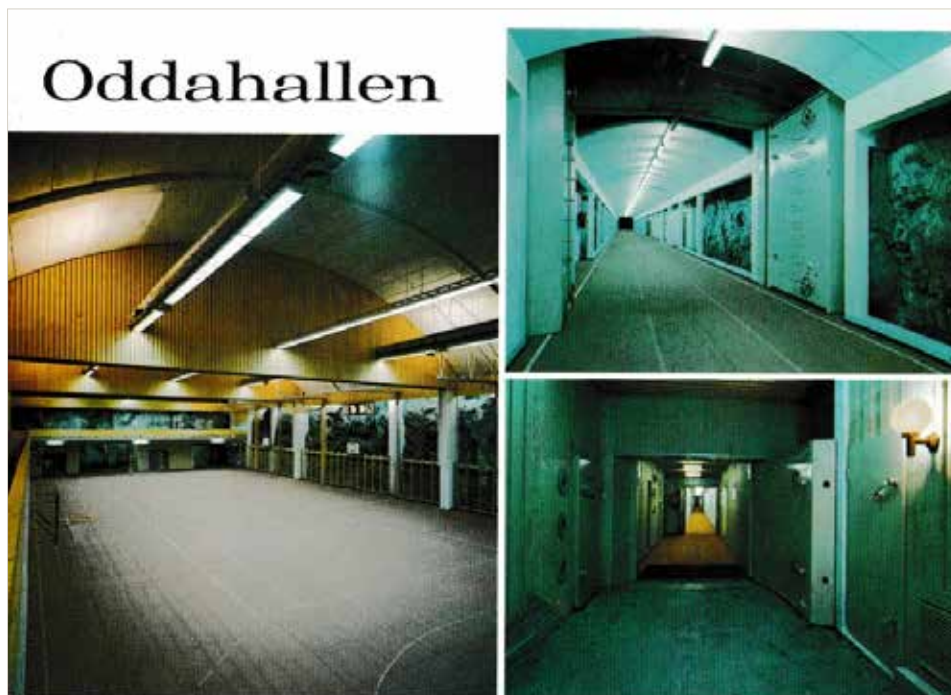
Det var som vanlig arkitekten som først kom i ilden ved oppstartning av detaljprosjekteringen. Den gang ble alt tegnet for hånd, og ingeniørenes og arkitektens viktigste redskap var blyant, viskelær og blyantspisser. All tegning skjedde for hånd på tracingpapir som kunne lyskopieres. Ingen PC-er eller elektroniske datamaskiner den gangen. I tett samarbeide med byggekomiteen vokste anlegget fram på tegnebrettet.

Anlegget kunne naturlig deles i tre:

1. Garderobe- og dusjanlegg med egen personellinngang direkte fra stadion
2. Storhallen med tribuneanlegg for 3-500 tilskuere
3. Inngang 2 som fører inn til 100 m skyte- og løpebane samt Sivilforsvarets anlegg

Da arkitektens tegning var klar, fulgte alle fagområdene hakk i hel. Sprengningsplan, byggetekniske tegninger, varme, ventilasjon og sanitæranlegg og elektrotekniske anlegg.

Til sammen skapte de grunnlaget for å bygge anlegget. Først ute var anleggsfolkene som hadde grovere redskap enn blyant og viskelær. Boring lading, avfyring av salve og transport av masse. Det var barske karer med erfaring og arbeidet gikk forbausende raskt unna.



Postkortet er fra 1972 og viser fra venstre Storhallen 25 x 50 m med teppevegger som kan dele hallen i 3 deler. Høyre øverst, skyte- og løpebanene med hoppegrop. Legg merke til sivilforsvarsportene som kan stenges under krigsbelastning. Nederst til høyre inngang til dusj- og garderobeavdelingene. Også her ser man sivilforsvarsportene i åpen stilling. Postkortet bidro til markedsføring av slike anlegg. Postkort Eidnes A/S Odda

Navn	Ferdig	Maks spenn m	Volum m ³	Bergart
Oddahallen Odda	1972	25	27.000	Gneis
Gjøvik svømmehall Gjøvik	1975	20	17.000	Gneis
Vassøyholtet Skytebane mv. Skedsmo	1979	12	5.500	Gneis
Skårer idrettshall Lørenskog	1981	25	25.600	Gneis
Holmen idrettshall mv. Asker	1981 og 1988	25	35.000	Kalkstein
Tærud idrettshall Skedsmo	1982	25	27.500	Gneis
Våganhallen, idrettshall, skytebane Svolvær	1983	25	21.100	Monzonit
Barentshallen idrettshall Kirkenes	1984	20		Gneis
Holmlia svømme og idrettshall Holmlia Oslo	1984	25	53.000	Gneis
Klemetsrud idrettshall Oslo	1986	25	27.000	Gneis
Oasen badeanlegg Namsos	1988	20	27.000	Gneis
Tananger tennishall Sola	1993	15	17000	Gneis
Gjøvik Olympiske Fjellhall, ishockey Gjøvik	1993	61	141.000	Gneis

I tillegg til disse bl.a. Stjørdalshallen idrettsanlegg, Stjørdal, Greverudhallen i Oppegård, Grottebadet Harstad.

I alt ble det utsprengt 25.000 km³ med berg. Bergmassene ble dumpet i nordenden av Sandvevatnet. På den måten ble Odda kommune beriket med 5 dekar ny byggegrunn som man trengte for flere formål.

Så fulgte bygningsarbeiderne med forskaling og støping. De store betongbuene i takhvelvet var en utfordrende oppgave, men på plass kom de i henhold til tegningene, og som tiden gikk kom flere og flere håndverkere inn med sine spesialiteter. Sistemann på skansen var malerne som satte prikken over i-en, og en vårdag i mai 1972 ble anlegg-

et erklært ferdig etter kontrollinspeksjon av Sivilforsvaret og STUI.

Åpningen av hallen skjedde med hornmusikk og taler. Kongen var invitert, men man var for sent ute med invitasjonen, men marinen stillte opp med to u-båter til festlighetene.

U-båtoffiserene ble innvitert med på en storslagen fest på Solfonn turisthotell. Her deltok notabiliteter fra kommunen og Sivilforsvaret, konsulenter, entreprenører med flere.

Dansen gikk inn i de sene nattetimer og u-båtoffiserene satte ikke helt uventet et positivt og kraftfullt preg på dansen der de svingte seg rundt med damer i vakre hardangerbunader.

Oddahallens etterfølgere

Oddahallen vakte naturlig nok stor oppmerksomhet. Statstøtten fra Sivilforsvaret, når man bygget i fjell, gjorde disse prosjektene svært konkurransedyktige relatert til tilsvarende bygg i dagen. I løpet av en tyveårsperiode ble det planlagt og bygget over et dusin idrettsanlegg i berg kombinert som offentlige tilfluktsrom. Tabellen under viser de fleste av disse anleggene.

Oddahallens bruk gjennom decenniene

Et flott bygg i dagen ønsker velkommen til Oddahallen. Helt fra anlegget sto ferdig i 1972, har hallen vært Oddas storstue som tilbyr nesten døgnet rundt og året rundt et bredt spekter av idrettsaktiviteter fra friidrett og fotball til skyting og tennis. Et elektronisk adkomstsystem bidrar til full utnyttelse av hele anlegget.

Berghaller til berikelse

Kommuneingeniør Arne Kjos' ide om å legge idrettshaller i bergrom ble av mange grunner en suksess. Først og fremst fordi ved å bygge i berg var beskyttelsesaspektet knyttet til tilfluktsrom vel ivaretatt. Kravene som Sivilforsvaret stilte ga førsteklases tilfluktsrom og kravene for å få støtte fra STUI ga utmerkede idrettsanlegg.

Andre fordeler som energibesparelser, grunnavståelse i det fri mv, talte også noe, men først og fremst var det økonomien. Statstøtten gjorde berghallene konkurranse-dyktige i pris relatert til et tilsvarende bygg i dagen.

Mange anlegg ble bygget nær tro kopi av Oddahallen. Bilde over viser et av disse, Holmliahallen, som sto ferdig i 1984. Bildet er tatt etter oppussing i 2017. Som for Oddahallen, er også dette anlegget i full aktivitet fra morgen til kveld .

En rundspørring til eierne av et dusin bergromshaller bygget i perioden 1972 til 1994, bekrefter det gode inn-



Oddahallen. Inngangsparti ved Odda stadion. Til høyre ser vi inngang til skyte- og løpebanen.



Oddahallen. Fotballtrening 2017. Foto: Odda fotballklubb



Holmlia idrettsanlegg i bergrom Byggeindustrien 2017.

trykk, at ideen fra Odda skapte berghaller til berikelse over hele landet, men så skjedde det en forandring.

Berghaller i fremtiden

I 1991 kollapset Sovjetunionen. Hovedfienden under den kalde krig ble bare borte og freden syntes å senke seg over verden. Det fikk konsekvenser for bevilgning av penger til bygging av offentlige tilfluktsrom. Fjellhallen på Gjøvik i 1994 var et av de siste og så var det stort sett stopp.

Erfaring viste at skulle en berghall (25 x 50 m) konkurrere økonomisk med tilsvarende bygg i dagen, burde det godkjennes for ca. 3000 personer med tilhørende statstøtte som tilfluktsrom for disse.

Uten slik statstøtte, vil kommunene ikke bygge idrettsanlegg i berg, fordi en slik løsning taper økonomisk i kampen mot bygg i dagen.

Fortellingen om berghaller til berikelse i perioden 1972 til 1994 går derfor over i historien som en interessant periode som viste norsk ingeniørkunst på sitt beste. De vil, fordi de ligger i berg, bestå for all fremtid. Fokus i dag er idrettsaktiviteter, men ingen vet hva fremtiden vil bringe. Atomtrusler og krig henger igjen over hodene våre. Da er det greit å huske på at disse berghallene også er meget sikre og gode tilfluktsrom.

Bygg i berghaller har mange fordeler

- Sparer verdiful byggegrunn
- Lave drifts-og vedlikeholdskostnader
- Bergrom gir beskyttelse mot krigshandlinger

Eksempler på berghaller bygget i tidsrommet 1972-1993



Gjøvik
svømmehall.
1975



Våganhallen
idrettshall og
skytebane.
Svolvær 1983



Vassøyholtet
skytebane og
bowling.
Skedsmo 1979



Tananger
tennishall.
Sola 1993



Holmen
idrettshall.
Asker 1981



Oasen
badeanlegg.
Namsos 1988

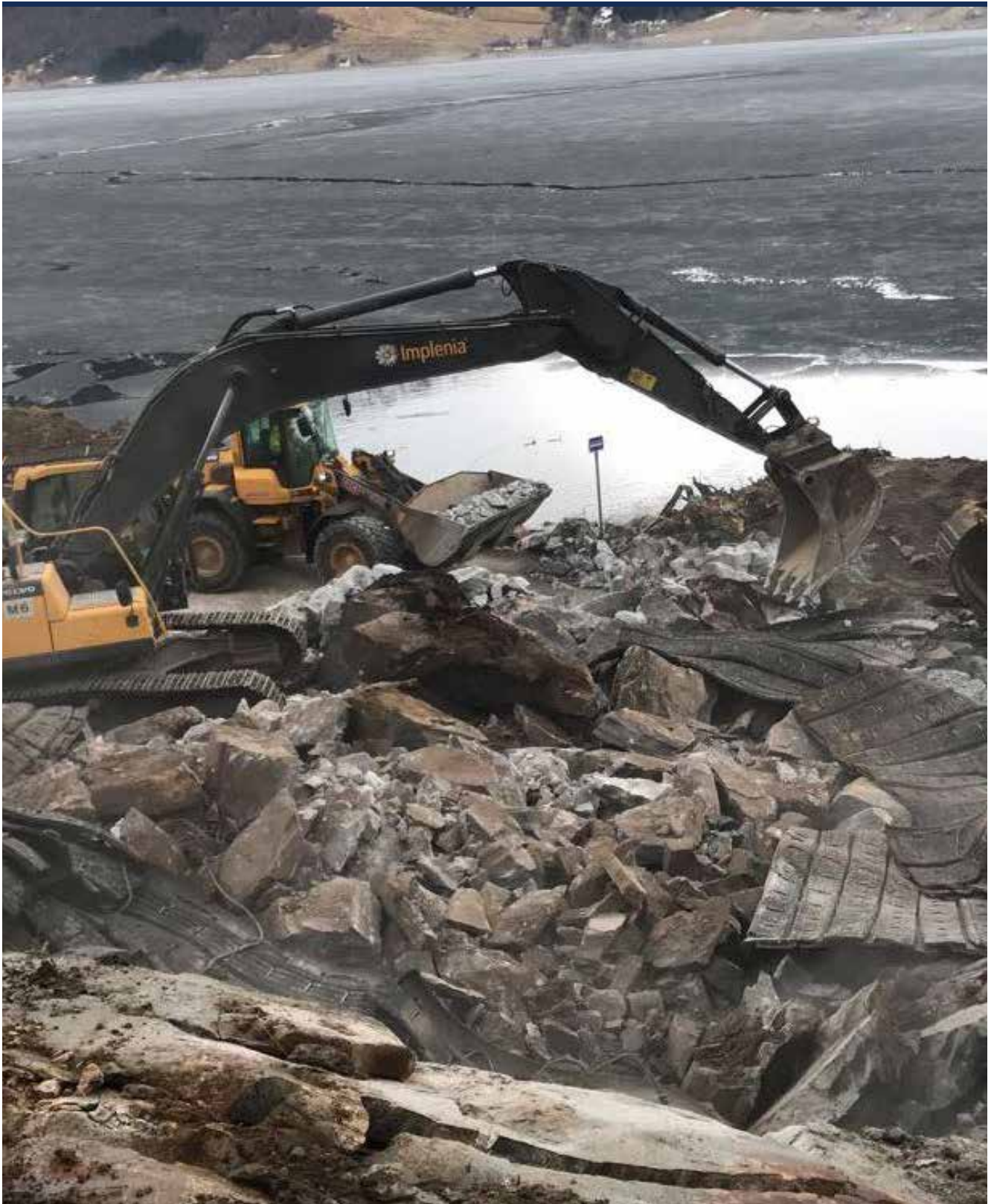


Foto: Jorge Terron-Almenara

STORE VEG- OG JERNBANEPROSJEKTER I IRAN – EN INNGANGSPORT TIL SPENNENDE UTENLANDSOPPDRAK

Jan Rohde

Historien begynner

Historien begynte høsten 1974. Jeg bearbeidet data fra Svartevannsdammen, der jeg hadde hatt et 10 ukers opphold med tidsstudier og innsamling av data for diplomten med tema «Steinbruddsdrift, Ytelser og Kostnader - Dam Svartevann», den gang Norges største fyllingsdam. Der traff jeg legender som Aslak Ravlo, anleggsleder, og Per Aftreth, leder for steinbruddet ved dammen. Entreprenøren var arbeidsfellesskapet AF SELMER HØYER ELLEFSEN. Forut for det hadde jeg hatt tilsvarende studier, særkurs ved Institutt for Anleggsteknikk, NTH, på driving av tunneler med små tverrsnitt (<15m²) og skinnedrift ved kraftverk og vannforsyningsanlegg rundt om i Norge. Mellom disse to oppgavene hadde jeg sommerjobb som forskalingssnekker ved Grytten-anlegget i Romsdalen, som ekte slusk, langt inne på ville fjellet bak Romsdalshorn, med snøstorm i juli. Isen på Grøttavann gikk tidlig i august.

Det ringte på døren. Der sto en av mine beste venner fra oppveksten i Trondheim, Jon Olav Suul, med klengenavn «Laven». Faren var overingeniør på jernbanen (NSB) med ansvar for all jernbane nord for Tynset og Dombås. Han hadde nå permisjon for å være med på et stort jernbaneprosjekt for det Danske firmaet, Kampsax, i Iran, 990 km dobbeltsporet jernbane fra Bandar Abbas ved den Persiske Gulf til Kerman og Bafq inne i landet. Hovedformålet med banen var transport av jern- og kobbermalm ved forekomstene Gol-e-Gohar og Sar Chesmeh. I tillegg kom godstransport mellom gulfen og innlandet. Laven hadde med brev fra sin far, der han lurte på om jeg var interessert i jobb på prosjektet. Han mente jeg hadde gode forutsetninger, med 7 somrers praksis og sommerjobb ved jernbanen, først som 14-åring og flisgutt, deretter varierende arbeid med vedlikehold, brumaling og sporlegging – alt på god gammeldags «rallar-måte», legging av tresviller, feste av skinner med feisel og dogg, pakking av pukk med håndkraft, ja til og med bruk av oppsanger ved trekking og justering av sporet med spett.

Jeg fikk også prøve bruk av feisel og håndholdt bor for boring av hull til fastmerker.

En vanskelig avgjørelse

Jeg fikk hodebry, dette var ikke lett. Jobb i Iran var litt voldsomt for en nyutdannet fersking fra Bygningsingeniøravdelingen ved NTH. Jeg hadde nærmest akseptert et tilbud fra Høyer Ellefsen om bygging av tørrdokk ved Hanøytangen for Hilmar Reksten i Bergen, og også takket nei til tilbud som baneingeniør ved NSB og et tilbud fra Nord-Trøndelag E-verk.

Etter litt nøling, og samtale med min læremester, den gang dosent, senere professor Odd Johannesen, takket jeg ja, og ble kalt inn til samtale hos Kampsax i København, billett og alt var betalt.

Det var en rar følelse der jeg satt på flyet fra Trondheim via Oslo til København, i pent tøy, hvit skjorte og slips. Jeg hadde knapt nok vært oppe i fly før.

Kampsax, stiftet av de danske ingeniørene Per Kampmann, Otto Kjærulf og Jørgen Saxild 1/11-1917, holdt til i det ærverdige Dagmarhus midt i sentrum av København. Jeg skulle møte hos personalsjef Koefoed, og ble høytidelig mottatt. Han beskrev Iran med klima, kultur, prosjektet, hvilke oppgaver jeg var tiltenkt, og dessuten Kampsax' lange historie i Iran. Kampsax hadde godt inngrep i Iran, med bygging av veger, jernbane, industri og havneanlegg. Alt var utrolig spennende, men jeg ba om betenkningstid. Jeg fikk kort svarfrist.

Det tok ikke mange dager før jeg tok beslutningen, ringte til Koefoed og sa jeg tok jobben i Iran. Lite visste jeg da om hvilke muligheter dette skulle åpne i fremtiden. Julen og årsskiftet 1974/75 ble benyttet til forberedelser og feiring med familie og venner. Kontrakten hadde en varighet på 2,5 år, ingen betalt hjemreise. Lønnsnivået var ca. som i Norge, jeg mener det var ca. kr. 70.000,- pr.

år, botilskudd og kr. 25.000,- pr. år direkte inn på bankkonto hjemme. Store penger den gang.

20. januar 1975 var flyavgang, husker det som det skulle vært i går. Grytidlig en mørk vintermorgen sto jeg og ventet på flybussen til Værnes. Jeg hadde sendt skiutstyr og en kasse med lærebøker fra høyskolen i forvegen som uledsaget bagasje, og hadde kun kofferten jeg hadde fått i konfirmasjonsgave av farmor med diverse tøy og toalettsaker.

Ut i den store verden

Flyturen var lang. Først fra Værnes til Fornebu, med bytte av fly til København. På Kastrup fikk jeg mere følelse av å være ute i den store verden. På tavla sto det flyavganger til store byer som New York, Buenos Aires, Bangkok, Moskva, Hong Kong etc. Så kom Teheran opp på tavla. Flyet, en 4-motors Boeing 707, gikk via Zurich, Roma og Athen, med full servering mellom hver landing. Det var luksus å fly den gang.

Ved innflyving mot Mehrabad lufthavn i Teheran så vi et flott opplyst monument, nærmest som et slags eifeltårn, en gave fra USA til Iran. Den gang var Iran, med Shah Reza Pahlavi ved roret, og USA meget gode venner.

I lufthavnen ventet Ottar Suul med bil og sjåfør, som skysset meg til Kaspisen hotell der jeg skulle bo til jeg hadde fått husvære i Teheran.

På hotellet var jeg ikke den eneste Kampsax-medarbeider. Jeg var i godt selskap, sikkert ett dusin med flere årganger nye Kampsax-ingeniører, fra ferskinger som meg, til middelaldrende ingeniører med lang fartstid og gode referanser. En av disse, en forhenværende overingeniør i et dansk entreprenørselskap, fikk stilt et par biler til

disposisjon, så vi fikk sett oss rundt i omgivelsene i helgen som var fredag, eller «Jomeh» som det heter på Persisk.

Teheran – en blanding av orientalsk kultur og moderne storby

Det var mye nytt og uvant for en ung trønder som stort sett hadde holdt seg i hjemlandet. Fremmed kultur, orientalsk musikk og et yrende liv i basarene som det var flere av, med teppehandlere, kobbersmeder, krydder, silke og mye mer. Den store basaren i Teheran heter nettopp Jomeh bazar, fredagsbasaren – i dag en stor turistattraksjon.

Teheran ligger på sydsiden, av fjellkjeden Alborz der fjellene rager opp i 4-5000 moh. Den høyeste fjelltoppen er Damavand, en vulkan som rager opp i 5600 m. Asias høyeste vulkan. Nord for Alborz ligger det Kaspiske hav. Det var vinter i Teheran, temmelig kaldt, Alborz var kledd med snø.

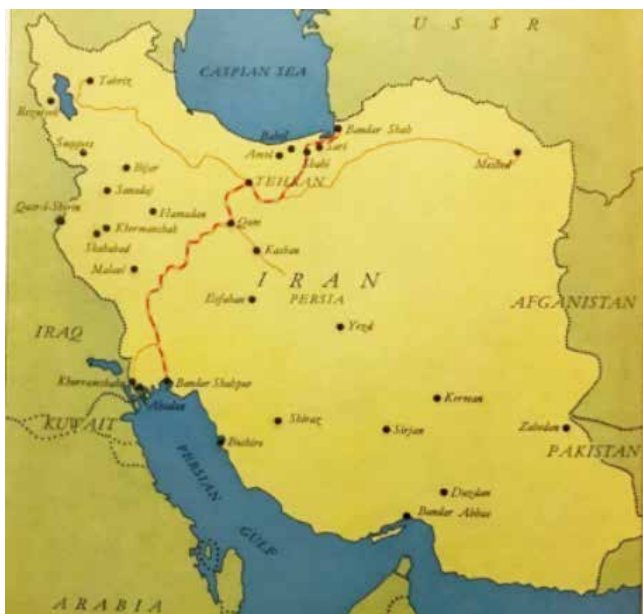
Teheran var også en moderne storby, med alle storbyers fasiliteter og muligheter, forretninger, restauranter og nattklubber. Iran brygget også sitt eget øl, hadde meget gode viner, og god vodka. Andre typer brennevin ble lavet på lisens. Prisene var lave.

En av de første helgeutfluktene var selvfølgelig over Albrosz-kjeden til det Kaspiske hav, langs en veg som var bygget av Kampsax på 1960-tallet.

Høyeste punkt på vegen var ved en liten landsby, Polur på ca. 2.700 m, nær foten av Damavand.

Videre mot det Kaspiske hav gikk turen gjennom et forrevent fjellanskap ned Haraz-dalen mot det Kaspiske





hav. En fantastisk reise gjennom vill natur. Men ikke helt ufarlig. Trafikkulturen i landet var ikke bra, hasardiøse forbikjøringer, kollisjoner og utforkjøringer. Vi så bilvrak ned i dalen og minnesmerker over trafikkdrepte langs veien. Stedvis var det også satt ut bilvrak til skrekk og advarsel.

Vi møtte flere biler med varer fra det Kaspiske hav, stort sett overfylt av frukt og grønnsaker. Flere av kjøretøyene var fargerikt dekorert med orientalsk mønster, gjerne med gardiner og rysjer i front- og sideruter. Billysene kunne ha alle mulige farger, rødt, grønt, blått og gult var populært.

Vi fikk høre mye om de gode gamle tider i Kampsax, den trans-Iranske jernbanen og veibygging fra Teheran

gjennom Harazdalen til Amol ved det Kaspiske hav. Ikke minst fra landmåleren Rolf Bang Daabach, en trønder som hadde sagt opp jobben i Trondheim kommune for å være med på det nye store jernbaneprosjektet i Iran. Han hadde tidligere jobbet på vegen gjennom Haraz-dalen til det Kaspiske hav på 60-tallet. Hans ankomst til Teheran gjorde inntrykk. Han kom inn på vårt kontor, pent antrukket med lys panamahatt, ledsaget av to bærere med hver sin koffert. Han kommuniserte med de på persisk – det var tydelig han hadde vært i landet før. Han hadde mange historier fra sin forrige periode i Iran, og fortalte fargerikt om norske Kampsax-legender som Furuholmen Jenssen og Gedde Dahl, pionerer som også hadde vært med på bygging av den Trans-Iranske jernbanen fra den Persiske gulf til det Kaspiske hav. Blant danskene var de norske ingeniørene kjent for sine evner



til å lese terreng og gå opp nærmest optimale linjer i terrenget på en meget effektiv måte. Rolfs opphold i Teheran var kortvarig, han dro til Sirjan etter en ukes tid i Teheran.

Språk hadde ikke vært høyt prioritert hos meg gjennom skolen, realfag og fysikk var i fokus. Men nå var det bare å hoppe ut i det. Norsk, og i alle fall trøndersk, var ikke verdens-språket. Dansk var ikke lett å forstå, og mine blivende danske venner snakket hurtig, gjerne på dialekt, seg imellom. Ikke lett for en treg trønder å følge med. Dessuten kom bemerkningen «hva ba?» hver gang jeg prøvde å komme med et innslag. Jeg måtte snakke langsomt og med store bokstaver. For så vidt greit nok, men poenget forsvant, og budskapet ble gjerne litt uinteressant når det kom frem. I starten ble jeg vel betraktet som en «norsk fjell-abe», ett uttrykk danskene hadde om litt sære nordmenn med en spesiell form for humor.

Men nå fikk språk en helt annen betydning. I tillegg til å bli forstått av mine danske kolleger, skulle jeg også kommunisere skriftlig og muntlig på engelsk. Jeg fattet også interesse for iransk, eller farsi som språket heter. Kampsax holdt kurs i farsi, og der fikk vi også innføring i alfabetet. Det var meget interessant, og etter hvert kunne jeg lese en god del av ord og navn som sto på forretninger.

De første dagene på jobb var preget av utfylling av skjemaer, besøk på diverse offentlige kontorer for å få oppholds- og arbeidstillatelse. Vi hadde egne folk til å gjøre dette, likeledes til å få bagasje og utstyr gjennom tollene. Bagasjen jeg hadde sendt som uledsaget bagasje, hadde fått hard medfart på turen ned. En ski var knekt, og rammepåsekken med sportsutstyr (solid pakkrammesekk) hadde fått en knekk i ramma. Jeg hadde heldigvis tatt med en mindre klatresekk. CV måtte skrives og sendes inn til godkjenning. Den skulle de ha både på persisk og engelsk. Fikk god hjelp av en iraner på kontoret – den ble

virkelig proff på engelsk, med erfaring fra jernbanebygging og kraftanlegg i tillegg til akademisk utdanning fra NTH. Min offisielle tittel var «Junior Railway Engineer».

I Teheran delte jeg kontor med Ottar Suul. Jeg lærte mye om jernbane, Ottar var en levende lærebok i faget. Han hadde blant annet fått i oppgave å sette opp program for drift og vedlikehold av jernbanen i Iran. Firmaet vi var ansatt i var egentlig et datterselskap av Kampsax, med navn Iran Kampsax Ltd. og 50% Iransk eierskap. Firmaet ble ledet av dansken Ulf Blach. Firmaet var godt etablert i Iran, med store oppdrag innenfor vei, jernbane og havneutbygging. Firmaet var organisert med avdelinger for vei, bru, landmåling, havnebygging og geoteknikk. Jernbanen var organisert som et eget prosjekt ledet av nordmannen Ernst Jansen, en meget hyggelig kar med lang fartstid i Kampsax. Vi var de eneste tre nordmennene på hovedkontoret i Teheran.

Jeg brukte den første tiden til å sette meg godt inn i planene for den nye jernbanen, kart, topografi og landskap, klima, geologi og grunnforhold. Jeg fikk også ett oppdrag fra bruavdelingen, om å sette opp beregningsformler for stikningsdata for de fire standard

brutypene; SB-A, SB-B, SB-C og SB-D -bruer. SB-A-bruen var den enkleste bru-typen, nærmest en undergang, mens SB-D-brua var en bue-bru. Alle bruer var dimensjonert for jordskjelvs-belastninger.

Vi hadde et stort tegne-kontor, der det satt flere tekniske tegnere og tegnet kart for jernbanen. Kontoret ble ledet av dansken Fogh. En dag kom en sekretær inn på kontoret og sa med høy stemme: «Mr. Fuck, there is a phone call for you». Fra da av fikk han tilnavnet «Knepper'n».

Etter relativt kort tid ble vi nyankomne kalt inn til et møte med en eiendomsmegler, som skulle formidle leiligheter til de ansatte. Vi som var ungarer, ble oppfordret til å slå oss sammen hvis det var mulig. Vi så på hverandre, var liksom ikke godt nok kjent enda. En dansk vei-ingeniør, Fleming Hveler, var 36 år. Jeg syntes det var for gammelt den gang, men ble koblet sammen med en noe yngre landmåler som het Børge Nielsen. Han var en spreking, hadde visstnok spilt fotball på landslaget også. Han var det danskene kalte «en hård negl». Vi benyttet stort sett helgene til å gå turer i fjellene nord for Teheran, og benyttet et par helger til å stå alpint oppe i anleggene i Pisten og Ab Ali.



Norske «fjell-aber» i felt

Men hverken Børge eller jeg var spesielt urbane. Børge var fra Jylland, snakket et helt uforståelig dansk, og jeg var trønder. Som landmåler fikk Børge etter relativt kort tid tilbud om å reise ut i provinsen på et vegprosjekt som gikk langs kysten sydøst i landet, fra Jask til Konarak. Det var visst et lite attraktivt sted med intens hete. På samme tid var to andre av ungkarene, Bjørn Nielsen og Egon Bisgaard Møller, på jakt etter en tredje person til å spleise på en flott villa nord i byen, med svømmebasseng og meget god plass. Jeg hadde også klart å riste av meg «Fjell-abe»-tittelen, og humoren funkete meget bra. Bjørn jobbet med kontraktene som skulle ut på jernbanen, og Egon var vei-ingeniør. Vi ble enige om å slå oss sammen.

Planen var klar. Bjørn var, og er en gourmet-kokk, så han kunne lave mat. Egon og jeg skulle dele på renhold og oppvask. Relativt kjapt ble Egon og jeg enige om å spleise på et renholdsfirma. Vi var heller ikke noen festbremser, så det ble noen livlige aftener i villaen. En dag ble vi kalt ned til personalsjefen, Ole Christensen, det hadde kommet klage fra en av naboene. Etter å ha gått gjennom en meget alvorlig samtale med oss, sa Ole: «Kan dere ikke invitere meg nest gang?»

Men jeg ivret etter å komme ut i provinsen, sikre meg en god posisjon på en av kontraktene langs jernbanen. Særkursene fra NTH, anleggsdrift med tunneler og ingeniørgeologi og deretter diplom med boring, lading og opplasting i steinbruddet ved Svartevann, hadde gjort stort inntrykk. Dette var noe jeg ville satse på. Jernbanen ble delt inn i flere kontrakter. Et par av disse gikk gjennom fantastiske fjellandskap, Zagros-kjeden mellom Gulfen og høylandet. Det var der de spennende tunnelkontraktene var. Blant aktuelle entreprenører på disse var Norwegian Contractors - NC, en av de store norske entreprenørkonstellasjonene som drev med plattformbygging til oljevirksomheten i Nordsjøen. Ledelsen i vår prosjektorganisasjon ble også forsterket, nordmannen Svein Adel Vågbø ble kalt inn fra oppdrag i Thailand, og skulle lede kontraktene langs jernbanen.

I mellomtiden hadde jeg også tatt turen ned til leder av geoteknisk avdeling, Hemming Jørgensen, en høy og kraftig danske med lyst hår og skjegg, en ekte skandinavisk viking, og presenterte meg som ingeniørgeolog med spesialisering på tunneler og steinbruddsdrift. Han utbrøt spontant: «Hva i h.. laver du her i Teheran? Du er jo nettopp den personen vi har søkt etter i lengre tid!».

Ut i provinsen, 300km veg Shurgaz – Zahedan – Mirjaweh

Ja, det tok ikke lang tid før fly-billetten var klar til Zahedan, der de var i startfasen på en ny kontrakt, bygging av 330 km veg fra Shurgaz via Zahedan til Mirjaweh ved grensen til Pakistan i sydøst. Entreprenør var det engelske firmaet Marples Ridgeway. Mitt oppdrag var å bistå ved undersøkelser av materialforekomster, vurdere vannkilder og grunnforhold langs linjen, med spesiell fokus på bru-steder, og det var dessuten en tunnel som skulle kartlegges. Entreprenøren var i tidligfase, kun tre personer, og jeg var kun meg selv med sjåfør fra Teheran.

Kampsax leide ett hus, og jeg ble utstyrt med bankkonto. Med bistand av sjåføren fikk vi møblert huset, og ansatt en kokk. Ingen av disse, heller ikke sjåføren, kunne ett ord engelsk. Jeg hadde heldigvis tilegnet meg litt persisk, og var dessuten utstyrt med engelsk-persisk ordbok. Vi fikk også kontakt med en lokal «kjentmann» som hadde gode forbindelser. Han kalte seg selv «Pinky», var sikh, hadde stort skjegg og turban. Vår nærmeste nabo, Akhbar, hadde persisk bad, hamam. Det gjorde godt etter en lang dag ute i ørkenen, full av støv og svette. Akhbar var en liten og fredelig fyr, men sjåføren min kalte ham «Akhbar Chatarnak» - den store farlige, etter en eller annen Persisk, sagnomsust legende.

Zahedan var en fantastisk by, som klippet ut av en tusen og en natts eventyr. Landskapet rundt var preget av lave åsrygger, ørkenslette og mindre fjell i alle slags pastellfarger. Hver ettermiddag kom det små hvirvelstormer, såkalte «dust devils» gjennom slettelandskapet, som ånder fra en Alladins lampe. Som grenseby til Pakistan og ikke langt fra Afghanistan, var mye av virksomheten i Zahedan basert på smugling, alt fra radioer til våpen og narkotika. På veg ut i felten, grytidlig om morgenen, så vi jevnlig kamelkaravaner med smuglergods krysse åsryggene fra grensen mot Afghanistan, som silhuetter mot morgenhimmelen.

Det hendte også at vi traff ensomme ørkenvandrere langt utenfor allfarveg. Hvor de kom fra, og hvor de skulle til var ikke lett å gjette, men de var i alle fall godt kledd mot den intense heten.

Deler av den planlagte vegen gikk gjennom en av Irans store saltørkener, Dasht-e-Lut, rangert som verdens varmeste område. Et månelandskap, der landtemperaturen på det verste kommer opp over +70° C, luften noe kjøligere. For å kunne jobbe, måtte vi starte så snart det grydde av dag. Strategien var derfor å starte



om kvelden, kjøre om natta, og starte før soloppgang. På en av disse turene målte vi $+57^{\circ}\text{C}$ i skyggen. Klokka var da rundt 11:00. Sjåføren var engstelig for at vi skulle få motortrøbbel, og stresset for å komme seg ut. Motortrøbbel var ikke det verste, jeg fikk magebesvær og ble kraftig dehydrert. Sjåføren sa vi måtte komme oss til nærmeste karavanserai, skysstasjon, så jeg fikk coca cola eller te. Denne episoden førte også til at sjåføren nektet å bli med på neste tur. Da kjørte jeg med mine etter hvert gode venner fra Marples Ridgeway alene ut i ørkenen. Veien fra Zahedan var den gang en enkel grusveg gjennom ørkenen, stort sett med huller og vaskebrett. Det beste var å gi full gass i de stive Land-roverne, og holde jevn hastighet rundt 90 km/t for å unngå å bli rystet i filler.

Vi hadde forresten et godt utgangspunkt for vårt «materials survey», en rapport fra en annen kjent Nordmann, Harald Arvesen, som også hadde hatt noen år i Iran for Kampsax. Han skulle jeg senere treffe som NOTEBY-mann hjemme i Norge.

Etter en god periode i Zahedan, ble jeg kalt tilbake til hovedkontoret i Tehran. Det begynte å bli fart i jernbanen, og kontraktene skulle klargjøres. Men før jeg gikk tilbake til jernbanen, fikk jeg i oppdrag å dimensjonere/optimalisere vegoverbygningen på grunnlag av de observasjonene vi hadde gjort langs vegen i Zahedan. Jeg hadde jo også litt bakgrunn i vegteknologi og vegbygging fra NTH, men jeg følte meg ikke helt på hjemmebane. Min gode venn, vegingeniøren Egon Møller, ble rystet, og sa at dette var ikke noe for «dynamitt-Jan», et tilnavn jeg etter hvert fikk fra Olsen-banden, med Egon Olsen, som også var meget populær TV-serie i Danmark den gang. Men utfordringen måtte jeg ta, og det ble en bra rapport. Jeg fikk også vite senere at tunnelrapporten fra Zahedan med mine prognoser stemte meget bra. Så jeg hadde nok gått en god skole, jeg også.

Ut i felt med utfordringer langs jernbanen

Jeg hadde i alle fall bestått prøven til Hemming Jørgensen, og var godkjent for utfordringene på jernbanen. Jernbanestrekningen var delt i to, og de sørlige ca. 300



Mirjaweh, som lå ved grensen til Pakistan i øst, var for øvrig endestasjon på jernbanen fra Pakistan til Iran.

km fra kysten var prioritert. Jeg skulle ha ansvaret for grunnundersøkelser langs denne strekningen, mens en dansk geotekniker, Jørgen Boe Mikkelsen skulle ha ansvaret for de resterende ca. 600 km videre mot Kerman og Bafq i nord. Jeg var klar for nye eventyr.

Tror ikke jeg hadde stort med da jeg satte meg på flyet til Kerman. Der ventet en sjåfør som skulle ta meg med til hovedbasen vår i landsbyen Sirjan. Nå var jeg virkelig ute i provinsen. I basaren i Kerman satt menn og røkte vannpipe, musikken var orientalsk, det var et yrende folkeliv. Turen sydover gikk gjennom slette- og ørkenland omgitt av større og mindre åsrygger og fjell, gjennomskåret av tørre elveleier.

Vel fremme i Sirjan ble jeg innkvartert i Kampsax' gjestehus sammen Rolf Daabach og en yngre dansk landmåler, Peter Søgaard Christensen. I tillegg til Rolf og Peter, var det to familier der, den norske landmåleren Tore Jensen og den danske geoteknikeren Jørgen Boe Mikkelsen,

begge med sine familier. I gjestehuset der vi ungkarene bodde, hadde vi kokken Jaffar.

I tillegg til oss skandinaver, var det iranske landmålere, en laborant på geoteknisk laboratorium som Jørgen hadde lært opp, sjåførere og noen arbeidere. I tillegg til disse, leide vi inn løsarbeidere etter behov. De var det mange av i basaren.

I Sirjan var det ikke snev av vestlig kultur. Sirjan var en liten provinsby bestående av lave hus bygget i leire iblandet halm og kumøkk.

Det var få biler, det meste av transporten foregikk på esel og kjerre, sykkel eller til fots. I basaren var det et yrende liv og handel. Alle kvinner gikk med shador, dvs. helt tilslørt. Det var som tiden var skrudd noen hundreår tilbake. Stillheten ble jevnlig avbrutt av mullaens messing fra minareten. Stjernehimmelen var fantastisk her på høysletten ute i ørkenen, tørr, klar luft og ingen lys-

forurensning. Å se månen gå ned som en liggende sigd var også spesielt. Sirjan hadde en interessant historie. Et stykke unna lå det et hvitt fjell, Kuh Sefid, der det lå rester av en gammel landsby. Den hadde visstnok blitt angrepet av Timur Lenk i sin tid, visstnok en av Djengis Khans etterkommere. Nå var det rester av gamle leirhus og potteskår, et populært sted for utflukter, spesielt når det var besøk innom gjestehuset vårt.

I tillegg til hovedbasen som var i Sirjan, hadde vi en mindre base i Hadjabad, ca. midt på sydlinja, og ett kontor i havnebyen Bandar Abbas. Bortsett fra slette-land syd for Sirjan gikk det meste av linja gjennom Zagros-kjeden, et fantastisk fjellandskap der geologien var blottlagt og kunne leses direkte i terrenget.

Store deler var kalkstein eller marmor, men det var også mørke ganger av intrusiver. Ut i fra farger kunne man rimelig lett se hvorvidt bergarten var sedimentær, metamorf eller av vulkansk opprinnelse. Bergartene var relativt unge, de eldste fra Trias og Jura, sydover ble det yngre formasjoner, de yngste, «mudstone» mot kysten, var tertiære, inneholdende en del gips. Bergarten var lett oppløselig i vann. Enkelte kalksteinsformasjoner var dekket av fossiler, og i sandstein ned mot kysten var det bølgeslagsmerker. Der vegen skar gjennom gruskjegler langs foten av fjellene, var det gravd ut vertikale vegger med opptil 15 – 20m høyde. Så grusen var godt sementert med kalk.

Nord for Bandar Abbas var det mektige fjellrygger av kalkstein som var presset opp av salt-domer, fantastisk fargerike, og med utrolige formasjoner som var erodert frem av vann, bekker og mindre elver som ble dannet i regnperioder. I noen av disse kalksteinsformasjonene fant vi varme svovelkilder, også omgitt av fargerike kalksteinsskulpturer i alle fasonger.

Der jernbanelinjen gikk gjennom flatt ørkenlandskap, var linja lett tilgjengelig med landrover. I mer kupert terreng, kjørte vi langs tørre elveleier så langt det var mulig. Derfra gikk turen med esler og til fots. På slettelandet lengre syd, ved landsbyen Fin, brukte vi kameler. Vi skulle da tilbringe ett par uker i telt ute i felten.

Den mest spennende ekspedisjonen var kartlegging av den lengste tunnelen, gjennom en av fjellene i Zagros mellom Fin og Hadjabad. Tidspunktet var på vårvinteren, etter en av regnperiodene i ørkenen. Da var det mulig å finne vann i fjellene som kunne kokes, og temperaturen var behagelig. For å komme inn i området, måtte vi kryss-

se elva Lar både syd og nord for selve tunnelen. Elva hadde et stort nedslagsfelt, og var umulig å krysse i flomperioder. Dessuten var vannstanden svært variabel, flommene kom brått og plutselig som en vegg av vann, såkalte «flash floods». Området var svært lite tilgjengelig, ubebodd, og svært få mennesker hadde vært gjennom dette området før. I alle fall ingen fra Kampsax, så dette var ukjent terreng. Det var også snakk om ville fjellgeiter, leopard og ulv i området. Vi så i alle fall ville fjellgeiter.

Fra landsbyen Fin hadde vi leid esler for å bringe proviant og utstyr inn til elva der vi slo opp teltleir. Vannføringen i elva var stor, og elvebunnen var i bevegelse. Vi så ganske raskt at dette kunne ta tid. Etter et par dager i telt, klarte vi å få spent et kraftig tau over elva. Vannet rakk oss da til midt på livet, og strømmen var stri. Vi fikk båret over det vi måtte ha for en ukes tur med kartlegging til nordsiden av fjellene. Med meg på turen hadde jeg en geolog, Willy Krogh, senere en meget god venn, fra Kampsax i København. Han hadde vært i svært mange land verden rundt på tilsvarende oppdrag. I tillegg hadde vi våre to sprekeste arbeidere, Ali og nomaden Dadela. I god form begge to. For sikkerhets skyld hadde vi også hyret en lokal kjentmann. Han hadde nok ikke tatt den turen selv, men hadde i alle fall en viss erfaring med terreng og hvor vi kunne finne vann. Det ble nemlig hans faste jobb hver gang vi slo leir. Resten av ekspedisjons-medlemmene brøt opp leiren, og etablerte en ny på nordsiden ved et avtalt møtepunkt.

Det var en fantastisk flott fjelltur, en av de mest spesielle jeg har vært med på. Mye klyving i ulendt terreng. Vi var spesielt opptatt av været, og om det skulle komme nye regnskyll som ville forårsake ny flom i elva, med forsinkelser ved kryssingspunktet i nord. Men vi var heldige. Etter ca. en uke i fjellet, kunne vi krysse trygt over elva, og vente på våre venner ved avtalt møtested. Etter et par timer, hørte vi motordur fra Landroverne. Jeg tok farvel med mine kjære, utslitte Kikut fjellsko som jeg hadde tilbakelagt en god del mil i diverse fjell med. De var temmelig utslitte, dvs. vår kjentmann overtok de gamle skoene og var svært fornøyd. Han stilte nok andre krav til fottøy, han som gikk i enkle sandaler eller tidvis også barbeint.

En av de store utfordringer var å finne ballast til Jernbanen. Vi hadde en forekomst av knallhard basalt i nærheten av Hadjabad, men ellers var det mye kalkstein og andre yngre bergarter som ikke kunne brukes.



Nord for Sirjan var det derimot en god del hardere bergarter som kunne benyttes, men transportavstanden ville bli stor. Ellers var det å kartlegge mest mulig av grunnforholdene langs linja, og spesielt ved bru-fundamenter. En av utfordringene var også å bestemme eksakt hvor bruer skulle plasseres. Der linja krysset langs foten av de store gruskjeglene, som kunne være flere kilometer lange strekninger, kunne elveleiet skifte fra det ene året til det neste. Løsningen ble ofte å bygge multispenns SB-A – bruer over lange strekninger. Et annet fenomen, som jeg fikk erfare fra et veiprojekt mellom Roudan til Zabsevaran, var at hele elvebunnen var i bevegelse under de store flommene. Dette hadde resultert i skader ved at bruer knakk sammen selv om de var fundamentert på peler til fast grunn.

Jernbane på vent – hjem til Norge

I Teheran var ting på gang. Anbudsdokumentene var klare for å sendes ut til entreprenørene. Vi var spente, men ble svært skuffet da prisene lå godt over det jernbanen var budsjettert med. Prosessen ble satt på vent.

Det tok ikke lang tid før jeg forsto at dette kunne ta lang tid. Jeg begynte å bli rastløs, måtte sørge for at jeg ikke stagnerte faglig. I Norge hadde det skutt fart på grunn av olje og offshorevirksomheten, og det var mange

spennende jobber på gang. I Teknisk Ukeblad, som vi fikk en gang i måneden, var det lyst stilling ledig ved NGI, som kontrollør ved bygging av Kjela-anlegget og Førsvassdammen, Tokke IV, det siste gjenværende trinn i Tokkeutbyggingen i Telemark. Jeg søkte og fikk napp.

I tillegg fikk jeg vite at min far var alvorlig syk. Jeg dro hjem i mai 1976, og begynte ved NGI i august samme år. På Kjela-anlegget fikk jeg oppfølging av tunneler der det var ekstrem innlekkasje og omfattende injisering etter hvert på flere av stoffene. Q-metoden var nettopp lansert, og jeg fikk god praksis med denne under veiledning av Reidar Lien, en av våre legender innen ingeniørgeologi. Q-metoden var den gang omstridt i Norge, men etter min mening et fantastisk verktøy for å klassifisere berg og bestemme sikringsmetoder. Et verktøy jeg hadde savnet i Iran.

Men jeg var ikke ferdig med Kampsax eller utlandet enda. Da jeg dro fra Iran, skjedde en stor utglidning ved et havneprosjekt i Bandar Shapour øverst mot nord i Persiabukta. Kampsax hadde også oppfølging og kontroll ved det prosjektet. Ove Eide fra NGI ble engasjert som spesialrådgiver. I 1978, ikke lenge før Shah'ens fall, ble jeg spurt om jeg kunne ta et par måneders opphold der nede. Jeg takket ja, og fikk noen interessante måneder som



geotekniker med oppfølging av peleramming og mudringsarbeider. Heldigvis var oppholdet av begrenset varighet, for heten var intens, opp mot 52 varmegrader med fuktighet opp mot 100%.

Jeg fikk også et par andre telefoner fra Kampsax mens jeg var hos NGL. Heming Jørgensen ville gjerne ha meg ned for å bistå ved vegomlegging i Harazdalen ned mot det Kaspiske hav, og senere ønsket de bistand i forbindelse med vannforsyning og en fyllingsdam i Hong Kong. Meget spennende, men jeg måtte i så fall si opp jobben hos NGL. Det var ikke aktuelt.

August 1979, etter 3 år hos NGL, fikk jeg forespørsel fra firmaet Grøner AS, som også var rådgivende ingeniør ved Kjela-anlegget. Forespørselen kom fra Arne Sande, min tidligere sjef fra NGL, som skulle ha ansvar for fyllingsdammer, samt starte en geoteknisk faggruppe hos Grøner. De hadde bruk for en med ingeniørgeologisk og anleggsteknisk bakgrunn. Før meg hadde han ansatt



Amund Mowinckel som geotekniker, og like etterpå kom Per Stenhamar, studiekamarat fra NTH. Vi skulle etter hvert være med å bygge opp en bærekraftig geo- og anleggsavdeling hos Grøner, i dag Sweco Norge AS. Som Grøner-ansatt fikk jeg også flere spennende utenlandsoppdrag, deriblant kraftanlegg i Irak, Tanzania og Nepal,

vurdering av flomrisiko i Vietnam, samt veibygging i Sudan. I 1994 fikk jeg telefon fra nordmannen Tim Vaage i Kampsax i Beijing, han hadde ansvaret for bygging av ny motorveg, Badaling Expressway, nord for Beijing. Der skulle de blant annet bygge tunnel under den kinesiske mur. De hadde behov for norsk tunnelektspertise. Jeg takket ja, og reiste ned sammen med en kollega fra Grøner, Bjørn Dehlin, som hadde ansvar for elektro og sikkerhetsutrustning. I bagasjen hadde jeg fått med videofilmer fra Vegdirektoratet, som viste bygging av vegtunneler i Norge.

Det faglig mest spennende og utfordrende oppdraget for Kampsax var imidlertid som «The Contractors Independent Check Engineer» (CICE) med ansvar for tunneler ved to av kontraktene ved bygging av «The Taiwan Highspeed Rail», 453 km dobbeltsporet høyhastighetsbane fra Taipei i nord til Kaoshiung i sør, den gang verdens største Build Operate and Transfer (BOT)- kontrakt på ca. 150 milliard NOK. Mitt ansvar omfattet i alt 14 tunneler gravd ut i myke tertiære bergarter (sandstein og «mud-stone»), samt 27 C&C-tunneler. En morsom historie herfra, var da jeg skulle ha en «audit», møte med prosjektgjennomgang hos HochTief's prosjekteringsavdeling i hovedstaden Taipei. Stilte i pent tøy og slips selvsagt. Da jeg ankom kontoret, ble jeg geleidet av en sekretær inn på et stort møterom der det satt et tyvetalls menn, pent antrukket, rundt bordet. De reiste seg straks jeg kom inn. Under møtet fikk jeg spesiell oppvarming av sekretæren. Da vi skulle til lunsj, hørte jeg sekretæren hvisket til prosjektlederen: «Excuse me, but who is that man?» Oh» svarte den tyske

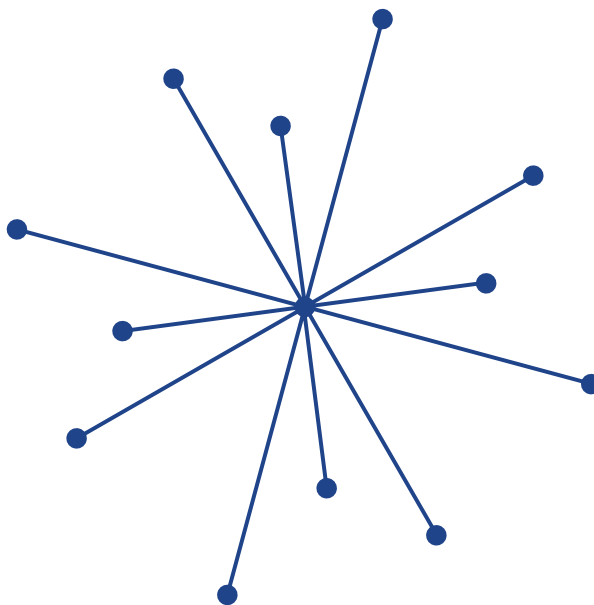
prosjektlederen. Mr. Rohde is the CICE, very close to God». Så de hadde stor respekt for autoriteter der borte.

Mitt siste utenlandsoppdrag var for miljøvernministeren i Georgia, som medlem av et ekspertteam og uavhengig kontroll/vurdering av en «Environmental and Social Impact Assessment» (ESIA) for utbygging av et vannkraftprosjekt, Khudoni HEPP i de kaukasiske fjell. Oppdraget var finansiert av Hollandsk bistand, og mitt ansvar var å vurdere georelaterte forhold og risiko (stabilitet, erosjons-, skredfare, jordskjelvsrisiko etc.).

Det er rart å tenke tilbake på hva brevet fra Ottar Suul og avgjørelsen den gang om å takke ja til oppdraget i Iran har medført av spennende opplevelser. Opphold og arbeide i fremmede land har også gitt meg bedre innsikt, forståelse og respekt for andre kulturer, og ikke minst, ydmykhet og respekt for fagkunnskap og kompetanse i andre land. Jeg fikk forresten et spørsmål fra en yngre kollega. Han syntes tydeligvis at jeg hadde fått være med på mye spennende, og han spurte hvordan jeg hadde oppnådd det. Jeg måtte be om betenkningstid, og kom etter en stund til følgende:

1. Vær nysgjerrig
2. Ta utfordringer

For øvrig ble jernbanen i Iran bygget ferdig av Sør-Koreanere på midten av 80-tallet.



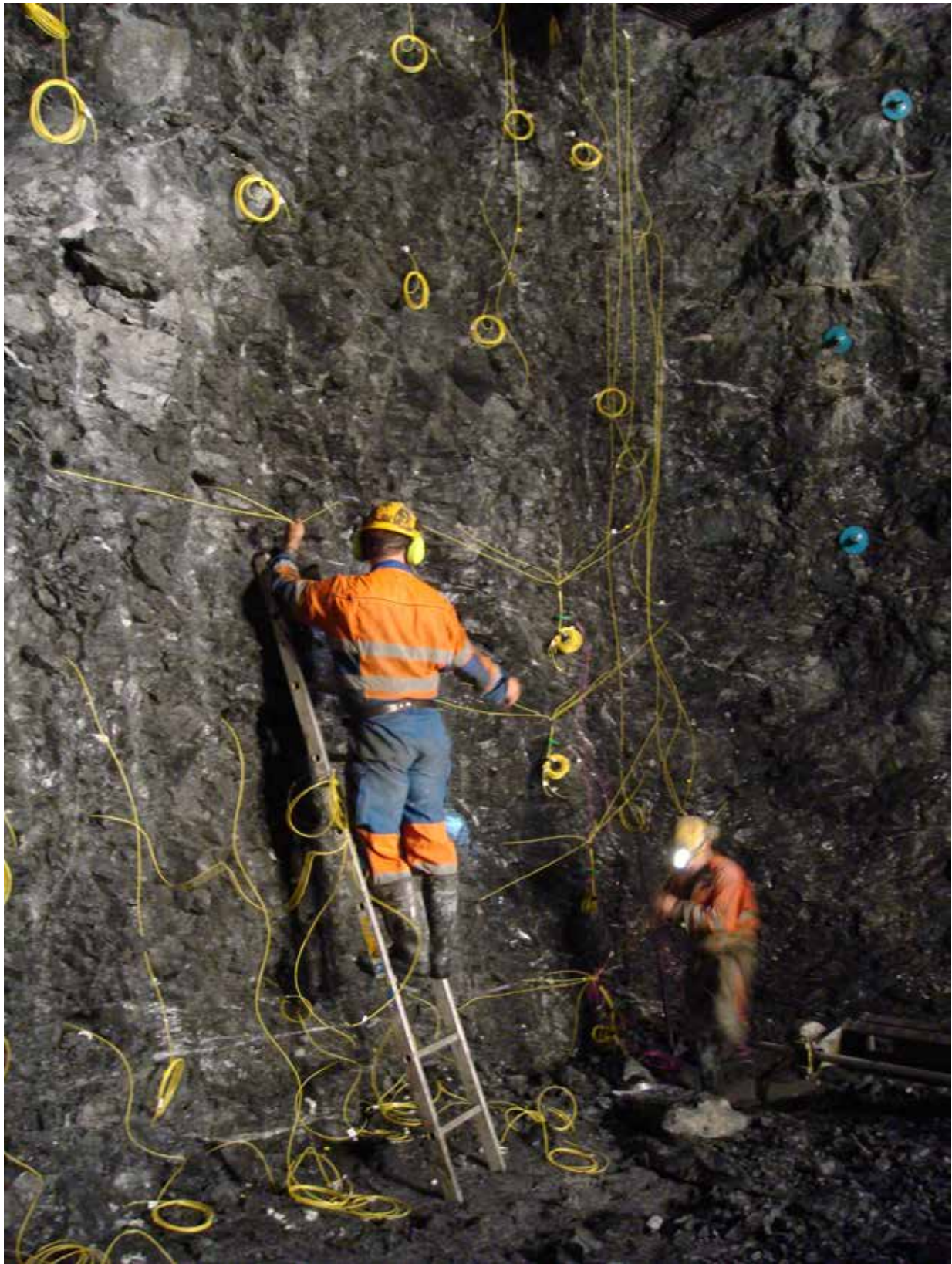




Foto: Einar Gjærevold

TUNNELDRIFT HJEMME OG UTE

- EPISODER OG REFLEKSJONER

Johan Sandberg

Min yrkeskarriere startet i trykkluftas slutfase samtidig som vannkraftens høykonjunktur sto for døra. Som ingeniørgeolog og byggeleder under de sterkt varierende fjellforhold man opplever fra Rendalsfjell til vestlandsfjell som i Aurland, Lærdal og Lysefjorden, har jeg også vært så heldig å være med på anleggsdrift i Chile, Laos og Costa Rica. Dette har gitt grunnlag for visse refleksjoner som ikke bare dreier seg om de rent tekniske, da det må påpekes at kulturelle og politiske forhold viser seg å ha større innflytelse på hvordan prosjektene blir gjennomført enn mange i utgangs-punktet forestiller seg. Nordmenn er ofte karakterisert som ganske naive, og i denne sammenheng er det med en viss rett. Både konsulenter og entreprenører har ved flere anledninger fått erfare at det er ikke bare de geologiske forskjeller, men like mye de kulturelle forskjeller som gir spesielle utfordringer ved å ta på seg arbeid i utlandet.

Norsk anleggsdrift har sine røtter i gruvene på Kongsberg, Blåfarveværket og Røros. Tyske bergmenn fra Sachsen bidro sterkt på den tekniske siden. Med Bergensbanen og den begynnende vannkraftepoken på Rjukan utviklet vi etterhvert vår egen måte å gjøre tingene på, sikkert også påvirket av nasjonalkjenslene rundt frigjøringen fra Sverige.

Norsk Folkemuseum ga på 60-tallet ut boken «Renhårig slusk». Den begynner med at 3 slusker forteller sin livshistorie, som hovedsakelig har foregått på Bergensbanen, Rombaken og Rjukan. Dette var småkårsfolk, gjerne med forfedre som hadde jobbet i våre mange kobbergruver eller de første jernbanene. Slik har nok rekrutteringen pågått nesten opp til vår tid. Morten Johnsen fortalte at da Astrup & Aubert skulle få tak i tunnel drivere til Åbjøra-anlegget like etter krigen, søkte de etter folk som hadde arbeidet på Sørlandsbanen. Dette var folk som gjennom generasjonene kunne spore erfaringene tilbake til Bergensbanen – og derfra videre bakover. Disse slo seg ned der de var når de ble pensjonister, ofte fordi de hadde funnet kjærligheten på anleggstedet. Således er det mange sørlendinger i Valdres, gudbrandsdøler og

østerdøler ble strødd med jernbanen oppover Trøndelag og Saltfjellet. Likeledes: Hvis du kjører oppover f.eks. Gudbrandsdalen eller Setesdalen er det utrolig hvor mange gårdsnavn du kjenner igjen i kjente stoff-familienavn.

«Renhårig slusk» forteller om solide, stolte arbeidsfolk. De ble inspirert av de svenske rallarne som i stort antall kom til Norge da jernbaneutbyggingen i Sverige stort sett var slutført på denne tida. Rallarne hadde med god grunn stor selvtillit og yrkesstolthet. Gjennom livets skole hadde de blitt eksperter i sitt felt og visste utmerket hvordan de skulle sette sine håndborede hull for max. effekt i forhold til sprekkemønstret. Da det på Mår begynte å komme mer avansert boreutstyr som krevde fast bormønster, var det til stor motstand fra de erfarne rallarne.

Med denne bakgrunn kan man si at det ligger generasjoners erfaring i genene på våre tunnel drivere. De har også blitt supplert med norske bondegutter som fra tidlig alder satt på traktoren og ble vant til selvstendig arbeid. De lærte fort hvordan tingene skulle gjøres, og byggherrene behøvde ikke å gå i detalj i sin arbeidsbeskrivelse. Heller ikke var det nødvendig med kontroll av arbeidet ned i minste detalj. Motsatsen opplevde jeg på et kortvarig besøk på et anlegg i Alaska, hvor den amerikanske entreprenøren hadde teknisk utrustning helt på topp (bl.a. ikke et kjøretøy med manuell gearkasse): Her satt en høyt utdannet ingeniør og fulgte boring og lading fra sekund til sekund av hver bidige salve.

Min lengste sammenhengende utenlandserfaring har jeg fra Chile, hvor jeg for Norconsult i de to siste årene av Pinochets tid deltok i planlegging og oppfølging av byggingen av kraftverket Alfalfal en times biltur SØ for Santiago. Norconsult var bl.a. valgt for å implementere «Design as you go» (DAYG) som gikk ut på å sikre tunnelene etter de geologiske forholdene slik vi gjorde i Norge, ikke med konstant full utstøping slik vanlig praksis her var.



Skiftbytte mandag morgen. Påtroppende skift visiteres for sprit og narkotika, avtroppende for dynamitt.

Av andre «norske» ting som hadde fascinert chilenerne var regulering av byggetida ved hjelp av ekvivalent-tidsregnskap. Men vi lykkes ikke med å forklare byggherren at det da måtte være sammenheng mellom sikringsmengder og tidsfrister på de kritiske strekningene. Dette resulterte selvfølgelig i store problemer i løpet av byggetida (forøvrig ikke ukjent også på norske anlegg). Videre skulle det brukes andre tekniske «moderniteter» som opphengte krandrager. Chilenerne forlangte prøvetrekking av alt fra montasjebolter til opphengsboltene for krandrageren. Det tekniske utstyret for disse prøvene ga det underligste resultat og ga mange lange diskusjoner.

Arbeidet ble utført av flere europeiske entreprenører. De stilte med anleggsledelse ned til formannsnivå, arbeidskraften ble hentet lokalt med skiftbytte annenhver uke. Den påtroppende gjengen ble kjørt opp med buss og ble ved ankomst kroppsvistert for narkotika og sprit. Tilsvarende ble de avtroppende sjekket for dynamitt. I det hele tatt var det stor oppmerksomhet rundt dynamitten, forsåvidt ikke unaturlig ettersom vi hver dag passerte stedet hvor Pinochet hadde vært utsatt for et attentat noen år tidligere. Det var væpnet døgnvakt rundt alle sprengstofflagre, ladingen ble påbegynt etter ferdigboret salve ved at alle unntatt utvalgte stufferbeidere måtte forlate tunnelen og egen

bil med sprengstoff kjørt inn med væpnet vakt som deretter overvåket arbeidet for å sikre at intet ble unnalurt. Det var dog ingen som passet på om det kunne lures unna noen forsagere under utlasting.

Erfaringen til denne arbeidsstyrken var ganske blandet. På ett av tverrslagene ble det på tippen bygd opp en modell av tunneltverrsnittet av armeringsjern med borehull. Dette var øvingsarena for håndtering av boreriggen. Med slike mannskaper er det klart at det er behov for omfattende oppfølging både fra byggherren og entreprenøren selv.

Men det var også grunn til å stille spørsmål ved kontrollørens kompetanse. Følgende episode er illustrerende: I motsetning til det vanlige i Norge på den tiden, ble det normen å sprøyte før innkjøring av støpeskjoldet. Ved en anledning oppdaget byggherrens kontrollør – i det man var klar for innfylling av betong – at noe av denne spruten hadde sprukket opp. Han forlangte forskalingen revet og skjoldet trukket tilbake for reparasjon av spruten. Det vitnet nærmest som sabotasje, men bestemt var bestemt.

Et slikt opplegg viser selvfølgelig ikke mye tillit til arbeidsstyrken. Det gjenspeilet seg også i avlønningen, som kunne være fordelt ca. 1:10:100 mellom arbeidere,

ingeniører og selskapsledelse. Med så rimelig arbeidskraft var det selvfølgelig lite behov for arbeidssparende tiltak. Hvor vi var vant til flottørstyrte pumpestasjoner for lekkasjevannet, var det mye rimeligere å ha en gjeng som styrte dem manuelt. Generelt var det en masse folk i tunnelene. En gang telte jeg 23 stk. som kom ut da de skulle skyte salve i en 7 m²-tunnel. Jeg ble forresten litt nostalgisk i denne tunnelen ettersom det her gikk et lok som det stod «Ingeniørbygg 1982» på. Det hadde jeg kjørt mange ganger på Holsfjordstunnelen til Asker og Bærum Vannverk hvor 2-3 mann drev over 80 m i uka med en 3-bomsrigg på normal 2-skiftordning, salvene gikk unna på under 3/4 time boring/lading.

Ved bestemmelse av sikring får ingeniørgeologen den beste informasjonen ved å jobbe sammen med stoffarbeiderne under rensken. I Chile var dette et stort problem da det snaut nok fantes renskespett. Dertil var dialog med stoffkara uglesett da det kunne vekke mistanke om korrupsjon. Stuffsikring måtte bestemmes skriftlig og overleveres en separat «Inspection-group» som stod mellom oss som konsulenter og entreprenøren. Et fransk firma, som var ukjent med DAYG-filosofien, hadde fått denne kontrakten. De hadde dertil ofte sin

egen mening om sikring. Det kunne derfor ofte ta tid før sikringsordren kom fram til entreprenøren for utførelse, i mellomtida kunne det ha skjedd et nedfall. Vel hjemme i Norge har jeg senere mange ganger vært takknemlig for hvor enkelt og ubyråkratisk vi her gjorde dette direkte med stoffgjengen og bare kunne sjekke at ukerapportens mengder stemte med det avtalte.

Vi nøt godt av renommeeet som Høyer-Ellefsen hadde opparbeidet seg i Chile. De hadde på 70-tallet vært ned og arbeidet med en vegtunnel mellom Santiago og Valparaiso og dertil foretatt noen utslag under vann - «El tiro Noruego». På anlegget var det noen baser som hadde vært med på dette og de var tydeligvis svært begeistret for hvordan dette hadde foregått. Likevel var det overraskende at vi – selv med meritterte entreprenører – måtte slåss intenst for å få dem til å bruke halvsekundtennere i salva for å unngå nedskyting av ventilasjonen for hver salve. At en lokal entreprenør også sverget til sugende ventilasjon ved bruk av svært forurensende lastebiler på utlastingen, var også en utfordring. Den chilenske dieselen var av dårlig kvalitet og gjorde også sitt til at det var ytterst elendig luft på stoffen.



Norconsults prosjektleder Harald Nakling sammen med utvandret kollega Arnulf Dahlberg med nostalgiske følelser da de gjenkjenner lok fra Ingeniørbyggs arbeid på Holsfjordstunnelen i 1982-64.



En eldre kraftstasjon nedstrøms Alfalfal begravet etter «aludd» i november 1987.

En norsk tunnelarbeider hadde aldri avfunnet seg med slike forhold. Han hadde derimot enkelt kommet med forslag om tiltak som selv ikke anleggsledelsen hadde kunnskap om. Det er ikke tvil om at Chile med sine gruvetradisjoner har mange erfarne fjellarbeidere, men kultur og organisasjonsformer er til hinder for at denne ressursen utnyttes for hva den er verdt.

Interessante betraktninger kan også gjøres om hvordan ingeniørgeologiske spørsmål avgjøres. Etter å ha drevet A-tunnelen var det klare indikasjoner, basert på prøveboringer og sprekkeobservasjoner, på hvor og hvordan kraftstasjonen skulle plasseres. Byggherren hadde imidlertid et «Panel of Experts» bl.a. bestående av en seilflyinteressert geolog fra Europa. Santiago kan om sommeren by på glimrende seilflyforhold, og det er fristende å påstå at dette er årsaken til at han så faren for

at det kunne være fare for spenninger i fjellet som burde endre vår foreslåtte kraftstasjonsplassering. Vi hadde ikke registrert noen tegn til spenninger, men byggherren gikk med på ekspertens forslag om å sette i gang et større program med hydraulisk splitting. Jeg spurte prosjektlederen hva han ville gjøre hvis konklusjonene på disse ville resultere i en drastisk endring i forhold til hva vi så på stoffen, men fikk bare et intetsigende blikk tilbake. Testingen ble satt bort til et lokalt firma med primitivt utstyr som i mange uker prøvde og feilet og omsider kom fram til et spenningsbilde som tilsa en orientering vinkelrett på vårt forslag. Etter lange diskusjoner med den seilflygende geologen ble det omsider konkludert med at undersøkelsesresultatet var feil og det ble besluttet at stasjonen skulle plasseres som opprinnelig foreslått. Da hadde det gått 5-6 uker på prosjektets tidskritiske veg.

I Norge har jeg aldri opplevd det vanskelig å utarbeide et optimalt sprengningsopplegg for en kraftstasjon. Selv om stasjonen her var lang med god plass til ramper etc. og anerkjent entreprenør fra Europa ble dette et stort problem. Det endte opp med et opplegg hvor man bl. a. sprengte ut en lang nisje i enden av galleriet hvor man skulle gjemme boreriggen bak en beskyttelsesgardin under sprengningene! Underveis konstaterte jeg kun ved skritting at de hadde sprengt ut takskiva for trangt, dette til tross for at det på anlegget var en mengde landmålere som fikk tida til å gå med å nivellere opp anleggsveiene utallige ganger.

Norconsult ble på slutten av 90-tallet hyret inn som konsulent for det 1,6 TWh/år store prosjektet Theun Hinboun i Laos. Byggherren var interessenter fra Thailand og Laos, men mesteparten av krafta skulle gå til Thailand. Statkraft Anlegg hadde vært med i anbudsprosessen, men kontrakten ble vunnet av et italiensk konsortium hovedsakelig fordi de hadde gitt et meget gunstig tilbud på å støpe ut den over 5 km lange tilløpstunnelen med 40 m² utstøpt i stedet for 60 m² råsprengt med utstøping etter behov. Dette tilbudet var bl.a. basert på en utstøpningspris som snaut dekket innkjøp av cementen – til tross for at anlegget lå langt inne i jungelen med mange timers transport på elendig veg.

Oppstarten av anlegget gikk svært tregt og jeg ble tilkalt da entreprenøren etterhvert ble truet med å utkastelse etter FIDIC-bestemmelsene. Klok av skade fra Chile hadde jeg med meg et renskespett i bagasjen (måtte deles for å få det i kofferten).

Ved ankomst var man kommet ca. 100 m inn i de to tverrslagene, begge drevet på synk og med noe vanninnslag. Anleggsledelsen ned til formannsnivå var italiensk, tunnelarbeiderne stort sett kinesere som ble hentet inn buntvis nærmest som slaver. Ved ankomst ble de beordret inn i tunnelen nærmest i hva de kom og gikk i, noen fikk hjelm – hodelamper fantes ikke. De hadde tunnelborerigger uten ladekorg, bolting var den rene turnoppvisning med klatring i bommene. I det hele tatt ganske sjokkerende forhold - før min ankomst hadde det 1. raset allerede skjedd i det ene tverrslaget, heldigvis uten tap av menneskeliv. Det 2. kom like etterpå tross mine kraftige advarsler. Tunnelene ble etterhvert lavere og lavere da man gr. elendig vannlensing ikke klarte å ansette ligghullene i riktig høyde. På grunn av vannet ble hullene ladet umiddelbart selv om boring av nabohullene pågikk. Jeg slo diverse alarmer, men måtte tilslutt banke i bordet på sjefens kontor. Han hadde tydeligvis liten

anleggserfaring, langt mindre på salveskyting og hadde ikke begrep om hvor livsfarlig dette var. Kommentaren var kort: «Det fins nok kinesere».

Anlegget lå i et relativt øde område 4-5 timers kjøring til Vientiane. Likevel sto det hver morgen minst 20-30 mann utenfor entreprenørens kontor og håpet på noen timers jobb. Det var antagelig en av disse jeg møtte på stoffen en dag da jeg var oppe på ett av tverrslagene for å se om der var noen aktivitet. Der var helt stille, bortsett fra en som lå og sov barbert på en utbrettet sprengstoffkartong. Jeg vekket ham med et vennlig «Ni hao» hvorpå han spratt opp som en rakett og for bort og startet pumpene. Jeg skjønnte da at han erstattet all automatikk: Han sov til han ble våt på beina, da var det på tide å starte pumpene.

Etter flere måneder med slik framdrift, fikk entreprenøren kniven på strupen. Det skal sies at da mobiliserte han skikkelig og sendte ned flere drevne fjellfolk med bl.a. erfaring fra Tyrkia hvor de nylig hadde slutført et anlegg (som også hadde vært i store vansker). De fant at tverrslagene var for lave for nødvendig utstyr og ventilasjon og satte igang med å strosse ned sålene. Ett av tverrslagene hadde påhugg i sterkt omvandlet fjell som krevde portalstøp. Denne mistet foten etter nedstrosingen, og under monsunregnet ble fjellet så «flyktig» at portalen kollapset. Det var da en masse folk i tunnelen, men de klarte heldigvis å kravle seg ut før åpningen kollapset. Saken ble utbedret ved at hele åssiden i et par måneders tid ble dozet til akseptabel skråningsvinkel og ny portal etablert.

Å ta på seg arbeid under fjerne himmelstrøk under ukjente klimatiske og sosialpolitiske forhold kan være svært farefullt. Når ukunnige mannskaper i land uten arbeidsmiljølov og forskrifter skal utføre krevende og farlig arbeid med komplisert utstyr, kreves det spesiell aktpågivenhet. Når selv arbeidsledelsen ikke har kjennskap til f.eks. faren med å bore nær ladede hull, blir kontrollørene stilt på uvante prøvelser.

I Laos hadde entreprenøren det første året så dårlig fremdrift at han ble truet av utkastelse etter FIDIC-bestemmelsene, men det skal – som nevnt – sies at han mobiliserte sterkt når han først måtte. Han oppdaget da at han hadde sprengt tunnelen for lav for den nødvendige ventilasjon. Dette ble fikset ved å senke sålen, noe som medførte at portalstøpen – som var fundamentert på nærmest løsmasse – mistet foten. Når monsunregnet satte inn, kollapset portalstøpen. Det var med nød og



Restaurert påhugg etter at det kollapset under monsunen grunnet undergraving av portalstøpen.

neppe at mannskapene innenfor kom seg ut. Monsunregnet fikk den uregulerte elva på damstedet til å stige 14 m til ca. 10.000 m³/s, hvilket selvfølgelig oversvømmet damarbeidene fullstendig.

I Chile pågikk arbeidet i mellom 1000 og 2000 meters høyde mens fjellene omkring gikk steilt opp i 5000 m. Her kunne det komme enorme snømengder, og flere av anleggsveiene ble begravet i opptil 40 m dype snøras. Våren 1987 – dvs. i november – kom med intens varme som utløste et sørpeskred fra de høyeste toppene. Dette forsterket seg på sin raserende ferd nedover dalen til en sann syndflod. Heldigvis for oss nordmenn skjedde dette på en søndag, men minst 25 mann omkom. Antallet er usikkert da det ble sagt at et ukjent antall arbeidssøkende hadde søkt opp til anlegget.

Hvis dette hadde skjedd en virkedag, ville katastrofen vært vesentlig større. Kontoret vært lå på en utvidelse i

dalen som medførte at bølgen stoppet på dørhella, men vi var jo hovedsakelig oppover dalen for å innsisere tunnelarbeidene. Her oppe hadde flombølgen på det høyeste vært over 50 m og begravet flere av påhuggene og rasert forlegningene. Slike forhold bør også tas i betraktning hvis en tenker på å ta på seg arbeid langt hjemmefra

Som i Chile var rensk et ukjent begrep, den besto i å dunke i hengen med bambus-stokker. Etter å ha opplevd flere nedfall faretruende nær, tok jeg fram det medbragte spettet og viste det til en samarbeidsvillig formann som var full av beundring for dette tekniske vidunder. Han fikk låne det for kopiering, og en stund etterpå dukket det opp ett spett – laget av armeringsjern! Jeg ga meg ikke så lett, bl.a. fikk jeg med noen opp i en shovelskuffe for å vise dem hvordan det (norske) skulle brukes. Da fikk jeg nok en overraskelse, små kinesere hadde store problemer med å håndtere et slikt. Men anleggssjefen

hadde godtatt mitt forslag om at gutta måtte ha belysning til arbeidet – han kjøpte noen batterilommelykter slik at en viss rensk kunne foretas av to mann som byttet om mellom spettet og lommelykta.

Entreprenøren forstod imidlertid at med den dårlige betongprisen gjaldt det å sprengre så trangt som mulig. Det klarte han så til de grader at det var nærmest konstant pigging foran skjoldet for å få det på plass. Ventilasjonen var kraftig underdimensjonert, og jeg hadde virkelig vondt av de arbeiderne som måtte gjøre denne jobben, for ikke å snakke om gjengen som satt og passet på lensepumpene. Støyende, støvproduserende pigging gjorde forholdene nærmest uholdbare. Selv hostet jeg ut møkkelige snørr flere timer etter hvert tunnelbesøk selv om dette var av kort varighet.

Tunneldrifta pågikk nærmest i blinde med en rask pigging i mørke og støv etter utlating og deretter litt sprøytebetong etter behov. Så lenge tunnelen skulle støpes ut etterpå, var det mest å sjekke at den ville stå til betongen var på plass. Når man bare kom litt under dagfjellet, var fjellet ganske bra og det ble kun nødvendig med bueforsterkning ved et par anledninger. Den var imidlertid for trang da skjoldet skulle på plass for utstøpningen.

Ved et tilfelle var det hentet en tunnelgjeng som hadde trouble med retningen; tunnelen så ut som en slalåmløype. Entreprenøren var ikke fornøyd og sendte en funksjonær utstyrt med et visst beløp dollar til Kina for å finne en ny tunnelgjeng. «I hope he will come back» sa sjefen da han ikke var kommet hjem til forventet tid. Da han omsider kom med en ny bunt, ville ikke gamle-gjengen flytte ut fra de primitive plankehyttene som var satt opp i jungelen. Det resulterte i et ganske intenst slagsmål som byggherren ble anmodet om å løse. Heldigvis ble det akseptert at det lå utenfor vårt ansvarsområde.

Men italienerne skal ha at de hadde sans for det sosiale. Mellom all transport av sement og sprengstoff og øvrige nødvendigheter, ble det også fraktet inn kassevis med god vin og mat. De hadde en fremragende kokk i sin «offisersmesse» og lot ingen sjanse gå fra seg for et festlig markering, bl.a. av tunnelarbeidernes helgen Santa Barbarabara. Det stod en madonna ved hvert tunnelinnslag, og jeg har ofte lurt på om det var grunnen til at det i mitt år der nede ikke var en eneste dødsulykke (men det var flere ganger nære på). Da det var gjennomslag, ble festlokalet flyttet til 100 m bak stoffen. Der var duket til

langbord med den herligste mat og drikke. Salva var dog nærmest pil og åpningen minimal. Stuffedkarene måtte slukøret reise rundt for å delta i festen, men den ble likevel en minnerik begivenhet.

Det kan umulig ha vært mulig å tjene penger på en slik anleggsdrift. Det bekreftes bl.a. av at entreprenøren ved sluttoppgjøret presenterte et kraftig krav for ekstrarensk. Det er kanskje beskrivende for kulturen, men det var ikke vanskelig å avslå.

Selv om vi i Norge har områder med fjell som byr på store problemer for tunneldrift (som f.eks. Østerdalen), er våre fjellforhold internasjonalt sett svært gode. Slike områder finnes selvfølgelig også utenlands, som f.eks. i søndre deler av Chile. Men store deler av kloden er preget av forkastninger og intrusjoner som gir vanskelige forhold for tunneldrift. Min erfaring er at man under slike forhold må nøye vurdere om stedets kulturelle og politiske forhold vil gi problemer som vil overstige de fordeler den norske anleggsbransje har ved sin know-how. Her må nevnes hva Carlsen i Nitro Consult sa etter å ha kommet tilbake til Meråker etter et lite avbrudd etter et oppdrag i Canada: Gutta der borte var like flinke til å arbeide i tunnelen, vår produktivitetsfordel lå i den ubyråkratiske decision-taking samt organisasjonsformene. I Canada var det f.eks. forskjellige mannskaper som behandlet sprøytebetongutstyret utenfor og innenfor tunnelpåhuggene. Dertil må man være klar over at det er et handicap å konkurrere med entreprenører som i stor utstrekning bruker folk nærmest som slaver. Der har vi hittil heldigvis liten erfaring, og bør heller ikke få det.

Avslutningsvis vil jeg stille spørsmål ved om faget Ingeniørgeologi i møtet med internasjonale normer er i ferd med å avgå ved døden. Da vi i gamle dager sprengte våre vannkraft- og vegtunneler hadde vi ikke råd til å sikre mer enn nødvendig. Professor Selmer-Olsen la grunnlag for et fag hvor bl.a. dette var noe av målsettingen. Da sprøytebetongen gjorde sitt inntog på anleggene i 60-årene, var det til dels under sterk skepsis fra stuffedkarene (og til å begynne med også fra Selmer-Olsen selv!). De følte seg ofte – som f.eks. på Rendalsanlegget – utrygge med et «frimerke» sprøytebetong som sikring, de var langt tryggere under synlig råsprengt fjell etter de selv hadde foretatt en omhyggelig spettersk. Rensk er et manuelt tungt arbeid som – som ellers i arbeidslivet – har en tendens til å bli erstattet av maskiner. Etter mitt skjønn har dette mange uheldige sider; piggrensk kan ofte forverre forholdene og har ikke spettets «stetostopiske» evne – man hører ikke forskjell på «klink» og «bom».

Jeg har også vært med på å renske ned fjell som piggen ikke klarte. Spesielt i våre vegtunneler er det nå blitt normen å sprøyte fjellet uansett med fokus på redusert vedlikehold i den økede trafikk. Salvelengden økes stadig samtidig som konturladningen ikke er så skånsom som tidligere. Dette gir øket belastning på fjellet, men problemet løses i stor grad med pigging og slavisk sprøyting og bolting. En pensjonist vil stille spørsmål om dette er optimal bruk av våre oljepenger. Uten å kjenne de utførte sikringsmengdene i den nylig utsprengte vegtunnelen gjennom Bagns-kleivene, har jeg vært overrasket over at de prosjekterte sikringsmengdene her var minst 500 ganger større enn den total utførte i den nesten like lange (og noe mindre) tilløpstunnelen til Bagn kraftverk – som på 60-tallet ble sprengt like under den nye vegtunnelen. Under inspeksjon av denne tunnelen etter 20 års drift så jeg det beste fjellet jeg har sett i mitt liv, jeg kunne knapt registrere nedfall selv om her kun var innsatt 30 bolter. Selvfølgelig er det forskjell til kravene til en vann-tunnel og en trafikk-tunnel, men det er ikke bare nostalgi som gjør at jeg frykter at piggbruken reduserer optimal utnyttelse av det gode fjellet vi har i store deler av landet. Piggbruken er dertil ikke ufarlig, det fikk de dessverre oppleve i Bagn ved påpigging av dynamittrester i stoffen. Denne teknikken er delvis kommet fra utlandet – i likhet med stadig økende bruk av jurister. I forhold til det ubyråkratiske anleggsmiljøet vi hadde tidligere, er det vanskelig å se dette som noe fremskritt.







Foto:Elisabeth Folkestad

ERFARINGER FRA ET LANGT INGENIØRLIV

Kristen Olav Dahl

«Nu maa I endelig ikke tro at I er blevene ingeniører, thi det kan I kun blive gennem praxis. Den teoretiske undervisning I har faaet her er kun et hjælpemiddel dertil» Det sa Rektor Anker Engelunds i sin avskjedstale til oss nybakte etter eksamen fra DTH 1953. Med bygningsstatikk som hovedfag og praksis som jernbinder var jeg klar for yrkeslivet, men først 12 måneders utsatt militærtjeneste som ingeniørsoldat med lønn 3 kr/dag hos Forsvarets distriktsingeniør i Harstad.

Studietiden ga muligheter til å praktisere ferdigheter som jernbinder hoe Selmer på Borregård 1949 og Elgesæter 1950.

Etter militærtjeneste i Harstad ble det konsulentpraksis hos Grøner i Oslo. Kraftstasjoner i fjell og i det fri, plate-dammene og kranbanedragere i fjell. Det var mye å lære.

Jeg fikk stor respekt for mine kolleger der, særlig for Grøner Senior. Men etter kort tid ble det Stockholm med beregning av bruer hos vegvesenet (KVVS) 1954-1956. Det var rent kontorarbeid uten nærhet til prosjektene. Det har hendt at jeg ved kjøring gjennom Sverige kjenner igjen stedsnavn som gjør at jeg stopper og får sett noen av «mine» bruer. Etter to år fristet Nord-Amerika. Jeg var kommet dit med emigrantfly til Montreal, og etter 3 døgn i et togsete over prærien og gjennom Rocky Mountains vaklet jeg ut i en tåkelagt Vancouver, med lite penger og en 10 år gammel ubrukt realgymnas-engelsk. Men jeg hadde flaks, for da jeg etter kontortid ringte på hos brukonsulentfirmaet Swan Wooster & Partners, var personalet i resepsjonen gått, og den eldre herren som drev og lette etter noe der var Mr. (Colonel) Wooster, den ene eieren. «What do you want»? «I am looking for a job». «What can you do then?» Jeg dro da opp fra



Bildet viser mannskapet som bygde Elgesæter bru i Trondheim i 1950 årene. I første rekke med hvit skjorte og et 1-tall sitter konstruktøren fra Ing. Aas-Jakobsen. Nr. 2, 3, 4 og 5 var entreprenøren Ing. F. Selmers ledelse på anlegget. Alle formenn med omfattende praktisk erfaring. For å underbygge bred kompetanse er nr. 6 angitt som «haindokkarmainn» (vanskelig å se 6-tallet på nest siste i første rad). Spesialisten med 7-tallet står som nr. fire fra venstre i tredje rad, mens forfatter, student og jernbinder med nr. 8 står som nr. syv i bakke rekke. En sentral person – jernbinderbasen merket med nr. 9 ble ofte omtalt som »Han snushermann» Foto: A. Johansen.



Brua, som gikk over innsjøen Lake Okanagan, var ei flytebru med rette, sideforankrede pontonger (mot sjøanker) og et skipsløp med heisespenn. Statikken og dynamikken til brutårnene som var 2-etasjes stålplate-konstruksjoner med 4 bein i kasseform ble min jobb. Bilde viser skipspassasjen. Foto: Okanaganvacation guide

jakkelommen en sterkt sammenbrettet kopi av min siste svenske brukonstruksjon, en betongbue over en av de store norrlandske elvene. «Huh, very nice design!» «You can start here tomorrow, for 400 a month». Det var mye mer enn jeg hadde tjent i Norge og Sverige. Men i Kanada skifter ting raskt. Jeg kunne se at oppdragsmengden minket, og hadde snart skaffet meg neste jobb i USA som var det egentlige målet. Kanada var bakdøra inn dit. Men først litt om arbeidet hos Swan Wooster & Partners. Kolowna Floating Bridge.

I perioden 1957-59 ble det San Francisco

Med mest teknisk tegning på kontoret til en filial av det store konsulentfirmaet Sverdrup & Parcel. Sverdrup var norsk og tok gjerne inn norske ingeniører. Det var 8-9 av oss ved denne filialen. Men til forskjell fra kanadierne så ikke amerikanerne positivt på europeisk erfaring. Å komme med alternative forslag var utelukket. Flere av

oss kom til å arbeide mye med detaljer på to kraftverk i Mississippi, Dahe og Barkley. Vi måtte også tegne selv, med hovedlinjal og trekanter som på gymnaset. Ingen Kuhlmann tegnemaskiner der. Det ble lagt mye arbeid i tegningsstandard, detaljering og sjekking. Tegningene sirkulerte mellom Civil- Mechanical- og Electrical-avdelingene, med sjekking og re-sjekking, slik at der ikke var formelle feil og uoverensstemmelser mellom dem. Først da offshorealderen var kommet til oss, med store og kompliserte konstruksjoner, samt internasjonal tegningsstandard- og konkurranse, så jeg verdi i slike formaliteter, som i USA bare så ut til å sluke tid, uten å innebære noen tekniske revurderinger med forbedringer.

Så tilbake til hjemlandet

Anleggsdrift og design hos Selmer. Høsten 1959 syntes jeg det var på tide med felt-praksis igjen. Første stasjonering ble på Follum Papirfabrikk, Hønefoss, med

to av mine tidligere sjef/formenn fra praksisårene, Hagen og Tuftin som kolleger. Min oppgave ble å designe det Selmer bygde, uten konkurranse. Det ble blant annet skalltak over nytt papirlager, med massekummer for cellulose under golvet. Dette var i 1961. Ved riving i 2011 fikk jeg sett at disse etter 50 år var i god stand. Neste anlegg hos Selmer var Svanfoss-dammen over Vorma, med gjennomslagssalve i omløpstunnelen i 1961- vinterkulden, som gjorde arbeidet med teodolitt for utsetting av borhullene vanskelig. Deretter var det betongarbeidene på dam-konstruksjonen med design av forskalingene, der Kværner monterte Lukene. (Da jeg møtte en av arbeiderne i frostrøyken på den gamle hengebrua over Vorma, der vi knapt så hverandre, kom det fra ham «Nå ærre snart vinter'n gett»)

Neste igjen var diverse arbeider for Hydro på Herøya, før jeg ble Selmers anleggssjef på Dalen Portland Sement, sementfabrikken i Brevik. Glideforskaling av siloer, eksportkai og steinlager under et Olsen-designet skalltak. Steintransport på band etter driving av et nytt tunnelsystem. Brevik-anlegget fikk også en vinterjobb i Sandefjord havn med bygging av en ca. 500 meter lang spuntvegg med fylling og stagforankring. Med kvikkleire og grunt vann ville det vært en vanskelig jobb, men med hjelp av frost og tjukk is over leira våget vi å kjøre maskinene utpå. Mens vi i Brevik forskalte uten å få støpt på grunn av den samme kulden, fikk Sandefjordoppdraget vinterinntekter i stedet.

I årene 1963-1968 ble Sao Paulo i Brasil neste arbeidsplass

Jeg hadde søkt Noreno Brasil om mulig jobb. Så fikk jeg en telefon «Er du nå interessert?». Det var jeg, og til Brasil bar det med familie. Med romantiske forestillinger om Sør-Amerika, hadde jeg forberedt meg med et NKS-kurs i spansk i militærtjenesten. Det var faktisk det største utbytte jeg hadde av det året.

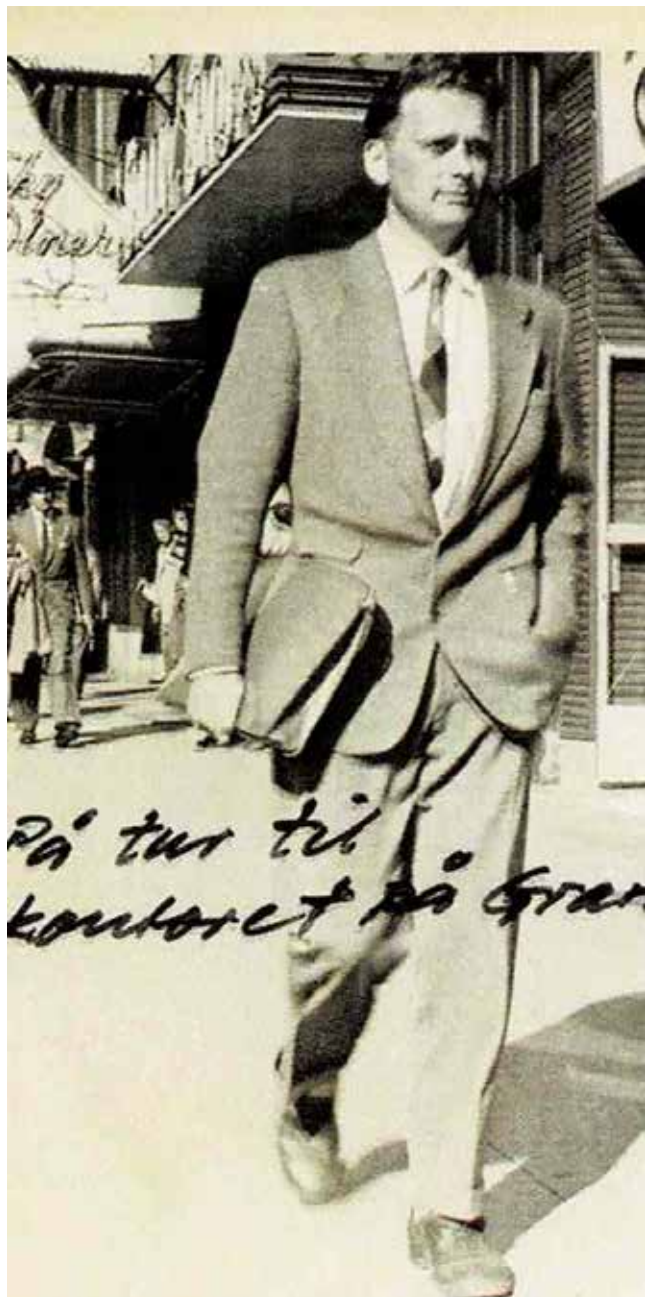
Nå er jo Brasils språk portugisisk, men spansken var nær nok til at den hjalp, så jeg lærte meg portugisisk raskere enn de andre norske. De måtte alle lære seg det mest nødvendige. For meg ble det også skriftlige arbeider. Noreno Brasil ble startet i 1951 av Furuholmen, Astrup & Aubert og Betongbygg Trondheim. De hadde i 1963 i løpet av sine ca. 12 år flere kraftanlegg, 2 av disse i Colombia under navn Compania Norco. De 4 kraftverkene som var i gang i Brasil da jeg kom i 1963, var fortsatt størst i omsetning, mens industribyggene i Sao Paulo-området var mye større i antall. På tredje plass kom de to kaiene i Santos. Den første, «Cais do Macuco» med

nyttelast 4 t/m² var under bygging da jeg kom. Det store problemet der var at pålene ikke holdt den foreskrevne prøvelasten på 1,5 ganger største brukslast, noe som skyldtes omrøring med poretrykksstigning fra det store pålevolumet, spesielt fra betongspunten i frontveggen. Den gang hindret valutarestriksjoner import av stålsunt til Brasil. Vi fikk da hjelp fra NGI med å forklare dette for byggherren «Companhia Docas de Santos», og med at bæreevnen ville øke over tid, som den også gjorde.

Av de 4 kraftanleggene jeg ble med på lå ett, «Usina Suiza» i delstaten Espiritu Santo, med hovedstad og havn Vitoria, nord for Rio. Det var et 60 MW høytrykksanlegg som enda var under bygging da jeg kom. Der hadde Noreno gått inn for trykksjakt i fjell, mens byggherren valgte rør i dagen, sannsynligvis fordi stålet alt var kjøpt, med prosenter til enkelte, som så ofte i U-land. Dette medførte graving til fjell, opptil 20 meter ned gjennom den røde jorda, med rørene understøttet av høye armerte betong-rammer. Designen av disse ble tatt av en annen, «professor» Fraccarolli, ansatt på firmaets konstruksjonskontor. Men jeg måtte lage om på kraftstasjons-designen. Den dalen som kraftverket lå i, «Vale da Santa Maria», hadde en blandet befolkning av indianere, mulatter og innvandrere fra Pommern langt tilbake i tid. De hadde fortsatt beholdt sin landsens pommertyske dialekt, noe de tyske montørene som kom til kraftstasjonen fant svært fornøyet. I leirhyttene uten vindu kunne det stikke ut et indiansk eller helt svart barneansikt, mens det i neste glugge kunne være et helt hvitt pommersk ansikt med blondt hår.

Så kom «Usina Rio das Cascas» i delstaten Mato Grosso, 2000 kilometer fra Sao Paulo. Det var et lavtrykkselvekraftverk på bare 18,7 MW. På grunn av nærhet til vannskille mot Amazonas ble det ikke større, men med meget store problemer. Neste kraftverk var en delkontrakt på «Usina Capivari Cachoeira» som lå i delstaten Parana, sør for Sao Paulo. Norenos arbeider der var driving og utstøping av driftstunnel og store betongarbeider med flom- og tappeløpskonstruksjonene.

Så kom til slutt «Usina Funil da Paraiba» som lå nær hovedvegen mellom Rio og Sao Paulo, uten adkomstproblemer, men mange nok ellers. Noreno fikk av politiske årsaker ikke konkurrere om den 250 MW store hovedentreprisen, men fikk som underentreprise for Christiani & Nielsen leveransen av flere hundre tusen m³ steinfraksjoner for betong fra eget steinbrudd. Knuseri- og sorteringsutstyr og de lange transport-beltene rundt anlegget som vi måtte operere, var byggherrens eiendom.



På vei til kontoret i Vancouver

Norenos innsats i sektor industribygg var for større nordeuropeiske og amerikanske firmaer. Ofte var oppdragene vunnet i konkurranse med egen design. For ASEA ble min første jobb beregning og detaljering av en hall for produksjon av store transformatorer, med bærekonstruksjoner for løpekrattkraner. Jeg måtte også da ta meg av design og bygging av en kornsilo i byen Vitoria.

I 1964 ble jeg sendt til Buenos Aires for å diskutere felles anbud på vegen og tunnelen «Lo Prado» mellom Buenos Aires og Santiago i Chile. Den ble vunnet av et chilensk entreprenørfirma som var delvis eid av Chiles president Frei. Da det firmaet så viste seg å ikke være i stand til å utføre jobben, skaffet de seg hjelp fra våre nære venner og konkurrenter Høyer Ellefsen.

I 1968 var jeg tilbake i Norge. Jeg arbeidet der med to ulike prosjekter. Først forhandlinger med Borregaard i Sarpsborg om bygnings-entreprisen for deres nye seluloseproduksjons-anlegg i Sør-Brasil, som Noreno også fikk. Mitt andre prosjekt var planlegging for utførelsen av damarbeidene i Sirdalen for Joint Venture Høyer-Furuholmen.

Jeg fikk spørsmål om å overta som sjef i Noreno da mangeårige direktør Guttorm Ihme valgte ny stilling som direktør i i Borregaard Brasil, men jeg bestemte meg for å sette vandringsstaven igjen i Brasil og bli i Norge, først med anleggsleder-jobben i Sirdal. Dette var det største anlegget som var i gang i Norge på det tidspunktet, og ifølge Caterpillar også deres største anlegg i Europa. I hovedsesongen 1969 for dambyggingen i Sirdal hadde vi ca. 70 tunge maskiner som opererte innenfor et område med 15 kilometers utstrekning. Jeg fikk da anskaffet kommunikasjonsutstyr fra Nera Bergen, for full styring av anleggsdrifta.

Når det gjaldt maskinkjøerne som ikke likte slik kontroll, fikk jeg helt avgjørende hjelp fra Furuholmens myndige overformann Leif Levorsen, som jeg kunne høre berolige dem over telefonen. «Høyr no her, kva er nummeret på maskinen din, kvar er du, og kva er problemet?»

Min neste oppgave ble da planlegging av anleggsdrifta i Aurland, der Furuholmen av Oslo Lysverker var blitt tildelt alle de opprinnelig 4 delkontraktene. Men anleggsledelsen der ble overtatt av en annen, også samtidig med at jeg forsøkte å opprette mitt eget konsulentfirma i Harstad, som alle der trodde snart ville bli et nytt offshoresenter, et Stavanger i nord. Det var en feilbedømmelse på minst 40



Foto: Dam Digeå i Sirdal
Maskinkjøernes svar kunne i begynnelsen høres ut som rop i havsnød. Men dette førte til en formidabel kapasitet. Vi kom opp i 120.000 m³ damfylling pr. uke, mens 80.000 m³ var det mest optimistiske tallet i forvgen. Vi bygget slik den 2,9 mill. m³ store hoveddammen nesten ferdig i den 6 måneder lange 1969 damsesonen, mens 1968 sesongen praktisk talt hadde regnet bort for oss på grunn av vanskelige morenemasser i det konstante regnet.

år. Jeg fikk da i stedet konsulent-firmaet A. B. Berdal, nå Norconsult, inn som 50% kompanjong (i Dahl og Berdal, Harstad), slik at jeg kunne ta meg av de mange oppdrag som kom inn sørfra. Oppdragene i Harstad ble da hovedsakelig for havnevesenet og verkstedindustrien.

Ett oppdrag fra Furuholmen i 1971 var rekognosering generelt i Kenya gjennom forsøk på et kraftverksanbud (Kamburu i Tana River). Firmaet hadde da også begynt å arbeide for Norad med en entreprenørskole for innfødte kikuyuer, for å sette dem i stand til å konkurrere med den indiske ca. 2% sikh-minoriteten som britene tidlig hadde innført for veg - og jernbanebygging der og i Uganda. Om dette førte til noe godt og varig resultat vet jeg ikke. men tviler på det. Bedre gikk det med Furuholmen/ Veidekkes bygging av den 320 km. lange Turkana- vegen fra Nairobi til Sør-Sudans grense, også som Norad-opppdrag. Det var dyktig arbeid utført av nordmenn, ikke minst fra Veidekke. Bare synd at da folket i Sør-Sudan med god hjelp av den vegen hadde blitt fri fra det muslimske Nord-Sudan, har noen av stammene der satt i gang en borgerkrig som visstnok fortsatt delvis pågår.

Neste jobb ble for NGI og kom til å strekke seg fra 1971 og litt inn i 1973

Det gjaldt oppdraget NGI hadde fått av NVE om den nye «Samlet Plan» for norsk kraftutbygging. Dette ble da min jobb sammen med NGI-spesialistene og de nye ingeniørgeologene. Det førte til mange rekognoseringsreiser, slik at jeg ble godt kjent i den norske fjellheimen. Av det vi arbeidet med ble også en god del bygd, men flere av de største magasinene, som nå kunne ha begrenset noen av de store og som det kan se ut årlig tilbakevendende skadeflommene, som langs Otta med våre største dammer, ble «reddet» av miljøvernerne.

Jeg har tidligere nevnt «Datariggprosjektet», som er styring av tunnelborrigger ved hjelp av datautstyr. Ettersom det var på NGI dette kom i gang, tar jeg med litt om bakgrunnen her. Omkring 1970 holdt tunnelboring med håndholdte maskiner på å bli helt erstattet av tyngre, hydraulisk bårne bormaskiner, på belte- eller hjulgående kjøretøyer. Fortsatt i noen år var selve bormaskinene drevne av trykkluft, men kom snart over på hydraulisk drift, og det hele skulle bli gradvis større og tyngre.

Her kommer så fullprofilboring av tunneler inn i bildet. I 1969 var den kommet også til Norge og var hovedtemaet på Fjellsprengnings-konferansen det året, der jeg deltok. Det slo meg da at det var på tide å videreutvikle den enda dominerende bore- og sprengemetoden, i hvert fall som et alternativ til fullprofilboringa, som da var spådd å komme til å overta hele tunneldrivinga. Borriggene kunne da sammenliknes med tungt artilleri uten sikte og styring, og boringa var klart mindre nøyaktig enn tidligere med håndholdte maskiner. Her tar jeg først en digresjon om utvikling innen våre 3 hoved-byggematerialer, betong, tre og stål, slik jeg tror tidsrekkefølgen var. Først kom spennbetongen, så limtrekonstruksjonene, og til slutt friksjonsboltene for stålet. Der må ha vært konkurranse i bildet, og slik virker den. Overført til tunnelutstyr syntes «Drill & Blast» å trenge et puff framover. Da kunne kanskje datastyring av boringa være en løsning. NGI og Bjerrum

hadde da tatt ingeniørgeologi opp som et nytt NGI-tema ved siden av, eller som en utvidelse av geoteknikken, så straks nytten av slik datastyring i tunnel-geologien og fikk NGI-styret med på å bevilge 500 000 kroner til utvikling av det hos SI. (I dag Sintef). Dette var starten, for hverken hos de offentlige- eller de private firmaene som arbeidet under jord var der noen interesse.

I 1973 ble det anbudsregning for Astrup & Aubert

Det gjaldt de to første plattformanbudene (etter Ekofisk) i Nordsjøen. De ledende partnerne var 3 danske firmaer med bakgrunn fra Christiani & Nielsens tidligere London-filial. Men vi ble slått av Høyer Ellefsen og Selmer. Deres Condeep-konstruksjoner var våre danske overlegne, og for en gangs skyld var jeg glad for å være med på å tape.



Bilde viser stillasvogn for framskyving. Den sentrale enheten for bygging av brobanen.



Fortsatt Drammensbrua

Så ble det Drammensbrua i perioden 1973-75

Bruarbeidet hadde nettopp startet da jeg overtok. Det ble på grunn av oljekrisen etter hvert meget vanskelig. Vi fikk problem med både det å få materialene levert og arbeiderne på jobb. Viktige deler til frambyggingsvogna, som vi planla, måtte til og med etterlyses i europeiske havner. Vi valgte altså et frambyggings-system som fikk navnet «Drammens- vogna» (Dragen som fløy over havna) Det var en variant av tysk utstyr.

En annen nyutvikling på dette anlegget var undervannsstøping direkte med de nye kjørende betongpumpene. Det hadde ingen forsøkt før, og av betongekspertene var der bare en som var noenlunde positivt innstilt. Jeg hadde fra flere av Selmers kaianlegg egen erfaring med den gamle rørstøpe-metoden som egnet seg godt for kaisøyler der, men ikke her, med brufundament-dimensjoner på opptil 12x18 meter, og tykkelse over 2 m. Vi måtte da prøvestøpe og ta trykkprøver fra utboringer i flere av fundamentene. Skanska søkte og fikk senere patent på en enkel avstengningsmåte med trykkluft, for

betongstrømmen ut av støperøret. Slikt hadde ikke vi tid til i den hektiske anleggsperioden der våre dykkere tok seg av støperørene.

Åndalsnes

Før Drammensbrua var helt ferdig kom neste innkalling fra Furuholmen og da som anleggssjef-jobben for bygging av 2 plattformer på nytt anlegg på Åndalsnes i årene 1975-77. Det var Furuholmens plikt innenfor fellesskapet i Norwegian Contractors å stille med en mann til den. Situasjonen var kritisk. De to plattformene til Nordsjøen måtte slepes ut innenfor det såkalte vær-vinduet da forsikringsselskapene er villige til å forsikre utslep og nedsetting på Friggfeltet.

Da ståldekket til den første plattformen, Frigg Total, hadde forlist under sleping, måtte et nytt bygges. Det måtte dessuten bygges ved tørrdokka på Åndalsnes, en meget krevende jobb. Det var derfor med lettelse vi så og hørte drønnet av 5 slepebåter på tur ut Romsdalsfjorden med plattformen «Frigg Total» vist på slep.



Frigg Total
under slep til
Nordsjøen.
Foto Norwegian
Contractors

Plattform nr. 2 fra Åndalsnes, «Frigg Elf», var da under bygging i tørrdokka. Den var ved enden av 1976 slept ut på fjorden og klar til dekksmontasje. Ny telefon fra Furuholmen. Denne gangen spørsmål om å overta som hans tekniske direktør. Svaret ble under tvil ja også denne gangen.

Hellas

Tidlig i 1979 fikk vi tips om at vi ville være velkomne som tilbydere på kraftverk for PPC (Public Power Corporation) i Hellas, som er parallellen til vårt NVE. Vi brukte da påsken 1979 til rekognosering og regning av ett anbud som vi ikke fikk, før vi fikk tilslag på kraftverks-prosjektet Pigai i landets nordvestlige hjørne. På Pigai fikk vi store geologiske problemer i form av ubeskrevet og uforutsett skvisning (krymping) av tunnelveggene, med tilhørende forsinkelser, tilleggs- kostnader og med rettssaker gjennom flere år. Men Pigai var det siste store norske utenlands- anlegget jeg kjenner som ble drevet av helt komplett norsk bemanning, noe som har mange fordeler, men koster og har nå blitt en sjeldenhet.

Ekofisk-beskyttelsesvegg

Bakgrunnen for at jeg i 1985 forlot Furuholmen, Selmer

og Sande var dels at kjemien mellom meg og Erik Sande var dårlig, for å bruke et moderne uttrykk. Dessuten var det ikke vanskelig for meg å se hvilken veg det bar. Full fart mot konkurs. Allerede i 1973 da jeg hadde startet arbeidet med utvikling av datastyrte tunnelborerigger, førte kontakten med SI (Senter for industriell forskning) også til kontakt med bølgeforskere der. Men mens det førstnevnte utviklingsprosjektet har vært en suksess for et ledende norsk firma i verkstedsindustrien, AMV, Flekkefjord, og datautviklingsfirmaet Bever Control i Lier, men ble motsatt for vårt bølgeenergifirma Norwave.

Mitt neste anlegg ble Ekkofiskveggen, en bølgeskjerm rundt Ekkofisktanken. En vanskelig oppgave, men et norsk-nederlandsk JV. ville inn på Nordsjø-markedet. Den norske delen besto av firmaene Eeg-Henriksen, Veidekke, Peconor og Lau Eide. Ekofisk-beskyttelsesvegg ble vedtatt bygd av eieren «Philips Petroleum», og jeg ble med på prosjektet gjennom invitasjon fra de norske partnerne Veidekke og Eeg Henriksen. De Hollandske partnerne var de to hollandske entreprenørene «Hollandsche Beton Matschappij» og «Volker Stevin». Ettersom de manglet tørrdokker av slike dimensjoner som



Ekkofiskveggen under bygging. Foto: Peconor

Norwegian Contractors hadde i Stavanger, ble løsningen å leie Verolmedokka, den største tørrdokka i Rotterdam, og leie inn tungløftskip for sjøsetting og ferdigbygging i Norge.

Helgelandsbrua

Entreprenøren for Helgelandsbrua og 3 andre bruer samtidig var det nye firmaet Aker Entreprenør. Selskapet



Foto: Aker Entreprenør

hadde kjøpt Høyer Ellefsen og Astrup & Aubert. Mannskapet besto av gjenværende personell fra de to oppkjøpte firmaene. Aker Entreprenør var da sterkt svekket av at mange nøkkelfolk hadde sluttet, og var derfor nødt til å leie inn folk som meg. På Helgelandsbrua ble det derfor i hovedsak det første hoved-fundamentet til denne lange stagforankrete brua jeg tok meg av. Dette var samtidig med boligprosjektet Eiksveien 81 og 83 i Bærum der jeg var både deleier og byggeleder.

En russisk boble

I 1999 ble jeg engasjert av ei gruppe firmaer, arkitekter, konsulenter og offshorefolk i Kristiansandsområdet. De trengte en prosjektleder med internasjonal erfaring og fra bygging av offshorekonstruksjoner, for et flytende hotell i Leningrad. Sovjetsamveldet lå da på døds-seng, men nettopp derfor strømmet utenlandske firmaer til, og behovet for hotell med moderne fasiliteter og tjenester var åpenbart. Så langt var sørlendingenes resonnement godt. Det var det også når det gjaldt byggeprosessen for et moderne hotell. I Sovjet var alt bare kaos, så å la norske entreprenører i stedet bygge det som et offshoreplattform-hotell, slepe det til Leningrad, oppover Neva og sett det ned på bredden. Hva med de nødvendige tillatelser, tomt, tilkobling til vann, avløp, strøm, telenett etc? Det hadde faktisk sørlending—ene klart å ordne med de kommunale myndigheter ved hjelp av en organisasjon med navn Chelavjek, som kalte seg et kooperativ. Hva var det da som veltet prosjektet? Det mest opplagte, vi klarte ikke å selge det til de internasjonale hotellgruppene vi kontaktet. Jeg kaller slike prosjekter for såpebobler. De blir store og vakre helt til de sier poff, og vekk er de. Jeg har vært med på å blåse opp flere slike.

Saudi Arabia

I 1992-94 var jeg ledig for et nytt oppdrag som Norwegian Contractors hadde i Saudi Arabia. Men i stedet for et gigantisk underjordisk oljelager i Medina ble det reparasjon av den 10 km lange «Juaymah Trestle» brua som førte gassrørene fra et verk på land, ut til lastekaia for tankere i den langgrunne Gulfen. Det var et anbud som NCs skotske filial hadde vunnet i samarbeid med et libanesisk betong-materialfirma og en sentral Saudi Arabisk person som partner. Vi var dermed lovlig registrerte i landet, noe vi i Norwegian Contractors ikke var. Det ble en meget krevende jobb, klimamessig, teknisk og ikke minst fordi byggherren var Saudi Aramco, verdens største oljeselskap. Denne brukonstruksjonen var neppe stort mer enn 20 år gammel, bygd av amerikanere, men med store skader på grunn av klorider i sjøluften, i bølgene og sannsynligvis

også i betong- byggematerialene. Aramcos betong-eksperter» hadde trodd det bare var overflateskader, og hadde i anbudspapirene beskrevet reparasjoner med spesialmørtler. Men straks da vi startet med meisling og høytrykksspyling, kom en annen virkelighet fram. Byggemøtene med saudierne ble aldri avsluttet med underskrevet referat, dermed kunne de lett forandre teksten etterpå og utelate ting jeg hadde sagt. Men overgangen til vanlig betong førte nødvendigvis til store fakturaer fra oss. Da fant de på u-kontraktuelle argumenter for å få redusert dem.

Spania

Min første tur dit var til Malaga med Caterpillar-forhandleren Pay & Brinck i 1971 for å gi en gruppe maskinentreprenører som var med, en orientering om store anleggsarbeider som da var på trappene i Norge. Siden ble det flere prosjekter frem til 1990. Andre tur var i 1981, til Marbella, som direktør i Furuholmen. Der hadde vi etter en omfattende rekognosering kjøpt tomt og utviklet boligprosjektet «Elviria del Sol», som ble svært vellykket og etablerte byggefirmaet Furuholmen Iberica SA.

Et senere oppdrag var for Norwegian Contractors (NC) i 1990-1991 og gjaldt den norske paviljongen i Sevilla på «EXPO 92, 500 års jubileet for Columbus oppdagelse av Amerika. For at det var han som gjorde det var i hvert fall ikke verdt å dra i tvil der og da. (At han egentlig var norsk var enda ikke kommet for dagen) Rørveggene skulle utføres med 10-15 (?)cm tykk stålfiberarmert sprøytebetong, et nytt produkt som norske tunnelfirmaer hadde utviklet. Norsk byggherre var det som da hette «Statens bygge- og eiendoms direktorat», i dag «Statsbygg», og hoved entreprenøren «Aker Entreprenør» som da hadde kjøpt opp både Høyer Ellefsen, Astrup & Aubert og Norwegian Contractors (NC). Jeg ble som nevnt trukket inn som rådgiver, da de norske firmaene ikke hadde lov til selv å utføre byggearbeider i Spania og spanske firmaer av slo underentreprise, var det en løsning likevel. Furuholmen Iberica hadde alle papirer i orden og var da så langt kommet med sitt hotellprosjekt at de kunne ta hovedentreprisen for den norske paviljongen i tillegg, med NC som underentreprenør bare for røret. Dette avtalte jeg med mine tidligere Noreno-kollegaer Langberg og Kjekshus. Men Furuholmen Iberica måtte da som spansk firma gi et anbud som kunne godtas av Statsbygg, og det måtte naturligvis være lavere enn NCs anbud. Og slik gikk det, (merkelig nok)!

Etter tilbakekomsten fra Saudi Arabia 1994 ble det kontorarbeid på NC- kontoret. Offshoreperioden gikk da

mot slutten, og NC var ute etter andre oppdrag, spesielt slike der de kunne bruke sine ledige dokker i Stavanger. Det første forsøket var å gi anbud på de 4 hovedfundamentene til Storebeltbrua. Vårt norske anbud var basert på prefabrikasjon i NC-dokkene, slep og nedsetting av disse elementene, i samarbeid med Veidekke som underentreprenør. Det anbudet tok danskene selv. Neste forsøk var anbud på produksjon i NC-dokkene og slep med oppankring i København av 24 tunnelelementer med lengde ca. 150 m. Bruk av senketunnel ut fra Kastrup var naturligvis fordi brutårn måtte unngås nær flyplassen. NC hadde av sin nye eier Akergruppen ikke fått tillatelse til å delta med hovedanbud på denne tunnelen, bare på elementproduksjon. Av de to mulige hovedentreprenører (hollenderne og Skanska, ble svenskene valgt av oss). Men de la sin totale pris så høyt at kontrakten gikk til en gruppe ledet av svenske NCC, som utviklet sitt eget produksjonsanlegg med dokk i Københavns havn.

Høgsfjord rørbru i Rogaland

Så rakk jeg å få med meg ett norsk prosjekt. Vegdirektoratet hadde i flere år vært interesserte i utvikling av dette rørbru-alternativet og arrangerte en anbudskonkurranse mellom flere inviterte entreprenørfirmaer for å gi anbud på grunnlag av egen design på ei slik rørbru.

Formålet var kryssing av den 1570 m breie Høgsfjorden med et dykket rørtversnitt i betong for toveis biltrafikk, og med skipstrafikk over. Det kom imidlertid ikke til utførelse.

Så et 985 MW kraftverksprosjekt i Pakistan

For Norconsult i 1995-98. De hadde hatt litt problem med forslag til prosjektleder som oppdragsgiveren WAPDA (Water and Power Projects Directorate) ville godta. At jeg fikk jobben skyldtes at jeg en dag tilfeldigvis satt på Bjørn Corneliussens kontor da Storruste som ansvarlig Norconsult-direktør kom til Grøner som da var ett av Norconsults medlemsfirmaer, med spørsmålet om de kanskje hadde en kandidat, rettet til Bjørn Corneliusen, svarte han: «Jo, det har vi, og der sitter han», om meg. WAPDA godtok meg på bakgrunn av min omfattende CV, og jeg fikk et godt forhold til direktør Riaz Cheema, den av WAPDA-sjefene jeg fikk mest med å gjøre, med faste ukentlige og andre møter. Det første temaet jeg tok opp gjaldt den prosjektplan WAPDA selv hadde laget og NC hadde godtatt. Den inneholdt rekkefølgen i utbygging av de to elvene Neelum og Jhelum og det at kontrakten var basert på utstrakt bruk av pakistanske ingeniører, noe som jeg med ett unntak ut fra deres kvalifikasjoner straks så som et stort problem.

Den endringen jeg foreslo innebar å føre vannet fra den øverste og nordligste elva Neelum i tunnel under den øvre armen av Jhelum-elva og derfra hele lengda ned til en kraftstasjon i fjell ved nedre arm av Jhelum, totalt vel 30 km. Hvis noen hadde foreslått dette tidligere, ville det blitt avslått uten videre, men med Bjørn Buen som ingeniørgeologisk rådgiver, og da boringer med trykkprøving som han fikk gjennomført beviste at slik tunnelkryssing under denne elva var en gjennomførbar og god løsning, ble den omsider god tatt, også fordi dette ville medføre en kraftig økning av energiproduksjonen fra Neelum-vannet. Dessuten ville energiproduksjonen fra Jhelum også øke gjennom separat utbygging av den, med inntak høyere oppe i elva enn fra kryssingspunktet med Neelum slik det var forutsatt av WAPDA og god tatt av NC. Der var også en kostnadsreduksjon ved at Neelum-vannet da ikke måtte renses for silt to ganger slik det var inneholdt i WAPDAs opprinnelige løsning. Og slik silt-fjerning er en betydelig kostnad i denne del av verden. I våre elver er dette på grunn av den tidligere isskuringa og renere vann et mye mindre problem.

Da jeg gjennomgikk dette med Riaz Cheema, innså han straks fordelene for WAPDA og begynte å ta det opp internt, der motstanden var stor. Det ville nemlig medføre en gjennomgripende endring av vår kontrakt. Blant annet at der måtte inn mange flere norske ingeniørtimer, mot færre pakistanske, på grunn av overgang til en typisk norsk løsning som de ikke kunne bidra mye til. WAPDA hadde satset på kraftstasjoner i dagen. Dette gikk til slutt gjennom også i WAPDAs' ledelse, men vi måtte i flere måneder ta risikoen med å arbeide for fullt for å holde den opprinnelige ferdigstillelses-fristen, uten å ha gyldig kontrakt. Til jul 1997 kunne jeg endelig forlate Lahore og reise hjem. Det som da gjensto av oppgjør med WAPDA ble tatt fra Sandvika. Men like over nyttår bar det til Miguillas-prosjektet i Bolivia, et 320 MW høytrykksanlegg som må utelates her.

Deretter til et stort, men ikke utført havneprosjekt på Taiwan. Formålet var import av gass til energiproduksjon. Havneprosjektet inneholdt mudring av flere millioner kubikkmeter masse, og bygging av en ca. 5 km lang betongmolo på dypt vann rundt importhavna. Dette var et Norconsultprosjekt. Oppdraget var å kontrollere de innkomne anbud og skrive innstilling om valg av entreprenør. Jeg ble invitert med for å hjelpe til, spesielt til dokumentert forståelse av hva prosjektet krevde for entreprenørenes sjøtutstyr. Betongmoloer som på Taiwan, har vi ikke i Norge, vi har klart oss med steinfyllingsmoloer.

Den Dominikanske Republikk 2001-2002. Et drikkevannsprosjekt. På denne karibiske øya som offisielt heter Hispaniola (Den spanske) er dette den østlige delen, der mitt oppdrag lå. Den heter «La Republica Dominicana» er spanskpråklig, mens øyas vestlige del heter «La Republic Haiti», og er franskpråklig. Min oppdragsgiver var igjen NCC, og skyldtes som i Bolivia Odd Lindal, som satt i en nøkkelposisjon innen NCC (før Eeg-Henriksen) i landet. Energidelen av prosjektet ble stoppet av NCC selv mens drikkevannsdelen for hovedstaden Santo Domingo ble gjennomført.

Et kraftlinjeprojekt nord i Brasil år 2002

Dette oppdraget på 5 måneder i Brasil kom via NCC fra ASEA i Sverige. Dataene for dette var lengde 1500 km og spenning 500 KV. Der var underveis 5 koblingsstasjoner der mitt oppdrag gjaldt planeringsarbeid, veger og fundamenteringen av tårnene. Med 500 KV spenning blir tårnene høye og vindmomentene på master og fundament store. Fundamentenes stabilitet blir derfor kritisk, og det var spesielt på koblingsstasjon nr. 2, som lå i en sump og måtte ha påle-fundamentering. Her var det mest strekk i pålene fra kombinasjonen av liten vertikallast og stort vindmoment. Jeg måtte da rigge til strekkforsøk på påler, men hadde også utbytte av å kontrollere bæreevne med Janbus kjente rammeformel.

Der oppe var portugisisk det eneste brukbare språket, og heldigvis hadde jeg det i behold etter over 30 års fravær. På ASEAs kontor i Guarulhos ved Sao Paulo) hadde de ordnet med en ung ingeniør som tolk for meg, og ble både lettet og forundret da jeg presenterte meg på helt flytende portugisisk, også med detaljkunnskap om bygget de satt i. At det var bygd av NORENO med design fra siv.ing. Jarle Ravn, var da ukjent der.

Kraftverket Allain Duhangan i India 2007

Bakgrunnen for dette oppdraget var den vanlige. Når slike free-lancers som oss blir tilkalt, betyr det alltid store problem, og det hadde våre norske oppdragsgivere Statkraft/Norfund, som i dette kraftverket var på eiersiden med 49% andel, mens den indiske partneren hadde de andre 51%, og dermed i praksis styringen. De norske representantene hadde på sine periodiske besøk heller ikke klart å trenge inn i problemene. Dette var min første tur til India, og gjaldt altså det kraftverket som har navn etter disse to bielvne, Allain og Duhangan, til Sutlej, som igjen er en av de fire bi-elvne til Indus på pakistansk side. Foruten meg deltok min partner fra mange anlegg, Odd Lindal, og ingeniørgeologen dr. Arild Palmstrøm som jeg kjente helt fra årene på NGI og

hadde samarbeidet med før. Fra Delhi reiste vi med småfly nordover i denne delstaten Himachal Pradesh, til anlegget fikk kontorplass og ble innkvartert der, ved foten av et ca. 500 m høyt og bratt fjell.

Mens den krokete og bratte vegen oppover fjellet var et eksempel på meget dyktig praktisk ingeniørkunst, var ikke det samme tilfelle med fortsettelsen som gikk innover fjellet, mot inntaket og parallelt med tilløpstunnelen. Den første strekningen har vi jo ellers flere paralleller til i Norge. Men for å få maskiner til fortsettelsen raskt opp, hadde de demontert dem til elementer som hadde blitt fraktet opp på bærer av 8 mann, rundt trær og kampesteiner, med krappe kurver.

Og hvilken entreprenør hadde utført denne vegbygginga? Svaret var: et antall familier, og på 9 måneder. Der inngikk tydeligvis både gurkhaer fra Nepal og tibetanere som hadde slått seg ned der.

Vi foreslo da å flytte driftstunnelen et godt stykke vekk fra adkomstvegen, og å legge den dypere, noe som ble avslått. Det ville riktignok medføre kostnader, men totalt sett lønne seg. Også andre forslag falt «på steingrunn». Vi trakk oss derfor ut av oppdraget.

Koppergruva Andina i Chile 2008

Bakgrunnen for dette oppdraget var at AMV, Andersens Mekaniske Verksted i Flekkefjord, som i Santiago hadde et chilensk salgssfirma med navn SKAVA, sammen med og ledet lokalt av den tidligere Norconsult-ansatte ingeniøren, Marcos Allende. Dette firmaet opererte dessuten som rådgiver for gruveindustrien, og i dette tilfelle for den enorme koppergruva Andina, som var eid av statselskapet Codelco og lå med inngang på 3000 m høyde, nær Aconcagua, ved fjellvegen over til Argentina. Det var store snømengder der, og Codelco hadde derfor et anleggshotell nær inngangen, der gruvemannskapet kunne bo gjennom en periode uten adkomst utenfra.

Deltakerne denne gangen var som vanlig Odd Lindal, og dessuten Ola Kvammen (han var en av betongsprøyterne på den norske paviljongen) er en spanskpråklig norsk ingeniør med erfaring fra et kraftanlegg i Ecuador, som jeg også var med på å regne anbud på for Furuholmen. Odd er den av oss to som, etter mange år i Santo Domingo, behersker muntlig spansk best, mens jeg er bedre skriftlig. Slik delte vi oss også i rekognoseringen i disse store gruvehallene og i kontakten pr. korrespondanse med Codelco. Vi rådet da til å sette entreprenøren under overstyring av oss. Det ble avtalt, men fraveket av politiske årsaker.

Kraftverket Xiangxiaba

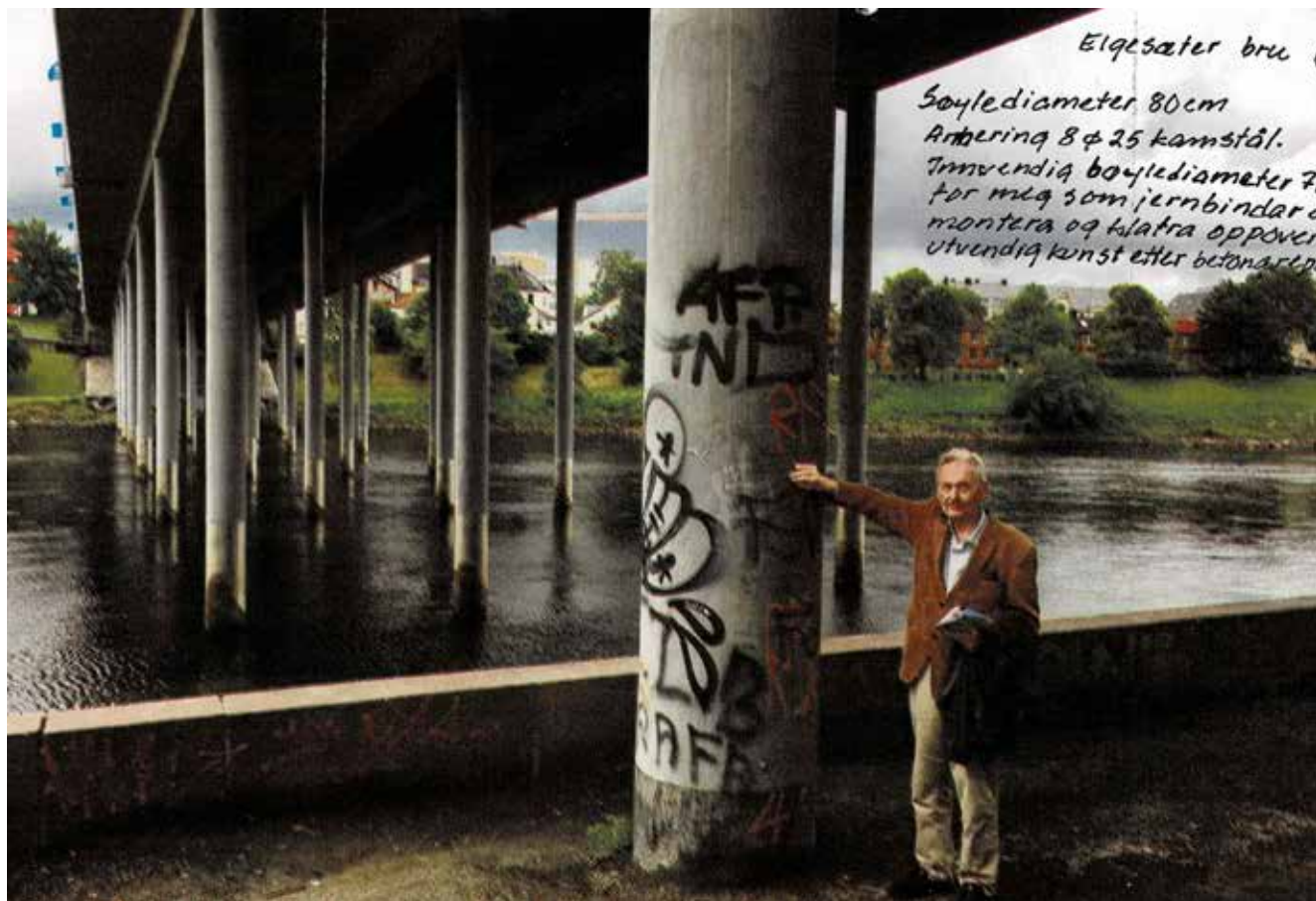
Yangtsekiang-vassdraget 2009. Etter diverse oppdrag i Norge bar det altså østover igjen, denne gangen på oppdrag for Norconsult. Oppdraget var å gi råd om utførelsen av to kraftverk i bielver til Yangtsekiang, med navn Guandi og Xiangxiaba. Jeg hadde levert et notat om Guandi. Så kom Norconsults kinesiske ingeniørgeolog og spurte om jeg kunne bli med til Kina for samme type oppdrag for Xiangxiaba. Begge steder dreide seg for meg om anleggsteknikken i utsprenkning og sikring av de enorme kraftverkshallene. På mitt spørsmål om hvorledes kineserne ville se på min 81 års alder var svaret at den ville bli betraktet som en fordel. I tillegg til Norconsults kinesiske ingeniørgeolog Ziping Huang hadde vi også med en ingeniørgeolog fra NTNU. Vår oppdragsgiver var dette enorme entreprenørfirmaet som hadde bygd verdens største kraftverk, «De tre kløfter». Turen dit gikk via Shang Hai og Chengdu. Turen videre var på en helt moderne motorveg til byen Yibin, ved utbyggingselva, en sideelv til Yangtse.

Det kraftverket var totalt på 6000 MW, halvparten i fri-luft og den andre halvparten, som vårt oppdrag gjaldt, i fjellhaller der oppdraget for meg var utsprenknings- og sikringsarbeidene.

Den dominikanske republikk 2010

Kraftverket Las Placetas. Altså vestover igjen. Dette var et brasiliansk-eid totalprosjekt, det vil si også med brasiliansk design fra et konsulentfirma i byen Belo Horizonte, tilfeldigvis et som jeg hadde arbeidet sammen med og kontrollert for den tidligere nevnte store kraftlinja i Nord-Brasil. Dessuten var Las Placetas-prosjektet som nevnt eid og finansiert av et av de største brasilianske entreprenørfirmaene (Andrade Gutierrez) uten internasjonal anbudskonkurranse. Slike prosjekter er, med sine milde gaver meget populære hos mottakerorganisasjonene, mens det er den arme befolkningen som til slutt må betale regninga.

På bakgrunn av et allerede utført kraftprosjekt der dette hadde blitt tydeliggjort for republikkens president, hadde han bestemt at Las Placetas skulle granskes av et uavhengig utenlandsk konsulentfirma. Det oppdraget ble via Odd Lindals forbindelser gitt til mitt firma «Ingeniør K. O. Dahl, Asker», som da måtte presentere alle forlangte dokumenter, gyldig registrering, betalte skatter etc. fra Brønnøysundregistret. Papirene med min signatur måtte også være stemplet hos norsk Notarius Publicus og i Det norske utenriksdepartementet. Det skulle dessuten underskrives av meg personlig i Santo Domingo. På grunn



Elgesæter bru inspiseres i 2018. 68 år etter jernbinderpraksis samme sted. Brubetongen reparert etter alkalisk angrep, men så tilgriset av «Kunstnere».

av at jeg da var reist hjem, godtok de til slutt likevel at Odd Lindal etter likeens formell fullmakt skrev under dokumentene for meg i Santo Domingo.

Siste oppdrag i 2014

Som avslutning av denne internasjonale karrieren fikk jeg fra en annen gammel bekjent, Terje Holm Nygaard, da i SKS, Salten Kraftsamband, noen spørsmål om de to kraftverksprosjektene «Smibelg» og «Storovatn» i Rødøy kommune på Helgeland. Smibelg tar til og med litt vann fra Lurøy kommune der jeg er født, og fra det området der vi hadde sommerbeite for sauene våre fordi øya vår, Onøya, var helt nedbeitet av kyr. Nærmere sitt utgangspunkt er det vanskelig å komme. Disse kraftverkene er nå under bygging av entreprenøren Hæhre, men uten noen som helst form for deltakelse fra meg. Men det kan her nevnes at Terje Holm Nygaard, bortsett fra sin perio-

de som anleggssjef på flere Furuholmenanlegg, blant annet Altaprosjektet, (og i tillegg til å ha deltatt som praktikant under bygging av mitt anlegg Deg-dammen i Sira Kvina under oppsyn av Ivar Torblaa i NGI), gav han Torblaa og meg et stort oppdrag i forbindelse med Skjerka og Heddersvika-dammene for Agder E-verk. Innen kraftutbygging var vi, og mange flere som delvis er nevnt i disse «Erfaringer», alle gjengangere.

Etterord

Noen av oss har av forskjellige grunner vært heldigere enn andre. Jeg og mine nærmeste årsklasser i Harstad var for unge til å delta aktivt i motstandskampen 1940-1945, som vi dermed kom uskadd fra, bortsett fra ubehaget med okkupasjonen. (Vår familie ble av tyskerne kastet ut av boligen på kort varsel i alt 4 ganger, først fra eget hus og så fra midlertidige boliger 3 ganger, i to av



disse sammen med våre verter. Dette skyldtes ganske enkelt at antallet tyskere, ca. 15.000 ved opptelling i 1945, i Harstad-området under okkupasjonen var over dobbelt så stort som antallet sivile nordmenn.

Og så har vi vært så heldige å få delta som ingeniører i både den store kraftverksperioden fra 1950 årene, og i den like store offshoreperioden etterpå, med stadig stigende velstand for Norge, og for oss som ennå godt husker egen families sparsomhet og skolekameraters fattigdom i 30-årene. Selv må jeg nevne at jeg som ingeniør også fikk se og oppleve den store verden slik jeg drømte om fra lesing av bøker og blad som helt ung.

I likhet med de fleste kolleger i bransjen har Kristen Olav Dahl et forhold til Norsk forening for fjellsprengnings-teknikk, dels som deltager på ulike arrangementer, dels som foredragsholder.

Ved åpningen av Fjellsprengningskonferansen november 2014 kunne foreningens leder Heidi Berg overrekke Gullfeiselen 2014.

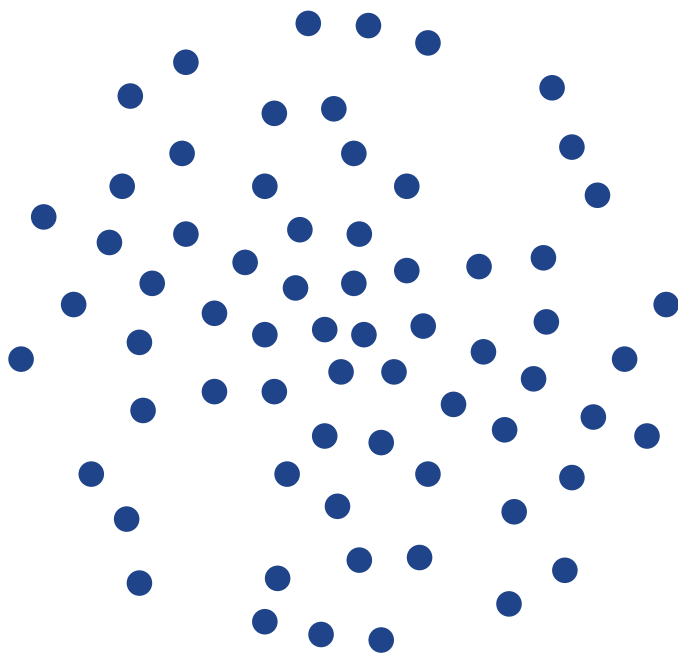
Informasjon fra Redaksjonskomiteen

Dette er et sammendrag av et lengre manus som redaksjonsutvalget mente kunne egne seg for en selvbiografi. Originalmanus inneholder navn på et stort antall kolleger/ikke kolleger i bransjen med kommentarer av personlig karakter. Dessuten omtales bedrifter/etater i det internasjonale bransjemarkedet med synspunkter som kan være interessante, men mindre passende i «Bergets beseirere», et synspunkt som forfatteren selv også har gitt uttrykk for.

For at den leserkretsen boken sikter mot ikke skal gå glipp av en interessant beskrivelse er det derfor laget dette konsentratet som gir et innblikk i en ingeniørkarriere, uten kommentarer av mer personlig karakter.



Foto: Antonio Alonso



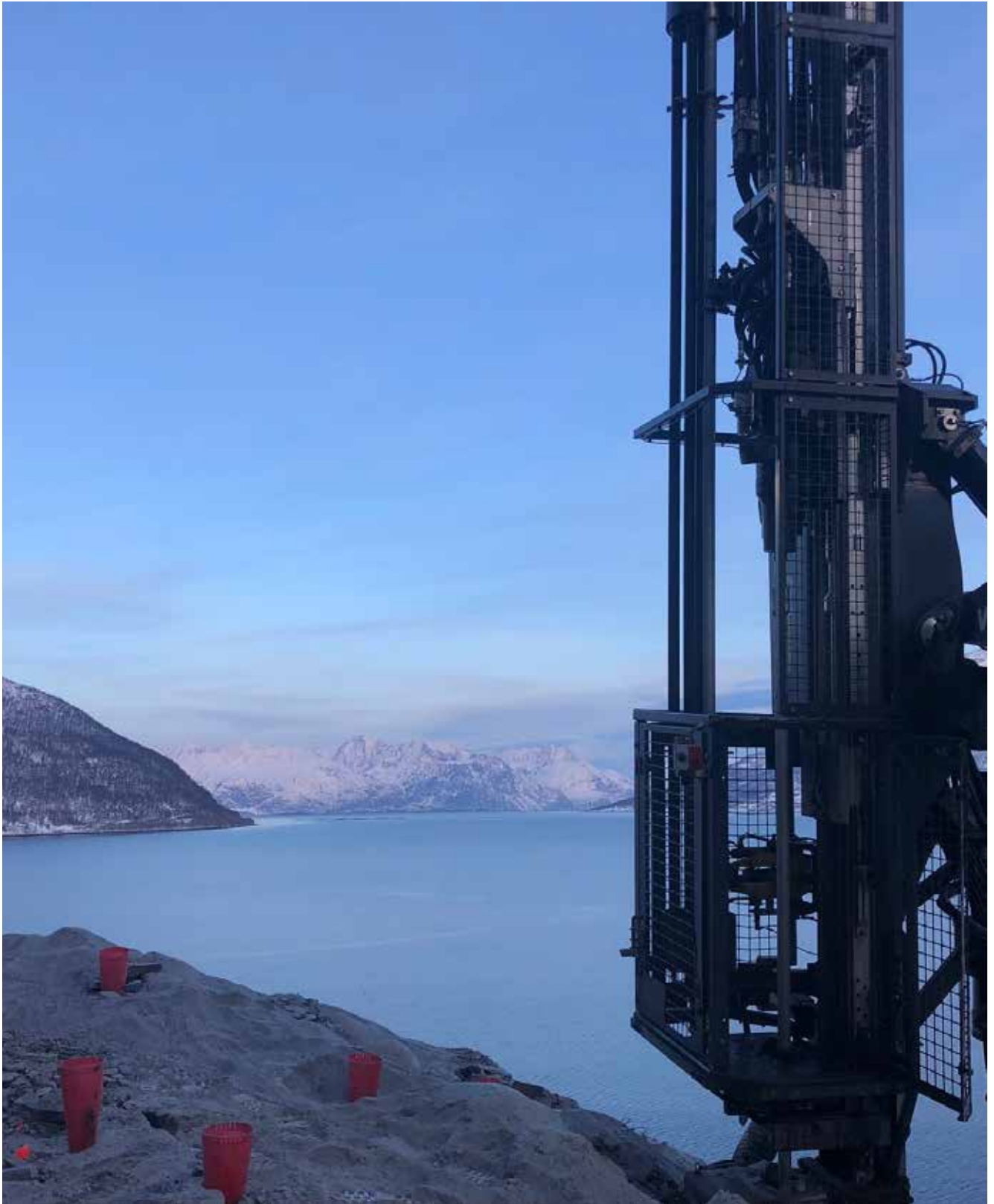


Foto: Haavard Andreas Yttri

NORDLANDSBANEN I FRED OG KRIG

Aslak Ravlo

Ikke først, ikke flest passasjerer, men lengst. Det tok 70 år fra start på La'mon til snorklipp i Bodø. Tar vi med forarbeid og meningsbrytninger tok det et knapt sekel, et løft for samfunnet og en dramatisk historie. Entusiasmer mener det fortsatt gjenstår oppgaver, en forbindelse med Ofotbanen, til Tromsø, helst lenger.

Jernbaner i Norge startet med privat initiativ og lokal entusiasme. Banestrekningene ynglet. Etter ca. 30 år kom Staten sterkt inn gjennom Norges Statsbaner. NSB, etablert 1883 som statlig virksomhet, omorganisert 1996 til statlig eid selskap med begrenset ansvar – NSB BA som i 2019 endret navn til VY (formelt Vygruppen AS) som har 4 virksomhetsområder i Norge og Sverige: tog, buss, godstransport, mobilitet og reiseliv. Det NFF er mer opptatt av: teknikk, utbygging, anleggsvirksomhet og vedlikehold er aktiviteter lagt til det statlig eide selskapet Bane NOR SF.

Litt norsk jernbanehistorie

Selv om denne artikkelen handler om Nordlandsbanen tar vi med litt bakgrunnsstoff for å minne om den store innsatsen som er gjort for å etablere de nasjonalt viktigste norske banestrekningene. Fakta er i stor grad basert på kunnskap fra Norsk Jernbanemuseum/Bane NOR og NSB/Vy.

Hovedbanen, Oslo-Eidsvoll 67,8 km lang ble åpnet 1854.

Kongsvingerbanen, Oslo-Riksgrensen (Charlottenberg) 142 km åpnet 1862

Østre linje Ski-Sarpsborg 79 km åpnet samme år

Rørosbanen, 382 km fra Hamar til Støren åpnet som smalsporet bane i 1877

Dovrebanen, det startet med Hovedbanen. Den videre utbygging gikk i rykk og napp, først i 1921 ble strekningen som i dag er Dovrebanen, åpnet for trafikk Oslo-Trondheim.

Bergensbanen, i dag tenker mange på strekningen Bergen-Oslo. For Bane Nor gjelder det strekningen

Bergen – Hønefoss, 371 km med 143 tunneler. Et nasjonalt ikon idemessig lansert i 1870. Første etappe Bergen-Voss sto ferdig som smalsporet bane tretten år senere. Så fortsatte «drøftelsene» om linjevalg videre, sterkt påvirket av lokale interesser:

- 1894 linjevalg Voss-Tågavatni¹ (hestehandel). Vedtaket var det egentlige vedtaket om bygging av Bergensbanen og del av det store jernbaneforliket.
- 1898 vedtak om normalspor for samme. Dermed ombygging Bergen-Voss.
- 1906 Voss-Myrdal ferdig
- 1907 Gulsvik-Geilo midlertidig åpnet
- 1908 Geilo-Myrdal
- 1909 Hønefoss Gulsvik
- 1909 Offisiell åpning 27. november. Total lengde 371 km med 143 tunneler
- Strekningen Hønefoss – Roa sto ferdig samtidig og åpnet for trafikk til Oslo på Gjøvikbanen. Fra 1980 med tunnel gjennom Oslo sentrum ble Hønefoss – Drammen -Oslo et alternativ.

Strekningen Oslo-Bergen var 493 km. I dag ca. 20 km kortere, nå med Finsetunnelen på 10,3 km. som lengste. Når Ringeriksbanen gjennom Nordmarka engang står ferdig reduseres reisetiden betydelig.

Raumabanen 114 km ble åpnet i 1924

Sørlandsbanen til Kristiansand 365 km åpnet i 1938, frem til Stavanger ytterligere 234 km i 1944: Parseller var tatt i bruk tidligere. Deler av Flekkefjordbanen så tidlig som 1878. Strekningen vest for Kristiansand utmerker seg med et stort antall tunneler, flere fra 6 til 9 km lange. Nordlandsbanen.

Det er strekningen Trondheim-Bodø, i dag 726 km lang. Den ble åpnet i mange etapper, den første fra Trondheim til Hell som del av Meråkerbanen i 1892, den siste til Bodø i 1962. Ikke hestehandel, men iherdig kamp for bedre kommunikasjoner for svært viktige deler av landet. For Berg-sprengere noteres at det er 156 tunneler på strekningen, bare Sørlandsbanen med 190 har flere.

¹Bergensbanens høyeste punkt 1301,7 moh. lå ved Tågavatni i Ulvik kommune.

Da Finsetunnelen ble åpnet 16.mai 1993 ble traseen vest for Finse lagt om. Rettere, kortere og lavere. Høyeste punkt ligger nå på 1237 moh.

Ole Tobias Olsen «Nordlandsbanens far». Den første, mest iherdige, iverdige og taleføre supporter av jernbane for landsdelen. Ole Tobias, født 1830 i Dunderlandsdalen var en spesiell personlighet med interesser for natur, kultur og praktisk kommersiell aktivitet. Dette var i den moderne jernbanes gullalder. Industrilandene ledet an i utbygging av jernbanespor og industrien fulgte opp med nødvendig trekkraft, vogner og mer. Hos oss litt annerledes. Ingen norsk jernbanestrekning kan knyttes så sterkt til en forkjemper. Ideen om jernbane for rimelig og effektiv frakt av fersk og frossen fisk fra Lofoten til Sør-Norge kom etter et besøk i England i 1862 der han så at fisk ble fraktet med jernbane.

Ole Tobias utdannet seg til prest og dro tilbake til hjemfylket i 1870, mest av ikke-klerikale interesser. Han



Ole Tobias Olsen. Her med synlig tegn på Ridder av St. Olavs orden som ble tildelt i 1919.

samlet inn lokale eventyr, sagn og folketoner med et skarpt sideblikk for mineraler. I hjembygda fant han store jernmalmforekomster² og begynte på egenhånd å se på mulighetene for en jernbane for å frakte malm fra gruve til havneanlegg og sjøtransport. Første gang han luftet sine ideer for et stort publikum kom i Morgenbladet i 1872. Da var det fiskeeksporten som ble brukt som argument for en jernbane fra Nordland til St. Petersburg over Haparanda. To år senere foreslo han en jernbane fra Nordland og sørover til Trondheim. Nå var transport både av jernmalm og fisk del av hans argumentasjon. Selv tok han beina fatt, gikk hele strekningen og tegnet fremtidig trasé på kartet.

Ole Tobias som så muligheter, var ikke alene om jernbaneforslag. Flere, trolig de fleste steder i landet ønsket jernbaneforbindelse. samme år, 1874, ble det nedsatt en kongelig jernbanekommisjon som avgjorde hvilke baner som skulle bygges. Nordlandsbanen ble ikke med. I 1876 fikk teologen stilling som assistent ved jernbanens konstruksjonskontor.

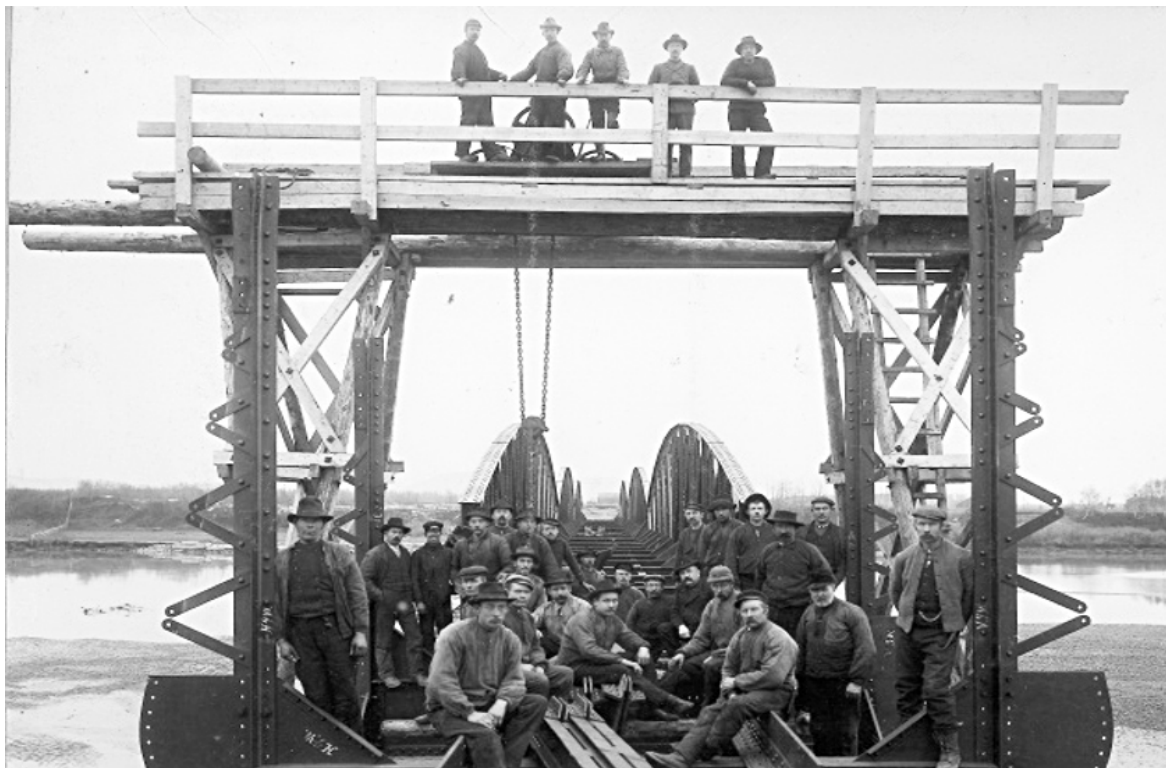
Nordland fylke nedsatte sin egen jernbanekomite i 1884, her var han med. Samtidig ble det nedsatt en departemental samferdselskomite. Ny motgang, jernbanekomiteen var negativ til bygging av jernbaner som ikke kunne begrunnes med "høyere statshensyn". En ny søknad, som han hadde skrevet, ble sendt i 1891, men heller ikke den utløste politisk vilje til jernbane nord for Meråkerbanen med unntak for Ofotbanen. Utbygging av det norske jernbanenettet var et sentralt tema for Stortinget. Stortingets arkiv med debattinnlegg viser dette. Veltalenhet, ingen overflod av manuskripter, fravær av informasjonsmedarbeidere og alltid en dragkamp om midlene distriktene mellom. Vårt ikon Bergensbanen var den stygge ulven i flere år. Omkamp er en velkjent sport i Norge. Mange nei til tross, det gikk ikke mange år før anleggsarbeidene på jernbane nord for Hell ble påbegynt.

Stortinget og jernbane nordover

Tiden omkring år 1900 var en sterk ekspansjonsperiode for jernbanenettet i Norge. Stortingets arkiver gir et godt inntrykk av at jernbanespørsmål var en sentral del i Stortingets virksomhet.

Saker til behandling var mangfoldige. Eksempelvis arbeidsforhold og lønsspørsmål, kanskje flytting av en stasjon eller melkerampe på Smålensbanen til beslutning

²Malmforekomster i Dunderlandsdalen var kjent fra 1799, forekomsten som knyttes til Ole Tobias var Ørtfjell. Rettighetene skiftet eiere flere ganger før den svenske Nils Pehrsson kjøpte nødvendige arealer for gruvedrift, videresolgt 1901 til det amerikanske Edison Ore Milling Syndicate som startet gruvevirksomhet gjennom Dunderland Iron Ore Company Ltd.(DIOC). Selskapets utskipningshavn i Gullsmedvik og den lokale banestrekningen for malmtransport ble tatt i bruk som del av strekningen nordover fra Mo.



Brobyggerne på Hell bro over Stjørdalselva. I bakgrunnen fagverksbuene.

om nye banestrekninger. Et kort innblikk i debattutskrifter viser taleferdighet av klasse og at lokalisering og distrikthensyn sto sentralt. Det store jernbaneforliket i 1894 berørte Bergensbanen, vårt nasjonale ikon som la beslag på mye penger, men som også omfattet vedtak om strekningen Hell-Sunnan. Forliket omfattet også Nordbanen (til Gjøvik), Flisa-Elverum og Arendal-Åmli. For Sunnanbanen kom det ulike vedtak om bygging behandlet i 1896, 1897 og 1898. Først ja til utstikking og planlegging, så ja til forarbeider og påbegynnelse før Kongelig resolusjon med planer og overslag var på plass og endelig i 1899 ja til stikking.

Hell-Sunnanbanen

Bru over Stjørdalselva³ som fremdeles er Nordlandsbanens lengste, ble begynnelsen på en strekning som veksler mellom fjellskjæringer og områder med leire og rasfare. Åpningen til Levanger 27.10.1902 ble markert med ekstratog fra Trondhjem med byens notabiliteter i møte med Inherreds trauste kjerne, flagg, flosshatter og festtaler.

I 1904 sto banen ferdig til Verdal. Trafikken mellom Trondheim og Verdal ble betjent med daglig to muligheter hver vei. Byggingen videre nordover fortsatte. Grunnforholdene var en utfordring. Berg eller leire. Lunnantunnelen, den lengste tunnelen på strekningen videre til Steinkjer ble drevet vinteren 1904-05. I Steinkjer skapte jernbaneplanene stor splid mellom de to bydelene på hver side av elven. Sørsia med fersk bybrann (år 1900) slapp lett. Den store Våttåbakk-skjæringen gjennom raet nord i byen ble brukt til å etablere nytt areal i sjøkanten på Sørsia, stort nok for jernbanens behov for diverse spor og bygninger. Grusen ble gravd ut for hånd med noe støtte av dampgravemaskinen "Saturnus", som var en av de første på norske jernbaneanlegg. På Nordsia med eldre bebyggelse måtte deler av bebyggelsen rives, gater fjernes eller legges om. Åpning av banen gjennom Steinkjer til Sunnan skjedde i framtidsoptimismens tegn den 14.11.1905 dagen etter valget av Haakon VII som konge.

³Da Meråkerbanen fra Hell mot riksgrensen skulle bygges var traséalternativene enten sør eller nord for elven. Kostnadene for bro ble vurdert som uakseptable, så sør ble valgt. At broen uansett ville komme trumfet ikke valget.



Bildet over til venstre er første Hell stasjon som del av Meråkerbanen, ark. Peter Andreas Blix, åpnet 1881, foto Marcus W. Noodt. Over til høyre Levanger stasjon, ark. Paul Due, åpnet 1902, foto Arnstein Rønning. Strekningen til Levanger var første del av jernbane nordover, dvs. fra Hell stasjon på Meråkerbanen. Nederst: Verdal stasjon. Ark. Paul A. Due Foto Terje Borud

Det stoppet ikke på Sunnan

Traseen Sunnan-Bodø var stukket i 1901. I 1908 ble det lagt en landsplan for jernbaneutbygginga, og her ble det vedtatt utbygging av strekningen videre til Grong. Lokal uenighet om valg av Beitstadlinjen eller Snåsalinjen, gjorde at banen ikke ble åpnet til Snåsa før i 1926 og til Grong i 1929. Det ble ansett som særdeles viktig å etablere forbindelse til kysten, Verdenskrigen 1914-18

hadde vist hvor avhengig Nord-Norge var av varetransport langs kysten. Sidebanen til Namsos bygd, den sto ferdig i 1934.

Mens trønderne kranglet om linjevalg, hadde Stortingets jernbanekomite i 1920 endelig dratt på befaring nordover helt til Tromsø. Nordlandsbanen fram til Bodø ble tatt med i jernbaneplanen i 1923, men noen dato for ferdigs-

tilling ble ikke vedtatt. Året etter døde Ole Tobias, sikker i troen på at jernbanen raskt ble ført fram til Bodø. Det skulle gå nesten 40 år før den nådde målet.

I 1908 ble det lagt en landsplan for jernbaneutbygging der det ble vedtatt utbygging av strekningen videre til Grong. Uenighet om trasevalg gjorde at banen ikke ble åpnet til Snåsa før i 1926 og til Grong i 1929. Sidelinjen til Namsos ble åpnet i 1933, og her var båtforbindelsen nordover viktig. Veiforbindelsene mellom Nord-Trøndelag og Nordland var lenge heller dårlige.

Det er fra første del av 30-tallet at forfatteren av denne artikkelen føler seg som et tidsvitne til trafikkbildet for



Kartutsnittet viser i grove trekk trasé for Nordlandsbanen. Med Trondheim som utgangspunkt startet jernbaneutbygging med Meråkerbanen mot Sverige, 102 km lang, som sto ferdig 1881 til Storlien på svensk side av grensen. Banestrekningen nordover fra Hell med første etappe til Levanger sto ferdig i 1902, Verdal 1904, Steinkjer og Sunnan 1905. Nordlandsbanen var lenge en drøm. Banen nordover nådde Mosjøen i Nordland først i 1940.

jernbanen nord for Trondheim i perioden 1934 – 48. Det startet med barnepiken. Hennes far var sentral person på Steinkjer stasjon.

Ekskursjoner dit ble et rituale fra 3-4 års alder. Lyden fra jernbanetelegrafen ble som musikk, sporvidde barnekunnskap, at en voksen mann i jernbaneuniform med spesialhammer gikk langs togene og banket på hvert eneste vognhjul ble forstått, at navnet på jernbanestasjonene fra Steinkjer til Trondheim var viktigere enn bibelhistorie selvsagt.

I krigsårene var det først troppetransport nordover med norske ungdommer fra IR 13, så grønnskledde som snakket tysk, litt senere samme sort sørover med spekesildunk under armen for kortvarig hjemmebesøk. Så strømmen av landsmenn fra Finnmark og Nord-Troms som ble fordrevet og kunne berette om brutalitet med bisarre historier under et kvarters opphold av ettermiddagstoget sydover. En periode der soldater fra nordfronten ble overført til vestfronten. De siste kom marsjerende, åpenbart fornøyd med det. Det ble fred, trafikkbildet endret seg, interessene også. Gymnasiastene moret seg med tur til stasjonen og kveldstoget med mulighet for forsiktig flirt.

Grong-Mosjøen

Anleggsarbeidene ble gjennomført i perioden 1935-39, en periode fortsatt preget av økonomiske vanskeligheter og arbeidsløshet. Anleggsarbeidet pågikk likevel stort sett sammenhengende, dels med bevilgninger til nødsarbeid, dels bevilgninger til jernbaneprosjektet.

Høsten 1939 sto det meste klart. Enkelte strekninger manglet «grusing» og skinnelegging. Den moderne stasjonsbygningen for Mosjøen hadde stått klar i flere år. Med 9. april 1940 og krig i landet stoppet jernbaneutbygging midlertidig opp. Det varte ikke lenge. Okkupantene, i samarbeid med sentralledelsen i NSB, brukte ikke lang tid til å prioritere restarbeidene på Grong-Mosjøen-strekningen. Gjenstående oppgrusing og skinnelegging var klar for åpning allerede i juli 1940 med snorklipp og musikk i nærvær av både Generaloberst Falkenhorst, Rikskommisær Terboven, NSB-ledere og ikke minst tyske propaganda-ressurser. Nye 186 km av strekningen Grong - Fauske på 455 km var klar for driftsfase. Anleggsarbeidet mot Mo i Rana fortsatte.

Høsten 1939 sto det meste klart. Enkelte strekninger manglet «grusing» og skinnelegging. Den moderne stasjonsbygningen for Mosjøen hadde stått klar i flere år. Med 9. april 1940 og krig i landet stoppet jernbane-



Til venstre Grong stasjon åpnet 1929 som ny endestasjon. Foto Njål Svingheim/NSB. Mosjøen stasjon til høyre. Bygningen ble oppført i 1935, formelt åpnet 5. juli 1940 sammen med banestrekningen Grong-Mosjøen.

utbygging midlertidig opp. Det varte ikke lenge. Okkupantene, i samarbeid med sentralledelsen i NSB, brukte ikke lang tid til å prioritere restarbeidene på Grong-Mosjøen-strekningen. Gjenstående oppgrusing og skinnelagging var klar for åpning allerede i juli 1940 med snorklipp og musikk i nærvær av både Generaloberst Falkenhorst, Rikskommisær Terboven, NSB-ledere og ikke minst tyske propaganda-ressurser. Nye 186 km av strekningen Grong - Fauske på 455 km var klar for driftsfase. Anleggsarbeidet mot Mo i Rana fortsatte.

Tilpasning og samarbeid

I de første dagene etter invasjonen i april 1940 måtte togledelsen tilpasse trafikken ettersom fronten beveget seg nordover og vestover. Etter kapitulasjonen fortsatte driften som vanlig med det unntak at transporter av tyske tropper alltid skulle ha fortrinn.

Etter at Kongen, Kronprinsen, Stortingspresident og representanter fra embetsverk og forsvar forlot Norge om bord krysseren Devonshire med kurs for Storbritannia, sto Høyesterett igjen som landets øverste organ. Allerede i slutten av april var det etablert et Administrasjonsråd, og en erklæring om lojalt samarbeid med de tyske myndighetene ble gitt til Josef Terboven.

Høsten samme år ble «Lojalitetserklæringen» undertegnet av Industriforbundet og «landets styre» der «enhver norsk borger eller selskap var lovmessig berettiget til å slutte kontrakter med okkupasjonsmyndighetene om ethvert arbeid eller enhver prestasjon innen rikets område».

Lenge før hadde NSBs ledelse opprettet sitt Centralkontor sammen med tyske militære, under navnet Transportkommandantur. Herfra ble all transport av tyske tropper, våpen og ammunisjon samt krigsfanger og jødedeportasjonene styrt. Også i distriktene ble det opprettet Ortskommandantur med Bahnhofsoffizier og Ausladekommissar. Det ble også opprettet enkelte Bahnhofskommandanturer, f.eks. i Trondheim. Stillingene som generaldirektør, driftssjef, banesjef og maskinsjef var besatt av norske jernbanefolk som hadde hatt tilsvarende stillinger før krigen. For okkupantene hadde utbygginga stor militær betydning da deres plan var å bygge jernbanen fram til Kirkenes. NSBs planer for modernisering og utbygging omfattet dette:

- Ombygging fra smalspor til normalspor for banestrekninger i Stavangerregionen.
- Forlengelse av Sørlandsbanen fra Kristiansand til Moi
- Ombygging av Rørosbanen til normalspor Koppang-Støren
- Ombygging Vestfoldbanen til normalspor Larvik-Eidanger
- Elektrifisering av Østfoldbanen Dilling-Halden
- Nordlandsbanen Grong-Mo i Rana
- Ferdigstille Flåmsbanen

Mo i Rana - Fauske

Stikning av banen mellom Mo i Rana og Fauske ble igangsatt på nyåret 1942 med NSBs egne folk. Planen var å legge banen i en ny trasé langs Ranaelva, men Eisenbahnkommando Norwegen bestemte at banen



Mo i Rana stasjon bygd i 1942. Foto: Bane Nor Eiendom. Ark. Åsmund Dahl

skulle følge den gamle gruvebanen til Dunderlandsbanen uten å gjøre forbedringer. Fra Gullsmedvika/Storforshei ble det satt inn store mengder krigsfanger underlagt Organisation Todt (OT). Langs strekningen Mo i Rana – Fauske lå det 28 leire i tilknytning til jernbaneanlegg. Krigsfangene bygde banen videre fra Storforshei til Grønfjelldal, der det var åpning i april 1943. Krigsfangene ble brukt av de tyske anleggsfirmaene, disse hadde tatt med seg store mengder maskinelt utstyr som etter krigen ble stående igjen. Dette var anleggslokomotiver, lokomobiler, gravemaskiner, kompressorer, beltetraktorer, vinsjer og betongblandere.

Fra Lønsdal faller banen mot Rognan gjennom mange tunneler. Fjellet her måtte renskes for rasfarlige fjellmasser, et komplisert og farlig arbeid som foregikk over flere år. Nord for Rognan er det igjen mye leire i grunnen, noen steder så dypt at det var vanskelig å få fundamentert bruene.

Mot Fauske går banen i bratte fjellsider med mange tunneler og et parti på strekningen ble betraktet som Nordlandsbanens farligste inntil ny, lang tunnel ble bygd i 1983. Ved Finneidstrømmen gjorde tidevannsstrømmen arbeidet til et kappløp mot flo og fjære. Stasjonsområdet på Fauske består av leire og myr som førte til ras under bygging. Anleggsarbeidet for Mo-Fauske, 177 km, ble



Til venstre Lønsdal stasjon. Ark.G.Hoel/M.Løken. Foto Bane Nor Eiendom. Stasjonen ble åpnet 1947 som ny endestasjon for Nordlandsbanen. Til høyre Fauske stasjon, ark.Øyvind Ramstad. Foto Bane Nor Eiendom. Stasjonen åpnet i 1958 også som ny endestasjon.

ledet av Oberbauleitung Nordlandsbahn med administrasjon i Mo i Rana. Den var delt i seks mindre avdelinger, Baulos, og tildelt nummer fra 11 til 16. Sjefer for de enkelte avdelinger var norske ingeniører og arbeiderne var fordelt mellom OT og NSB. Banen fram til Fauske ble åpnet 1. desember 1958. NSB ansatte både ingeniører, kontorpersonale og norske arbeidere på hver avdeling, mens de fleste norske bedriftene underskrev avtaler med OT. Alle de tyske og østerrikske firmaene underskrev avtaler med OT. Det var mellom 15 og 21 tyske, og 4 norske byggefirmaer engasjert i arbeidet. NSB ansatte både ingeniører, kontorpersonale og norske arbeidere på hver avdeling, mens de fleste norske bedriftene underskrev avtaler med OT. Alle de tyske og østerrikske firmaene underskrev avtaler med OT.

NSB ansatte både ingeniører, kontorpersonale og norske arbeidere på hver avdeling, mens de fleste norske bedriftene underskrev avtaler med OT. Alle de tyske og østerrikske firmaene underskrev avtaler med OT. Det var mellom 15 og 21 tyske, og 4 norske byggefirmaer engasjert i arbeidet. Høyeste sysselsettingsnivå var høsten 1944 med 18.000 mennesker, de fleste krigsfanger. Bare en av de 6 planlagte avdelingene sto ferdig da krigen sluttet, Baulos 11, fra Mo til Dunderland.

Dunderlandsbanen

Dette var en privat jernbane anlagt for å frakte jernmalm fra Storforshei til havna i Gullsmedvika nord for Mo i Rana. Gruvedrift i malmforekomstene i Dunderlandsdalen begynte i 1823. År 1899 tok Dunderland Iron Ore Company Ltd (DIOC) over virksomheten. Anlegg av jernbanen kom i gang i 1902 med materialer til bruene som kom dels fra Amerika dels Russland. Et amerikansk ingeniørfirma bygde banen. I tillegg skulle det bygges knuse- og havneanlegg og maskinhus. Ved Gullsmedvik stasjon ble det bygd lokomotivstall, svingskive, vanntårn og verksted. Det samme ble bygd på Storforshei, men det ble det ikke svingskive, bare trekantspor. På det lille tettstedet Mo vokste antall innbyggere voldsomt. Banen gikk på sørøstsida av elva og krysset denne med to bruer. Før utskipningshavnen i Gullsmedvika gikk den gjennom ei stor skjæring der det ble satt inn dampdrevne anleggsmaskiner. Skinnelegginga var ferdig høsten 1903. Drifta startet i 1904 og lokomotiver og vogner ble anskaffet både fra engelske og norske fabrikker. Banen hadde ikke konsesjon for persontrafikk, men lokalbefolkninga langs banen fikk reise gratis med godstogene. Gruvedrifta var planlagt med 5-6 malmtog i hvert skift, men realiteten ble 4-5 tog i uka de første årene.

Banen var i drift i 1904-09, 1924-31 og 1938-39. Bare perioden 1938-39 svarte til økonomiske forventninger. Aktivitetene rundt gruvedriften ga arbeid til mange og førte til at innbyggerantallet i det det den gang lille tettstedet Mo økte betydelig.

Planen for Nordlandsbanens trasé gjennom Mo ble vedtatt i 1924. Banen skulle gå langs sjøen og videre nordover gjennom Gullsmedvik. Ved Gullsmedvik måtte det tas ut en meget stor skjæring for å komme videre nordover, og det ble satt i gang nødsarbeid fra 1923. I 1941 fikk DIOC pålegg om å sette lokomotiver og vogner i stand til bruk på Nordlandsbanens anlegg. Året etter ble banen tilknyttet Nordlandsbanen med NSB som operatør. Banen ble overtatt av NSB i 1947. Den gamle banen var bygd med krappe kurver og hadde en dårlig standard. NSB oppgraderte senere strekningen til normal NSB-standard, nye tunneler og nye bruer.

Fauske-Bodø - første fase et mellomspill

Strekningen ble formelt på begynt i 1942. I realiteten og i samsvar med bestemmelser fra okkupanten ble ressursene flyttet til fremtidig linje nordover fra Fauske.

Ved fredsslutning i mai 1945 og ny hverdag sto oppgavene i kø. Før arbeidene på strekningen Fauske-Bodø kunne gjenopptas var det internasjonale politiske bilde endret. Et påtvungent samarbeid mellom Russland og USA tok slutt. I tur og orden ble det øst mot vest, Jernteppe, Marshallhjelp og NATO. Infrastrukturprogrammet og forsvar sto sterkt. Ny militær storflyplass i Bodø fikk prioritet foran ny banestrekning. 200 av NSBs vante anleggsarbeidere og store anleggsmaskiner arbeidet der i fem år. Først i 1956 ble anleggsarbeidet på banen gjenopptatt, en utfordring med vanskelig terreng og bergkvalitet. To av tunnelene, Svarthammeren og Blåhammeren, går gjennom så dårlig fjell at fortløpende utstøping med betong mens driving pågikk var nødvendig. I en annen tunnel, Hopslia, smuldret fjellet da det kom luft til. Massen måtte graves ut med spade.

I en fjerde tunnel stoppet driving i en vid sleppe. Jordmassene måtte fjernes med håndgraving og uttransport direkte i friluft. Stasjonstomta i Bodø skapte problemer, her var leira så tyntflytende at bulldoserne satte seg fast. To arbeidere mistet livet i et leirras under arbeidet med å få løs en fastkjørt gravemaskin der. Drenering og et tjukt lag skjellsand ble planert over hele tomta og belastningsprøver måtte til.



Anleggsarbeid på Bodø stasjon 1960-61. Norsk jernbane-museums samling.

1. desember 1961 rullet det første godstoget inn på stasjonen og Kong Olav 5 åpnet banen offisielt 7. juni 1962. Hverdagen viste raskt at strekningen var viktigst som godsbane og for lokaltrafikk nær tettsteder.

Mørke spor

Norsk Jernbanemuseum har laget en presentasjon om anleggsaktivitet og andre forhold rundt Norges Statsbaner NSB i okkupasjonsårene 1940-45. Tittelen gjenspeiler en traumatisk historie som i stor grad knyttes til utbygging og drift av Nordlandsbanen under andre verdenskrig. Historien viser en hensynsløs behandling av mennesker, svik og heltemot, men først og fremst den tragiske skjebnen til ti-tusenvise av krigsfanger og motstandsfolk fra mange land.

Mørke spor slik Utstillingskatalogen usminket angir, speiler NSB-ledelsens villighet til å tilpasse seg okkupantens ulike ønsker, det være seg utbygging av jernbanenettet, transport av krigsmateriell, tropper fanger og politiske motstandere. Alskens unnskyldninger trumfet åpenbart personlig ansvar. Parallelt er det fastslått stor innsats på den nasjonale motstandssiden der ansatte i ulike posisjoner utsatte seg for risiko med de alvorligste konsekvenser.

Okkupasjonsårene var en økonomisk gullalder for NSB, stor trafikk betalt av okkupantene gjennom trekk på konto

i Norges Bank (våre penger). Aktørene i jernbanens krigshistorie var okkupantene, i hovedsak Wehrmachts Jernbanepionerer, Eisenbahnkommando Norwegen, Organisasjon Todt (OT), Gestapo, Rikskommissaren, NSBs ulike avdelinger, tyske-, østerrikske- og norske entreprenører med ansatte og leverandører.

Fauske – Drag “Polarbahn”

Drag ligger på vestsiden av Tysfjord i Hamarøy kommune, ca. 10 mil syd for Narvik. Ikke langt fra vårt nasjonalfjell Stetind. Ianene til Hitler gikk ut på en utbygging av jernbanelinjer på strekningene Mo-Fauske-Narvik og Nordreisa-Kirkenes, helst videre til Murmansk med tanke på Lebensraum i det Germanske stortyske riket. Hitler brukte betegnelsen “Den arktiske jernbane” (Die Polarbahn) på hele prosjektet, men strekningen i Finnmark ble droppet til fordel for utbygging av Nordlandsbanen. Etter nyttår 1943 startet arbeidet nord for Fauske. Her var det Organisation Todt som sto for utbyggingen.

Strekningen var delt inn i 12 mindre avdelinger. På den 147 km lange strekningen var 18 tyske- og østerrikske- og to norske byggefirmaer engasjert fra oktober 1943. Strekningen består av mye fjell og for å framskynde tunnelarbeidet ble det brukt moderne, elektriske boremaskiner. 16 kraftverk ble påbegynt, fem sto ferdig da krigen sluttet. Hver tunnelgruppe besto av 19 personer,

to tyskere var skiftleder og formann, en sivil, utenlandsk medhjelper og 16 krigsfanger. Av krigsfangene arbeidet seks med boring, ti utførte lastearbeidet. I fjellknusinga utenfor tunnelene kunne det være så mange som 42 personer i arbeid, en tysk formann, to "Vorarbeiter" og to sivile hjelpere, 37 krigsfanger som knuste og lastet steinmassene. Arbeidet involverte over 7700 personer, over 5500 sovjetiske krigsfanger og over 600 tyske soldater i vaktteneste samt tyske sivile. Nord for Fauske sto 50 km ferdig i slutten av 1944. Da stoppet mye av arbeidet opp som en følge av mangel på bensin og olje.

Hva nå?

Innledningsvis nevnte vi ønsker om jernbane også i Troms og Finnmark. Nå i 2020 ser det ut som at ønskene om jernbane lever i beste velgående. Slik kostnadene har utviklet seg på norske jernbaneprosjekter i senere år vil økonomien ved nybygg nord for Fauske antas problematisk. Neppe enklere enn eldre analyser viste. På den annen side, det meste endrer seg. Det siste ord er ikke sagt?

Avslutningsvis Bodø og Trondheim stasjoner dagens endestasjoner for Nordlandsbanen:



Bodø stasjon ble bygd 1961, godstrafikk til Bodø startet i desember samme år mens den offisielle åpning med Kong Olav sommeren 1962. Bygningen er senere fredet som god representant for gjenreisningsarkitekturen i Norge. Ark. Sundby og Aalberg. Foto: Sune Eriksen



Trondheims stasjonshistorie er tredelt.

Først Kalvskinnet som endestasjon for Størenbanen åpnet som smalsporet bane i 1864, så Lademoen som endestasjon for Meråkerbanen åpnet i 1877.

Kalvskinnet stasjon ble endestasjon for Størenbanen som ble åpnet i 1864. I 1882 åpnet dagens Trondheim sentralstasjon for å betjene Meråkerbanen og Størenbanen fra samme sted. Bygningen ble kjøpt av det mosaiske trossamfunn i 1924 innviet som ortodoks synagoge samme år. I 1997 ble del av bygningen åpnet som Det Jødiske Museum i Trondheim. Foto: Cato Edvardsen

Fase 3 ble en felles stasjon for Meråkerbanen og Rørosbanensom ble åpnet 1909, klar for Dovrebanen i 1921.



Trondheim sentral. Ark. Paul Due. Åpnet 1881. Foto Terje Borud

Referanser

- Norsk Jernbanemuseums Dokumentarkiv.
- Faktaopplysninger fra dokumenter som omhandler utbygging i freds- og krigstid.
- Bane NOR, Nor Eiendom, NSB / Vy

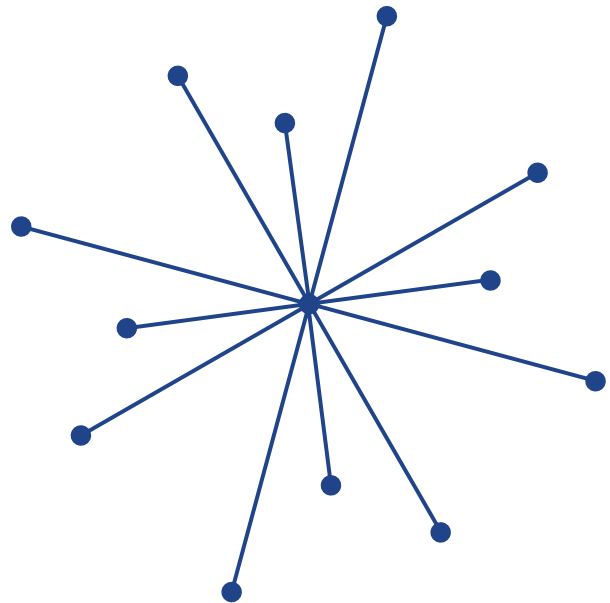




Foto: Magnus Leirheim Karlsen

VASSKRAFTEN – STERK «GAME CHANGER» I DET TYVENDE ÅRHUNDRET

Per Aftreth

I det minste er det en sterk korrelasjon mellom vasskraftutbyggingen og elektrisiteten i det tyvende århundret og den sosiale-, kulturelle-, politiske- og økonomiske endring som fant sted i denne perioden nasjonalstaten ble etablert. Min oppfatning er at disse endringene aldri hadde kunnet finne sted uten vasskraftutbyggingen og elektrisiteten – enkel sammenheng – årsak og virkning. Elektrisitet fra vasskraften og utbyggingen forandret den eksisterende situasjonen fullstendig. «Game changing» og «game changer» har mye til felles med begrepene entreprenørskap, entreprenør og «hacking» - å bryte seg inn i det bestående, rive det ned og bygge nytt basert på fremskrittet og restene. Mennesker og organisasjoner fra alle områder er i fronten av utviklingen fordi de er interessert i å finne nye veier for å heve sine prestasjoner – raskere og klokere. Albert Einstein uttrykker det enkelt: «Livet er som å sykle, du må ha fart for å holde balansen».

Vasskraften og utbyggingen av den akselererte Norge. Som medlem av dessertgenerasjonen fikk jeg mulighet til å vokse opp og arbeide på noen av de stedene hvor vasskraftutbyggingen endret samfunnet mest. 15 år i Tydal, 4 år i Øvre Sirdal, 3 år på Namsskogan, 4 år i Bykle, 4 år på Dokka og litt tid i Rendalen. På det beste var jeg en del integrert i disse samfunnene, men det varierte. I Tydal levde jeg i 6 år i det gamle samfunnet, før den store Nea-utbyggingen startet. Dermed opplevde jeg to eventyr og en enorm samfunnsendring. En av legendene i anleggsvirksomheten, Jacob Kielland svarte slik på spørsmålet om hvorfor han fortsatte ute på anlegg etter at han hadde fylt 60 år:

«Eg vil helst vere der pengane blir brukt»

Tydal i fortid

Tydal er en både stor og liten grensebygd mot Sverige som grenser mot Selbu og Holtålen og de tidligere industrikommunene Røros og Meråker. Bygda er stor på areal og natur, hvor fjellområdet Sylan hovedsakelig er lokalisert. Vassressursene er vesentlige. Fram til 1970-årene hadde bygda dårlige samferdselsårer. Likevel

vesentlig bedre enn Øvre Sirdal. Fram til kraftutbyggingen på 1950- tallet lå folketallet stort sett mellom 600-800. Lyrikeren Theodor Caspari (1853-1948) beskriver tydalingen slik i en artikkel i Aftenposten i 1917:

«I hele mitt lange liv har jeg ikke truffet norske bønder som sterkere enn tydalingene fører tankene hen på Bjørnsons bondefortællinger. Der er over dette bygdefolk noget saa friskt og uberørt, noget så opprindelig, saa liketil elskverdig – samtidig med at de alle uden undtakelse viste seg at sitte inde med mere end almindelig læsning - at føle mig hensat til en forgangen tids menneskeslag. Fra denne ensomme bygd kunne Bjørnson, om han hadde levet, endnu den dag i dag ha hentet sin bondelivsskildring»

Caspari hadde kanskje et lite snev av eufori den dagen. Den svenske forfatteren Tomas Boberg hadde en litt annen oppfatning av bygda etter en reise i 1940:

«Här är förvisso en bland Norges märkligsta avsides liggande bygder, en bygd som ännu ståndaktig lever sitt liv for sig.....»

Forfattere og antropologer har ofte gjort en enkel reise med tog eller karjol gjennom land eller bygder, og etterpå har det blitt bok eller vitenskapelig avhandling.

Imidlertid, det har vært samferdsel og kommunikasjon gjennom Tydal i hele middelalderen og fram til nå. Av de fire senter for pilegrimsreiser i verden er Nidaros (Trondheim) og domen det nordlige senter, og danner sammen med Jerusalem, Compostella i Spania, det vestlige, og Roma knutepunktene. En av rutene fra øst gikk gjennom Tydal. Også Falkberget beskriver ferdseilen av særlig arbeidsfolk fra Sverige til Røros i sine romaner. Videre reiste tydalingene ut på gruvedrift både til Røros, Meråker, Kjøligruver, til Selbu Kobberværk, og til Sveige på tømmerhogst. Slik fikk tydalingene impulser utenfra. Så mange emissærer fant ikke veien dit, sannsynligvis på grunn av dårlige veier og bekvemmelighet. Disse forholdene er sikkert en av årsakene til at tydalingen hverken oppleves spesielt mistenksom, misunnelig eller manisk.

Fram til 1950-årene var naturalhusholdning livsgrunnlaget. Husdyrhold basert på storfe, sau, særlig geiter og ispedd elg, rein, fjellørret, rype, røye og masse bær, særlig multer. Enorme beiteområder og seterhold høyt til fjells gjorde kvaliteten på maten ekstrem høy. Det helserike fett i tydalskosten den gang ville gjort en kostholdsekspert (med vitenskap som bakgrunn) i dag målløs. Fertiliteten, opptil 14 barn fra samme ektepar over en lang tidsbolk var vanlig, vitner om god helse. Når jeg mener jeg fortjener noe ekstra, er selvlaget grytestek av elg etter »Tydals-algoritmer» belønningen.

Forholdet til penger var enkelt – penger hadde vi praktisk talt ikke. Vi syntes at de gamle, trekkfulle skolebyggene fra midten av 1800-hundretallet var greie, kommunehus fantes ikke og kommuneadministrasjon ble gjort delvis frivillig – på dugnad. Nils Borge Romslo forteller om en analog situasjon i Bykle tyve år senere: «Da jeg kom hit som leder av kraftutbyggingen i Øvre Otra i 1976, var det 7 ansatte i kommunen inklusiv lærerne. Ikke alle på heltid. Da jeg reiste i 1984 var det 75.» Stor fart, og Bykle har holdt balansen – det har Tydal gjort også.

Et utvalg av mennesker, men ikke begrenset til, fra Tydal som før vasskraftutbyggingen flyttet grenser – Game Changers:

Erich Christian Dahl – E. C. Dahl (1814-1882) Han var en dominerende forretningsmann i Trondheim, og han spilte en stor rolle i byens politiske og kulturelle liv. Faren var fra Tydal og het Stugudal. Erich studerte i England, Tyskland og Frankrike. Omfattende donor og mesen i Trondheim og Tydal. Det finnes omfattende dokumentasjon. Han er en av to tydalinge som har kommet på sokkelen, se bildet.

-William H. Singer (1868- 1943), maler som arvet et stålverft i USA, solgte det og fikk mye penger, hadde relasjoner til europeiske kunstnere, og særlig til maleren Martin Borgord fra Gausdal som gav han nøkkelen til Norge. Flyttet til Nederland og videre til Norheimsund hvor han hadde gård med mange ansatte, bare fra Gudbrandsdalen. Fant naturperlen i hjertet av Tydals villmark, Ånøya og bygde hytte der, euforisk på fiske og jakt. Ånøya ble ofret ved etablering av Nesjøen, men Singers hytte er flyttet og bevart. Han hadde i en lang periode et godt forhold til bygdefolket og donerte mye penge både til Norheimsund og Tydal. Han var landskapsmaler, særlig trær, og er regnet som en post-



E.C. Dahl

impresjonist. Han har og har hatt utstillinger blant annet i New York, Washington og Nederland, og bidro til å bygge kunstmuseer i Laren i Nederland og et Singermuseum i Hagerstown, hjembyen i USA. Singer ble dekorert med St. Olavs orden med stjerne, Æreslegionen i Frankrike, Leopoldordenen i Nederland og National Academecian i USA. Arvid Møller har skrevet en biografi om Singer.

- Ingebrigt Trondsen Aas (1864- 1951)-Tunneltrondsen- som klarte å komme seg ut, ble tunnelbas og berømt for sin kompetanse og prestasjoner på tunneldriving, særlig jernbane. Ble dekorert av Kong Haakon 7. i 1921 og æresmedlem i Norsk Arbeidsmandsforbund – en av de sentrale krefter i etablering av Det norske arbeiderparti. Artikkel av Per Aftreth og Nils Borge Romslo» --Tydalingen Ingebrigt Trondsen Aas»

- Ole (1865-1947) og Jon (1856-1903) Aas fra Ol-Olsgarda startet lokalavisen» Selbyggen» i 1889 i Selbu, avisen som har blitt en levende kult i dalføret. Det sier kanskje litt om innstillingen til seg selv og omgivelsene at det måtte to tydalinge til for å ta sjansen på å starte en avis i nabobygda.

- Peder Aasgaard – Dovregubben (1898-?) – fra Ol-Olsgarda. Norge fikk sitt første entreprenørselskap innenfor bygg og anlegg i 1896, AS Høyer-Ellefsen. De første entreprenørselskapene ble etablert av ingeniører som hadde studert i utlandet, det vil si at de var teknologer. Organiseringen av arbeidet og ledelse var ikke særlig vektlagt i studiet, og erfaring hadde de lite av. Peder Aasgaard, en praktiker med god fysikk og lyst sinn, ble en drivkraft i Høyer- Ellefsen når det gjaldt organisering og ledelse av utbyggingen av store vasskraftprosjekter, da særlig Oslo Lysverkers prosjekter i Hallingdal. Høyer-Ellefsen ble ledende i Norge på vasskraftutbygging i hans periode.

- Lyng og Lysholm. På slutten av 1800-tallet kom det fire syklistere på tur til Tydal, Jørgen og Christian Lysholm og Andreas og Hagbarth Lyng. De kom fra «Trondhjems» absolutte intellektuelle og kommersielle elite. Alle fire kjøpte seg gårder i Tydal, og tre av dem giftet seg med tydalsjenter. Lysholm-guttene hadde bygd to vasskraftverk i Stugudal før 1910. De drev kommersiell virksomhet, var innovatører og mesener. Lysholm-navnet er fortsatt kjent globalt. De mest kjente fra Lyngdynastiet er John som ble statsminister, Thor Heyerdahl, samt Bjørn Lyng som ble entreprenør på mange områder og industribygger – globalt.

Hva er det ved alle disse, «Game Changers» som gjør at de forandrer oss og omgivelsene og flytter grensene? Først og fremst så har de ikke frykt. De føler nok frykt, men den hindrer dem ikke å gå ut i det ukjente. Ved å gå ut i det ukjente, gjør de feil som de bruker til læring som igjen brukes i nye skritt fremover. Nysgjerrigheten stimuleres. Risiko er for dem både negativ og positiv, og usikkerhet og risiko blir alltid vurdert før de velger. De nekter å gjemme seg bak normer og autoriteter – innovasjon er å gjøre ting forskjellig. De har lært seg å overvinne den autonome biologiske frykten for å få kritikk og gjøre feil og frigjør dermed energi og kognitiv kraft.

Tydal og vasskraften

Trondheim hadde bygd ut elvekraftverket Øvre Leirfoss (1898-1901) i Nidelva, og det initierte dannelsen av Trondhjems Elektrisitetsværk og Sporvei (TEV). For å dekke elektrisitet til et raskt voksende behov, var det nødvendig med langt mer kraft, og særlig vinterkraft. Planlegging og kjøp av fallrettigheter startet i Nea, elektrisitetsverkets hjertebarn, under første verdenskrig. Usikkerhet omkring behov og mangel på penger gjorde at det ikke ble noen utbygging før dambygging på Essandsjøen rett før andre verdenskrig. Det var imidlertid

bare en regulering som øket vinterkraftproduksjonen i Leirfossene. Finansiering og rettigheter til vann ble løst av en avtale mellom Stockholm elektrisitetsverk og TEV. TEV fikk vannet i Nea som soknet til Sveige og et lån på ca. NOK 150 millioner, anslått av meg til ca. 6 milliarder i dag. Svenskene fikk en avtale om kraftleveranse i 30 år, det utgjorde ca. halvparten av kraftproduksjonen. Lånet var tilbakebetalt i 1975.

Dermed startet det andre eventyret – i 1955. For min del gikk jeg direkte fra ett eventyr til et annet. Det var ikke bare «Game Changers» som preget Tydal i det første eventyret, bygda besto nesten bare av interessante profiler – originaler.

Beslutningene på de respektive plan om utbyggingen av vasskraften i Norge var følelsesladet og preget av mye forfektet moral, slik som nå. Men ikke særlig i Tydal. De fleste tydalinger så nok at skulle de gå ut av det eventyret de var i og over i det moderne, kunne det bare skje gjennom en sterk kraft utenfra. Det tyngste argumentet var arbeid og penger. De gjorde et valg, fikk bygda i bevegelse, og de holder balansen enda. I dag er Neavassdraget ca. 90% utbygd og produserer 2,6 Twh i et median-år, praktisk talt uten utslipp av klimagasser og til en produksjonskostnad på ca. 5 øre per kilowatt-time. Nærmere et perpetuum mobile er det ikke lett å komme. Vasskraften, kommunene Tydal og Trondheim, regjeringen og Stortinget var alle «Game Changers» i denne saken. Stortinget hadde tidligere vedtatt konsesjonslovene som sikret allmennheten en jevn fordeling av verdiene fra vasskraften. Det er vel bare rettighetene på en eventyr-stor sokkel fremforhandlet av en «Game Changer» i superklassen, Jens Evensen, som kan være mer verdifulle. Samspillet mellom fryktløse enkelt-individer, et sterkt demokrati og en sterk rettsstat samt den protestantiske etikk og kapitalismens ånd har på kort tid skapt en imponerende velferdsstat. Det skal imidlertid ikke så mye innsikt eller kreativitet til for å finne forbedringsmuligheter.

Iver D. Unsgård, Martine Lyng Unsgård og Tormod Moxness

Vasskraftutbyggingen skapte velstand for praktisk alle i Tydal, sikret Trondheim billig elektrisitet, gav landet eksportinntekt, utenlandsk valuta og ingen utenlandsgjeld. Uvant for yngre generasjoner, men for eksempel valuta for kjøp fra utlandet var en knapphet, nesten ikke tilstede – reiser for folk flest var ikke mulig og biler var ikke tilgjengelig. I ettertid er det mange som mener at naturinngrepet ble for stort.



Tormod Moxness



Martine Lyng Unsgård



Iver D. Unsgård

Det var mange individer som drev Nea-utbyggingen og resten av livet i Tydal framover på 1950-tallet, men en for oss på nært hold er det særlig tre som markerte seg spesielt – «Game Changers»:

- Iver D. Unsgård (1903-1993], tømmerhugger, anleggsarbeider og småbruker. Unsgård var ordfører i Tydal 1935-1937 og 1948-1958. Han var innvalgt på Stortinget fra Sør-Trøndelag 1958-1969, foreløpig som den eneste fra dalføret i nyere tid. Iver var nabo i 15 år. En aktiv mann, trygg på sine verdier. Autentisk i sin adferd, og han kunne være kompromissløs. Var i front for kommunen i forhold til staten, fylket og TEV. Han var klar på hvilken verdi som betydde mest for bygda – arbeid for alle – og så nok at vasskraftutbyggingen berørte den flotte naturen, men hadde god oversikt og kunne veie balansen mellom natur og effekten av vasskraftutbygging. Han var en kvalifisert og tung motpart til utbyggerens utbyggingsleder Tormod Moxness, på tross av at kommunen hadde en syltynn organisasjon – nesten ingen. Som innbygger hadde jeg et positivt syn på kommunens valg og utbyggers adferd, sentrale verdier ble lagt til grunn, arbeid, eiendomsrett, respekt, og å være sosial.

- Tormod Moxness (1898-1978), uteksaminert fra NTH (NTNU) i 1923 - mange år i TEV fram til 1947 da han ble overingeniør og leder av vasskraftutbyggingen. Han var prototypen på en vassbygger. Teknisk skolert, detaljert oversikt over de aktuelle vannressursene ned til den minste bekk etter uttallige befaringer, spartansk og

grådig. Utbygging var misjon for folk og land sammen med en religiøs overbevisning om at energipotensialet i vann måtte bli til elektrisitet. Moxness var tilstede i Tydal som anleggsleder allerede ved dambyggingen på Essandsjøen i 1939. Han opplevdes som en sterk autoritet - over både prest, doktor og lensmann.

- Martine Lyng Unsgård (1905-1988) var datter av en av syklistene, Andreas Lyng. Hun er den mest markante entreprenøren i Tydal i nyere tid. Å bygge hotell i Stugudal, Væktarstua i 1930, praktisk talt veiløs, innebar vel like stor negativ risiko som søskenbarnets Kon Tiki-ekspedisjon. I tillegg til utvikling av hotellet var Martine i front i organiseringen av blant annet veibygging, kirke og helseheim – en samfunnsbygger. Hun hadde insikt i adferdssykologi som gjorde henne omtykt som vertinne, alltid tilstede for å ønske velkommen, enda bedre til å ta farvel. Bygdefolk og samene i distriktet var flittige brukere av Væktarstua. Hun hadde noe av den samme innsikten i kundenes behov som Steve Jobs - enkelt og direkte er best.

Legenden

I min bevissthet er begrepet kultur et uttrykk for de grunnleggende antakelser og oppfatninger som deles av praktisk talt alle i en grend, bygd eller land, eller organisasjon for den del. Den opererer ubevisst og fungerer som et slags faktum når det gjelder for eksempel bygdas syn på seg selv, nabobygda og resten av omgivelsene. Disse grunnleggende antakelser og oppfatninger er innlærte responser på bygdas



Statuen til minne om John Berggård

utfordringer med å overleve, integreres og bli mere fornøyd – å dekke de menneskelige behov. Antakelser blir faktum når de løser disse utfordringene.

For at en bygd skal kunne få en forståelse av sine sterke og svake sider, og kunne gjøre bevisste valg basert på realistiske og rasjonelle vurderinger av interne og eksterne faktorer, er det nødvendig å kjenne og forstå sin egen kultur, og ikke minst ha en oppfatning av hvordan den blir til. Jeg har beskrevet noen «Game Changers» som har hatt betydning for Tydal. I en bygd med så lite administrasjon og formell ledelse, er det sannsynlig at det har vært store rom for individet og særlig for de som på ett eller annet vis markerte seg, fikk oppmerksomhet og tok plass. Disse har hatt stor betydning og gjort mye for at antakelser ble til praktisk talt sannheter.

De ypperste av originalene ble derfor legender eller helter. Det finnes sjelden dokumentasjon på hva de har

gjort, men mange historier og fremfor alt mytene. Om det er sanne historier eller myter har liten betydning når det gjelder kulturforståelsen. Historiene er delvis skapt av bygda, og beskriver hva folk tror på er hensiktsmessig adferd for å mestre livssituasjonen. Fortellingen har som regel humor, er kort og har et rikt og forståelig språk og er antropolog- språket helt overlegent.

Legendene personifiserer kulturen og kulturens verdier og blir en dynamisk rollemodell for folk i bygda.

Jo Berggård (John Berggård) (1889-1958), entreprenør på et mangfold av områder fra ligningssekretær og regnskapsfører via tømmerdrift til «altmulig» for Trondhjems Turistforening og TEV. Omtrent like mye skolegang som Knut Hamsun. Skytter, elgjeger og ekvilibrist på tydalsspråket. Hans replikker var lekne og elegante og utnyttet hele spektret i språket inklusiv bannskap – norsk og svensk. Ofte var uttrykkene selvironisk, Jo var sjelden sarkastisk overfor andre. Han var praktisk talt avholdsmann – ikke mange av dem i Tydal på den tiden. Enormt med energi, noe som kanskje kunne ha noe med at han bestandig var takknemlig og så noe positivt i det meste. Han opplevdes til ikke ha noen form for tilgivelse – det var ingen ting å tilgi. Som den andre tydaling har Jo fått sin statue på sokkel.

Det er sannsynligvis på grunn av respekt for Jo og kulturen i Tydal at det er ingen som har dokumentert mere om ham. På denne måten blir rollemodellen Jo dynamisk – den forandrer seg.

Historiene og min fortolkning

- Jo var en stayer. Han kunne holde det gående i dager i trekk uten kvil og søvn.

En vinter «etter krigen» arbeidet Jo på Sylsjøen for TEV. Han var også formann i skytterlaget. Han avsluttet arbeidet fredag kveld, gikk på ski ned til Ås i Tydal, ca. 40 kilometer i djupsnø i fjellet, arrangerte fest i skytterlaget lørdag kveld, ryddet og gikk opp igjen på ski til Sylsjøen – klar mandag morgen til arbeid.

- Jo og tydalingen på den tiden hadde liten respekt for eksamenspapir. Praktiske ferdigheter og sosial aksept var vektet høyere. Da den tyngste anleggsvirksomheten startet på 1950-tallet, kom det flere store entreprenørselskaper til bygda. Det største hadde en ung sivilingeniør fra NTH(NTNU) som anleggsleder. Jo drev tømmerdrift og fikk bestilling på tømmer for peler til brakkefundament. Dimensjon 10 tommer. Jo leverte, noe rotstort, og fikk

et kontant følelsesutbrudd fra anleggslederen. «10 tommer skal være midtmålt». Jo fikk sjelden panikk og svarte med ironi: »No har e målt tømmer i 30 år. Tømmer måles toppmålt, men e skjønner at e skul få høre fra en slik en som deg at tømmer skal midtmåles.»

- Jo hadde nok respekt for øvrigheten på den tiden – presten, doktoren, lensmannen og Moxness. Men, ikke mer enn for andre mennesker. Han modererte seg aldri på grunn av personen han møtte. På den tiden hadde Tydal en ruvende prest, to meter lang, to hundre og femti pund og dyp stemme med skarpe-r. Vi oppfattet han som streng og pietistisk. Jeg møtte presten på kirkegulvet til overhøring, ble skremt og gikk over til stotring. Presten var nok vel kjent med Jos omdømme, og da de møttes på butikken, prøvde han seg på en samtale:
«Hvordan går det med tømmerdriften i vinter da Jo?»
«De e fa'an i helvete samme rot-vinteren i år som i fjor»

- Jo var ikke gift og hadde ikke barn. Om dette føltes som et nederlag, vites ikke. På den tiden var årsaken til det å være ugift oppfattet som en fysisk eller psykisk mangel eller et brudd på en grunnleggende kulturell norm, verst for kvinner. Denne replikken tyder på at selv

Jo hadde litt selvmedlidenhet

Jo hadde skutt elg, ei elgku. Da han skulle stikke elgen, gjorde den et byks slik at Jo ble liggende under. Først med jaktkameratenes hjelp kom han seg løs. Da det ble antydnet at det måtte være «forærgelig» for en dreven jeger å bli utsatt for slikt, fikk Jo to matchballer:
«Men, e e den enastin i Tydala som har liggi med ei elgku.»

Legender behøver ikke å være helter eller dyktige på alle områder for å bli legender. De må også ha brister i personligheten for å bli oppfattet som «ækt» mann. Jo var intet unntak. Han var nok ingen «multi-tasker» - konsentrert om den ene oppgaven og derfor litt «uvølin» for omgivelsene.

Etter krigen» var det en del brukt utstyr til salgs. Entreprenøren i Jo klarte ikke å dy seg, han kjøpte en brukt beltebil som han mente kunne være hensiktsmessig for tømmertransport og varetransport for turistforeningen og TEV. Det viste seg beltebilen var heller vrang. Blant annet ville den av og til bare svinge til den ene siden, og det gjorde at fremdriften ble ganske langsom. Samhandlingen mellom den vrang beltebilen



Jon Berggård

og Jos stayer førte til at Jo arbeidet uker i strekk uten søvn. Det gikk sannsynligvis også ut over selvrespekten.

En gang hadde han lastet opp et digert lass med ved som ingen hest kune måle seg mot å dra. Veden skulle heim til Berggarda. Da han passerte den ene naboen, Ane Husvolla, tok han med seg grinda og grindstolpen. Videre tok han med seg en del av skigarden til neste nabo før bilen forlot veien og ut på jordet, styringen sviktet igjen. Det tok til tid å ordne styringen. Vel i gang igjen svingte han gjennom gårdsplassen til nærmeste nabo og tok med seg nåva(hjørnet) på fjøset og slet av draget på sleden med vedlasset, som ble stående igjen. Jo var sannsynligvis så opptatt av at målet og seieren over bilen var innenfor rekkevidde, at han merket ikke dette. Han svingte inn på gårdsplassen heime, hoppet ut av beltebilen og ropte:

«No kom betterdø største vedlasset åt Berggarda nokon gång».

Det som preger slike mennesker, er at de opplever ikke nederlag. Erfaring, positiv eller negativ, er alltid seier, selv om de kunne få en del hånligeslengbemerkinger og blikk. Neste dag lå Jo på magen og reparerte grinda og grindstolpen. Ane Husvolla sto med hendene i hoftefest, bivånet det hele og kommenterte tørt:

«Det e it så lettvin det dåe, mene e».

Jo ble ingen gammel mann. Det er en oppfatning i bygda at beltebilen avkortet levetiden hans.

- Jo var aktiv på mange områder og alltid sjef, men ikke selvutnevnt. Samtalen var det viktigste for å sette organiseringen ut i livet. Replikken sto for korrigeringen og avviksbehandlingen.

En vinter drev Jo tømmerdrift ved Henfallet. En av hoggerne var stadig sen om morran.

Til slutt spurte Jo:

«Fa,an, ha di it klokke heme hos dokk?»

«Jåg da, vi har ei lita rund klokke med tall på»

«Det kain da fa'an it våra visara på'n»

- Jo og Moxness hadde et gjensidig godt og respektfullt forhold. Moxness bodde i egen hytte på Selisjøen og måtte gå gjennom Berggarn for å komme til hytta. Datteren hans hadde måttet gifte seg, bare 17 år gammel. Moxness skal ha fortalt denne hendelsen selv: Jeg var på vei til hytta etter arbeidstid og gikk gjennom Berggarn. Møtte Jo som hadde følgende replikk: «E høre at dotter di ha vori ute og lekt med pissetøyet»

Selv om det mangler dokumentasjon, vil den kulturelle arven etter Jo Berggara ikke bli borte. Det er som filosofen Hanne Arendt uttrykker: «The past is never dead, it's not even past».

Likevel, etter min oppfatning «brinn» landsbygda i Norge, og nesten ingen ser det. Enda færre har nye og grenseflyttende forslag til fremskritt og forbedringer. Fraflyttingen «etter krigen» er praktisk talt på høyde med Sveriges, og gjennomsnittsalderen på innbyggerne stiger. Dette er langt alvorligere for Norge der mye av basisvirksomheten er knyttet til distriktene. Det vil være velkomment med nye «GAME CHANGERS», der noen ble legender.

Kilder

I tradisjon etter Einar Paulsby, Kari og Birger Berggård og Anne og Karl Aftreth

Arendt, Hanne: Responsibility and Judgement
Bly, Robert: Mannen

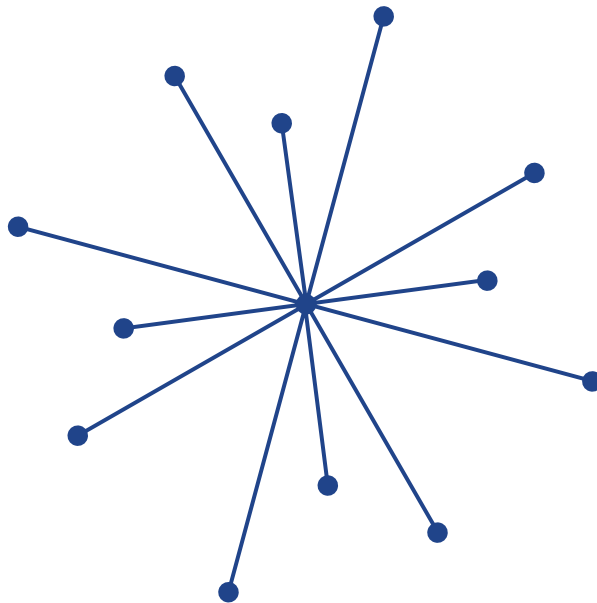
Møller, Arvid: Anna og William Singer

Schein, Edgar H.: Organisasjonskultur og ledelse

Skjetne, Anne Brit: Fjelltronningen

Tydal kommune: Bygdebok for Tydal

Uthus, Berge, Kirkvold: Kraftutbyggingshistoria i Tydal





Dette bilde av Jan Lima i Hæhre, er fra NFFs fotokonkurranse i 2020. Foto: Dag Dahle-Olsen

FORFATTERLISTE

AFTRETH, Per, Sivilingeniør med videreutdanning i inn- og utland. Per startet sin tekno-kommersielle løpebane hos Ing. F. Selmer A/S i 1968. Motorveier i Oslo-området, kraftanlegg i Nord-Trøndelag/Norland, Sirdal og Setesdalen. Med turbulens hos arbeidsgiver, nye eiere, nye sjefer og strategi valgte Per og nære kolleger å etablere sitt eget entreprenørselskap. Pågangsmot, dyktighet og god timing gir resultater. Alt var til stede for AF Gruppen som for lengst befinner seg i tetgruppen blant norske bygge- og anleggsentreprenører. Per var leder og navet i konsernet fra starten inntil han valgte å trekke seg tilbake. per@aftreth.no

BOLLINGMO, Per. Bergingeniør NTH 1966. Per er rådgivende ingeniør innenfor bergarbeid på områdene bergmekanikk og ingeniørgeologi med forundersøkelser, design, planlegging og implementering av planer. Han begynte sin karriere i NOTEBY AS, senere fusjonert med Multiconsult AS der han nå arbeider. Han har skrevet utallige rapporter og artikler innen sitt fagområde. Vi nevner at både den Olympiske Fjellhallen på Gjøvik, Dobbeltsporet Lysaker-Sandvika, og Dobbeltsporet Oslo-Ski (Follobanen) inngår i rekken av prosjekter Per har bidratt og fortsatt bidrar til. I foreningen har Per Bollingmo deltatt i komiteer, prosjekter både som forfatter og foredragsholder, bl.a. som mangeårig møteleder av Fjellsprengningskonferansen og desisor. pbolli@online.no

BRANDTZÆG, Per Anton. Sivilingeniør NTH bygg 1965. Anleggsdrift og ingeniørgeologi. Ansatt A/S Høyer-Ellefsen 1965-85, deretter Astrup-Høyer og Aker Entreprenør i perioden 1985-93 før Veidekke AS tok over for perioden 1993-04. Arbeidsoppgavene har vært prosjekt- eller anleggsleder på fjellanlegg i Norge og for kraftanlegget Nuuk på Grønland. Senere selvstendig næringsdrivende gjennom PAB Consult AS som rådgiver for prosjekter i Norge, Kina, India og Hong Kong. pabran@broadpark.no

BREKKE, Per Zakken. Utdannet gruveingeniør fra NTH 1972. Har deretter arbeidet som Bergverksinspektør i Arbeidstilsynet, gruveingeniør i Fosdalen Bergverk, overingeniør i Statens Sprengstoffsinspeksjon, vernesjef i Ing. Thor Furuholmen A/S, gruvesjef for Greenex Black Angel Mine på Grønland, overingeniør/Byråsjef i Industri-Næringsdepartementet, Bergmester for Norge og Svalbard i Bergvesenet/Direktoratet for mineralforvaltning. perspotz@gmail.com

BROKHAUG, Bjørn. Sivilingeniør med befalsutdanning fra Kystartilleriet. Bjørn kan ikke referere til langvarig innsats i Fjellsprengningsforeningen. Hans henimot 30 års innsats i Forsvarsbygg med kompetanse innen forsvarsanlegg i berg for ulike militære formål er bakgrunn for artikkelen om forsvarets fjellanlegg som er forfattet sammen med to kolleger. Hans erfaring inkluderer internasjonal virksomhet. bbrokhaug@gmail.com

DAHL, Kristen Olav. Sivilingeniør KTH 1953. Bred yrkeserfaring fra inn- og utland. I stor grad som selvstendig næringsdrivende, men med et nært forhold til entreprenørselskapet Ing. T. Furuholmen med oppdrag i Sør-Amerika, Norge og mer. Ytterligere opplysninger fremgår av artikkelen «Erfaringer fra et langt ingeniørliv». kol-dahl@online.no

GARMO, Torgeir T. fødd 1941, og bur på Fossheim i Lom. Formell utdanning: Hotellfagskule, Lærarskule, grunnfag i geografi Oslo 1979 + ei rekkje kurs i geologi, økologi og diverse naturfag, men er mest sjølv lært fordi eg måtte ta over Fossheim Hotell da eg var ung. Eg har vore hotellvert i 12 år og saman med kona mi, Frøydis, bygd opp og drivi Fossheim Steinsenter i 35 år. Eg har skrivi ei rekkje bøker innan geologi/naturfag, den siste er Norsk Mineralbok frå 2017. I tillegg har eg har vore aktiv politiskar på ulike plan frå eg var 18 år, og har skrivi artiklar om naturvern/politikk i aviser og magasin heile livet. Eg sit nå i Kommunestyret for Lomslista (grøn liste). steinsenteret@gmail.com

GJÆRINGEN, Gunnar. Senior ingeniør med spesial kompetanse innen tunnel, geoteknikk, utvikling av systemer og tunnel og veibygging generelt., Gunnar har vært opptatt av rett utforming av vegtunnelene, samt systematisk tunnelvedlikehold, hatt fokus på utførelsen av tunnelbygging på konvensjonell metode og bruk av TBM. Han har vært ansatt i Statens vegvesen, Bybanen, Aldesa og OHL, og med base i Bergen. Han har nå startet sitt eget konsulentforetak - TUNNELS - der han er engasjert hos Ballast /Heitkamp som er underentreprenør til Itineras - en av konstellasjonene som er prekvalifisert til OPS prosjektet Sotra Sambandet. liljehagenh@gmail.com

HANSEN, Arnulf M. Bergingeniør. Yrkeskarrieren startet ved koppergruvene i Sulitjelma. Selskapet anskaffet 1970 Norges første Robbins Raisedrill for sjaktboring. Det ble et profesjonsmessig vendepunkt for Arnulf. TBM har stått sentralt i senere arbeidsoppgaver. Arbeidsgiverne ble etter hvert MCS, Atlas Copco, Statkraft Anlegg og NCC med anleggsoppgaver oppgaver i Norge og internasjonalt. Fra 2005 foregår innsatsen gjennom AMH Consult AS med oppdrag på prosjekter der TBM er aktuell driftsmetode. Arnulf anses av mange som Primas inter Pares når norsk TBM-kompetanse drøftes. I foreningssammenheng er Arnulf medlem av Internasjonal komité, deltar i ITAs arbeidsgrupper, hyppig bidragsyter til foreningens publikasjoner og som foredragsholder. Arnulf-m@online.no

HAUGEN, Arve. Bergingeniør fra NTH 1966. Har mangesidig erfaring fra norsk gruvedrift. Startet i 1968 ved Skorovas Gruber som gruveingeniør og geolog. Ansatt i Grong Gruber A/S som prospekteringsleder i 1975 fram til sommeren 1986 da han tok over som avdelingsleder for oppredningsverket samme sted, nå under navnet Norsulfid AS, avd. Grong Gruber. Her sto han for en omfattende overgang til ny teknologi. Fra 1990 til 1995 var han verksdirektør i bedriften og adm. dir. fra 1995 fram til gruveavslutningen våren 1998. Gjennomførte avslutningsarbeidene og oppryddingen her og ble ansatt som senioringeniør i Bergvesenet i 1999. Her var han til han gikk av med pensjon i 2012. Etter dette har han arbeidet noe gjennom eget firma, bl. a. som bergteknisk ansvarlig. ar-hau5@online.no

HERREM, Ola. Sivilingeniør NTH 1958. Ansatt i Ingeniør F. Selmer A/S i perioden 1959-1999. Anleggsleder for E6-anlegget i Skedsmo 1962-1965. Fra 1967 til 1989 prosjektleder/regiondirektør for selskapets anleggsvirksomhet i Oslo/ sentrale Østlandet. De siste 10 årene frem til pensjonering i 1999 kalkulasjonssjef (i 4 år) og seniorrådgiver. ola.herrem@getmail.no

KJELDSSEN, Arvid. Etter artium i Tromsø og påfølgende militærtjeneste med befalsutdanning ble det NTH. Utdannet bygningsingeniør 1958. Ansatt Finnmark Fylkes Elektrisitetsforsyning som avdelingsingeniør i Vadsø fra 1958, fra 1960 kontrollingeniør for Nordelektro for det sovjetiske kraftverket Boris Gleb i Pasvikdalen. Fra 1962 til -67 først Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk så Kvænan Kraftverk. De følgende ca. 30 år ble min Troms Kraft periode med ulike posisjoner, etter hvert også aktiv i lokal politikk og som styremedlem-/ -formann i flere kommunale selskaper og mer. akjeldse@online.no

KOMPEN, Reidar. Sivilingeniør bygg 1970. Variert yrkesaktivitet, ansatt Taugbøl og Øverland AS 1972-85, ASTRUP Høyer/Aker Entreprenør 1985-91, Statens Vegvesen/Veilaboratoriet fra 1991. Arbeidsområder: Rådgivende tjenester, Norsk Hydro/Rafnesutbyggingen, Roboconutviklingen og sprøytebetong, Veglab betong- og materialteknikk henholdsvis tunnel- og betongteknologi.

KYRKJEEIDE, Haakon. Haakon er utdannet bygningsingeniør fra NTH i 1968 med hovedfag i dammer og kraftverk. Han arbeidet i Statkraftverkene fra 1973 til konsulentvirksomheten ble skilt ut og senere solgt til Sweco. Arbeidet fortsatte med planlegging av Statkrafts anlegg på Vestlandet og i Nord-Norge inntil han ble engasjert av Statkraft for å arbeide i Nepal fra 1993 til 1998. Arbeidet i Nepal ble utført i nært samarbeid med de lokale firmaer som var opprettet av United Mission to Nepal, hvor Tibetmisjonen var sterkt involvert. Flere av firmaene var relatert til kraftutbygging, som eiere, konsulenter eller entreprenører. Odd Hoftun var en viktig person i disse etableringene og han var fortsatt engasjert i Nepal på 1990-tallet. Det var dessuten etablert skole for utdanning av teknisk personell for elektrisk og mekanisk produksjon for vannkraftindustrien. Haakon kom tilbake til Nepal for en tysk finansiert utbygging fra år 2000 til 2002. Har senere i vesentlig grad vært engasjert i utbygninger i Sør-Norge. hkyrkjeeide@gmail.com

LORENTSEN, Hilde Mangset. Hilde Lorentsen er født og oppvokst i Bodø. Hun er utdannet journalist ved Universitet i Stavanger og er p.t. konstituert som nyhetsredaktør i NRK Nordland. Hun hadde selv en tippoldefar som jobbet i gruvene i Sulitjelma og ønsket derfor å finne ut mer om gruvesamfunnet, for å løfte fram historien til yngre generasjoner. Fotografen Ola Helness er født og oppvokst i Bodø. Han har jobbet som videojournalist, reporter mm. i NRK Nordland siden 2004. Han har også laget en podcast og brenner for å formidle gode historier. Post: NRK Nordland, Postboks

MELIEN, Tore Jørgen. Han er historiker (Cand philol) og pensjonert kommandørkaptein. Frem til 1992 hadde han skole- og avdelingstjeneste i Kystartilleriet og var i to år stipendiat ved Lederopplæringsrådet i Norge. Deretter hadde Melien tjeneste ved Forsvarets overkommando, Forsvarsstaben, Forsvarsdepartementet og NATO SHAPE. Melien har blant annet vært kontorsjef i Sjøforsvarstaben, fortssjef på Bolærne fort og andre fort ved repetisjonsøvelser. Han har også vært formann i Kystartilleriets offisersforening og redaktør for Norsk Militært Tidsskrift. Melien arbeider i dag som forsker ved Institutt for forsvarsstudier og har utgitt en rekke bøker og artikler fra norsk militær og maritim historie. tmelien@ifs.mil.no

MIDTBØ, Dagfinn. For artikkelen om Tokke kommer forfatteren fra Tokke Historielag. Kollega Erik Bastiansen har bidratt med illustrasjonene. Begge er pensjonister, Midtbø har en fortid innen administrasjon av Tokke kommune. Bastiansen har mange år i Luftforsvaret bak seg. Begge med aktiv innsats i historielaget. dagfinn.midtbo@gmail.com

MORTENSEN, Morten. Siviling. Bygg 1947 NTH. I studietiden ble det avbrekk med rømming til Sverige og videre England med tjeneste i Den Kgl. Norske Marine til krigens slutt. Mortensen har i hele sitt yrkesaktive liv vært tilknyttet utbygging av vannkraft. Etter tre år i Vassdragsvesenet, hvor han deltok i prosjekteringen av Aura kraftverk, ble han i 1950 ansatt i Oslo Lysverker, Hol kraftverk, senere i Oslo Lysverkers utbygginger i Hallingdal, Hemsedal og utbyggingen av Aurlandsvassdraget. Overing. med yrkeskarriere som faller sammen med norsk gullalder i faget. morten1922@gmail.com

MYRVANG, Arne. Professor emeritus. Siv.ing. NTH berg 1964. Dr.ing. NTH berg 1971. Undervisning/forskning innen bergmekanikk NTH/NTNU 1971 -2008. Parallelt, omfattende virksomhet i ut- og innland som rådgiver for anleggs- og bergindustrien gjennom NTH/SINTEF og gjennom eget firma etter fratreden fra professoratet. Fortsatt aktiv. Medlem av styret i NFF 1990 – 2000. Formann 1998 - 2000. Formann arrangementskomiteen WTC 1999. I tillegg til virksomhet på Gløshaugen, de fleste områder på vårt fastland der det foregår mineralutvinning, så nevnes spesielt Svalbard og Australia. sigmah@online.no

PALMSTRØM, Arild. Siv.ing. bygg ved NTH (NTNU i dag) i 1967 med ingeniørgeologi som hovedfag. Dr. scient. ved UiO. Ingeiørgeolog, først ved Norges geologiske undersøkelse, dernest ved Norges geotekniske institutt. I 16 år leder for ingeniørgeologisk seksjon i Ing. A. B. Berdal og Berdal Strømme fram til 1990 før dr. grad i 1995. Dernest 12 år i Norconsult og opprettelse av eget firma, RockMass. Har arbeidet i 15 land utenom Norge. RockMass har egne nettsider med ingeniørgeologisk fagstoff på norsk og på engelsk. Den engelske har 400-900 treff daglig. Medforfatter til bøkene "Terminologi i ingeniørgeologi" og "Engineering Geology and Rock Engineering", dessuten "Rock Engineering" (2010) utgitt på et engelsk forlag. 2. utgave av denne boken kom i 2015. I tillegg publisert mer enn 85 artikler, de fleste på engelsk. På hobbybasis har jeg i en del år drevet med mineralsamling, ofte sammen med Torgeir Garmo. arild@palmstrom.net

RAVLO, Aslak. Sivilingeniør med tidlig forkjærlighet for betongkonstruksjoner. Startet yrkeskarrieren hos Ing. Arne Reinertsen, så etter spennbetong og prefabrikasjon ble det entreprenørvirksomhet hos Ing. F. Selmer AS. Mer tallarbeid, mer statikk, mer betong og enda mer berg. Anleggsleder for veibygging, bruer, vannkraft, bergarbeid, deretter økonomi, administrasjon og utlandsoppdrag. Underveis har strukturer endret seg, titler flommer og de fleste passerer sjefsingeniør, direktør, Vice President, konserndirektør osv. Selvbilde og antrekk har en tendens til å forandre seg, men innhold og realiteter er uendret. NFF har stått sentralt ca. 40 år, som styremedlem, som formann, faglig sekretær, i komiteer og utvalg med mye arbeid knyttet til foreningens publikasjoner.
a-ravlo@online.no

RAVLO, John A. Siviløkonom fra NHH 1981. Jobbet frem til 1997 i DnB-konsernet. Startet da i Eurokraft Norge AS, et selskap eiet av 18 norske kraftprodusenter med formål å eksportere norsk vannkraft som det var overskudd av de første årene etter liberaliseringen av kraftmarkedet i 1991. Etter hvert som de fleste landene i Europa liberaliserte sine markeder utover 1990-tallet, utjevnet prisene seg, forretningsideen falt bort og virksomheten ble avviklet i 2002. Han startet i 2002 ECOHZ AS som i startfasen fikk kapital fra 10 norske kraftprodusenter. Formålet var å selge kraft fra fornybare energikilder til kunder i det felles europeiske kraftmarkedet som betaler ekstra for fornybar energi. Myndighetene hadde da selskapet ble etablert, akkurat innført et avregningssystem som fordeler kraftproduksjon som mates inn i nettet mellom forbrukere som tar kraft ut av nettet slik at en kraftforbruker kan følge betalingen sin til den produsent han velger. Systemet er internasjonalt for hele det europeiske kraftmarkedet, og forbrukere utenfor Norge kan velge å betale ekstra for sine kraftleveranser om pengestrømmen styres til den produsenten forbruker vil betale til. Betaling for vannkraft gir i dag en høyere verdi enn kraft fra fossile energikilder. Selskapet eies i dag av Troms Kraft, TrønderEnergi og Hafslund E-CO samt to investeringsselskaper.
John.Ravlo@ecohz.com

ROHDE, Jan K. G. Sivilingeniør, bygg NTH, Institutt for Anleggsdrift i 1974. Etter utdannelsen oppdrag for Kampsax i Iran for å bygge ca. 1000 km jernbane fra Bandar Abbas til Kerman og Bafq. Der var han også med på oppstarten av et 300 km langt vegprosjekt sydøst i Iran. Han har siden den gang jobbet med tunneler og fjellanlegg i Norge samt flere land i Midt-Østen, Øst-Afrika og Sørøst-Asia. Han var blant annet med på bygging av verdens største BOT-kontrakt, the Tawan Highspeed Rail, 453 km høyhastighetsbane langs østkysten av Taiwan for Kampsax med ansvar for tunneler. Rohde er i dag fagansvarlig for anleggsgjennomføring ved fellesprosjektet E16 – Vossebanen mellom Arna og Stanghelle øst for Bergen. Han er ansatt hos Sweco Norge AS. jan.rohde@sweco.no

RYGH, Jan Anton. Sivilingeniør, offiser fra Krigsskolen og tilleggsutdannelse innen fortifikasjon hos forsvaret i USA. Yrkesmessig ansatt i Forsvarets bygningstjeneste (major) med ansvar for Hærens fortifikatoriske anlegg, senere sjefsingeniør i Fortifikasjon, et privat selskap for teknisk rådgivning primært rettet mot norske forsvarsanlegg og andre beskyttede anlegg. I en seksårsperiode var Jan Anton en dynamisk direktør i Norges Eksportråd i seksjon for Bygg- og anleggseksport. I foreningssammenheng har Jan Anton bidratt i internasjonalt arbeid, som forfatter og foredragsholder. Hans innsats for å utnytte bergrom til ulike formål er omfattende. Hans innsats for Gjøvik Olympiske Fjellhall var avgjørende for prosjektet. Foreningen belønnet denne innsatsen med Gullfeiselen 1993.
jarygh@online.no

SANDBERG, Johan C. Siviling. NTH Bygg/Ingeniørgeologi 1968. Kontrollingeniør/ingeniørgeolog Rendalen Kraftverk. Prosjekterings- og kontrollfunksjoner ved bl.a. Lærdals-, Aurlands- og Dokkautbyggingen. Byggeleder/ingeniørgeolog ved utbyggingen av kraftverkene Nye Osa, Meråker, Nye Åbjøra, Øvre Otta, Sauda og Jøssang. Ingeniørgeolog ved kraftutbygginger i Chile og Laos. j-c-sand@online.no

SCHJØLBERG, Elisabeth. Dr.ing. med fagområde nedbryting av byggematerialer generelt og murverk og betong spesielt. I tillegg en generell interesse for hva som skal til for at «beste praksis» realiseres. Denne interessen har resultert i deltakelse i forskningsprosjekter og ulike bransjeprojekter samt mange år i Statens vegvesen og Multiconsult i ulike posisjoner. Medlem i NFFs søsterforening Norsk Betongforening med engasjement i ulike komiteer og utvalg siden studietiden, og som medlem i NFFs kulturutvalg nå også medlem i NFF. elisabeth.schjoelberg@multiconsult.no

SÆVERAAS, Torgeir E. Torgeir E. Sæveraas er utdannet historiker med doktorgrad fra NTNU (2017). Avhandlingens tittel var «Beton macht Geschichte». Organisation Todt og utbyggingen av Festung Norwegen. Han har bakgrunn som forsker og forfatter, og har publisert en rekke arbeider om ulike historiske emner. For tiden arbeider han med en bok om Wehrmacht i Norge. torgeir.saveraas@gmail.com

DERMED ER VI KOMMET TIL SISTE SIDE

Nå i november 2020 kan vi fastslå at dette året har vært underlig og ulikt det vi har opplevd før. Pandemier er vel ingen nyhet, men reaksjon og leveregler som ulike land over hele verden har innført denne gang er nytt. Også for redaksjonen av boken har dette medført endringer med forsinkelser og særegne utfordringer. Usosialt og kjedelig sier mange.

Som en liten oppmuntring tar vi med et par bilder slik foreningsvirksomheten var og slik den blir. I mellomtiden holder vi oss hjemme:



Generalforsamling 2017 for ITA, den internasjonale tunnelforeningen, i Bergen.
Foto: Ole Kristian Olsen.



Frode Nilsen holder åpningstalen for verdenskonferansen. Bak Frode ser vi Tone Nakstad og Siri Engen.
Foto: Ole Kristian Olsen.



En sprek vestlending demonstrerer dans med Hallingkast. Foto: Ole Kristian Olsen.



Så langt har foreningen valgt tre kvinnelige styreledere. Fra venstre Heidi Berg som var den andre, Anne Kathrine Kalager nå (2020), deretter Ruth Gunlaug Haug som var den første. Til høyre Siri Engen, dels Tekna dels vår, alltid sentral når det gjelder arrangementer.
Foto: Ole Kristian Olsen.



Sang har alltid vært del av programmet ved festlige anledninger, repertoaret er ikke omfattende, men dekker sanger som knyttes til anleggsvirksomhet. Lyden er upåklagelig med fast oppsanger Jan K.G. Rohde.
Foto Alfred Haack.

Takk til alle tålmodige bidragsytere
Takk for oss
Redaksjonskomiteen

«Bergets beseirere»

er utgitt av Norsk forening for fjellsprenningsteknikk

Vanligvis er foreningens skrifter tekniske rapporter, håndbøker, eller skriftlig materiale for de mange konferanser og kurs som arrangeres hvert år.

Denne gangen er det en bok med en samling artikler om virksomhet knyttet til bergarbeid, fortrinnsvis i Norge, men også drypp fra aktivitet utenfor landets grenser der våre medlemmer eller venner tok del. Flere av artiklene tar for seg enkeltprosjekter som var og er viktige for samfunnsutviklingen.

Foreningen ble etablert i 1963. Dette var i en hektisk periode for Norge med gjenoppbygging etter andre verdenskrig, industrireising i stort omfang, ny teknologi innen bygge- og anleggsteknikk med fagfolk i sentrale posisjoner og med yrkeserfaring fra tider med arbeidsløshet, senere krig og begynnende kald krig. Samhold, samarbeid med utveksling av kunnskap og erfaringer sto sterkt og preger fortsatt miljøet.

Boken inneholder en samling artikler som behandler gruveindustri og anleggs- virksomhet. Som boktittelen antyder, står det om menneskelig innsats i alle faser av oppgavene.

Våre over 1000 medlemmer og andre i eller nær bransjen bør finne nytt og interessant stoff.



**NORSK FORENING FOR
FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK**

ISBN 978-82-92641- 48 - 4



9 788292 641484