Nisser og Dverge bygge i Bjerge

1963 - 2013

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk - 50 år

NFF

Bokens formål er formidling av informasjon om historie og bergteknisk utvikling gjennom 50 år. Oppmerksomhet mot foreningens historie og medvirkning står sentralt.
Bilder og annet illustrasjonsmateriale kommer fra den enkelte forfatter, medlemmer eller fra foreningens arkiver. Informasjon om kilder er som hovedregel angitt av den enkelte forfatter.
Forfattere, Kulturutvalg, Bokkomité eller NFF tar intet ansvar for eventuelle feil eller mangler og mulige konsekvenser av disse.
Bokkomiteen tar gjerne mot kommentarer eller korreksjoner.

Forsidebilde: Lise Backer

Design og trykk: GRØSET Trykk AS

©Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk NFF
ISBN 978-82-92641-25-5

Innhold

Forord 7
Sankta Barbara. Bergfolkets skytshelgen 9
Henrik Wergeland, 1808 – 1845 11
Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk NFF 1963 – 2013 15
Med karjol over Lifjellet *34*
Norgeshistorie med NFF-perspektiv 37
Bransjens betydning for samfunnet 47
«Dovregubben» Peder Aasgaard *56*
Entreprenørskap og Entreprenører 59
Politiker og ingeniør – samspill om fremtiden? 79
Skoleverket 89
Da Blåmann kom til Fortun og om basen som fikk nok julekake *94*
Fjellsprengningsteknisk forskning 1963 - 1982 95
Ingeniørgeologi, starten på faget 103
Bergmekanikk i Norge 111
Norsk geoteknikk gjennom 60 år 119
Bergindustrien – mineralutvinning 135
Blaafarveværket i Modum *144*
Vannkraft og fjellsprengning 147
Norske kraftstasjoner *158*
Kraftforsyning i Europa – nye trender *160*
Vegens «sprengte» historie 169
Olje og gasslagring, landanlegg og industri 181
Forsvarets fjellanlegg fra kald krig til nedleggelse 201
Norske jordtunneler 221
Norsk TBM-historie - fra Bøhn til i dag 229
Gjøvik olympiske fjellhall - hvordan kunne den bli til? 245
Gravhalstunnelens tekniske og økonomiske resultater 261
Utvikling av borutstyret de siste 70 år 271
Sprengstoffindustrien i Norge – et tilbakeblikk 279
Leverandørindustrien 293
Arbeidsforhold 307
HMS ved NFFs 50 års-jubileum 2013 313
Fjellsprengningskonferansene og det sosiale aspektet 325
Gløshaugenmiljøet og Fjellsprengningsforeningen 329
Tunneler i fremtiden - en titt i glasskulen 333
Omtale av bokkomité og forfattere 339

Forord

Bergsprengning og anleggsvirksomhet i Norge har flere hundre års virksomhet bak seg. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk - NFF som dekker samme felt, er med sine 50 års virksomhet knapt fullvoksen. Men foreningens medlemmer har i denne perioden bidratt til en eventyrlig utvikling av landets infrastruktur og næringsvirksomhet.

Med oss kom gullalderen for vannkraft, med oss kom oljealderen, med oss kom moderne veibygging, vi bidrar til moderne mineralutvinning og ny giv for jernbanene og andre prosjekter der bergarbeid er del av oppgaven. NFF (Fjellsprengningsforeningen) er et samlingssted for bergfolket når det gjelder faglig kompetanse på alle områder der geofag står sentralt. Våre medlemmer forsker, underviser, planlegger, bygger, drifter og vedlikeholder infrastrukturanlegg. Våre medlemmer kommer fra institutter, etater, rådgivningsvirksomhet, entreprenør eller leverandørsiden, fra offentlig eller privat sektor. I sum – vi bygger landet.

Nisser og Dverge Bygge i Bjerge markerer foreningens jubileum. Boken består av 30 selvstendige artikler skrevet av bidragsytere fra vårt eget miljø. Språk og tilnærming til stoffet vil variere. Deler av enkelte temaer kan være berørt av flere forfattere, kanskje også med enkelte uoverensstemmelser.

Stoffet er strukturert slik:

- **Litt om historien [02-08].** Foreningen er bare 50 år, men røttene går langt tilbake. I boken legger vi mest vekt på det som har skjedd i vår tid.
- **Faglig utvikling [09-13].** Kunnskap er fundamentet. Gjennom praktisk innsats kommer ferdighet og kompetanse
- **Landet bygges [14-25].** Bransjens innsats dokumenteres. Den er grunnlaget for utviklingen av infrastruktur og næring.
- **Sosiale aspekter [26-29].** Miljøansvar, samarbeid og gjensidig forståelse mellom alle parter er avgjørende for vellykket resultat.
- **Fremtiden [30].** Det er vanskelig å spå, spesielt om fremtiden. Noen tør.
- **Forfatterne [31]** Den som vil vite litt om forfatterne vil finne en oppstilling bak i boken.

Boken er en gave fra foreningen til medlemmene – dvs. bedrifter, etater, institusjoner og personlige medlemmer – med takk for langvarig og god innsats for NFF.

Bokkomiteen takker alle forfattere for godt samarbeid.

Januar 2013

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk NFF
Kulturutvalgets Bokkomité

Per Bollingmo **Kaare Flaate** **Aslak Ravlo**

Pen salve. Foto: Orica

Sankta Barbara
Bergfolkets skytshelgen

Per Bollingmo

Legenden om Sankta Barbara sier at hun ble født i Nikomedia i Lilleasia omkring år 210 e.Kr. Hun var datter av en rik adelsmann og hedning ved navn Dioskuros. Hun mistet tidlig sin mor, og vokste opp som enebarn i en beskyttet tilværelse. Faren forgudet henne for hennes intelligens og skjønnhet.

Hun ble interessert i kristendommen, noe som hennes far ble rasende for. Han var sterk motstander av kristendommen og forsøkte på alle måter å få henne bort fra den kristne tro. Til slutt sperret han henne inne i et tårn som var utsmykket med avgudsbilder. Da faren kom hjem fra en reise fant han alle avgudsbildene ødelagt, og Barbara hadde fått laget et ekstra vindu i tårnet i tillegg til de to som var fra før. Dette skulle være et symbol på treenigheten. Faren ble rasende og forsøkte igjen å få henne bort fra den kristne tro, men Barbara sto på sitt og forsøkte til og med å få faren omvendt til kristendommen.

Faren forsøkte så å drepe henne, men det sies at hun unnslapp gjennom en åpning i fjellet som lukket seg etter henne. Hun holdt seg skjult i fjellene, men ble røpet og tatt til fange og torturert. Under torturen skjedde det undere ved at de sår hun ble påført umiddelbart ble leget, og fakler som skulle brenne henne sloknet når de kom nær henne. Til tross for torturen holdt Barbara fast på sin tro og ble dømt til døden. Faren forlangte selv å få eksekvere dommen. Han slepte henne med på et fjell og halshugget henne. På veien ned fra fjellet ble faren rammet av et lyn, og han ble selv drept og forsvant i flammer.

Barbara døde den 4. desember, og ble senere en helgen. Barbaras dødsdag markeres av en rekke yrkesgrupper som hun er skytshelgen for. Blant disse er artillerister, brannmenn og bergfolk.

Rundt omkring i verden finner man bilder eller små skulpturer av Sankta Barbara der det foregår bergarbeider, som i gruver, steinbrudd og ved inngangen til tunnelanlegg. Hun avbildes gjerne med tårnet med de tre vinduene der hun satt fanget.

Blandet utstyr fra foreningens første år. Foto: NFF arkiv.

Henrik Wergeland, 1808 – 1845

Første Æresmedlem i Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk
Hvordan det ble slik og den udødelige visen

Kaare Flaate

Utnevnelsen

De to visene, Rallarvisa eller "Svarta Bjørn" og Steinbrytevise eller "Nisser og Dverge" av Henrik Wergeland, har fulgt foreningen siden starten. De er et av de faste innslagene under Fjellsprengningskonferansens middag, der den trykte versjonen som deles ut kan betegnes som verdens minste visebok.

Steinbrytervise falt i god jord i foreningen fra starten av. Etter at den var avsunget på en av de første festmiddagene sies det at professor Anton Brandtzæg foreslo Henrik Wergeland som foreningens første æresmedlem. Hele styret var til stede, det kom ingen innvendinger og Wergeland ble ansett som valgt.

Litografi fra 1830-årene. Opphav for bilde til venstre er ukjent. Litografi til høyre er laget av G.L.Fehr etter tegning av L.Müller.

Litografi fra 1830-årene. Opphav for bilde til venstre er ukjent. Litografi til høyre er laget av G.L.Fehr etter tegning av L.Müller.

Mange gode grunner

Visen alene kvalifiserte Wergeland til æresmedlemskap. Men Henrik Wergeland ruver også, som det seg hør og bør et æresmedlem, godt i landskapet på en lang rekke andre måter. Når vi tenker på at han ble bare 37 år gammel så er det vel nærmest ufattelig hva han rakk over.

Våre æresmedlemmer er flittige personer og Henrik Wergeland gjør ikke skam på gruppen. Han gjorde seg gjeldende over alt, i aviser, foreninger, debattfora og gatedemonstrasjoner i tillegg til diktningen. Når det gjelder publikasjoner så troner han helt på toppen. Hans samlede verker har kommet i flere utgaver og en av disse utgavene er på hele 23 bind.

Wergeland ivret sterkt for å utvikle et selvstendig norsk skriftspråk og han var verken målløs eller ordløs. Når det gjelder det siste så er han så vidt vi vet den forfatter som har benyttet flest ord. Hans forfatterskap inneholder 58000 forskjellige ord. Hamsun med sine 31000, Ibsen med 27000 og Shakespeare med 20000 blir små i denne sammenheng.

Han engasjerte seg internasjonalt og brakte både politiske og kulturelle strømninger tilbake til Norge. Hans innsats for jødenes adgang til landet er vel kjent. Men han tok også parti mot britisk kolonivelde i India og støttet selvstendighetskampene i Irland, Polen og Brasil. En rekke av hans ideer ble til virkelighet gjennom utviklingen av det moderne Norge.

Han fikk bygget sitt hjem, Grotten, i utkanten av Slottsparken. Huset, som ble tegnet av hans gode venn slottsarkitekt Linstow, er et av de første som ble oppført i det som senere ble kalt sveitserstil i Norge. Det kan også være litt symbolsk for foreningen at grotten under huset er et resultat av at det her ble tatt ut stein til brolegging av byens gater.

Grotten i dag

Den udødelige visen

Det finnes mange historier om hvordan visen ble til. Harald Beyer har denne versjonen:

”Wergeland kommer hjem til Grotten i følge med noen damer. Et lag steinbrytere holder på å sprenge veg utenfor. Mens basen driver inn mineboret med sleggen sin, synger han noen sjofle viser, så damene må holde seg for ørene. Wergeland spør basen hvorledes han kan finne på å synge slikt når unge gutter holder i boret og han og damene går forbi. ”Å vi gjør nå visene våre sjæl” svarer basen. Men Wergeland sverger på, at vil steinbryterne være i arbeid hos ham, så får de også synge med hans nebb. Og de er ikke uvillige; de kan så menn gjerne slutte med sånne viser dersom de kan få andre. Så går Wergeland inn og skriver den kjente steinbrytervisen, som ble trykt i ”For Arbeiderklassen”.”

Sangen og Wergelands bakgrunnshistorie for den ble altså publisert i 1841 i Wergelands eget tidsskrift "For Arbeidsklassen". Det kan ses i sammenheng med Wergelands folkeopplysningsprosjekt, han var opptatt av å gi "lys ned i mørket". Her er Wergelands forklaring på hvordan den ble til:

"Mere om Minererne eller Steinbryterne"

Av Henrik Wergeland

Aa vi gjør nu Viserne vore selv, var den gamle Steinbryters Svar, da jeg bebreidede ham, at han kunde synge liderlige Viser til Mineertakten sammen med sine Drengebørn, der holdt Boret, og det især naar der gik Fruentimmer forbi. Og disse Ord kastede et Lys ind i Steinbryterens Sjel, ligesom naar en Lygt pludselig heises ned i en Kjelder. Fordi de maatte gjøre Viserne selv, af egen Aandsformue, mente han altsaa, var det nødvendigt, at de maatte blive usædelige. Liderlighed skulde altsaa være det Eneste, som sysselsatte deres Tanker, som kunde falde dem ind, more dem, og som kunde være morsom nok til idelig at lade sig gjentage. Det er da i deres Hoveder ligesom i en Svinesti, hvor man skal have ondt for at finde nogen Plads fri for Smuds? Hvilken Aandsfattigdom, hvilken svinsk Aandsfattigdom og indre Raahed i Modsætning f. Ex. til Fjeldbondens vittige Stev, hvori han vel bruger Spot, og komiske Overdrivelser til Peber og Salt i sine Viser, men aldri Liderlighed! Men Steinbryterne vare ikke steinhaarde i sin Uvane; de vare strax villige til at aflade den, naar de blot kunde faa andre Viser; og jeg skrev dem da nedenstaaende simple, som de nu synge under Navn af:

Steinbrytervisen

Nisser og Dverge
bygge i Bjerge;
men vi skal mine dem alle herud.
Thi mens vi synge
muntre i Klynge,
sprænge vi Bjerget i Luften med Krud.

Ja lad os bore
dybe og store
Huller i Graastein og Blaastein og Flint!
Da, mens vi synge,
muntre i Klynge,
sprænge vi Bjerget i Stykker og Splint.

Hurra! det knalder!
Satans Rabalder!
Hurra, Minerer! du vinder tilsidst.
Thi mens vi synge
muntre i Klynge,
sprænge vi Bjerget ved Magt og ved List.

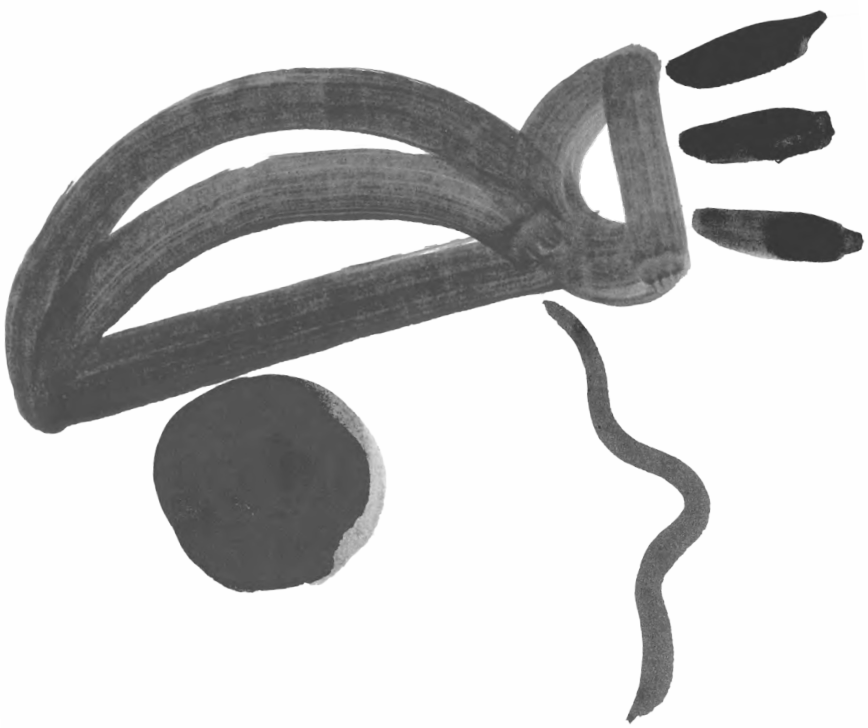
Fjeldet skal bæve
under vor Næve,
Hurra, Minerer! Nu knalder dit Skud.
Nisser og Dverge
bygge i Bjerge,
Hurra, nu mine vi Nisserne ud.

Den raa Arbeider er et Barn. Skjønt graahaaret, kan det være utroligt, hvor liden Opdragelse han har faaet i sit hele Liv. Man meddele ham den, og han vil være taknemmelig og bøielig som et Barn. Man træffe hans Smag, hans slumrende Følelse for det Bedre, og det vil være forbi med den fordærvede Smag, med Forkjærligheden for det Raa, der altid kommer først frem ligesom Ukrudet, og som herskede i hans Sind alene fordi den for det Bedre ikke var."

Vi ser at det ligger mye historie bak Fjellsprengningskonferansens "nasjonalsang", og den kan synges som en honnør både til dikteren og til vårt første æresmedlem, Henrik Wergeland

Referanser

- Beyer, Harald, (1946): "Henrik Wergeland", H. Aschehoug & Co,
- Beyer, Harald, (1947): "Wergeland for hvermann", Gyldendal Norsk Forlag, 704 s.
- Ustvedt, Yngvar, (1994): "Henrik Wergeland", Gyldendal Norsk Forlag, 509 s.
- Wergeland, Henrik, (1841): "Mere om Minererne eller Steinbryterne", For Arbeiderklassen.



Norsk Forening for Fjellsprengnings-teknikk NFF 1963 – 2013

Aslak Ravlo, Kulturutvalget i NFF

NFF markerer sitt 50-års jubileum i 2013. 50 år er ingen imponerende alder, den teknologiske utvikling i tidsrommet 1963-2013 er derimot imponerende.

Foreningens historie er uløselig knyttet til gruve- og anleggsbransjen i Norge og prosjekter gjennom de seneste 50 år. Det omfatter teknologi, metoder, maskiner, utstyr, materialer, men først og fremst mennesker. De gode resultatene beror i betydelig grad på innsats fra "oss", dvs. fra foreningens medlemmer. I det følgende har vi samlet deler av foreningens historie.

Starten

NFFs dokumenter viser at møtet der foreningen ble vedtatt stiftet ble holdt 20.november 1963. Det var dagen før den første fjellsprengningskonferansen.

Initiativ til arrangementet kom dels fra Leif Medalen, leder for kursavdelingen i NIF, som foreslo et kurslignende opplegg, dels fra Anders M. Heltzen i "Kontor for Fjellsprengningsteknikk" som tenkte på et årlig arrangement. Tiden var moden både for en forening og for et årlig faglig arrangement.

Store industri- og vannkraftprosjekter var under bygging eksempelvis i Hallingdal, Setesdal, Rana og Røldal. Sira-Kvina-utbyggingen var i startfasen, Ulla-Førre under planlegging, utvikling av borutstyr og tunnelrigger var i en hektisk utviklingsfase, nye sprengstoffer og sprengningsmetoder ble tatt i bruk.

Den første Fjellsprengningskonferansen ble gjennomført 21. og 22. november 1963 med vel 300 deltagere. Professor Anton Brandtzæg som på denne tiden var styreformann i "Kontor for Fjellsprengningsteknikk" sa i sin åpningstale at styret ville foreslå stiftelse av en forening for fjellsprengningsteknikk. Et utkast til lover som var utarbeidet ble lagt ut for gjennomsyn. Ved konferansens fortsettelse påfølgende morgen ble forslaget tatt opp til behandling. Et enstemmig vedtak lyder:

1. Forsamlingen anbefaler at det opprettes en forening for fjellsprengnings-teknikk tilsluttet Den norske ingeniørforening, stort sett etter de retningslinjer som fremgår av det foreløpige forslag til lover som er lagt frem.

2. Det velges et interimsstyre som får i oppdrag å gjennomføre organiseringen av foreningen, tegne medlemmer, fastsette kontingentsatser for første år, innkalle til konstituerende generalforsamling og forelegge for denne et endelig forslag til lover.

3. Til interimsstyre velges:
   1) Sivilingeniør Ludvig J. Bakkevig, Ing. Thor Furuholmen A/S
   2) Overingeniør Ludvig Baumann, Grubernes Sprængstoffabrikker A/S
   3) Bergingeniør Finn R. Eriksen, Maskin A/S K. Lund & Co
   4) Overingeniør Per T. Smith, NVE, Direktoratet for Statskraftverkene
   5) Overingeniør Olav Strøno, Norges Statsbaner (NSB)

I ettertid forstås dette dit hen at beslutningen om å starte en forening var tatt av en engere gruppe den

20.november og at dette ble gjort kjent samtidig som et lovutkast ble lagt frem for konferansedeltagerne den 21. mens forsamlingen ga sin enstemmige tilslutning til forslaget den 22. november. Samtidig valgte forsamlingen et interimsstyre for foreningen og medlemmer meldte seg.

Tekst. Fra venstre Anton Brandtzæg, Ludvig Johan Bakkevig , Ludvig Baumann og Anders M. Heltzen

Første styremøte ble holdt hos entreprenørfirmaet Ing. Thor Furuholmen A/S den 3. desember. Av møtereferatet fremgår at foreningens virksomhet bør omfatte alt som er av interesse ved sprengningsarbeider i fjell. Styret tok videre sikte på

- at det skal arrangeres et årlig større møte i forbindelse med generalforsamling
- at Kontor for Fjellsprengningsteknikk skal virke som foreningens sekretariat
- at medlemmene skal være aktive og kunne pålegges oppdrag
- at arbeidsopplegget bør være som i den svenske Bergsprängningskommittén
- at Ludvig Baumann ble valgt til viseformann
- at medlemskap skal koste kr 500,- for bedrifter og kr 15,- for personlige medlemmer
- at innbydelse til medlemstegning sendes antatt interesserte
- at notis om det samme blir å innta i Teknisk Ukeblad, Teknikk, Tidsskrift for Bergvesen og Metallurgi, Norsk Kommunalt Tidsskrift, Norsk Vegtidsskrift og i Bergverksnytt.

Så langt var interimsstyret klar over sitt mandat. Interimsstyret var derimot sterkt tvilende til hvorvidt det skulle fungere helt frem til neste generalforsamling og mente dette spørsmål måtte forelegges NIFs generalsekretær Arne Nagel. Referatet er for øvrig undertegnet med A.M.H. (i senere referater står det fullt navn = Anders M. Heltzen, sekretær.)

Av referat fra det påfølgende styremøte som ble holdt 13. mars 1964 fremgår at det er tegnet 60 medlemmer i foreningen, herav 10 firmamedlemskap. Det fremgår også at det arbeides med program for konferansen 1964 og at kursavgiften for denne konferansen er satt til kr 200.

Etablering av NFF foregikk i en nøktern tidsepoke. Typisk er at spørsmål om skattefrihet for medlemsavgift tidlig ble en sak for styret. Søknad ble sendt til Finans-departementet. Departement svarte positivt, men forlangte som motytelse at Staten eller Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF var vedtatt opprettet i 1946) skulle få et styremedlem.

Det faglige sekretariatet er en sentral del av foreningens virksomhet. Fra venstre Johannes Hope, Anders M. Heltzen, Aslak Ravlo og Thor Skjeggedal, sistnevnte fortsatt i foreningens tjeneste. Per T. Smith, overing. i NVE, kjent som "PeTe" var med i foreningens styre fra start og hadde etterhvert mange tillitsverv i NFF.

Inspirasjon fra Sverige

Våre naboer i øst har ofte ligget noen år foran oss. BK Bergsprängningskommittén med sitt diskusjonsmøte var etablert i 1956. BKs medlemmer har alltid vært bedrifter og etater og diskusjonsmøtet ble dermed en møteplass for utvalgte representanter fra de toneangivende bedrifter og institusjoner i Sverige, men med en viss adgang for gjester fra Norden. Å reise til Stock-

holm for å delta i en konferanse var den gang ingen liketil sak. Fra styrereferater og korrespondanse fremgår hvem som skulle delta fra det mer offentlige Norge. For næringslivet var kommersielle interesser viktig. Norske entreprenører og leverandører ble derfor hyppige gjester, eksempelvis fra Høyer-Ellefsen, Ing. Thor Furuholmen, Norsk Sprængstofindustri og Grubernes Sprængstoffabrikk.

I dag må vi opp til NFF-medlemmer i supersenior aldersgruppe for å finne deltagere fra den tidligste perioden. Der er det hevdet at de første "alvorlige" drøftelser om en norsk forening og norsk konferanse startet i Stockholm i 1959. Etter en middag samlet syv norske deltagere seg til et ad hoc kveldsmøte med norsk forening og norsk konferanse som tema. Det ble holdt på hotellet med bergingeniør Svend Øren som vert. Konklusjonen ble unison om at en norsk forening må organiseres; ønske, entusiasme og vilje var fastslått, men derfra til gjennomføring gikk det fortsatt nesten fem år.

Den første NFF konferansen

Konferansen gikk over to dager. Opplegget var likt den måten dagens fjellsprengnings-konferanser gjennomføres på. Foredragene var i stor grad prosjekt-rapporter som hver fikk fra 10 – 15 minutter, mens Rolf Selmer-Olsens[1] to foredrag hvert fikk 30 minutter.

Foredragsholdere og tema?

Hans J. Bjaaland fra NVE om hydrauliske rigger– Kjell Karlsen fra Bronder om tunge rigger – Tobias Haugland fra Betongbygg om Brokke – Tron Jorstad fra Furuholmen om Røldal Suldal anlegget – Odd Johannessen fra NVE om Rana kraftverk – Jarle Ravn også fra NVE med økonomiske sammenligninger – Baard Hoel fra Fjellsprengningskontoret også en sammenligning – Morten Johnsen fra Astrup & Aubert om en stigematerrigg – Thor Johansen fra Furuholmen om stigematerrigg på Brokke - Brynjulf Raae fra Rana Gruber om pallboring – Kjell Gimse fra Syd-Varanger om pallboring med Down-the-Hole utstyr – Lasse Hauff fra Vinterbro pukkverk om driving med grovt utstyr – Knut Tovshus fra Fjellsprengningskontoret om undervannssprengning på Kykkelsrud – K. Wülfert fra Yrkeshygienisk Institutt om fare ved bruk av motorer under dagen – K. I. Simonsen fra NVE om full face stigortdriving med Alimakutstyr – Helge Hjort fra Selmer om sjaktdriving – så en serie foredrag om bruk av Anfo ved Aage Østerstrøm fra Dalen Portland / Leif Halvorsen fra Fosdalen / Finn Raaum fra Grubernes / Odd Håkenstad fra Sprengstoffinspeksjonen. Deretter nok en serie om presplitting ved Anders Heltzen / Tor Frimann Barbo /Eskild Bentzen alle fra Kontor for Fjellsprengningsteknikk og Reidar Kr. Bjerkan fra Veidekke. Deretter Mehmed Babic også fra Fjellsprengningskontoret om borhullsavvik – Rolf Selmer Olsen først om svelleleire, så om sprakefjell. Siste fordrag gjaldt analyse, plan og kontroll for veibygging ved Åsmund Fjøsne fra Byggforsk.

Forløperen

De faglige aktiviteter rundt fjellsprengning hadde startet tidligere. Forskning om berg og jord i sammenheng med bygge- og anleggsprosjekter var imidlertid av beskjedent omfang. Etter andre verdenskrig var det naturlig at ulike former for forsvar var et sentralt emne i samfunnsdebatten. Det eksisterte et Industriforbundets "Luftvernkontor". 1. juni 1948 besluttet det samme forbundet å opprette "Industrivernet" som i samarbeid med Industridepartementet henholdsvis Forsvarsdepartementet skulle fungere som sekretariat og kontrollorgan for *Kraftforsyningens Sivilforsvarsnemd* og *Sivilforsvarsnemda for Drivstofforsyningen.* Leder var siv.ing. Rolf Lie. Arbeidet innen Industrivernet ble i stor grad knyttet til byggemetoder for sikrere industrianlegg. Her kom fjellanlegg sterkt inn i bildet.

1 Selmer-Olsen var utdannet geolog, var Statsgeolog i perioden 51-55,etablerte faget ingeniørgeologi på NTH/NTNU og ble i 1962 landets første professor i faget.

Den 25. og 26. april 1949 ble det gjennomført et "Fjellmøte" i regi av Industrivernet. Svensk teknologi var allerede godt utviklet og det var naturlig å søke kunnskap i Sverige. En henvendelse til bergmester Olof Eklund fikk velvillig respons. Sjelden, kanskje aldri, har det vært en så representativ gruppe svenske fagfolk på besøk hos oss.

Bergmester Olof Eklund var den viktigste foredragsholderen i "Fjellmøtet". Eklund var bergmester i Falun fra 1945 til 1961. Foruten jobb som gruveingeniør i Mora hadde han vært gruvesjef både i Østerrike og på Grønland. Eklund hadde også hatt prospekteringsoppdrag på Sumatra. De øvrige 9 svenske foredragsholderne var oberst E. Lidstrøm, oberstløytnant K. G. Sohlén, overingeniør P. Wittrock, overingeniør og major H. Jansson, byrådirektør S. Svidén, byrådirektør B. Fellenius, dosent dr. C. G. Wenner, forrådsdirektør H. Edholm og statsgeolog dr. C. R. Caldenius.

Publikasjonen fra konferansen som kom året etter angir Eklund som forfatter og hans innlegg utgjør ca en tredjepart. De øvrige 22 artiklene, herav 14 svenske og 8 norske, dekker geologi, bergsikring, sprengningsarbeid både for små tunneler og større bergrom, med eksempler både fra kraftanlegg og forsvarsanlegg. De norske foredragsholdere var statsgeolog Arne Bugge, jernbanegeolog A. L. Rosenlund, Sivilingeniørene A. B. Berdal – Eyvind Rian – Axel Prydz – Jon Sinding Larsen - Ragnar Heggstad og direktør Tormod Gjestland.

Høstkonferansen og den videre utvikling

Foreningen har helt fra starten hatt formidling av teoretisk og praktisk kunnskap som sentral oppgave. Den andre konferansen, dvs. i 1964 samlet ca 350 deltagere. Også den ble holdt i Ingeniørenes Hus. Det ble presentert 16 foredrag og temaene var: Utstøping bak stuff - utstøping på stuff - sprøytebetong - injeksjon – grovhullsrigger – rensing av dieselavgasser – rensk – ladeapparater – elektrisk tenning – trykkbølger og om en ny type vibrograf. Innhold og erfaringer endres, men temavalg er i stor grad likt det som velges for konferanser senere. Festmiddagen ble holdt på KNA-hotellet.

Foredragene var fra første dag innholdsrike, den muntlige fremstillingen hadde støtte i lysbilder og lysark (overheads). Frem til 1972 ble fordragene samlet i stensilerte kompendier i A4 format etter mye strev på Kontor for Fjellsprengningsteknikk. Fra 1973 ble arbeidet overtatt av Tapir i Trondheim. I en tiårs periode ble foredragene samlet, redigert og (korrigert) av medlemmer og produsert som en bok med god teknisk kvalitet. Boken kunne ettersendes noen måneder etter konferansen. Konferansen i 1982 ble grafisk sett et vendepunkt. Foredragene reproduseres som de kommer fra forfatter, raskere og enklere. Målet er distribusjon på konferansedagen. Det skjer i 1983. I en tiårs periode fortsetter det med hektisk redigering og justering ved hjelpsomme medlemmer i Trondheimsmiljøet mens transporten til Oslo regelmessig ble en i-sis-

Tradisjonsrik tjeneste:

Tom trillet tolvhundre Tapir trykksaker; teknodoktor transporterte til Tigerstaden

Fenomenal foredragssamling før Fjellsprengningskonferansen

Det er blitt tradisjon at dr.ing. Tom *Myran* ved SINTEFs Bergteknikk kjører foredragskompendiene til Fjellsprengningskonferansen, dette tekniske rekordarrangementet som samler over 700 deltakere i Oslo hvert år, denne gang i dagene 20.—21. november. For avveksl*ing* fra Trondheim knipset vi den populære fraktemannen sammen med forlagssjef Nils *Østlyng* i Tapir, som årlig gjør det umulige («Undere tar litt mer tid») ved å få ferdigtrykket og innbundet rundt 1 200 tykke bøker på meget kort tid.

Myran har hatt dramatikk på reisen også, som da han punkterte på det innerste av et tvillinghjul i en leid bil og måtte bytte dette et sted ved Mjøsa. Men hva klarer ikke en bergmann når han må?

39 foredrag!

Hele 39 foredrag ble holdt under Fjellsprengningskonferansen og de tilsluttede Bergmekanikk- og Geoteknikkdagene. Av dem ble 18 fremført på hovedkonferansen 20. november, mens 6 ble holdt på en fellessesjon av Berg/Geoteknikk og henholdsvis 11 og 4 på de respektive sesjoner neste dag.

I tilslutning til foredragssetene ble det holdt generalforsamling i den arrangerende forening, Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, hvis formann var sivilingeniør Kjell *Brevik*, som etterpå ønsket den store forsamling velkommen. Årsmøte ble også holdt i Norsk Bergmekanikkgruppe.

En lang rekke temaer rommes naturligvis innen de 39 foredrag. Vi har valgt ut ett foredrag, som vi fikk med fordi vi ved velvilje fra Tapir fikk en blodfersk kompendiesamling.

Trykke- og postfrister hindret et lengre referat før vi måtte ut med bladet før jul. På annet sted bringer vi et av foredragene.

14 Bergverks-Nytt 11-12/86

te-liten-affære pr. varebil med Tom Myran bak rattet. Så viste det seg mer hensiktsmessig å flytte sjauen til Østlandet og slik er det fortsatt.

Fjellsprengningsutvalget

Fjellsprengningsutvalget ble etablert ved NTH i 1948 etter forslag fra daværende rektor Harald Dahl. Utvalgets arbeid var i stor grad av praktisk karakter. Det ble samlet inn data fra anlegg og gruver, og enkelte undersøkelser og forsøk ble også gjennomført.

Utvalgets første publikasjon "Veiledning i prosjektering og driftskontroll av trykkluftanlegg for gruve- og anleggsvirksomhet" ble trykket i 1950. I 1952 kom "Ventilasjonsanlegg for tunneler" som kan anses som et tidlig bidrag til informasjon om yrkeshygieniske sider ved bergarbeid. Bergingeniør Rolf Myhra var sentral i den daglige driften.

Ragnar Heggstad som etter hvert overtok som leder for utvalget vurderte nærhet til industri, viktige offentlige institusjoner og de store entreprenørene som særdeles viktig. Det førte til at utvalget flyttet til Oslo i 1955. Det hadde startet i beskjedne former med en medarbeider. Ved flyttingen til Oslo var antallet økt til tre og staben fikk husly i kontorene til Kraftforsyningens Sivilforsvar. Industrien meldte sin interesse, og det kom spørsmål om sprengningsplaner, tidsstudier, kontroll og rystelsesmålinger.

I samarbeid med firma A/S Hardmetall og med støtte fra bransjen ble det mulig å etablere en forskningstunnel nær Heggedal stasjon. Der ble det gjennomført studier av ulike typer kutt, boltetyper og bruk av ulike sprengstoffer og måling av rystelser. Kartlegging av rystelsesskader på bygninger forårsaket av sprengningsarbeid ble ganske snart et hovedsatsingsfelt for utvalget. Kunnskap om rystelser og rystelsesskader forårsaket av sprengningsarbeid var meget begrenset, samtidig som det var lett å identifisere et betydelig behov for slik kunnskap knyttet til den store tunnelbaneutbyggingen som Oslo skulle gjennomføre. Ved NTH ble det utviklet seismometre som med kabelforbindelser overførte impulsene til en skriver. Utstyret som ble brukt hadde kapasitet til 16 sonder. Det ble utviklet følere for utsving-, svingehastighet og akselerasjonsmålinger.

Publikasjonen "Rystelser fra fjellsprengningsarbeider" kom ut på slutten av 1950-årene. Ved hjelp av diagrammer var det mulig med rimelig sikkerhet å forhåndsbedømme størrelsene av de rystelsene et sprengningsarbeid ville forårsake. På denne tiden var det i hovedsak Fjellsprengningskontoret som utførte rystelsesmålinger. Slike målinger ble etter hvert et viktig spesialområde og en inntektskilde for kontoret. I samarbeid med Kongsberg Våpenfabrikk ble det utviklet enkle mekaniske vibrografer.

"Tellus" erstattet på tilfredsstillende måte det mindre håndterlige seismometerutstyret. Utviklingsarbeid mot et enkelt elektronisk instrument ble innledet. Det var tenkt markedsført med navnet "Vakthund". Prosjektet ble imidlertid avviklet da gode og nøyaktige svenskproduserte instrumenter ble tilgjengelig.

Siste halvdel av 1950-årene var preget av leting etter billigere og sikrere sprengstoffer enn dynamitt. Sprengstoffabrikkene mente at dette kunne få negative følger for tradisjonelle produkter og viste liten interesse for å bistå med utvikling og utprøving av ammoniumnitrat-olje, og senere slurry. Interessen hos brukerne var stor og Statens Sprengstoffinspeksjon ga tillatelse til utprøving. Påboringssikkerhet og detonasjonshastighet for ulike blandinger av ammoniumnitrat-olje ble undersøkt. Arbeidet ble gjennomført i Utvalgets forsøkstunnel på Heggedal. Resultatet ble at Storforbrukere fikk godkjent selvblanding på stedet mot å betale en årsavgift til Staten. Sprengstoffindustrien innså at den måtte delta i utviklingen, og snart kom Anolit og Amolex. Et første kurs i fjellsprengningsteknikk ble arrangert i oktober 1957 i regi av Fjellsprengningsutvalget. Foredragsholdere den gang var amanuensis Selmer-Olsen, overingeniør Heggstad, sivilingeniørene

F. Lorange - Morten G. Johnsen - K. Reed – Ludvig Baumann – Knut Tovshus – Odd Johannesen – Hans. Merckoll - overing. O. Strøno og professor Anton Brandtzæg.

Kontor for Fjellsprengningsteknikk

Kontoret ble opprettet 1. juli 1961 som en direkte fortsettelse av Utvalg for Fjellsprengningsteknikk og underlagt Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskingsråd (NTNF)

> *En av pådriverne for etablering og senere styreformann i NTNF var Alf Ihlen som 23 år gammel var blitt sjef for Strømmen Verksteder. Da Robert Major ble ansatt som leder av NTNF var en innvending "han er jo så ung" hvortil Ihlen repliserte "det er riktig, men slikt pleier å rette seg med årene".*

NTNF oppnevnte et eget styre for kontoret i 1966. Det besto av bygningssjef W. Greve fra NVE som formann, med styremedlemmene siviling. Johan Ludvig Bakkevig fra Thor Furuholmen AS, professor Ivar Berge fra NTH, overing. Josef M. Martinsen fra Statens vegvesen og overing. Olav Strøno fra NSB.

Det hører med til historien at Bakkevig, som vi i denne sammenheng regner som "vår" mann, ble gjenoppnevnt og også ble valgt til styreformann. Anders M. Heltzen som var ansatt som forsker i Fjellsprengningutvalget ble ansatt som leder av Kontor for Fjellsprengningsteknikk fra starten av og hadde den stillingen frem til 1982 da instituttet ble integrert i NGI. I 1977 fikk kontoret status som institutt.

Formålet for kontoret var:

- Gjennom forskning og utviklingsarbeid i egen regi eller i samarbeid med andre, sette i gang arbeider for å finne fram til de mest økonomiske og sikre metoder for aktiviteter innen fjellsprengning, og sørge for at resultatene på beste måte kan bli nyttiggjort innen vårt næringsliv.
- På konsultativ basis utføre oppdrag i det omfang dette er til gagn for utvikling av fjellsprengningsteknikken eller på annen måte tjener norske interesser.
- Bidra til at nyheter på det fjellsprengningstekniske område blir kjent innen bransjen.
- Bidra til medarbeidernes faglige utvikling og dyktiggjøre dem for innsats innenfor og utenfor instituttet

I så måte var sekretariatsarbeidet for NFF og bidrag til Fjellsprengningskonferansen både ved møteledelse og gjennom faglige innlegg på konferansene en naturlig og viktig del av kontorets arbeidsoppgaver.

NFFs vedtekter og generalforsamlinger

Den første ordinære generalforsamling ble avviklet i Ingeniørenes Hus torsdag 19. november 1964. Møtet ble ledet av Ludvig J. Bakkevig. Det møtte ca 50 medlemmer. Møtelederen sa at interimsstyret hadde holdt 9 styremøter, at foreningen hadde 146 personlige og 41 firmamedlemmer. Om regnskapet står det at dette ble lest opp av sekretæren og enstemmig godkjent. Et lovforslag med få modifikasjoner i forhold det utkastet som sirkulerte et år tidligere ble behandlet. Det kom dessuten benkeforslag på to alternative foreningsnavn: Norsk Petroteknisk Forening, henholdsvis Norsk Bergteknisk Forening. Setningen om at medlemmer også skulle være medlemmer av NIF ble strøket. Kontingenten ble fastsatt til 15 kroner for personlige medlemmer, mens firmamedlemskap kostet 500 fordelt på 200 i kursavgift og 300 i medlemsavgift. Det fremkom tydelig at det satt entreprenører i styret. Ved valget meddelte Bakkevig at han på grunn av forestående 2 års utenlandsengasjement måtte trekke seg fra videre styredeltagelse.

Valgt ble overing. Ludvig Baumann, Grubernes Sprængstoffabriker (formann), berging. Finn Ritter Eriksen, NTH, siv.ing. Morten G. Johnsen, Astrup & Aubert A/S, overingeniør Per Tønder Smith, NVE, overing. Olav Strøno, NSB. Varamenn ble ingeniørene Hjalmar Solem, Høyer-Ellefsen A/S og Aage Østerstrøm. Desisorer overing. Christian Riege, Ing. F.

Selmer A/S og direktør Christian Fredrik Grøner, Ing. Christian F. Grøner.

Referatet er undertegnet av Odd Grønhaug som i flere år var Ingeniørforeningens mann i styret.

Vedtektene sto fast i mange år, men er etter hvert endret på flere punkter. Lovene ble justert 1996, 1998, 2002 til gjeldende versjon som ble vedtatt på generalforsamlingen i 2011.

Antall styremedlemmer er økt fra 7 til 8, derav 2 vararepresentanter som i realiteten virker som fullverdige styremedlemmer. Begrunnelsen var at det skulle bli enklere å etterleve et prinsipp om at styret skal ha representanter fra henholdsvis byggherrer, rådgivere, leverandører, entreprenører og forskning/undervisning.

Ruth Gunlaug Haug.

Foreningen har i senere år også realisert det naturlige ønsket om kvinner i sentrale posisjoner. Årsmøtet 17. april 2007 ble siviling. Ruth Gunlaug Haug foreningens første kvinnelige formann. Samtidig ble Heidi Berg nytt styremedlem.

Årsmøtet skulle opprinnelig avholdes innen 1. desember, dvs. på slutten av driftsåret. Nå er foreningen på linje med annen virksomhet i samfunnet med juni som frist. Det er også strammet inn på valgsystemet. Alle medlemmer kan fremme forslag, men det må skje gjennom den etablerte valgkomité og innen en angitt tidsfrist.

Foreningsstruktur

Det startet med en årlig generalforsamling, et styre og sekretær. Det passet for foreningen slik den var med et arrangement hvert år. Styrets hovedoppgave ble langt på vei arbeidet med program for påfølgende fjellsprengningskonferanse. Det ble mye fokus på pågående prosjekter. Bergmekanikk var del av foreningsarbeidet, men medlemmer med spesiell interesse for dette ønsket mer oppmerksomhet mot dette nye faget og organiserte seg med Norsk Bergmekanikkgruppe, og den første Bergmekanikkdagen kom i 1970.

Internasjonal innflytelse har alltid vært del av norsk gruvevirksomhet. Først dansk og tysk, så svensk, etter andre verdenskrig amerikansk og i de senere år også finsk. I foreningssammenheng var internasjonal virksomhet i perioden 1963 - 1975 dominert av kontakt med våre naboer. Vårt nære forhold til Sverige og andre naboer i Norden fortsetter, men med International Tunnelling Association- ITA ble interesseområdet utvidet og strukturert. Internasjonal komité ble etablert i 1975 som foreningens første permanente komité.

Etter hvert som foreningsaktivitetene økte er vesentlige deler av arbeidet overført til flere permanente komitéer. Styret koordinerer, behandler og beslutter.

Generalforsamlingen, som mange liker å kalle årsmøte, holdes i april-mai. De fleste styremedlemmer leder en av de permanente komitéer; dvs. økonomikomité, faglig arrangementskomité (fagkomité), internasjonal komité, utviklingskomité, komité for informasjon og samfunnskontakt (info) og skytebaskomité.

Dessuten har foreningen Yngres Nettverk, kulturutvalg, prosjektkomiteer, valgkomité, desisorer, revisorer, faglig sekretariat, Tekna og fadderskap til NTN – Norwegian Tunnelling Network.

Programkomitéen ble etablert 1982 og overtok arbeidet med høstkonferansen som for lengst ble arrangert som et fellesarrangement mellom NFF(oss), geoteknikerne og bergmekanikerne under logo NJFF (Norsk Jord- og Fjellteknisk Forbund). Komitéen utviklet seg straks til også å dekke Storefjellskurset som kom i 1987. Sprengningskonferansen på

Golsfjellet har blitt et faglig høydepunkt for bergsprengere. Det var lenge ønske om å flytte foreningens årsmøte fra sen høst til vår/forsommer. Styret mente at årsmøtet i så fall måtte kombineres med et faglig arrangement. Omleggingen fant sted i 1993. Det ble samtidig starten på Temadagen og nok en oppgave for komiteen som endret navn til **Faglig arrangementskomité** (Fagkomitéen) med underutvalget Programkomité for Fjellsprengningskonferansen. Frem til 2002 ble Årsmøtet og Temadag holdt i begynnelsen av mai, senere også delvis fremskyndet til april.

Internasjonal komité kom på en måte glidende inn i foreningen i 1975, dels gjennom Ingeniørforeningen (NIF) dels etter initiativ fra enkeltpersoner. Ludvig J. Bakkevig deltok i et forberedende møte om bergarbeid og internasjonalt samarbeid i FN-regi som ble holdt i Washington sommeren 1970, etterfulgt av et oppfølgingsmøte i London der også Morten G. Johnsen deltok. Det lå bak da NFF sammen med NIF inviterte til ITA-møte i Oslo 1974. Bakkevig ønsket velkommen til Oslomøtet som ble grunnsteinen for ITA. I møtet deltok også Einar Broch, den gang som representant for ISRM. Senere har NFF-medlemmer vært ivrige deltakere i ITA- arbeidet, i styret og som deltagere i ulike arbeids- og prosjektgrupper. Internasjonal komité og ITA henger sammen.

Einar Broch, professor emeritus NTNU, aktiv i Internasjonal komité og ITA fra start og fortsatt. "Unik spisskompetanse - slagkraftig ressurs", her skrevet på stein, tilegnes foreningens medlemmer.

ITA står for International Tunnelling Association, nå International Tunnelling and Underground Space Association som bedre samsvarer med den franske betegnelsen Association Internationale des Travaux Souterrain (AITES). ITA markerte sitt 25-års jubileum under Generalforsamling og World Tunnel Conference som ble arrangert i 1999 i Oslo med NFF som vertskap. Den formelle åpning av arrangementet foregikk i Oslo Konserthus i nærvær av Kong Harald. Seremonimester i flott bunad var NFF-er sivilingeniør Ingvild Storås. Formannen i NFF Arne Myrvang ønsket velkommen, Norsk Kammerorkester spilte Grieg, Terje Røren og Tore Lasse Bye som duo presenterte en oversikt over prosjekter og tekniske resultater gjennom de 25 årene ITA har bestått. ITAs "Honorary President" Muir Wood holdt ITAs festtale mens Oslo bys ordfører Per Ditlev-Simonsen avsluttet med en velkommen-til-hovedstaden-tale og erklærte arrangementet for åpnet.

ITA ble stiftet i Oslo i 1974. Det var avslutningen på en prosess og foreningsmessig starten på en ny tunnelæra.

Begynnelsen kan føres tilbake til juni 1970 og OECDs rådgivende konferanse om tunnelarbeider. Konferansen ble holdt i Washington DC. Representanter fra 20 land deltok. Ludvig J. Bakkevig, foreningens første formann (egentlig interim), og på dette tidspunkt styreleder i Kontor for Fjellsprengningsteknikk, deltok i spissen for en norsk delegasjon. På Fjellsprengningskonferansen samme høst presenterte Bakkevig anbefalingene fra Washingtonkonferansen. Hovedbudskapet var at undergrunnen måtte utnyttes i større grad og at det er behov for mer bergteknisk forskning. Hans foredrag og Recommendations fra konferansen er inntatt i 1970-årgangen av bøkene fra Fjellsprengningskonferansen. I London året etter, 28.-29. oktober 1971 arrangerte så British Tunnelling Society "Preliminary International Meeting on Tunnelling" som en oppfølger av OECD-konferansen i Washington..

Fra norsk side deltok Morten G. Johnsen og Ludvig J. Bakkevig som representanter for NFF og Kontor for Fjellsprengningsteknikk. Dette møtet vedtok en resolusjon som peker mot en fremtidig internasjonal forening. Resolusjonen gir uttrykk for at det er ønskelig med en internasjonal forening som kan medvirke til erfarings- og kunnskapsutveksling over landegrenser. Det ble også nedsatt en 6-manns komité som skulle forberede dannelsen.

Komitéen besto av A. M. Muir Wood (UK), Ellis L. Armstrong (US), Birger Jansson (Sverige), Ludvig J. Bakkevig, M. Sugawara (Japan) og M. R. Riquois (Frankrike)

På vegne av NFF/NIF ble så forsamlingen invitert til Oslo. Møtene foregikk 24.-25. april 1974. Delegatene kom fra England, Belgia, Danmark, Finland, Frankrike, Vest-Tyskland, Island, Italia, Japan, Nederland, Norge, Sør-Afrika, Sverige, Sveits og USA. Den norske delegasjonen besto av Ludvig J. Bakkevig, Odd Grønhaug (NIF) og Einar Broch. Einar deltok som observatør på vegne av International Society for Rock Mechanics – ISRM. Bakkevig ønsket velkommen, møteleder var Muir Wood med Beresford (også UK) som sekretær. Det ble gjort en rekke vedtak. Muir Wood skulle fungere som president frem til første generalforsamling med Fischer (Sverige) og Lucke (US) som visepresidenter. Et utkast til lover ble vedtatt. Frankrike tilbød å ta sekretariatet – et tilbud som ble akseptert med takk, den tyske delegasjonen inviterte til Tyskland og det ble deretter vedtatt at første ordinære generalforsamling skulle holdes i Tyskland tidlig 1975. Den videre "norske" historien innen ITA dreier seg mye om Einar Broch som trofast fulgte ITA. Han ble etter hvert innvalgt i Executive Council, ble valgt som visepresident i 1980, var president i perioden 1986-89, har senere deltatt i ulike arbeidsgrupper og har vært og en av hovedredaktørene for fagmagasinet TUST.

TUST = Tunnelling and Underground Space Technology ble startet i 1986 med to Senior Editors, Charles Fairhurst og Einar Broch. TUST var etterfølger av "Advances in Tunnelling Technology and Subsurface Use" som var etablert i 1981 som et ITA-internt tidsskrift.

I årenes løp har mange av foreningens medlemmer deltatt i ITA- arrangementer, i de ulike arbeidsgruppene og som foredragsholdere. For ITAs rapport "Contractual sharing of risks" hadde Gunnar Aas (Selmer) en sentral rolle.

I 1995 besluttet styret i NFF å søke vertskap for ITAs årsmøte 1999. Søknaden ble fremført av Einar under torsdagsdelen av generalforsamlingen i Washington DC våren 1996. Oslo vant avstemningen med bra margin foran Lyon. Med valget medfølger en 3-årig styreplass. Den ble ivaretatt av daværende faglig sekretær Aslak Ravlo. Senere ble NFFs kandidat Kai Sørbråten innvalgt som ordinært styremedlem, et verv han innehadde inntil han av personlige årsaker trakk seg fra videre arbeid i ITA år 2000.

I 2004 kom NFF igjen på banen i styresammenheng. Eivind Grøv ble valgt inn. Valgperioden er 3 år. I Praha 2007 kandiderte han på nytt og ble denne gang innvalgt som en av 4 Visepresidenter.

Faglig sett er arbeidet i ITAs Working Groups viktig. Her er det fritt frem for deltagelse. Erfaringen viser at utbyttet er avhengig av personlig engasjement og kontinuitet.

Listen over deltagere i arbeidsgruppene er lang. Foreningen har som målsetting å delta i minst 5 arbeidsgrupper. Ved arrangementet i Praha år 2007 deltok våre medlemmer i hele 9 grupper. Veteranlisten omfatter bl.a. Håvard Østlid med lang fartstid i gruppen "Senke/flytetunneler"; Arnulf M. Hansen i "Mekanisering", Jan K. G. Rohde i "Undergrunn og miljø"; Gunnar Aas i "Kontrakter".

Foreningens arbeid innen ITA har som formål å delta i et internasjonalt fagmiljø, bidra til faglig utvikling, høste kunnskap og dele egen kompetanse med kolleger internasjonalt. En viktig del av dette arbeidet er foreningens publikasjoner på engelsk. Publikasjon nr.1 med tittelen Norwegian Hard Rock Tunnelling kom i 1982. I jubileumsåret 2013 kommer publikasjon nr. 22. NFF hadde nært samarbeid med Eksportrådet så lenge det eksisterte. Etterfølgeren Innovasjon Norge har andre rammevilkår og samarbeidet har endret karakter.

Utviklingskomitéen kom i 1998. Bakgrunnen var å få et bedre system i valg av prosjekter. Med mer penger i kassen og videre tilgang på kompetanse kunne foreningen i større grad engasjere seg i praktiske prosjekter med- og for foreningens medlemmer. Teknisk rapport nr. 1 "Redningskammer for underjordsdrift" kom i september 2001. To måneder senere kom rapport nr. 2 som omhandler "Diesel under jord". "Sikker sprengning i dagen" er datert september 2003. Senere rapporter er "Håndtering av plastmaterialer" – "Informasjon, takk" – "Sikker boring gjennom sylte" – "Dieseldrift under jord" – "Sikkerhet ved berginjeksjon" – "Behandling og utslipp av driftsvann" – "Rescue Chamber for Underground Work" – "Nøyaktig boring". Utviklingsprosjekter av mer omfattende karakter har ført til håndbøker.

Med nye lover og forskrifter for sprengningsfaget, henvisninger til flere bestemmelser som sprengningsansvarlige måtte ta hensyn til, medansvar for hele kjeden av deltagere, og ikke minst at foreningen fikk en ny medlemsgruppe med aktive skytebaser,

Eivind Grøv takkes med godord og blomster for sin innsats som foreningens formann i perioden 2009-2011.Takken kommer fra nyvalgt formann Jan Kristiansen (t.h.). Det skjer på slutten av NFFs Generalforsamling 3.mai 2011.

var det naturlig å utarbeide en håndbok for faget. Den kom sommeren 2003 med ny oppdatert utgave 2007. Håndbok 05 Tung bergsikring kom 2010 (den dannet senere grunnlag for en engelsk versjon). I 2011 kom håndbok for praktisk berginjeksjon og "Håndbok for bestiller av bergarbeid". Siden 2004 er for øvrig NFFs publikasjoner utgitt under foreningens eget forlagsnummer.

Informasjon og samfunnskontakt. Denne komitéen reflekterer på flere måter tiden vi lever i og de krav til informasjon som kreves. Enkelte av våre medlemmer har riktignok sagt at yrkesgruppen informasjonsmedarbeider burde forbys. For offentlige myndigheter, politikere og delvis private bedrifter synes det som målsettingen er å dekke over tabber, vri fakta og skjønnmale. Ikke så hos NFF. Det gjelder å spre objektiv kunnskap. Helst burde vi som forening delta i offentlig debatt. For en åpen forening og medlemmer med ulikt ståsted byr det på problemer. Kunnskap og erfaring er vår greie, synsing og svada overlates til andre.

Utviklingskomiteen står bak de fleste tekniske rapporter og håndbøker utgitt av foreningen. Her bilde av komitéformenn i kronologisk rekkefølge: Arne Myrvang, Bjørn E. Selnes, Fridtjof Andreassen, Pål Egil Rønn, Steinar Livik og Jan Eirik Henning.

Komité for Informasjon og Samfunnskontakt (ofte kalt Info) med Heidi Berg som leder i forgrunnen, deretter Anne Kathrine Kalager og Lars Olav Solbakken. Bak og smilende Oddrun Vågbø og Sindre Log.

Skytebaskomitéen. For fjellsprengning som vi i dag helst kaller bergsprengning, trengs sprengstoff, maskiner og fagfolk. Skytebasen har i alle år stått sentralt og gjør det fortsatt. Utdannelse for yrket var praktisk arbeid og læring av kolleger. Yrket hadde sine ritualer preget av farlige materialer og iboende risiki. Mye skråtobakk og litt uvørenhet.

Arild Neby, en drivende kraft i Skytebaskomitéen. Bildet er tatt på Cotopaxi 5897 moh.

Den tekniske delen av bergsprengning endrer seg fortløpende og tilpasser seg markedsforhold og markedsmuligheter. Det formelle regelverket følger et annet opplegg, endringer kommer når nye regler trer i kraft og får oftest betydelige konsekvenser. 2003 utga foreningen sin første utgave av Håndbok for skytebas (nr. 04). Redaksjonen kunne støtte seg på samarbeidspartnere fra myndighetssiden, bransjeforeninger og aktører innen bergsprengning. Budskapet ble i flere år formidlet gjennom informasjonskvelder for skytebaser.

I 2006 kom det endringer i lovverk og forskrifter. Året etter kunne foreningen presentere en oppdatert utgave av Håndboken og budskapet måtte tilpasses. Det stopper ikke der. Omfattende endringer fra myndighetssiden delvis tilpasset verden omkring oss resulterer i nok en ny versjon av håndboken. Øyeblikkelig behov er dekket gjennom fersk Håndbok rettet mot Byggherresiden. Perioden med et evigvarende sertifikat klasse A, alternativt sertifikatene klasse B og C er over. Nye krav har utløst stort behov for etterutdannelse. Etter avtale med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap gjennomfører bransjen et omfattende kursopplegg for aktive skytebaser. NFF står her sammen med Maskinentreprenørenes Forbund (MEF) og Byggenæringens Landsforening (BNL).

Skytebaskomiteen har også engasjert seg som leder av et europeisk prosjekt for standardheving og harmonisering av skytebaskvalifikasjoner på europeisk nivå. Første fase er fullført.

Kulturutvalget. Det startet med en selvoppnevnt aksjonsgruppe som besto av Morten G. Johnsen (Morten), Ludvig Baumann (Ludvig) og Per T. Smith (PT). Gruppen som snart fikk navnet Kulturkomité startet sitt arbeid i 1989 og intensjonen var å sikre maskiner og utstyr fra norsk tunnelvirksomhet, og bidra til etablering av et museum tilegnet bransjen. Med pågangsmot, entusiasme og gode forbindelser i bransjen ble mye av arbeidet kontaktvirksomhet, påvirkning og praktisk innsamling av museumsgjenstander for et fremtidig museum. I 2001 mente trioen at nye krefter burde slippe til og styret etablerte Kulturutvalget. Sentrale oppgaver er foreningens engasjement i Stiftelsen Norsk Fjellsprengningsmuseum (NFSM), foredrag og artikler med berghistorisk tilsnitt og ta vare på foreningens historie.

Første byggetrinn av Norsk Fjellsprengnings-museum er en hesteskoformet tunnel. Et besøk hører med til norsk almen-dannelse. På uteområdet ruver Varangertrucken. Den kom fra A/S Sydvarangers malmbrudd i Kirkenes. Museet ble åpnet 18.juni 2004 og er i dag del av Norsk Vegmuseum.

Yngres utvalg

Yngres nettverk ble etablert i 2010 og har som mål å være en samlingsarena for yngre mennesker knyttet til bransjen. Flere av oss vet at det er lett å bli medlem i en forening, men ikke like lett å gli inn i miljøet som aktiv deltager. Yngres nettverk bidrar til å fjerne barrierer. Yngre medlemmer har det travelt og begrenser seg foreløpig til to samlinger pr. år. En samling med prosjektbesøk og et arrangement knyttet til høstarrangementet.

Foreningen var dominert av godt voksne menn. Den tiden er forbi. Yngres Nettverk er et eksempel, her med Ingrid Buvarp Aardal.

Den første samlingen tok for seg Vegvesenets Lørenprosjekt på Ring 3 i Oslo, videre besøk hos NGI og senest en ekskursjon til Rogaland. Nettverkstreffene fokuserer på teknologi, kunnskap og aktuelle spørsmål i tiden. I sum er dette positivt for deltagerne og positivt for arbeidsgiver. På Nettverkes høstsamling i november 2011 var hovedtema fremtidig mineral- og ressursutvinning i Norge. Leder for nettverket er Ingrid Buvarp Aardal.

Norsk Fjellsprengningsmuseum

Det ble åpnet 19. juni 2004 og er i dag en del av Norsk Vegmuseum på Hunderfossen nær Lillehammer og kommunegrensen mot Øyer. Museet ligger naturligvis "under jord" i en fjellknaus i nordre del av den 400 mål stor tomten som Vegmuseet eier.

I Stortingsmelding nr. 37 fra 1987 peker Stortinget på at det er av nasjonal betydning å sikre vår nyeste tekniske kulturhistorie, og at dette ansvaret påligger den enkelte etat.

Aktive etater i NFFs miljø var først og fremst vegsektoren med Vegdirektoratet i spissen og vannkraftsektoren med Statkraft.

29. januar 1990 satte Statkraft ned et utvalg som skulle kartlegge tiltak og planer for å sikre anleggsteknisk historie i ett museum, drøfte hva som et museum burde dekke og foreslå praktisk løsning og plassering. Utvalget besto av Thorleif Hoff, Rolf Thomessen og Sverre Oftedal. Statkraft var for øvrig allerede engasjert i Rjukan-museet som ble etablert i 1983 og åpnet 1988. Statkrafts rolle her var å vise utviklingen av industri basert på vannkraft, og å vise mennesket i miljøet.

Under sitt arbeid fikk utvalget kjennskap til at Vegdirektoratet holdt på med utbygging av Norsk Vegmuseum ved Hunderfossen. Utvalget tok kontakt i mai 1990 for å bli orientert om planleggingen. Geir Paulsrud (senere direktør ved Vegmuseet) redegjorde, bl.a. om en sekvens med et tunnelpåhugg. Derfra til en tunnel er det tankemessig knapt mer enn et nanosekund.

Under et påfølgende møte i Vegdirektoratet ble det informert om at en nettopp hadde hatt besøk av tre mann som ville diskutere hvordan Vegdirektoratet jobbet med sikring av relevant anleggsmateriell. De tre var naturligvis NFFs Kulturkomité.

Statkrafts utvalg tok kontakt med kulturkomitéen. I felleskap ble det utarbeidet en henvendelse til styret i NFF med anmodning om at foreningen utredet muligheten for å etablere et fjellsprengningsteknisk museum. Styret fulgte oppfordringen og kontaktet en rekke personer og bedrifter om dette. NFF forslo å etablere et interimsstyre for prosjekt museum og deretter utarbeide et forprosjekt som grunnlag for etablering av en stiftelse. Interimsstyret ble konstituert på et møte 14. juni 1990. Utstillingsarkitekt Marc Maure og medlemsbedriften Berdal Strømme fikk ansvaret for utforming og kostnadsoverslag for "Norsk fjellsprengningsteknisk museum". Forprosjektet forelå august 1991. Det var finansiert med betydelig støtte fra Norsk Kulturråd. Konseptet var 2-delt: byggetrinn 1 var en tunnel hvor arbeidsmetoder og utstyr kunne vises i riktig miljø, mens byggetrinn 2 var et museumsbygg (informasjonssenter).

I vår egen fjellhall. Fra venstre Kjell Gustavsen, Thorleif Hoff og Geir Paulsrud.

Med utgangspunkt i forprosjektet gikk NFF ut til relevante firma og etater med anmodning om å delta i etableringen av "Stiftelsen Norsk Fjellsprengningsmuseum". Stiftelsen fant sted 31. august 1992 på Vegmuseet. 14 firmarepresentanter deltok. Det kan nevnes at Fjernledningsavdelingen (senere Statnett) hadde etablert samarbeide med Energisenteret på Hunderfossen Familiepark.

NFFs styre hadde på et tidlig tidspunkt gått inn for en løsning med tunnelen i en halvsirkel og med nisjer for de enkelte utstillingene (alternativet var en ordinær utstillingshall). Utformingen av tunnelen var følgelig vedtatt. Etter stiftelsen gikk det fort. Morten Johnsen tok initiativ og fikk gruppen Selmer/Eeg-Henriksen Anlegg /Veidekke til å sprenge ut tunnelen på dugnad! Anleggsutstyr ble delvis overført fra Gjøvikhallen mens firmaene delte på mannskap og ledelse. Vegmuseet fikk en ukes forvarsel, og i slutten av september (4 uker etter etablering av Stiftelsen) var arbeidet i gang. Yrkesskolen for bygg og anlegg fjernet betydelige mengder løsmasser som et ledd i sin undervisning. Tunnelen var ferdig i februar 1993. Senere har AF-Gruppen, Statkraft Anlegg og Statens Vegvesen bidratt ved gjennomføring av spesielle oppgaver.

Klargjøring av tunnelen som utstillingsområde og utforming av de enkelte utstillingene krevde et betydelig pengebidrag. Stiftelsen gikk ut til kraftselskap og kraftkommuner med anmodning om bidrag ut fra den kjensgjerning at fjellsprengernes innsats hadde medvirket betydelig til verdiskapningen. Responsen var praktisk talt lik null. Da valgte man å kontakte Samferdselsdepartementet, som formell eier av Vegmuseet, og søknad ble sendt 10. mars 1997 med anmodning om 24 mill. kr. Bidraget ble på 20 mill. kr og arbeidet med å fullføre byggetrinn 1 kunne settes i gang. Departementet hadde satt en betingelse, nemlig at Fjellsprengningsmuseet ble en avdeling innen Vegmuseet og at Stiftelsen overlot alle sine eiendeler til Vegmuseet. Styret hadde ingen innvendinger til dette, men valgte å beholde Stiftelsen som et kontaktledd mellom Vegmuseet og bransjen for derved også å kunne fungere som initiativtaker for videre utvikling av fjellsprengningsmuseet. Arbeidet gikk greit under ledelse av Vegmuseet og med god innsats fra museumskonsulent Piotr Zamecznik.

Norsk Jord- og Fjellteknisk Forbund

1 1969 ble det nedsatt et utvalg for å analysere mulige former for nærmere samarbeid mellom de ulike retninger innenfor geo-området. Ved åpning av Fjellsprengningsdagen 18. november 1972 omtaler formannen at utvalget har levert sin innstilling og anbefaler at de ulike foreninger fortsetter som før, men at det også etableres et "Jord- og Fjellteknisk Forbund" og at dette skal behandles i årsmøtet påfølgende dag. Formålet angis til bedret intern kommunikasjon med større styrke utad, spesielt internasjonalt. Som medlemmene har merket seg står NJFF som arrangør av Høstkonferansen med Fjellsprengningsdagen, Bergmekanikkdagen og Geoteknikkdagen. Samarbeidet går knirkefritt, ikke minst takket være Tekna.

Norsk Bergmekanikkgruppe NBG

Den første Bergmekanikkdagen ble arrangert i 1970. Ved åpningen av den 3. Bergmekanikkdagen 24. november 1972 sa daværende formann i NBG Einar Broch at lovene for NBG nå var klare for distribusjon, (de siste justeringer av teksten var avsluttet samme morgen, 30 minutter før åpning av arrangementet), og at gruppen var formelt etablert. At det var behov og interesse for bergmekanikk viser fremmøtet på ca 250 deltagere.

Norsk Bergmekanikkgruppe som ved starten hadde 85 medlemmer ble etablert som en såkalt fagseksjon av Fjellsprengningsforeningen med fast styreplass i NFF.

Norsk Bergmeknikkgruppe er forlengst en selvstendig forening med eget styre, eget sekretariat og egen programkomité. Medlemmene i de to foreningene er i betydelig grad dobbeltgjengere som medlemmer både i NBG og NFF. I den grad foredragene er prosjektrelatert vil det naturligvis også i stor grad være sammenfall, men med litt ulik vinkling, NFF gjerne med fokus på driftsmetoder / maskiner og utstyr / fremdrift, mens NBG holder seg til en bergmekanisk vinkling.

Mange bergmekanikere og sentrale medlemmer i NBG har hatt avgjørende betydning for utviklingen av NFF. Det startet med Rolf Selmer-Olsen. Andre som må nevnes er Einar Broch, O. T. Blindheim, Arne Myrvang, Bjørn Nilsen, Reidar Lien, Nick Barton og Kai Nielsen.

Samarbeidet mellom NBG og NFF fortsetter og det fungerer. I perioden 2000-2002 var det inngående samtaler om fusjon. Det ble det ikke noe av den gang. Ulik struktur var et moment som ble tillagt vekt, "det som fungerer bra bør fortsette som før" var et annet moment. Vi antar at siste ord om sammenslutning ikke er sagt.

Turene

Foreningen har gjennom årene arrangert fagekskursjoner i inn- og utland. Økt tidspress viser at arrangementer av denne art helst bør avvikles på noen timer, gjerne en ettermiddag, men i alle fall ikke ut over to arbeidsdager.

Styremedlemmene bruker i dag ganske mye tid på foreningen. I foreningens henimot 20 første år var arbeidet i stor grad begrenset til styremøter, etter hvert har dette dratt på seg både komité- og prosjektarbeid. I senere tid og annethvert år organiserer foreningen styreturer til fagmiljøer og prosjekter i eller utenfor Norge. Formålet er dels oppdatering av egne kunnskaper, dels markedsføring, og dels også en oppmuntring til innsats for foreningen. Dette startet i en periode da myndighetene var opptatt av eksport og ga støtte til bedrifter på ulikt vis. Tilbudsarbeid og reisevirksomhet kunne få slik støtte og flere utenlandsreiser med kurs og foredrag kunne motta støtte. Flere av foreningens reiser fra tidlig i 80-årene og fremover fikk betydelig kompensasjon gjennom Norges Eksportråd. Ordningen er borte, men foreningen har likevel kunnet fortsette med sine turer og deltagelse i ulike delegasjonsreiser.

I 1983 deltok foreningen i Eksportrådets frenstøt på Taiwan og i Sør-Korea, i 1986 besøkte styret kraftanlegg i Yunnan (Kina) der norske bedrifter var engasjert. Senere sto Sør Afrika og Lesotho for tur med prosjekter innen vannforsyning, tunneler og gruvevirksomhet. Styret tok sjaktheisen nesten 2 km ned og fikk fornøyelsen av å hakke gull i ganger med krypehøyde i Deep Southern Level. I Chile ble det jordskjelv, seminar, møte med nordmenn i Robocon Latin America, ekskursjon til CODELCOs kobbergruve El Teniente, den gang med ca. 3000 km gruveganger. Der så flere av deltagerne fjernstyrt utlasting for første gang. Andre turer gikk til China Three Gorges Project, Hong Kong, Southern California, Australia, Thailand, Lærdal, Chile på nytt, Brasil, Slovakia og Slovenia.

Slitsomme reisedager. Sterkt innslag fra Internasjonal komité på reisefot.

Gullfeiselen

I 1994 instituerte NFF sin ærespris kalt Gullfeiselen. I statuttene heter det at Gullfeiselen er en utmerkelse for fremragende innsats for norsk bergteknologi. Styret står fritt i sine vurderinger. I følge statuttenes § 4 kan styret etter sitt skjønn velge å utdele en feisel, ingen eller flere samme år. Utmerkelsen består av diplom og en forgylt stilisert feisel festet til en plate med en messingplankett som angir år og hvem den er gitt til. Utdelingen som foretas av foreningens formann ved åpning av den årlige Fjellsprengningsdagen ledsages av en kort tale som gjerne blir en rosende begrunnelse for valg av prisvinner. Prisen ble første gang utdelt i november 1994. Den gang til Jan Anton Rygh for sin innsats for berghallen på Gjøvik og til Anders M. Heltzen for hans innsats for NFF gjennom alle år, både som fagmann, sekretær og møteleder av Fjellsprengningskonferansen. Til og med 2011 er det totalt delt ut 25 Gullfeisler.

- 1994 Anders M.Heltzen
  1994 Jan Anton Rygh
- 1995 Trollprosjektet
- 1996 Andersens Mekaniske Verksted
- 1997 "Den norske Tunnelarbeider"
- 1998 Professor Odd Johannessen, NTNU
- 1999 Statens Vegvesen
- 2000 DYNO Nobel ASA, Norge.
- 2001 Morten G. Johnsen
  2001 Ludvig A. Baumann
  2001 Per T. Smith
- 2002 Ørsta Stål AS
- 2003 Professor Einar Broch, NTNU
  2003 Professor Arne Myrvang, NTNU
- 2004 Dr.ing. Olav Torgeir Blindheim
- 2005 Arve Fauske, DYNO Nobel ASA
- 2006 Robert Hermansen, SNSK
- 2007 Tom Richard Olsen, Mesta
  2007 Fridtjof Andreassen, Dr.ing. Aas-Jakobsen AS
- 2008 Tom Melby, NORMET OY.
  2008 Hans Petter Torsteinsen, tidligere Høyer Ellefsen AS
- 2009 Bever Control AS ved Thorvald Wetlesen
- 2010 Bente Ulvestad
  2010 Tom Myran
- 2011 Nick Barton, Nick Barton & Associates
- 2012 Statens vegvesen

Æresmedlemmer

Styret kan utnevne Æresmedlemskap til medlemmer som i særlig grad har bidratt til foreningens utvikling.

- 1965 Henrik Wergeland
- 1987 Per T.Smith
- 1987 Morten G. Johnsen
- 1987 Ludvig Baumann
- 1987 Anders M. Heltzen
- 1988 Per Tønder Smith
- 1988 Rolf Selmer Olsen
- 2003 Aslak Ravlo
- 2004 Hjalmar Solem
- 2006 Nils Borge Romslo
- 2007 Einar Broch
- 2008 Knut R. Berg
- 2009 Per Bollingmo
- 2010 Johannes Hope
- 2011 Bjørn Nilsen
- 2012 Ruth Gunlaug Haug

Styreformenn

Valg til styret startet har med få unntak skjedd ved akklamasjon. I en stor forening, men med begrenset deltagelse i Generalforsamlinger må impulsive forslag unngås. Alle medlemmer kan fremme forslag, men det må skje skriftlig til valgkomiteen så tidlig at forslagene kan inntas i saksdokumenter. Tendensen er at medlemmer første gang velges inn som vara styremedlem. Karrieren videre er tornefull.

Foreningens styreformenn:

1963	Ludvig J. Bakkevig	Siv.ing	Ing. Thor Furuholmen A/S
1964-66	Ludvig Baumann	Dir.	Grubernes
1967-68	Per T. Smith	Overing.	NVE
1969-71	Morten G. Johnsen	Overing	Astrup & Aubert
1972-73	Tor Johansen	Overing.	Thor Furuholmen A/S
1974-75	Øistein Smemo	Berging.	Norcem
1976-78	Egil Vedner	Siv.ing	Pay & Brink
1979-80	Ulf Smith-Meyer	Dir.	A/S Syd-varanger
1981-83	Aslak Ravlo	Siv.ing	Ing.F.Selmer A/S
1984-85	Hans Chr. Evensen	Siv.ing	Høyer-Ellefsen A/S
1986-87	Kjell Brevik	Siv.ing	NVE,Ulla Førre Anleggene
1987-90	Nils Borge Romslo	Siv.ing	Øvre Otra
1990-93	Kai A. Sørbråten	Sjefsing.	Selmer-Furuholmen Anlegg
1993-96	Bjørn Petterson	Siv.ing	Dyno Nobel
1996-98	Terje Røren	Siv.ing	Berdal-Strømme
1998-00	Arne Myrvang	Prof.	NTNU
2000-03	Bjørn Selnes	Prod.dir.	Svv/Vegdirektoratet
2003-05	Tarald Husaas	Gruveing.	Dyno Nobel
2005-07	Bjørn Nilsen	Prof	NTNU
2007-09	Ruth G. Haug	Siv.ing	Statens vegvesen/Vegdir-
2009-11	Eivind Grøv	Siv.ing	SINTEF
2011-nå	Jan Kristiansen	Siv.ing	Multiconsult

50-åringen

NFF har i dag ca. 1000 medlemmer. Det er en fin blanding av individuelle medlemskap og medlemskap for bedrifter, institusjoner, etater som gir grunnlag for utsagnet om at her er hele bransjen med.

Vi avslutter historien med å referere et utdrag av foreningens mentale grunnmur som gir oss kursen for det videre arbeid:

- NFF skal styrke norsk bergteknologi.
- NFF skal framheve den samfunnsmessige nytten av norsk bergteknologi.
- NFF skal tilrettelegge for eksport av norsk bergteknologi.
- NFF skal preges av trivsel, humør og engasjement.
- NFF skal være den ledende bransjeforening for vårt fagmiljø.

Derfor vektlegges:

- Styrking av det faglige arbeid i foreningen
- Aktivisere medlemmene gjennom god informasjon
- Markedsføring av berggrunnen for byggeformål
- Profilering av NFF og anleggsbransjen i Norge
- Sterkere internasjonalt engasjement

Foreningen har et tungt, men godt innarbeidet navn. Med dagens terminologi er det dessuten misvisende. Vi lar fjellene stå, men sprenger berg. Det gir oss skjæringer og tunneler for alle former for transport og kommunikasjoner, lagerrom for alt fra iskrem til oljeprodukter, haller for offentlig bruk (sport og kultur), forsvarsanlegg og mer til. Kunnskapsnivået stiger, utstyr, maskiner og dermed mennesker presterer mer enn noensinne før, samvirke og erfaringsutveksling over landegrenser har nådd nye dimensjoner.

Den sosiale rammen for foreningens medlemmer har endret seg i takt med samfunnsutviklingen. For anleggsfolk har dette bl.a. medført bedret forpleining og innkvartering. Det er lenge siden "overenskomsten" fastsatte at "Brakkekokka tilkommer egen seng". Samtidig har mobilitet, hjemreiser og ny skiftordning snudd opp ned på miljøet. Folk kommer, jobber, sover og reiser hjem. For de av oss som har sitt virke på kontor er det blitt en ledigere tone, de hvite tegnefrakkene er parkert, mørk dress og slips er ikke standard uniform i møter. Og kvinnene er med på alle nivåer.

DDE justerte Willochs utsagn om at "alt går så meget bedre nu" til det trønderske " aillt går likar no".

Utsagnet står seg både for bransje og forening.

Del av foreningingens målsetting heter Trivsel, humør og engasjement. NFFs deltagere på festmiddagen under ITAs årsmøte i Vancouver 2011. Jan Rohde dirigerer.

Med karjol over Lifjellet

Lierne, eller Finnlierne som det opprinnelig het, ligger i grensefjellene mellom Nord-Trøndelag og Jämtland, "øst for Kjølen, men vest for grensen". Området hadde vært befolket av samer i flere hundre år, og er også i dag et område med reindrift og samebosetning. I 1590 sendte kongen ut et tilbud om å bygsle ødegårder etter svartedauen i Lierne, noe som innledet en ny bosetning av bønder fra ca. 1620.

Området hadde ingen veiforbindelse mot vest og Namdalen for øvrig. Forbindelsen var langs stier og leder for kløvhester, bl.a. fra Snåsa og Grong/Formofoss.

Den gamle Lifjellsveien gikk på nordsiden av Sandøladalen fra Formofoss via Berg gård til Skjelbred. Berg gård ble bygget omkring 1810 og ble et overnattingssted for farende over fjellet. I dag kan man få et inntrykk av hvor veien gikk ved å følge varder og merkesteiner som ble satt opp over fjellet, men det er ingen spor etter en egentlig veg.

På siste halvdel av 1800-tallet ble det en diskusjon om å bygge veg til Lierne, og også da ble det en lokaliseringsdebatt og uenighet om trasévalg, noe som vel må kalles en solid tradisjon her i landet. Libyggene tegnet seg for gratisarbeid hvis veien ble lagt langs Sandøla, 780 dagsverk for mann, og 657 dagsverk for hest, samt fri grunn i utmark, og billig grunn på dyrka mark.

Vegdirektør Hans Hagerup Krag var født i Grong, og er blitt kalt Lifjellvegens far, selv om planene for vegen var påbegynt før han ble vegdirektør. Han hadde god lokalkunnskap om forholdene på begge sider av fjellet, og arbeidet hardt for en ny veg over Lifjellet.

Kjørevei over fjellet på sørsiden av Sandøladalen ble det. Langs dagens vei fra Formofoss til Skjelbred er strekningen 56 km. Den ble påbegynt på 1870-tallet, og var en kjerreveg oppover dalen som i første omgang ble bygget til Nyneset, før den egentlige fjellovergangen. Veien sto ferdig over fjellet i 1892, og ble åpnet samtidig med et annet stort anlegg, Bandakkanalen. Krag skulle også vært med på åpningen av kanalen, men valgte Lifjellsvegen. Den 24. september sendte han følgende gratulasjonstelegram:

I Sandøladalen under Regnveir og Blest
På smalsporet Vei mig trekker en Hest.
Mig venter "Sibirien", Flatbrød og Melk.
Men nede ved Bandak i smykket Salon
Man fester og jubler og lever "bon".
Kanalen er ferdig, det går så glat,
Hvor Fossen fordum en Stengsel sat.
Stop-: Jeg må videre fremover Heien!

Dog-: Leve Kanalen, Jernbanen og Veien
Det ønsker på denne Jubeldag,
Skranglende på K arjolen,
Vegdirektør Krag.

"Sibirien" er et stikkord i diktet. Det var en av vegvokterboligene som ble oppført i forbindelse med vegbyggingen. En annen var "Gosen", og historien sier at "Sibirien" fikk navnet sitt fordi det her var kaldt og kuslig og heller skralt med forpleiningen, mens det på "Gosen" var "honning", med vesentlig bedre forhold, og hvor kokka stelte godt for slusken.

"Sibirien" lå nede under Lifjellet, mens "Gosen" som lå oppe på fjellet ble en fjellstue hvor man kunne overnatte, og ofte ble redningen for farende folk som kom ut for styggvær.

Foto: Lars Larsen Ingulfsvand. (Tilhører Levanger Museum)

I 1990-91 ble våningshuset på Gosen flyttet til Norsk vegmuseum.

Det er ingen tunneler på Lifjellvegen, men den går i til dels bratt og vanskelig terreng som har gitt utfordringer for datidens vegbyggere, og av bildet ovenfor kan man se at det her var barske karer som skaffet libyggene kjørevei over fjellet.

Per Bollingmo

Kilder:

- *Kjell Hegdalstrand. "Til Gosen via Sibirien. Lifjellvegen 101 år."*
- *Kirsten Joveig Gartland. "Ferdselsveger og Folkeminner-mellom grensebygd og Namdalskyst".*

38
39
40
41

Norgeshistorie med NFF-perspektiv

Per Bollingmo

Bergsprengere har bidratt til bygging og utvikling av landet lenge før Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk ble dannet i 1963. For å sette tankene i sving kan vi nevne i fleng:

- Akersberget sølvgruver trolig fra 1100-tallet, senere rundt 1530
- Sølvverket på Kongsberg, 1623
- Kobbergruver på Røros, 1644 og Sulitjelma, 1887
- Blaafarveverket på Modum, 1776
- Stalheimskleivene, 1849, bilveg 1937
- Larvikittbrudd ved Tjølling, 1888
- Altaskifer i Peska, 1905
- Jerngruver i Sør-Varanger, 1906 og Rana, 1906
- Svelgfoss kraftanlegg, 1907
- Kullgruver på Svalbard, 1908
- Bergensbanen, 1909
- Vemorkanleggene, 1911
- Franzefoss, industrimineraler og pukk, startet i 1919
- Trollstigveien, åpnet 1936
- Demmevann, utslag under vann, 1939
- Flåmsbana, 1940
- Olivin på Åheim, 1948
- Vannkraft i Glomfjord, Aura, Røssåga, Innset etter krigen

Så, da foreningen ble stiftet hadde man lange tradisjoner med forskjellige typer bergarbeider. Like etter krigen var det stor aktivitet med anleggsarbeider i landet, og det skjedde en rivende utvikling innen sprengningsteknikk, maskiner til boring og lasting, og sikringsmidler.

NFF ble startet av aktører innen anleggsbransjen, først med en konferanse for utveksling av erfaringer

Løveid sluser ved Skottfoss

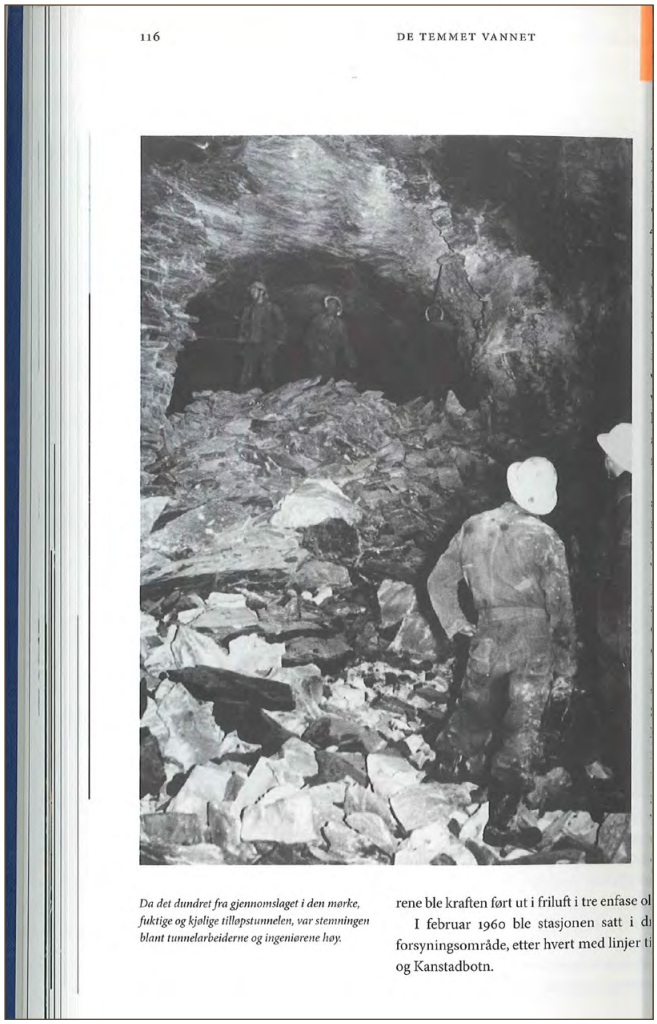
og kunnskapsdeling, den årlige Fjellsprengningskonferansen (senere Fjellsprengningsdagen).

Etter hvert har foreningen omfavnet andre enn bare anleggsbransjen, og dagens forening huser alle som i en eller annen form har tilknytning til bergarbeider, både for anlegg, gruver, industrimineraler, prydstein, skifer og pukk.

Disse aktørenes bidrag til Norges-historien etter 1963 skal her gis i små skisser.

Bergindustrien- gruver og dagbrudd

Gruvene var de første etableringene for bergteknisk virksomhet, og var i flere århundrer en viktig del av landets industrielle virksomhet og velferd.
Da vår forening ble etablert i 1963 var det 31 malmgruver i drift i Norge. Siden har det stort sett gått nedover. I dag er det bare et par igjen. Men bergindustrien har flere ben å stå på og er fortsatt en betydelig næring.



116 DE TEMMET VANNET

Da det dundret fra gjennomslaget i den mørke, fuktige og kjølige tillopstunnelen, var stemningen blant tunnelarbeiderne og ingeniørene høy.

rene ble kraften ført ut i friluft i tre enfase ol
I februar 1960 ble stasjonen satt i d
forsyningsområde, etter hvert med linjer t
og Kanstadbotn.

Gjennomslag for en overføringstunnel.

I dag kan vi dele denne industrien inn i flere områder:

- Malmer som jern- og titanmalm
- Industrimineraler og som kvarts, feltspat, olivin og nefelin
- Naturstein som larvikitt, skifer og marmor
- Byggeråstoffer som sand, grus og pukk
- Energimineraler som kull og kanskje radioaktive mineraler

Denne industrien omsetter for over 11 milliarder kroner årlig, og 60 % av produksjonen går til utlandet. Bergfolk av alle kategorier bidrar i denne virksomheten.

Vannkraftutbyggingen

Som nevn over var vannkraftutbyggingen allerede i full gang etter krigen. Den startet for alvor med utbyggingen for Norsk Hydro ved Svelgfoss like utenfor Notodden i 1907.

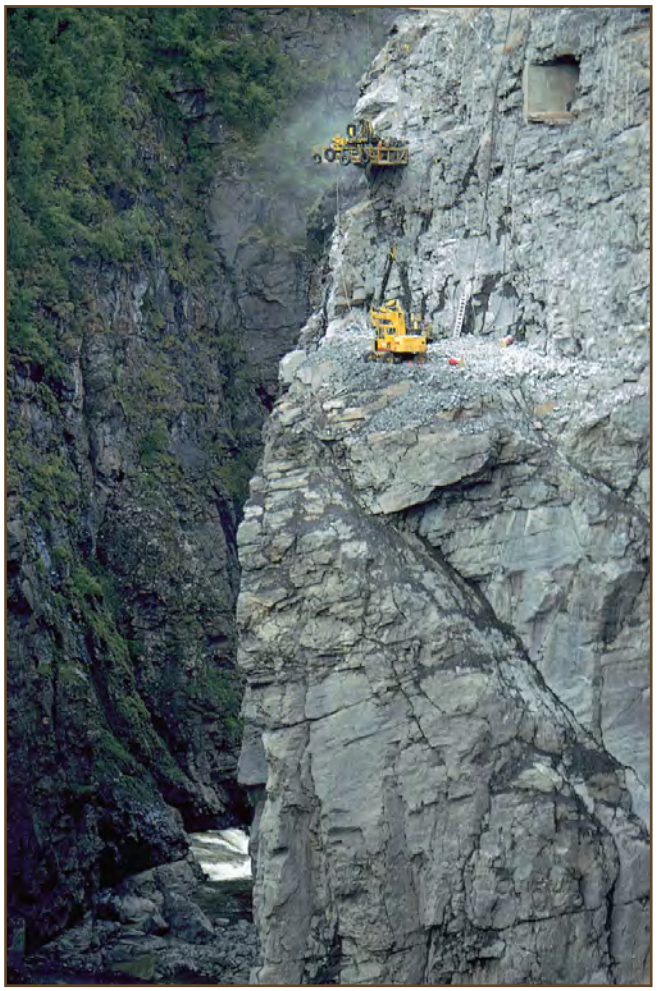
Mellomkrigsårene ble problematiske, fordi det var lite behov for kraften, med dårlige tider for industrien. Etter hvert kom anleggene på Tyin, Aura og Årdal i drift, og etter krigen fortsatte utbyggingen med full kraft.

Etter 1963 fikk vi Rana-anleggene, Tokke, Brokke, Sira-Kvina, Eidfjord, Matre, Evanger, Borgund, Nyset-Steggje, Uste-Nes Aurland, Alta, Ulla-Førre, Siso, Rendalen, og en rekke andre store og små vannkraftanlegg, som blant annet skaffet grunnlag for store industrietableringer, særlig på Vestlandet og i Nord-Norge. Svartisen kraftverk ble den siste store utbyggingen

Felles for disse anleggene var store bergarbeider under dagen med kraftstasjoner, tunneler og sjakter. Men også store sprengningsoppgaver og masseflytting var nødvendig, særlig ved byggingen av steinfyllingsdammer som Vatnedalsdammen i Øvre Otra, Sysendammen i Eidfjord og Svartevannsdammen i Sira-Kvina.

Norske bergfolk ledet an i utviklingen av underjordsanlegg og benyttet berget som byggemateriale blant annet ved å bygge uforede trykktunneler og luftputekammer. Denne utviklingen ble godt hjulpet av nye fag som ingeniørgeologi og bergmekanikk, som fikk en sterk utvikling ved NTH fra tidlig på 1960-tallet.

Vasskraftbyggerne lå i stadig krig med naturvernerne, og når vi nevner navn som Aurlandsdalen, Mardøla og Alta er det rikelig med eksempler på konfrontasjoner. Men på 1960-70 tallet fikk naturvern og landskapsvern mer og mer innpass i kraftutbyggernes virksomhet. Alle fikk etter hvert forståelse



Altautbyggingen ble kjent for motdemonstrasjoner. Bergarbeidene som ble utført fortjener også oppmerksomhet.

for at man måtte søke å unngå store naturødeleggelser og tilpasse anleggene til annen bruk av naturen.

Politisk ble det i 2001 erklært av statsminister Stoltenberg at tiden for de store vannkraftutbygginger var over. Men med stigende kraftbehov, og ikke minst behov for ren og klimavennlig kraft, har man igjen kastet sine øyne på vannkraften, uten at det foreløpig er kommet til store utbygginger. Imidlertid er ombygging og modernisering av gamle kraftverk, samt utbygging av småkraftverk i full gang, noe som gir virksomhet for våre bergsprengere og andre aktører innen bergfagene.

Jernbanetunneler

Jernbanetunnelene startet en utvikling mot dagens moderne tunnelmetoder. Det begynte i 1854 da Hovedbanen mellom Christiania og Eidsvoll ble åpnet, og hvor det ble bygget en 162 m lang tunnel ved Eidsvoll. Det var Løken tunnel, Norges første jernbanetunnel. Dette var en løsmassetunnel utmurt med teglstein.

Senere kom Bergensbanen som ved åpningen i 1909 hadde 182 tunneler. Tatt i betraktning, tid, sted, klima, kostnader, vanskelighetsgrad og byggetid er Bergensbanen et av de ypperste og mest imponerende byggeprosjekter som noen gang er gjennomført i Norge.

Norsk jernbane anno 2013.

Fortsatt en spektakulær veistrekning. Trollstigen ble åpnet for trafikk sommeren 1936.

Dette var definitivt før NNFs fødsel, og i årene etter 1963 var det meget liten aktivitet på bygging av nye jernbanetunneler, bortsett fra Asker-Lier-tunnelen og Oslotunnelen som kom i 1970-årene.

Da det i 1992 ble besluttet å legge en ny hovedflyplass til Gardermoen skulle det også bygges en ny jernbane, Gardermobanen, til flyplassen og videre til Eidsvoll. Banen ble åpnet i 1999, men byggingen gikk ikke uten problemer. Tunnelen Romeriksporten på 13,8 km skulle bli Norges lengste jernbanetunnel. Store lekkasjer inn til tunnelen medførte grunnvannsenking i berget og løsmassene over. Dette medførte setningsskader på bebyggelse og tapping av vann i Østmarka. Puttjern ble et begrep. Etter hvert ble lekkasjene betydelig redusert, og tunnelen satt idrift.

Dette ble starten på en ny utvikling med bygging av jernbanetunneler, både på Bergensbanen, i Vestfold, Trøndelag og rundt Oslo. NFFs medlemmer har vært med på hele denne utviklingen og bidratt til høyere standard og sikrere jernbanetunneler.

Vegtunneler

Vegtunnelene utgjør en vesentlig del av antall tunneler i Norge. Særlig i NFFs levetid er det bygget et stort antall vegtunneler. På 1970-tallet fikk man begrepet "Low cost road tunnels". I dette lå det at man skulle bygge flest mulig tunnelmetre for minst mulig penger, uten at dette skulle gå på bekostning av sikkerheten. Vålerengatunnelen var vel den første som ble bygget etter dette mantra. Etter hvert har det vist seg at standarden ikke ble god nok. Linjeføringen ble for kronglete, belysningen var dårlig, og vann- og frostsikringen holdt ikke mål. Det ble store vedlikeholdskostnader, og etter hvert er kravene blitt betydelig skjerpet, både når det gjelder sikkerhet, belysning og mer varige utførelsesmetoder som krever mindre vedlikehold.

Noen alvorlige tilfeller av ras i vegtunneler, særlig hendelsene i Oslofjordtunnelen i 2003, og Hanekleivtunnelen i 2006 medførte en betydelig skjerping i rutiner for planlegging, bygging og vedlikehold av vegtunneler. Vi kan trygt si at NFFs medlemmer i denne sammenhengen har bidratt sterkt til bedre og sikrere tunneler.

Til nå er det bygget ca. 1050 vegtunneler med en samlet lengde på 850 km. Den lengste er Lærdalstunnelen med 24,5 km.

Vann og kloakk

Fremføring av vann og kloakk i tunneler har lange tradisjoner Norge, men har i hovedsak pågått og pågår fra 1960-tallet og utover.

Men også renseanlegg for drikkevann og kloakk, samt høydebassenger og andre lager for drikkevann

Utsprenging av Eriksdal kraftstasjon.

er etablert i fjellanlegg med åpenbare fordeler. Her er man uberørt av klimatiske forhold, og sikkerheten mot sabotasje og terrorhandlinger er betydelig bedre enn "utomhus". I Oslo-området er det bygget drikkevannsanlegg på Skullerud og Oset i Maridalen, og kloakkrenseanlegg på Slemmestad og Bekkelaget. Eksemplene er mange fra andre steder i landet.

Tilfluktsrom og idrettsanlegg i bergrom

Etter krigen ble det bygget en rekke enkle fjellanlegg som tilfluktsrom i tilfelle krigen skulle komme nok en gang. Disse anleggene var stort sett rene beredskapsanlegg som ikke var i bruk og hadde dårlig tilsyn og vedlikehold. Standarden kunne ofte karakteriseres som "dryppende og kalde fjellhuler".

På slutten av 1960-tallet kom det i gang en utvikling med å bygge større anlegg som kombinerte tilfluktsrom og idrettsanlegg. Det startet i 1972 da Oddahallen ble åpnet. Denne hadde en størrelse på 25x60 m, som tillot håndballspill, og finansieringen kom delvis fra offentlige midler til bygging av tilfluktsrom. I de følgende årene ble det bygget en rekke slike kombinerte anlegg som huset håndballbaner, svømmehaller, skytebaner, bowling etc. Det hele kulminerte i byggingen av Gjøvik Olympiske Fjellhall som skulle være en av ishockeyhallene under OL i 1994. Denne hallen sto ferdig i 1993 og er fortsatt verdens største publikumshall i fjell med en spennvidde på 61 m. Hallen er blitt en stor suksess og er gitt betydelig oppmerksomhet fra bergfolk over hele verden. Hele vårt bergtekniske miljø med NFF i spissen sto bak utviklingen og byggingen av denne hallen.

Siden er det blitt slutt på å bygge offentlige tilfluktsrom, og tilskuddene til disse kombinerte fjellanleggene ble borte. Dermed er det også blitt vesentlig færre nye anlegg som huser idrettslige aktiviteter. Men de anleggene som ble bygget fungerer fint, og har lave drifts- og vedlikeholdskostnader.

Produksjonsanlegg, lageranlegg, fryselagre

Bergrom kan egne seg godt som lageranlegg for forskjellige formål. Lagre for petroleumsprodukter er en sak for seg som behandles separat. Så tidlig som i 1954 ble det på Raufoss etablert en ammunisjonsfabrikk i bergrom. Andre eksempler fra NFFs levetid er:

- Molasselager i uforede bergsiloer i Stavanger
- Arkiver som Riksarkivet i Oslo
- Fryselagre for lagring av iskrem, som for Diplomis på Gjelleråsen, og lagre for kjøttvarer i Jordalen ved Bergen
- Datasentral på Gjøvik

Fryselagre i berg er et gunstig alternativ, da driftskostnadene er betydelig lavere enn for tilsvarende anlegg i dagen. Sikkerhetsmessig er det også gunstig da en lav driftstemperatur kan vedlikeholdes i

flere uker ved evt. driftsstans ved maskinhavari eller strømbrudd, og flere slike anlegg er bygget de siste 40 år.

Beskyttede anlegg for Forsvaret, Sivilforsvaret, teletjenester og kraftforsyning

Behovet for anlegg som skal beskyttes mot krigshandlinger eller terror er åpenbart for etater som Forsvaret og Sivilforsvaret, men også de som har ansvar for viktig infrastruktur som kratforsyning og teletjenester så tidlig nytten av å plassere sine anlegg i berg. Forsvarets bygging av slike anlegg er det av forståelige grunner sparsomt med opplysninger om, men både anlegg for kystartilleriet, kommandoplasser og lagre for materiell og ammunisjon er kjent, bl.a. som de såkalte forhåndslagrene som ble etablert i Trøndelag i 1988.

Sivilforsvaret har bygget en rekke fjellanlegg som tilfluktsrom og kommandoplasser, og det som den gang het Televerket bygget et dusin anlegg i fjell i årene fra 1972 og fremover.

Installasjoner for kraftforsyningen som trafostasjoner er også etablert i bergrom, foruten selve kraftstasjonene.

Undersjøiske tunneler

Norge har vært en foregangsnasjon når det gjelder bygging av undersjøiske tunneler. De naturgitte forhold med fjorder og øyer der det mange steder egner seg med tunnel i stedet for bro har til nå gitt ca. 40 prosjekter.

Den første undersjøiske tunnelen ble ferdigstilt i 1976. Det var den 3,6 km lange tunnelen under Frierfjorden for en gassledning.

Utviklingen skjøt fart med den første vegtunnelen, Vardøtunnelen, som ble ferdig i 1982. Siden da er det bygd 25 undersjøiske vegtunneler.

De fleste undersjøiske tunnelprosjektene har ikke hatt større utfordringer enn tilsvarende på land, men

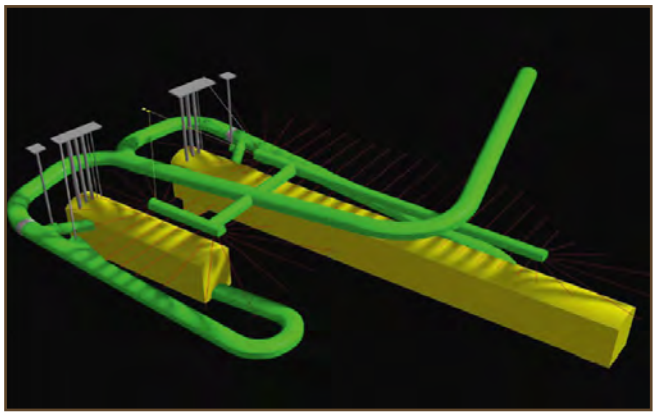
Bjølvo kraftverk. Foto: Statkraft.

noen har virkelig stilt store krav til kreativitet og innsats mot vanskelige geologiske forhold. Eksempelvis kan vi ta Bjorøytunnelen (ferdig 1996) som støtte på sandlag med biter av kull, og Oslofjordtunnelen hvor bergoverdekningen ble borte, og en løsmassefylt kløft stakk ned i tunnelprofilet. Her fikk man bruk for en annen teknologi som har vist seg nyttig ved noen tilfeller, nemlig frysing. Løsmassepartiet ble frosset, og deretter drevet igjennom som en vanlig bergart. Etter utstøping med betong gjennom sonen ble tunnelen drevet ferdig. Hele operasjonen med frysing, sprengning og sikring gjennom løsmassesonen tok 2 år.

Olje- og gassanlegg

Da oljealderen startet i Norge med Ekofisk-feltet som ble funnet i 1969 var allerede berggrunnen tatt i bruk for lagring av olje og andre petroleumsprodukter. Lageranlegg hvor produktene ble oppbevart i tanker ble plassert i bergrom under krigen. Imidlertid er det prinsippet med lagring i uforede bergrom som ligger godt under grunnvannstanden som etter hvert ble en sikker og økonomisk måte å gjøre det på. Denne utviklingen kom fra Sverige som hadde etablert slike anlegg allerede før 1950. Også et slikt anlegg ble bygget i Ekebergåsen i Oslo i 1969.

Da vi fikk vår egen oljevirksomhet ble behovet for lagring stort, og det første anlegget ble bygget på



For Ormen Lange ble det mye 3-D i planfasen. Foto: Multiconsult.

Høvringen ved Trondheim i 1975. Siden er det bygget en rekke lager i uforede bergrom både for råolje, oljeprodukter og gass. Disse omfatter også lager under trykk, og nedkjølte lager, for eksempel for amoniakk i Glomfjord med en temperatur på – 33° C. De største lagrene ligger i tilknytning til ilandføringsanlegg og raffinerier som Mongstad, Sture, Kårstø og Aukra. Det siste bygget i 2007.

Men bergfolket har også bidratt til andre deler av denne virksomheten, med ilandføringstunneler og transporttunneler for olje- og gassrør, samt byggingen av selve industriområdene for behandling av olje og gass. Disse prosjektene har medført betydelige sprengnings- og masseflyttingsoppgaver for å preparere grunnen før oppbyggingen av terminaler for mottak og eksport, og raffinerier og andre behandlingsanlegg.

Avfallslagring

Det var ikke uvanlig å sende avfall av forskjellige sorter rett ut i naturen i forbindelse med industriell virksomhet. Ved smelteverkene til Boliden i Odda (Tidl. Norzink) og Falconbridge i Kristiansand ble deponeringen av avfallsproduktene et problem som måtte løses. Deponering i store bergrom ble løsningen, og det er bygget og bygges fortsatt haller for å ta imot fremtidig avfall for oppbevaring på en sikker og kontrollert måte.

Vi har ingen kjernefysisk energiproduksjon i Norge, men avfallsstoffer fra forskningsreaktorene på Kjeller og i Halden, og radioaktivt avfall fra bl.a. sykehusene ble tidligere lagret i tønner på Kjeller. I 2001 sto det ferdig et anlegg for lagring av lavt- og middels radioaktivt avfall i Himdalen. Dette ble selvsagt bygget i berg for sikker og kontrollert lagring.

I Stendafjellet i Bergen deponeres avfall fra byen i store bergrom, som først gir grunnlag for en betydelig pukkproduksjon. Virksomheten foregår inne i fjellet uten nevneverdig sjenanse for omgivelsene.

Fullprofilboring

Fullprofilboring, eller TBM-drift som var en vanlig tunneldrivemetode forskjellige steder i utlandet hadde ingen tradisjon i Norge. Man skulle kanskje tro at en slik metode som slår bena litt under bergsprengerens profesjon ville møte motstand, eller i det minste motvilje. Men, det var nettopp de samme folkene som satset på denne for oss nye metoden, for øvrig av Sulitjelma Gruver som entreprenør. I starten ble fullprofilboring brukt til boring av sjakter, og det aller første forsøk med fullprofilboring ble utført på Tokke. Det var en sjakt på 73 m, boret med pilot og rømmet opp til 1 m diameter.

Så ble det mer fart i ordinær tunneldrift med boring av kloakktunneler til Høvringen i Trondheim (1974) og VEAS rundt Oslofjorden (1976). Dette var tunneler med diameter 2,3-3,5 m.

Floskefonntunnelen i Eidfjord skulle drives som en 4,6 km lang fullprofilboret tunnel med diameter 3,25 m, men etter flere maskinhavarier ble metoden oppgitt på dette prosjektet. Dette var i 1978. Imidlertid var ikke siste ordet sagt om fullprofilboring som metode. Stadig utvikling av bedre maskiner gjorde at utviklingen fortsatte, og nye kilometre ble lagt til statistikken. Et litt kuriøst forsøk ble gjort i Bergen med maskinen som fikk navnet ”Madam Felle” i 1987. Det skulle bli en vegtunnel hvor det først ble

boret en TBM-tunnel med diameter 8,5 m. For å få et stort nok profil ble den nedre delen av tunnelen strosset ut med konvensjonell sprengning. Dette ble et litt snodig profil, men tunnelen fungerer fortsatt som vegtunnel.

Til i dag er det utført ca. 50 TBM-tunnelkontrakter, totalt ca. 260 km, og med diametre opptil 8,5 m.

Utstyrsutvikling

Utviklingen i bergsprengningsvirksomheten har også i høy grad vært preget av kreativitet og oppfinnsomhet når det gjelder utvikling av utstyr og hjelpemidler til produksjonen. Her har vi hatt foregangsvirksomheter, kanskje først og fremst blant leverandører og entreprenører.

Det har vært en kontinuerlig utvikling av borerigger, lasteutstyr, sprøytebetongrigger og injeksjonsrigger som norske bedrifter har vært aktivt med på. Vi har fått datastyrte borerigger og registreringsutstyr på riggene som kan "se" fremover og gi indikasjoner på de bergforholdene man vil møte ved de neste salvene. Dette har i stor grad vært med på å industrialisere bergsprengning, og særlig tunneldrift, noe som har ført til at bygging i berg i realiteten har blitt billigere med årene.

Injeksjonsarbeidene for å tette tunnelene er blitt vesentlig bedre siden Romeriksporten på begynnelsen av 1990-tallet, både ved bedre utstyr, bedre injeksjonsmidler og bedre prosedyrer.

Også utviklingen av sikringsmidlene har hatt stor betydning for rasjonell tunneldrift, både boltetyper og sprøytebetong. Kanskje særlig er det utviklingen av sprøytebetongteknologien som har revolusjonert sikringsarbeidet. Der man tidligere måtte forskale og støpe for oppnå tilfredsstillende sikring kan man i dag legge på så tykke sprøytebetonglag man vil i én arbeidsoperasjon for å holde på plass vanskelig berg.

Ingrid Buvarp Aardal, Elisabeth Grasbakken og Hanne Wiig Sagen på befaring i tunnel på Manhattan, New York.

Sprengstoffer og tennmidler

Det har også vært en utvikling innen sprengstoff og tennmidler, hvor norske deltagere har bidratt, særlig med utvikling av emulsjonssprengstoffer som har gitt mye større sikkerhet ved håndteringen, og dessuten betydelig bedre miljø når det gjelder innhold av skadelige komponenter i sprenggassene.

Miljøovervåkning

Miljøspørsmål har fått større plass i vårt samfunn gjennom de 50 årene foreningen har eksistert. I dag stilles meget strenge krav til å ivareta både naturmiljø og de som oppholder seg i nærheten av et anlegg hvor det foregår bergarbeider.

Bygningsbesiktigelser, vibrasjonsovervåkning og støymålinger er standard prosedyrer.

Kontroll med avløpsvann og krav til rensing hører med i enhver kontrakt.

Tetting av underjordsanlegg for å unngå grunnvannssenking og skader på bebyggelse og natur er nå standard krav.

I tillegg er også beskyttelse av naturforekomster som planter, insekter, dyr og fugler blitt naturlig for tunnelbyggeren, og det var det ikke for 50 år siden.

Hvert år skipes mange millioner tonn utsprengt masse fra landet. Her går det om jernmalm fra Rana.

For gruveindustrien har det vært betydelige opprydingsoppgaver etter gammel virksomhet. Steindeponier med rester av kismineraler har gitt avrenning av surt vann som har drept alt liv i enkelte vassdrag. Tildekking av gamle tipper og bortledning av avrenningen fra tippene har gitt gode resultater. Eksempelvis kan nevnes Killingdal gruver hvor surt vann drepte alt liv i Gaula. Etter opprydding er det nå et godt ørretfiske i en tidligere død elv.

Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø

Sikkerheten med underjordsarbeider er blitt betydelig bedret gjennom de siste 50 år, og her har NFF vært med og preget utviklingen.
For 50 år siden var alvorlige ulykker noe man nærmest regnet med i forbindelse med tunneldrift. Det var sprengningsuhell, blokkfall, påkjørsler og klemfare, noe som krevde liv.

I dag er alvorlige ulykker ved tunneldrift nærmest en sjeldenhet. Bedre personlig verneutstyr er kanskje mest synlig på bilder fra den første tiden, hvor sixpence'en er erstattet med hjelm, og hørselsvern, hvis det i hele tatt var noe, har gått fra papirdotter til øreklokker.

Røykdykkerutstyr, førstehjelpsutstyr og redningcontainere som kan holde stuffmannskapet i sikkerhet i mange timer i tilfelle brann er nå standard på alle tunnelanlegg.

Bedre sikringsmidler, sikrere sprengstoff, bedre belysning og ventilasjon, bedre opplæring og strengere krav til kvalifikasjoner har sterkt bidratt til en positiv utvikling. Også offentlige tilsynsmyndigheter har bidratt med strengere krav og tettere oppfølging for å bedre arbeidsforholdene.

I dag er sikkerhet, helse og arbeidsmiljø første punkt på agendaen ved møter på byggeplassen. NFF har i høyeste grad bidratt til denne utviklingen, og det pågår stadig forskning, finansiering og publisering av disse temaene i regi av foreningen. Særlig kursvirksomheten i alle deler av fagene som vi kan kalle bergteknikk er en viktig faktor. Eksempelvis er det årlige "Storefjellskurset" i sprengningsteknikk, og kvalifikasjonskurs for sprøytebetongoperatører med på å høyne kvaliteten og sikkerheten i virksomheten.

Hva har bergfolket betydd for Norgeshistorien?

En passe selvbevisst trønder sa en gang at *"uten trønderne ville norgeshistorien bestått av to tomme permer."* Bergindustrien er en betydelig leverandør av industrimineraler som benyttes i bokproduksjon, og et selvbevisst NFF-medlem kan kanskje med en viss rett replisere at *uten bergfolket ville vi ikke engang hatt permene.*

Kilder

- I. Sekne, L. Thue: ” De temmet vannet. Statkrafts tekniske kulturhistorie”. Universitetsforlaget 2011

- A. K. Børresen, J. K. Kobberød: ”Bergingeniørutdanning i Norge gjennom 250 år”. Tapir Akademisk Forlag 2007

- F. Løset: ”Norges tunnelgeologi”. NGI 2006

- H. Carstens (red): ”…bygger i berge. En beretning om norsk bergverksdrift”. Tapir Akademisk Forlag 2000.

- F. Færøyvik: ”Fra feisel til fullprofil”. NFF 1989

- NFF Publication No. 3. “Norwegian Hydropower Tunnelling”. Tapir Publishers 1985

- NFF Publication No. 4. “Norwegian Road Tunnelling”. Tapir Publishers 1986

- NFF Publication No. 8. “Norwegian Subsea Tunnelling”. Tapir Publishers 1991

- NFF Publication No. 9. “Norwegian Underground Storage”. Tapir Publishers 1993

- NFF Publication No. 11. “Norwegian TBM Tunnelling”. NFF 1998

- NFF Publication No. 16. “Underground Construction for the Norwegian Oil and Gas Industry”. NFF 2007

- NFF Publication No. 18. “Subsea Tunnels”. NFF 2009

- Wikipedia

Bransjens betydning for samfunnet

Eivind Grøv og Aslak Ravlo

Mange av våre medlemmer mener at investeringer i landets infrastruktur er den beste plassering av samfunnet midler. Det gjelder både human og teknisk infrastruktur. Både vi og fremtidens nordmenn er avhengig av rasjonelle systemer som grunnlag for videreutvikling, produksjon og omsetning. Vår bransjes bidrag gjelder samfunnets tekniske infrastruktur. Vi studerer, utvikler, planlegger, implementerer, drifter og vedlikeholder tekniske anlegg for samfunnets ulike behov. I denne artikkelen minner vi om dette og den betydning dette har for oss alle.

Innledning

Vi starter med Fjellsprengningsforeningen. Den er åpen og inkluderende. Når vi i vår verden omtaler Bransjen eller oftest vår Bransje så er det ubevisst også vår egen definisjon som gjelder, nemlig "alle virksomheter og personer som bidrar til bygge- og anleggsvirksomhet der moder jord med berg og fjell er et sentralt element i prosessene". Alle betyr alle, fra oppdragsgivere til leverandører, fra forskning og undervisning via undersøkelser og planlegging til gjennomføring. Betydning kan betraktes fra flere vinkler. For oss omfatter det bidrag til utvikling av teknologi, materielle goder, sosial samhørighet og kultur. Samfunnet er oss alle i vårt eget land.

To blide representanter fra dagens anleggsvirksomhet, Knut Bø og Sigvard Hustad Bolli, Skanskas anlegg Gammelof.

Uansett sted eller tid, der mennesker ferdes så er det tydelige spor etter vår bransjes virksomhet. Det kan være anlegg i dagen for utvinning av mineraler og gråstein, opparbeidelse av industriarealer, vei - og jernbaneanlegg, flyplasser, damanlegg, kraftforsyning med overføringsanlegg, havneanlegg, vann og avløpssystemer, oljelager og mer. Vindmøller med overføringslinjer for kraft og nødvendige adkomstveier er en nyere del av bildet. Ikke alt er like synlig. I fjellet – vi sier helst "under jord" – fjellet bruker vi som topografisk beskrivelse. Under jord ligger gruver, produksjons- og lagerhaller, forsvarsanlegg, viktige deler av kraftanlegg med haller for maskiner, trafoer, apparatanlegg og koblingsanlegg, eller underetasjer for ulike bygninger. Bergmassen er byggematerialet.

Bedrifter og ansatte gjennomfører utredninger og forundersøkelser, planlegger, produserer, bygger eller formidler. Byggherrer, rådgivere, entreprenører, leverandører, kontrollører, drifts- og vedlikeholdsgrupper samlet i én forening som fokuserer på kompetanse, erfaringsutveksling og samarbeid. 50 aktive år i en periode med enestående teknisk og økonomisk utvikling for Norge. Vi mener at foreningens medlemmer har bidratt sterkt til dette og den overveiende del av befolkningen vil nikke anerkjennende til de resultatene som er oppnådd, tuftet på selvoppofrende og iherdig innsats. Ikke mindre enn 63 rallare gav i sin tid livet under anleggsarbeidet for Bergensbanen.

Bakgrunn

Vi hører ofte at landet har utviklet seg fra fattigdom til å bli et av verdens rikeste. I daglig tale knyttes rikdom til formue mer enn til årlige inntekter. Vår formue ligger ikke i katedraler, slott eller overdådige bygninger. Vår formue ligger dels i etablert infrastruktur, men først og fremst i kompetent arbeidskraft kombinert med talent og evne til å utnytte og forvalte de enorme muligheter naturen har gitt oss.

Jordbruk, fiskeri, skipsfart, håndverk og nøysomhet var grunnlaget. For drøyt 100 år siden kom den første vannkraftperioden med industriselskaper som Hydro og Elkem. Først 50 år senere, etter 2. verdenskrig kom den store utbyggingen av vannkraft som sikret elektrisk kraft til industrialiseringen. Våre medlemmer ledet an, utviklet teknologi og driftsmetoder som resulterte i stabile og effektive kraftanlegg med enestående lønnsomhet. Åpenhet også her omkring resultater og erfaringsutveksling mellom kolleger var viktige bidrag til utviklingen som etter hvert førte til en utbredt oppfatning om at norsk bergteknologi holdt høyt internasjonalt nivå.

For å forstå denne utviklingen må vi gå tilbake til tiden etter den 2. verdenskrig. Økonomisk og valutamessig satt Norge i samme båt som Vest-Europa for øvrig, uten maskiner, uten materialer og uten midler.

Vi fortsetter med dagens anleggsmennesker.
Mer smil, denne gang representert ved formann Sten Brenden.

Det løsnet likevel og viktige forhold som vi velger å fremheve er:

- Vi hadde dyktige arbeidstakere som var innstilt på effektiv innsats.
- Norsk skipsfart som ga betydelige valutainntekter.
- Marshallhjelp til Europa i årene 1948-52. Norge fikk ca. 3 milliarder kroner, anslag mener beløpet tilsvarer ca. 50 milliarder med dagens prisnivå. Kongressen (USA) bevilget 12 milliarder dollar for et 4-års program som skulle støtte Europeisk gjenreisning samtidig som midlene sikret avsetning på amerikanske varer. (Marshallhjelpen hadde politiske sider som bidro til økt internasjonal spenning. Det ligger, slik vi ser det, utenfor vårt tema)
- NATOs infrastrukturprogram. Med fokus på forsvar ble det innenfor en begrenset tidsperiode investert ca 13 milliarder kroner i norsk infrastruktur. Vel 75 % av midlene ble dekket av våre partnere i NATO. Omregnet til kjøpekraft i dagens prisnivå utgjør dette et 3-sifret milliardbeløp. Infrastrukturprogrammet som i stor grad omfattet fjellanlegg fikk spesiell betydning for vår bransje. Det ble bygget flyplasser, festningsanlegg, kommunikasjonsanlegg, lagerhaller, kommandobaser og ulike anlegg for støttefunksjoner.
- Kraftbransjen ble kredittverdig i det internasjonale pengemarked. Flere prosjekter ble delfinansiert med mellomlange valutalån.
- Og – det var politisk mot og vilje til investeringer og utvikling, gjerne på bekostning av forbruk.

Statistikk og tall

Tall kan belyse omfanget av det vi beskjeftiger oss med. Statistisk Sentralbyrå (ssb) har statistikk som dekker mange aspekter. Nasjonalbudsjettet gir også informasjon. Da foreningen ble stiftet i 1963 lå Bruttonasjonalproduktet i Norge på 373 milliarder kroner. I 2010* hadde BNP økt til 2523 milliarder kroner. (* foreløpig tall). Justert for kapitalslit, skatter og avgifter med mer ble driftsresultatet beregnet til 843 milliarder. Handelsbalansen mot utlandet var stort sett

negativ frem til 1980. Senere, med unntak av et par år rundt 1987, har balansen vist positive og voksende tall. I 2010 var eksportoverskuddet 313 milliarder, året etter hele 377 milliarder. I tallene inngår eksport av råolje og gass.

Statistisk Sentralbyrå deler BNP på hovednæringer. Gruppen Industri, bergverksdrift, kraftforsyning og bygge og anleggsvirksomhet representerer 15 % av BNP dvs. ca 373 milliarder. Av byråets omsetningsstatistikk kan man anslå at anlegg utgjør ca 80 milliarder. I tillegg kommer gruveindustri og mineralutvinning. Av andre statistikker inkludert vår egen for underjordsarbeid vet vi at uttak av gråberg og mineraler utgjør ca. 100 mill. tonn årlig.

Sysselsetting er et viktig begrep i Norge. For 2011 angir Staten at sysselsatte i alt utgjør 2.635.500 personer herav 1.842.500 i næringsvirksomhet og 793.000 i offentlig forvaltning. Bygge- og anleggsvirksomhet som del av næringsvirksomhet beskjeftiger 195.500 personer. I tillegg kommer ansatte i forvaltninger relatert til bransjen. For sammenligning nevnes at primærnæringene dvs. jordbruk/skogbruk/fiskerier sysselsetter ca 70.000 personer og olje/gassbransjen vel 50.000 personer.

Hva gjorde vi bra, hva er våre sterke sider

Bergarbeid startet med gruvedrift. Det var utlendinger som ledet utviklingen. Gruvedrift var kapitalkrevende og utviklingen var i stor grad basert på utenlandsk kapital og kontinental kunnskap. Økonomiske resultater var delvis gode, men utsatt for sterke svingninger i markedet. Slit og yrkesskader ble lokale krefter til del.

Slik startet også jernbanebygging. Da med engelskmenn i sentrum. Senere sto vi selv sentralt og utviklingen fortsatte som viktig nasjonal oppgave. Bergensbanen blir med rette fremhevet, men det ble også bygget et antall andre baner med betydning både for lokal og nasjonal trafikk.

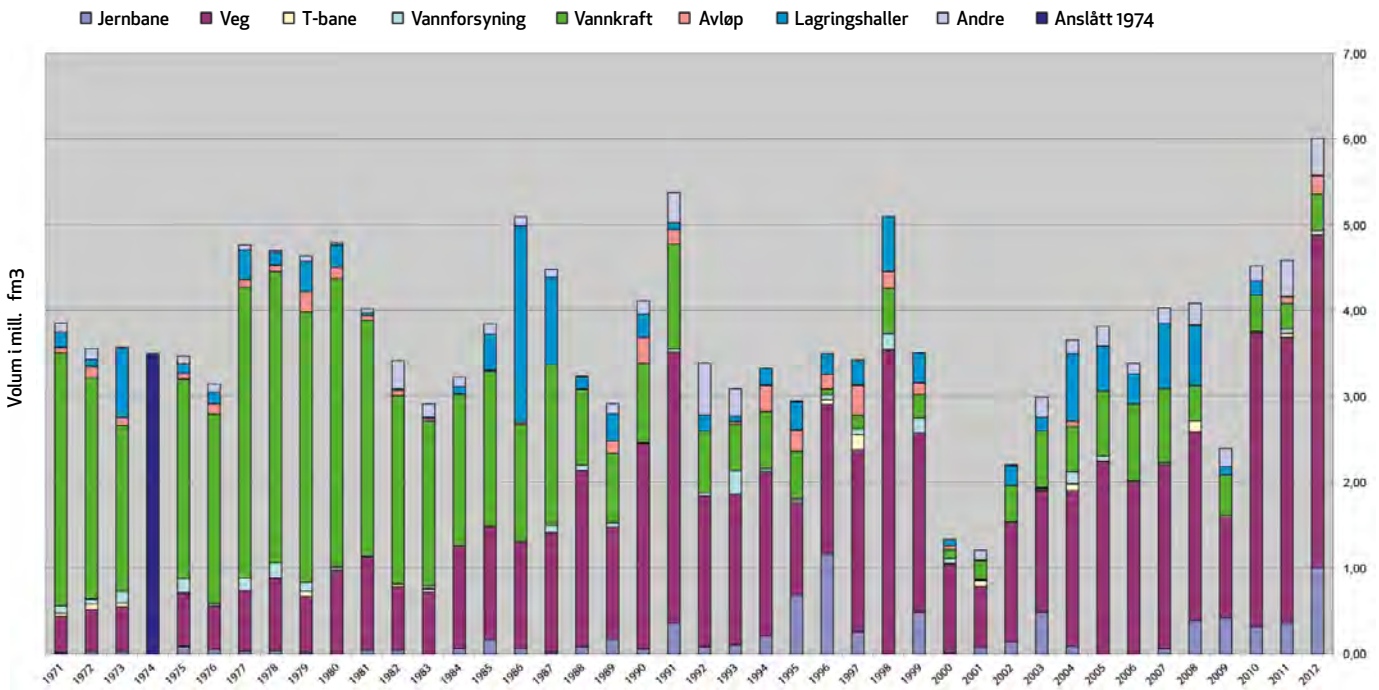
På tunnelsiden kom inspirasjonen fra Alperegionen. Frejus (12 km), St.Gotthard (14,9 km) og Arlberg (9,8 km) var alle tatt i bruk mens den 20 km lange Simplon ble bygget stort sett samtidig som vår Gravhalsen. Prosjektene møtte uforutsette vanskeligheter, de fleste ble dyrere enn planlagt, alle bidro sterkt til teknisk utvikling av tunnelbygging og det viktigste: alle fikk stor betydning for generell utvikling i de berørte regioner. Det samme gjelder for de norske infrastrukturprosjekter foreningens medlemmer har bidratt til i vår tid. I dag har vi totalt 720 tunneler langs jernbanenettet vårt som utgjør totalt om lag 280 km.

NFF har siden tidlig på 70-tallet ført statistikk over årlig utsprengt berg i anlegg under dagen. Statistikken angir utsprengt volum fordelt på sektorer. Statistikken illustrerer trender og variasjoner mellom bransjer.

Årene 2000 og 2001 utmerker seg med ekstraordinær lav rapportert uttak, i det store bildet er det gjennomsnittlig et uttak på rundt 4 millioner faste kubikkmeter per år. En undersøkelse utført i 2010 viste at foruten Sverige og Finland er nok Sveits det landet som kommer nærmest med i underkant av 2000 km tunnel totalt og en årlig omsetning i gjennomsnitt rundt 2 mill. m^3.

Utbyggingen av de store kraftanleggene som foreningens medlemmer fikk bidra til startet ca. 50 år senere. Da er vi kommet til etterkrigstiden. Nye planløsninger, nye maskiner, bedre utstyr og materialer resulterer i nye driftsmetoder, økt effektivitet og moderat kostnadsutvikling. Dette var ikke en særnorsk situasjon, men få land hadde de samme naturgitte forutsetninger.

I dag produserer kraftverkene årlig henimot 130 TWh som utgjør ca. 50 % av landets årlige energiforbruk på ca. 250 TWh.



Statistikken omfatter volum bergmasse i faste m³ utsprengt tunneler og bergrom, dvs. "under jord". Statistikken bygger på en systematisk innhenting av data fra den utførende part. Statistikkarbeidet ble påbegynt i 1971. Av ukjente årsaker mistet foreningen opplysningene fra året 1974. Den angitte stolpen er derfor et anslag gjort i ettertid.

Lys blå i bunn gjelder jernbane, brun veitunneler, irrgrønn vannkraft mens lagerhaller er angitt med mørkere blå. Leser som vil se eksakte tall henviser vi til foreningens norske nettside (www.nff.no)

Kraftverksbransjen dominerte utviklingen mange tiår i etterkrigstidens Norge. Det ble komplekse vannsystemer, lange overføringstunneler, gjerne takrenner og bekkeinntak. Lyse ble det første norske kraftanlegget med foret trykksjakt i fjell. Den dekket 635 meter fall og ble satt i drift 1953. I mangel på stål hadde vi fått landets første råsprengte sjakt allerede i 1921. Først ute var Svelgen med en 450 råsprengt 4,5 m² sjakt og 152 meters vanntrykk. Etter 2.verdenskrig ble metoden igjen aktuell. Det startet med Balmi i 1958. Etter hvert ble dette standard utførelse, først sprengt senere boret med TBM. I dag har vi blanke bergsjakter med over 1000 meters vanntrykk.

Trykktunneler er en variant, dermed utgår den tradisjonelle trykksjakten, mens et luftputekammer erstatter høy svingesjakt.

Som del av vannkraftutbyggingen og etter hvert også gjennom tunnelbygging i veisektoren oppstod det som mange omtaler som den norske tunnelbyggemetoden. Uansett betegnelse, utviklingen innen tunnelteknologi kan anses som en faglig "månelanding". Det inkluderer moderne sikringsmetoder med forbolting, stabilisering gjennom injeksjon, samt sprøytebetong etter hvert kjent som våtsprøytemetoden. Skjelettet for kontraktsformer med ekvivalenttidsregnskap og standard kapasiteter ble utarbeidet. Luftdrevne knematere på et rammeverk rundt en halvslitt lastebil var starten på tunnelrigger, så kom hjulmaskiner med bommer frem til dagens fullautomatiske borrigger med datastyring og avansert logging av ulike parametre.

Norge ble aldri et stort marked for bruk av TBM. Mellomstore maskiner dimensjonert for hardt

Kvilldal kraftstasjon under bygging.

Storstua på Gjøvik.

Nationaltheatret.

berg ble tilgjengelig og benyttet på avløpssystemer i Trondheim og senere i Osloregionen, overføringstunneler i Aurland, Svartisen og Meråker. Både Svartisen og Meråkeranleggene kunne rapportere om gode driftsresultater. Tunnelboring på disse anleggene bidro til videreutvikling av maskiner og cuttere egnet for boring i harde bergarter.

Vannkraftbransjen er mer enn tunneler og bergrom. Sikker drift forutsetter kontrollert tilgang av vann på turbinene. Elektrisk kraft kan ikke lagres (foreløpig), vann i regulerte magasiner derimot er råstoff på lager. Nedtapping av innsjøer krever bunnavløp. Utslag under vann ble vanlig og etter hvert ansett som en nasjonal spesialitet. Oppdemming forutsetter damanlegg. Damtype velges vanligvis basert på økonomiske overveielser. Avgjørende faktorer er damstedet, fundamenterings-forhold, tilgjengelige byggematerialer og generell logistikk. I vår periode er de fleste store damanlegg bygget som fyllingsdammer med stein som dominerende materiale, den høyeste på ca. 140 meter. Sprengstein-behovet for de største av våre damanlegg ligger i området 4 til 7 mill. m^3 pr. dam. Sett med vannkraftøyne er det pene anlegg som glir godt inn i naturen.

Oljesektoren ga oss nye oppgaver fra slutten av sekstiårene. Utfordringene omfattet planering av arealer for landanlegg, bergrom som lager for råolje og derivater, senere også for nedkjølt gasslager og

etter hvert anlegg for nedstrømsaktiviteter. Ilandføring av rør fra feltene i Nordsjøen ("shore approach" på norsk oljespråk) ble en viktig nisje i bransjens repertoar, som regel gjennomført problemfritt etter nitid planlegging og nøyaktig gjennomføring. Erfaring og teknologi fra vannkraft-utbyggingen kunne benyttes. Navn som for lengst har gått inn i nasjonens historie er Mongstad, Sture, Kollsnes, Aukra, Melkøya, Rafnes og Ekeberganlegget som var det første av sitt slag. Vår bransje har i landets ca. 50-årige olje-/gasshistorie med dyktighet gjennomført de ulike anleggsoppgaver knyttet til etablering av olje-/gassindustriens landanlegg.

I Norge ble de første underjordiske lager for hydrokarboner bygget under andre verdenskrig. Formålet var bedre beskyttelse. Konvensjonelle ståltanker ble montert i utsprengte bergrom. Et anlegg ligger på Høvringen utenfor Trondheim. Et annet lager ligger i Skålevik. I neste fase fulgte de første prosjektene med underjordisk lagring i stålforete fjellhaller, designet og bygget i samsvar med etablerte standarder, for eksempel svenske standarder for fortifikasjon. Et prosjekt er lokalisert i Hommelvik. Anlegget forsynte flyplassen på Værnes med drivstoff. Prosjektene ble bygget for et halvt århundre siden og har vært i drift inntil nylig.

Fra 1970-årene er det også bygget underjords lageranlegg for gass. Anleggene ligger ved de store landanleggene for Nordsjø-aktivitetene. De anleggsmessige drivemetodene er basert på teknologi og kunnskap fra vannkraftutbyggingen.

Kraftstasjonshaller, kombinerte idretts- og sivilforsvarsanlegg, lagerhaller, renseanlegg med mer ble lagt i fjellhaller, dristigheten og hallbreddene økte. Det hele kulminerte med Gjøvikhallen som med et spenn på 61 meter på verdensbasis ble ny nummer 1.

Veibygging har naturligvis pågått til alle tider. Norsk veibygging har tradisjonelt vært enkel med små krav til kvalitet. Da vår forening ble stiftet i 1963 hadde

Melkøya i finvær.

Melkøya i vintervær.

Norge ca. 40.000 km grusveier. Politisk holdning den gang som nå har vært at det er bedre med lavstandard vei fremfor veiløst område. Nybygging av lavstandard veier foregikk i stort tempo. Høsten 1960 ble bilrasjoneringen opphevet. Det førte til en voldsom økning i antall kjøretøyer med tilsvarende økt biltrafikk. I samme tidsrom ble de første veianlegg med moderne kvalitetskrav påbegynt, utvalgte parseller også med motorvei- standard. Drammensveien (E18) ut fra Oslo og innføring av E6 fra Skedsmo gjennom Djupdalen mot Oslo var blant de første. Veibygging som hadde blitt utført med Vegvesenets egne krefter ble konkurranseutsatt. Ny start for entreprenører og endring av arbeidsoppgavene for vegvesenet ga utfordringer på begge sider. I dag

utgjør tunneler totalt et antall på 1044 på riks- og fylkesvegnettet i Norge med en samlet lengde på 966 km.

I siste fase av andre verdenskrig ble den nordligste delen av Norge påført enorme skader. Vardø, verdens nordligste festningsby, ble utsatt for bombing både fra Sovjet og senere fra de allierte i vest før resten ble svidd av da nazistene trakk seg tilbake 1944/45. Ved krigens slutt i mai 1945 var byen nær totalt rasert.

Gjenoppbygging av Vardø utløste diskusjon om byens plassering, burde den flytte til fastlandet? Byen ble på øya og fast veiforbindelse var svært ønskelig. Det tok tid før Stortinget hadde godtatt at det skulle bygges bro. Men ekstra utfordrende klimatiske forhold ga grunnlag for betenkeligheter både når det gjaldt bygging, vedlikehold og trafikkavvikling. Dette førte til at det enstemmige stortingsvedtaket måtte omgjøres etter at vegvesenet sa at løsningen måtte bli en undersjøisk veitunnel – og slik ble det. Vedtaket fikk skjellsettende betydning for vår bransje.

Den 2892 meter lange Vardøtunnelen under Bussesundet fra Vardø til fastlandet ble åpnet for trafikk 22. desember 1982 og ble samtidig innledningen til en serie undersjøiske veitunneler. Nå (2012) er 30 undersjøiske veitunneler åpnet for trafikk og utviklingen fortsetter. I tillegg er det bygget undersjøiske tunneler for rørledninger.

Strenge krav til tetthet har skjøvet injeksjonsteknologien til en verdenstopp. Få, om noen har kunnskap og utstyr for dette slik vår bransje har.

Vi begynte med gruvevirksomhet og avrunder med gruvevirksomhet. Helt fra 1623 da Kongsberg Sølvverk ble opprettet har gruvevirksomhet hatt stor betydning for landet. Det har riktignok gått i store svingninger sterkt influert av verdensmarkedets priser og norske produksjonskostnader.

Dagsone mot tunnel i Trondheim.

Kongsverk Sølvverk var i sin tid den viktigste bedriften i Norge. Seks år før vår forening ble stiftet hadde Stortinget fattet sitt endelige vedtak om avvikling. Røros Kopperverk etablert i 1644 holdt det gående til 1978. Løkken Verk sammen med utallige mindre led samme skjebne. Sulitjelma holdt det gående til 1991. Virksomheten ved flere andre av landets gruver ble etter hvert innstilt, eksempelvis A/S Sydvaranger med staten som eier vedtok sin avviklingsplan i 1985.

I dag er gruvesektoren med mineralutvinning og gråsteinseksport inne i en ny vår med stor aktivitet. Det brytes årlig over 10 millioner tonn mineraler og pukkproduksjonen har passert 50 millioner tonn.

Sprengstoff brukt på rett måte, det er der det starter. Ei lita salve på E18, skutt i rette øyeblikk. Kilde Orica.

3 dagbrudd som fortsatt er i drift har hatt spesiell betydning for foreningen og bransjen. I dag går det i retning underjordsdrift, men vi går tilbake tidsrommet da foreningen startet. Det gjelder Tellnes i Dalane, Ørtvann i Rana, og Syd Varanger i Kirkenes. Grovhull, rotasjonsrigger, laste- og transportutstyr med enheter 3 til 4 ganger så store som i anleggsvirksomhet for øvrig inspirerte den tradisjonelle entreprenørgruppen når det gjaldt maskinanskaffelser, driftsmetoder og ikke minst bruken av moderne sprengstoffkvaliteter.

Vi er med rette stolte over sjaktdriving og berguttak i vannkraftsektoren. Vi må likevel huske at noe av det mest spektakulære er gjennomført i gruveindustrien. Allerede da foreningen ble innstiftet var gruveindustrien i ferd med å bygge en ca. 1200 meter dyp blindsjakt og nefelinfeltet på Stjernøya har gitt oss bergrom som overgår det meste.

Bransjens samfunnsmessige betydning – Hvordan kan den sammenfattes?

Bransjen gir arbeid og utfordringer for mange og leverer årlig produkter og tjenester for betydelige beløp. Det er viktig for bedrifter og medarbeidere.

Det viktigste er likevel bransjens betydning for nasjonal utvikling av tjenlig infrastruktur. Vel utviklet teknisk infrastruktur er ikke luksus, men en nødvendig forutsetning for et levedyktig, effektivt og velfungerende samfunn.

En del av resultatene omgir oss i det daglige; elektrisk kraft til alle formål, rent vann inn og ganske rent vann ut, veien eller banen vi bruker til skole eller jobb. Noe er bra, mangt må videreutvikles.

Ingen bidrar mer til dette enn vår bygge- og anleggsbransje.

Varsku her!

«Dovregubben» Peder Aasgaard

Sylan med Neadalen og Selbusjøen er et produktivt område på mange måter. Statkraft, som er Europas største kraftselskap på fornybar energi, tar hvert år ut ca. 3 TWh fra området. Det er 2 % av total kraftproduksjon i Norge. Ikke så målbart, men nytten av rekreasjon som fører til livskvalitet synes enda større. Blant annet er Nesjøen og Nea med sideelver av de ypperste fiskemuligheter på ørret og rør. Intet fjellområde i Europa kan måle seg med Sylan når det gjelder å gå – mener mange av oss med dårlig rygg.

Anleggsarbeid på attenhundretallet hadde stort sett blitt utført av forsvaret, jernbanen, vegvesenet og kystverket. I 1896 grunnla Sigurd Høyer-Ellefsen(1870-1939) det som senere utviklet seg til, gjennom et knapt hundreår, å bli et av de største entreprenørselskaper i Norge, Høyer-Ellefsen. Sigurd selv var en kreativ, teknisk begavelse med interesser langt ut over anleggsvirksomhet. Lite kjent er at utviklingen av Høyer – Ellefsen også ble preget av 3 tydalinger!

Organisasjonskultur

I praktisk talt alle organisasjoner vil det utvikle seg et mønster eller en felles oppfatning om en «rett» måte å tenke, føle og handle på, ofte kalt organisasjonens verdier. Mønstrene som er utviklet sammen med gründerne og pionerene fra den første tiden til organisasjonen, er som regel slitesterke og vanskelig å endre. Det var derfor ingen overraskelse at selskapet, AS Høyer–Ellefsen, ble kreativ og nyskapende i vasskraftutbyggingen, og ingen tilfeldighet at de, 75 år etter stiftelsen, hadde ideen til og utviklet de første oljeplattformene av betong, Condeepene. Plattformene, som i sin tid konkurrerte om å være verdens høyeste byggverk, var fundamentale både teknisk, økonomisk og miljømessig for utvinningen av olje i Nordsjøen. Dette er med stor sannsynlighet det lengste tekniske utviklingssteget i byggingen av Norge.

Det store rommet for kreativitet i Høyer-Ellefsen førte også til at de valgte mennesker med god teknisk innsikt og sterk gjennomføringskraft til å lede utførelsen av arbeidet, fremfor mennesker mest preget av kunnskap slik som ingeniøren. Bygdene hadde i begynnelsen av forrige århundret høye fødselstall og rasjonalisering i jord og skogbruk, slik at det ikke var arbeid for alle. Arbeidet i skogen, på fløting i elva, på sagbruket, i åkeren og på jakt og fiske hadde gitt dem ferdigheter og innsikt i praktisk arbeid. Vi kjenner igjen tydalingen i alt dette. De var som skapt for anleggsarbeid – åpne, beintfram, vågale, sterke og slepphendte med jordisk gods. Mange reiste ut. Det ble som regel livat der de dro, og særlig gamle ble de ikke.

3 tydalinger

I 1908 fikk AS Høyer – Ellefsen kontrakt på utbygging av Sydvaranger Gruver i Kirkenes, et omfattende arbeid i armert betong. Den gang var betong et nesten ukjent materiale i Norge. Sigurd Høyer-Ellefsen ledet selv kontraktsforhandlingene, men satte på en av sine beste oppsynsmenn, Erik Stuedahl som anleggsbestyrer, det vil si øverstan på prosjektet. Erik var fra Stugudal Øvre. I 1924 fikk han ansvaret for et vanskelig prosjekt i Eydehamn med blant annet undervannsarbeider som krevde utvikling av nye metoder. Han fikk med seg to andre tydalinger som også hadde gjort seg bemerket, Peder Aasgaard og Johannes Undsgaard. Johannes var fra Kirkhus mens Peder kom fra OL-Olsgården. Peder hadde i ung-

domsårene også utmerket seg som en habil kortspiller (kul, lanter og poker). Kortspill og multeplukking var datidens folkesport i Tydal.

Legenden og anekdotene

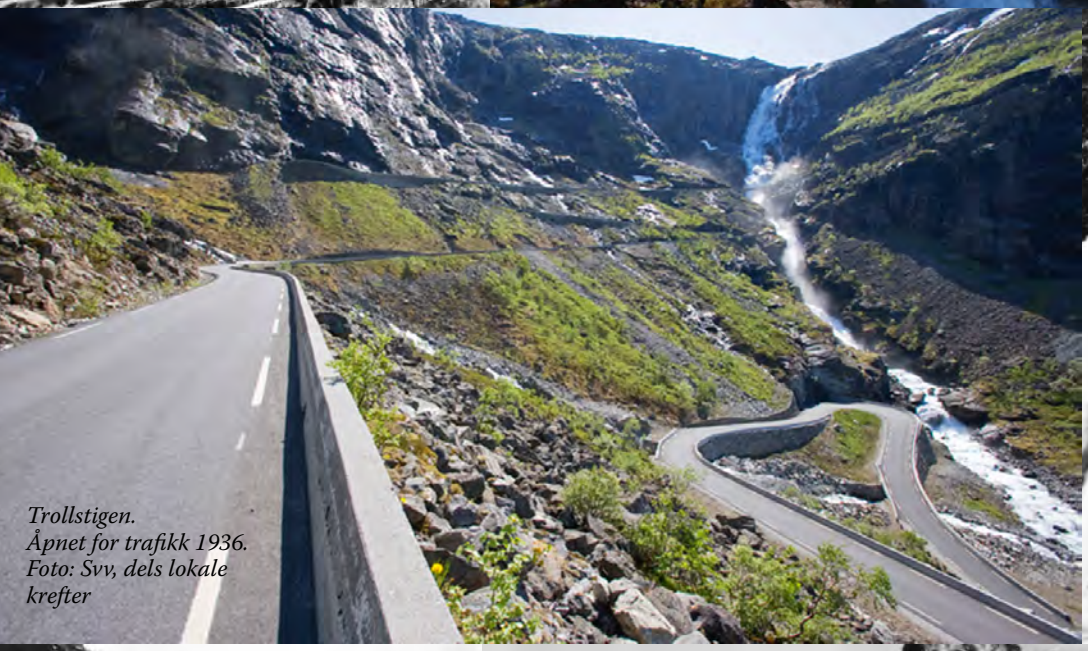
Legenden er sjelen i organisasjonskulturen, den personifiserer verdiene og symboliserer styrken i organisasjonen. Peder Aasgaard ble en legende i Høyer-Ellefsen. For å forstå hvorfor går vi til to av historiene eller anekdotene om han.

Fra Eydehamn dro Undsgaard og Aasgaard til Haugfoss i Telemark hvor de skulle drive det første tunnelarbeidet for selskapet, en 200-meter lang tunnel. Det var fire mann som skulle utføre arbeidet. Det var slitsomt, de to andre gav opp, men Peder og Johannes fortsatte. Redskapen var håndbor, fjellhammer, krafse, brett og trillebår. De sprengte ut fjellet med dynamitt, lastet opp steinen i trillebåren og kjørte den ut i lyset fra en påmontert karbidlampe. Frisk luft fikk de bare hver gang de var ute med en vending stein. Da det gjensto 6 meter av tunnelen, ble Johannes slått ut av surstoffmangel, og Peder måtte ta han på ryggen og bære han ut. Han fikk liv i Johannes ved å helle en bøtte vann over han. Resten av arbeidet måtte han gjøre alene. For sikkerhets skyld satte han sin kone på vakt utenfor tunnelen. Hun skulle lytte til slag inne fra fjellet – så lenge hun hørte dem, visste hun at mannen levde. Peder og kona fikk tunnelen ferdig, og dro videre til utfordringer på utallige anlegg i et Norge som kjempet seg opp fra fattigdommen. Peder fikk et ry for sin evne til å løse problemer og sin gjennomføringskraft, og dette førte til legendestatus. Legender har som regel en «utenommenneskelig» status fordi historiene om dem har preg av mirakler. I Høyer – Ellefsen ble fyndordet eller mantraet når de møtte store problemer « Spør Aasgaard!». På sine eldre dager ruvet han i organisasjonen, og han fikk tilnavnet «Dovregubben».

Under krigen dukket det opp nye problemer – det ble vanskelig å skaffe mat. Peder lå inne på Holsfjellet og bygde kraftverk for Oslo lysverker.

- Det var i 1941 – vi skulle holde liv i et par hundre mann inne i fjellet, og anleggsarbeiderne går ikke så lenge på sild og poteter, forteller han. – Vi bad forsyningsnemnden i Ål om å få kjøpetillatelse på 8-10 dyr, men fikk avslag. Men, i fjellet gikk en driftekar fra Sogn med 28 okser. Vi fikk overta hele bølingen hvis vi lovte å holde kjeft. – vi ble enige om 4,50 for kiloet, og vekten tok vi på skipperskjønn. Vi kunne jo ikke slakte alle oksene på en gang, vi hadde dem derfor på noen setre vi leide, og så slaktet vi etter hvert. For å få plass til kjøttet måtte vi bygge opp spiskammer, en stamp med diameter 2,5 meter, og så vegger og tak rundt stampen. Her kastet vi kjøttet etter hvert som vi slaktet og saltet det ned, forteller «Dovregubben».

Per Aftreth



Trollstigen.
Åpnet for trafikk 1936.
Foto: Svv, dels lokale krefter

Entreprenørskap og entreprenører

Per Aftreth

Nisser og Dverge bygge i Bjerge;
men vi skal mine dem alle herud.
Thi mens vi synge muntre i Klynge,
sprænge vi Bjerget i Luften med Krud.

Dette er en del av hymnen til fjellsprengerne forfattet av NFFs æresmedlem Henrik Wergeland – entreprenør med fedrelandet som prosjekt, poet med nyskapende, stilistiske grep og en liten rebell med sansen for fest med fyll. Hans betydning for nasjonsbyggingen og utviklingen hos forfattere som Ibsen og Bjørnson kan sikkert ikke overvurderes, men hva har Henrik Wergeland betydd for oss entreprenører?

Blant våre felles oppfatninger som ligger aller dypest i oss, ofte kalt kjerneverdier, er friheten til å finne nye veier til målet, hardt arbeid på grensen til det maniske og det å være autentisk samt det å kunne restituere gjennom å gi fa'an av og til. Dersom vi føyer til at vår yrkesstolthet er sårbar, kanskje bortimot hellig, har vi et bilde av oss i entreprenørbransjen. Vi kjenner igjen Wergeland i alt dette. Særlig dersom vi går inn i hans dikt «Mig selv»

Som Insektets Stik i Muslingen avler
Fornærmelsen kun Perler i mitt hjerte.
De skal engang pryde min Aands diadem

En jubileumsbok skal etter redaksjonenes premisser ha flere hensikter. Dannelse er sentralt. Det vil si at vi gjennom denne boken blant annet skal kunne utvikle våre evner til å kunne se sammenhenger og skape forståelse, omdanne informasjon til kunnskap og øve opp vår evne til kritisk refleksjon. Vi kan derfor ikke skjønne entreprenøren uten å ha innsikt i dannelsen av den vestlige sivilisasjon. I denne delen av jubileumsboken vil det bli beskrevet analyser og konklusjoner som er subjektive. Årsak og virkningssekvensene er ikke vitenskapelige og konklusjonene er ofte basert på bare ett ledd i en slik sekvens. Aslak Ravlo, entreprenør det meste av livet, NFFs tidligere formann og æresmedlem og i dag fortsatt ildsjel i NFF stilte forfatteren, før starten, følgende spørsmål:

«Per, forstår du (nå) balansen?»

Dette ble en hovedpremiss for den etterfølgende teksten -.

Jag er entreprenør, jag er inte byggare

sa den svenske byggdirektøren Leif Andersson da han presenterte seg på generalforsamlingen i et norsk entreprenørselskap. Vi fornemmer at det å være entreprenør innebærer å ha en spesiell kvalitet, og i så fall hva er det? Sannsynligvis mente Leif at han hele tiden er en nyskapende bygger, han er ikke gjentagende og rutinestyrt. Begrepet har fransk opprinnelse og betyr å gi seg i kast med eller å starte. Det var derfor ambisiøst da vi skandinaver døpte alle de som utfører bygge- og anleggsarbeid som entreprenører. Dette er imidlertid en spesiell betydning som gjelder for oss, og som Leif markerer avstand til. Entreprenørbransjen har imidlertid en entydig betydning i Skandinavia, den omfatter alle selskaper som driver utførelse av bygge- og anleggsarbeid.

Imot gudene…

Den revolusjonerende forskjellen mellom moderne tid og fortiden er hvordan mennesket forholder seg til usikkerhet. Gjennom denne endringen ble fremtiden ikke bare et innfall fra gudene, men det at kvinner og menn ble aktive i forhold til naturen og

Aslak Ravlo er bekymret for ingeniørens forståelsen for helheten i entreprenørskapet

mulige utfall på hendelser. De gamle grekerne la stor vekt på logikk og bevis, men når de skulle forholde seg til fremtiden, gikk de til oraklet og ikke til de viseste filosofene for å få hjelp. Kristendommen frem til reformasjonen gav mennesker en grad av trygghet – Gud var den mest bestemmende faktor for fremtiden på jorden og enkeltmenneskets adferd for kvalifisering til saligheten.

Renessansen og reformasjonen betydde en frigjøring fra religion og overtro når det gjaldt fremtiden på jorden. Mennesket ble stilt overfor ansvar og usikkerhet når det gjaldt egen fremtid på en helt annen måte, og begynte å skjønne at fremtiden i høyeste grad var påvirkbar. Den ble en utfordring der egen påvirkning kunne føre til gevinst eller tap. Dermed var den moderne oppfatning av risiko skapt. De som bevisst søkte økonomisk risiko, entreprenørene, fikk en storhetstid. Vasco da Gama fant den nye krydderruten til India og Columbus oppdaget Amerika i samme ærend.

Det å kunne ha innsikt i usikkerhet gjennom å kvantifisere den ble interessant for matematikerne. Pascal utviklet i 1654 grunnlaget for sannsynlighetsteorien. Senere har engelskmannen Bayes bevist at prinsippene i sannsynlighetsteorien også kan benyttes på subjektiv kvantifisering av utfallet på hendelser. Dansken Lichtenberg laget på dette grunnlaget en praktisk modell for å beregne og styre økonomisk risiko. Dette ble basis for AF Gruppens risikostyringsmodell. Konsernsjefen Pål Egil Rønn sier at dette arbeidet er en årsak til den store og for mange overraskende økningen i verdiskapningen i AF Gruppen de siste fem årene. Det er likevel grunn til å innrømme at det fortsatt er spenning mellom de som påstår at de beste beslutninger er basert på kvantifisering av erfaringer fra fortiden bearbeidet i en sannsynlighetsberegningsmodell, og en mer intuitiv tro om usikkerheten i fremtiden.

Større betydning fikk munken Luca Paciolis utvikling av det doble bokholderiet, hundre år før Pascal. Anekdoten sier at munken fikk problemer med sitt enkle taps- og vinningsregnskap på grunn av at kostnadene for å plante vinranker påløp ett år, og så kunne det gå ett eller flere år før druene og inntekten kom. Da utviklet han det nye systemet, og vi fikk, i tillegg til taps- og vinningskonto også balansen som til sammen ble et system som kvantitativt kan måle både verdistrømmer og verdier. Det er dette systemet verden bruker fortsatt, og som Ravlo er bekymret for at vi ingeniører ikke skjønner -.

Den protestantiske etikk og kapitalismens ånd

I århundrene fra år 1650 og fram til år 2000 har den vestlige sivilisasjonen vist seg suveren på praktisk talt alle områder. Dette kan selvsagt ha noe med at rivalene, særlig China og Det osmanske riket stoppet opp i utvikling, men det er neppe forklaringen. Spørsmålet som må besvares er: Hvordan kunne de små og utallige europeiske statene som lå i innbyrdes krig med hverandre, geografisk oppdelt av fjell eller elver som renner i feil retning og som dessuten var utmattet etter Svartedøden kunne bli så enestående?

Historikeren Niall Ferguson hevder i sin bok Civilization at det har med etableringen av seks nye institusjoner med tilknyttede ideer og adferdsmønstre å gjøre, nemlig:

1. Konkurransen
2. Forskningen
3. Eiendomsretten
4. Medisinen
5. Forbrukersamfunnet
6. Etikken

Konkurranse og handel førte til desentralisering av både det politiske og økonomiske liv. Dette var viktige deler i grunnlaget for både kapitalismen og nasjonalstaten. Det oppsto konkurranse mellom stater, mellom byer, mellom selskaper og individer. Markedskreftene konkurrerte med myndighetene om den reelle politiske makten.

Likevel, det er etikken og den tyske sosiologen Max Webers(1864-1920) verker om etikk og kapitalisme som gjennomsyrer Fergusons analyse. Fram til reformasjonen hadde den kristne tro blitt sett på som noe som var adskilt fra den materielle verden. Å låne penger og betale renter ble sett på som synd. Rike hadde mindre sannsynlighet for saligheten enn fattige. Slik som andre religioner så på foreningen mellom hellige og verdslige ting, eksempelvis munker i kloster eller eremitter i askese i huler, så protestanten på industri og nøysomhet som en del av sin gudsfrykt. Menneskelig askese ble erstattet av verdslig plikt. Muligheten for å bli utvalgt lå derfor i markedet. Å adlyde kallet til utrettelig arbeid og nøysomhet ble den sikreste vei til saligheten. Dette førte til en voldsom dynamikk i den vestlige verden. Det var sannsynligvis ikke intensjonen.

Max Weber med undertittel: Max Weber søkte etter den protestantiske etikk og kapitalismens ånd

Oppfatningen av arbeidet som et kall som i siste instans ble veien til nåden, ble den motiverende drivkraften i den kapitalistiske entreprenøren. Det å tjene penger og etablere kapital ble et mål på om man fortjente frelsen, ikke en vei til ufortjent luksus. Dermed hadde kapitalismen fått et solid grunnlag. Adam Smith utdypet dette ved å definere sitt prinsipp «den usynlige hånd». Det går ut på at enkeltpersoner som følger sine mål, til sammen kan lage en effekt som de ikke hadde intensjon om. (Bakeren baker ikke brød for at vi skal bli mette.)

Martin Luther(1483-1546) er den sannsynlige far til begrepet kallet. Luther hadde ikke stor sympati for kapitalister. Uten andre og særlig uten Jean Calvin (1509-1564) er det lite sannsynlig at reformasjonen ville ha blitt en så omfattende bevegelse. Den lutherske fromhet manglet det press til konstant selvkontroll og den puritanske kalvinistenes dystre strenghet som fordret planmessig styring. Styring krevde organisering. Puritanerne organiserte blant annet arbeidet på nye måter der arbeideren, som også hadde kallet om utrettelig arbeid og nøysomhet som verdier, var fri. Det er også grunn til å minne om at svenskekongen Gustav Adolf hadde suksess med nye organisasjonsformer i trettiårskrigen. Organisering ble viktig. Den spesifikke moderne vestlige kapitalismen er senere likevel mest basert på utviklingen

innenfor matematikk, naturvitenskap og kognitiv bruk av erfaring.

Hvordan har så utviklingen av konfesjonene, det vil si trosretningen, i de skandinaviske land vært?

Nederlenderen Gert Mak[2], skrev etter en reise i Sverige omkring siste sekelskiftet:

> *Jeg reiser til Saltsjøbaden, en håndfull røde trehus og et enormt Grand Hotel ved en snødekt innsjø. Her ble den berømte svenske konsensusmodellen født en stille desemberdag i 1938. Ved det runde spisebordet i det lille tårnværelset la representanter for regjering, arbeidsgivere og fagforbund grunnlaget for en imponerende velferdsstat under mottoet "ikke rike individer, men rike konserner.*

Modellen var helt i tråd med de svenske tradisjonene – puritanisme, sentral forvaltning og flat organisasjonsstruktur. Her gjaldt det å bygge stein på stein. Landet hadde råstoffer og energikilder. De avsidesliggende bondegårdene hadde i generasjoner tvunget beboerne til allsidighet og oppfinnsomhet. De svenske bøndene utgjorde kort og godt den ideelle arbeidshæren for den vordende industrinasjon. Det lå også en aksept av eliter i alt dette, og ikke bare de elitene som var utvalgt til saligheten. Likevel, elitene i Sverige var og er hele tiden på jakt etter å absorbere de beste talentene, uansett klasse. For øvrig, få har vel hatt så stor innflytelse på konfesjoner i det tyvende århundre som svenskene hadde på den verdensomspennende pinsebevegelsen.

I Norge hadde vi også lekmannsbevegelsen i form av blant annet pietister, metodister og baptister. Hans Nielsen Hauge (1771-1824) kjempet mot myndighetene om konventikkelplakaten, retten til som lekmann å drive forkynning. Hauge var ortodoks lutheraner, men drev en utstrakt oppmuntring til industrielt entreprenørskap. Det er sannsynlig at den norske utviklingen var mindre kalvinistisk enn den svenske, og dermed etikken. Vår moral gav mindre rom for entreprenøren og kapitalisten. Vi lå også langt bak svenskene når det gjaldt etablering av de fem øvrige institusjonene Ferguson definerer.

I dag er den vestlige sivilisasjon i en ny krise, og vi ser at denne krisen kan graderes etter hvilke trosretninger landet eller regionen er mest influert av. De økonomiske forskjellene mellom nord og syd både i Europa og Amerika er konforme med trosretningene og bekrefter dette.

Vi som startet på anlegg i 60-og 70-årene, hadde gjennomgått den norske enhetsskolen som la stor vekt på den lutherske lære med bønn og salmer. Flere av oss hadde glidd gjennom gymnas og høgskole uten å anstrenge eller utmerke oss. Vi sto så overfor en anleggskultur hvor livet - det er å arbeide. Vi oppdaget plutselig en ny entusiasme og utholdenhet. Arbeid alle dager hele uken bortsett fra lørdag ettermiddag hvor vi spilte fotball og drakk oss fulle. Vi drakk fort, sovnet tidlig og kom oss lett på jobb for ny arbeidsdag. En del av oss var allerede sekularisert. Betyr dette at konfesjonene likevel ikke var en av hovedårsakene til den vestlige sivilisasjons progresjon?

En verdi er ikke bevist, felles oppfatning om hvordan vi skal oppfatte, tenke og handle for å oppnå det som er bra (E. Schein)[3]. Selv om vi eliminerer den religiøse troen kan de resterende verdiene og dermed kulturen godt leve videre, men det vil sannsynligvis være mindre kraft i dem. Kultur endrer seg ikke raskt, som regel handler det om sekler.

2 Red.:Gert Mak er mannen bak boken og TV-serien «Europa i det tyvende århundre».

3 Red.:Edgar Schein, tidligere professor ved MIT som er kjent for sitt arbeid med organisasjonskultur. E.S. ble født i Sveits, barndom i Tsjekkia og Russland (Sovjet), familien utvandret til USA. E.S. studerte ved universitet i Chicago, Mastergrad fra Stanford og Ph.D. fra Harward.

Pionerene

Årene rundt 1905 var en brytningstid for Norge. Den store entreprenøren uansett bransje var Hydros og Elkems grunnlegger Sam Eyde (1866-1940), I tiden før sekelskiftet hadde han etablert et ingeniørkontor i Christiania. Kontoret hadde oppdrag både i Norge og Sverige. Sam Eyde så muligheten som lå i norske vassdrag og kjøpte opp rettigheten til å bygge ut fall i flere vassdrag, blant annet Vamma i Glomma, Svelgfoss, Tyssefallene og Rjukanfoss. Eyde var født med sølvskje i munnen i Arendal, byen som på den tiden var en av de rikeste i Norden. Han fikk en solid utdannelse som ble avsluttet ved den Tekniske Høyskole i Charlottenburg ved Berlin. Etter utdannelsen arbeidet han noen år i tyske selskaper. På den tiden ble det meste av anleggsarbeidet i Norge utført av forsvaret, jernbanen, vegvesenet og kystverket. En del kontraktører eksisterte.

I 1896 grunnla imidlertid Sigurd Høyer-Ellefsen (1870 -1939, Sigurd Høyer fra 1910) det som senere utviklet seg til, gjennom et knapt hundreår, å bli det første og et av de største entreprenørselskapene i Norge, Høyer-Ellefsen. Hans far var jurist og dommer ved Overretten i Kristiania. Sannsynligvis var Sigurd en kreativ, teknisk begavelse med interesser langt ut over anleggsvirksomhet. Han videreutviklet blant annet Fritz Huitfeldts skibinding som forandret skiidretten. Han fikk sin utdannelse ved Kristiania tekniske skole, og siden reiste han også til den Tekniske Høyskole i Charlottenburg der han gjennomførte studiet på det halve av vanlig studietid. Johan Fredrik Selmer ble født i Sunndalen på Nordmøre i 1876 og døde i 1968. Hans far var distriktslege. Han fikk sin utdannelse ved Trondhjems Tekniske Læreanstalt og siden ved den kgl. Tekniske Høyskole i Dresden. Han arbeidet videre i konstruksjonsvirksomhet i Tyskland og USA, hvor han erververt seg kompetanse i jernbetong. Han startet Ing. F. Selmer (Selmer) i 1906, ti år etter Høyer-Ellefsen. Alle disse tre entreprenørene i hadde bakgrunn fra øverste sosiale og økonomiske klasse, hadde teknisk innsikt og ferdigheter ut over det normale, og dro til Tyskland for å få den ypperste teoretiske utdanning og arbeidserfaring. Når en tenker på at selv i dag organiserer tyskerne sine prosjekter dualistisk der en ingeniør og en Kaufmann deler på ansvaret, så tar vi ikke mye feil ved å anta at de tre nevnte norske studentene var motivert av, og konsentrert om teknologi. Å utvikle teknologi ble med stor sannsynlighet en kjerneverdi og den største driveren i selskapene. Verdier som har blitt til i prosesser med gründere, er slitesterke og nesten uforanderlig. Det var derfor sikkert ikke noen tilfeldighet at det var Høyer-Ellefsen, 75 år etter stiftelsen, som hadde ideen til og utviklet de første oljeplattformene av betong, Condeep. Dette er vel det lengste tekniske innovasjonssteget i entreprenørbransjens historie i Norge. På den tiden hadde Selmer tatt flere steg når det gjaldt å øke strukturkapitalen, særlig organiseringen av selskapet. De kreative «rotehodene» fra Høyer- Ellefsen slo seg sammen med de litt mer strukturerte «vinkelhodene» fra Ing. F. Selmer og dannet Norwegians Contractors (NC) den ubestridt største suksessen både teknologisk og økonomisk i norsk entreprenørbransje. Imidlertid, den tyske kaufmannen og hans økonomi- og finansfunksjon kopierte de tyskutdannede gründerne ikke. Ingeniøren ble derfor enerådende i de personlig eide selskapene.

Norges tekniske høgskole (NTH) ble etablert i 1910 og Entreprenørenes Landssammenslutning (EL) ble stiftet av 11 firma samme år. Ingen av firmaene som representerte stifterne i 1910 eksisterer i dag. Fram til andre verdenskrig ble det grunnlagt mange entreprenørselskaper. De mest kjente stifterne er Haakon Eeg-Henriksen(1892-1974) og Thor Furuholmen (1899-1984). Begge var ingeniører utdannet på NTH. Thor Furuholmen arbeidet både i Tyskland og Tyrkia før han startet sitt selskap i Norge.

I 1935 feiret Entreprenørenes Landssammenslutning sitt 25-årsjubileum. Sammenslutningen hadde den gang 33 medlemmer. Ingen av disse eksisterer som firma i dag.

Derimot eksisterer Veidekke. Det ble grunnlagt i 1936 av Nico S. Beer og Gustav Piene d.y. Beer kom fra steinindustrien og Piene var ingeniør. Tiden fra århundreskiftet til etter andre verdenskrig er preget av krigene, økonomiske og sosiale krisetider, utvikling av nye materialer slik som jernbetong, markeder der volumet varierte voldsom og optimistiske entreprenører. Kort sagt et normalt Europa.

…vi har et lite underskudd hvert år, og det lever vi godt av

heter det i en anekdote etter Eeg-Henriksen. Årene etter andre verdenskrig ble preget av gjenoppbygging, utbygging av ny industri og vasskraft. For utviklingen av entreprenørbransjen og den enda yngre rådgivningsbransjen var vasskraften den største driveren. Særlig fra begynnelsen av nittenfemtitallet ekspanderte selskapene kraftig, og dette førte til en forsiktig etablering av organisasjonsstruktur. Selmer strukturerte selskapet i avdelinger etter fag i 1965, og tre år senere var omsetningen fordoblet. Samtidig innførte de det amerikanske organisasjonsutviklingssystemet GRID som omfattet ledertrening, strukturering av organisasjonen og utvikling av strategi. På sekstitallet gikk alle de største entreprenørene sammen om å bygge opp kalkyle- og kostnadsoppfølgingssystemet FRESH. De første computerne ble tatt i bruk og lønn og regnskap ble digitalisert. Likevel, både da og senere, entreprenørbransjen har vært ivrig etter å ta i bruk nye systemer og modeller i organiseringen, det har sjelden ført til noen fullstendig innføring og gjennomføring. FRESH ble det ikke noe av, GRID skal vi se nærmere på hva førte til, og senere har vi vært veldig entusiastisk på blant annet Six Sigma og Lean - ingen har tatt disse i bruk. Per i dag er det intet firma som har et komplett kostnadsoppfølgingssystem for produksjonen. Vi mangler sannsynligvis den siste puritanske strenghet for å overvinne motstanden fra vår nedarvede frihet fra jeger- og fiskerkulturen, slik at vi kan få strukturere produksjonsprosessene og oppfølgingen mer.

Den norske vasskraften ble imidlertid totalt sett en stor suksess og en bærebjelke i utviklingen av nye Norge helt til i dag. En total produksjonskostnad på 3-5 øre per kilowattime i 2012s kroneverdi, for hele det innenlandske kraftbehov, tilsier dette. Vasskraft er det nærmeste en kan komme perpetuum mobile i full skala. En vesentlig årsak til dette er prosjekterings- og utførelsesmodellen til byggherrer, rådgivende ingeniører og entreprenører. Lite forundersøkelser, kompetent og nøysom prosjektering og et meget fleksibelt utførelsesapparat som kunne ta seg av uforutsette forhold i prosjekteringen. Dette er et bilde av eller et artefakt i norsk kultur. Hvorfor strukturere når vi kan improvisere?

Konkurransen var mer enn hard – den var fiendtlig slik som Eeg Henriksen beskriver i sin vise til ELs 50-årsjubileum i 1960:

Å tjene penge er ei poenget
men at en annen ei jobben får
Ja, det prinsipp vi vil følge lenge
- vi har alt fulgt det i femti år

Entreprenørenes lave fortjeneste gir ikke uttrykk for høy produktivitet. Det er imidlertid en tese som sier at i den optimale konkurransen er fortjenesten null. Den lave kostnaden på utbyggingen av vasskraft i Norge og den harde konkurransen indikerer at produktiviteten var meget høy, noe som utførelsen av tunneler underbygger. Ingen forserte seg inn i fjellet så rakt som vi nordmenn.
Det ble ikke offentliggjort hva fortjenesten i entreprenørbransjen var i årene fram til 1970. Det manglet også gode, felles standarder for regnskap. Det ble imidlertid ikke bygd opp store formuer hos eierne, slik at det er all grunn til å tro på visen – de som klarte seg hadde en fortjeneste på +-0. Dette betydde liten egenkapital i selskapene og høy konkursfrekvens.

Konkurransen er ikke den eneste årsaken til at det ikke ble fortjeneste. Vi hadde ikke den svenske puritanske holdningen som aksepterte at det ble bygd opp verdier i selskapene. Hos oss var vi mere luthersk, fortjeneste ble en uting. Dette førte i neste trinn til en smålig relativisme der vi hele tiden målte vår egenverdi i forhold til naboens. Det gav samme resultatet at naboen gjorde det dårlig som at vi gjorde det bra. Konsekvensen av dette er at vi lever med en nesten konstant affeksjon som tar fra oss nattesøvnen. Når entreprenøren tjener penger, får både entreprenørens og byggherrens folk dårlig samvittighet for at de ikke har gjort jobben sin.

Byggherrenes løsning på prisfastsettelsen var å bygge ned barrierene for nyetableringer. Flere entreprenører gir flere konkurrenter. Dette førte til, slik vi har sett, lave priser og en høy dødsrate i bransjen. Konkurs er en naturlig og nødvendig del av kapitalismen. Det er likevel grunn til å tvile på om det er en god samfunnsmessig løsning at alle de firmaer som over flere tiår representerer lokomotivene i bransjen, blir borte.

Entreprenør-risikoen

Den fleksible kontraktsmodellen som ble brukt for utførelsen innen vasskraftutbygging i første halvdel av nittenhundretallet medførte usikkerhet om arbeidsomfanget i den enkelte kontrakt. Metodene som krevdes for å løse de problemer denne modellen kunne utløse underveis i prosjektene var lite utviklet. Kontraktene var lite detaljerte, i utforming en mellomting mellom enhetspris- og fikssumkontakt.

Usikkerhet i arbeidsomfanget førte til risiko med en viss mulighet til å tjene penger og en enda større til å tape. Når risiko materialiserte seg som tap kunne dette bare fordeles på byggherre eller entreprenør. Begge hadde liten eller ingen egenkapital. Derfor ble ofte tvist og rettssaker.

Entrepriseretten så sent som i femti- og sekstiårene var vel i nærheten av den tynneste boka, rettere sagt en liten samling løsark. I 1966 kom den unge juristen Tore Sandvik med en doktoravhandling om entreprenørrisikoen. Han var ellers en ivrig og populær foreleser, debattant som delte Wergelands og bransjens verdier når det gjelder restitusjon. Sandvik satte elementene i en entreprise sammen i et perspektiv som grunnlag for viktige fordelingsprinsipper av risiko. Enhetspriskontrakten, med en del av riggen som fastsum, har vært det normale i anleggsvirksomheten. Denne kontraktstypen har hatt en kontinuerlig utvikling i Norge. Hovedpremissen er å fordele risikoen på den part som har størst mulighet for å påvirke den. Videre skulle vederlaget være mest mulig avhengig av den ytelse som skulle til for å utføre arbeidet. Betydningen dette har hatt for konkurransen og dermed produktiviteten kan ikke overvurderes. Det ble den som kunne bore og sprenge mest effektivt, og ikke den som gamblet, som hadde det beste kortet. I dag har Norge detaljerte og relevante kontrakts- og utførelsestander som er avstemt med EU-området.

Hovedentreprisen var den dominerende entrepriseform i vasskraftutbyggingen. Byggherren styrte prosjektet og inngikk selv kontrakter med de prosjekterende, hovedentreprenøren som utførte anleggsarbeidene, maskinleverandøren og elektroleverandøren. En senere utvikling av ansvarsforhold medførte blant annet innføring av det amerikanskinspirerte kvalitetssystemet som i stor grad baserer seg på egenkontroll. Dette utelukket "Ingeniøren" fra prosjekteringsselskapet for kvalitetskontroll og byggeledelse.

På bakgrunn av de fantastiske resultatene landet hadde fra vasskraftutbyggingen, er det mer enn merkelig at denne endringen ble gjennomført. De avvik som i de senere år er dokumentert i blant annet vegbygging, tyder på at vi nå sliter med kvaliteten. Det å gå fra å bli passet på til å bli fri og ansvarlig

krever sterk moral og fremfor alt tid til omstilling. Vi lider litt av inngrodd norsk mentalitet som har vært preget av å fullføre 99 %, ikke helt og lytefritt. En gradvis endring av ansvar knyttet til kvalitetskontroll hadde med stor sannsynlighet gitt bedre resultater. Det har heller ikke vært ydmykhet nok til å ta et skritt tilbake.

NFF og entreprenørene

I 1963 klarte en del ildsjeler å etablere et felles forum for mange av aktørene i gruve- og anleggsbransjen, NFF. Det var nok en større prestasjon enn slik det kan se ut som i dag. Motsetningsforholdet mellom de ulike deler av bransjen som var involvert, og også mellom aktørene innenfor den enkelte bransje, var større enn nå. Prosjekterende hadde en høyere faglig og sosial status enn entreprenørene. Entreprenørene konkurrerte til blods. Staten hadde en rolle både som byggherre og monopolist på utførelse. Det som gjorde et forum som NFF attraktivt, var trolig at alle hadde en tørst etter ny teknologi. Den var nødvendig dersom alle skulle kunne løse sine oppgaver i samfunnsbyggingen.

NFF har vært konsistent og konsentrert om teknologiutvikling i alle årene siden starten. Selv strukturen i hovedarrangementet, Fjellsprengningskonferansen, er i løpet av 50 år lite forandret. Som den største gruppen har entreprenørene spilt en viktig rolle. Medlemstall, antall innlegg på konferansen, antall styreledere tilsier at vi var og er «en fjerdedel» Et stort bidrag kom fra entreprenørene som stilte sitt produksjonsapparat til disposisjon for måling, testing, prøving for videre analyser og utvikling.

Entreprenørene selv ble inspirert til utvikling gjennom den status det var å presentere sitt utviklingsarbeid på konferansen. Det var flere utvelgelser som hadde skjedd før en slapp til på konferansen, både i foreningen og i selskapet. Blant annet har kosernsjefene Knut Tovshus, Sigmund Bjørgum, Arne Dengerud og Pål Egil Rønn tidlig i karrieren holdt både innlegg på konferansen og deltatt i styrearbeidet. Det at de fremste i entreprenørselskapene presenterte fersk innovasjon, har med stor sannsynlighet ført til økt produktivitet i bransjen. Åpenhet ga heder som fortjent, men ingen kunne hvile på laurbærene.

I årene fra stiftelsen og fram til sekelskiftet var det spesielt Furuholmen, Høyer Ellefsen og Selmer som av entreprenørene har hatt de fleste innlegg på konferansen. Dette hadde sikkert mye med markedsandeler på tunnel å gjøre. Det er imidlertid en subjektiv oppfatning at det også var disse som var mest ivrige på egne metoder, maskiner og utstyr. Veidekke har hatt en mer beskjeden rolle når det gjelder innlegg på konferansen, og baserte sin produksjon mere på innleide ressurser.

I 1978 åpnet formannen konferansen med ”Mine herrer og min dame”. År 2011 ble første del av møtet ledet av en kvinne, og fire av 18 innlegg ble holdt av kvinner. NFF og konferansen har vært en viktig faktor i utjevning mellom kjønnene, det er fortsatt langt igjen med entreprenørene sist.

Staten

På attenhundretallet gjorde staten nesten alt anleggsarbeid unntatt det som var pålagt grunneiere og bønder. Vi fikk fram til andre verdenskrig entreprenørbransjen. Også etter andre verdenskrig ble anleggssektoren sterkt preget av staten selv. Vassdragsvesenet, vegvesenet og kystverket ble i en mannsalder etter andre verdenskrig de største aktørene innenfor sine områder. Det er sikkert flere årsaker til dette, blant annet tilgangen på kapital, kompetanse og preferanser i de respektive etater. Staten ble på denne måten både oppdragsgiver på en del av et marked og monopolist på den andre delen. De statlige etatene fikk dermed god innsikt i produksjonsprosessene som videre kunne benyttes i programmering, prosjektering og kontrahering. For eget produksjonsapparat ble imidlertid konkurranse ingen premiss.

For entreprenørene ble dette en vond situasjon. De kunne ikke konkurrere med staten om statens markedsandel, og det var ingen god ide å kritisere etatene. Dette kunne påvirke forholdet til etaten i når det gjaldt størrelsen på monopolet og kontrahering av den delen som ble satt ut på anbud.

Særlig var forholdet til vegvesenet dårlig. Etter en bra periode på sekstitallet, spisset det seg til da vegdirektoratets avdelingsdirektør Th. Borchgrevink, ifølge Byggeindustriens referat, i Den norske ingeniørforening i 1971 hevdet at entreprenørene jukset. En del av oss oppfatter dette til å ha blitt en verdi i vegvesenets kultur.

Politiske beslutninger og endringer i utbyggingsvolum som for vasskraft, fikk konsekvenser for statens egenregiaktivitet. I dag blir det meste satt ut på anbud. Staten har valgt det private initiativ i anleggsvirksomheten. Det er da viktig at entreprenørene er trofast mot den pakt som det private initiativ har fått med samfunnet, nemlig at

> *når samfunnet gir rom for det private initiativ, forventes det at private til gjengjeld kan tilby produkter og tjenester til en lavere pris, høyere kvalitet og med større variasjon enn staten eller noe annet monopol kan.*

Denne pakten baserer seg på gjensidighet. De verdier som er ledende i privat virksomhet må være de samme som ledet samfunnet til å gi plass til denne virksomheten. Fordi den private virksomheten er betrodd et slikt ansvar, har den private virksomhet og spesielt dens ledere, et ansvar for å overholde samfunnets verdier strengere enn noen annen.

Samfunnets beste sikring av dette er å passe på at konkurransen er hard og rettferdig. Staten har også sanksjonsmulighet ved å kunne gjøre nye valg.

Anleggsarbeideren og ingeniøren

Anleggs- og gruvearbeideren har på mange måter en felles historie - det tunge slitet, den høye risikoen for skader, organisasjonsarbeidet og muligheten til å tjene penger istedenfor naturalia. I organisasjonsarbeidet fikk de tidlig to retninger. Den radikale retningen som la vekt på å kjempe for politisk makt, og den filantrope retningen som la vekt på de sosiale forhold slik som arbeidstid og pensjon. Det er ikke noe tvil om at de fleste kom fra bygdene, bygdene som med høye fødselstall og rasjonalisering i jord- og skogbruk ikke hadde plass til dem. Arbeidet i skogen, på fløting i elva, på sagbruket, i åkeren og i fjøset hadde gitt dem ferdigheter og innsikt i praktisk arbeid. Det var de sterkeste som dro ut. Disse var som skapt for anleggsarbeid. De var åpne, beintfram, vågale, sterke og slepphendte med jordisk gods. Det ble som regel livat der de drog, men særlig gamle ble de ikke. Norsk Arbeidsmandsforbund ble stiftet i 1895 og ble et av de mest radikale og betydningsfulle forbund i fagbevegelsen. De hadde også en avgjørende innflytelse på utviklingen av Det norske arbeiderparti.

Det er ikke tvil om at pionerene blant entreprenørgründerne hadde et godt forhold til anleggsarbeideren, et forhold som var basert på gjensidighet. Når Sam Eyde kom til Rjukan, gikk arbeiderne i fakkeltog.

Vi ingeniører som kom ut på anlegg i syttiårene, møtte de spreke og store etterkrigskullene fra bygdene. Dette var et møte med oss selv, og vi fikk raskt merke at det ikke bare var ferdigheter de var gode på. I akkordforhandlinger ble det for ingeniøren en del nederlag som ikke hadde med muskelkraft å gjøre. De var raske og skarpe i tankegangen også, og de var lojale mot det vi avtalte. Akkorden gjaldt.

Det var imidlertid ingen servil lojalitet. Særlig tunnelarbeideren følte seg fri til å hevde eget syn. Det var normalt med et høyt konkurransenivå mellom ingeniørene og tunnelarbeiderne når det gjaldt

styring av tunneldriften. Ingeniøren kunne gjerne gi inntrykk av å være i førersetet på Fjellsprengningskonferansen, men i tunnelen var nok maktforholdet et annet. Da Shell fra 1990 bygde ut oljeanlegget TROLL på Kollsnes i Øygarden, var det kontraktfestet at alle skulle bruke vernebriller. Entreprenøren hadde akseptert dette, og gikk blåøyd til tunneldriverne med pålegget. Hvor dum er det mulig å bli? De ville ikke bruke briller. Ikke fordi de ikke kunne det, men fordi at det var ingen som hadde mindre innsikt en dem selv i saken skulle bestemme over dem. Da tok Shell, med utbyggingsdirektør Mike Steere spissen, tak i saken, med et nedlatende blikk på entreprenøren. Shell hadde sanksjonsmuligheter og brukte dem på settlervis.

Steere klarte et kompromiss: tunneldriverne skulle bruke briller, men briller uten glass ble akseptert.

Selskapsformer

I tyve- og tredveårene ble flere av entreprenørselskapene endret fra å være personlig eide selskap til å bli aksjeselskap. Dette innebar at selskapet ble en juridisk person, også i forhold til aksjeeierne. Dette markerte et skille som hadde hatt stor betydning i utvikling av den vestlige sivilisasjonen – privat økonomi adskilles fra institusjonenes og selskapenes økonomi. Aksjeselskapet karakteriseres ved:

- Selskapet er en egen juridisk person. Derved kan selskapet ha rettigheter og forpliktelser. Rettsforholdet angår ikke aksjeeierne. Det betyr at aksjeeierne ikke hefter for selskapets gjeld.
- Gjennom generalforsamlingen utøver aksjeeierne den øverste myndighet i selskapet. Denne myndigheten er ikke fullstendig, men er begrenset av lovgivningen.
- Aksjeeierne har begrenset ansvar. Det er normalt maksimalt egenkapitalen.
- Ledelsen av selskapet har ansvaret for forvaltning av selskapet. Dette ansvaret er utvidet i forhold til generalforsamlingens ansvar.
- Hvert år skal aksjeselskapet legge fram et årsregnskap som skal bestå av resultatregnskap, balanse, kontantstrømoppstilling og noter.
- Balansen skal omfatte alle eiendeler og forpliktelser. For oss ingeniører er det viktig å merke seg at egenkapitalen er en forpliktelse eller en gjeld selskapet har til aksjeeierne. Aksjeeierne har på sin side en fordring på selskapet som omfatter hele egenkapitalen. Lovgivningen gir retningslinjer for hvordan aksjeeierne kan forvalte denne fordringen gjennom generalforsamlingen.
- Aksjene kan, dersom det ikke er begrenset i vedtektene, gjort aksjonæravtaler eller begrenset av konsesjonslover eller konkurranselover, selges fritt til hvem som helst.

Aksjeselskapet som selskapsform har hatt en enorm betydning for den vestlige sivilisasjonen. I forhold til det personlig eide selskapet muliggjorde aksjeselskapet en mer rasjonell organisering. Eierskap og ledelse kunne skilles. Selskapet kunne få en ledelse som eierne bare hadde begrenset mandat overfor. Den negative risikoen i selskapet ble fordelt både på eiere, kunder, leverandører og det offentlige. Et eksempel på dette er de tyvetalls konkurser per uke vi har i bygge- og anleggsbransjen i Norge. Eierne taper egenkapitalen, leverandørene, kundene og det offentlige mister helt eller delvis sine fordringer på selskapet.

Aksjeselskapet blir på grunn av denne risikofordeling og organiseringen et meget skarpt redskap i verdiskapningen i den vestlige verden. Den øvrige del av verden skynder seg etter.

Eierskap

Fredrik Selmer hadde bare en datter og så en nevø som var ingeniør. Selv om gründeren hadde alle muligheter til å påvirke oppdragelsen, var en kvinne i spissen for et selskap i bygg og anlegg utenkelig på den tiden. Nevøen Lorentz Selmer ble i 1961 utnevnt til administrerende direktør i Selmer. Da var Fred-

rik Selmer 85 år. Anekdoten sier at han ikke hadde høy forventning til etterfølgeren. Eierskapet opptok sannsynligvis gründeren. Han prøvde å lage et eierskap som var bestandig. Derfor fordelte han over halvparten av aksjene til sine ingeniører, inklusiv nevøen, og resten til datteren. Tanken var at kompetansen i selskapet, ingeniørene, måtte være de som borget for langsiktighet – å bygge selskapet videre stein på stein. De skulle ha makten. Tiden som familieeid selskap var slutt. Der tok han feil. I kraft av sin autoritet og ingeniørenes ubegrensede lojalitet til sjefen, overtalte nevøen på sekstitallet lederne til å selge sine aksjer. Det er imidlertid vanskelig å skjønne at det var datteren og hennes familie som fikk kjøpe disse aksjene. En hypotese er at nevøen trodde å ha kontroll med datteren, og at nevøen som eneeier var det vanskelig å få aksept for hos ingeniørene som solgte. Resultatet ble imidlertid, at datteren eide ca 83 % og nevøen ca 17 % av aksjene. Dette førte til strid. Først om nevøen skulle være administrerende direktør. Dette fikk sin avgjørelse i rettssalen, der nevøen vant. Videre så nevøen, og sannsynligvis også de ansatte, på utbytte som noe ufyselig - utbytting. Selv i dag er regnskap i entreprenørselskap en kunst i fortolkning. Den gang var kravene fra lover og standarder langt mindre omfattende slik at administrasjonen hadde muligheter for å holde eierne i sjakk når det gjaldt utbytte. Fortjenesten varierte omkring null, men selskapet hadde som vi skal se senere, en stor verdijustert egenkapital.

Datteren med sin familie flyttet til utlandet, først til Frankrike og siden til Sveits. Det kan være ulike motiver bak en flytting. Norsk skatteregime med sine særegenheter kombinert med gjerrig utbyttepolitikk kunne være et godt motiv.

Entreprenørbransjen på seksti og syttitallet hadde lav fortjeneste og liten egenkapital. Bransjen var fragmentert, i europeisk målestokk var selskapene små. De fleste lederne søkte trøst i bransjeforeningen. Det er likevel et mysterium at ingen så de muligheter som lå i omstrukturering til større enheter. Svenskene hadde gjort dette, vi var som regel "quick followers" på det meste de gjorde, men ikke her. Det er grunn til å anta at dette også hadde noe med etikk å gjøre.

I hansabyen Bergen hadde Arne Sande AS, på slutten av syttitallet, tjent penger på boligbygging. Dette førte til oppbygging av organisasjonen og kjøp av entreprenørselskapet Trondhjem Cementstøperi. Stifterens sønn Erik ledet selskapet. I 1981 hyret han høyesterettsadvokat Lars A. Christensen, og med NOK 10 mill. på bok gikk de til Kreditkassen med en plan om å kjøpe Selmer. Banken var Selmers hovedbankforbindelse og hadde derfor god i innsikt i selskapet. De fikk NOK 10 mill i lån og dro til Sveits og kjøpte aksjene av datteren til gründeren, Ragnhild Kraft, for NOK 80 mill. Kjøpet ble finansiert ved at Kreditkassen kjøpte 32 % av aksjene for ca. NOK 30 mill., og selgeren gav en en femårs avdragsfri selgerkredit på NOK 30 mill. Lorentz Selmer med de resterende 17 % var raskt ute for å overdra sin andel i selskapet.

For oss ansatte ble dette et sjokk som resulterte i sinne og frustrasjon. Ikke skjønte vi at noen kunne ta opp lån og kjøpe Selmer, det ble praktisk talt ikke delt ut utbytte i selskapet. Hva skulle de nye eierne betale lånet med? To år senere foretok to internasjonalt anerkjente konsulentfirmaer en grundig analyse av selskapet og den verdijusterte egenkapital ble beregnet til NOK 350 mill.

Og så var det dette med å bli kjøpt av en liten entreprenør, til og med fra Bergen. Ikke bare vår yrkesstolthet, men hele vår profesjonelle identitet ble trampet på. I våre egne øyne var vi de mest lojale, intelligente og innsiktsfulle ingeniører – kort sagt vi var eliten. Hvordan kunne ledelsen i selskapet sitte og se på at dette skjedde? Organisasjonsutviklingsmodellen GRID omfattet jo strategi helt til topps i selskapet inklusiv eierskap. Lars A. Christensen formulerte i ettertid problemet vårt kort slik:

”Sivilingeniørene i Selmer var så opptatt av å pusse på NTH-ringene sine at de hverken så mulighetene de hadde til å etablere et nytt eierskap eller skjønte hva som kunne skje”

I 1976 overlot Thor Furuholmen i sitt selskap Ingeniør Thor Furuholmen AS til andregenerasjonen, sønnen Christen, sivilingeniør fra Eidgeniøssische Techn. Hochchule i Sveits. Han fikk med seg flere ingeniører i en ledergruppe. Selskapet var det nest største entreprenørselskapet og den største på tunneler i Norge på den tiden. I 1981 meldte Byggeindustrien om vesentlige endringer i ledergruppen som nå besto av åtte ingeniører, en økonom og en for organisasjon. I 1982 refererer Byggeindustrien til Kristen Olav Dahl som administrerende direktør. I 1983 selger Christen Furuholmen familieselskapet til Selmer for NOK 45 mill. Furuholmen ble et familieselskap i godt og vel en generasjon. Det hører med til historien at selskapet i 1983 hadde et resultat før skatt på NOK 93 mill.

Fusjonen mellom Furuholmen og Selmer ble en langvarig kulturkrig som ikke tar slutt før kombattantene ligger seks fot under. Furuholmen var like råe i sin maktbruk som Selmer var arrogant i sin elitisme. Som alle andre kriser var også denne instruktiv.

I 1982 utgav amerikanerne Thomas J. Peters og Robert H Watermann[4] bestselgeren In search of Excellence – boken som for første gang gir oss en lettfattelig innføring i bedriftskulturens betydning for prosesser og prestasjonen i en organisasjon. Denne boken hjalp oss til å forstå og sette navn på hvilke krefter som rår i organisasjoner og i fusjoner mellom selskaper. Egentlig så trenger du ikke annet en noen gode verdier for å starte og videreutvikle et selskap. Mange prøvde seg, og flere lyktes. Liberaliseringen av kredittmarkedet var en annen drivende faktor. Vi rakk ikke å åpne kjeften før noen prøvde å lime den igjen med en tusenlapp. Barrieren for nyetablering har som nevnt heller aldri vært høy i Norge.

Etter kjøpet av Furuholmen stoppet ikke Erik Sande opp for å konsolidere, han gav enda mer gass. Hans impulsive og temperamentsfulle måte å lede på lå langt fra lederstilen i Selmer. Likevel, de som ikke sluttet eller ikke fikk sparken var forbausende lojale mot den nye eieren.

Det nye selskapet vokste og ble stort med en omsetning på NOK 7,6 milliarder og 7500 ansatte i 1986. Dette gav en trettiførsteplass målt etter volum blant europeiske entreprenørselskaper. Det er bare Veidekke av norske entreprenørselskaper som i dag er i nærheten av dette nivået, på ca 45-plass. Men profitten uteble. En mislykket notering på Oslo Børs i 1985 bidro heller ikke til verdiskapning. Satsing på aquakultur, entreprenør-selskap i USA og hotell ble store tapssluk. Hans motto ”verden er full av muligheter” hadde vist seg å bli en farlig visjon.

Dette førte til at i 1988 måtte Sande selge 1/3 av entreprenørselskapet til Skanska og sin andel av Norwegian Contractor til Aker. I 1990 måtte bankene kapitalisere og reorganisere holdingselskapet. Dette ble slutten for Erik Sande som ble sittende igjen med et hotell, en bilforretning og en forretningsgård. Resultatet ble et uavhengig entreprenørselskap med finansielle eiere, organisert av bankene. De neste årene ble katastrofale, med 1991 som det verste med et resultat før skatt på minus NOK 750 mill[5]. De nye eierne, det vil si bankene, skyter i 1992 inn 450 mill. i ny egenkapital. Det er grunn til å merke seg at ingeniørene i selskapet i den perioden inngikk en stor kontrakt på å etablere nytt land i Gibraltar – et meget spektakulært prosjekt i en mangfoldig og ukjent kultur, og av konkurrentene sett

4 To McKinsey rådgivere bak boken som ble en bestseller. Peters utdannet siviling, studerte senere økonomi mens Waterman har sitt studium rettet mot geofysikk og senere studier ved Colorado School of Mines.

5 Først ble tapet annonsert med 750 mill. I regnskapet er tapet justert til 1.100 millioner kroner.

på som et prosjekt med stor negativ risiko. Mangelen på soliditet gav ingen risikoaversjon hos ingeniørene. De ble sannsynligvis reddet av at prosjektet ble kansellert.

I de neste årene gikk det bedre, og i 1995 ble Selmer igjen notert på Oslo Børs. Frem til sekelskiftet bygde selskapet opp egenkapitalen med resultatmarginer opp mot 4,5 %. I år 2000 kom NCC med et bud på Selmer. Etter invitasjon fra administrasjon i Selmer kom Skanska på banen med et mottilbud, og Skanska kjøpte Selmer for ca NOK 2,5 milliard. De fleste eierne fikk god avkastning på sin investering. Selmer gikk fra å være et norsk familieselskap i andregenerasjon i åttiårene til å bli eid av svenske industribyggere ved sekelskiftet.

Høyer Ellefsen ble et aksjeselskap allerede i 1902. I 1967 overtok skipsreder Hilmar Reksten (1987-1980), etter å ha vært eier i lang tid, alle aksjene i selskapet. Reksten som var en av verdens største redere etter andre verdenskrig, hadde stor affinitet til risiko og skjønte sannsynligvis forretninger i entreprenørbransjen godt. I perioden frem til 1975 var Høyer Ellefsen involvert i en rekke store kraftverksprosjekter i tillegg til virksomheten i Norwegian Contractors (NC). NC (Selmer, Høyer-Ellefsen, Furuholmen) som konsentrerte seg om leveranser for offshorebransjen gav i syttiårene store bidrag til de tre morselskapene. Morselskapene tapte imidlertid penger på sin øvrige virksomhet slik at resultatene likevel ble dårlig. Veibygging for eksempel var totalt sett for alle entreprenørene, den gang som nå, tap. I 1979 lå gjennomsnittet av resultatgraden for de 20 største entreprenørene på 0,7 % og egenkapitalgraden på 5,7 %. Dette er tall fra media, og de må tas med en klype salt.

Reksten fikk økonomiske problemer, i 1975 »reddet» staten aksjene i Høyer Ellefsen heim til Norge fra deponi i bank i London.

Statens eierskap i Høyer Ellefsen var visstnok ikke preget av involvering, men staten satt på aksjene til 1981 da Orkla med Jens P. Heyerdahl kjøpte selskapet. Erik Sande hadde åpnet øynene våre for at strukturering av entreprenørbransjen var mulig. Videre ble nye Selmer en større trussel i konkurransen mot de tidligere jevnbyrdige konkurrentene Dette førte til en serie oppkjøp og fusjoner. Høyer Ellefsen fusjonerte med Astrup & Aubert og kjøpte flere andre selskaper blant annet Jernbeton i Trondheim. Sannsynligvis likte Jens P. Heyerdahl entreprenørbransjens kåthet på risiko dårlig, slik at det var en lettelse i 1986 å få solgt Høyer Ellefsen til Aker med Harald Norvik ved roret. Orkla opptrådte som en eier i Høyer Ellefsen. Aker satte også inn ledelse, og det med en annen filosofi enn den som eksisterte. Aker var influert av den amerikanske ledelsesguruen George Kenning[6] som i 1978 fikk Sankt Olavs Orden for sin virksomhet i norsk industri. Kjernen i Kennings lære er 31 Praxes, det vil si prinsipper for ledelse. To av dem er som følger:

- *Faglig dyktighet er ingen lederkvalitet. En kan som leder lede hva som helst*
- *Generelle prinsipper om ledelse kan benyttes i en hvilken som helst virksomhet*

En kan forestille seg kollisjonen mellom ingeniørene og deres kultur som hadde styrt selskapet basert på innsikt i og kunnskap om teknologi i nitti år, og Kennings lære.

Alle som hadde innsikt i entreprenørvirksomhet visste at å bygge bruer over vann i Norge hadde stor negativ økonomisk risiko. Enkelte selskaper hadde interne forbud mot å gi anbud på bruer over vann. Astrup Høyer som i mellomtiden var blitt til Aker Entreprenør hadde åpenbart tiltro til Kennings teorier. På slutten av 1980-tallet gjorde selskapet et raid

6 Red.:Amerikaner som kom til Norge i forbindelse med Marshallhjelpen. Hans teorier blir også kalt Aker-modellen.

INTERVJUER: AAGE MØST — FOTOGRAF: TOR LINDSETH

«Ung og fremadstormende» – nærbilde av Terje R. Venold

Hvem er nå egentlig denne Terje R. Venold, 40-åringen som er konsernsjef i Veidekke, med Aker Entreprenør og litt av hvert annet på slep? R'en står for Richard.

– For alle som har gått på NTH's Bygning i dine utdanningsår er du jo et ubeskrevet blad, du har ikke engang en ingeniørhøyskole bak deg. Engang et tent skolelys på første benk? Engang speidergutt . . . Neppe tidligere fotballspiller . . . Sannsynligvis Oslo-gutt, men ikke fra Vålerenga eller Kampen . . . Skikkelig og ordentlig, nesten pedantisk? Ærgjerrig type som setter seg langsiktige mål? Visse trekk til felles med Harald Norvik, men avstår fra kveldens joggetur?

Stryk det som ikke passer, herr konsernsjef, og fyll ut . . .

– Vel, jeg vokste opp i strøket rundt Fagerborg kirke i Oslo. Når det ikke ble NTH, eller noe lignende, havnet jeg ihvertfall på BI. Alltid har jeg vel vært kontaktsøkende og opptatt av og engasjert i det meste som er skjedd rundt meg – og har nok betalt min pris for dette. Med sterkere konsentrasjon om skolegang og studier, ville nok eksamensresultatene ha blitt endel bedre. Jeg gikk 3,5 år på BI og hadde tillitsverv her i 4 år . . .

Den 40 år gamle Veidekke-sjefen Terje R. Venold i god stil på flere måter . . .

➡

i anbudsmarkedet og kontraherte fire store bruprosjekter. Dette så ikke ut som spredning av risiko, men konsentrasjon. Det gikk også galt, noe som førte til at Veidekke i 1990 overtok Astrup Høyer.

Muligheten til at vi i Norge i 1996 skulle få et stort firma i entreprenørbransjen som feiret 100-årsjubileum, falt bort og feiringen ble dermed utsatt i minst 46 år.

Haakon Eeg-Henriksen døde i 1974 og selskapet var i familiens eie til 1985 da sentrale personer i ledelsen overtok eierskapet. I 1990 kjøpte NCC seg inn i selskapet, og de tok over hele eierskapet i 1995. Perioden som familieid selskap tok dermed slutt.

Firmaene Selmer, Høyer Ellefsen, Furuholmen, Astrup & Aubert og Eeg Henriksen var de største anleggsentreprenørene gjennom det tyvende århundret. Ingen av firmaene eksisterer i det enogtyvende århundret.

Under Anleggsdagene på Lillehammer i 1982 uttalte administrerende direktør Knut Tovshus i Selmer at de mellomstore selskapene, det vil si Veidekke og Eeg-Henriksen, ville få problemer i konkurransen med de store fusjonerte selskapene. Han tok feil når det gjaldt Veidekke. Dette selskapet så og forsto hva som skjedde da Erik Sande satte i gang strukturerings-prosessen i bransjen. De tok tak i både eierskap og vekst, men på en helt annen måte enn de store selskapene. Forskjellen har sannsynligvis med oppfatning av risiko å gjøre. Fra en konkurrents ståsted var Veidekke forsiktig når det gjaldt konsentrasjon av risiko i anbudsprosessene, jevnfør Aker Entreprenør og bruene. Det betyr ikke at de avsto fra å ta på seg store prosjekter. En vesentlig usikkerhet i store anleggsprosjekter er byggherren. Det så ut som at Veidekke var selektive når det gjaldt valg av kunde. De hadde historisk også vært forsiktig med investering i eget utstyr, baserte driften på stor andel underentrepriser. De utvidet eierskapet i 1984 ved å invitere samarbeidende selskaper, privatpersoner og ansatte til å tegne seg for aksjer gjennom en rettet emisjon. I 1986 ble Veidekke notert på Oslo Børs.

Gjennom overtakelser, fusjoner og nyetableringer har over 60 selskaper kommet inn i Veidekke siden 1982. Veidekke har vokst fra nummer ni i størrelse på begynnelsen av 80-tallet, til å bli den største norskeide entreprenøren i dag. Ut til omgivelsene har det ikke kommet noe støy fra interne kulturkamper i denne perioden.

Oljen

I 1969 skjedde det som forandret Norge. Et middelstort amerikansk oljeselskap, Phillips Petroleum Company med hovedkontor i Oklahoma, fant olje på norsk sokkel. På tross av at norske geologer bestemt hevdet at det ikke finnes olje der, hadde Phillips siden 1965 boret. Det var nok en del kamper på selskapets styrerom om dette kapitalkrevende prosjektet, men entreprenørånden, som satte selv Sam Eyde i skyggen, seiret til slutt. Historien forteller at oljen ble funnet på siste hull i boreprogrammet.[7]

Siden har mange fagmiljøer bidratt til at oljen har blitt selve driveren av Norge. Byråkratene med sine jurister har gjort et imponerende arbeid med eierskap og rettigheter på sokkelen. Ingeniørene, økonomene og investorene har bygd opp en stor og lønnsom oljeindustri. Politikerne har utviklet verdens beste system til fordeling av velstand. Oljearbeideren siviliserte arbeidet.

Det er nesten ikke mulig å analysere seg fram til en konklusjon på hva oljen har betydd for Norge. Det er imidlertid grunn til å huske at Stortinget vedtok Folketrygden i 1967. Dette var også et prosjekt med

7 Red.:Boreprogrammet ble gjennomført i samsvar med lisens. Flere brønner ga indikasjon på hydrocarboner, men ikke drivverdige. Phillips med hovedkvarter i Bartlesville mistet tålmodighet og håp. Geologer på kontoret i Oslo ble sendt hjem mens boring av de siste to hull pågikk. Lille juleaften1969 var siste brønn ferdig og funnet bekreftet.

entreprenørånd. Den negative risikoen var til stede. Uten en bærekraftig finansiering ville reformen kunne ha gjort mer skade enn gagn, jevnfør med dagens krise i Europa.

Entreprenørbransjen var tidlig på oljeballen gjennom NC. Den mer tradisjonelle delen av bransjen, med utviklet teknologi fra vasskraftutbygging og havnebygging, fulgte tett på med utførelse av landanlegg på Mongstad, Rafnes og Kårstø. Entreprenørbransjen møtte kunder med andre premisser for gjennomføring av prosjekter, enn de som norske entreprenører hadde møtt tidligere. Oljeprosjektene innebar enorme investeringer som forlangte stor avkastning. Tiden for leveranser var fastlagt. Uforutsett driftsstans ville medføre store tap. Konsekvensen av dette ble at tid og kvalitet var de viktigste premisser for gjennomføringen på bekostning av pris.

Dette hadde konsekvenser for hvordan anleggsentreprenørene måtte organiserte både selskap og prosjekter. Strengere krav til å overholde tid og kvalitet krevde langt større konsentrasjon om, og mere ressurser på forberedelser. Prosjektindustrien ble mere lik prosessindustrien. Kunden hadde et kontrollapparat som i større grad fulgte prosessene og ikke sluttproduktet som tidligere. Vi måtte lære oss å dokumentere, muntligheten ble redusert. Det var mange i bransjen som tok i bruk ord som «byråkrati» i odiøs betydning.

I ettertid innser de fleste av oss at de nye kravene var nyttige, nødvendige og effektive. Få endringer har påvirket norsk entreprenørbransje i samme grad. Formelle krav førte til flere og bedre kognitive prosesser, som igjen førte til mer formaliserte mønstre, eller strukturer både i prosjekt og selskap. Dette økte produktiviteten og hevet kvaliteten.

Sist men ikke minst revolusjonerte oljevirksomheten sikkerheten for mennesker og materiell. NFF hadde allerede fra starten i 1963 interessert seg for arbeidsmiljøet i tunneler. Dødsraten i bransjen lå i 1960-årene i snitt på ca. 40 mennesker per år, uten at noen reagerte særlig sterkt på det. I årene fra 1971 – 1977 var dødsraten halvert til 20. Aleksander Kielland–ulykken på Ekofiskfeltet i Nordsjøen i mars 1980 endret statens holdning når det gjaldt sikkerhet i oljebransjen. 123 mennesker omkom, Strengere oppfølgingen av den nye arbeidsmiljøloven fra 1977, skjerpede forskrifter og vektlegging av sikkerhet ved tildeling av konsesjoner samt fagforeningene satte fart i oljeselskapenes utvikling av sikkerhetsarbeidet. Resultatet av denne utviklingen ble presentert av Harald Ynnesdal på Fjellsprengningskonferansen i 1991. Anleggsentreprenørene møtte de gjennomarbeidede og utprøvde sikkerhetssystemene på Troll- prosjektet samme år. Det ble en kraftig kollisjon som ikke bare endret prosjektgjennomføringen, men også selskapene. Alle måtte lære å føle, tenke, ville og handle på en annen måte. Det var som om Ibsens «Knappestøperen» hadde slått til med støpeskjeen.

Sikkerhet som evalueringskriterium av anbud satte fart i utarbeidelse av dokumentasjon og implementering av sikkerhetssystemer i entreprenørbransjen. Vi lærte at vitenskapen hadde funnet ut at det var en statistisk sammenheng mellom antall dødsulykker, antall alvorlige ulykker, antall mindre alvorlige ulykker, antall småskader og antall nestenulykker. Derfor gir antall dødsulykker alene et uttrykk for sikkerhetsnivået.

På nittitallet var dødsraten i gjennomsnitt 13 mennesker per år. I det nye århundret er snittet 8, men raten er igjen økende. Antall ulykker er fortsatt alt for høye, og det skyldes nok at det fortsatt er mange med makt som er i mot null-kravet når det gjelder ulykker. Dette er trolig en rest av jeger- og fiskerkulturen som aksepterte som en sannhet at ikke alle kan komme heim levende og uskadd etter arbeid. De fleste selskapene rapporterer heller ikke skadehyppighet for hele kontraktspyramiden under seg, men kun for egenregivirksomheten. Bemanningsselska-

pene er ikke inkludert i statistikk fra Arbeidstilsynet. Dette gir ubrukbar statistikk som utrykker divergens med filosofien i sikkerhetsarbeidet – makten må ha en kompromissløs, autentisk adferd der skader ikke er akseptert. Arbeidstilsynet opererer med statistikk som viser antall dødsulykker per million arbeidet timeverk. Dette kan tolkes slik at vi kan tolerere flere dødsfall dersom arbeidsomfanget øker. Dette er, i fall det blir gjort, i strid med alle konfesjoner og konvensjoner. Shells prosjektdirektør på TROLL, Mike Steere som fikk Gullfeiselen i 1995, uttrykte det slik:

«Ingen ting har overrasket meg mer i et sivilisert samfunn som Norge, enn den vide aksepten for skader og ulykker»

Etter som entreprenørbransjen lærte seg å arbeide etter de nye premissene i oljeutbyggingen, kom fortjenesten. Den har i tillegg vært stabil. Volum arbeid har imidlertid variert. Vi oppdaget at det var stort sett de samme årsakene til lav sikkerhet og dårlig kvalitet som til økonomiske tap. Oljen er med stor sannsynlighet en av årsakene til at anleggsentreprenørene i dag står fram med brukbar egenkapital. Oljeformuen og bruken av denne har også økt etterspørselen i resten av samfunnet slik at omfanget av bygg og anlegg har blitt økende, mer stabil og med en positiv fortjeneste som ligger på topp i Europa.

Svensken

Hvordan har så svenskene praktisert beslutningen, «ikke rike individer, men rike konserner«, fra Saltsjøbaden i 1938? Det har de gjort gjennom å utvikle et eierskap som er åpent for både langsiktige og kortsiktige, små og store og strategisk industrielle og finansielle investorer. Dette eierskapet gir et solid vern for (fiendtlige) utenlandske investorer. Eierstrukturen er ganske lik i hele det private næringsliv, slik at Sverige har fått en eierskapskultur. De store og mellomstore selskapene er børsnotert på Stockholmsbørsen. Noen er også notert på utenlandske børser, eksempelvis Skanska som er notert på NASDAQ i New York. De store har to aksjeklasser, normalt A og B-aksjer. A-aksjene har et større votum enn B-aksjene, men begge eier samme andel av egenkapitalen og gir derfor likt utbytte. I Peab for eksempel, har A-aksjen 10 stemmer og B-aksjen en stemme. Skanska som omsatte for SEK 118 milliarder i 2011, har 90 000 eiere. 60 % av Skanskas produksjon ligger utenfor Norden, men bare 17 % av aksjene har utenlandske eiere. To eiere har sammen den reelle makten i Skanska. Industrivärden AB og Lundberg Gruppen eier til sammen 9,7 % av kapitalen, men har 24,9 % av røstene. I Industrivärden er Lundberggruppen største eier. I Lundberggruppen er Industrivärden største eier. I lang tid var utbytte som gikk mellom selskaper skattefri.

Finansmiljøene med tilhørende pensjonsfond og incitamentsfond eier aksjer. Handelsbanken, Handelsbankens pensjonsfond og Handelsbankens Oktogonet som er et fond eid av de ansatte, og som får en andel av profitten i banken, er store eiere i Industrivärden og Lundberg Gruppen. På denne måten har A-aksjen blitt en aksje for den langsiktige industribyggeren og B-aksjen for privatpersonen og den mere kortsiktige finansielle investoren. Effekten er også at den som har makten ikke sitter på hele formuen. Det hele gir preg av en familie uten genetikk i bunnen. Familien er sikkert ikke snille med hverandre internt, men kommer det en fremmed, holder de sammen. Slikt har det blitt verdiskapning av. I NCC og Peab er det familier med genetiske og sosiale bånd som er majoritetseiere. Familieselskapet Nordstjernan har 65 % av stemmene i NCC og 23 % av aksjekapitalen. Nordstjernan største eiere er Axel og Margaret Ax:ons stiftelse. Stiftelsens formål er å støtte samfunns- og humanistvitenskap. For øvrig er stiftelser en vel brukt eierform i hele det svenske næringsliv. Eierne av A-aksjene, de langsiktige og industrielle eierne, kjente hverandre godt. De sørget for kompetente styremedlemmer som hadde tid, og som ble drillet inn i et mønster slik at en svensk styrekultur ble utviklet. Styrene var opptatt av å utvikle

administrasjoner som var selvstendige. Administrerende direktør fikk full frihet dersom han innfridde kravene. Dersom de over tid uteble, var styrene handlekraftig og gjorde de nødvendige endringer. Det er denne kombinasjonen av aktivt eierskap og dynamisk ledelse sammen med den meget kompetente og nøysomme arbeidskraften fra de svenske bygdene som skapte det svenske industrieventyret og grunnlaget for velferdsstaten. Den svenske eiermodellen fordeler og anonymiserer verdiene som skapes. Den har likevel produsert rike individer, men de har ikke hatt en turbo-adferd som har synliggjort store forskjeller i samfunnet – *att vara men inte synas.* Det har imidlertid vært akseptert og sett på som nyttig at samfunnet har hatt en elite både innenfor politikk, næringsliv og kultur. I Norge har det vært gjort forsøk på å kopiere den svenske industrimodellen. Orkla med Jens P. Heyerdahl har vel vært nærmest, men eierskapet fikk han ikke til.

I Norge har svenske entreprenører etter andre verdenskrig gjort forskjellig typer fremstøt. Eierskapet i Entreprenørservice er et av de eldste. En viktig faktor i dette eierskapet var utveksling av teknologi. For øvrig har de prøvd seg alene i anbudskonkurranser med norske entreprenører, i arbeidsfellesskap med norske entreprenører og med egne norske aksjeselskap. Dette har vel ikke vært noen suksess bortsett fra arbeidsfellesskapene. Ett eksempel er Platzer-eventyret nordpå som endte i konkurs. Platzer Bygg AB kjøpte, inspirert av mulighetene i «Olje-Nårje», Polarbygg AS på Sortland. Satsingen på kaibygging endte i fordervelsen. Det var nok her Leif Andersson, som ble ansvarlig leder, lærte seg forskjellen på å være entreprenør og det å være byggare. NCC bygde Mjøsbrua og fikk seg en dyr leksjon fra vegvesenet i Norge. Skanska har prøvd seg på oppkjøp av små selskaper både i sør og nord samt nyetableringer, uten suksess, Det finnes mange eksempler på svenskens forsøk på etablering i Norge som var mislykket. Eksempler på suksessrike svenske ledere i Norge er også vanskelig å finne.

Gjennom oppkjøp eier de svenske storentreprenørene nå tre av de ni største norske entreprenørselskapene, pluss en rekke andre. Med et lite forbehold for Peab har dette vært en suksess for både eiere og selskap. Svenskene har tilført et stabilt eierskap i et tomrom der nordmenn hadde mislykkes med familieeierskapet og forsøk på andre typer eierskap. Det svenske eierskapet har bidratt til å lære oss at lønnsomhet, egenkapital og eierskap faktisk er relevante faktorer i det private næringsliv – vi skjønner nå kanskje nå litt mer av balansen.

Lille land – hva nå?

Entreprenørbransjens 100-årige historie er preget av optimisme, hard konkurranse, kamp mot monopolene, endeløst slit i en utfordrende natur og om lag 25 konkurser i uken. Dette har gitt oss veldrevne selskaper med en av Europas høyeste resultatmarginer og tilstrekkelige egenkapital. De to største norskeide, børsnoterte entreprenørselskapene gir en direkteavkastning, det vil si det «ufyslige» utbyttet, på mellom 5-10 % av prisen på aksjen hvert år. Veidekke hadde i 2001 en børsverdi på i størrelsesorden NOK 1,2 milliarder, og har i dag en børsverdi på over NOK 6 milliarder. Avkastningen på den til enhver tids børsverdi er fra 1986 til i dag i gjennomsnitt 15 %. I løpet av de fem siste årene har AF Gruppen hatt en avkastning på i alt 175 %. Det er ikke mange investorer som har oppdaget disse mulighetene. De store selskapene har ekspandert inn i og tatt markedsandeler fra den øvrige industrien. Den stygge andungen i norsk næringsliv blir hele tiden «dobbelt så stor» og begynner å bli sjarmerende og synlig. Kan en reise gjennom bransjens historie gi oss dannelse i form av ny kunnskap, innsikt og evne til kritisk refleksjon, som igjen fører til nyskapning og økt bærekraft?

Vasskraften og oljen har gitt oss fordeler som alle ser slår ut i god økonomi for stat og individ. Det er usikkerhet når det gjelder oljeprisen, men denne usikkerheten er mindre enn i stort sett andre sektorer. Velferdsstaten ekspanderer stadig inn på individets

ansvarsområder som igjen gir mere oppdrag. Landet mangler boliger og infrastruktur. Norges andel av kontinentalsokkelen gir oss muligheter som bare vår egen fantasi setter begrensninger for. Alt dette tilsier med stor sannsynlighet et kraftig voksende marked for entreprenørbransjen. Det er god grunn til å anta at flere selskaper fra kontinentet ser dette eller allerede har sett det, noen er på full fart inn. De vil med stor sannsynlighet oppdage, slik som svenskene, at bygg og anlegg fortsatt er lokal business. De blir avhengig av lokale leverandører, må lære å forstå hva lover og forskrifter, kultur og natur i Norge betyr. Dette tar tid.

Den enkleste, billigste og mest lønnsomme måten å etablere seg i Norge på er å gjøre som svenskene gjorde, kjøpe etablerte norske selskaper. Kapitalismen kjenner som kjent ingen grenser, men vi kan sette grenser for den. Det er ikke likegyldig for det norske samfunn om eierskapet og ledelsen i selskapene sitter i Norge eller i Frankfurt. Dette handler også om hvordan vi som individ skal dannes og vår kultur endres. Som Ferguson beskriver i Civilization, er et samfunns fremgang avhengig av bestemte institusjoner knyttet til konkurransen, forskningen, eiendomsretten, medisinen, forbrukersamfunnet og hvordan disse utvikler seg. Uten at vi har eierskap og ledelsen i en del av de store selskaper, vil vi ikke kunne utvikle dette samfunnet slik som vi vil.

En sammenligning av eierskapet i de to største norske børsnoterte entreprenørselskapene med den svenske modellen kan gi oss innsikt i muligheten og sannsynligheten for at disse kan bli solgt til utlandet. Først, vi må regne med alt kan bli solgt dersom prisen er høy nok. Imidlertid, den langsiktige industribyggeren som vil bygge rike konserner og velferdsstaten, vil ha helt andre premisser for salg enn enkeltindividet med døden som horisont og privat forbruk som ambisjon. Rene finansielle investorer må en regne med selger dersom de får en tilstrekkelig premium, dvs. et tillegg til markedets prising, uansett kjøper. En spesiell gruppe er eiere med privat equity-filosofi. Etter kjøp av aksjemajoriteten i et selskap og privatisering, gjerne sammen med ledelsen og med bankens penger, søker de muligheten for rask profitt gjennom salg eller børsnotering.

Den største eieren i Veidekke og AF Gruppen er OBOS som er et frittstående boligbyggelag med 300 000 medlemmer. OBOS er et samvirkeforetak der medlemmene ikke eier egenkapitalen. I tillegg til kjernevirksomheten som er boligbygging og boligforvaltning, driver OBOS en meget lønnsom virksomhet på mange områder som grenser til boligbygging og boligforvaltning, og de samarbeider med mange selskaper og institusjoner innenfor disse områdene. Sjefen i OBOS, Martin Mæland oppdaget i 1995 entreprenørbransjen som investeringsobjekt. OBOS har fått god og fortjent lønn for dette. Krysseierskap i entreprenørselskaper som i den svenske modellen, er med stor sannsynlighet utenkelig. OBOS er imidlertid det nærmeste og eneste vi kommer en «A-aksjonær» etter svenske begreper. OBOS eier knapt 30 % av Veidekke og AF Gruppen som har henholdsvis ca 7500 og 1300 eiere. Dette gir langt mindre innflytelse når det gjelder stemmer på generalforsamlingen enn de to største eierne i Skanska som har samme eierandel, men der er antall eiere 90 000.
De ansatte har en stor eierandel både i Veidekke og AF Gruppen. Dette har sikkert vært en vesentlig årsak til gode resultatene hittil. Sett i historiens perspektiv er det imidlertid ingen grunn til å anta at dette er et vesentlig vern mot utenlandsk oppkjøp. Det vil være forskjellige oppfatninger om utenlandsk oppkjøp er hensiktsmessig eller ikke. Det finnes imidlertid ikke barrierer for dette slik som i Sverige. Det har heller ikke vært noen særlig debatt om dette verken i bransjeforeninger eller i pressen. Pressen har selv ikke rettet søkelyset mot dette temaet, eller sin egen unnfallenhet mot å ta det opp gjennom kritisk journalistikk. Vi har en fagpresse i Norge som gir oss meget god informasjon og som motiverer gjennom at det blir skrevet om oss og meg, men

hvor var de da Erik Sande, Ivar T. Henriksen, Robert Hermansen og Odin Kringlen drev på som verst?

Korrektivet er smertefullt, men nødvendig. På bakgrunn av det som er skrevet foran, er det en påstand at dersom vi hadde hatt reflekterende og modige instanser eller individ som hadde sett på entreprenørbransjen i perspektiv i årene fra 1960 til 1990, og de hadde ytret seg, hadde det sett enda bedre ut. Fremfor alt hadde det flytt mindre blod. Imidlertid, det er ikke for sent å bruke historien som tema for dannelse. Ravlo er nemlig ikke fornøyd, og vi kommer til å stå overfor valg der de respektive utfall fortsatt er vidt forskjellige.

Politiker og ingeniør – samspill om fremtiden?

Elisabeth Schjølberg

Samspillet – alltid en del av hverdagen

Ingeniører og det politiske regimet vil alltid samspille. Sånn er det, sånn har det vært og sånn kommer det til å bli. Spillereglene endrer seg som samfunnet for øvrig. Maktbalansen også – hva nå det måtte innebære – ta beslutninger eller skape og realisere endringer gjennom konkrete tiltak. Kanskje det hele kan beskrives som en pardans? Denne artikkelen berører samspillet. Forfatteren med bakgrunn både fra offentlig forvaltning og privat virksomhet reflekterer. Resultatet er 5 refleksjoner om ingeniører innen anleggsnæringen og politikere og samspillet dem imellom, basert på samtaler, egne erfaringer og andres studier.

Den våkne leser vil registrere at det dels skrives "vei" dels "veg", slik skal det være, begrepene brukes på en bevisst måte.

Er du en av dem som liker å se på pardans på is? Se dansen bølge frem og tilbake, se paret skifte om å være i sentrum for rotasjonen. Trekke pusten når det foretas et halsbrekkende C-moment, som enten går fint eller ender med knall og fall? Etter å ha hatt samtaler med personer som har viet viktige deler av sitt liv som samfunnsbyggere i grensesnittet mellom rollene ingeniør og politiker, er bevegelse og dans et bilde som har festet seg. En dans som ikke alltid er vakker, men der talent og mye trening er sentrale for gjennomføringen – akkurat som i en vanlig dans. Og der mot til å prøve noe nytt kan være avgjørende i konkurransen, sammen med evne og vilje til å tåle motgang.

Hvilken dans som til enhver er mote, hva som oppfattes som vakker dans – det endrer seg både med tiden og med enkeltpersoner. På diskotek kan endog partneren være på den andre siden av rommet, knapt synlig for andre. På samme måte betyr det at mange ingeniører ikke møter politikere direkte, slett ikke at de ikke deltar i samme dans eller at de ikke influerer på hverandre. Forskjellen er kanskje at når man danser på diskotek – så vet man at man danser. Jeg har en mistanke om at ikke alle ingeniører er helt klar over hvilken dans de til enhver tid deltar i. Det behøver ikke være en selskapsdans.

Elisabeth Schjølberg

Selv om politikkens vesen har endret seg, har samspillet vært der. Når eksempelvis "Sølvveien", landets første kjøreveg mellom Kongsberg og Drammen ble påbegynt i 1624 for å lette transporten til og fra gruvene på Kongsberg, så var det neppe lange politiske prosesser som lå til grunn for vedtaket om bygging. Kan hende ingeniøren ble håndplukket av kongen selv, for å anlegge traseen. For kongen var ingeniøren en helt nødvendig partner for at sølvdrømmer kunne realiseres. Det kan neppe tilbakevises at anleggsvirksomhet og politikk har hengt sammen så lenge teknologi har vært tilgjengelig og samfunnet har hatt en formell organisering – rett og slett fordi produktet har skapt muligheter for den eller de som har bestemt i samfunnet.

Hvem bestemmer i dag – hvor etableres spillereglene? Det er ikke godt å si – og det er slett ikke entydig. Er det politikerne, ingeniørene – eller noen helt andre? Rune Slagstad har i et foredrag ved Stortingets seminarrekke om nasjon og folkestyre, gitt eksempler på at byråkrater og konsulenter vel så mye som politikere har vært de som har fremmet forslagene og som egentlig har tatt beslutningene.[i] Eksemplene han viser til er riktignok fra helse og kultur, men som vi skal se i eksempler også i denne artikkelen, så er det ikke usannsynlig at prosjektideene innen anleggsrelaterte prosjekter som samferdsel og olje og gass ikke bare kommer fra politisk hold.

Jeg vil påstå at det er ingeniøren som i realiteten og i størst grad setter dagsorden i Norge i dag – uten at noen vedtak fattes verken for eller mot. Det viser den kontinuerlige pågående teknologiske revolusjon. I dag er det IT-teknologien det gjelder, men andre teknologier har åpnet for nye muligheter før og vil sannsynligvis gjøre det i fremtiden også. Politikerne kan hemme en utvikling, men det er tvilsomt om de kan stoppe den teknologiske utviklingen, men de påvirker vel spillereglene?

I et sånt terreng åpner det seg muligheter for den som tør å stikke seg frem, enten det er en politiker som ønsker å vise handlekraft eller en ingeniør som ser nye muligheter. Den som skjønner spillereglene vil ha en fordel. Den som vet hvordan spillereglene kan endres kan ha en enda større fordel. Det å kjenne spillereglene, hvem som former dem og hvordan disse påvirkes, kan gjøre det enklere for mange å utføre en god jobb. Hvor mange ingeniører har lyst til å bruke tid på slikt? 10 %? 20 %? Mange ingeniører vil garantert betakke seg for å delta på slike politiske arenaer.

”Ingeniørene er som andre yrkesgrupper som brenner for faget sitt. De vil gjerne vise frem faget sitt, og kan ha helbom når de gjerne vil presentere alle bakenforliggende beregninger. Jeg savner noen ganger evnen til å sortere det som er interessant for oss politikere som er mottakere av informasjonen”. Det er Knut Sundet som sier dette. Han er daglig leder av prosjektet ”Fosenveien” og har en lang politisk karriere å vise til. Danser ingeniørene sakte vals mens de burde ha danset tango? Lett å se at det blir kluss i pardansen da.

1. Likheter og ulikheter

Ingeniør og politiker – likere enn man tror?

Tilsynelatende er det stor forskjell på ingeniør og politiker, hva var dagens politikere uten media? “Ikke klag. Det er dette livet vi liker.” Utsagnet er Carl Bildts – som refset en finsk kollega som hadde gitt uttrykk for at det var mye med 4 taler og 10 intervjuer på en dag. Berit Brendskag Lied, Regionvegsjef i Midt-Norge utdyper dette slik: ”Politikkens vesen er synlighet. Politikeren er helt avhengig av å kunne peke på og si at dette fikk jeg til. Det gir spenning, kanskje en hat/elsk situasjon mellom rollene når ingeniørens tilnærming er skikkelighet. Noe enkelte politikere oppfatter som et forsøk på å kjøre Rolls Royce når dette ikke er nødvendig».

Kan hende Lillebjørn Nilsen fanget sider av denne spenningen i sitt bidrag til rallarvisene:

”Og snart skal vegen opnast med mange store ord.
Så får vi sjå ein kakse som kan klippe av ei snor.
Og narren står og smiler – vi har sett det så ofte før –
Og held sin takketale for den store kontraktør.
Så ropar dei alle høgt: hurra!...
Og får biletet sitt i bla’....
Men du finn nok ikkje oss
blant alle dei fine folk i floss’.....
- Sudelida sudelidei!..”

Grunntonen i denne sangen indikerer ikke gjensidig respekt og tillit mellom ulike roller i anleggsbransjen! Slett ingen forståelse for at bak de store anleggene kan det ligge mange års politisk arbeid – og i mange tilfeller helt nødvendige politiske beslutnin-

ger om rammer og finansiering. En jobb som handlingsorienterte anleggsfolk sannsynligvis ikke ville trives så veldig godt med.

Denne tilsynelatende ulikheten skjuler et markert likhetstrekk: Man ønsker å få til noe, være der det skjer, og for mange: å være med å sette spor etter seg? Hverdagen kan fortone seg helt forskjellig, men mange sier akkurat det samme når de blir spurt om hvorfor de er akkurat der de er og ikke et helt annet sted: «Jeg liker å være der det skjer!»

Den store forskjellen er kanskje disponibel tid. Politikeren kan ha dårlig tid – på fire år bør han eller hun ha overbevist "noen" om at det er satt igjen noen spor. Da gjelder det både å ha fått til noe, vist handlekraft – og om å fortelle det til omverden. Realisering av store anleggsprosjekter handler sjelden om hva man får til på fire år – det handler om planlegging over tid, utvikling av teknologi og metoder – masse usynlig arbeid som noen får sjansen til å forvandle til noe som er konkret. Vegåpninger gir derfor en kjærkommen mulighet for synlighet.

Uansett: Arbeidet og resultatene skaper ofte begeistring! Den som har deltatt på folkefester ved ulike vegåpninger har opplevd slik begeistring. Den som har fått være i nærheten av et tunnelanlegg når et vellykket gjennomslag er fullført vet også det. For ikke å snakke om tilfredsheten og stoltheten når en virkelig utfordring er løst. Om det er jubel fra fornøyde trafikanter eller tilfredsheten ved et vel gjennomført stykke arbeid som er drivkraften og motoren i "pardansen" er garantert en individuell sak – for noen er kanskje selve pardansen i seg selv en glede – det å få til noe sammen. Anleggsprosjekt er synlige, en arena der både ingeniør og politiker har muligheten for å vise seg fram. Det fine med mange av disse prosjektene er at de er så synlige når de er ferdige – og det er lett å føle stolthet over vel utført arbeid. Mitt inntrykk er at både politikere og ingeniører har en felles og ekte glede over ferdige prosjekter.

Jeg vil trekke frem et siste likhetselement. Både i politikken og i den utvidete anleggsbransjen så betyr enkeltpersoner en stor forskjell! Noen har rett og slett flere visjoner og ideer enn andre! Det fremkommer eksempelvis i samtaler med vegfolk at enkeltpersoner nærmest er myteomspunnet pga sin evne til å bidra til nye løsninger. Arild Eggen, Statens vegvesen Hordaland ble nevnt av flere som ideskaperen både til bompengeringer, undersjøiske tunneler og bytunneler flere steder i landet. Tilsvarende nevnes Jørn Reisborgs måte å tenke bruarkitektur på. Den har gitt svært synlige resultater flere steder i Hedmark i form av ulike trebruer. I tillegg vil alle som i fremtiden reiser E6 i retning nordover til Hamar se resultater i form av spektakulære bruer som ingen kan være likegyldige til.

Og i politikken? Vi kommer ikke utenom Kjell Opseth som sørget for beslutninger med konsekvenser for de fleste i Norge.

I jubileumsbokens mange artikler er en rekke enkeltpersoner trukket frem, som alle har bidratt til nye løsninger. Det er nettopp disse personenes evner og viljer som bidrar til at drømmer kan realiseres – på en mer konkret måte for mange flere enn det Lotto kan.

2. Elementene som skaper de gode prosjektene

Samspillet mellom politikere og ingeniører handler ofte om prosjekter. Det er for enkelt å si at et godt prosjekt er det prosjektet som leveres til riktig tid, riktig pris og riktig kvalitet.

Er det noen felles kriterier som vil være gyldige hos alle parter – og til og med holder seg over tid som kjennetegner de gode prosjektene? Det er ikke et enkelt spørsmål! Det som var gode resultater for sin tid, vil ikke være godt nok i neste tid – men kan plutselig dukke opp igjen med antikvariske verdier. Vegtunneler er et godt eksempel. De første vegtunnelene var trange og mørke, men innebar helt nye

muligheter for mange. En historie forteller om trafikanter som ønsket seg lys i tunellen – så var det lettere å se nedfalt stein. Kanskje en vandrehistorie, men den forteller uansett om en tid som er forbi. I 2012 arbeides det med ny tunnelstrategi i Statens vegvesen – med nye tekniske krav knyttet til sikkerhet og levetid og til frustrasjon for mang en anleggsingeniør som har vært stolt av et tunnelkonsept som har vært så billig at det har vært mulig å bygge tunneler også til de få. Finnes det likevel noen kjennetegn ved gode prosjekt?

Politisk håndverk – timing og samspill

Møtes ikke pardanserne når de skal, blir det ikke – pardans. Så også med prosjektene. Det er ikke nok å ha et godt prosjekt, man må ha riktig prosjekt i betydning riktig prosjekt til riktig tid. Ett eksempel på prosjekt som kanskje ble besluttet på feil tid, var Ringeriksbanen som ble hestehandlet frem politisk i 1992 – en hastesak. I 2012 er Ringeriksbanen definert som prosjekt, med oppstart i 2015 og sluttføring i 2025. Mye skjer i 2012 – og det er spennende om fremdriften på denne hastesaken nå faktisk går som forutsatt. Romeriksporten kan være et eksempel på det motsatte. Det var nødvendig for Norge at den nye hovedflyplassen ble en suksess, uansett lokalisering. Det var et sterkt politisk ønske at mye av trafikken til flyplassen skulle håndteres med offentlig kommunikasjon. At norske ingeniører hadde erfaring med tunnelbygging var det ikke tvil om, en togtunnel ble et naturlig prosjekt for å realisere kollektivtilbudet til Gardermoen – og i hurtigtogsfart ble Gardermobanen en realitet.

Det er når samspillet er på sitt beste at man evner å flytte grenser – på en måte som gagner samfunnet som helhet. Vardøs fastlandsforbindelse[ii] er et eksempel på prosjekter som får betydning utover sitt nærmiljø. Tunnelene under Tromsøsundet som ble åpnet for trafikk i 1994 handlet om timing – og samspill, forteller Torbjørn Naimak, regionvegsjef i Nord. «Alle løsningene som var en forutsetning for den valgte løsningen var i prinsippet testet ut» fortsetter Naimak; «vegtetaten hadde erfaring med tunneler i byprosjekter i Bergen. Erfaringer var etablert ved bygging av Vardø-tunnelen og ordningen med brukerfinansiering hadde etablert seg som et reelt finansieringsalternativ. Løsningen med avgift på bensinsalg var ikke utprøvd riktignok, men et reelt alternativ akkurat i Tromsø». Arild Eggen[iii] hadde tenkt kreativt – og mye systematisk utviklingsarbeid hadde kommet akkurat lang nok!

«I Tromsø fikk man til en god prosess - et tett samspill der ingeniørene fant løsningene og politikerne tok disse i bruk" utdyper Naimak. Forutsetningen for dette igjen var ifølge Naimak 80-tallets kostnadsutvikling på bergsprengning. Fra priser på 30-60 kr/m^3 utsprengt masse sank prisen ned til 10-15 kr/m^3, noe som åpnet for helt nye løsninger i vegbyggingen. Trafikkutfordringene hadde man hatt i mange år, plutselig falt alle brikker på plass.

Uten politisk vilje til å selge for befolkningen en løsning med en ekstra avgift på bensinen i Tromsø, ville det sikkert likevel tatt mange år og mange køer før Tromsøprosjektet ble realisert.

Mange år tok det imidlertid for E-6 gjennom Gudbrandsdalen. Planene som i 2012 realiseres i Gudbrandsdalen har vært tilstede siden 70-tallet, men ble stoppet da 70-tallets vegbyggebonanza stoppet opp. Kanskje riktig prosjekt men ikke tilstrekkelig timet. Stein Fyksen, tidligere vegsjef i Akershus gjennom mange år og Prosjektsjef i Statens vegvesen region øst trekker frem nettopp dette prosjektet og påpeker at det forløsende i store vegprosjekter ofte er ingeniørene som skjønner når den politiske viljen er der og evner å bidra til å skape allianser som er nødvendig for å sikre tilstrekkelig finansiering. «E6 til Hamar er også et slikt eksempel» fortsetter Stein Fyksen, «der trafikksikkerhetsproblemene lenge var åpenlyse, mens det likevel i mange år var vanskelig å få prosjektet opp på prioritert plass i Nasjonal

Transportplan NTP før tidligere utbyggingssjef Jørn Reinsborg i Hedmark så at tiden var der». Det å skjønne når "riktig tid" er der, krever åpenbart en politisk nese som ikke er alle ingeniører – og sannsynligvis ikke alle politikere forunt.

Om å ha trua – og pågangsmotet

Det er i dag lagt inn mange mekanismer som skal sikre at bare de riktige prosjektene bygges. Dette gjelder spesielt statlige vegprosjekter, som skal gjennom omfattende kommunal og fylkeskommunal behandling i tillegg til flere trinn med ulik kvalitetssikring. Dilemmaet er å vite hvilke prosjekter som er de riktige også om 50 år. Fire små eksempler belyser noen sider knyttet til tvil og tro.

Kompensasjonsvegen til Trysil, ville garantert ikke fått stemplet «god samfunnsøkonomisk nytte», dersom dagens kriterier ble lagt til grunn for beslutningen. Denne vegen har vært en viktig forutsetning for den utviklingen som Trysil har hatt som turiststed – og dermed også for opprettholdelse av næring i området.

4-felts motorveg gjennom Bakklandet i Trondheim som sto på dagsorden på 70-tallet ville muligens hatt god samfunnsmessig nytte – og helt i tråd med datidens tenking, men beslutningene kom ikke når tiden var der – til stor glede for alle dem som i dag har muligheten for å bo idyllisk midt i Trondheim sentrum.

"Nøkkelen til mange prosjekter", sier Knut Sundet, etter 7 år i «Fosenveien» og tidligere engasjement for å realisere Stokkøybrua, "er å etablere en enighet og ha et tydelig, felles mål. Utfordringen er å stå på enigheten, også når prosessene tar lang tid". Stokkøybrua oppsto som drøm alt i 1904, et kostbart prosjekt til få innbyggere, som har resultert i oppblomstring og tilflytting. Denne praktiske erfaringen samt en studietur til Møre og Romsdal har bidratt til at «Fosenveien» har hatt en helt annen fremdrift siden oppstarten i 2005.

En liten notis i Våre veger i august 2012 nevner Kvivsvegen som snart er ferdig realisert. Den er et bilde på standhaftighet og pågangsmot som trulig forteller like mye om Sunnmøringene som møbelfabrikkene. Drømmen har levet siden 1884 – og endelig var tiden der – en helt ny arbeidsmarkedsregion er etablert.

I Møre og Romsdal har man hatt både evnen til å skape allianser, til å holde fokus og vilje til å være med på å betale. Kvivsvegen mellom Sunnmøre og Sogn og Fjordane er et slikt prosjekt, der lokale politikere i begge fylker arbeidet hardt, med stort pågangsmot og optimisme i mange år for å få prosjektet opp i prioriteringene i NTP. Vegmyndighetene på sin side hevdet at prosjektet ikke hadde tilfredsstillende samfunnsnytte eller tilstrekkelig trafikkgrunnlag for å kunne finansiere vegen med bompenger.

Mens man ventet på Kviven realiserte man like godt Eiksundsambandet med verdens dypeste undersjøiske tunnel. Ingrediensene? Regional politisk enighet over lang tid, samspill på tvers av fylkesgrensene, ledere som ikke tok nei for et nei og - ingeniører som beskrev mulighetene. Fremtiden vil snart vise om det var et "riktig" prosjekt.

For både prosjekter som er realisert – og som er blitt stoppet – har vilje til å stå på og ha «trua» vært helt sentralt – og vil helt sikkert være det også i fremtiden.

Gjennomføringen – to streker under svaret?

Alle ønsker seg gode prosjekter og gode prosjekter skal selvfølgelig også gjennomføres godt. Prosjektstyringskompetente kan si at et godt prosjekt er det som leveres med rett kvalitet til rett tid og rett pris. Politikere forventer at ingeniøren har hatt fokus på rett kvalitet – og at prosjektet så leveres til rett tid og rett pris. Når man dukker ned i realitetene, så vil man erfare at enighet om de tre hovedmomentene i praksis betyr en sammenlikning mellom epler og bananer. Er kvaliteten på et veganlegg knyttet til funksjonen som transportåre, til det visuelle uttrykket, til levetid eller til noe helt annet?

En mer omforent oppfatning av hva man mener når man setter opp mål og visjoner for prosjekter i seg selv ville ha sørget for raskere gjennomføring av prosjekter, slik det etterspørres i dag. Fordrer dette en reell endring både i politiker- og prosjektlederrollene? Kan eksempelvis en lengre valgperiode gi politikerne mer ro til virkelig å sette seg inn i det reelle innholdet i det de skal beslutte? I skrivende stund er Gjørvkommisjonens rapport rundt 22. juli lagt frem. Bildet som tegnes er at det er mange som har gjort feil, men kan det være at den største feilen er knyttet til manglende forståelse av konsekvens av vedtak – en forståelse som først og fremst kan bygges gjennom erfaring? Kan dette ha noen relevans for anleggsbransjen? Ingeniørene er der «ute» og samler praktisk erfaring. Evner vi å formidle den på en måte som beveger?

Alltid kompetanse

«Det hadde ikke nyttet å være fersk i en sånn jobb» sier Svein Soknes, prosjektleder for en rekke utbyggingspakker i Midt-Norge. Erfaringen han har bygget gjennom snart 25 år i Statens vegvesen som byggeleder og prosjektleder omfatter også forskningserfaring og arbeid ute på kraftanlegg. Den faglige bakgrunnen kommer godt med når han skal snakke med entreprenører og innleide – når viktige avveininger er nødvendig og beslutninger skal fattes. Dette, sammen med kunnskap om kontrakter, kontraktsjus, konkurranseregler, prosjekteringsregler, arbeidsmiljølov, ledelse og kommunikasjon er god ballast å ha når interessen om veibygging er så stor som den er i Midt-Norge. «Det er kjempeartig at folk er interessert» påpeker Soknes, som forteller at fylkespolitikerne er tett på, med engasjement og synspunkter. Trygghet i rollen som kompetanse og erfaring bringer, er god å ha når samspillet fra tid til annen likner mer på slåssing enn pardans.

Uansett: Vi har snakket om timing, vi har snakket om visjonene – og gjennomføringen. Har både politiker og ingeniør tillit til hverandres kompetanse, samme målbildet – samme oppfatning av hvordan visjonen kan realiseres – og innenfor hvilke rammer, vil i alle fall partene mest sannsynlig framsnakke hverandre.

3. I alt du gjør, gjør fullt og helt….

Fra gammelt av var den normale regelen at det var brukerne selv – dvs bøndene, som både bygget og vedlikeholdt vegene, når ikke kongen blandet seg inn. Det ga et naturlig og direkte eierskap til vegstandard, kvalitet og lang levetid. Nå forvaltes dette på annet vis.

Er det gleden over den teknologiske utviklingen og de synlige resultatene av nyanlegg som er årsaken til at drift og vedlikeholdet av infrastrukturen i Norge har vært neglisjert i så mange år, eller kan hende det er kompleksiteten av veganleggene som gjør det vanskelig å få øye på sammenhengene? Det er et paradoks at i et land som Norge, der vedlikehold av egne boliger fremstår som viktig og nødvendig for de aller fleste, så har veg, bane, VA-anlegg, telefonisystemer og elektrisitets¬tilførsel og annen infrastruktur forfalt. [iv] Det er tankevekkende at det som oppfattes som fornuftig for privatøkonomien, ikke oppfattes som like fornuftig når det er fellesskapets midler som skal forvaltes. Ikke alle tenker over at godt vedlikehold av eksisterende infrastruktur til alle tider har vært en kulturindikator. Samfunn på hell neglisjerer vedlikehold.

Både ingeniører og politikere har ansvar for denne utviklingen – ingeniørene ved at de enten ikke har klart å kommunisere viktigheten av vedlikehold eller ikke har hatt tilstrekkelig integritet til å si ifra, for det er vel ikke sånn at vi ikke syns det er viktig? Politikerne ved at de ikke har brukt større tid på å prøve å forstå – og faktisk skjønne det helt av seg selv, ha egne visjoner. Fokus på drift og vedlikehold omtales som kjerringpolitikk av enkelte politikere og når samferdselsetatene i februar 2012 la frem sitt forslag til Nasjonal transportplan for 2014 – 2023 med betydelig økt fokus på nettopp drift og vedlikehold, så ble denne noen steder omtalt som usexy.

Resultatene har vist seg, spesielt tydelig i banesektoren – og "Vedlikeholdsslot'en" har blitt en nødvendig realitet. Det er interessant å se om fokuset opprettholdes når de verste forsinkelsene på jernbanenettet rundt Oslo er rettet opp, eller om det ble med denne ene muligheten. Bedrifter satser på vedlikehold av sitt utstyr fordi det bedrer lønnsomheten. 24-timers åpningstid på veg og bane er på samme måte sentralt for bedrifters lønnsomhet og nasjonens konkurranseevne. Det eneste som med rimelig grad kan sikre en slik åpningstid, er jevnt vedlikehold og en beredskap. Statsbudsjettet er verktøyet. Når regionvegsjef Kjell Inge Davik uttaler at drift og vedlikehold er det komplette vegfaget[v], gir han et viktig signal som kanskje kan være ett bidrag til å endre holdninger i anleggsbransjen?

Det må ikke være sånn. I samtale med Stein Fyksen, minnes han at hans forgjenger som vegsjef i Akershus, Bent Skari, hadde fokus på at før det skulle bygges nytt, skulle det gamle vedlikeholdes, og fikk en god andel av bevilgningene til drift og vedlikehold av fylkesvegnettet i Akershus. Dette fungerte helt til behovet for nybygging tok mye av fokuset. Transportetatene har imidlertid sagt i fra våren 2012 i utkast til Ny Nasjonal Transportplan (NTP). Våren 2013 får vi vite politikernes respons.

4. Hva med fremtiden?

Det er så mange tegn – men hvem av dem innebærer endringer som har praktisk betydning for oss i det daglige? De gamle jærtegnene fungerer rett og slett ikke lenger. Den som er god til å lese det nye endringskartet, kan ha mulighet for å påvirke fremtiden – kanskje. I alle fall en mulighet for å møte endringene på en offensiv måte, og kanskje alt nå begynne å trene. Det kan jo være at alle må danse breake-dance i fremtiden – og hvem blir ikke det en utfordring for? Fra året 2012 har jeg plukket frem noen små bilder som kan vise retning fremover – kanskje:

Globaliseringen: Hva betyr eksempelvis følgende ingress i Aftenposten 1. juni 2012: [vi] «For andre gang på én uke arrangerer Støre en viktig begivenhet i Tromsø uten å inkludere ordføreren». Er dette et symptom på at sentralmakten i Norge blir sterkere, eller er det bare en tilfeldig glipp fra rådgivere i departementet? Hillary Clinton var hovedgjest på ett av arrangementene, USA har økende fokus på nordområdene. Hva kommer det til å bety for oss når prosjekter skal utvikles – vil det lokale demokratiet ha noe å si overhodet når Norge i enda større grad ligger midt mellom de store nasjonene og ikke bare i randsonen? Bryr vi som er ingeniører oss, eller er vi likegyldig – vi får jo uansett personlige utfordringer når vi skal sørge for den praktiske realisering av det som måtte være politiske drømmer og visjoner.

Konkurranseutsetting: Konkurranseutsetting var i starten et liberalt prosjekt, men også en endringsideologi og et sentralt prosjekt i Europa – der hensikten er å skape bedre konkurranse. Mange ingeniører har faglige synspunkter på måten arbeid settes ut i konkurranse på. Vi har synspunkter på hvordan dette påvirker de produktene som utvikles – men evner vi å fremme synspunkter på en måte som har effekt? Siden Tromsø er nevnt: nettopp Tromsø-politikerne har ønske om å være foregangsmenn for utsetting av alle kommunens tjenester til privat virksomhet. Dette bygger opp under det Europeiske prosjektet. Kunne ingeniører deltatt i debatten med faktaforhold og på den måten gitt større bredde? Det er eksempelvis typer kompetanse kun erfaring bygger, der kompetansen hviler på enkeltpersoner og der det tar tid å bygge denne erfaringen. Hvordan forklare dette slik at det gjør inntrykk? Når vi ingeniører av og til prøver å forklare dette, så høres det ut som sutring. Hvem våger å by opp ballets konge eller dronning til dans?

Rekruttering: Er det gitt at man i Norge i fremtiden også kan regne med yrkesaktive kvinner? Selv den verdensomspennende likestillingsdebatten har noen

utløpere i dagens norske samfunn. I et leserinnlegg som jeg velger ikke å sette referanse til, kunne vi i våres lese: "Stadig erfarer vi hvordan Norge er akterutseil sammenliknet med andre land i for eksempel vegstandard. Dette skyldes flere tiår med mangelfull prioritering og satsing på "mykere" og i øyeblikket mer populære verdier…..Kan det være slik at Norge,…i lang tid har vært rammet av snikende feminisme og feministiske verdier på bekostning av kjerneverdier?" Kan vi regne med et tilbakeslag for likestillingen i Norge? På hvilken måte ville i så fall det påvirke rekrutteringen av ingeniører?

Kjerneverdier under press: Og hva betyr det å rømme tilbake til kjerneverdiene? Større sprengladninger, flere, store biler, høyere skjæringer samt flere veger bygget for fart. Resultat? Spor i veglandskapet som gjør «monstermastene» på Vestlandet til en liten mygg? Dette fokuset på mykere verdier har for øvrig hatt som effekt at alvorlige ulykker ved tunneldrift har gått fra å være noe man nærmest regnet med for 50 år siden, til nær en sjeldenhet i dag ifølge Per Bollingmo. I denne perioden har på samme måte omfanget av trafikkulykker blitt sterkt redusert. Er det for pyser, eller er det tolererbart også for dem som holder seg til kjerneverdiene.

Grenser for demokratiet? Det kan være at vi i 2012 har kommet til det punktet at vi ikke lenger har tid til å ta vare på alt omfanget av drøftinger og konsensus. Følger man debatten i avisene våren 2012, ser det ut for at "alle" er enige om at vegplanlegging tar for lang tid! . Tiden er kanskje ikke helt forbi i Norge da noen kunne reise seg opp og si: "Der skal veien ligge"? Vil det innen bygging av veg og bane bli som innen gruvevirksomheten og olje & gass?

I løpet av kort tid ble eksempelvis gruvene i Kirkenes reåpnet. Etablering av oljeaktiviteter utenfor Lofoten ser ut for å bli realisert raskt. "De lokale miljøene er nesten ikke engasjert, og tiden frem til oppstart av utbyggingen er så kort at det ikke er mulig å legge inn regionale prosesser. Diskusjonene foregår mellom staten og de tunge interessentene og miljøorganisasjonene, som i litt for liten grad er interessert i fiskernes rammer. Det blir litt støy og prosesser, men betyr ikke så mye for den endelige løsningen". Det er Johan Petter Barlindhaug som hevder dette – som mer enn antyder at mange viktige visjoner forsvinner i de lange prosessene knyttet til samferdsel, mens mange gode tekniske løsninger forsvinner i de prosessene som resulterer i oljeprosjekter.

Hva om google går konkurs? Har du latt deg fascinere av pyramidene i Egypt? Vit da at det ikke er de yngste pyramidene som har holdt seg best. God forvaltning og utvikling av kompetanse og erfaring er avhengig av en kultur for nettopp dette. Systemer er gode å ha, men det er kulturen som er sentral. Svein Soknes sier det sånn: «Det å være ingeniør er å jobbe systematisk og strukturert»! Som vi så - gjennom mange år. I google- og facebookalderen kan det se ut for at denne type erkjennelsen forsvinner som viktig parameter i en del sammenhenger – er de ikke bare å lete på nettet, da? Vegdirektør Terje Moe-Gustavsen påpeker: «Den tunge fagligheten gjør inntrykk på nesten alle som blir litt bedre kjent med Statens vegvesen. Det er ikke vanskelig å se at vi er et faglig kraftsenter. Det gir vegvesenet mest over tid å ta en rolle som aktør i utviklingen». La oss håpe at politikerne i framtiden får erkjennelser om at kompetanse og utviklingskraft er nødvendig og fordrer noen synlige kraftsentra.

Kort sagt: Endringer er en realitet på mange fronter som direkte og indirekte vil påvirke hverdagen til ingeniørene. Vi ingeniører får det travelt med å finne de praktiske løsningene, men er det noen grunn til at ingeniørene ikke skal delta på flere arenaer? Det burde ikke være det – annet en kanskje frykten for å snuble på dansegulvet.

Referanser:

Artikkelen er utviklet på basis av en rekke samtaler, egen erfaring fra byggenæringen og Statens vegvesen siden 1982 samt noen skriftlige kilder. Samtalene har alle vært med på å danne bakteppe for og innretning på artikkelen. Korte utdrag fra samtalene er gjengitt, Stor takk til alle!

1. Berit Brendskag Lied, regionvegsjef Statens vegvesen region midt, samtale 14-03-2012

2. Terje Moe-Gustavsen, Vegdirektør, samtale 18-03-2012

3. Stein Fyksen, Prosjektdirektør i Statens vegvesen, Region øst, tidligere vegsjef i Statens vegvesen Akershus, samtale 29-03-2012

4. Torbjørn Naimak, regionvegsjef Statens vegvesen region nord. samtale 30-03-2012

5. Svein Soknes, Prosjektleder, Statens vegvesen region midt, samtale 11-04-2012

6. Knut Sundet, Politiker og daglig leder i «Fosenveien», 5perioder i kommunestyre og 3 perioder i fylkestinget, samtale 11-04-2012

7. Johan Petter Barlindhaug, Politiker, bedriftsleder og ingeniør, samtale 03-05-2012

Noter:

[i] Rune Slagstad, professor dr. philos, tekst basert på foredrag holdt 21. mai 2012. Gjengitt i Klassekampen 22. mai 2012

[ii] Kaare Flaates notat om Vardøs fastlandsforbindelse.

[iii] Arild Eggen, Plansjef gjennom mange år i Statens vegvesen Hordaland

[iv] En kortfattet vurdering av dette forfallet er dokumentert i «State of the Nation», utarbeidet av RIF i 2010

[v] Kjell Inge Davik, regionvegsjef i Statens veg vesen, region sør, innlegg på bransjetreff i Vika Atrium, 6. mars 2012

[vi] Aftenposten, fredag 1. juni side 18, oppfølgingsartikkel i Aftenposten 27. juni, side 9.

Tunnelaktiviteter, en collage. Bilder fra AF Gruppen.

Skoleverket

Per Bollingmo

Det er lenge siden Henrik Wergeland hyllet bergmannen med "Steinbrytervise", men det startet lenge før.

Allerede midt på 1100-tallet foregikk det gruvedrift i Oslo. Akersberget gruver, også kalt Dragehullene, drev ut sølvholdig malm, og dette er sannsynligvis den tidligste form for gruvedrift i Norge.

Selv om det den gangen neppe fantes noen utdanningsinstitusjon innen bergfagene, må vi anta at det allerede da fantes en form for kunnskapsoverføring om det å bryte berg og utvinne malm.

Senere kjenner vi historien om utviklingen av bergfagene gjennom gruvedriften. Kongsberg sølvverk startet i 1624, Kvikne kobberverk i 1631, og Røros kobberverk i 1644. Kunnskapene om å drive tunneler og bergrom, og det å drive ut malm som senere ble foredlet til metaller, kom fra Tyskland med berggeseller, marksjeidere, berghauptmenn og andre fagpersoner. Disse etablerte også en egen terminologi som delvis benyttes i gruve- og anleggsindustrien fortsatt.

Bergseminaret på Kongsberg

Den første institusjonen for høyere teknisk undervisning, Bergseminaret på Kongsberg, ble etablert ved kongelig resolusjon 19. september 1757. Bergseminaret anses som forløperen til Norges Tekniske Høgskole. Her ble det undervist i matematikk, forskjellige naturfag som geologi, kjemi og fysikk, samt en rekke tekniske fag. Arkitektur og jus gikk også inn i fagkretsen. Kongsberg var den gangen det naturlige stedet å plassere en slik institusjon. Sølvverket var landets største gruveforetak og landets sentrum for bergverksdrift. Her lå også forvaltningsorganet og domstolen for de norske bergverkene, Overbergamtet. Hovedhensikten med etableringen av skolen var å utdanne fagfolk til bergverksindustrien i Norge. Bergseminaret fungerte dårlig den første tiden, og rundt 1780 ble det foretatt en reorganisering og en revitalisering av driften. Man fikk 1 1786 et nytt hovedbygg med blant annet plass for laboratorier. Kongsberg søkte om å få kalle institusjonen for bergakademi, men myndighetene avslo dette ønsket, da man mente at studentene hadde for lave krav til forkunnskaper, og dessuten at man ikke hadde fast ansatte professorer i heltidsstilling. Det nye Bergseminaret ble åpnet den 27. mai 1786. Man fikk deretter bl.a. etablert en mineralsamling til undervisningen.

Universitetet i Christiania

I 1811 fikk man realisert kravet om å etablere et egen norsk universitet, og myndighetene i København bestemte at det skulle ligge på Kongsberg. Dette stedsvalget ble senere endret, og Bergseminaret på Kongsberg ble nedlagt i 1814.

Det Kgl. Frederiks Universitet ble etablert i Christiania, og Jens Esmark ble utnevnt til professor i bergvidenskaberne i 1814. Esmark flyttet til Christiania i 1815 og bygde opp det som ble bergstudiet, og fra da til 1910 var utdannelsen av bergingeniører knyttet til universitetet. Men Kongsberg skulle fortsatt spille en rolle i utdannelsen av bergingeniører selv om Bergseminaret ble nedlagt. En del praktiske øvelser for kandidatene ved universitetet ble lagt til sølvgruvene, som blant annet hadde en del utstyr og maskiner som ble brukt i undervisningen.

Bergseminaret og Universitetet utdannet ikke bare "bergsprengere", men også kandidater innen geologi, metallurgi og oppredning.

Totalt ble det ved Bergseminaret utdannet 19 kandidater, alle menn. Av disse fikk 17 hovedkarakteren "Meget Bequem", og 2 fikk "Bequem".

Ved Universitetet i Christiania ble det frem til 1910, da undervisningen ble overført til Norges Tekniske Høgskole, uteksaminert 150 kandidater, hvorav én kvinne, Wilhelmine "Mimi" Johnson. Hun var altså Norges første kvinnelige bergkandidat og geolog, og tok sin eksamen i 1912.

Ingeniørgeolog, møteleder, forfatter og medredaktør Per Bollingmo.

Norges Tekniske Høgskole

Norges Tekniske Høgskole ble besluttet lagt til Trondheim av Stortinget i 1900, og de første studentene begynte i 1910. NTH skulle være et teknisk-naturvitenskapelig universitet på linje med Universitetet, med de samme krav til opptakskvalifikasjoner og de samme titlene på det vitenskapelige personalet. Man fikk da et universitet som skulle kombinere naturvitenskapelig forskning med praktiske fag for næringsliv og myndigheter.

Fra starten av var det ikke uttrykt spesielt at bergstudiet skulle flyttes til Trondheim, og en komité ble nedsatt for å vurdere dette. I 1908 ble det besluttet å flytte bergstudiet til NTH. Her skulle det undervises i bergtekniske fag, gruvedrift, metallurgi og geologi i tillegg til basisfag som matematikk, fysikk, kjemi og mekanikk.

Bergavdelingens mangeårige "Studentmor" og "Bergskriffuerske" Elin Trøften holdt lenge rede på de bergingeniørene som gikk ut fra NTH, og samlet disse opplysningene i et hefte som for siste gang kom ut i 4. utgave i 1990 da Elin ble pensjonist. I tillegg til kandidatene fra NTH, totalt 1759 kandidater fra 1914 til og med 1990, har heftet også navnene på de som har eksamen fra Bergseminaret på Kongsberg 1787- 1813, Universitetet i Oslo 1821-1914. her er altså samlet samtlige bergingeniører utdannet i Norge fra 1787-1990.

Men NTH har ikke bare levert bergsprengere fra Bergavdelingen. Bygningsingeniøravdelingen med fag som anleggsteknikk, vassbygging, og vei- og jernbanebygging har i høy grad bidratt til utviklingen av faget "bygge i berg".

Ved årsskiftet 1995/96 opphørte NTH som eget universitet, og man fikk Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet, NTNU, hvor den tidligere virksomheten ved NTH ble innkorporert.

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk favner de fagene som står på skuldrene til bergfagene, og etter hvert kom nye fag til, som ingeniørgeologi, bergmekanikk, geofysikk og anleggsteknikk. Til sammen kvalifiserte dette sivilingeniørene som kom ut fra NTHs Bergavdeling og Bygningsingeniøravdelingen til å bygge i- og på berg. Det var særlig vannkraftutbyggingen, vei- og jernbanebygging, militære anlegg, tilfluktsrom og idrettsanlegg, og selvsagt gruveindustrien som fikk glede og nytte av disse kunnskapene. Senere kom oljeindustrien inn med store oppgaver innen tunnelbygging og bygging av bergrom for lagring av petroleumsprodukter.

Men det var ikke bare sivilingeniørene som bidro til rekrutteringen til berg- og anleggsfagene.

Bergskolen

Bergskolen på Kongsberg var etablert for å utdanne teknikere, stigere og arbeidsledere til bergindustrien. Den ble kalt Kongsberg elementære bergskole, og var i virksomhet på Kongsberg fra 1866 til 1921. Det som senere ble kalt Statens bergskole ble gjenopptatt i 1936, og fortsatte på Kongsberg til 1957 da Sølvverket ble nedlagt. Det var en toårig såkalt "mellomteknisk" skole frem til 1936 da man sluttet å bruke "mellom"-navnet. Skolen ble i 1957 flyttet til Trondheim og fortsatte som Statens Bergskole.

I tillegg til arbeidsledere til gruver og anlegg ble det utdannet laboranter til kjemiske laboratorier. De uteksaminerte fra skolen fikk tittelen bergteknikere.

Utdannelsen som ofte ble kalt "teknikern" fikk status som ingeniørhøgskole fra 1977. Statens bergskole ble nedlagt i 1994.

Denne skolen har rekruttert en rekke av våre bergsprengere og bergbyggere til gruver og anlegg.

Effektiv anleggsdrift krever reparasjoner og vedlikehold basert på kunnskap og nødvendig hjelpeutstyr.

Stjørdal tekniske fagskole

Denne fagskolen ble etablert i 1968 og utdanner mellomledere for de som har fagbrev eller lang relevant erfaring fra arbeidslivet. Den gir rett til tittelen fagtekniker.

Skolen er toårig, og nye læreplaner fra 2006 har en fagretning med fordypning i anlegg, bygg og bergteknikk.

Skolen tilbyr også et nettbasert 14 måneders studium i bergteknikk for ansatte i bergindustrien, og som trenger godkjenning som bergteknisk ansvarlig. Kurset er tilpasset kravene i Mineralloven og gjelder til en begrenset godkjenning som bergteknisk ansvarlig. Første kurs med 22 studenter startet i 2011. For å oppnå generell godkjenning som bergteknisk ansvarlig må man ha gjennomført full toårig fagskole.

Foreningvirksomheten i Tekna, Norsk forening for Fjellsprengningsteknikk og Bergmekanikkgruppen

Vår bransje har alltid vært kjent for en god og omfattende kunnskapsdeling. Det er en utstrakt vilje til å dele erfaringer med andre i fagmiljøet.

Først og fremst har dette kommet til uttrykk gjennom den årlige Fjellsprengningskonferansen, eller Fjellsprengningsdagen som den heter nå, og den etterfølgende Bergmekanikkdagen. Her blir det presentert "case studies", forsknings- og utviklingsprosjekter og gode og dårlige erfaringer fra praktisk bergarbeid. Kompendiene fra disse arrangementene er en stadig kilde til nyttig informasjon. I tillegg hører det med et årlig foredrag om et historisk emne som er med å bringe en tilknytning til gruve- og anleggsvirksomhet i tidligere tider.

Det arrangeres en rekke faglige kurs og konferanser både for et nasjonalt- og internasjonalt publikum, samt kortere møter og dager med tekniske emner. Foreningen er kjent som en av de faggruppene innen Tekna med størst aktivitet innen kurs, konferanser og etterutdanning.

Et godt eksempel kan være etter- og videreutdanningskurs (EVU-kurs) i ingeniørgeologi for bygge- og anleggsledere i underjordsarbeider. Dette er et kurs som går over to uker med avsluttende eksamen og studiepoeng, og er et samarbeid med NTNU, Tekna og NFF.

Gjennom mange år har foreningen bidratt til opplæringen av skytebaser og sprengningsledere, delvis i egen regi, men også sammen med Maskinentreprenørenes forening (MEF). Her stilles med høyt kompetente forelesere innen sprengningsteknikk og berglære for å høyne kompetansen for de som driver med praktisk sprengningsarbeid.

Tunnelskolen

Tunnelskolen ble etablert av Statens vegvesen for noen få år siden med tanke på etatens egne medarbeidere. Den er nå, sammen med Jernbaneverket, gjort tilgjengelig for personell også utenfor etatene.

Skolen skal ikke gi fordypning i emner innen tunnelbygging, men er tenkt som et tverrfaglig tilbud slik at alle som deltar i et tunnelprosjekt skal få forståelse og innsikt i alle fag som er involvert i prosjektet. Det foreleses derfor både innen typiske berg- og anleggsfag, samt eksempelvis overordnet planlegging, vegbygging, vann- og avløpsteknikk, og elektro- og ventilasjon. Både bygging, drift og vedlikehold er temaer på skolen. Dette skal kunne gi en mer helhetlig forståelse av et tunnelprosjekt.

Skolen er basert på 3-dagers samlinger i 5 omganger, til sammen 15 dager over ett år. Det arrangeres eksamen og i samarbeid med NTNU gir utdannelsen studiepoeng.

Fagkunnskap på alle felter.

Den oppvoksende slekt

Spør man en ungdomsskoleelev i dag om hva han eller hun skal bli blir gjerne svaret fotballspiller eller et eller annet innen media. Svært få, om noen, vil se for seg en fremtid innen for eksempel gruvedrift eller tunnelbygging. For å øke interessen for "våre" fag er det nødvendig å få opp status på realfagene. Erfaringene bl.a. fra NTNU er at kunnskapene, kanskje særlig i matematikk er blitt svakere med årene. Det er blitt lett å velge bort de fagene som betraktes som vanskelige og som gir litt motstand.

For å gi et lite bidrag til å høyne interessen for det vi holder på med har NFF medvirket til utarbeidelsen av- og også sponset økonomisk et interaktivt program på internett utarbeidet av NRK for ungdomsskolen. Dette handler om hvordan man bygger en tunnel, og gir en forhåpentlig pedagogisk innføring i tunnelbyggingens mysterier, bl.a. med eksempler fra byggingen av jernbanetunnelen mellom Lysaker og Sandvika som ble åpnet høsten 2011.

Doktorstudier og stipender

Heldigvis er det noen som velger å bruke noen år av livet til fordypning innen et spesielt emne ved å ta en doktorgrad. Dessverre er det alt for få slike, men Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk gir økonomiske bidrag til doktorgradsstudenter. Også andre som for eksempel velger å ta et utenlandsopphold for å grave seg litt ned i et spesielt tema kan søke om støtte fra foreningen.

Gjennom en undersøkelse blant medlemsfirmaene i foreningen i 2010 i forbindelse med en vurdering av bergingeniørutdannelsen ved NTNU, kom det fram en stor vilje til å bidra med gjesteforelesninger og hjelp til semesteroppgaver, mastergradsavhandlinger, og doktorgrader. Bransjen stiller også villig opp med sommerjobber for å gi studentene litt praktisk ballast.

Tidligere var det et krav om ett års forhåndpraksis før man begynte på bergingeniørstudiet. De som fikk dette året med praktisk innføring til studiet og et senere yrke uttrykker stor tilfredshet med denne ordningen, og ser tilbake på dette som svært nyttig og interessant år. Samtidig ga det et brukbart økonomisk grunnlag for et godt studentliv i tillegg til studielånet. Til tross for spede forsøk på å gjenopprette ordningen er nok den tiden forbi. Så får heller de av oss som hadde gleden av noen mørke stunder i gruver og tunneler mimre sammen om gamle dagers fortreffelighet.

Referanser:

- Anne Kristine Børresen og Jan Thomas Kobberød. "Bergingeniørutdanning i Norge gjennom 250 år"

- Elin Trøften. "Bergstudenter 1914-1990", med tillegg "Fortegnelse over de som har tatt norsk bergeksamen ved Bergseminaret og Universitetet

- Frode Færøyvik. "Fra feisel til fullprofil"

- Aschehoug og Gyldendals store norske leksikon

Da Blåmann kom til Fortun og om basen som fikk nok julekake

Fortun var i sin tid et av de store kraftutbyggingsprosjektene i Norge. ÅSV eid av Staten hadde kjøpt fallrettighetene for å sikre kraftforsyning til sine anlegg. Selskapet hadde søkt om konsesjon for utbygging på det som inntil da skulle bli det største kraftprosjektet i landet. Første fase skulle gi 440 GWh. Anleggsarbeidene startet i 1956, et år før konsesjon ble gitt. Ikke atypisk situasjon i en periode der nasjonen var oppsatt på industrireising.

I boken 'Fortun, bygda og krafta' forfattet av Johs. B. Thue for Hydro Energi (1999) er det gitt en interessant beskrivelse av leveforhold i Vestlandsbygda i 1950 årene, ringvirkninger fra anleggsvirksomheten, ikke minst bergsprengning både over og under jord. Vi sakser historien om Blåmann, den første bulldoseren som kom til anlegget:

Det var ein dag i slutten av januar 1956. Dei VII Olympiske leikane var nett opna i Cortina, og Hallgeir Brenden lada opp til 15-kilometeren som han vann den 30. januar. Denne januardagen hende det også store ting i Fortun i Sogn. Ein blålakkert og svær bulldosar rulla frametter mot Fortun. Med mykje strev hadde dei buksert han på land i Skjolden. – på damskipskaia som Anna Rebni på Eidegarden åtte. Firmamerket til Høyer-Ellefsen A/S lyste og skein på den digre kroppen. Merket hadde gamle Sigurd Høyer sjølv skrive – på ei plate med blåmaling og med ei fyrstikke som 'penn.'

I Fortun gjekk dei mann av huse denne dagen. Det var tjukt av folk overalt. Bulldosarar var ikkje noko vanleg syn nokon stad. 'Stålstutane' som dei stundom blei kalla høyrde til i den nye tida – etterkrigstida. Dei var amerikanske konstruksjonar – først bygd for teneste i krigen – akkurat som kulepennen. Marshallhjelpa, Gregory Peck, Elvis Presley, James Dean, kommunisthatet, Det Beste, bulldosaren og kulepennen var fleire sider av samme sak. Amerikaniseringa nådde ut til alle stader – også til Fortun i Sogn og Fjordane.

Etter ei tid kom bulldosaren med den kyndige nordlendingen Høgåsen som førar – fram til Fortun Handelslag. Der sto ein stor folkehop og venta på det som skulle skje. Høgåsen stogga bulldosaren, steig ut som ein storkar med spraglet islender og oppbrette ermar i stive kuldegrader, gjorde seg veg gjennom folkehopen, kom fram til krambudisken og kjøpte seg to øskjer snus. Det var alt han trong. Så steig han atter opp i det buldrande køyretøyet sitt, svingde inn ved Bedehuset og tok til å bryta opp Bedehusåkeren. Stålstuten vørde verken djup tele eller store steinar. Det som heile arbeidslag brukte veker på fekk han unna på ein dag. Alt var som luft og ulldottar for den grådige kjeften hans. Han leika med mold og kampesteinar akkurat som ein katt leikar seg med mus. Til større steinar og djupare tele han kom fram i, til svartare blei røyken. Diesellukta blanda seg med lukt frå siloar og fjøsar. Det lukta arbeid og velstand – nytt og gamalt. Utbygginga av Fortun-Grandfastavassdraget i Luster herad, Sogn og Fjordane fylke var i gang.

Stubben nedenfor er ikke sakset fra boken. Entreprenørfirmaet Høyer-Ellefsens utførte fjellarbeidene på Fortun og vår kilde er Hjalmar S. som var en av H-E's ingeniører på anlegget:

I ulendt terreng var det vanlig å satse på taubane fra dalen opp til arbeidsområdet. Vi kjenner godt til datidens lange tunneler, gjerne minimumstverrsnitt, gjerne flere tverrslag, slik også her. I tunnelvirksomhet er det gjerne nødvendig å lense vann, pumper må gå og tilsyn er nødvendig, også gjennom ferie og høytider. Jule-/Nyttårshelg intet unntak og frivillige var alltid etterspurt, som regel en mannsperson uten familiære forpliktelser. På Fortun endte det gjerne med Pumpe-Henrik.

Anleggsledelsen løste sine medmenneskelige og sosiale forpliktelser med ekstra forpleining, deriblant stor julekake som ble sendt opp til vaktmannen.. Det tredje året kom det tilløp til milde protester fra toppen: Send ikke brød – send kvinnfolk!

Fjellsprengningsteknisk forskning 1963 - 1982

Anders M. Heltzen

Innledning

Utvikling av fjellsprengningsteknologi forutsetter kunnskap og innsats på mange områder, fra bergmekanikk og brytningsmekanismer til boring og bormønstre, sprengstoffer og tennmidler, ladeteknikk og tenningssystemer, materialer, maskiner og utstyr for øvrig. Dimensjonen helse- og miljøspørsmål kan ikke overses.

De lange linjer går via Kina, Romerriket, gruvevirksomhet i århundrer og jernbaneutbygging i Alpene på 1800 tallet. Utviklingen i Norge følger et lignende mønster, først med gruver, så jernbane. Sprengning for industriformål har fulgt landets industrireising gjennom de seneste 100 år mens fjellsprengning for vannkraft i stort omfang må knyttes til perioden 1940 – 1990. Fjellsprengning for veiformål har pågått til alle tider, men skal det relateres til forskning og velutviklet teknologi bør vi fokusere på perioden etter 1950. Norsk oljeindustri er ung, fjellsprengning har for lengst satt sine spor også her.

Norsk underjordsarbeid av varighet startet på Kongsberg i 1623. Teknisk utdannelse i Norge har feiret sine første 250 år, det startet med Bergverksakademiet og undervisning rettet mot arbeid under jord. Det lille kullet i første studieår besto av prester og leger, godt akademisk grunnlag kanskje, men neppe det beste utgangspunkt for effektiv gruvedrift.

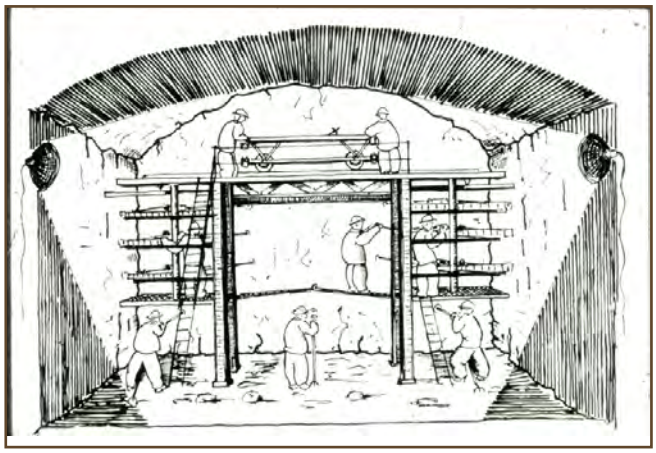
Denne artikkelen tar for seg aktiviteter i bergteknisk forskning knyttet til Kontoret for Fjellsprengningsteknikk (Kontoret)

- Annen verdenskrig er over.
- Gjenoppbygging og industrireising starter, det er kraftbehov og utbyggingsvilje
- Norsk forskning er i siget. Utvalg for Fjellsprengningsteknikk etableres.
- Historie deles gjerne i epoker eller perioder. Vi holder oss til bergtekniske forskning og det som enkelte omtaler som den ”fjerde periode”. Den starter i 1947, da kommer både hardmetall og knematerteknikk som fullstendig endrer tunneldriving.
- Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk NFF ble stiftet i 1963. Da var Utvalget blitt til ”Kontoret”, det var godt etablert og selvskreven som foreningens sekretariat. Forbindelsen varte livet ut, dvs inntil Kontoret nå kalt Institutt for Fjellsprengningsteknikk (IFF) ble avviklet i 1982.

Fra etableringen av NFF og frem til 1982 var det et symbiotisk forhold mellom NFF og Kontoret. I samsvar med NFFs lover var Kontoret foreningens sekretariat og sentral aktør for den årlige Fjellsprengningskonferansen, både for møteledelse og programopplegg.

Kontoret vokste, det ble etter hvert omdøpt til Institutt før det i 1982 forsvant, dvs Kontoret som selvstendig enhet forsvant, men deler av aktivitetene fortsatte integrert i Norges Geotekniske Institutt (NGI.). Samarbeidet med NFF fortsatte nok, men det formelle og fruktbare samarbeid gjennom sekretariatsfunksjonen opphørte.

Borrigg anno 1963



For tunneldrift i knematerperioden ble det utviklet hjelpeutstyr for å effektivisere adkomst for boring. (ca 1950)

Det nærmer seg en 25 års merkedag for avviklingen og en omtale av Kontorets aktiviteter og forskningsarbeid fra 1947 til 1982 kan ha interesse for unge og ikke fullt så unge kolleger i bransjen.

Før starten

Under krigsårene 1940-1945 var Teknisk Ukeblad og Tidsskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi budbringerne med nyheter innenfor fagområdet. Tekniske forbedringer eller erfaringer med nye metoder ved de forskjellige bergverkene ble fremlagt på møter i Bergingeniørforeningen.

Noen form for koordinert fjellsprengningsteknisk forskning fantes ikke og krigsårene førte til at Norge på mange områder ble liggende etter i den tekniske utviklingen. Krigen sluttet, freden ble feiret og en ny hverdag meldte seg med stor vilje i fjellsprengningsmiljøet til å ta igjen det forsømte

SINTEF, et nytt forskningsorgan tilknyttet Norges Tekniske Høyskole, ble opprettet i 1950.
SINTEF skulle, i nært samarbeide med industrien, ta seg av store og viktige prosjekter av teknologisk karakter. Tilsvarende ble NTNF - Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd - startet med nær binding til universitetet i Oslo. Under Forskningsrådet sorterte så en rekke selvstendige institutter, kontorer og utvalg.

Starten

Fjellsprengningsutvalget ble opprettet i 1948 med base ved NTH. Utvalget hadde eget styre med medlemmer fra anleggs- og gruveindustrien og fra de offentlige anleggsetatene. Det ble begynt beskjedent med en eneste ansatt. Virksomheten økte, og da Utvalget få år senere ble flyttet til Oslo under felles tak og med samme ledelse som for Kraftforsyningens Sivilforsvar, var aktivitetene økt og 3 til 4 medarbeidere var i full virksomhet.

Fra 1962 til 1980 økte bemanningen fra 8 til 25 personer. Den økonomiske utviklingen kan sammenfattes til at i et 18 års perspektiv økte omsetningen fra 0,4 til 4,0 mill kr Herav var tilskuddet fra NTNF 0,2 som økte til ca. 1,4 mill. kr.

Utvalgets virksomhet ble etterhvert så stor at den sprengte rammen for kontor- og ledelses-fellesskap med Kraftforsyningens Sivilforsvar. Utvalget endret navn, først til Kontor for Fjellsprengningsteknikkk og i 1977 til Institutt for Fjellsprengningsteknikk (IFF).

Formålet med virksomheten

Gjennom forskning og utviklingsarbeider i egen regi eller i samarbeid med andre, søke å komme frem til de mest økonomiske og sikre metoder for aktiviteter innen fjellsprengningsteknikken.

Variant med forbedret mobilitet.

6-løperen. Brukt for liggerboring på veianlegg ca 1960

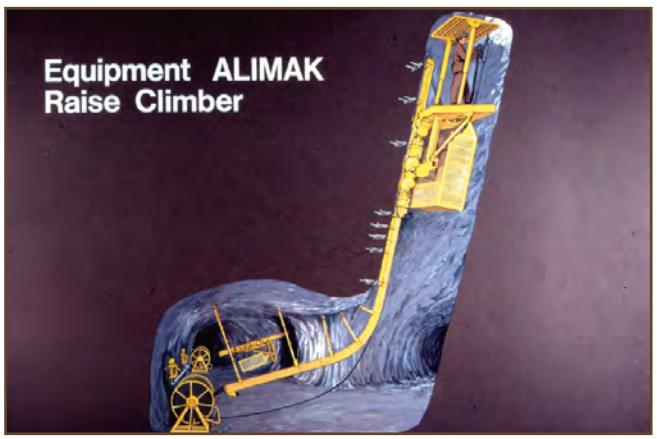
Å utføre oppdrag i det omfang dette er til gagn for utviklingen av fjellsprengningsteknikken eller som på andre måter tjener norske interesser.

Å bidra til at nyheter på det fjellsprengningstekniske området blir kjent innenfor de interesserte grener av næringsliv og forvaltning.

Å bidra til medarbeidernes faglige utvikling og dyktiggjøre dem for innsats innenfor og utenfor institusjonen.

Flytting til Oslo og de første publikasjoner

I senere år har det vært en trend å flytte kontorer fra Oslo. Holdningene var annerledes i 1950-årene. For Kontoret var flytting til hovedstaden gunstig.



Sjaktdriving med Alimak utstyr

Her holdt de store entreprenørforretningene til, her hadde mange bergverk sin sentrale administrasjon, og ikke minst, her pågikk både planlegging og gjennomføring av omfattende sprengningsarbeider både over- og under jord. Dessuten var det gode muligheter til å kombinere forskningsvirksomhet med betalte oppdrag innen rådgivning, inspeksjoner og kontrollmålinger av ulik karakter.

Første publikasjon fra Utvalget ble trykket i 1950: Tittelen var "Veiledning i prosjektering og driftskontroll av trykkluftanlegg for gruve- og anleggsvirksomhet". Et år senere utkom: "Ventilasjonsanlegg for tunneler", et tidlig bidrag til kunnskap om den yrkeshygieniske siden av bergarbeid.

Rystelser fra sprengning, et satsningsfelt

Kartlegging av rystelsesskader på bygninger fra sprengningsarbeider ble ganske snart et hovedsatsingsfelt. Kunnskapen om dette fagfeltet var begrenset. Omfattende tunneldrift for det nye tunnelbanesystemet i Oslo stilte krav til bedre innsikt og muliggjorde innsats og utvikling.

Ved NTH ble det utviklet seismometre som med kabelforbindelser overførte impulsene til en skriver. Utstyret som ble brukt hadde kapasitet til opptil 16 sonder. Det ble utviklet følere for utsving-, svinge-

hastighet og akselleresjonsmålinger. Et stort datagrunnlag som etter hvert ble samlet inn, ga grunnlag for analyser, konklusjoner og bedre innsikt i fagfeltet. Publikasjonen "Rystelser fra fjellsprengningsarbeider" kom ut sist i 1950-årene og ble i stor grad benyttet av bransjen. Ved hjelp av diagrammer var det mulig å forhåndsbedømme størrelse av rystelser et sprengningsarbeid ville forårsake.

Kontoret var den sentrale aktøren i markedet på dette fagfeltet. Det ble videre utviklet enkle mekaniske vibrografer, Tellus, i samarbeide med Kongsberg Våpenfabrikk. Tellus kunne på tilfredsstillende måte i betydelig grad erstatte det omfattende seismometerutstyret. Tellus ble for øvrig også eksportert, bl.a. til Japanske entreprenører. Kontoret begynte med prosjektet Vakthund som skulle gi et enkelt elektronisk registreringsinstrument. Prosjektet ble stoppet begrunnet med tilgang på utenlandske produkter som viste stor grad av pålitelighet.

Billigere sprengstoff, finnes det?

Siste halvdel av 1950-årene var preget av leting etter billigere og sikrere sprengstoffer enn dynamittene. I USA var en kommet godt i gang med bruk av ammoniumnitrat-olje blandinger for store sprengningsarbeider i dagen. Sprengstoffprodusentene innså at dette kunne få negative konsekvenser for etablerte produkter og viste til å begynne med liten interesse for å bistå med utvikling og utprøving av ammoniumnitrat-olje.

Statens Sprengstoffinspeksjon viste en mer positiv holdning og Kontoret fikk tillatelse til å blande og prøve de nye sprengstofftypene. Interessen hos entreprenørene var stor. Etterhvert kom det en ordning slik at store forbrukere fikk godkjent selvblanding på anleggsstedet mot å betale en årsavgift til Staten. Det gikk ikke særlig lang tid før sprengstoffindustrien innså at den måtte delta i utviklingen av ammoniumnitrat sprengstoffene. I første omgang kom Anolit og Amolex på markedet.

I Kontorets forsøkstunnel på Heggedal ble det gjennomført undersøkelser av ammoniumnitrat-olje blandinger, bl.a påboringssikkerhet og detonasjonshastighet for ulike blandinger.

Kontursprengning

I 1973 lanserte KFF forsøksresultater fra konturspengninger der de tradisjonelle rørladningene var erstattet med ammoniumnitrat-olje fortynnet med små polystyrenkuler, (Isanol). Dette var en verdensnyhet, og etter en artikkel i "World Mining" kom det besøkende fra fjerne strøk til forsøksstasjonen. Australia skulle vise seg å bli et foregangsland i å ta i bruk dette nye og billige konturspengstoffet. Det ble arbeidet meget med å utvikle en ladeapparatur for denne blandingen med komponenter av så ulike egenvekter som i dette tilfellet. Etterhvert ble fabrikkblandet "lett-ANFO" markedsført av Dyno Industrier.

Ventilasjonsproblematikk

Bruken av ammoniumnitrat-olje under jord bød på ventilasjonsproblemer. Det ble behov for øket viftekapasitet og en ny vurdering av grenseverdiene for de toksiske CO-konsentrasjoner i blodet hos tunnelarbeidere. Også dette var et norsk nybrottsarbeid.

Fullprofilboringen kom for fullt inn i slutten av 1960-årene. Kontoret presenterte metoden for

Skinnedrift med vagger og kastlastermaskin var heksiktsmessig for tunneldrift med lite tverrsnitt.

bransjen i en utførlig artikkel i Teknisk Ukeblad. Programmer for Fjellsprengnings-konferansen 1969 var i helhet viet fullprofilboring. Institutt for anleggsdrift ved NTH engasjerte seg og bidrog til at metoden fikk et godt fotfeste i norsk anleggs- og gruvedrift.

På denne tiden var også grovt borutstyr på full fart inn i norsk tunneldrift. Norske konstruktører, leverandører og brukere var aktive og bidro til rask utvikling. Temaer rundt tungt borutstyr i tunneldrift ble også hyppig emne for foredrag på de årlige fjellsprengningskonferansene.

Utprøving av nye metoder for kontursprengning var et interessant område helt fra rør- og listeladninger kom i produksjon først i 1950-årene. Konturhullene måtte ha redusert ladningskonsentrasjon og lette tak. BM-metoden (Bunn-Midt)som ble lansert ved Kontoret ga uten merboring et gunstig forhold under sprengningen av konturrasten. Presplitting dukket opp via informasjon om denne helt nye metoden fra gigantiske kanalsprengninger ved Niagarafallene i USA. Det ble en interessant arbeidsoppgave for Kontoret å tilpasse presplitting til vårt hjemlige behov. Det ble gjort en rekke forsøk i vegskjæringer og salvekonturer både over og under jord, stort sett med godt resultat. Det viste seg at metoden også kunne brukes samtidig med en salvesprengning uten at konturhullene ble sprengt først i en egen operasjon.

Resultatene er fortsatt synlig i jevne og stabile fjellsider langs mange veier omkring i landet

Helse, miljø og sikkkerhetsarbeider

For serien "Vernehåndbok Bygg og Anlegg" som Norges Byggforskningsinstitutt utga 1979-1980, var det naturlig at Kontoret stod som forfatter av heftet "Fjellsprengning".

Vernetiltak mot fysiske skader omfatter også sikringsarbeider som fjellbolting og sprøytebetong. Sulitjelma Gruber var blant de første som tok i bruk bolter for sikring av hengen i bergrommene, men det gikk flere år for bolting fikk innpass overalt.

Etter hvert ble det lansert ulike boltetyper i markedet; som innstøpte kamstålbolter, perfobolter, ekspansjonsbolter, rørbolter, polyesterforankrede bolter. Boltene kunne suppleres med fjellband, store underlagsskiver og netting. Som rimelig er i første fase av en utvikling, var det mange spørsmål som måtte avklares som f eks nødvendig lengde i et tunnelprofil eller i en strosse, i innbyrdes avstand, forholdet mellom blokktype og bergart og hvordan forspent bolter oppførte seg etter dynamiske påkjenninger fra nærliggende salvesprengninger. I samarbeid med bergverk og entreprenører ble det foretatt trekkforsøk på installerte bolter for å teste belastningsevnen og for kontroll av forspenning etter salvesprengninger i nærheten. Disse sistnevnte undersøkelsene viste at en stor del av forspente bolter helt eller delvis mistet sin forspenningskraft etter dynamisk påkjenning. Det ble også nedlagt et betydelig arbeid under utprøvingen av polyesterpatroner for bolteforankring. Resultatene ble gjort tilgjengelige i håndboken "Fjellbolting" fra 1973 og for det internasjonale publikum i "Rock Bolting - a practical handbook", (Pergamon Press). Introduksjon av kabelbolting var også et område som hadde krav på interesse.

Våtsprøyting kommer

Sprøytebetong som forsterkning av ustabilt fjell ble tatt i bruk fra begynnelsen av 1950-årene. Sprøytebetong er en betongblanding som sprøytes på bergveggen uten bruk av forskaling. Det startet med tørrsprøyting. En blanding av sement og tilslagsstoffer sprøytes på bergveggen mens den nødvendige vannmengden tilsettes ved utløpet. Kapasiteten var liten, og påføringen omstendelig med betydelig prelletap. Det startet med håndholdt slange uten særlig hensyn til helse og miljø

I Tyskland hadde bransjen kommet langt med sprøyting av ferdigblandet sats, gjerne kalt våtsprøyting. Kontoret satte seg som mål å arbeide for bruk av våtsprøyting i Norge og tyske foredragsholdere ble invitert til Norge.

En norsk produsent av betongpumper kom også på banen. Faglig motbør til tross, våtsprøyting slo gjennom og ble snart den enerådende metoden for sprøytebetong. For fagfolk ble dette et interessant utviklingsområde som fenget interesse hos Dr.Ing.-studenter ved NTH. Flere avhandlinger derfra ble viktige bidrag i den videre utviklingen.

I 1978 påviste Kontoret at sprøytebetong var et effektivt middel til å hindre nedfall fra sprakefjell. Spenningene opptas av fjellet, ikke av sprøytebetongsjiktet. Dette var en oppdagelse som vakte internasjonal oppmerksomhet. Boltesikring i sprakefjell vil alltid være en problematisk arbeidsoperasjon. Nå sto en bedre rustet på dette området.

Eget bergmekanisk laboratorium vurderes

Mye nybrottsarbeid gjenstod for å fremskaffe pålitelige fjelltekniske parametre. Dette angikk både ingeniørgeologien og bergmekanikken, to vitenskapsgrener av nyere dato. Det forelå forslag om at Kontoret skulle bygge opp et eget bergmekanisk laboratorium. En heldig konklusjon endret dette til NTH. Kontoret valgte å bistå ved med driften. En fast laborant ved bergavdelingen sto hele tiden på Kontorets lønningsliste. Dette bidro til at flere forskningsoppgaver kunne løses i fellesskap. Den samme samarbeidspolitikken ble benyttet overfor det ingeniørgeologiske miljøet ved NTH. Både prosjektet med borbarhetsundersøkelser og registreringer av sprakefjellsforekomster var samarbeidsprosjekter mellom Kontoret og NTH. Det samme gjaldt

Faglig kontakt over landegrensene ble tidlig del av virksomheten i Kontor for Fjellsprengningsteknikk. Anders Heltzen til høyre i bildet. Sentralt i lys dress Leopold Müller som anses som initiativtager til ISRM. Samme Müller sammen med kjente ingeniører som Pacher og Rabcewics utviklet NÖT som hos oss omtales som NATM (nye Østerrikske Tunnelmetode).

et samarbeid med Institutt for mekanikk om studiet av sjokkbølger i fjell.

Kontakt med omverdenen.

Kontoret var stadig åpen for vurdering og utprøving av metoder og utstyr som ble lansert. Presentasjon av prøveresultater ble til artikler i fagpresse og foredrag. Gjennom en publikasjons- og artikkeltjeneste bidro Kontoret til rask spredning av sprengningstekniske nyheter. Møter med bransjen ble etter hvert systematisert som en fast ordning.

Det ble knyttet nære bånd til utenlandske forskningsinstitutter og organisasjoner. Svensk og finsk bergforskning var viktig, videre bergmekanikkmiljøet i Salzburg, International Society for Rock Mechanics, og ikke minst foreningen for bygningsingeniører i Budapest.

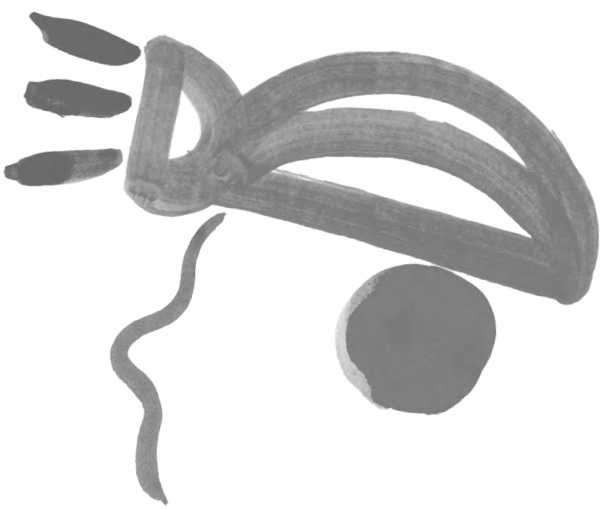
Her hjemme må nevnes kontakten til bergforskningen som igjen var knyttet til Institutt for gruvedrift..

Kontoret som NFFs faste sekretariat bidro også med mange foredragsholdere. Ansatte ved Kontoret holdt i perioden 1963 – 1982 i alt 58 foredrag på foreningens høstarrangement.

En periode er over.

I 1982 ble fusjonen med Norges Geotekniske Institutt gjennomført. Kontoret og mye som det hadde stått for ble borte. Forskningen fortsatte, spesielt kan nevnes fragmenteringsforsøk og oppbygging av forsøksstasjonen på Bånnkall. Økonomi er dessverre en nødvendig innsatsfaktor også for forskning. Tilskuddene ble redusert og etter hvert borte, nøkkelpersoner gikk over i annen virksomhet så ved inngangen til 90-årene slukkes lyset og det var det.

Utviklingen fortsetter likevel. Ny kunnskap og ny teknologi bedrer arbeidsmiljø, øker kvalitet og gir nye produksjonsrekorder. Det skjer i en internasjonalisert hverdag og er en annen historie.



Ring 3 Løren. Foto: Statens vegvesen.

Ingeniørgeologi, starten på faget

Einar Broch

Utdanning av bergingeniører er den eldste akademiske utdanning vi har her i landet. Den er omfattende beskrevet i boken "Bergingeniørutdanning i Norge gjennom 250 år" som ble utgitt i 2007 i forbindelse med jubileet. En god forståelse av malmenes og bergartene egenskaper er naturligvis et viktig tema i en slik utdannelse. Geologi har derfor alltid vært et sentralt fag for bergingeniørene. Også for mange bygningsingeniører er det viktig med en forståelse av geologiske og geotekniske forhold. Ved Norges Tekniske Høgskole (NTH) har derfor et introduksjonsfag i geologi for studentene ved Bygningsingeniøravdelingen lange tradisjoner.

I 1955 ble Selmer-Olsen ansatt som førsteamanuensis ved Geologisk Institutt på NTH med særlig ansvar for å undervise bygningsingeniør-studentene. Det var rette mann på rette sted og til rett tid. Hans inspirerende undervisningsstil virket tiltrekkende på studentene. I løpet av få år utviklet Selmer-Olsen et lite innføringsfag til en hel fagpakke, etter klart uttalte ønsker både fra studentene og fra industrien. Det var derfor naturlig at dette nye faget som ble kalt ingeniørgeologi, fikk et eget professorat. Slik ble Selmer-Olsen i 1962 den første professor i ingeniørgeologi ikke bare i Norge, men også i Norden. Han kan utvilsomt omtales som "Ingeniørgeologiens Far" her i landet.

Figur 1. Professorene Zaruba og Selmer-Olsen i samtale under befaring i Gauldalen i mai 1968

I løpet av de første årene av sin yrkeskarriere hadde Selmer-Olsen arbeidet med et vidt spekter av geologirelaterte problemer. Vel kjent var hans arbeid om norske jordarters variasjon i korngradering og plastisitet. Av særlig betydning for hva som senere skulle skje, var det at han allerede i denne perioden ble involvert i problemer knyttet til anlegg i fjell. Her viste han sin evne til å kommunisere med ingeniørene, oppfatte deres problemer, og sammen med dem finne gode og praktiske løsninger. Ingen i dette land, og sannsynligvis heller ikke utenfor, har gitt verdifulle råd ved så mange fjellanlegg som han. Det er tale om ca. 150 kraft- og vannforsyningsanlegg i fjell, 55 kommunikasjonstunneler og 40 haller i fjell for å sette noen tall på hans omfattende virksomhet.

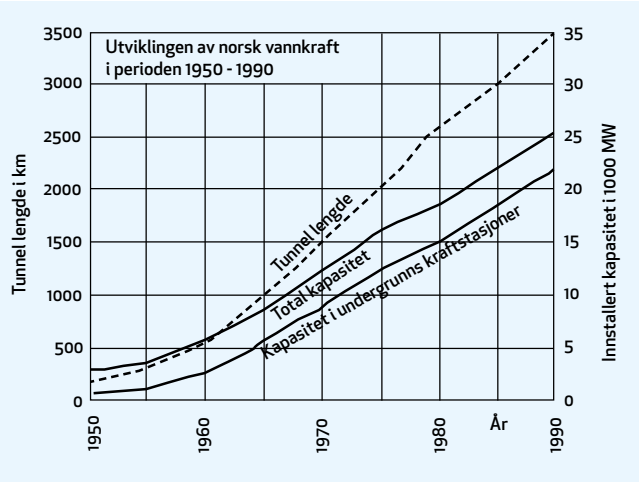
Den nære kontakt med de praktiske problemer preget selvsagt Selmer-Olsens undervisning. Han la alltid stor vekt på å bruke observasjoner fra naturen og anleggene. Koblet med en sikker forståelse for de fysiske prosesser som virket, ga dette praktisk nyttige løsninger. Selmer-Olsen oppnådde solid internasjonal anerkjennelse. Han var rådgiver for anlegg i flere land så vel i Afrika og Amerika som i Europa. Hans internasjonale anerkjennelse og rådgiving har gitt langsiktige positive virkninger for internasjonal anvendelse av norsk fagkunnskap innen ingeniørgeologi.

At norsk ingeniørgeologi allerede på 60-tallet var i ferd med å bli internasjonalt anerkjent, var besøket av Europas, for ikke å si verdens, ledende ingeniørgeologi-professor Quido Zaruba fra Tsjekkoslovakia et bevis på. I mai 1968 var han to uker som gjest ved Geologisk Institutt, - se bilde av Zaruba og Selmer-Olsen i figur1.

I august samme år ble Zaruba valgt som den første president i den nyopprettede "International Association for Engineering Geology" - IAEG. Valget skjedde for øvrig i Praha et par dager før den sovjetrussiske invasjonen. (Kvelden før invasjonen var forøvrig forfatteren av dette kapitel sammen med sin kone gjester i Zarubas hjem. Veien hjem fra et invadert Praha til Trondheim ble lang og komplisert).

Behovet for faget ingeniørgeologi

Den raskt økende bruk av tunneler og anlegg i fjell, særlig innen kraftverksutbyggingen, førte til et behov for både rådgivning og forskning innen dette nye anvendte geologifaget.



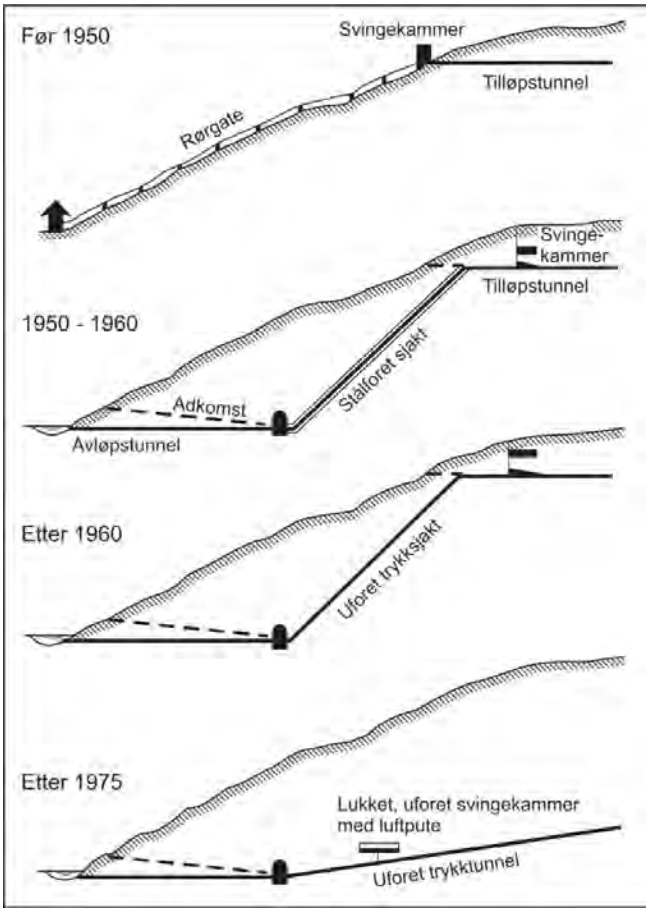
Figur 2. Utviklingen av norsk vannkraft i perioden 1950 - 1990

Figur 2 viser at i 1950 ble kun en liten del av den norske elektrisiteten generert i kraftstasjoner i undergrunnen, og at praktisk talt all installasjon etter 1950 er gjort i kraftverkshaller i fjell. Dette var i utgangspunktet et resultat av at myndighetene, basert på erfaringer fra den annen verdenskrig, forlangte at kraftstasjoner skulle sikres best mulig mot krigshandlinger. Med den raske utvikling innen fjellsprengingsteknikken ble det snart klart at dette også totalt sett ga den billigste løsning. Omkring 1990 hadde vi derfor nesten 200 kraftstasjoner i fjell her i landet. De norske kraftstasjonene utgjorde da mer enn en tredjedel av alle verdens kraftstasjoner i fjell. I denne perioden ble det i gjennomsnitt ferdigbygd fem kraftstasjoner per år. Og, som figuren viser, ble det sprengt 100 km tunneler for disse kraftstasjonene per år.

Denne enorme aktiviteten innen planlegging og bygging av underjordiske kraftverk og deres stadig lengre tunneler førte til et stadig økende behov for ingeniørgeologer. Så sent som på midten av 60-tallet var det fremdeles kun en håndfull personer som med en viss rett kunne omtale seg selv som ingeniørgeologer. Det var således på høy tid at det på NTH ble satt i gang systematisk utdanning innen dette fagfeltet. Og det er ikke urimelig å si at det var nettopp den veldige kraftverksbyggingen som fremfor alt drev frem den nye profesjonen. Fra slutten av 60-tallet og til langt ut på 70-tallet opplevde en at prisen på en meter utsprengt tunnel praktisk talt stod stille mens de fleste andre priser innen bygningsbransjen steg betydelig. Det viser en bransje i klar teknologisk utvikling.

Økende forståelse av hva berggrunnen er og hvordan bergmasser oppfører seg, førte også til at besparende løsninger kunne tas i bruk i kraftverksbransjen. Det beste eksemplet er de uforede trykksjaktene. Figur 3 viser at i den første fasen etter at kraftstasjonene ble plassert inn i fjellet, ble også stålrøret som leder vannet til turbinene tatt med inn i fjellet. Allerede omkring 1920 ble det gjort vellykkede forsøk på å lede vannet gjennom sjakter uten stålrør eller stålforing. Vanntrykk tilsvarende opp til 150 m ble brukt. Omkring 1960 ble denne teknologien brakt frem i lyset igjen, og vanntrykket ble doblet uten at det oppstod problemer. Utbyggerne så potensialet for store besparelser både i kostnader og byggetid, og ingeniørgeologene og bergmekanikerne ble utfordret. Den uforede trykksjakten ble snart norsk standardløsning, og omkring 1990 var den uforede trykkhøyden kommet opp i 1000 m.

Midt på 70-tallet ble så det åpne svingekammeret på toppen av trykksjakten erstattet med den såkalte luftputen. Dette er en råsprengt fjellhall som uten noen foring skal holde på et innvendig lufttrykk. Den største hall som er laget har et volum på 120.000 m^3, mens det største innvendige lufttrykk som er i bruk balanserer et vanntrykk på 800 m, - tilsvarende ca 80 bar. Dette er en dristig bruk av bergrunnen som vi fremdeles er alene om her i landet, og som virkelig forutsetter god forståelse av bergmassen samt grunnvannet og spenningsforholdene i berggrunnen.



Figur 3. Økende kunnskap om bergmassens egenskaper og spenningsforhold førte til at kraftstasjoner ble lagt inne i fjellet og uforete tunneler og trykksjakter erstattet stålrør.

Hva omfatter faget ingeniørgeologi?

En måte å svare på det spørsmålet, kan være å se på noen av de doktorgradsavhandlinger og diplomoppgaver som ble gjennomført innen fagfeltet etter at faget var etablert.

Sleppematerialer

Den første diplomoppgave i det nye faget ingeniørgeologi var det bergstudenten Tor Brekke som

leverte i 1959. Temaet var en undersøkelse av sleppematerialet og sleppenes orientering i overføringstunneler i anleggene Hemsil I og II. Fire år senere, i 1963, leverte Brekke sin licentiatgrad (nå omtalt som doktorgrad) med tittel: "Om montmorillonittførende leirslepper og ras i fjellanlegg." I de etterfølgende år ble det gjennomført en rekke diplomoppgaver i laboratoriet for å følge opp dette arbeidet og i 1973 supplerte Kåre Rokoengen arbeidet med sin doktorgrad: " Svelleegenskaper hos leirsoner i fjell."

Så vidt vi vet ble svellende leirmineraler for første gang observert her i landet i rasmasser fra en svakhetssone i tilløpstunnelen til Hemsil I kraftverk. Før den tid hadde vi hatt store utrasninger, blant annet i jernbanetunneler på Sørlandsbanen, men forståelsen av hva som hadde forårsaket utrasningene var nok begrenset. Det var Selmer-Olsen med sine kunnskaper om leirenes mineralogi som var den første som forstod hvor viktig denne observasjonen var for å forstå hvordan såkalte knusningssoner kunne føre til utrasninger i tunneler. Ikke minst gjaldt dette i kraftverkstunneler som ble fylt med vann, og således gjorde det mulig for leirene å begynne å svelle. (I ettertid ble Selmer-Olsen noe spøkefullt beskyldt for å ha oppfunnet svelleleira og således hadde ansvaret for alle problemene den skapte.)

Det var nok ikke tilfeldig at den første diplomoppgave og den andre doktorgradsavhandling innen det nye faget ingeniørgeologi nettopp dreide seg om svelleleire. Senere (1992) fullførte Rainer Kocheise sin doktorgradsavhandling innenfor dette tema med tittelen "Swelling clays in subsea tunnels". Ved Geologisk Institutt på NTH ble det utviklet metoder for å kunne påvise leirmineraler med svelleegenskaper, smektitter, bl.a. ved bruk av Differensial Termisk Analyse (DTA). Det ble også utviklet metoder for å måle svelleegenskapene: fri svell metoden og svelletrykksmåling i ødometer. Dette er metoder som er i flittig bruk den dag i dag og utgjør en betydelig del av omsetningen i laboratoriet ved NTNU. Mellom 700 og 750 prøver er analysert i løpet av drøyt 50 år, - de fleste fra norske tunneler, men også fra 13 land utenfor Norge.

Bergarters borbarhet
Den første doktorgrad (eller licentiatgrad som det het den gangen) i ingeniørgeologi var det bygningsingeniøren Reidar Lien som fikk godkjent i 1961. Avhandlingens tittel var "En indirekte undersøkelsesmetode for bestemmelse av bergartenes borbarhet." Den ga grunnlag for en rekke diplomoppgaver i perioden frem til 1970, og en ny doktorgrad av Olav Torgeir Blindheim i 1979:"Bergarters borbarhet - Borbarhetsprognoser for tunnelanlegg." Dette arbeidet inkluderte også borbarhetsanalyser for TBM-tunneler.

Ingeniørgeologisk laboratorium som drives av NTNU og SINTEF i fellesskap, er i dag et verdensledende laboratorium for analyse og måling av borbarhetsegenskaper. Mer enn 3.000 bergartsprøver fra ca. 60 land er analysert, og årlig mottas mellom 100 og 200 nye prøver for analyse. Enkelte år har så mye som 80 % av de undersøkte prøver kommet fra utlandet.

Bergets sprengbarhet
I 1966 leverte Jan Bergh-Christensen sin licentiatgrad med tittel: "Om fjellets sprengbarhet."
Også denne ble fulgt opp av flere diplomoppgaver i de følgende år, og det tilbys fortsatt analyser for sprengbarhetsproblemer ved Ingeniørgeologisk Laboratorium.

Bergartenes styrke

Det er mange måter å måle styrken hos bergarter på. Tradisjonelt har den enaksiale trykkstyrken vært den mest vanlige måten å gjøre det på. Metoden krever imidlertid stort og tungt testutstyr og spesielt tilpassede prøvestykker. Den kan derfor i praksis bare utføres i et laboratorium. Ofte er strekkstyrken minst like interessant å vite som trykkstyrken. Det

ble derfor eksperimentert med slike målemetoder allerede på 60-tallet i Ingeniørgeologisk laboratorium. I 1970 var Einar Broch under et såkalt "sabbatsår" ved Imperial College of Science and Technology i London med på å utvikle den såkalte punktlast-testen, se figur 4. Fordelen med denne metoden var at man ikke trengte borkjerner slik som for den enaksede trykkstyrke- testen, og dessuten at den kunne utføres med bærbart utstyr og således kunne utføres i felten. Arbeidet ble videreført gjennom flere diplomoppgaver og med Brochs licentiatgrad i 1976: "Punktlasttesting av bergarter." Testen ble på 70-tallet standardisert av "International Society of Rock Mechanics" og har vært i bruk over hele verden i mange år. I 1990 fullførte Bjørge Brattli sin doktorgrad om "Geologiske parametres betydning for steinmaterialers styrkeegenskaper."

Figur 4. Einar Broch prøver ut den første punktlasttesteren i 1970.

Spenninger i fjell

Den andre registrete diplomoppgaven i ingeniørgeologi ble levert av Morten Bjerkan i 1964 og hadde tittelen: "En undersøkelse av bergslagsfenomener i norske fjellanlegg." At spenninger i fjellet kunne føre til tildels ukontrollerte stabilitetsproblemer i tunneler var en relativt ny erkjennelse blant tunnelingeniører på den tiden. Bergingeniører med erfaring fra dype gruver hadde nok vært borte i problemstillingen. Problemstillingen ble fulgt opp i nye diplomoppgaver basert på modellering og observasjoner for veitunneler og kraftverkstunneler. I 1977 avsluttet Bjørn Buen sin doktorgrad om "Residualspenninger i fjell". Ellers var det Bergmekanikklaboratoriet ved Institutt for Gruvedrift som ble den sentrale aktør innen fagfeltet spenninger i fjell.

Stabilitet av skjæringer og skråninger

Etter at konsentrasjonen in fagfeltet Ingeniørgeologi-fjell i lang tid hadde vært rettet mot ulike aspekter knyttet til bruk av undergrunnen, ble det på 70-tallet økende interesse også for problemstillinger knyttet til stabilitet og sikkerhet av fjellskjæringer og skråninger. Stadig høyere veiskjæringer var en forklaring, men også ønsket om å lage så steile skråninger som mulig i dagbrudd for uttak av malm eller bruddstein for på den måten å spare penger var en del av forklaringen. I 1979 avsluttet Bjørn Nilsen sine doktorgradsstudier med avhandlingen: "Stabilitet av høye fjellskjæringer." Detaljerte observasjoner i dagbruddet ved Rana Gruver kombinert med modellstudier dannet basis for avhandlingen og laget et godt grunnlag for fremtidige vurderinger av stabilitet og sikkerhet i skjæringer her i landet. I nyere tid har Vidar Kveldsvik (2008) og Guro Grøneng (2010) gjennomført studier av stabilitetsforholdene for det antatt 40 mill. m^3 store Åknesraset på Sunnmøre.

Ingeniørgeologiske undersøkelser

Feltstudier av topografiske og geologiske forhold i områder hvor ulike typer av fjellanlegg planlegges har alltid vært en sentral del av ingeniørgeologens hverdag. En lang rekke diplomoppgaver har vært gjennomført for ulike anlegg så vel innenlands som utenlands, både ferdigbygde og planlagte, har opp gjennom årene vært utført av våre diplomstudenter. Også kartlegging og beskrivelse de geologiske og bergtekniske forhold i tunneler og fjellhaller under bygging har vært en viktig del av opplæringen og derfor brukt som diplomoppgaver/masteroppgaver i anlegg både innenlands og etter hvert også utenlands. I 1981 leverte Alf Thidemann sin doktorgrads-

Figur 5. Bjørn Nilsen inspiserer faren for ras ved Åkneset

avhandling om "Langtidsstabilitet i vanntunneler", i 1983 leverte Bjørn Berger sin avhandling om "Geofysiske metoder anvendt i ingeniørgeologiske undersøkelser" og i 2008 leverte Kristin Hilde Holmøy sin avhandling om geologiske parametres betydning for å forutse vannlekkasjer i tunneler. I de senere år har det også vært gjennomført doktorgrader av utenlandske studenter som har sett på geologiske og stabilitetsmessige forhold i tunneler og underjordiske kraftstasjoner i deres hjemland, - særlig i Kina og Nepal.

Uforete trykksjakter og luftputer i kraftverk

I 1961 fikk byggstudentene Einar Broch og Jan Bergh-Christensen etter spesiell avtale med professoren i Vassbygging, Vidkun Hveding, tillatelse til å gjøre en felles diplomoppgave med daværende førsteamanuensis Selmer-Olsen som veileder. Oppgavens tema var "En undersøkelse vedrørende uforete trykksjakter." Geologiske undersøkelser ble gjort ved i alt 11 kraftverk beliggende mellom Mandal og Hammerfest. Flere av trykksjaktene ble tappet tomme og inspisert fra innsiden. Største vanntrykk i uforet sjakt var den gangen var 286 m (Tafjord K3).

Temaet har senere blitt behandlet i flere diplomoppgaver etter hvert som trykksjakter med stadig økende vanntrykk ble bygd. Midt på 70-tallet kom også den første luftpute (Driva kraftverk) som erstatning for det tradisjonelle svingekammeret. Også dette er et uforet bergrom og kan på mange måter betraktes som en videreutvikling av de uforete trykksjaktene. En klar forståelse av de geologiske forhold så vel som spenningsforholdene omkring luftputen er nødvendig. I 1991 leverte Halvor Kjørholt sin doktorgradsavhandling: "Gas tightness of unlined hard rock caverns" som bl.a. oppsummerte hva vi hadde lært fra driften av i alt 10 luftputekamre med tykk opp til 80 bar. Videre ble det pekt på hvordan denne lærdom kunne brukes for fremtidig lagring av gass i fjellhaller. Kjørholt fikk for øvrig Det Kongelig Norske Videnskabers Selskabs pris for årets beste doktorgradsavhandling.

Utviklingen av fagområdet Ingeniørgeologi ved Geologisk Institutt, NTH. (senere Institutt for Geologi og Bergteknikk ved NTNU)

Da Selmer-Olsen ble utnevnt til professor i 1962, ble hans stilling som førsteamanuensis overtatt av Tor Brekke. En stilling som vitenskapelig assistent var også tilknyttet fagområdet. I 1966 ble det opprettet en stilling som laboratorieingeniør som Einar Broch fikk etter å ha vært vit.ass. et år. Denne stillingen overtok Olav Torgeir Blindheim i 1970 etter et par år som vit.ass. Broch overtok da amanuensisstillingen etter Brekke som var blitt tilbudt et professorat ved University of California, Berkeley. Tilgangen på studenter økte kraftig, og i 1973 ble det opprettet et dosentur som skulle ta seg spesielt av løsmassenes ingeniørgeologi. Den stillingen fikk Ragnar Dahl. En amanuensisstilling ble også opprettet med ansvar for hydrogeologi slik at midt på 70-tallet bestod faggruppen av fem faste vitenskapelige stillinger og to vit.ass. stillinger pluss en laborant. Etter Selmer-Olsens avgang i 1983 fikk Einar Broch professoratet i Ingeniørgeologi-fjell, og i 1984 fikk Bjørn Nilsen den ledige førsteamanuensisstillingen etter Broch. I 1992 fikk Nilsen opprykk til professor. Etter Brochs avgang i 2008 ble Krishna Panthi fra Nepal, tidligere M.Sc.-student og doktorgradsstipendiat ved NTNU, førsteamanuensis i Ingeniørgeologi-fjell.

En annen måte å beskrive utviklingen på, er også å se på hvor mange kandidater som ble utdannet. Dette kan vi gjøre med å telle opp innlevert diplomoppgaver. Det må her understrekes at diplomoppgaver i ingeniørgeologi ble utført både av studenter fra linjen for teknisk geologi på Bergavdelingen og av studenter fra Bygningsingeniøravdelingen. Videre må det sies at oppgavene selvsagt ikke bare er fjellrelaterte, men også løsmasserelaterte. Hvis vi går i femårs perioder fra 1960 og frem til 2010 har vi følgende tall: 1, 25, 41, 27, 48, 33, 48, 31, 29 og 30. Det viser en veldig rask økning i perioden 1965 – 75 som var den perioden hvor staben ble raskt utbygd. Tallene viser også en del svingninger opp gjennom årene, noe som nok har en sammenheng med hvordan markedet for sivilingeniører med ingeniørgeologi kompetanse har variert.

I tillegg til norske diplomoppgaver har faggruppen siden 1995 hvert år også hatt ansvaret for 2 – 4 (max.7) masteravhandlinger for utenlandske studenter på det internasjonale Master of Science kurset "Hydropower Development", og i de senere år også innenfor "Geohazards". Undervisningsmiljøet har således blitt mer og mer internasjonalt i løpet av de siste par decennier. En rask opptelling viser at lærerne ved institutter har vært med på å utdanne studenter fra ca. 60 land. Norsk ingeniørgeologi er derfor rimelig godt kjent rundt omkring i verden. Det er veldig prisverdig at NFF aktivt arbeider for å opprettholde og videreutvikle kontakten med disse utenlandske studentene.

En teknisk krevende oppgave. Denne gang for Skanska.
Nedre bilde i byggefase. Øvre bilde ferdig bygget Nationaltheatret stasjon.
Foto: Jernbaneverket

Bergmekanikk i Norge

Arne M. Myrvang

Hva er bergmekanikk?

Bergmekanikk som fag eller vitenskap er av relativt ny dato, og det er først i de siste 50 år at faget har fått en selvstendig posisjon på linje med andre geofag. Bergmekanikk kan defineres som vitenskapen om:

- Bergarters og bergmassivers mekaniske egenskaper
- De spenninger eller bergtrykk som virker i berget
- Hvordan spenningene virker på berget og på hulrom i berget

Bergmekanikk er basert på klassisk mekanikk og elastisitetslære. Selv om mange bergarter avviker mye fra ideelle materialer, vil det mekaniske grunnlaget være vesentlig for forståelsen av de fenomener som kan observeres i praksis.

Måling av fysiske størrelser både i laboratorium og felt inngår som vesentlige elementer i bergmekanikken.

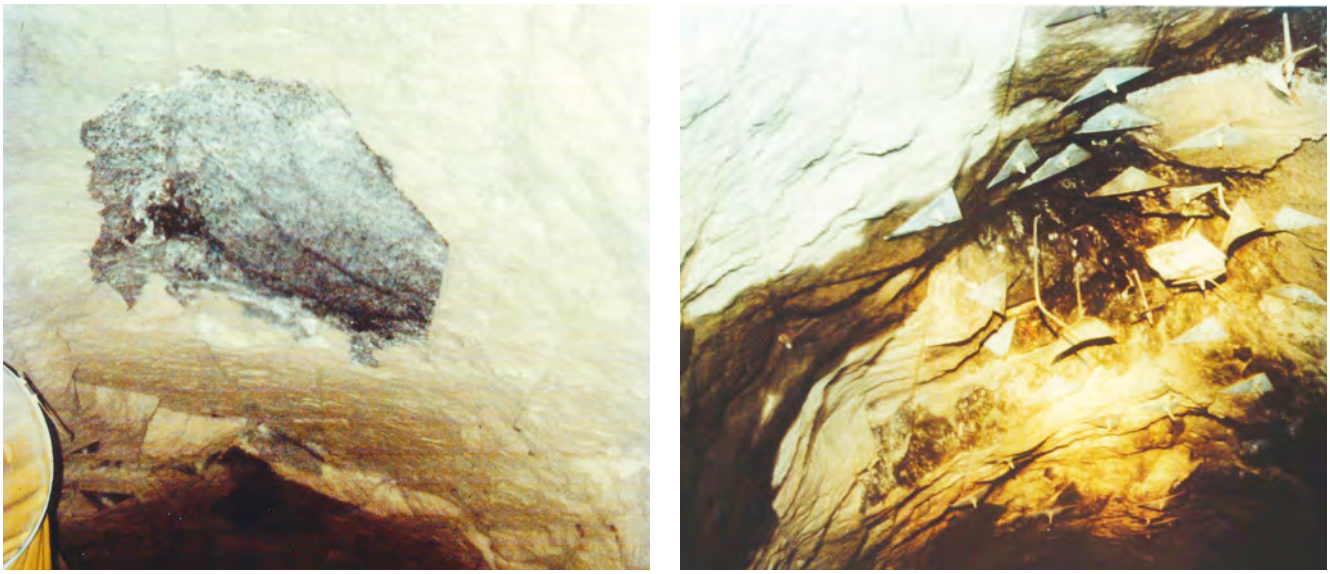
Praktisk bergmekanikk vil ofte være knyttet til ingeniørgeologiske og strukturgeologiske forhold, og for å tolke bergmekaniske målinger kreves det også en forståelse av disse forholdene. I moderne ingeniørgeologisk praksis brukes i dag også mer målinger av fysiske egenskaper, slik at avstanden mellom bergmekanikk og ingeniørgeologi ofte kan være liten

Utvikling av faget i Norge

Starten på å utvikle bergmekanikken til et anvendt, driftsrelatert hjelpemiddel skjedde først på 1960-tallet ved daværende Institutt for gruvedrift ved NTH, og det var først og fremst bergindustrien som viste interesse for det nye fagområdet. Det hele ble initiert av professor i gruvedrift Arne Hofseth. Han hadde bl.a. gjennom studiereiser til USA og andre land, sett at dette var et fagområde som ville få stor betydning for både planlegging og drift av moderne gruver.

På den tiden fantes det nærmere 40 underjordsgruver i Norge. Mange av dem var små med begrensede ressurser, samtidig som en god del hadde stabilitetsproblemer. Gruveselskapene var organisert i Bergverkenes Landssammenslutning (BVL), og professor Hofseth fikk overtalt ledelsen i BVL til at Institutt for gruvedrift skulle fungere som en slags felles forskningssenter innen bergmekanikk som skulle betjene hele bergindustrien i Norge. Bergindustrien hadde for øvrig bidratt med betydelige midler til bygging av et nybygg for oppredning og gruvedrift ved NTH i 1953, og Institutt for gruvedrift kunne i 1962 flytte inn i betydelige laboratoriearealer i et tilbygg til dette. Her var det også avsatt areal for et fremtidig bergmekanikklaboratorium.

Allerede midt på 1950-tallet hadde den svenske professor Nils Hast utviklet et brukbart instrument for måling av bergspenninger, og hans målinger rundt omkring i Sverige viste at i svært mange tilfeller var de horisontale bergspenningene høyere enn de vertikale. I 1958 gjorde Hast også målinger ved 4 norske bergverk, og resultatene her viste det samme. Dette var oppsiktsvekkende resultater, idet den vanlige oppfatningen innen da hadde vært at bergspenningene kun var generert av tyngdekraften. Dette ville generelt si at horisontalspenningen var ca. en tredel av vertikalspenningen.



Figur 1 . Spraking i tunneltak på grunn av høyt, horisontalt bergtrykk som oppkonsentreres i taket

Hasts oppdagelse gjorde det enkelt å forklare hvorfor det ofte spraket i taket av tunneler og bergrom, se figur 1.

Professor Hofseth forsto at kunnskap om bergspenningenes størrelse og retning var svært viktig i forbindelse med planlegging og dimensjonering av gruvedrift. I 1962 ble bergingeniør Bjørn Li ansatt som Hofseths vitenskapelige assistent, og en av hans hovedoppgaver var å skaffe opplysninger om bergspenningsmålinger rundt omkring i verden. Han tok bl.a. kontakt med det føderale U.S. Bureau of Mines som hadde utviklet et brukbart, strekklappbasert måleinstrument, og Institutt for gruvedrift fikk tillatelse til å lage en egen versjon av dette.

Konstruksjonsarbeidet av målecellen ble utført av sivilingeniør Kjell Karlsen, faglærer i Bergverksmaskiner ved instituttet. I årene som fulgte konstruerte Karlsen en rekke felt- og laboratorieinstrumenter som i prinsipp er i bruk den dag i dag. Bergtrykksmålecellen og en del andre måleinnretninger ble første gang tatt i bruk høsten 1964 i forbindelse med tre hovedoppgaver ved instituttet. De tre studentene var Per Gjelvold, Ragnar Moslet og Arne Myrvang.

Feltarbeidet foregikk ved Kjørholt kalksteinsgruve (Norsk Hydro), og en stor del av arbeidet var konsentrert om måling av belastning på bergpilarer i rom- og- pilar-området in gruva. Dette gikk etter forholdene svært bra og resulterte i tilforlatelige verdier for spenninger og spenningsfordeling i pilarene.

Etter feltarbeidet fulgte ganske omfattende laboratorieundersøkelser i et heller primitivt laboratorium, se figur 2.

Men i ettertid har det vist seg at resultatene var fullt på høyde med det som oppnås med mer sofistikert utstyr! I løpet av 1964 fikk imidlertid professor Hofseth ordnet med en større bevilgning fra det såkalte Bergfondet for oppbygging av et state-of-the-art bergmekanikklaboratorium.

Samtidig fikk Bjørn Li et stipend fra BVL for å gjennomføre et licentiatstudium (senere dr.ing.) innen bergmekanikk med oppstart på nyåret i 1965. Under hans ledelse ble i de neste 2 årene bygd opp et laboratorium i verdensklasse. Samtidig ble det utviklet nye metoder for bergspenningsmåling og deformasjonsmålinger i felt. Li hadde også Kjørholt

Figur 2. Norges første bergmekanikklaboratorium! Glimt fra feltarbeidet ved Kjørholt kalksteinsgruve

kalksteinsgruve som hovedområde for feltarbeid, men det ble også gjort en god del feltarbeid i gruvene på Løkken. Licentiatstudiet ble fullført i slutten av 1967, og Li fikk da en førsteamanuensisstilling ved instituttet.

Fra 1968 ble Bergmekanikk eget fag ved NTH med Bjørn Li som faglærer. Faget ble obligatorisk for alle studenter innen bergteknikk og ingeniørgeologi. Faget ble også valgt av mange studenter fra Institutt for anleggsdrift.

Da Bjørn Li startet som stipendiat, ble Arne Myrvang vitenskapelig assistent for professor Hofseth. Dessverre døde Hofseth brått i september 1965, bare 57 år gammel. Han ble etter hvert etterfulgt av professor Ivar Berge, som fulgte opp arbeidet med å bygge opp bergmekanikken. Det resulterte i at Arne Myrvang fikk tilbud om et nytt BVL-stipend med oppstart av licentiatstudier sommeren 1967.

På den tiden hadde Rødsand Gruber i Romsdal betydelige bergtrykksproblemer, og Myrvangs arbeid ble rettet mot dette. En hovedoppgave var å utvikle en metode for tredimensjonale bergspenningsmålinger. De metodene som hadde vært brukt hittil var todimensjonale, dvs. de kunne bare måle spenninger i et plan. 3-D bestemmelser av spenningene krevde omfattende målinger i tre forskjellige borhull, noe som både var unøyaktig og svært tidkrevende. Det ble tatt utgangspunkt i et måleprinsipp basert på strekklapper utviklet av Leman ved Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) i Sør-Afrika. Institutt for gruvedrift fikk tillatelse til å bruke prinsipper, og Kjell Karlsen konstruerte en modifisert versjon. Etter to års omfattende utprøving i laboratoriet og i felten ved Rødsand Gruber, ble metoden etter hvert et praktisk brukbart instrument.

Måleprinsippet er såkalt overboring (overcoring). Ved hjelp av kjerneboring tas ut en borkjerne, og samtidig måles ved hjelp av strekklapper den elastiske deformasjon som oppstår i borkjernen når den frigjøres fra berget. Ved hjelp av elastisk teori kan så hovedspenningenes størrelse og retning bestemmes. Metoden har i alle år siden gjennomgått en kontinu-

erlig utvikling og er fortsatt i hyppig bruk av SINTEF Geologi og bergteknikk. Mens det tidligere ble brukt kabler til en målebro for å lese av deformasjonene, har instrumentet i dag en innebygget datalogger som kontinuerlig registrerer deformasjoner. Måleresultatet kan så lastes direkte over på en bærbar datamaskin. Figur 3 viser et bilde av en 3 D målecelle, sammen med en 2 D målecelle ("doorstopper") til venstre. 2 D måleceller brukes fortsatt en god del der en kan anta at spenningsforholdene er tilnærmet enakset eller todimensjonal. Et typisk eksempel er måling av belastning på frittstående bergpilarer, noe som er svært vanlig i mange gruver.

Figur 3. 3 D målecelle med innebygget datalogger til høyre. Til venstre 2 D målecelle ("doorstopper")

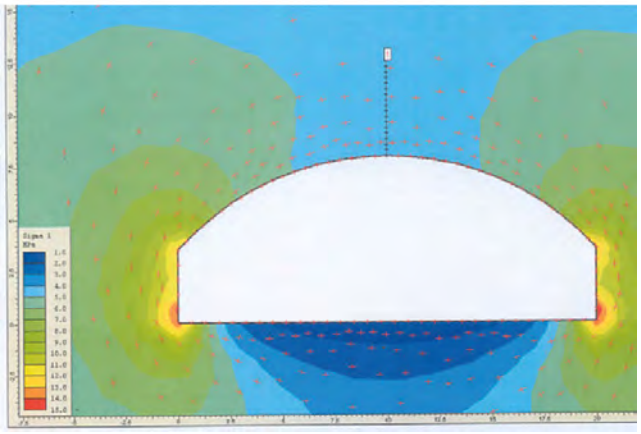
Arne Myrvang fullførte sitt licentiatarbeide sommeren 1970, og begynte å arbeide med den stadig økende mengden av bergmekaniske oppdrag fra industrien. Institutt for gruvedrift kunne ta på seg kommersielle oppdrag gjennom Forvaltningskontoret for oppdragsvirksomhet ved NTH. Dette ble administrert gjennom SINTEF, og ble i dagligtale kalt SINTEF B-virksomhet. Utover i 1970-årene vokste denne virksomheten kraftig, og det ble ansatt flere felt- og laboratorieteknikere, samt egen sekretær for oppdragsforskningen. Videre ble det innkjøpt egen feltbil som kunne ta med tungt borutstyr.

I 1971 forlot Bjørn Li Institutt for gruvedrift og begynte som bergmekaniker ved Sulitjelma Gruber. Arne Myrvang overtok stillingen som førsteamanuensis i bergmekanikk. Han ble i 1989 utnevnt til professor i faget, og hadde ansvaret for undervisningen i bergmekanikk fram til han gikk av med pensjon i 2005. Han arbeidet hele tiden også med oppdragsforskning for industrien. Bergspenningsmålinger med tilhørende laboratorieundersøkelser av bergartenes mekaniske egenskaper var i den sammenheng svært sentrale aktiviteter. For å utnytte resultatene av disse undersøkelsene ble det tidlig benyttet modellforsøk for å simulere forholdene rundt kompliserte bergrom. På slutten av 1960-tallet var datamaskinbaserte numeriske modeller ennå i sin spede barndom, og ved Institutt for gruvedrift ble det i forbindelse med Myrvangs licentiatarbeide anskaffet et avansert utstyr for såkalte spenningsoptiske modellforsøk. Dette baserer seg på det faktum at visse plaststoff blir det som kalles optisk dobbeltbrytende når det utsettes for mekanisk belastning. Når dette gjennomlyses med polarisert lys, oppstår interferens som er kraftigere jo høyere belastningen er. Dette gir et system av mørke linjer rundt for eksempel et snitt av et bergrom som er frest ut i plastplaten. Et eksempel på dette er vist i figur 4 som er hentet fra et oppdrag for en kobbergruve i Rio Tinto, Spania

i 1974. Modellen viser klart hvor det er høye spenningskonsentrasjoner som kan medføre spraking og stabilitetsproblemer i gruva.

Figur 4. Spenningsoptisk modell av et vertikalsnitt gjennom en gruve i Rio Tinto, Spania

I løpet av 1970-årene ble det ved Institutt for gruvedrift gjennomført et stort antall spenningsoptiske modellforsøk, både i forbindelse med gruvedrift og anleggsdrift. Disse var til stor hjelp for å vurdere utforming av bergrom og bergpilarer. Etter hvert ble spenningsoptikk avløst av datamaskinbaserte numeriske modeller, som i dag er et uvurderlig hjelpemiddel i forbindelse med dimensjonering og design av bergrom. Siste generasjons numeriske modell-progammer utmerker seg med brukervennlighet og utmerket grafikk med flotte farger. Figur 5 viser et vertikalsnitt gjennom et bergrom kjørt i Phase 2, et meget populært og mye brukt modelleringsverktøy.



Figur 5. Vertikalsnitt gjennom et bergrom kjørt med modellverktøyet Phase 2.

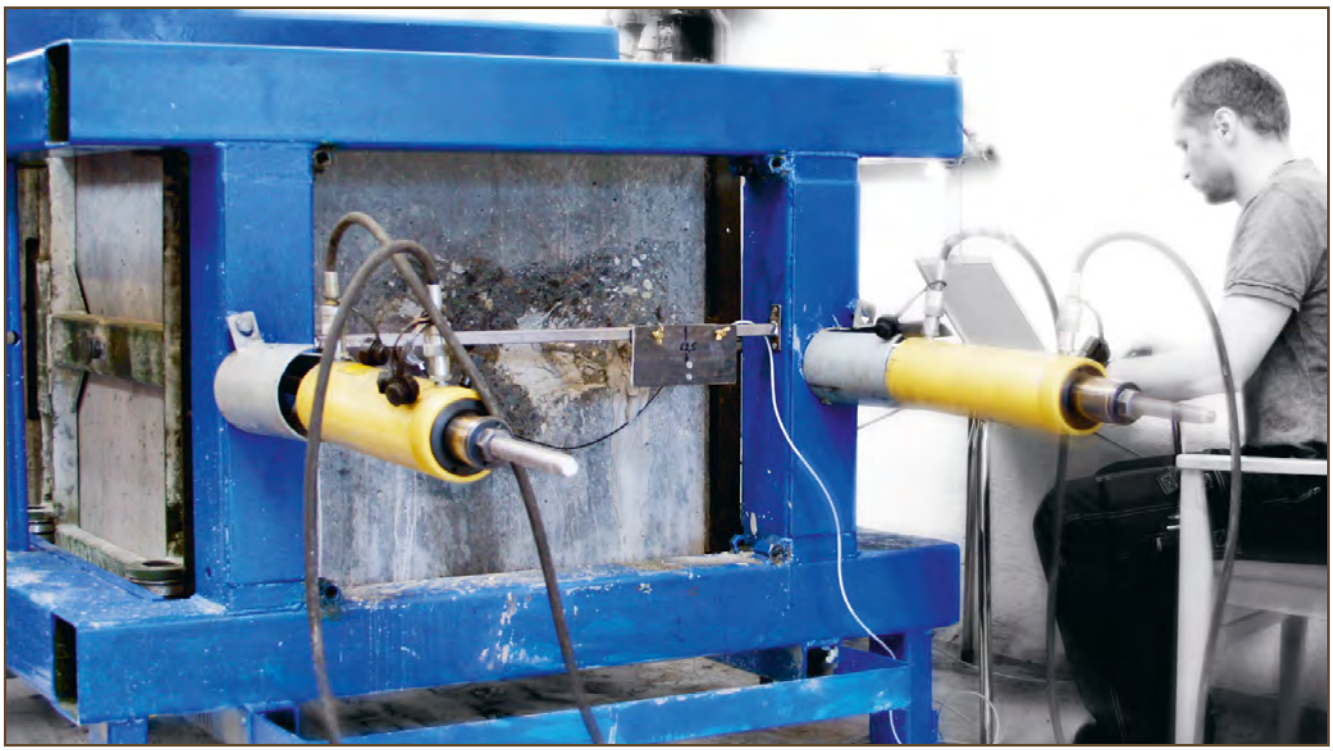
Men både ved numeriske og spenningsoptiske modeller er det slik at uten korrekte inngangsparametere kan modellen gi helt feilaktige svar. I den sammenheng er riktige bergspenningsverdier helt avgjørende. Amerikanerne snakker om GI - GO Garbage in – Garbage out (sometimes in the power of two!). Bergmekanikklaboratoriet er i dag en del av SINTEF Geologi og bergteknikk. Det foregår en stadig forbedring av felt- og laboratorieutstyr. I den sammenheng kan nevnes den unike fullskala testeriggen for ulike typer bergbolter. Riggen ble opprinnelig designet av Gisle Stjern i forbindelse med hans dr.ing-arbeide som ble fullført i 1995. I dag foreligger en videreutviklet utgave som er hyppig i bruk, se Figur 6.

Videre utvikling av bergmekanikken

Mens den første oppbygging av bergmekanikk i Norge foregikk ved Institutt for gruvedrift på NTH i Trondheim, og med bergindustrien som viktig partner, ble det etter hvert også økende interesse for fagområdet på anleggssiden. Dette skjedde først og fremst ved Kontor for fjellsprengningsteknikk (KFF, senere Institutt for fjellsprengningsteknikk) i Oslo. KFF ble etablert i 1961 som et NTNF (Norges Teknisk Naturvitenskapelig Forskningsråd)-tiltak, under ledelse av bergingeniør Anders Heltzen.

Heltzen hadde god kontakt med NTH-miljøet og innså fort at bergmekanikk også ville bli et viktig fag for anleggsindustrien. I 1966 ble bergingeniør Stuart Moxon hentet fra det engelske bergmekanikkmiljøet for å forestå oppbygging av bergmekanikk ved KFF. Det ble blant annet anskaffet engelskprodusert utstyr for bergspenningsmålinger. Kontoret hadde imidlertid intet bergmekanisk laboratorium, noe som var helt nødvendig for den bergmekaniske aktiviteten. Dette ble løst ved et samarbeid med Institutt for gruvedrift. KFF ansatte en laboratorie- og felttekniker som skulle ha fast arbeidsplass ved Bergmekanikklaboratoriet på NTH for å gjennomføre nødvendig bergmekaniske laboratorieundersøkelser for KFF. Samtidig kunne NTH benytte teknikeren vederlagsfritt i sin virksomhet når han ikke hadde oppgaver for KFF. Dette viste seg å bli et særdeles godt samarbeid til stor nytte for begge parter i mange år fram til KFF i 1983 ble fusjonert inn i NGI som også (inntil 1984) var et NTNF-institutt.

Ved NGI ble det utover i 1960-årene også betydelig interesse for bergmekanikk og ingeniørgeologi knyttet til berg. International Society for Rock Mechanics (ISRM) ble stiftet i Salzburg 1962. Her deltok NGIs daværende direktør Laurits Bjerrum, og han ivret for at det burde opprettes en Bergmekanikkforening i Norge. Det var tidlig kontakt mellom Bjerrum og Heltzen om dette. Dette ble vel ikke formalisert før i 1969. Da fikk NFF ansvaret for å organisere ISRM-symposiet "Large Permanent Underground Openings" som ble arrangert i Oslo 23-25 september 1969. Organisasjonskomiteen ble ledet av Morten Johnsen, daværende formann i NFF. Komiteen (som telte 23 medlemmer!) hadde representanter av ledende personer fra industri, offentlige etater, konsulentfirmaer og NTH. Arrangementet hadde industriminister Rostoft som høy beskytter. Ansvarlig for programmet var Tor Brekke og Finn Jørstad. Sekretariatet var lagt til KFF. Arrangementet må karakteriseres som svært vellykket med 266 deltakere fra 24 land. De fleste av 29 foredrag



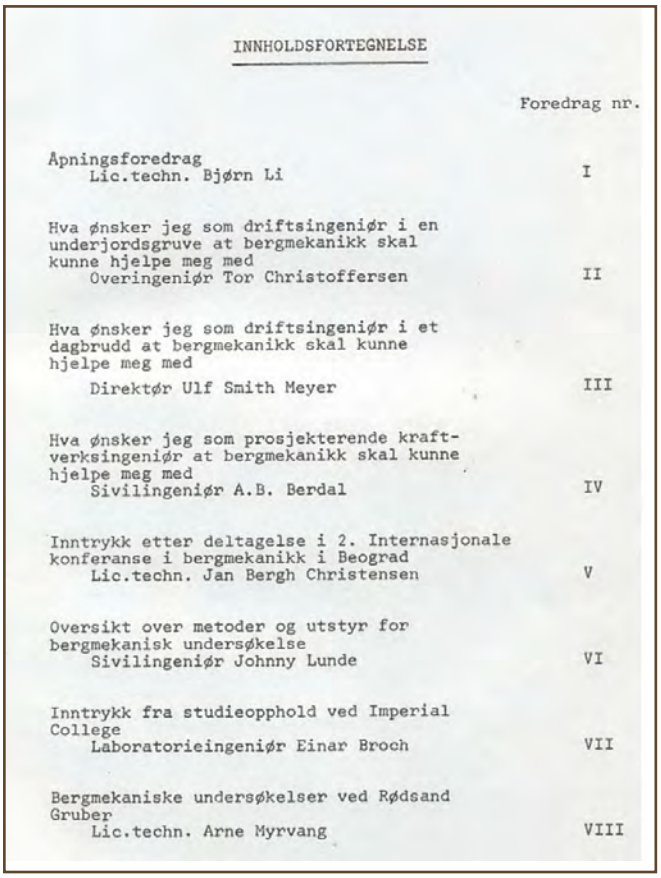
Figur 6. Fullskala testerigg for bergbolter

hadde hovedtema innen bergmekanikk og ingeniørgeologi. Foredragene ble publisert i en fin proceeding i 1970 med Tor Brekke og Finn Jørstad som redaktører. Etter symposiet ble det arrangert fire "post symposium tours" med stor deltakelse. En av turene gikk til Trøndelag og Møre med besøk ved flere anlegg og gruver. De ble velsignet med høstens første store snøstorm, med overflygninger, hotellproblemer osv. som resultat. De som var med på å arrangere dette husker kanskje best noen høye utenlandske herrers høylytte klager!

For å ivareta NFFs kontakt mot ISRM ble Norsk Bergmekanikkgruppe (NBG) opprettet som en undergruppe av NFF. Første formann var Bjørn Li, NTH, med Stuart Moxon, KFF, som sekretær. Styret i NFF vedtok også at det skulle arrangeres en egen Bergmekanikkdag knyttet til Fjellsprengningskonferansen, og den første Bergmekanikkdagen ble arrangert 19. november 1970. Foredragene ble presentert i et eget kompendium. Det første programmet er vist i figur 7.

Bergmekanikkgruppen har i alle år siden vært svært viktig for bergmekanikkmiljøet i Norge, med utallige foredrag på Bergmekanikkdagen, utgivelse av håndbøker, avholdelse av kurs og som kontaktorgan mot ISRM.

Ved NGI var det økende aktivitet innen bergmekanikk på slutten av 1960-tallet. Aktiviteten var først og fremst rettet mot anleggssektoren med hovedvekt på kraftutbygging. Sentrale personer var Reidar Lien og Johnny Lunde. I 1972 ble Nick Barton ansatt. Han hadde da nettopp avsluttet sin PhD innen skråningsstabilitet ved Imperial College i London Han skulle komme til å arbeide ved NGI i 25 år og var med på bygge opp NGIs gode anseelse innen bergmekanikk og ingeniørgeologi over hele verden. Sammen med Reidar Lien og Johnny Lunde arbeidet han med å utvikle et klassifiseringssystem for bergmassen, særlig med henblikk på riktig dimensjonering av bergsikring. Dette resulterte i Q-systemet som i 1974 ble beskrevet i tidsskriftet Rock Mechanics and Rock Engineering i den senere så berømte artikkelen: Barton, Lien &



INNHOLDSFORTEGNELSE

	Foredrag nr.
Åpningsforedrag Lic.techn. Bjørn Li	I
Hva ønsker jeg som driftsingeniør i en underjordsgruve at bergmekanikk skal kunne hjelpe meg med Overingeniør Tor Christoffersen	II
Hva ønsker jeg som driftsingeniør i et dagbrudd at bergmekanikk skal kunne hjelpe meg med Direktør Ulf Smith Meyer	III
Hva ønsker jeg som prosjekterende kraftverksingeniør at bergmekanikk skal kunne hjelpe meg med Sivilingeniør A.B. Berdal	IV
Inntrykk etter deltagelse i 2. Internasjonale konferanse i bergmekanikk i Beograd Lic.techn. Jan Bergh Christensen	V
Oversikt over metoder og utstyr for bergmekanisk undersøkelse Sivilingeniør Johnny Lunde	VI
Inntrykk fra studieopphold ved Imperial College Laboratorieingeniør Einar Broch	VII
Bergmekaniske undersøkelser ved Rødsand Gruber Lic.techn. Arne Myrvang	VIII

Figur 7. Foredrag ved den første Bergmekanikkdagen 19.november 1970

Lunde: "Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support". Q-systemet er i dag antakelig det mest anvendte klassifiseringssystemet i verden. Det har i årenes løp blitt utviklet og forbedret, og her har Eystein Grimstad ved NGI vært en viktig person.

NGI har opparbeidet en sterk posisjon innen numerisk modellering, spesielt kanskje ved bruk og utvikling av ulike varianter av UDEC-systemet, hvor Panos Chryssantakis har vært sentral.
Ved NGI ble det også etter hvert bygget opp et moderne bergmekanisk laboratorium. Dette har etter hvert også spesialisert seg mot bergmekanikk innen petroleumsteknologi.

Ved NTH skjedde det utover 1970- og 1980-tallet en sterk vekst i ekstern oppdragsforskning ved Institutt

for gruvedrift, Geologisk Institutt og Institutt for anleggsdrift, og instituttene hadde en rekke ansatte lønnet over virksomheten via det såkalte SINTEF B-systemet. Dette gjorde at det i 1983 ble satt i gang tiltak for eventuelt å opprette en egen ordinær SINTEF-avdeling innenfor instituttenes fagområder. Resultatet av dette var opprettelsen av SINTEF Bergteknikk i 1984. Forskningsoppdrag innen bergmekanikk i har siden stort sett foregått ved SINTEF Bergteknikk. Dette sorterer i dag under SINTEF Byggforsk med navnet SINTEF Geologi og bergteknikk. Et stort antall professorer ved de berørte NTH/NTNU-instituttene fungerer som vitenskapelige rådgivere i SINTEF og deltar ofte i SINTEF-prosjekter.
I 1989 fusjonerte Geologisk institutt, Institutt for gruvedrift og Oppredningslaboratoriet og ble til dagens Institutt for geologi og bergteknikk ved NTNU. Dette betydde også etter hvert samlokalisering i samme bygg. Dette har bl.a. betydd mye nærere kontakt innen fagområdene bergmekanikk og ingeniørgeologi. I dag ivaretas undervisning og mer grunnleggende forskning i bergmekanikk ved instituttet av professor Charlie Li.

Dagens situasjon

Fra det foregående vil det fremgå at NFF har spilt en viktig rolle i utviklingen av bergmekanikken i Norge. Dette gjelder særlig gjennom kontakten med ISRM på slutten av 1960-tallet og opprettelsen av Norsk Bergmekanikkgruppe. I tillegg har det gjennom årene også vært mange presentasjoner på Fjellsprengningskonferansen med en god del bergmekanisk innhold utenom Bergmekanikkdagen.

I dag er bergmekaniske vurderinger blitt en selvfølge ved de fleste underjordsprosjekter i Norge. Utenom de institusjoner som er nevnt ovenfor finnes det også betydelig bergmekaniske ekspertise ved mange rådgivende firmaer, offentlige etater som Statens vegvesen og Jernbaneverket, og bergverksbedrifter. Numerisk modellering er blitt et viktig og nødvendig verktøy som brukes av mange, men som nevnt ovenfor er det uhyre viktig at inngangsparametrene til modellen er tilforlatelige. Her kommer bergspenningsmålinger, laboratoriebestemmelser av mekaniske egenskaper og bergmassekarakterisering inn som særdeles viktige tiltak. Et annet eksempel som kan nevnes er knyttet til kraftverksbygging. Det foregår fortsatt noe nybygging, og en god del oppgradering av gamle kraftverk. I den sammenheng benyttes fortrinnsvis uforede trykktunneler. For at dette skal virke, er det avgjørende at minste hovedspenning i bergmassen er høyere enn vanntrykket for å unngå en splitting av bergmassen. Bergspenningsmålinger blir derfor nå utført nesten uten unntak ved alle kraftverksprosjekter. Hovedhensikten er å bestemme minste hovedspenning i bergmassen. Ved å måle med mellomrom innover i atkomsttunnelen kan kravet til minste hovedspenning i noen tilfeller oppfylles lengre ut i tunnelen enn opprinnelig beregnet, noe som kan medføre betydelige besparelser.

Kilder

- Kompendier fra Fjellsprengningskonferansen / Bergmekanikkdagen fra 1966 og utover.
- Intervju med Anders Heltzen i NFFs medlemsblad "Varsku her".
- Børresen og Kobberrød: "Bergingeniørutdanning i Norge gjennom 250 år", Tapir Akademiske forlag, 2007
- Brekke og Jørstad: Proceedings "Large Permanent Underground Openings", Universitetsforlaget 1970
- NGIs hjemmeside www.ngi.no
- Diverse andre hjemmesider.

Norsk geoteknikk gjennom 60 år

Nilmar Janbu og Rolf Sandven

I forbindelse med NGFs 50 års jubileum gav professor emeritus Nilmar Janbu et historisk tilbakeblikk på fagets utvikling. Denne beskrivelsen er etter tillatelse av Janbu bearbeidet videre av hans tidligere kollega, professor Rolf Sandven, i forbindelse med NFFs 50-års jubileum. Tidsrammen er også utvidet til å omfatte perioden mellom 2000 og 2010. Sandven er nå senior rådgiver i Multiconsult AS.

Nilmar Janbu, sentral i norsk geoteknisk sammenheng. Vår første professor innen fagfeltet. Og Rolf Sandven som har fulgt opp arven.

1950-ÅRENE. PIONÉRTIDEN FOR NORSK GEOTEKNIKK

Årene før 1950 – den første utvikling av geoteknikken

Spissformulert kan man si at norsk geoteknikk før 1950 var hovedsakelig overingeniør Sverre Skaven-Haug ved Norges Statsbaner (NSB). Etter 1950 ble fagets utvikling i større og større grad overtatt av Norges Geotekniske Institutt (NGI), med dets leder Laurits Bjerrum i spissen.

Før 1950 var internasjonal geoteknikk primært konsentrert rundt utviklingen ved Harvard University og Massachusetts Institute of Technology (MIT), med noen av fagfeltets fremste pionérer som Casagrande, Terzaghi og Taylor i spissen. Etter 1950 spilte etter hvert NGI og Imperial College, London, med henholdsvis Bjerrum og Skempton i spissen, en stadig viktigere rolle.

Terzaghi på ekskursjon i Loen.

I 1950-årene ble grunnlaget for et nytt fagområde utformet, og et nytt spesialisert fagområde for bygningsingeniøren ble skapt. Norges Geotekniske Institutt og bransjeforeningen Norsk Geoteknisk Forening (NGF) var de viktigste bidragsyterne til å sette norsk geoteknikk på kartet, både nasjonalt og internasjonalt.

Og her begynner historien!

Pionérene legger planer

I NGIs Publikasjon nr.1 har Olav Folkestad og Laurits Bjerrum en meget inte-ressant artikkel omkring det nystartede instituttet. De fremsynte planene de la for instituttets virksomhet ble i korte trekk definert slik:

- Feltutstyr utvikles for prøvetaking og in situ målinger

Laurits Bjerrum og Ove Eide sentrale personer for NGI.

Grunnboring utført med hydraulisk borerigg – et viktig verktøy i geoteknisk prosjektering.

- Laboratorieutstyr utvikles for bestemmelse av klassifiseringsdata og fysisk-mekaniske egenskaper
- Teorier utvikles for dimensjonerende analyser av stabilitet og setninger
- Utvikling av gode måleteknikker for kontroll og etterprøving
- Betydningen av å påta seg konsultative oppgaver understrekes videre for å skaffe erfaring og faglig utvikling

Dette programmet var visjonært og helt uten sidestykke, faktisk også i internasjonal geoteknikk, spesielt hva angår et harmonisk helhetsperspektiv.

Særnorske grunnforhold

Hovedhensikten med pionerenes programerklæring var å skaffe tilveie de beste redskaper og metoder for bestemmelse av grunnforholdene. Allerede i 1954 kunne Bjerrum redegjøre for norske leirers geotekniske egenskaper nettopp på bakgrunn av kvalitetsmessig utført prøvetaking, in situ målinger med vingeboring og laboratorieundersøkelser av opptatte prøver. Dette ble en klassisk referanse, som senere ble gjengitt internasjonalt.

På et tidlig tidspunkt kom kvikkleire og kvikkleireskredene til å fange stor oppmerksomhet og ble naturlig nok et viktig forskningsområde for norsk geoteknikk. Dr.philos. Ivan Rosenquist utførte dyptpløyende analyser av leirpartiklenes mikroforhold, noe som meget sterkt øket den fundamentale forståelse av leirenes oppbygging, spesielt hvilke faktorer som influerer på partikkelbindingene i ferskt og salt porevann. Disse funn ga også en forklaring på kvikkleirenes spesielle egenskaper i den såkalte saltutvaskingsteorien.

Den gryende kunnskap til kvikkleirenes egenskaper ble en utfordring ved geoteknisk prosjektering. Både Ove Eide (NGI) og Jan Friis (NOTEBY) fikk tidlig nok av oppgaver å bryne seg på, for eksempel ved utforming av byggegroper i byer og tettbygde strøk. Oslo tunnelbane ble i så måte et krevende pionérprosjekt for mange.

Byggegrop oppstøttet med forankret spunt – en klassiker innen geoteknikken.

Arbeidet med å utvikle bedre utstyr til grunnundersøkelser kom tidlig i gang og ga gode resultater. Utviklingen førte til etableringen av Geonor som fremdeles markedsfører geoteknisk felt- og, nå i mindre grad, laboratorieutstyr. Her spilte blant andre Arild Andresen en betydelig rolle.

Skredstudier i fokus

På stabilitetssiden skjedde det mye i midten av 50-årene, takket være et økende antall konsulentoppgaver i praksis og en del større skred på viktige tidspunkt.

Det var i denne perioden utvikling av treaksialforsøket gjorde de største fremskrittene, for eksempel i forbindelse med stabilitetsundersøkelsene av skredene i Lodalen og Ullensaker på Østlandet, samt ved grunnundersøkelser på Bakklandet i Trondheim og av sjøbunnen i Trondheimsfjorden.

På analysesiden skjedde det også betydelige fremskritt. Lamellemetoden for vilkårlig skjærflategeometri ble utviklet våren 1954 i direkte forbindelse med prosjekteringen av Materialteknisk Institutt ved NTH. Samtidig ble en avansert "blokkmodell" benyttet ved etterregning av for eksempel Bekkelagskredet i 1954. Betydelige forskjeller i sikkerhet ble påvist, især der man ikke kunne ta tilstrekkelig hensyn til bløte lag ved tvungen geometri.

Den samlede innsats på stabilitetssiden, eksperimentelt og analytisk, førte til en klar erkjennelse av effektivspenningenes sentrale betydning for forståelsen av jords oppførsel. NGI og Imperial College var de største pådriverne på dette området i 1950-årene.

Geoteknikk i praksis

Høsten 1953 fikk NGI en anmodning fra Norsk havnekomité om å skrive en kortfattet geoteknisk norm til praktisk bruk ved prosjektering av havneanlegg. Denne anmodningen ga støtet til en mer bredt anlagt veiledning. Arbeidet med denne ble utført i årene 1954-56, og veiledningen ble utgitt høsten 1956, kjent som NGI Publikasjon 16. Den ble kalt "Veiledning ved løsning av fundamenteringsoppgaver", og den kom til å bli et fast forankringspunkt for norske geoteknikere i 15-20 år, både i private firmaer, offentlige etater og ved tekniske undervisningsinstitusjoner.

NGI Publikasjon 16 brakte mye nytt inn i geoteknikken, også i internasjonal målestokk, blant annet:

- Sikkerhet ble innført konsekvent på det mest usikre ledd, skjærfastheten, og tallområdet ble angitt og begrunnet
- Det ble skilt mellom effektivspennings- og totalspenningsanalyser og sikkerhetskravene ble differensiert deretter
- Det ble skilt mellom korttids byggetilstand (udrenert) og langtids stasjonærtilstand (drenert)
- Analysemetoder ble anvist for pålasting og avlastning, både for korttids- og langtidstilstanden
- Stabilitetsberegninger for både sirkulære og sammensatte skjærflater ble anvist og belyst ved eksempler
- Bæreevne og jordtrykksfaktorer ble gitt ved sin brukstilstand, slik at bruddtilstanden samtidig kunne bestemmes (F = 1,0).

Det siste avsnittet i NGI Publikasjon 16 omhandler spuntvegger og var en direkte konsekvens av Havnekomitéens første anmodning.

Jorddammer - en primærutfordring

Før 1950 var betongdammer dominerende i kraftverksutbyggingen. Utover i 60-årene overtok jorddammene mer og mer, takket være 50-årenes utvikling innen jorddamgeoteknikken. Det startet med Strandevannsdammen i 1954 der NGI innledningsvis søkte støtte fra svensk hold. Kunsten å kunne bygge opp et stabilt byggverk med lag av jordarter som leire, morene, sand og sprengstein utviklet seg imidlertid veldig raskt i slutten av 50-årene, ikke minst takket være Bjørn Kjærnsli og hans stab ved NGI.

Bjørn Kjærnsli og Ove Eide i pionertiden. Alle som var nær en fyllingsdam kjente Bjørn.

Allerede i 1930-årene hadde Bureau of Reclamation i USA erfaringer for at det kunne bygge seg opp store poreovertrykk inne i de sentrale deler av dammene under selve oppføringen. Ikke sjelden kunne dette føre til forskyvninger og sprekker eller endog ras, uten at man mistenkte poreovertrykket for det, selv om man tydeligvis var på sporet.

I erkjennelsen av effektivspenningsprinsippets gyldighet adopterte NGIs dam-avdeling en kontrollert, "prosesstyrt" byggeperiode for sine fyllingsdammer helt fra slutten av 1950-årene. I korte trekk gikk den ut på å måle opptredende poretrykk i tetningssonen under byggeperioden. På forhånd var sikkerhetsfaktoren blitt beregnet for forskjellige poretrykksnivåer, og det var lagt inn en minste tillatt sikkerhetsfaktor. Derfor kunne man til enhver tid sammenligne måleverdiene med tillatt grenseverdi, og dermed ha hele

Utbygging av pelefundamentert kai.

byggeperioden under full kontroll. Skulle poretrykkene ha en tendens til å overstige det tillatte nivå, ble byggingen midlertidig stoppet slik at poretrykket kunne avta ved konsolidering.

Internasjonalisering prioriteres

Målsettingen i pionértiden var å sette norsk geoteknikk på kartet gjennom publisering på det internasjonale markedet. Det målet holdt geoteknikerne aktive, og insitamentet var å kunne delta på konferanser i inn- og utland, og dermed bli kjent med og i det internasjonale fagmiljøet.

Den 4. internasjonale konferansen i London i 1957 er et godt bevis for at norsk geoteknikk var plassert på kartet allerede etter den første 5-års perioden. Det er nok å nevne at:

- Bjerrum og Kjærnsli var medlemmer av og deltok i eksekutivkomitéens møter i London. Komitéen valgte blant annet ny president for den internasjonale foreningen, samt sted og tid for neste konferanse
- Rosenquist og Janbu var "General reporters" ved første sesjon i konferansen
- NGI deltok med 7 forskjellige publikasjoner til

konferansen, med følgende forfattere av artikler utover de fire nevnte: A. Brandtzæg, E. DiBiagio, E. Harboe. J. Huder, N. Simons og A. Øverland.

- London-konferansens siste bind viser at flere norske geoteknikere var ivrige deltakere i de debattene som fant sted i de forskjellige sesjoner.

I dag er norsk geoteknikk engasjert verden over, dels via geotekniske firmaer og spesialister som tar på seg oppgaver i utlandet og dels via utveksling av forskere. I fremtiden er det utvilsomt et fortsatt bredt utenlandsengasjement på det praktiske plan som vil virke mest fremmende.

FAGETS UTVIKLING ETTER 50-ÅRENE

Faget har hatt en sterk utvikling også i tiden etter den inspirerende blomstringsfasen for norsk geoteknikk i 1950-årene. Det er flere forhold som har stimulert denne utviklingen.

Nye geotekniske miljøer og sterk faglig utvikling

Professor Peck uttalte for flere årtier siden: "Soil mechanics is a science, while foundation engineering is an art". Han siktet da til det faktum at ved valg av optimal fundamenteringsløsning og dens utførelse kreves det kunnskaper innen flere fagdisipliner, samt evne til å kombinere

Ralph B.Peck sammen med Elmo Di Biagio og Kaare Flaate. Ralph, som ble født i Canada med oppvekst og utdannelse i USA er en internasjonalt berømmet geotekniker med nært forhold til Norge. The Ralph B. Peck Library hos NGI ble åpnet i 2000.

Elmo med røtter i US og aner i Italia slo seg ned hos oss og har betydd mye for avansert instrumentering innen geofaglig sektor. På høyre side Kaare Flaate, tidligere direktør ved Veglaboratoriet, medlem Av NFFs Kulturutvalg og Bokkomiteen.

viten fra teori og erfaring fra praksis slik at sluttresultatet kan utføres innenfor gitte økonomiske rammer.

Norsk geoteknikk, anvendt i praksis, skjøt virkelig fart først da geotekniske firmaer og etater ble dannet, både i privat og offentlig regi. Toneangivende av de private firmaer ble i første omgang NOTEBY, Geoteam og Kummeneje, og av de offentlige etater var især Statens Vegvesen og Norges Statsbaner fremsynte i sin oppbygging av geoteknisk kompetanse. Samtidig vokste NGIs konsulentvirksomhet sterkt.

Av de praktiske oppgaver som kom i fokus meget tidlig nevnes:

- Graving og oppstøtting av byggegroper og grøfter i byer og tettbygde strøk krevde instrumenterte fullskala forsøk som basis for sikkerhetsforskrifter
- Store fyllings- og skjæringsarbeider ble studert ved hjelp av instrumenterte prøvefyllinger og prøveutgravninger
- Pelefundamentering gjennomgikk en rivende utvikling hva angår peletyper og statisk og dynamisk dimensjonering med rammeformel. Bølgeforplantningen ble målt under ramming, og plasstøpte peler vant innpass.
- Sofistikerte metoder, som for eksempel elektroosmose, slissevegger, kalkpeler og jordarmering, vinner innpass blant mer konvensjonelle teknikker

I ettertid kan det hevdes at det gunstige samspill mellom geoteknikere i private firmaer og offentlige etater, blant andre stimulert av Norsk Geoteknisk Forening (NGF), bidro sterkt til en rik utvikling av norsk geoteknikk og praktisk fundamentering.

Behovet for å knytte til seg ingeniørgeologer ble raskt erkjent, både i private og offentlige virksomheter. I den forbindelse spilte professor Rolf Selmer Olsen en meget viktig rolle, ikke minst ved å legge til rette muligheten for forståelig kommunikasjon mellom geologi og geoteknikk. Større byggetekniske firmaer knyttet også til seg geoteknikere og ingeniørgeologer i økende grad.

Raskatastrofene - en kilde til ny viten

Kvikkleireskred. Helt fra starten av skaffet NGI seg kunnskaper om det store dramaet som utspant seg i Verdal i mai 1893, ettersom kvikkleireskred var utpekt som et sentralt forskningsfelt. Man behøvde ikke vente lenge på mange reelle erfaringer allerede det neste tiåret.

Flaskehalsskredet ved Borgen gård i Ullensaker lille julaften 1953 gjorde et uutslettelig inntrykk på de som kom i kontakt med det. Likeledes ble Bekke-lagsskredet i 1954, som følge av utrasing av Mosseveien. Dette var et klassisk referanseskred, heldigvis uten tap av menneskeliv.

Skredene langs Namsen i 1959, som krevde ett menneskeliv, kom til å bety mye i forskningen av kvikkleirenes in situ skjærfasthet. Resultatene av storskala feltforsøk ble studert av utenlandske forskere ved NGI, blant andre John Hutchinson og Cameron Kenney, samt av Elmo DiBiagio her hjemme.

Ved kvikkleireskredene i Skjeldstadmark i 1963 og Trøgstad 1964 omkom i alt 5 mennesker. Vitneforklaringene fra Skjeldstadmark, der to gutter løp for livet opp fra en bekk etter at initialraset var gått, gav viktige innspill i forståelsen av retrogressiv bruddutvikling. Skredgropen, der et intakt parti med modent korn ble stående urørt som en øy ute i gropen, er i samsvar med det store, intakte parti som ble stående urørt i Verdalsskredet.

Rissaskredet i 1978 er det kvikkleireskrede som utvilsomt har satt størst spor etter seg, ikke minst på grunn av filmen som ble tatt opp mens skredet utviklet seg. Filmen er nå verdenskjent og er en enestående dokumentasjon av et kvikkleireskred i utvikling. Skredet medførte en systematisk kartlegging av kvikkleireområder i Sør-Norge, gjennomført over en 10-års periode. Denne aktiviteten pågår ennå, men med en mer systematisk klassifisering av kvikkleireområdenes faregrad og risiko.

Flyteskred. I 1950 gikk det et undersjøisk flyteskred i Ilsvika i Trondheim. Skredet tok blant annet med seg en del av strandlinjen. Spørsmålet var om raset startet i stranden og deretter utløste ras på sjøbunnen, eller om rekkefølgen var den omvendte. Dette var første gang at Janbus Direktemetode ble anvendt i praksis ved å analysere strandlinjestabiliteten. Apetitten på å etterprøve teorier i praksis ble dermed vekket, og den kom til å vokse meget fort etter dette.

Funn av et ankerfeste 500 m ute i fjorden, pekte på at Ilsvika-skredet i 1950 kunne være et flyteskred. Interessen for analogien mellom flyteskred og kvikkleireskred førte til omfattende undersøkelser av Trondheims-fjordbassenget for om mulig å avdekke årsakene til det store "Brattøra-raset" i 1888. Dette er en forskningsinnsats som har pågått frem til i våre dager i regi av NGU og NTNU.

Flyteskred ble tidlig ansett å være analoge med kvikkleireskred, spesielt fordi årsaken til utløsning ofte var liten og vanskelig å identifisere entydig. Dessuten ble skredmassene flytende under bruddutviklingen, og de dekket store områder på kort tid.

Fokus ble nå rettet mot løst lagret finsand og silt, og NGI i Trondheim og Oslo utførte banebrytende undersøkelser over flere år, til dels i nær kontakt med Terzaghi og engelske kolleger.

Kontinentalsokkelen - nye utfordringer og nye redskaper

Utbyggingen på norsk kontinentalsokkel ble en gedigen utfordring for norsk geoteknikk fra ca. 1970. Det var et stort hell at vi på den tid hadde velutviklede tolkingsredskaper for treaksialforsøk, og hadde rasjonalisert utstyr og tolking av ødometerforsøk, for eksempel slik at total forsøkstid ble brakt ned fra ca. 14 dager til en dag eller mindre. Kontinuerlig pålastning i ødometeret var nærmest ferdigutviklet for videre rasjonalisering av forsøksmetoden.

Utglidning ved det tidligere Veglaboratoriet i Gaustadalléen, Oslo.

Ingen av de store nyvinninger kunne imidlertid blitt realisert uten den enorme utvikling innen datateknikk og programvareutvikling, både innen dataregistrering, tolkning av resultater og påfølgende analyser.

Vurderingen av stabiliteten av de store gravitasjonsplattformene ble den første store utfordringen. Vi hadde allerede Lamellemetoden som basisredskap. Dessuten var spenningsfeltteoriene allerede etablert slik at direkte overslag ved sluttede formler var mulige.

De viktige analyser ble basert på effektivspenningsprinsippet. Det vil si at sikkerhetsnivået ble bestemt som funksjon av antatt poretrykk i den sterkest påkjente sonen under en stormbelastet plattform. På forhånd kunne poretrykkets tillatte nivå bestemmes slik at Oljedirektoratets foreskrevne sikkerhetsnivå var tilfredsstilt. Likheten med det grunnprinsipp som prosesstyrt jorddambygging benyttet er tydelig.

Poretrykket besto av flere bidrag. Viktigst blant disse var det akkumulerte poretrykk som den gjentatte bølgebelastning medførte. Dette krevde nyutvik-ling. Kumulativt poretrykk og deformasjon ble bestemt ved sykliske treaksialforsøk tolket på effektivspenningsbasis. Dette førte til enkle, entydige, repeterbare motstandsparametre, som lett kunne overføres til fullskalaforholdene under plattformen der spenningene på forhånd var beregnet ut fra Lamellemetoden og/eller spenningsfeltteorier.

Disse redskaper ble med hell anvendt ved kontroll av plattformene på Statfjordfeltet, og senere ved flere konsultative oppgaver på andre felter. Takket være fremragende datateknikk og instrumentering av NGIs måletekniske avdeling under Elmo DiBiagios ledelse, har man kunnet konstatere at tilbakeføringene av data fra Nordsjøen har vært oppløftende i forhold til forhånds-vurderingene.

Miljøgeoteknikk - gamle synder gir nye utfordringer

Fortidens forurensningssynder innhentet oss til slutt. Vi måtte ta innover oss den kritikk som hevdet at den tekniske utvikling kom til å forsøple og kvele jordkloden. Som vi vet har man nå innen de fleste berørte fagfelt tatt problemene alvorlig, og innsett at mulighetene for å løse problemene ligger i utvikling av ny kunnskap, nye feltredskaper og -metoder, samt laboratorieapparatur og måleredskaper med tilsvarende tolkningsprosedyrer. Det kreves dimensjonering av forebyggende tiltak og innsikt i å sikre allerede bestående avfallsdeponier, samt at det må bygges nye og bedre deponier. Innen miljøteknikken vil geoteknikken som fagfelt møte stadig nye utfordringer og må møte andre fagfelt i samarbeid for å imøtekomme utfordringene. Geokjemien, som Rosenquist og Moum startet, er for eksempel kommet til heder og verdighet igjen innen renseteknikken.

Geoteknikk kan ta med seg noe av sin 50-årige basiskunnskap og erfaring i bygging av store dammer for deponering av eksempelvis gruveavfall av forskjellig slag. Flere av disse har tidligere brutt sammen og forårsaket store skader. All kunnskap som ble bygget opp under utviklingen av jorddamteknikken vil man få bruk for i riktigere konstruksjon av disse deponiene. I tillegg må det skje en videreutvikling, basert blant annet på studier av de brudd som har skjedd.

GEOTEKNIKKENS UTVIKLING ETTER TUSENÅRSSKIFTET

I det følgende pekes det på noen utviklingstrekk innen geoteknikk som i særlig grad har funnet sted etter tusenårsskiftet.

Felles programvare og presentasjonsrutiner – GeoSuite

Kommunikasjon og utveksling av resultater mellom aktørene i geotekniske prosjektering har lenge vært en utfordring på grunn av ulike dataformater for resultatpresentasjon, bruk av ulik programvare for beregning med forskjeller i grunnleggende forutsetninger. Gjennom GeoSuite, et forsknings- og utviklingsprosjekt utarbeidet av- og for geoteknikkbransjen, med støtte fra blant andre Norsk Forskningsråd, har denne situasjonen bedret seg betydelig det siste tiåret. Det foreligger nå et nyutviklet og revidert felles programbibliotek innenfor GeoSuite–pakken for de fleste geotekniske applikasjoner som benyttes i praktisk prosjektering, alt fra presentasjon av grunnundersøkelser, via stabilitetsberegning, setningsberegning, spunt- og pelefundamentering. Dette har medført en betydelig rasjonalisering og forenklet kommunikasjon innen geoteknisk prosjektering sammenlignet med tidligere. GeoSuite-pakken har også blitt tatt inn i undervisningen ved NTNU, slik at nyutdannede studenter er kjent med programmene i GeoSuite – pakken og lettere kan ta til seg denne i senere praksis.

Arbeidet er nå vedtatt videreført i et nytt 4-årig FoU-prosjekt, GeoFuture, som skal gi ytterligere forbedring av GeoSuite – pakken, men også ta hensyn til nye geotekniske utfordringer i form av klimaendringer, nye jordmodeller for avanserte stabilitets-

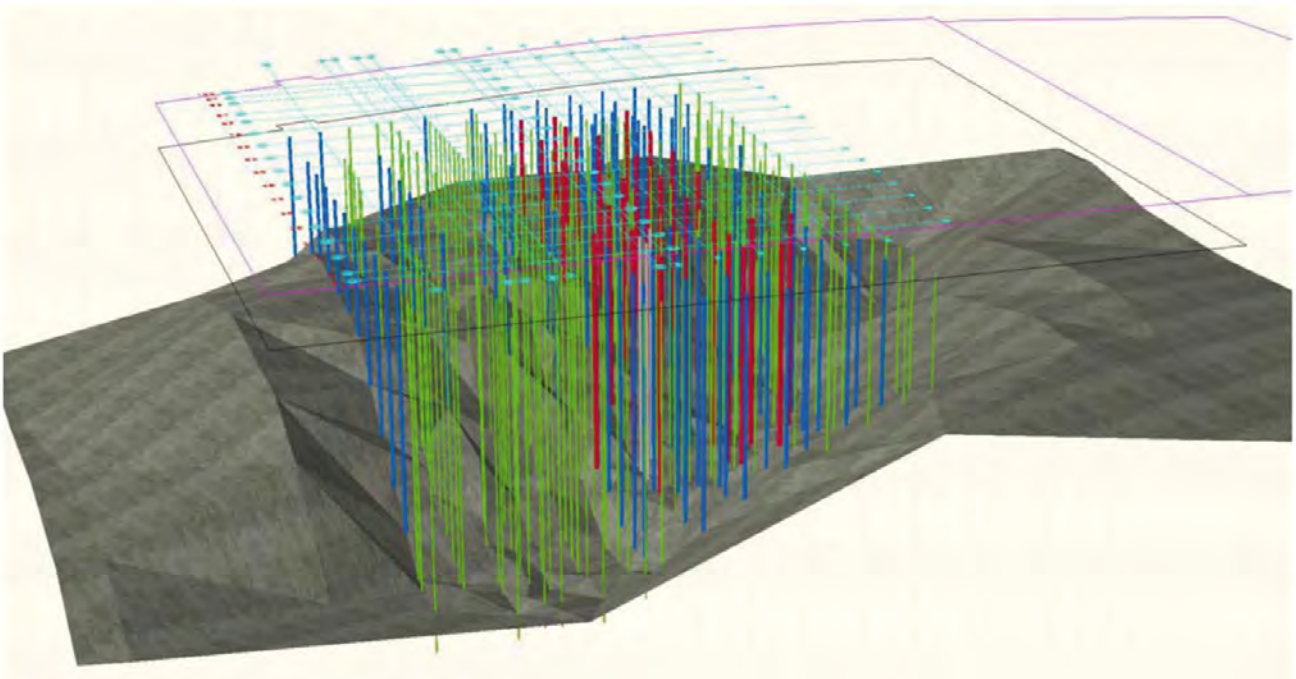
analyser, bedre visualisering av grunnundersøkelser ved avansert bruk av GIS og informasjonssystemer. De fleste større aktører i geoteknikkbransjen deltar i dette prosjektet som ledes av NGI.

Numeriske analyser – jordmodellering

I takt med utvikling av datamaskinenes regnekraft benyttes nå avanserte numeriske analyser i større og større grad til de fleste beregninger innen geoteknikk. Utviklingen av numeriske analyser krever stadig nye og forbedrede jordmodeller som beskriver jordartenes oppførsel under vekslende forhold og varierte belastningsmønstre. Utbygging av komplekse bygg på krevende grunnforhold har drevet denne utviklingen frem til det vi ser i dag, og det er liten tvil om at utviklingen vil fortsette fremover.

Et eksempel på videre utvikling av IKT-støttet analyse og prosjektering innen bygge- og anleggsnæringen er BIM (BygningsInformasjonsModellering). Flere fagfelt innen næringen er nå i ferd med å bytte ut tradisjonelle 2D-tegninger med BIM-modeller, der objekter blir modellert i 3D og relevant teknisk informasjon knyttes til disse objektene. Store aktører som Statsbygg og Forsvarsbygg bidrar til utviklingen ved å sette nye krav til hvordan prosjekter skal gjennomføres og dokumenteres. Målet er at BIM skal bidra til økt effektivitet og kvalitetsforbedringer ved å sørge for god digital kommunikasjon mellom aktører og fagområder i et prosjekt, slik at arbeidet kan effektiviseres og kvaliteten på produktene heves.

Selv om det foreløpig ikke eksisterer noe fullgodt geoteknisk verktøy som samtidig håndterer både terrengmodeller (graveskråninger, profiler) og bygningselementer (spunt, peler o.l.), har også geoteknikkfaget begynt å benytte BIM-løsninger i noen grad. Innenfor geoteknikk benyttes 3D/BIM i dag hovedsakelig til terrengmodellering med design av graveskråninger og opptegning av profiler, masseberegning, kollisjonskontroll av peler og stag, oppfølging av pelearbeider, samt til visualisering.



Barcode – Oslo. Oppfølging av pelearbeider (etter Holt og Berger (2010)).

I fremtiden ser man for seg at all geometri skal ha samme grensesnitt ved at alle arbeider i en og samme modell. Modellen vil også være en felles informasjonssentral. Dette vil sikre gjennomførbarhet og tverrfaglig forståelse, samt sikre gjenbruk av informasjon.

Det bør imidlertid være plass til et lite varsko i denne utviklingen: Fine og fargerike 3D presentasjoner vil ikke nødvendigvis gi bedre resultater eller bedre forståelsen av de ingeniørmessige konsekvensene. Det aller viktigste vil fortsatt være sunn fornuft og ingeniørmessige vurderinger. Dette blir stadig viktigere jo mer avanserte og kompliserte beregningsprogrammene blir, og jo vanskeligere beregningsresultatene blir å kontrollere. Dette stiller store krav til robuste og raske overslagsmetoder, som er det man må starte og avslutte med i de største og mest omfattende dimensjoneringsoppgavene.

Ny nasjonal og internasjonal standardisering og regelverk

Ny Eurokode 7. I 2011 ble Eurokode 7 for geoteknisk prosjektering formelt innført i Norge. Normen foreligger i to deler: Del 1 med retningslinjer for geoteknisk prosjektering, del 2 omfatter bruk av felt- og laboratorieundersøkelser i geoteknisk prosjektering. Hensikten med denne felleseuropeiske normen er å oppnå en mer enhetlig praksis i geoteknisk prosjektering i de europeiske landene. De nye retningslinjene medfører i noen grad at norsk prosjekteringspraksis må endres, selv om praksis i store trekk blir som før. I samarbeid med geoteknikkbransjen har Norsk Geoteknisk Forening utarbeidet kontroll-lister for gjennomføring av de fleste aktuelle geotekniske problemstillinger. Dette vil forhåpentligvis forenkle implementeringen av Eurokodene i norsk geoteknisk praksis.

NVE retningslinjer for prosjektering i kvikkleireterreng

Et annet viktig bidrag innen geoteknisk prosjektering er NVEs veileder for prosjektering i kvikkleireområder utgitt i 2008: Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag. I tilknytning til retningslinjene er det utarbeidet foreløpige tekniske veiledere for utredning av flom og skredfare, myntet på det tekniske fagmiljøet.

Retningslinjene beskriver hvilke prosesser knyttet til vassdrag som kan utgjøre fare, hvilke sikkerhetsnivå som bør legges til grunn ved planlegging og bygging i slike fareområder og hvordan de ulike farene bør utredes og innarbeides i arealplaner og byggesaker. De nye retningslinjene vil legges til grunn for behandling av utbyggingssaker i kvikkleireområder.

Bakgrunnen for de nye retningslinjene er blant annet erfaringene og resultatene fra risikoklassifiseringen av kvikkleireområder (2001 – 2006), utført som et ledd i NVEs program for økt sikkerhet mot leirskred. Risikoklassifiseringen har blant annet utløst et behov for klarere råd om hvordan en bør ta hensyn til dokumentert fare for kvikkleireskred i arealplanleggingen.

Retningslinjene har medført en klar skjerping av prosjekteringspraksis ved utbygging i kvikkleireområder og har ført til et mer omfattende utredningsbehov, selv i mindre byggesaker. Kravet om uavhengig kontroll bidrar også til å sikre kvaliteten i det utførte prosjekteringsarbeidet. I skrivende stund har det nylig gått et flere hundre meter langt jordskred på Byneset i Trondheim, Det er mye kvikkleire i området og utviklingen av skredet truet en stund liv og materielle verdier i nærområdet. Et nytt og skremmende eksempel som føyer seg inn i rekken av tragiske skredulykker i vårt land. Samtidig viser det nødvendigheten av gode retningslinjer og fortsatt stort fokus på skredsikring i utsatte områder.

Klimaendringer gir nye utfordringer

Ett av de store diskusjonstema i vår tid er hvorvidt utslipp av klimagasser vil føre til menneskeskapte klimaendringer i årene fremover. Meningene om dette er mange og delte, og ingen sikre konklusjoner

om klimautviklingen fremover er foreløpig trukket. Det er likevel et faktum at vi i de senere årene har sett hyppigere innslag av ekstremvær med kraftig vind og øket nedbør, både hva gjelder mengde og intensitet. Scenariene må derfor tas alvorlig, også innenfor fagfeltene geoteknikk og geologi. Nye klimascenarier varsler øket hyppighet av flom, skred og ras, noe som vil berøre mange mennesker i vårt land. Et av flere skremmende eksempler på denne utviklingen fikk vi gjennom skredet på Hatlestad terrasse klokken halv ett om natten den 14.september i 2005. Oppbløtt jord og fyllmasser som følge av omfattende nedbør flommet nedover fjellsiden og traff flere hus nedenfor rasstedet. Raset drepte tre personer, såret syv, og fordrev mange flere da det traff rekkehusene nedenfor løsneområdet.

Fra raset på Hatlestad terrasse, 2005 (Wikipedia)

Etter dette raset har evakuering av beboere i risikoområder oftere blitt utført når ekstremvær truer, også i områder med grunnforhold der normalt ikke forventer skredulykker. For eksempel ble mer enn 200 personer evakuert da en periode med ekstremnedbør traff Nord-Trøndelag i 2006.

Etter Hatlestad-ulykken satte Bergen kommune i gang et arbeid med å inspisere og vurdere eiendommer over hele kommunen for å avdekke rasfare i tilfelle ekstremvær, et arbeid som nå er i ferd med å avsluttes. Dette er et eksempel som bør danne mønster også for andre kommuner. Store nasjonale forsknings- og utviklingsprogrammer som GeoExtreme i regi av Statens Vegvesen og GeoFuture ledet av NGI er også igangsatt for å forberede fagmiljøets innsats for å håndtere fremtidige konsekvenser av klimaendringer. Forsknings- og undervisningsaktiviten innen International Center for Geohazards (ICG) ledet av Farrokh Nadim ved NGI er også et strålende og vellykket eksempel på flerfaglig nasjonalt og internasjonalt samarbeid innen fagområdet geofarer. Gjennom en 10-årsperiode har senteret initiert og gjennomført betydelige forsknings- og utviklingsprosjekter som er lagt merke til internasjo-

Ankerløsninger for forankring av flytende plattformer (Dahlberg (2010)).

nalt, og som har bidratt til å utvikle fagfeltets kunnskaper betydelig. Samtidig har undervisningsprogrammene bidratt til å utdanne sivilingeniører med god innsikt i skred og andre geofarer.

Marin geoteknikk – fra store betongplattformer til sjøbunnsstrukturer

Selv om det ikke lenger er så aktuelt å installere store betongplattformer på norsk kontinentalsokkel, er de geotekniske utfordringene knyttet til vår offshore olje- og gassutvinning fremdeles store. Ikke minst må det nevnes at den kompetansen som er bygget opp nasjonalt nå etterspørres internasjonalt, og norske oljeselskaper og rådgivningstjenester etterspørres av mange land rundt om i verden. Eksempler på dette er Shtokman- og Sakhalinfeltene i Russland og Gorgon-feltet i Autralia.

Dagens geotekniske utfordringer er ofte knyttet til installasjon av sjøbunns-rammer og forankring for flytende strukturer på til dels meget bløte og løse grunnforhold. Dette krever rimeligvis andre typer undersøkelser og analyser enn de store gravitasjonsstrukturene, men kravene til sikkerhet og pålitelighet er selvfølgelig de samme. Geotekniske utfordringer med denne type installasjoner er tilstrekkelig pålitelige grunnforholdsdata, installasjonsproblematikk, setninger og langtidsdeformasjoner, samt forankringskapasitet for installerte ankre.

UTDANNINGEN AV GEOTEKNIKERE

Geoteknikk ved NTH tar form

Det første kurset i Jordmekanikk ved NTH fant sted i vårsemesteret i 1951. Det ble gitt av Nilmar Janbu, som en del av et helårskurs i statikk under professor Arne Selbergs ledelse. Kurset bestod av 12 timer forelesninger som i hovedsak var inspirert av Janbus 2-årige studieopphold ved Harvard University. Byggstudentene fikk samtidig et tilsvarende kurs i praktisk fundamentering ved overingeniør Bjarne Giske, og noen frivillige timer i ingeniørgeologi ved geolog Einar Sæther. Det samme opplegg ble i store trekk gjentatt også i 1952.

Fra 1. januar 1953 foreslo NTH at NGI skulle overta det formelle ansvar for undervisningen i geoteknikk og fundamentering, inntil høgskolen kunne opprette et eget professorat i faget. Bjerrum ble fast sensor og Janbu ble ansvarlig faglærer. Undervisningen i årene 1953-59 ble ellers supplert av Bjørn Kjærnsli, Ottar Kummeneje og Ivan Rosenquist.

Geoteknikk-kurset var ettårig på den tiden og det ble fra første stund av gitt mulighet for valg av hovedoppgave i faget, først for to kandidater senere for maksimalt fire. Det første egenproduserte fagkompendium ble skrevet i 1953, som supplement til engelsk litteratur. Fra 1956 ble NGI Publikasjon 16 en viktig stamme i undervisningen.

NGI opprettet en avdeling i Trondheim i 1952 med Kummeneje og Janbu som de først ansatte. De hadde store fordeler av å kunne benytte hele instituttets oppdragstilfang som levende eksempler på praktisk anvendt geoteknikk. Dette kom klart til uttrykk i valg av hovedoppgaver i årene 1952-60.

Høsten 1958 ble Janbu utnevnt til professor i Geoteknikk og fundamenterings-lære, og han tiltrådte i juni 1959. I løpet av de neste 1 à 2 år overdro NGI deler av sin nedlagte Trondheimsavdeling til NTH, mens Kummeneje startet eget rådgivende firma. Fra nå av ble undervisningen i faget, og utviklingen av staben og kurstilbudene, NTHs eget ansvar. Kontakten med NGI ble sikret ved en samarbeidsavtale mellom NGI og NTH. Det undervisningsopplegg som gradvis ble utviklet innen geoteknikk ved NTH kom rimeligvis til å bære preg av den første pionérperioden ved NGI (1951-60), og den utvikling som de tidligere nevnte impulser etterhvert førte til.

Policy-vurdering

Etter at NTH fikk eget professorat i faget ble NGI innforstått med at NTH kom til å velge sin egen selvstendige faglige kurs. Det var helt naturlig å legge seg på et mest mulig fundamentalt mekanisk/fysisk nivå, som bygget på et solid klassisk grunnlag.

De første byggeklosser

Erfaringene fra pionérperioden ga NTH en misunnelsesverdig start fordi det eksisterte et meget godt grunnlag i følgende basisemner:

- Kvalitetsprosedyrer og utstyr for prøvetaking, in situ målinger, og laboratorieforsøk
- Basisgrunnlag for stabilitetsanalyser, jordtrykksberegninger og jords bæreevne under fundamenter og rundt peler
- Strømning av vann gjennom jord var et velorganisert undervisningstema internasjonalt
- NTH stod på terskelen til å fullføre modul- og motstandsgrunnlaget for beregning av setninger i praksis

De første ett-årige grunnkursene tidlig i 60-årene ble bygget opp omkring disse byggeklossene. Undervisningen bygget ellers på praktiske eksempler, og gjennom samarbeidsavtalen med NGI og i kontakt med etater og firmaer, kunne NTH stadig få tilgang til nye.

Utdanningens omfang

Kurstilbudet vokste fort. Allerede ved slutten av de første 10 år ble det gitt 2 grunnkurs og 3 særkurs hvert år. Senere kom 2 til 3 doktorgradskurser, og etterutdanningsfag til. Antall hovedfagskandidater økte sterkt fra 2-4 i 50-årene, til maksimum 15 i gjennomsnitt i 1980-85, for så å falle av i tråd med fagets trend i praksis. De senere årene har antallet igjen øket, i takt med bransjens etterspørsel etter geoteknikere. Totalt er det uteksaminert bortimot 550 hovedfagskandidater i 60 års perioden 1950-2010.

I 20-årsperioden 1960-1980 ble tema for hovedoppgavene i geoteknikk fordelt slik:

Eksperimentelle	= 70
Analytiske	= 69
Praktiske	= 32

I de senere årene har antallet dreiet noe over mot det analytiske, i takt med utfordringene og mulighetene innen jordmodellering og avanserte numeriske analysene. Det sterke fokus på tilhørende forsøk og eksperimenter i felt- og laboratorium som grunnlag for analysene har imidlertid fortsatt høy aktualitet.

Den aller første dr.ing kandidat som ble uteksaminert fra NTH var geotekniker, Mete Öner fra Ankara, Tyrkia i 1974. Temaet for avhandlingen var jorddynamikk, som blant annet var aktuelt for analyse av svingninger av offshore plattformer i Nordsjøen. Siden da har et 40-talls kandidater tatt doktorgraden i geoteknikk.

GEOTEKNIKKENS UTVIKLING I RETROSPEKT

I ettertid ser man klart at det var gunstig å være med i faget geoteknikks utvikling fra starten av. Det er langt lettere og mer synlig å endre upløyet mark, enn å forbedre velordnet terreng. Ikke desto mindre er det mange særtrekk fra vår utvikling som har spilt på lag med den fremadstormende geoteknikk - som eget fag, og som egen ekspertisegruppe.

NGI startet opp med en visjonær programerklæring. Det viste seg å bli en meget gunstig ledetråd for hele 50-årsperioden. Punkt for punkt kan det pekes på betydelig sammenheng mellom erklæringen og det som virkelig skjedde.

Den rivende utvikling innen feltundersøkelser og laboratoriebestemmelser gjorde det stadig lettere å bedømme grunnforholdene slik at fundamenterings-ingeniørene kunne velge riktigst mulig frem-

Pelebelastningsforsøk – en viktig kilde til ny viten.

gangsmåter. Utviklingen av dimensjonerende analyser av jordtrykk, bæreevne, stabilitet og deformasjon skjedde parallelt med nyvinningene innen felt- og laboratorieundersøkelser.

Måleteknikk på et internasjonalt høyt plan vokste frem som følge av utfordringene innen pelefundamentering (bølgeforplantning), jorddamkontroll (pore-trykk) og ikke minst installasjonskontroll og oppfølging av offshore konstruksjoner, i tillegg til vanlig byggeteknisk kontroll.

Den raske vekst i praktisk geoteknikk, både i offentlig og privat regi, førte til et vell av erfaringer. Disse erfaringene ble et felleseie, ikke minst gjennom NGFs utstrakte møte- og kursvirksomhet, der drøftingen av praktisk erfaring tok over i økende grad.

NOEN TANKER OM UTVIKLINGEN FREMOVER

En ting kan vi være sikker på, nemlig at det fortsatt vil være behov for geoteknikk og geoteknikere i lang tid fremover. Kombinasjonen av strengere krav og regelverk, utnyttelse av områder med dårligere grunnforhold, mer utfordrende bygningskonstruksjoner og utviklingen innen jordmodellering og numeriske analyser med IT-støttet konstruksjon og visualisering skulle tilsi dette. Vi kan imidlertid ikke uten videre vite hvordan faget utvikles, men at det fortsatt vil bli formet av praktiske behov, slik som før, kan vi føle oss sikre på.

Vi har sett hvordan miljøproblemene, som i noen grad sies å være forårsaket av menneskets bruk av teknologi, nå må løses nettopp ved hjelp av ingeniørkunnskap og teknologi. Man kan vel trekke den konklusjon at geoteknikerne raskt møtte utfordringene ved å utvikle grunnundersøkelsesmetoder for å avdekke forurensing, og utvikle forskjellige rensemetoder, og konstruere anlegg for å sikre problemavfall, for å nevne noe. Geoteknikere, i tett samarbeid med miljøgeologer, geokjemikere og hydrogeologer, vil derfor ha status som naturens voktere, et ansvar vi må ta på alvor.

Vi har sett at nye metoder for grunnundersøkelser blir tatt i bruk og videreutviklet, med større vektlegging av utførelse av kvalitet. Nye teknikker konstruksjoner og byggematerialer for bruk innen fundamentering og grunnarbeider blir benyttet i økende grad. Det er ingen grunn til å tro annet enn at denne utviklingen vil fortsette fremover. Dette krever også videreføring innen datateknikk og IT-tjenester, med større bruk av databaser, digitale karttjenester og andre hjelpemidler som ytterligere vil rasjonalisere vårt fagfelt.

De formelle sikkerhetskrav i geoteknikk har endret seg voldsomt i løpet av de ca. 60 årene som beskrives. Endringene og kravene har sikkert kommet for å bli og være en del av fagfeltet fremover. Det er imidlertid å håpe at regelverket ikke blir for detaljert og spissfindig, slik at vi til slutt ikke "ser skogen for bare trær".

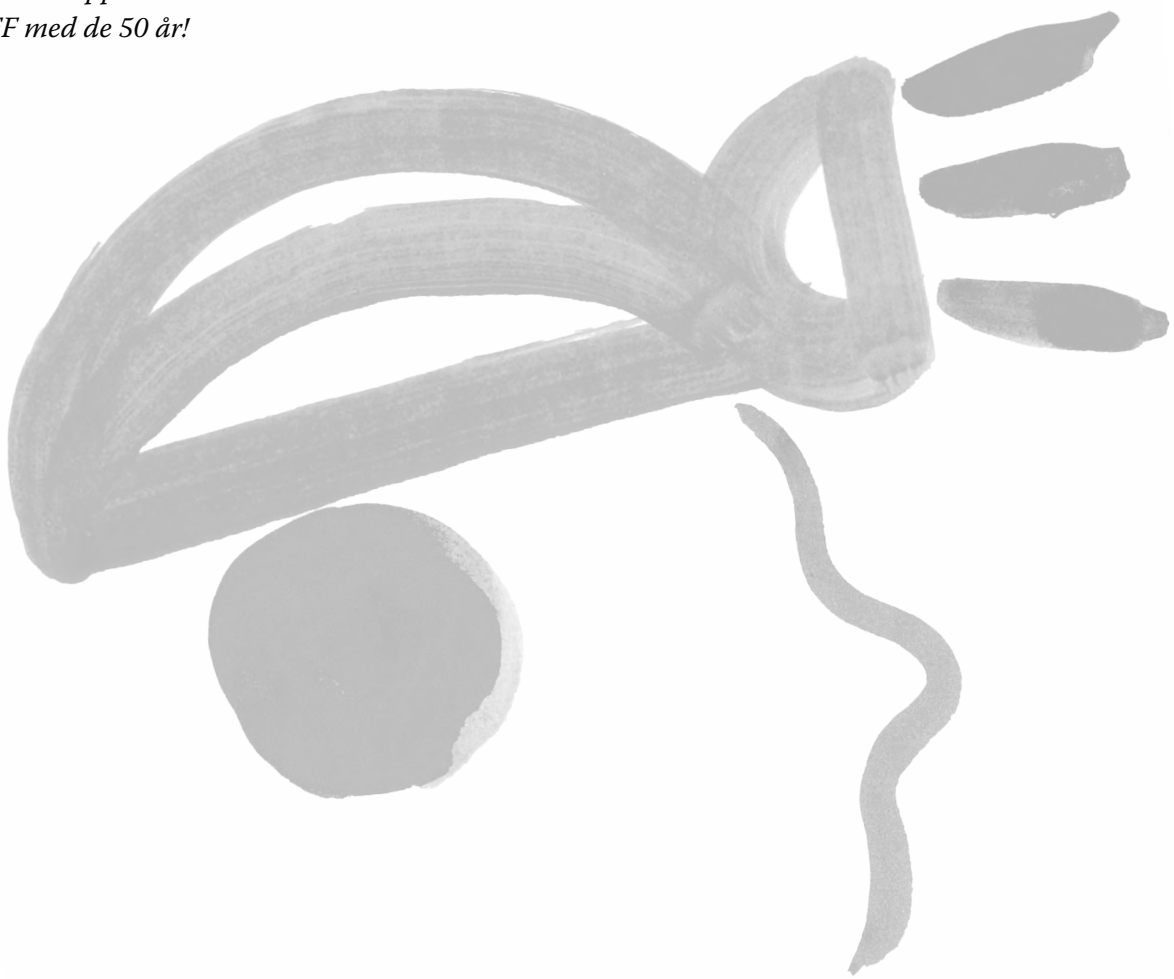
Bransjeforeningens oppgaver

I geoteknikkens utvikling har det vært viktig å ha en

godt organisert bransjeforening i ryggen. Norsk Geoteknisk Forening (NGF) har, i likhet med NFF vært en fremragende katalysator på det faglige plan. Foreningen har også i meget stor grad bidratt til viktige sosiale sammenkomster, som har sveiset de praktiserende geoteknikere sammen til en stor familie og skapt samhold og nært vennskap medlemmene imellom.

Våre bransjeforeninger vil kunne spille en minst like viktig rolle i tiden fremover som den hittil har gjort. Behovet for at mennesker møtes, både på det faglige og sosiale plan, har aldri vært større enn nå, og det vil utvilsomt vokse. De negative sider ved vår IT- og dataalder er isolasjon og fremmedgjøring, så et sterkt, aktivt og levende foreningsmiljø trengs i høyeste grad.

La dette være sluttappellen når vi samles om å gratulere NFF med de 50 år!



Finnfast. Vegkryss 200 meter under havnivå.
Fra åpningsmarkeringen.
Foto: Statens vegvesen ved Anne-Merete Gilje.

Bergindustrien – mineralutvinning

Arne Myrvang

Bergindustriens struktur

Bergindustrien i Norge kan deles inn i fem grupper:

- Metalliske malmer (jern, molybden, ilmenitt-titan)
- Industrimineraler (kalkstein, olivin, nefelinsyenitt, kvarts, feltspat, dolomitt, grafitt, anorthositt)
- Byggeråstoffer (sand, grus, pukk, bygningsstein)
- Naturstein (larvikitt, granitt, marmor, skifer)
- Energimineraler (kull)

I denne oversikten er hovedvekten lagt på større aktører i de tre første gruppene.

For 50 år siden var bergindustri eller bergverksdrift i Norge nesten ensbetydende med malmgruver av et eller annet slag. Det fantes over 30 malmbergverk i drift, og de fleste av dem ble drevet med underjordsdrift. Mange var små gruver med lav produksjon, kanskje bare 30000 – 50000 tonn/år (se Figur 1), men det fantes også en god del større gruver med betydelig produksjon. Ofte var disse typiske hjørnesteinsbedrifter av stor betydning for mange småsamfunn og kommuner i Utkant-Norge. Generelt var det gode tider med høye produktpriser, noe som også hjemkommunene fikk glede av gjennom romslig økonomisk støtte fra bergverkene på forskjellig måte.

Selv om Norge aldri fikk store gruvekonsern som Boliden og LKAB i Sverige, og Outokumpu i Finland, skjedde det utover i 1960 – 1970-årene en rekke fusjoner som etter hvert ga større selskaper med flere avdelinger rundt omkring i landet. Jernmalmprodusenten A/S Sydvaranger (figur 2) kjøpte opp sulfidgruvene Bleikvassli, Mofjellet og Bidjovagge Gruber og også betydelige deler av Killingdal Grubeselskap og Røros Kobberverk.

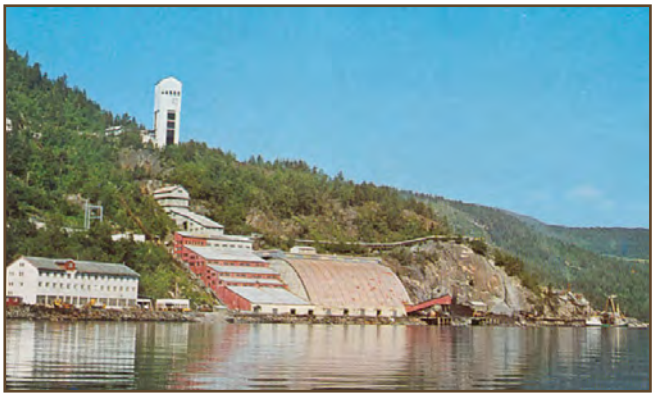
Figur 1. Forfatteren på besøk i Nordre Geitryggen Gruve, Folldal Verk i 1962. Ikke fullt så små tverrsnitt over alt i gruva, men typisk kanskje 4 - 5 m²! En typisk smågruve på den tiden, med en produksjon på ca. 30 000 tonn/år kobber- og sinkholdig svovelkis.

Etter 2. verdenskrig overtok Staten ved Direktoratet for fiendtlig eiendom de tyske eierinteressene i Sydvaranger, og Staten økte i årenes løp sin eierpost til ca. 90 %.

Figur 2. Fra A/S Sydvarangers dagbrudd i Bjørnevann

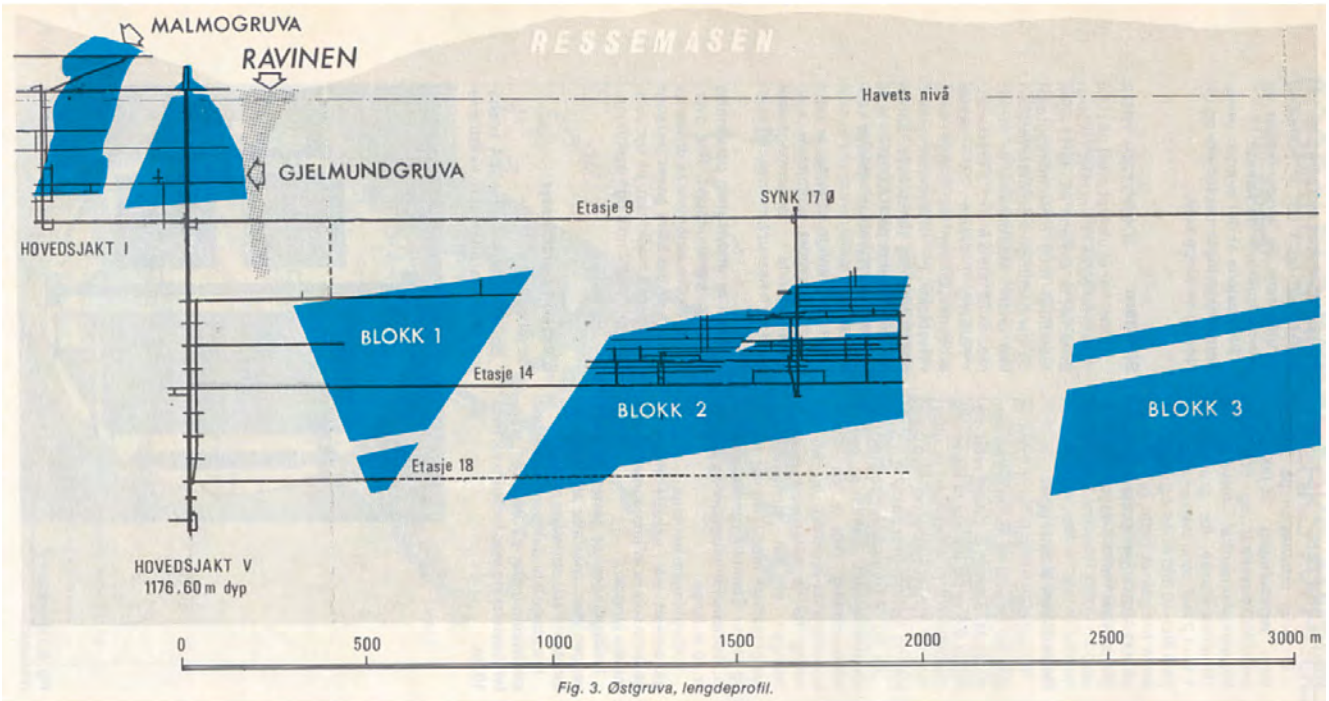
Gruveeierne Elkem AS og Christiania Spigerverk fusjonerte i 1972 til Elkem-Spigerverket AS med en gruveavdeling bestående av Bråstad Gruber og Rødsand Gruber (Jernmalm)(figur 3), Skorovas Gruber og Sulitjelma Gruber (Kobber og sink) og Norsk Nefelin på Stjernøy (Industrimineralet nefelinsyenitt). Videre gikk selskapet inn med 50 % av Grong Gruber A/S (Kobber og sink) i Røyrvik som ble opprettet i 1969, og som kom i drift i 1972.

Folldal Verk A/S med gruvene Nordre Geitryggen gruve i Folldal, Tverrfjellet Gruve på Hjerkinn og Repparfjord gruve i Finnmark ble kjøpt opp av A/S Borregaard. Alle disse gruvene ble drevet på kobber- og sinkholdig svovelkismalm, og Borregaard brukte svovelkiskonsentratet til produksjon av svovelsyre. Dette er en prosess som gir betydelig varmeoverskudd, noe som ble benyttet i forbindelse med treforedlingsprosessene.

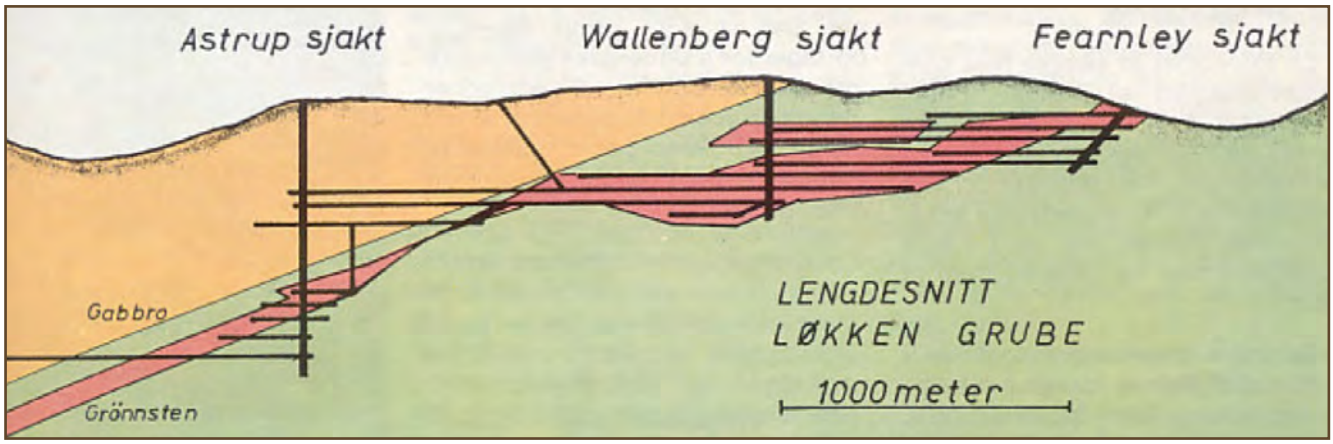


Figur 3. Rødsand Gruber vakkert beliggende ved Sunndalsfjorden

Jernmalmprodusenten Fosdalens Bergverks A/S ligger i Malm, innerst i Trondheimsfjorden og hadde før krigen tyske og svenske eiere. Etter krigen overtok Staten de tyske aksjene og ble etter hvert eneeier i selskapet. På grunn av stor etterspørsel etter jernmalm og høye priser opplevde selskapet en eventyrlig vekst utover i1950-og 1960-årene. Figur 4 viser et lengdesnitt av den østlige delen forekomsten med en lengde på ca. 3 km.



Figur 4. Lengdesnitt av den østlige delen av Fosdalenforekomstene.



Figur 5. Lengdesnitt gjennom Løkkenforekomsten

Den vestlige delen (til venstre på figuren) med tilsvarende malmblokker ble drevet fra en såkalt grunnstoll med en lengde på ca. 9 km og med tre vertikale hovedsjakter med jevne mellomrom innover. Hovedsjakt 5 på bildet ble drevet årene 1961 – 1964 og må betraktes som en bergteknisk storbragd! Den vertikale sjakten har en total lengde på 1176,6 m og har en ytre diameter på 6,8 m og med full utstøpning en indre diameter på 6,2 m. Sjakten ble drevet med topp moderne sjaktavsenkningsutstyr levert fra Sør-Afrika, og bergingeniører fra selskapet hadde foretatt studieturer til sjaktdrivingsarbeider flere steder i verden. Grovknuser og malmsiloer finnes nær bunnen av sjakten. Den knuste malmen ble automatisk heist opp i to malmskipper med 12,5 tonns nyttelast hver og med en heisehastighet på 12 m/s. Parallelt med malmskippene gikk person- og materiellheisen med en toetasjes heisekurv som kunne ta 80 mann og med en heisehastighet på 10 m/s. Heismaskineriet for begge heistypene befant seg i toppen av et 71 m høyt sjakttårn i betong som også inneholdt malmsiloer. Fosdalen produserte ca. 1,2 millioner tonn råmalm/år. Rundt 1960 arbeidet ca. 400 mann under jord i gruva, og totalt hadde selskapet nesten 800 ansatte! Da bedriften gikk konkurs i 1989 var det totale belegget ca. 200 med omtrent samme produksjonsmengde!

Moderbedriften til dagens Orkla-konsern er Orkla Grube-Aktiebolag som hadde hovedaktiviteten på Løkken Verk i Sør-Trøndelag. Selskapet ble etablert i 1904 med en stor aksjepost eid av svenske Wallenberg. Men før der hadde det vært gruvedrift på kobberholdig svovelkis på Løkken siden 1654. Mens kobberet historisk var hovedproduktet, ble det først på 1900-tallet et stadig økende behov for svovelkis som råstoff for svovelsyreproduksjon i Europa, og for Orkla Grube-Aktiebolag var dette hovedproduktet i mange år og var en av verdens største svovelkiseksportører med 400 000 tonn/år. Dette betydde langt større produksjon i gruvene, noe som også krevde bedre transport av malm fra Løkken til havna i Thamshavn. Dette ble besørget av Thamshavnbanen, Norges første elektriske jernbane, som ble åpnet i 1908 og som var i drift som malmbane frem til 1962. Den kobber- og sinkholdige svovelkisforekomsten på Løkken var en de største forekomstene i Europa. Figur 5 viser et lengdesnitt av forekomsten som strekker seg over en lengde på over 4 km. Totalt er det tatt ut ca. 30 000 000 tonn malm fra forekomsten, hvorav 20 000 000 tonn kommer fra området dekket av Wallenberg sjakt. Wallenberg sjakt var i drift frem til slutten av 1970-tallet. Den nye Astrup sjakt ble ferdigdrevet i 1972 med en total dybde på 1050 m. Den har et elliptisk tverrsnitt på 11 m^2 og har en hovedheis for malm-, material og persontransport med hastighet 9 m/s, samt en mindre

serviceheis. Det elliptiske tverrsnittet ble valgt ut fra bergmekaniske vurderinger med en orientering bestemt av retningen av de horisontale spenningene i området.

Figur 6. Sjakttårnet ved Astrup sjakt

Hovedheisen har en heisekapasitet på 15 tonn. Sjakttårnet i betong (figur 6) har en høyde på 76 m. Heismaskineriet er plassert på toppen med malmsiloer under. I likhet med sjaktanlegget ved Fosdalen Bergverks A/S var byggingen av Astrup sjakt et meget krevende bergteknisk prosjekt som ble gjennomført på en utmerket måte. I 1972 endret Orkla Grube-Aktiebolag navn til Orkla Industrier AS, og Astrup sjakt var hovedsjakt for gruvedriften til driften ble lagt ned i 1987. Dette betydde slutten på gruvedriften på Løkken etter 333 års drift. Astrup sjakt brukes imidlertid fortsatt aktivt, idet det på de dypeste nivåene foregår destruksjon av artilleriammunisjon, inklusive klasebomber i regi av Nammo NAD AS (Norwegian Ammunition Disposal Company). Her er bl.a. US Army en betydelig oppdragsgiver.

Statseide Norsk Jernverk i Mo i Rana kjøpte i 1962 opp Rana Gruber som i 1964 ble en integrert del av jernverket og eneleverandør av jernmalm til verket. Jernmalmen på Storforshei i Dunderlandsdalen ble tatt ut i store dagbrudd med storskala moderne utstyr (figur 7). Total bergfangst (malm + gråberg) kom typisk opp i

Figur 7. Lasting av 175 tonns truck i Ørtvann dagbrudd

7, 5 millioner tonn/år (eller ca. 2,5 millioner m^3 / år). Av dette var ca. 2,2 millioner tonn malm som etter grovknusing ble fraktet 30 km med jernbane ned til oppredningsverket i Mo i Rana. I 1988 ble Norsk Jernverk nedlagt, og Rana Gruber ble utskilt som et eget selskap. Dette ble i 1991 overtatt av de ansatte og drevet videre. Med svært lave jernmalmpriser hadde bedriften utviklet spesialprodukter med basis i malmens magnetittinnhold. Dette inkluderte pigmenter og høykvalitet magnetitt med mye høyere priser enn jernmalmslig til stålproduksjon. Dette gjorde at bedriften holdt det gående utover 1990-tallet. Fra 2000 kom det aller meste av produksjonen fra en nyoppstartet underjordsgruve med såkalt skivepallbrytning med en malmproduksjon på ca. 1,5 millioner tonn/år. Fra 2005 begynte en formidabel økning i jernmalmprisene, og den økonomiske situasjonen for bedriften fikk en tilsvarende meget positiv utvikling. Dette gjorde at bedriften besluttet å åpne et nytt hovednivå i gruva med en endring av brytningsmetoden til skiverasbrytning. Samtidig ble det gjenopptatt brytning i gamle dagbrudd, og det planlegges også åpning av et nytt dagbrudd i en ny forekomst. På grunn av sterkt økende etterspørsel

ble produksjonen økt til ca. 3 millioner tonn/år, med ytterligere planlagt økning når det nye nivået kommer i drift i 2012. I 2008 ble aksjemajoriteten i Rana Gruber AS overtatt av entreprenørselskapet Leonard Nilsen og Sønner (LNS).

Titania A/S i Hauge i Dalane har siden 1902 drevet gruvedrift på titanmineralet ilmenitt ($FeTiO_3$). Ilmenitt foredles videre til det viktige pigmentet titanhvitt (TiO_2) i Fredrikstad og til jern og titanholdig slagg i Tyssedal. Frem til 1960 foregikk produksjonen ved underjorddrift på den såkalte Storgangen. I 1960 åpnet det store dagbruddet på Tellnes, og siden 1965 har all produksjon kommet derfra. Dagbruddet er i dag under ytterligere utvidelse og er Norges største malmdagbrudd i drift. Utover i 1960 -1970-årene økte produksjonen jevnt og ligger i dag på rundt 3 millioner tonn malm pr. år. I tillegg brytes nesten like mye gråberg for å komme til malmen, slik at total bergfangst er rundt 1,5 millioner m^3. Typiske malmsalver i bruddet er på rundt 200 000 tonn eller ca. 60 000 m^3 (figur 8).

Figur 8. Sprengning av malmsalve i dagbruddet på Tellnes

Malmreservene på Tellnes er store, noe som vil sikre drift i mange tiår fremover.

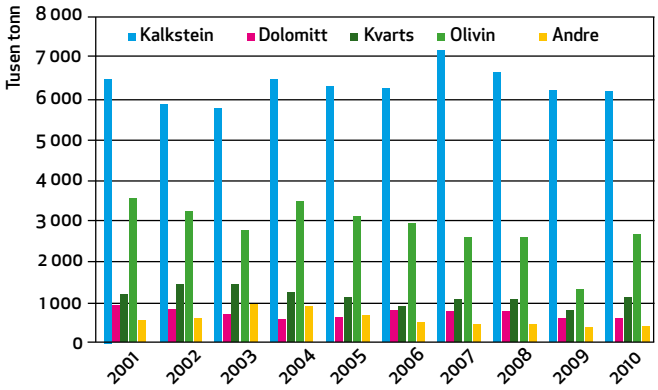
Det foregående har gitt en oversikt over de viktigste malmbergverkene i Norge. Inntil først på 1980-tallet utgjorde malmproduksjon over halvparten av produksjonsverdien fra mineralnæringen. Andelen industrimineraler var imidlertid allerede da betydelig og sterkt økende. Det dominerende industrimineralet i Norge var og er fortsatt kalkstein.
Tradisjonelt gikk en stor del av kalksteinen til sementindustrien, samt en del til metallurgiske formål, kunstgjødsel og jordbrukskalk.
Først på 1960-tallet var de tre konkurrerende sementfabrikker i Norge: Christiania Portland Cementfabrik på Slemmestad med kalksteinsuttak i dagbrudd på Langøya ved Holmestrand, Dalen Portland Cementfabrik ved Brevik med kalksteinsuttak under jord på Dalen og dagbrudd i Porsgrunn, og Nordland Portland Cementfabrik i Kjøpsvik ved Tysfjord med kalksteinsuttak i dagbrudd i Kjøpsvik.

I 1968 ble de tre fabrikkene slått sammen under navnet A/S Norcem. Fabrikken på Slemmestad ble nedlagt i 1989, slik at dagens produksjon på ca. 1,7 millioner tonn sement kommer fra Brevik og Kjøpsvik. Dette krever ca. 3 millioner tonn kalkstein (ca 1 million m^3), hvorav ca. 1 million tonn kommer fra underjordsgruva på Dalen og ca. 2 millioner tonn fra dagbruddene i Porsgrunn og Kjøpsvik.
Norcem ble i 1999 kjøpt opp av multinasjonale Heidelberg Cement Group.

Med utgangspunkt i firmaet Hustad Kalk og Marmor AS eid av familien Steinsvik, ble det i 1976 startet en virksomhet i Elnesvågen ved Molde som siden har utviklet seg til et industrielt eventyr. Grunnlaget for dette var forekomstene av meget ren kalkstein (eller kalkmarmor) i Eide og Fræna. I samarbeid med det sveitsiske, multinasjonale Omya-selskapet ble det utviklet en prosess for fremstilling av flytende marmor (kalt Hydrocarb slurry) som brukes som filler og overflatebestrykning av papir. Det er faktisk slik at magasinpapir eller glanset papir kan inneholde opptil 55 % marmor, mens vanlig kopipapir kan inneholde 35 %. I dag produseres ca. 3 millioner tonn flyende marmor, og 99 % av dette eksporteres i spesielle tankbåter til papirfabrikker over hele

Europa. Råstoffgrunnlaget er krystallin kalkstein (marmor) som dag kommer fra to privateide underjordsgruver i Eide på Nord-Møre og dagbruddet til Brønnøy Kalk AS i Nordland som til sammen produserer ca. 3 millioner tonn/ år (eller ca. 1 million m^3).

Det finnes også flere mindre produsenter av kalkstein i Norge, inklusive to underjordsgruver, og det finnes også planer for en større underjordsgruve. Figur 9 viser en oversikt over produksjonen av industrimineraler i Norge.



Figur 9. Produksjonen av industrimineraler i Norge 2001-2010 (Fra DIRMIN Årsrapport 2010)

Figuren viser at den årlige produksjonen av kalkstein i Norge ligger på ca. 6,5 millioner tonn eller ca. 2,4 millioner m^3.

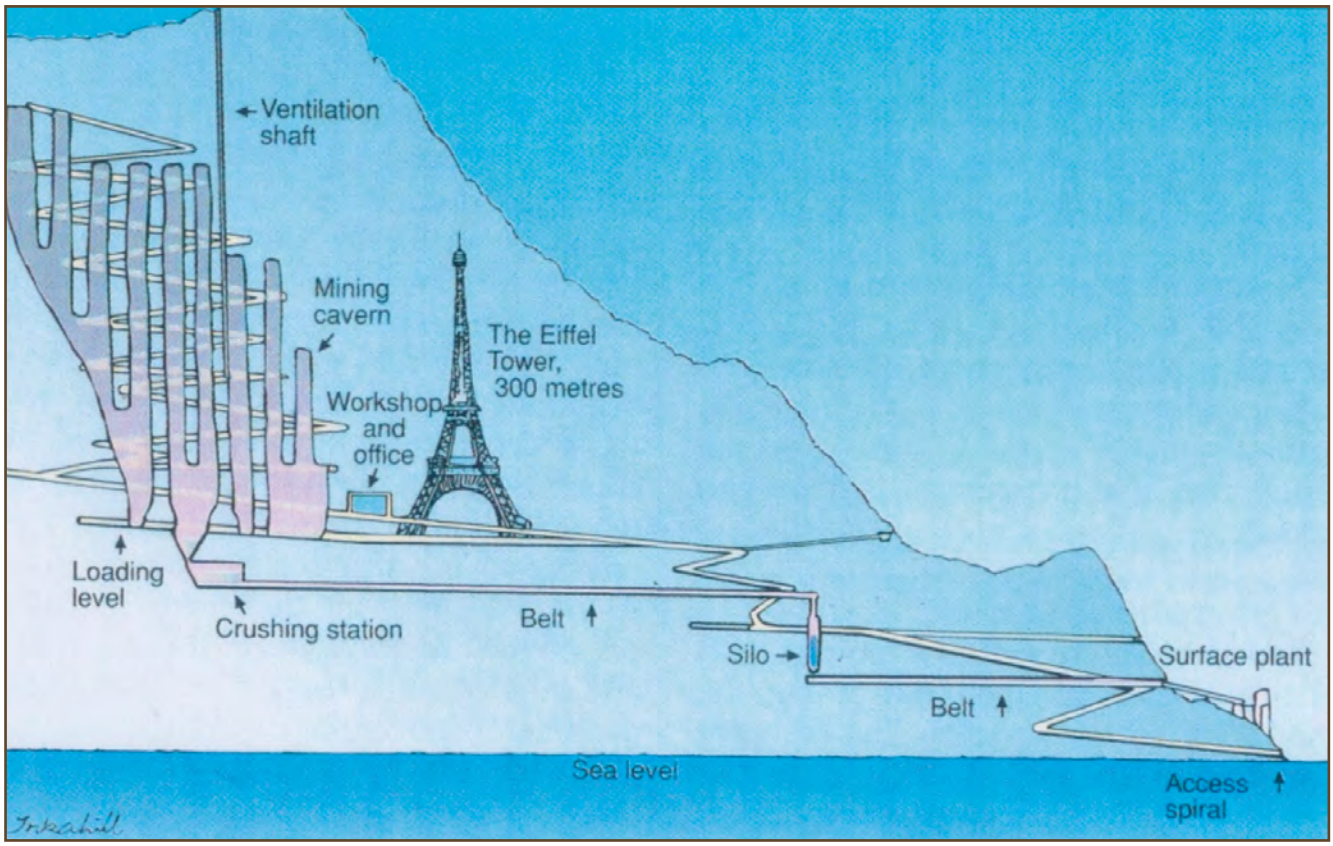
Mens kalkstein er kalsiumkarbonat er dolomitt kalsium-magnesiumkarbonat. For tiden finnes to underjordsgruver i Norge for produksjon av dolomitt: Hammerfall Dolomitt AS i Sørfold kommune og Franzefoss Miljøkalk AS i Ballangen kommune med en samlet produksjon på ca. 700 000 tonn/år. Dolomitt sammen med sjøvann ble tidligere anvendt av Norsk Hydro for fremstilling av magnesium metall. Ellers brukes dolomitt i en rekke produkter som for eksempel papir, glass, maling, landbrukskalk og rensing av vann.

Industrimineralet olivin er et magnesium-jern-silikat som finnes i store mengder i Norge, spesielt på Nord-Vestlandet. På 1960-tallet var det flere mindre produsenter av olivin. Olivin ble brukt som støperisand, til sandblåsing og i ildfaste støpemasser. A/S Olivin ble startet i 1948 med uttak av olivin i dagbrudd i Åheim på Sunnmøre. A/S Olivin var heleid av Staten og hadde en relativt beskjeden produksjon frem til først på 1970-tallet. Da begynte den europeiske stålindustrien å bruke olivin som såkalt slaggdanner. A/S Olivin kom fort inn som ledende leverandør, og produksjonen økte raskt fra rundt 100 000 tonn/ år til 1 million tonn/år. Dette gjorde at A/S Olivin fikk en meget solid økonomi og var i årevis en av landets mest lønnsomme bedrifter.
I 1999 solgte Staten A/S Olivin til North Cape Minerals AS som drev underjordsdrift på olivin i Lefdal i Nordfjord. Sammen med et par andre oppkjøp førte dette til at det alt vesentlige av olivinproduksjonen i Norge ble kontrollert av North Cape Minerals. I 2008 fusjonerte North Cape Minerals med amerikanske Sibelco Nordic som nå er det offisielle navnet på olivinselskapet.
Av figur 8 vil det fremgå at olivinproduksjonen har ligget på i underkant av 3 millioner tonn/år de senere årene.

Et annet viktig industrimineral er kvarts som et viktig råstoff til bl.a. ferrosilisiumindustrien. Av figur 8 fremgår at produksjonen av kvarts ligger rundt 1 million tonn/år.

En av de mest spektakulære undergrunnsgruvene i Europa var nefelinsyenittgruva på Stjernøy i Finnmark. Neflinsyenitt er råstoff for glass og keramikk. Frem til ca. år 2000 ble ca. 600 000 tonn /år produsert under jord ved hjelp av såkalt skivepallbrytning (Figur 10).

Dette ga enorme rom med bredde 25 m, lengde 50 m og høyde opp til 400 m. Atkomst til de forskjellige nivåene i gruva skjer via en siksak-stoll som i dag går helt til toppen av fjellet Nabbaren. Denne er nå atkomst til et dagbrudd på toppen, hvor produksjonen



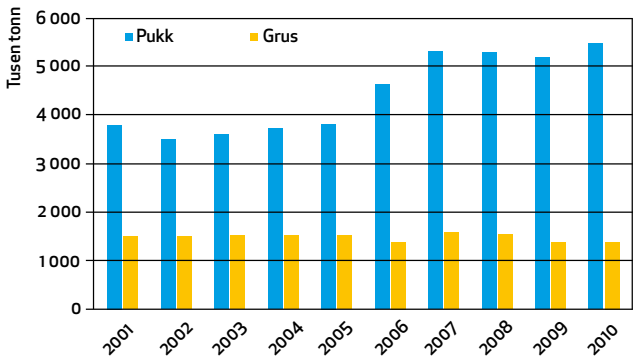
Figur 10. Skjematisk vertikalsnitt gjennom gruva på Stjernøy. Eiffeltårnet er lagt inn som målestokk!

foregår som sommerdrift. To av de gamle strossene i underjordsgruva fungerer som silo for dagbruddsmassen, og nefelinsyenitten trekkes fra siloene gjennom vinteren. Bedriften eies i dag av Sibelco Nordic.

I 2010 ble det totalt tatt ut 10,7 millioner tonn (eller ca. 4 millioner m^3) industrimineraler i de forskjellige gruvene i Norge.
Men den desidert største tonnasjen av mineralsk råstoff i Norge er pukk (figur 11)

Av figur 11 fremgår at produksjonen av pukk i de senere årene ligget på i overkant av 50 millioner tonn/år eller ca. 19 millioner m^3.

Tilgjengelige forekomster av naturlig sand og grus er begrenset, og også økt krav til kvalitet gjør at pukk fra bergmasser av god kvalitet stadig øker i volum.



Figur 11. Produksjon av pukk og grus i perioden 2001-2010 (Fra DIRMIN Årsrapport 2010)

Selv om det meste av pukken kommer fra dagbrudd, finnes det også noen uttak fra underjordsanlegg. På grunn av miljøkrav og etter hvert lang transport fra brudd til marked i tettbebyggelse, er det sannsynlig at andelen underjordsanlegg vil øke i fremtiden.

Fra et 20-talls store pukkverk langs kysten av sør og vest-Norge har det etter hvert utviklet seg en betydelig eksport av pukk. I 2010 ble det eksportert 17 millioner tonn med Tyskland, Danmark, Storbritannia, Nederland og Polen som de viktigste mottakerland. Det forventes at denne eksporten vil øke betydelig i årene som kommer. Pukk er også viktig i offshoresammenheng, spesielt i forbindelse med tildekking av olje- og gassledninger på havbunnen. Dette krever store mengder pukk.

Utvikling av bergindustrien

Som beskrevet i det foregående skjedde det fra først på 1960- årene og videre oppover i 1970-årene en storstilt utbygging av malmgruvene, med mange kostbare sjaktanlegg og generell oppgradering av brytningsopplegg og maskinelt utstyr. Dette betydde at bergverkene overveiende var moderne, effektive foretak. Men en kombinasjon av svært lave metallpriser og også for en del gruver utdriving av den drivverdige delen av ressursene, førte til at flere og flere av malmbergverkene ble lagt ned. Ved årtusenskiftet var det bare to malmgruver igjen i Norge. Da var det også slutt på statlig eierskap i mineralnæringen i fastlands-Norge. Men samtidig skjedde det en stadig økning i produksjonen av industrimineraler med mange lønnsomme bedrifter, og ikke minst skjedde det en kraftig økning i produksjonen av pukk med betydelig eksport fra mange bedrifter. Dette resulterer i at det aldri har vært produsert så mye mineralske råstoffer som nå.

I 2010 ble det totalt produsert ca. 85 millioner tonn mineralske råstoffer i Norge til en verdi av 11 milliarder kroner. Mineralnæringen sysselsatte ca. 5550 personer.

Organisatorisk har det skjedd store endringer. De forskjellige grenene av bergindustrien var organisert i Bergindustriens Landssammenslutning (BIL), Stenindustriens Landssammenslutning (SIL) og Pukk- og grusleverandørenes Landsforening (PGL). 28. mars 2008 besluttet BIL, SIL og PGL å gå sammen i en ny, felles forening med navnet Norsk Bergindustri.

Juridisk var den generelle lovgivning på mineralområdet komplisert, fragmentert, uoversiktlig og ufullstendig. Etter at næringen hadde ventet på en ny, enhetlig minerallov i 25 år, kom endelig "Lov om erverv og utvinning av mineralressurser (mineralloven)" med ikrafttredelse 1 januar 2010. I praksis erstatter denne loven fem lover, noe som gjør saksgangen i mineralsaker svært mye enklere. Samtidig ble etaten "Bergvesenet med Bergmesteren for Svalbard" endret til "Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard (Direktoratet for mineralforvaltning)" (DIRMIN).

En sterk økning i metallprisene i de senere årene har ført til fornyet interesse for tradisjonell malmgruvedrift. Bl.a. har dette ført til at driften ved jernmalmgruvene i Sør-Varanger ble gjenopptatt i 2009, og som tidligere nevnt investerer Rana Gruber store summer i etablering av et nytt hovednivå i underjordsgruva og omlegging av brytningsopplegg med en betydelig økning av jernmalmproduksjonen som mål.

Interessen for utnyttelse av mineralressurser i fastlands-Norge har også fått en betydelig positiv økning politisk helt opp på regjeringsnivå. Dette har i første omgang ført til at NGU har fått en tilleggsbevilgning på 100 millioner kroner til økt leting etter mineralressurser.

Parallelt med dette skjer det en betydelig økning i prospekteringsaktivitet i flere områder i Norge av utenlandske selskaper.
Avslutningsvis kan en derfor fastslå at situasjonen for mineralindustrien i Norge ser lysere ut enn på veldig lenge!

Kilder

- Bergverk1975- 100-års jubileumsbok for NIF Bergingeniørenes avdeling og Norsk Bergindustriforening, 1975

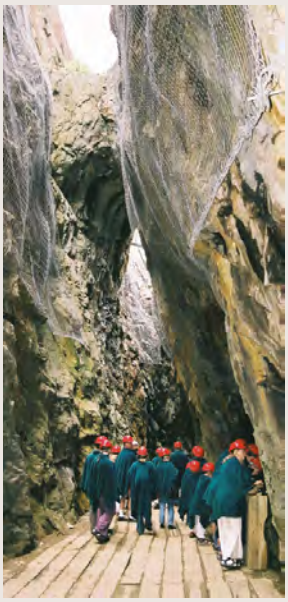
- Direktoratet for mineralforvaltning: Årsrapport 2010

- Bergingeniørutdanningen i Norge gjennom 250 år, Tapir Akademiske Forlag 2007

- Titania i 100! 100-års jubileumsbok for Titania A/S, 2002

- Diverse hjemmesider til bedrifter og institusjoner

Blaafarveværket i Modum



Blaafarveverket med koboltgruvene er en viktig del av vår bergverkshistorie. Det startet 1772 da skjerper Ole Witloch tok med seg sekken full av steinprøver til Kongsberg for videre analyse. Dette førte til Det Kongelige Modumske Blaafarveverk som i første del halvdel av det nittende århundre var landets største industribedrift. Historien er fargerik, sterke personligheter, oppgangs og nedgangstider, en konge som måtte pantsette verket, eierskifter, stopp i gruvedriften, nye utfordringer, konkurser med stykksalg av aktiva og forfall før idealister med sans for kulturelle verdier kom inn i bildet. Slutten har vi ikke sett. Mye ble reddet, mye er restaurert og Stiftelsen Blaafarveverket med gruveganger og bygninger er blitt et av de mest søkte museer vi har.

Ole Witloch var skjerper ved Sølvverket på Kongsberg, men ble avskjediget våren 1772. Han fortsatte i faget og dro til Modumområdet. Han håpet på å finne sølv i Skuterudåsen og samlet steinprøver. Med sekken full dro han til Kongsberg. Det ble ikke sølv, men analysene viste kobolt. Danskekongen fikk beskjed og tilkalte tysk ekspertise. Prøvedriften ga gode resultater. Planlegging og bygging kom i gang.

Pådriver for utviklingen av Blaafarveverket var Heinrich Carl Schimmelmann. Han hadde myndighet og midler og fikk hjulene til å svive. Schimmelmann var født i Mecklenburg-Vorpommern i 1724, hadde opparbeidet seg store rikdommer som ung forretningsmann, gikk i Danskekongens tjeneste (Christian VII), ble adlet og senere Skattmester.

Utvinning av mineralene startet i dagbrudd. Den drivverdige koboltåren ble tatt som en grøft der ligg og heng ble sikret med rundtømmer. Fyrsetting som fortsett var driftsmetoden ble godt håndtert på Modum og inndriften ble beregnet til 1 meter pr. mann og måned.

Etter hvert ble det nødvendig å gå under jord. Stollene ble først drevet med fyrsetting og så med handboring, krutt og sprengning.

Karl Fr. Böbert som hadde studert ved bergskolen i Clausthal og universitetet i Halle kom til Modum 1826. I den høye alder av 23 år ble han ansatt som leder av gruvene for Blaafarveværket. Han studerte arbeidsmetoder, gikk over fra 2-manns handboring til singelboring, reduserte stuffmannskapet fra 6 til 4 og registrerte at produksjonen ikke ble redusert. Løst krutt var utsatt for både fukt og overforbruk. Bøbert engasjerte "pensjonister" for patronering av krutt som ble pakket i flere lag papir (datidens rullepiker). Borkapasiteten lå på 60 cm per 8 timers skift som etter hver økte til vel en meter.

Kilde Blaafarveverket

De sosiale forhold på Blaafarveverket var etter datidens forhold gode. Deler av arbeidsstokken ble innkvartert i verkets boliger, ikke spesielt rommelig, men de enetasjes husene hadde tømmervegger med kjeller og loft. Ukependlere fikk opphold i sakkerhus og forsyninger kunne anskaffes fra marketenteriet. Verket hadde egen lege som også var den lokale apoteker. Gruvearbeidere har alltid vært utsatt for yrkessykdommer. Berget på Modum inneholder spor av arsenforbindelser som fører til utslett og mer alvorlige sykdommer.

Rundt 1830 viser en undersøkelse at arbeiderlønninger ved Blaafarveverket lå på fra 6 til 8 speciedaler pr måned og at den dårligst betalte på Blåfarveverket tjente mer enn den best betalte på Røros. Ugyldig fravær resulterte i redusert godtgjørelse. Lønnsmessig var det klasseskille – den gang som i dag:

Direktøren som også hadde en 15 % eierandel tjente rundt 10.000 speciedaler pr. år, hytteinspektøren 1300, bergmesteren 1200, legen 500, læreren 300, overstiger 250, stiger 150, oppsynsmenn-sjakthauer-murmester- møller-smeltere 100, smed 80, sprengere og borhauere 70, dagarbeidere 60, ungsprengere 50, drenger 30 osv. Kjøpekraften var stor. En tønne bygg kastet i 1840 ca. 2 specie daler.

En rekke fargerike personer bidro til Blaafarveværkets utvikling. Det til tross, tidene endret seg, alternative kjemikalier kom på markedet, økonomien skrantet og anlegget skiftet eiere. England var det dominerende eksportmarkedet og i 1849 fikk verket engelske eiere. Det hjalp lite. Seks år senere opplever gruvesamfunnet sin første store arbeidsulykke, fem personer omkommer i et ras og gruveledelsen blir beskylt for uvøren drift. Verket selges på nytt i 1856, denne gang til Sachsische Blaufarbenwerkverein. Dette var den store produsenten innenfor markedssegmentet som dermed langt på vei har skaffet seg et blåfarvemonopol. Driften gikk for fullt. På foredlingsverket ble malmen knust og renset for arsen gjennom en kalsineringsprosess. Rundt 1890 ble gruvedriften problematisk. Ny direktør, utdannet bergingeniør fra Freiburg, fikk oppgaven med å avvikle gruvedriften og samtidig planlegge tresliperi.

Haugfoss træsliberi sto ferdig i 1894. Det ga jobb for mange av arbeidsstokken som var blitt avlagt fra gruven året før. Tresliperiet fikk en fin start og gikk med gode økonomiske resultater.

Industrikonsesjonsloven av desember 1917 (lov om erverv av vannfall, bergverk og annen fast eiendom)

Inntrykk fra Ludvig Eugen Stoll. Kilde: Blaafarveverket.

forandret mye. Modum kommune fikk nye rettigheter og kjøpte sliperiet. Kjøpet inkluderte det nedlagte Modums Blaafarveværk og gruvene. For kommunen ble kjøpet en kjedelig sak. Kommunen tapte penger, var konkurs i 1933 (ikke den eneste) og staten rykket inn som administrator.

Vedlikehold sviktet og situasjonen kunne karakteriseres som forfall, så ille at kulturinteresserte reagerte. Media, den gang radio og aviser, tok opp saken og beskrev forfallet. Den nye eieren av glasshytta (kjøpt for kr. 2000,-) overtalte sosialminister Oscar Torp til å se på forholdene. Det resulterte i at både Sosialdepartement og Riksantikvar bevilget penger til vedlikehold i perioden 38-39. I krigsårene var området stasjon for Arbeidstjenesten. I 1945 startet gjenreiningen av landet. Det gjaldt ikke for Blaafarveverket.

Forfallet fortsatte til kulturinteresserte på ny kom på banen. Denne gang var det innflytteren Kjell Rasmus Steinsvik og ganske snart ungjenta Tone.

Det fører for langt å gå gå inn på ulike kjøp, etableringer, stridsspørsmål og løsninger som ligger bak Blaafarveverket og Koboltgruvene slik vi møter anleggene i dag. Vi slår fast at det er gjort en kjempeinnsats, at det er pent og at helhetstenkning er fundamentet. Anlegget er godt besøkt. Fortsatt utvikles området og for besøk i selve koboltgruvene er det allerede opplegg som passer både for små og store, for de som går lett og for de som er mindre mobile.

Injeksjonsarbeid.

Vannkraft og fjellsprengning

Erik Tøndevold

Finn Lied, sivilingeniør, forsker, samfunnsbygger og politiker ble i et intervju med NRK spurt om sitt syn på Norge i dag sammenlignet med den gang han var ung (Lied er årgang1916). Kan ikke sammenlignes svarte Lied. Nå er vi et rikt land. Så fortsatte han med at vi selv om vi bor langt mot nord og mange ting gjerne kunne ha vært enklere så er Norge i en unik stilling og han peker på tre områder:

1. Vår vannkraft
2. Fiskeriene
3. Vår olje og gass

Så du setter vannkraften først spør programlederen. Ja, ubetinget svarer Lied. Vannkraften er mye viktigere – det tåler ikke sammenligning, den er evigvarende.

Klar tale.

Innledning

Min førstehånds erfaring med vår unike ressurs er fra utbyggingsplanlegging og konsesjonsbehandling. Jeg har moderat kjennskap til detaljprosjektering og anleggsarbeider, derfor må mitt bidrag delvis betraktes som skrevet av en teknisk «journalist». Først et tilbakeblikk til bygningsingeniørstudiet på NTH i slutten av 1950-årene. Det var mye hvordan (praktisk) og lite hvorfor (teoretisk). Siden har det blitt mer anvendt matematikk, godt hjulpet av slagkraftige datamaskiner med hensiktsmessige dataprogrammer. Denne matematikken brukes på modeller av virkeligheten, og disse modellene blir utviklet på grunnlag av observasjoner.

Vannkraft er naturenergi basert på hydrologi og topografi. I utnyttelsen er det et tredje basisfag, nemlig geologi. Deretter kommer vår evne til å planlegge å realisere planer.

Reguleringsanlegg

Fra naturens side er tilsig av vann ujevnt og ikke i fase med et varierende energibehov. Den utnyttbare del av tilsiget økes ved hjelp av magasinering. Hos oss kan et magasin etableres på to måter, enten tapper vi en innsjø og utnytter naturlig lagret vann, eller så bygger vi en dam som gir oss nytt reservoar for lagrer vann og dermed energi.

Ringdalsdammen ble et flott eksempel på tidlig reguleringsanlegg. Her fra starten i 1908. Stor innsats av muskelkraft og mye slit. Dammen var i sin tid Norges største.

Den internasjonale vannkraftutbyggingen domineres av elvekraftverk, typisk er lavt[8] utnyttbart fall og store vannmengder, vanligvis er nedtapping begrenset til en beskjeden kanalisering ved utløpet/inntaket. Stor nedtapping av magasinert vann (100 meter og mer) som vi har her hjemme skjer gjennom en bunntapp etablert gjennom en tunnel med et utslag

8 Det er store variasjoner, fra få meter til vel 200 meter.

under vann. I mange tilfeller gir dette et meget billig magasin uten oppdemmingsskader.

Der senkningssonen består av fjell, begrenses eventuell skade til synsinntrykk og estetikk.
I løsmasser derimot, er erosjon og ras faktorer av betydning. Bølger og tilløp graver mens vannstandsvariasjoner etablerer poretrykk og utfordrer skråningsstabilitet.

Vår dambygging domineres av fyllingsdammer, gjerne steinfyllingsdammer med tetningsmasser, filter, støttefyllinger med plastring og kronevern.

Vår ære og vår makt har hvite kull oss brakt

Bjørnstjerne Bjørnsons runder av sitt dikt og hyllest til den norske sjømann med "vor ære og vor makt har hvide seil oss bragt". Det kan lett omskrives til «Vår ære og vår makt har hvite kull oss brakt». Når det gjelder vannkraftproduksjon, var vesle Norge i 2006 nr. 6 i verden etter de store landene Kina, Canada, Brasil, USA og Russland. Hakk i hæl var India, som trolig nå har skjøvet oss ned til 7. plass.

Både klimatisk og topografisk er Norge tilgodesett med enestående vannkraftmuligheter. Vi har rikelig nedbør, godt fall, gode magasinmuligheter, god geografisk spredning og kort vei til lastsentra. Jo større fallhøyde i nedstrøms kraftstasjoner, jo mer verdifullt er det lagrete vannet. De fleste magasinene ligger i høyfjellet. Det berører vanligvis ikke beboere direkte, og dermed er demmingsskadene små sammenlignet med forholdene i de fleste andre land. Fjellområdene er ofte rimelig "flate", det gir våre magasiner stor vannflate og dermed betydelig lagring av vann selv om dammene har beskjeden høyde.

I likhet med vindkraft (seilskip) har vannkraft vært direkte utnyttet fra langt tilbake i tiden. Men det store spranget kom med oppdagelsen av elektrisiteten og oppfinnelsen av vekselstrømmen. Som mekanisk energi var vannkraften stedbundet. Foredlet til vekselstrøm kunne den transporteres. I nyere tid har likestrømmen også fått sin renessanse. Eksempler er våre sjøkabler til Danmark og Nederland, og «bulktransport» på land over store avstander. [9]

Beliggenhet er et viktig poeng både for kraftproduksjon og elforbruk. Vannkraftkilder og "alminnelig forsyning" har en gitt beliggenhet. Derimot har man lokalisert kraftintensiv industri nær gode vannkraftkilder.

Hovedtypene

Det er to hovedtyper av vannkraftutbygging:

- Vannfallet konsentreres med en dam, og kraftstasjonen står ved foten av dammen. Den ekstreme typen er i flatt terreng med voller oppstrøms på begge sider av elva for å unngå store neddemmingskader.
- Vannet føres i tunneler og rør fra inntaket til utløpet, og kraftstasjonen plasseres et sted underveis. Det er denne typen som først og fremst vil bli omtalt. Hvor kraftstasjonen blir plassert, avhenger av topografien.

Mange norske vannkraftverk er av den "alpine" typen. Fra inntaket føres vannet i en tunnel oppe i dalsiden og fra enden av denne tilløpstunnelen føres vannet bratt ned til en kraftstasjon i dalen.

Uten en dalside bruker man den "svenske" typen. Et tidlig eksempel på dette er Porjus i Luleelven. Her er kraftstasjonen plassert dypt i fjell like ved dammen, og vannet føres tilbake til elva med en lang utløpstunnel. Det er lite kjent at vi i Norge fikk en lignende kraftstasjon nesten like tidlig, nemlig det mye mindre Bjørkåsen kraftverk i Ballangen i Ofoten.

Typiske, tidlige, store norske vannkraftverk er Vemork som var verdens største ved idriftsettelsen i

9 "Bulktransport": I dag går de lengste vel 2000 km, spenninger 500-600-800 kV og kapasitet rundt 5000 MW

Tysso 1, bygget 1906-08 så nært fjorden som mulig. Den flotte kraftstasjonen var utstyrt med 15 aggregater. Peltonturbiner for 400 meters fall. Etter rørbrudd i 1981 og andre tekniske problemer ble anlegget stoppet i 1989. Da var Oksla forlengst i drift. Tysso 1 er i dag museum og skinner med ny glans. Riksantikvaren fredet anlegget år 2000. Bildet er tatt 1929/30 og kommer fra Boliden/Norzinks fotosamling.

1911, og Såheim på Rjukan. På Vemork begrenset de store sprengningsarbeidene seg til tilløpstunnelen. På Såheim gikk man et skritt videre i utviklingen ved at rørgaten ble lagt i en sjakt. Målt med dagens øyne har Vemork en merkelig plassering høyt over elva. I dag ville man jo ha bygget ut i ett fra Møsvatnet ned til Tinnsjøen en fallstrekning som nå har fem kraftstasjoner etter hverandre. I den norske rankinglisten ville en slik kraftstasjon bare få fjerdeplassen etter Tonstad, Kvilldal og Sima når det gjelder GWh/år.

I vannkraftutbygging er det klare storskalafordeler. Ved å utnytte vannkraftpotensialet i færre kraftstasjoner reduseres kostnadene vesentlig. Akkurat på Rjukan ville kraftproduksjonen bli lite redusert fordi Møsvatnets nedbørfelt er dominerende og lite vann kommer inn fra sidene ned til Tinnsjøen. På Ulla-Førre var det en klar tredeling Saurdal, Kvilldal og Hylen fordi så mye vann kom fra nedbørfelt som ligger lavere enn Blåsjø. Dette viser tydelig at vannkraftutbygging er "skreddersøm" og at man ikke må blindt kopiere andre utbygginger.

Når det gjelder reduksjon av antall kraftstasjoner, kan to "delvis"-alternativer nevnes:

- Felles maskinsal og utløp: Sima kraftverk består av to utbygginger med forskjellig fallhøyde, Lang-Sima med fra Langvatnet henholdsvis Sy-Sima som får vannet fra Sysenvatnet.

- Vekseldrift (felles tilløpstunnel). Lang-Sima veksler mellom drift på "høyfallet" (Langvatnet) og "lavfallet" (Rundavatnet). Her trenger man ingeniørgeologiske retningslinjer for hvor raskt man kan endre vanntrykket i tilløpstunnelen. Jukla kraftverk, Folgefonn, veksler mellom enda flere inntak.

En "riktig" utbygging avhenger av tidspunktet. Hvor stor er den prognoserte forbrukstigningen, og hvor stort er forsyningsområdet? Med "forsyningsområde" menes her det området som er forbundet med kraftledninger.

I etterpåklokskapens klare lys kan man si at i tidligere tider forekom "skambygging". Men selv om man den gang hadde hatt en krystallkule, ville skambygging være umulig å unngå. Hvis det å unngå skambygging hadde vært viktigst, måtte man hele tiden velge utbygginger som kunne fullføres i løpet av få år, det vil si småutbygginger som kunne inngå uforandret i fremtidens totalplan. Dette ville gi dyrere kraft enn om man valgte en "skamutbygging" i et større vassdrag.

I Norge fikk vi det første "modne" området på Østlandet i begynnelsen av 1960-årene. Samkjøringsområdet var stort nok og forbruksstigningen var stor nok til at man kunne gjennomføre den store Tokkeutbyggingen uten skambygging. Etter hvert ble det norske samkjøringsområdet utvidet, og man fikk forbindelser til utlandet.

Vannkraftutbygging er "skreddersøm". Jo større forsyningsområde, desto bedre er muligheten for å utnytte en utbyggings ekstreme egenskaper:

- Gode magasinmuligheter utnyttes som "stabbur" for hele samkjøringsområdet
- Tilsvarende utnyttes gode effektmuligheter

I et område med flere eiere er det viktig med et avtaleverk som sikrer at disse mulighetene utnyttes uten at noen av eierne "snylter".

Plassering i fjell

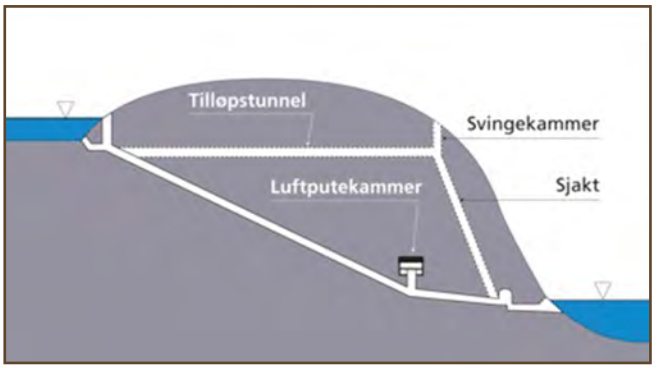
Å plassere kraftstasjoner i fjell kom for alvor under 2. verdenskrig av beredskapsmessige årsaker, se Sveits. Imidlertid finnes det et tidlig norsk eksempel. En utbygging i Osa (Hardanger) ble påbegynt i fjell tidlig i 1920-årene, men ble avbrutt på grunn av konjunkturene. Et halvt århundre senere ble Eidfjordutbyggingen (Osa/Sima/Bjoreio) påbegynt, og vann fra Osa ble overført til Sima kraftverk.

Etter krigen ble plassering i fjell helt dominerende, og etter hvert innså man at dette burde gjøres av økonomiske årsaker. Det er to viktige årsaker til dette:

- Fjellsprengningen utviklet seg.
- Vannveiene blir kortere når man ikke er bundet av plassering på overflaten.

Man fikk en utvikling fra bruk av "overflatekonstruksjoner" plassert i fjell til å bruke selve fjellet som en del av konstruksjonen både for vannveien og for selve kraftstasjonen.

Rørgaten i fjell på Såheim ble etterfulgt tretti år senere av tilsvarende utførelse på Mår og Aura. Stålmangel motiverte for andre løsninger, og man fikk stålforete trykksjakter, med tynnere rørvegger fordi deler av vanntrykket ble overført til fjellet. Neste trinn var å la fjellet overta alt vanntrykket, og man fikk råsprengte trykksjakter.



Tegningen demonstrer to løsninger:
1)Fra inntaket tilførselstunnel frem til vertikal svingesjakt og skråsjakt ned til stasjonen
2) Trykktunnel med luftputekammer.
Kilde Rune Stubrud,NVE.

Ved å bruke en råsprengt skråtunnel ble vannveien kortere, og man unngikk et arbeidssted høyt oppe i dalsiden. Dette var dessuten en utseendemessig fordel. Denne løsningen medførte at man måtte se nærmere på svingninger, stabilitet og trykkstøt. Dette medførte at man noen steder hadde en luftpute, som første gang ble brukt på Driva og Jukla (Folgefonn). Juklas luftputekammer omtales nedenfor.

I helt vannfylte vannveier er det en lav vannhastighet og liten erosjon av sålen. Derimot under fylling og tømming får man frispeilstrømning i skråtunneler, stor vannhastighet og dermed erosjon. Erosjon unngås med bunnrensk. For å redusere kostnadene har det brukt "rensk til topp av knøler". Det har også vært vurdert å avrette sålen med asfalt eller lignende, men dette kan løsne. Støpt såle er bra for anleggstransporten i en tunnel med bildrift. Selv om tverrsnittet reduseres, kan det hende at økt glatthet mer enn motvirker dette, slik at falltapet (energitapet) reduseres.

Sammenlignet med veitunneler er vanntunneler uten krav til kurvatur og stigning/fall, og jernbanetunneler er enda "stivere". Hvis man møter dårlig fjell, kan man raskt bøye av for å komme i bedre fjell.

En «horisontal» tunnel vil man gjerne ha så horisontal som mulig, men må ta hensyn til drenering og unøyaktig sprengning. En skråtunnel vil man ofte ha så bratt som mulig, men dette må avveies mot transportutstyret og sikkerhet (uttransport av masser i sterkt fall).

Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er viktige, men omfanget må ikke overdrives. En byggherre med mange utbygginger kan konsentrere seg om å minimalisere de totale kostnadene og tåler at en enkelt utbygging blir dyrere fordi man generelt hadde optimale kostnader til grunnundersøkelser. Å velge et slikt optimum er lettere dersom man bygger i egen regi. Med bruk av entreprenører må man ha en kontrakt som er fleksibel.

I Statkraft er det skrevet et fyldig notat om Folgefonnutbyggingen. Dette var bare en mellomstor utbygging, men inneholdt mye forskjellig. I det følgende har jeg brukt mye derfra.

Når det gjelder arbeider inne i fjellet, er det viktig å huske at fjell ikke er et homogent materiale. Imidlertid står man nokså fritt med plasseringen, og mye kan spares dersom man mest mulig unngår dårlig fjell. Særlig viktig er dette for store bergrom, slik som selve kraftstasjonen. For å bestemme plassering har det vært brukt diamantboringer utenfra. Imidlertid er dette meget kostbart og forteller ikke "alt". Derfor er det bedre å avgjøre detaljerte plasseringer etter hvert som man driver innover i fjellet. Begrepet "Design as you go" var kjent som en teoretisk arbeidsmåte, men var hittil ikke brukt konsekvent. Det var Straumsmos[10][1] maskinsal som vekket oss i Statkraft.

Inntil da hadde man brukt vanlige geologer. For Innset kraftverk[11][2] ble Kåre Landmark (Tromsø Museum) kontaktet allerede i juni 1954, og han fortsatte på Straumsmo. I september 1961 hadde han anbefalt å gå straks inn med adkomsttunnelen, slik at man tidligst mulig fikk klarhet over fjellets egenskaper. Adkomsttunnelen ble ikke drevet som en bevisst sondértunnel. Imidlertid drev man en transport-tunnel oppstrøms maskinsalen og passerte en svakhetssone uten å oppdage den.

Da man senere fikk problemer i maskinsalen, kontaktet man professor Rolf Selmer-Olsen, norsk ingeniørgeologis far. Han var den gang nokså ny og var på anlegget noen ganger vinteren 1963/64 for å vurdere maskinsalen og den råsprengte trykksjakten. Etter å ha sett på svakhetssonen i maskinsalen, gikk han inn i transporttunnelen og fant den samme sonen der, men den var ikke særlig tydelig og dermed ikke lett å oppdage for en vanlig ingeniør. Blant de eldre ingeniørene hadde det vært en viss skepsis til å bringe inn Selmer-Olsen. Men yngre ingeniører kjente ham fra sin studietid på NTH og sto på hardt nok for å få sin vilje.

Det viste seg at man hadde vært maksimalt uheldig med plassering av maskinsalen. I ettertid var det fristende å overdrive betydningen av overgangen til bruk av Selmer-Olsen. Vi må merke oss Landmarks forslag i 1961. Det ble imidlertid aldri nært samarbeid med geologene. Det var for stor mental distanse mellom en vanlig ingeniør og en ren geolog.

Det ble publisert artikler om denne saken, som må antas å ha medvirket til å utvikle metodikken for plassering av store bergrom. Derfor var det heldig at uflaksen på Straumsmo kom tidlig. Erfaringene fra Straumsmo var med på å gjøre prosjekterende ingeniører mer oppmerksom på fordelen ved å bruke metoden "Design-as-you-go". Man driver adkomsttunnelen inn til maskinsalen, undersøker fjellet nøye og bestemmer så plassering og retning av maskinsalen. Dette er samme filosofi som å drive en pilotsjakt før den endelige sjakten prosjekteres.

10 [1] Straumsmo kraftverk ligger I Bardu kommune og utnytter et fall i Barduelva. Det er installert 2 stk Francis turbiner på til sammen 136 MW.
11 [2] Innset kraftverk også i Bardu ble satt i drift 1960.

Da den farlige svakhetssonen ble oppdaget, var det for sent å flytte maskinsalen, men man hadde ennå ikke sprengt den ferdig. Det var risiko for at hele oppstrøms vegg ville falle ut. For å understøtte veggen gikk man derfor inn med en ekstra tunnel under stasjonen og fylte den med betong før man sprengte ut resten av maskinsalen. Etterhvert som man kom nedover, ble veggen sydd sammen med lange bolter med endeforankring. Dermed kunne fjellet sige litt innover før det kom til en ny stabil tilstand. Man måtte derfor unngå å plassere betongkonstruksjoner helt inntil veggen.

I ettertid kunne det sies at problemet med svakhetssonen hadde vært unngått ved å plassere maskinsalen på et bedre sted i nærheten. Imidlertid var det ikke nok at anleggsingeniører så på fjellet etter hvert som man kom innover. Det var nødvendig å ha eksperter som visste hva de skulle lete etter og forsto det som de så. Professor Selmer-Olsen ble tilkalt etter at problemet oppsto på Straumsmo. Men på Folgefonn gjaldt det å få inn ekspertisen så tidlig at problemer kunne unngås.

Firmaet Siv. Ing. O. Kjølseth A/S (senere Geoteam) ble derfor trukket inn i prosjekteringen. Ved hjelp av flybilder og befaringer på bakken kunne man finne svakhetssoner og deres retning. Dermed kunne man grovt antyde hvordan slike soner fantes inne i fjellet. Under drivingen av adkomsttunnelen fant man igjen disse sonene og kunne nøyaktigere fastlegge deres plassering. Dette ble brukt for å bestemme endelig plassering og retning av maskinsalen.

For selve kraftstasjonen blir det utsprengt et langt, høyt og smalt bergrom. Utsprengningen skjer trinnvis og gjøres ovenfra. Mye av de videre arbeidene gjøres før man sprenger seg videre nedover, slik som sikring av hvelvet. Det har vært brukt kranbaner som er opphengt i veggene.

Når det gjelder arbeidssikring kontra permanent sikring, må det skilles mellom vanntunneler og

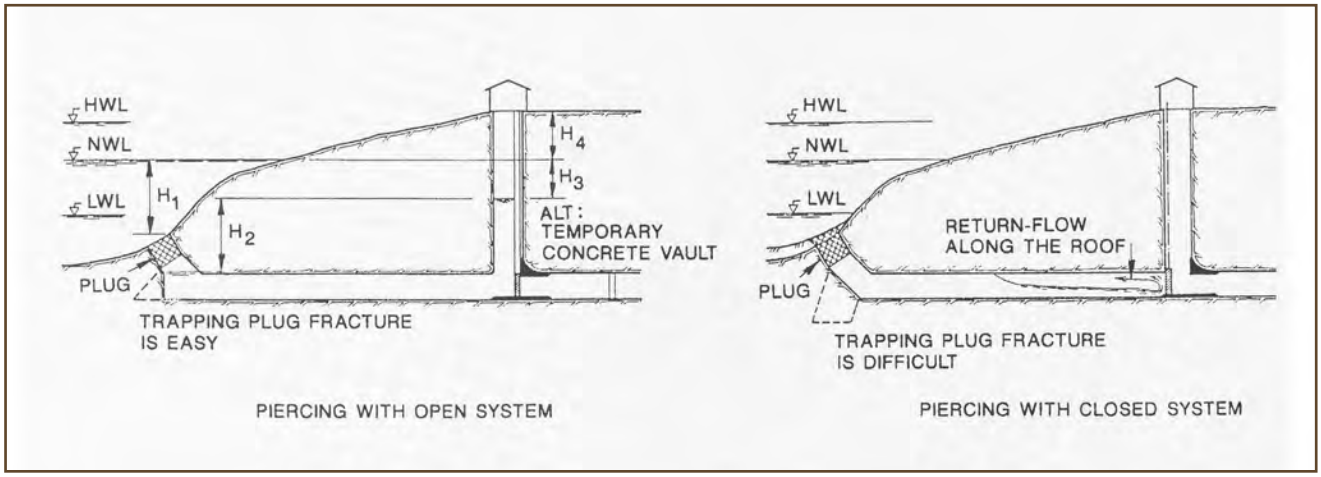
Sima kraftstasjon under bygging. Omfattende sikring. Kilde Statkraft

Kraftig vanninnbrudd under utvikling av Saurdal. Selv med gode forundersøkelser kan det komme overraskelser. Kilde Statkraft

veitunneler. I Norge har vi skrytt av våre lave tunnelkostnader, men nå blir det stadig vanligere med "internasjonal praksis" når det gjelder sikring.

I prosjektering/anleggsfasen er det viktig å se helheten. I Statkraft begynte man i 1970-årene å trekke driften inn allerede i denne fasen. Man bør tenke seg en fremtidig tørrlegging av vanntunneler for inspeksjon og vedlikehold. Framtid innebærer usikkerhet. Det er viktig å velge robuste løsninger som tåler endringer.

Statkraft hadde mye prosjektering og anleggsdrift i egen regi. Nede i rekkene var det ønske om selv å ta seg av interessante fagfelt. Men toppledelsen hadde



1) Venstre skisse viser en åpen løsning med delvis vannfylt lukesjakt. Luftlomme ved utslagspropp
2)Til høyre et lukket system. Tunnelen er delvis vannfylt.
Skissene er fra Vidkunn Hveding, nr 1 i den store vannkraftserien Hydropower Development (NTNU 1992)

en filosofi om å være "best" på våre sentrale arbeidsfelt og å unngå å bli halvgode på andre arbeidsfelt. Det var dessuten viktig å bygge opp nasjonal spisskompetanse, og derfor satset man på NGI (Norges geotekniske institutt) og VHL (Vassdrags- og havnelaboratoriet ved NTH). Etter ansettelsen av Reidar Lien ble NGI også den faste ingeniørgeologiske rådgiveren. Dessuten hadde Statkraft nær kontakt med undervisningen på NTH (nå NTNU) og medvirket i at det ble laget diplomoppgaver basert på vår virksomhet. I denne kontakten bør nevnes avdøde Rolf Thomessen.

Selmer Olsen en "konsulent extraordinær"

Selmer-Olsen kunne ikke brukes som vanlig konsulent og var mer en «brannslukker». Hans professorstilling måtte prioriteres. Var man på NTH i annet ærend, var det lurt å ha flybilder, kart og planskisser i beredskap. Noen ganger fikk man «audiens». Han var jo ivrig etter å følge med i vannkraftutbyggingen.

En gang hadde vi avtalt å møte ham på Sola for å reise til Ulla-Førre. På grunn av en misforståelse reiste han inn til Stavanger og tok lokalbåten. Dermed traff vi ham ikke på flyplassen, der vi hadde bestilt helikopter. Dette var før mobiltelefonen. Vi forfulgte lokalbåten og tok den igjen på første anløpssted. Da vi landet der, hadde Selmer-Olsen allerede gått i land, og hans replikk var «Jeg forsto at det var meg helikopteret var ute etter». Så var det rett opp i helikopteret. Mens vi svevde rundt over et problemområde gjaldt det å følge godt med og rekke ham det riktige kartbladet i nokså stor målestokk.

Optimalt tverrsnitt av vannførende tunneler:

I mange tilfeller trenger man bare et lite tunneltverrsnitt, men på grunn av anleggsutstyr og arbeidsmetoder har man et såkalt "minstetverrsnitt". Imidlertid viser det seg at minstetverrsnittet har en tendens til å bli større på grunn av bekvemhet og det utstyret man allerede har.

Når minstetverrsnittet ikke er tilstrekkelig stort, må tunneltverrsnittet optimaliseres ved hjelp av marginalbetraktninger. Merkostnad med å øke tverrsnittet sammenlignes med verdiøkning:

- Overføringstunnel: Redusert flomtap ved inntakene.
- Tilløps- og avløpstunneler: Redusert falltap (friksjonstap).

Eiriksdal

Imidlertid er ikke tverrsnitt det eneste som har betydning. Man må også ha glatthet i tankene. Arbeidsbeskrivelsen bør inneholde noe om «glatt sprengning», eventuelt også noe om bonus/»straff».

Utslag under vann.

Utslag under vann er typisk norsk konstruksjonsdetalj som er en naturlig følge av at vi har mange dype innsjøer med et betydelig "dødmagasin". Fjellterskelen ved utløpet er en naturlig "dam". Å punktere dødmagasinet gir ofte meget billig magasinkapasitet, og man begynte å gjøre dette allerede tidlig i norsk vannkraftutbygging. Etter hvert gjorde man dette på større og større dyp, og lenge brukte man dette kun med sunne anleggsmessige vurderinger uten avanserte matematiske/fysiske beregninger.

Kritiske elementer i planleggingen av dype utslag er fastsettelsen av utslagspunktet, som forutsetter grundig geologisk kartlegging, bestemmelse av arrangement og størrelse på sprengladningen og bedømmelse av den dynamiske virkning fra vannet som strømmer inn, mot luker og andre konstruksjoner.

Det meste av sprengningsmassene blir fanget opp i en grop under utslaget, men en del av det finere materiale vil alltid følge med vannet og avlagres foran luken. Lukekonstruksjonen må være slik at den tillater bortspyling av løse masser fra luketerskelen.

Velskolert medarbeider på stuff. Kilde Statkraft

Man kan påvirke virkningene ved å ha en viss vannmengde i tunnelen på utslagstidspunktet.

Man sprenger seg inn under magasinet til kun utslagsproppen gjenstår. Inne fra tunnelen foretas sonderboringer for å kartlegge fjelloverflaten, og det er en arbeidsplass som krever folk med gode nerver. Det spruter vann ut av sprekker og borhull. Til slutt borer og lader man fjellproppen.

Før Folgefonn hadde ikke Statkraft hatt noen ekstremt dype utslag. Det dypeste var Langesæ på Tokke. En betydelig del av magasinkapasiteten på Folgefonn består av senkninger. Det var i alt 10 dype utslag, og det dypeste var planlagt i Jukladalsvatnet med 93 m. Innledningsvis baserte man seg på praktisk erfaring og var i kontakt med den eksterne anleggsingeniøren Finn Kvingan. Utslag var (og er) en norsk spesialitet, så det hadde ikke vært aktuelt å lete etter utenlandske erfaringer. Imidlertid ville man vite mer og ga VHL i oppdrag å sette inn instrumenter for å måle trykk m.m. Før utslagene ble tatt, var det en viss uenighet om å bruke VHL. Blant

anleggsfolk var en viss skepsis til disse "skoleguttene". Det ble også sagt at man med dette fratok anleggsingeniører en morsom og spennende del av arbeidet. Dette var et eksempel på stadig mer spesialisering og større behov for å koordinere dem som er med i en utbygging.

På Blåfalli (Sunnhordland Kraftlag) ble det i 1959 gjort et utslag på 65 m dyp i Blådalsvatnet. Det ble ikke sagt noe i generalplanen om at utslag på Folgefonn var dypere enn det dypeste hittil. Utslaget i Juklavatnet var på enda større dyp enn i Jukladalsvatnet. På grunn av forsinkelser med arbeidene fram mot utslaget hadde man allerede begynt å lagre vann i Juklavatnet, og dermed skjedde utslaget ved en enda høyere vannstand enn den naturlige.

På Folgefonn ble brukt den lukkede løsningen og ventiler (ikke luker). Med ventil er det ikke noen lukesjakt, så den åpne løsningen var ikke aktuell.

Luftinnblanding:

I mange sammensydde prosjekter har man såkalte takrennetunneler med mange bekkeinntak. Inntakene plasseres på hensiktsmessige steder, så noen av sjaktene blir ganske høye. I øvre delen av sjakten er det frispeilstrømning med mye turbulens, så det blandes mye luft inn i vannet. Luften rekker ikke å bli utskilt før vannet strømmer inn i selve tunnelen. Etter hvert frigjøres luften og man får luftlommer. Uten kontroll på disse lommene har man fått utblåsning i en nedstrøms sjakt og med store skader.

Nitrogenovermetning:

Dette er en følge av luftinnblanding. Jo dypere tunnelen ligger, desto større vanntrykk og jo mer nitrogen blir absorbert. Hvis ikke nitrogenen blir frigjort underveis, vil utløpet fra kraftstasjonen ha nitrogenovermettet vann, og det er skadelig for fisken. Her er peltonturbiner gunstigere enn andre turbiner.

Luftputekammer:

Juklas tilløpstunnel er dyptliggende. For å unngå en lang og kostbar svingesjakt ble det i stedet laget et luftputekammer, som var det første i Norge sammen med tilsvarende for Driva kraftverk (satt i drift 1973). Dette ble utredet i samarbeid med VHL, og dette startet allerede i 1969.

Det fantes allerede trykkluftkammer i fjell, selv om de der hadde et annet formål. Vi kontaktet gruvene Rødsand og Fosdalen, og Olav Stokkebø m.fl. var på befaring dit i november 1970. På Fosdalen var kammeret bygget allerede i 1939. Dessuten spurte vi KTH om man kjente til slike kammer i Sverige. I svaret var nevnt fem gruver, og disse ble tilskrevet.

På spinkelt grunnlag laget man et sammenlignende overslag som viste at luftputekammer var klart billigst. Dermed gikk man videre med utredningene, og nye overslag viste at luftputekammeret fortsatt var klart billigst. Utredninger og ren forskning kom i tillegg, men ble antatt å ha verdi for fremtidige luftputer.

Luftlekkasje fra luftputekammeret må være under kontroll. Kammeret må derfor plasseres et sted der fjellet er tilstrekkelig tett. En liten lekkasje kan håndteres ved hjelp av en permanent kompressor. Egnet område ble valgt etter at tilløpstunnelen var drevet. Her ble det boret prøvehull og gjort trykkforsøk med luft og vann. Deretter ble valgt sted for kort avgrening og sprengning av kammer. En ingeniørgeolog fulgte sprengningsarbeidene. Man konkluderte med at tetningsarbeider ikke var nødvendig. Det ble gjort nye lekkasjeforsøk og man kom fram til kapasitet for høytrykkskompressoren. Ved oppfyllingen ble det satt inn transportable kompressorer. Først ble det brukt lavtrykkompressorer med stor kapasitet.

Når det gjelder bruk av luftpute, må det skilles mellom høytliggende og lavtliggende fjelloverflate. På Jukla er fjelloverflaten så høyt oppe nær kraftstasjonen at man også kunne ha brukt vanlig svingesjakt. Dermed sto man fritt i å velge alternativ, og kostnadene ble avgjørende. Tilsvarende hadde man på Ulla-Førre, der luftpute ble valgt for Kvilldal og svingesjakt ble valgt for Saurdal. Derimot,

med lavtliggende fjelloverflate er man uten luftpute enten nødt til å plassere kraftstasjonen dypt lenger oppstrøms eller dele fallet og bruke to kraftstasjoner etter hverandre. I slike tilfeller gir luftpute en enorm besparelse.

Saurdalsjakten: Forholdene på Kvilldal og Saurdal var nokså like, men de var etter hverandre i tid. Dermed valgte man luftpute på Kvilldal, mens Saurdal fikk en høy svingesjakt med stort tverrsnitt.

Breinntak:

I 1965-planen var det tre breinntak, men ved planreduksjonen i 1967 bortfalt inntakene under Buarbreen (i øst) og Pyttabreen (i sør). Brearmen Bondhusbreen har sin front langt lavere enn Mauranger kraftverks inntaksmagasin Mysevatnet. Dermed kunne vannet bare utnyttes ved å ha et inntak under breen. Tidligere erfaringer ble utnyttet og videreutviklet.

Electricité de France hadde holdt på helt siden 1955 med breinntaket under Argentièrebreen (Emosson kraftverk) i en felles fransk/sveitsisk utbygging. Endelig i 1969 fant man breelven og hadde overføring fram til 1972. Men så flyttet breelven seg sidelengs og man måtte lete på nytt. I april 1973 var vi der på befaring, og man fikk også råd fra franskmenn på befaring til Norge.

For å plassere breinntaket måtte man kjenne fjellprofilet under breen. Brearmen var meget tykk, og det lot seg ikke gjøre å profilere ved hjelp av seismiske målinger. Derfor brukte man smelteboring. Imidlertid stoppet denne boringen i et løsmasselag over fjellet, og dermed fikk man bare et profil som var for unøyaktig. Likevel forsøkte man igjen, og et svensk firma påtok seg et oppdrag med lettere og mer velegnet utstyr. Problemet med steinblokker i isen var fremdeles til stede. Etter en nestenulykke ble arbeidet avsluttet, og man bestemte man seg for å vente til tunnelen var drevet så langt at man kunne undersøke innenfra tunnelen.

De to svenskene bodde i en liten campingvogn fløyet opp med helikopter til en fjellknaus ved siden av brearmen, ca 1000 m over havet. De hadde merket seg noenlunde trygge gangveger fram til smeltestedene midt ute på Bondhusbreen, mellom sprekker og brefall. Den ene kom ikke tilbake etter en kveldsinspeksjon ute på isen. Heldigvis fikk den andre lokalisert den bortkomne etter ropelyder fra en bresprekk og fikk også trukket han opp og brakt han til campinghytta. Men kameraten var skadet etter fallet i sprekken og hadde vondt i brystet. Det var mørkt og seint på kvelden. Som så ofte ellers var vinden sterk på Bondhusbreen. Helikopter var ikke råd å få inn. Først mandag morgen fikk man helikopter innover, og de to karene kunne fraktes ut. De ble fløyet direkte til Haukeland i Bergen, der den skadde svensken fikk konstatert punktert lunge. Det gikk bra med ham.

Imidlertid hadde man ikke funnet det endelige inntaksstedet på det tidspunktet da tunnelen skulle settes i drift. Dermed drev man et "vindu" ut fra tunnelen like ved siden av brearmen, og undersøkelsene fortsatte med adkomst gjennom dette vinduet mens resten av utbyggingen ble satt i drift i 1974. Vinduet ble forsynt med en helikopterplattform, og det var den eneste adkomsten. Plattformen er på taket av en liten bygning i dagen, men det meste av plassen man trengte, ble utsprengt inne i fjellet.

I ettertid kan det hevdes at man burde ha etablert vinduet straks. Men det ville ha vært et vanskelig og kostbart arbeid å lage et påhugg i den stupbratte fjellveggen. På den tiden drømte man ikke om at inntaket først ville bli etablert i 1978. Da tunnelen kom fram til breen i 1972, var det ennå ikke klarlagt at man ville ha et vindu og fremtidig adkomst utenfra. Helikopterplattformen var ikke ferdig da Mauranger ble satt i drift, og dermed måtte man vente med å sette overføringstunnelen i drift. Foruten Bondhusinntaket var det heldigvis lite vann som kom fra de andre bekkeinntakene.

Etter at Vestlandsverkene ansatte en bygningsingeniør, ble det mer fokus på tømming av sandfanget. Dermed kom enda en part inn i diskusjonene omkring breinntaket.

Helikopterplattformen ble forelagt Luftfartsdirektoratet, som imidlertid svarte at man ikke hadde ansvar for slike private landingsplattformer. Dette ansvaret lå hos helikopterselskapet som "turde" å bruke plattformen.

Det var ikke sikkert at man noensinne ville lykkes. Men hvis man lyktes, var lønnsomheten meget god. Endelig ble inntaket fullført i 1978 og satt i drift. Etter at anleggsadministrasjonen ble avviklet, overtok driften mer og mer. Driftens bygningsmessige rolle her peker framover mot hvordan arbeidsfordelingen er i dag mellom hovedkontoret og driftens fire regioner.

Det var viktig å unngå at bresedimentene i vannet ble ført inn i tunnelen. Man hadde undersøkt hvor mye løsmasser som kom i elva fra breen og valgte å bygge et sedimentasjonskammer på 12.000 m^3. Om vinteren var vannføringen helt ubetydelig, og man kunne derfor komme inn i kammeret for å tømme det. Dette var imidlertid et kostbart arbeid. Derfor ble fjerning av løsmasser senere forenklet med bruk av spyling, og dette ble satt i drift i 1983.

Størrelsen av kammeret påvirket terminplanen. Etter å ha sett undersiden av breen, ble det hevdet at man overvurderte behovet for størrelse. Man så at mye masse fremdeles var innfrosset i isen der den passerte inntaksstedet. Derfor var observert massetransport ut av bretungen betydelig større enn de masser som ville komme inn gjennom inntaket.

Normalt er en breelv helt tørr om vinteren der den kommer ut av breen. Hvis tverrprofilet av fjellet under breen er nokså flatt, kan elveløpet forskyve seg sidelengs fra sommer til sommer. På Folgefonn unngikk man dette problemet takket være Holmavatnet, som stenges av breen og har avløp under breen. Dermed holdes elveløpet åpent gjennom vinteren. Denne var en fordel som man ikke hadde på Emosson.

I 1972 var man kommet med tunnelen fram til breen. Den ble drevet videre under breen til man var sikker på å ha passert dyprenna der brevannet rant. For å unngå at man uforvarende skjøt seg ut i isen, ble det boret sonderhull foran hver salve. Da tunnelen var ferdig, begynte man å bore loddrette hull for å bestemme et tverrprofil. Det ble brukt geofoner for å lytte etter rennende vann.

Det var mye diskusjon om framgangsmåten for å søke seg fram til inntakstedet. Etter hvert forsto man betydningen av Holmavatnet. Det ble sluppet sporstoff i Holmavatnbekken der den forsvant inn under breen. Gjennom noen av sonderhullene kom det vann, og hvis man oppdaget sporstoff i et av hullene var det tegn på at her var det et permanent vannløp under breen. Før neste vinter sprengte man seg opp til mot undersiden av breen ved dette sonderhullet, og når vinteren kom, sprengte man seg ut mot breen. Derfra ble det smeltet istunnel for å finne inntaksstedet. På grunn av breens bevegelse var det risikabelt å være inne i en slik tunnel, og den lukket seg langsomt. Franskmennene på befaring ble vettskremte!

Det tok sin tid å komme fram til denne arbeidsmåten, og det var mye pessimisme. I toppledelsen var det stemning for å gi opp, men med entusiasme klarte Stokkebø og Vidar Bern (den regionale driftslederen) stadig å få lov til å holde på et år til.

Tidligere tenkte man seg at Bondhusbreinntaket ville få mange etterfølgere ved andre utbygginger. Imidlertid viste det seg at mye ble vernet både i Saltfjellet/Svartisen og Breheimen. Bare Engabreinntaket på Svartisen ble gjennomført. Der er det et forskningslaboratorium: Svartisen Subglacial Laboratory. Før Engabreinntaket foregikk det glasiologisk forskning i Bondhusbreinntaket. Men nå er det meste av slik forskning ved Engabreen.

Norske kraftstasjoner

NVE fører statistikk med omfattende informasjon. Vi refererer et utvalg:

Totalt antall stasjoner	1701		Anlegg i dagen		1443
Rene pumpeanlegg	26		Samlet maks. ytelse	MW	30.082
Kraftstasjon med pumpe	9		Herav i fjellanlegg	MW	24.984
Stasjon i fjell	258		Midlere årsproduksjon	GWh	130.008
(9 av disse ligger dels i fjell, dels ute)			Herav i fjellanlegg	GWh	105.983

Hvem er størst?
Et kraftanlegg kalles i dag ofte for energiverk. I realitet gjelder det utnytting og konvertering mellom energiformer. Vi liker å snakke om størst, det gir oss mange muligheter: årlig produksjon, kapasitet (installasjon), fallhøyde, vannreservoar, tunnelsystem, reguleringsmuligheter osv.
Vi begrenser oss til midlere årsproduksjon og maskinkapasitet:

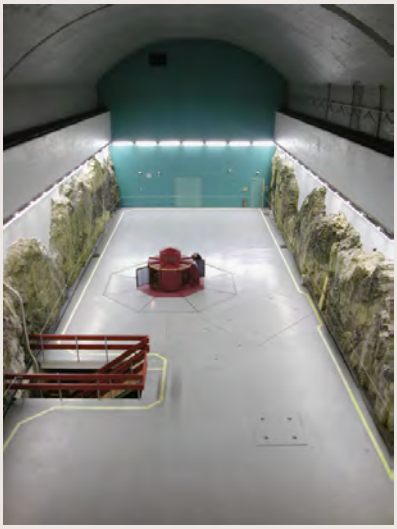
1).	Tonstad	4.357 GWh	960 MW
2)	Kvilldal	3.611 GWh	1240 MW
3).	Aurland 1.	2.508 GWh	840 MW
4).	Svartisen*	2.430 GWh	350 MW (nytt aggregat øker kapasitet med 250 MW)
5).	Tokke	2.328 GWh	430 MW

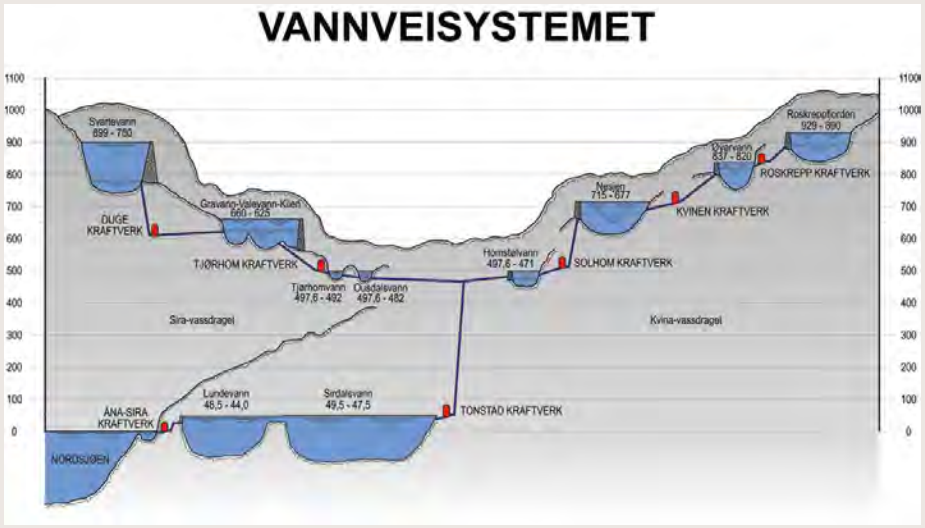
Eldste stasjon på listen er Fossingfallene i Kragerø som ble satt i drift i 1889. Stasjonen ligger i dagen. Maks ytelse er angitt til 0,16 MW. Hafslund i Sarpsborg med 31 MW kom i 1899. År 1900 kom Hammeren i Oslo, Sagefoss i Kvinesdal og Sølbergfallet i Orkdal.

Høgefoss i Nissedal fra 1919 er registrert som det første anlegg der stasjonen delvis ligger i fjell mens Bjørkåsen i Ballangen fra 1921 er den første med stasjon i fjell.

Enkelte savner trolig Svælgfoss 1 og 2, Lienfoss, Såheim, Vemork og flere.

Svælgfoss 1 fra 1907 hadde 40 MW, Vemork fra 1911 hele 147 MW. De fleste er erstattet av nye anlegg. Eksempelvis ble Svælgfoss 1 og 2 sammen med Lienfoss erstattet av Svelgfoss kraftverk fra 1958 med en installasjon på 92 MW.





Billedserien viser: Øverst Siso etter restaurering. Stasjonen ble utvidet flere ganger og hadde på det meste 15 aggregater. (Foto NVIM), så til høyre Bjølvo bygget 100 år senere med større ytelse(Foto: Statkraft). 2.rekke venstre Mørre, deretter Bratset (For begge foto: Trønderenergi) I nedre rekke Grana (Foto:Trønderenergi) og til slutt vannveiene for Sira-Kvina (Sira-Kvina)

Kraftforsyning i Europa – nye trender

Vi er med rette stolte over norsk vannkraft. Fortsatt har vi fysiske muligheter for betydelig videreutvikling av landets vannkraftressurser. Samtidig tar vi inn over oss nye trender med fokus på vind og sol, "evigvarende" og uten utslipp i atmosfæren. Vind har vi nok av i Norge og vi er med innen vindkraftsektoren. Løfter vi blikket til omverdenen, i første omgang til kontinentet, blir vi slått av enorme investeringer og de betydelige resultater som er oppnådd både innen vindkraft og solcelleanlegg.

Investeringer i kraftproduksjon

Europa satser på fornybar energi. Målsetting er økt selvforsyning av energi, økt andel fornybar energi, teknologisk utvikling og etablering av nye arbeidsplasser. I 1980-årene var mindre enn 40 % av energiforbruket innen EU-området dekket gjennom import, andelen økte til 54 % i 2009 med Danmark som eneste nettoeksportør av energi. Produksjon i 10-årsperioden 1999 – 2009 viser også at produksjon av

- fornybar energi har vokst med 60 %. (vann, sol, vind)
- atomkraft er ned med 5 %
- fossil energi er ned mer enn 30 %.

I gruppen fossil energi kan noteres

- at største del av reduksjonen gjelder EUs oljeproduksjon som er ned med 42 %
- at EUs reduksjon av kull og naturgass er ned ca 25 % hver.

Selv om EØS-landet inkluderes øker Europas avhengighet av energiimport. Selvforsyning og bærekraftig utvikling står høyt på dagsorden ved utbygging av ny elkraftproduksjon. Målsetting fra 2009 er at andel fornybar energi innen 2020 skal økes fra 10 til 20 % av det totale energienergiforbruket i EU. For å få til økningen legges det opp til å øke produksjonen av kraft fra fornybare energikilder med ca 700 TWh, nesten en dobling fra dagens produksjon.

Nye utfordringer og nye arbeidsoppgaver. Ingeniør på inspeksjon og montør som fikser etter behov. Luftig arbeidsmiljø for begge.

Fra Trønderenergis prosjekt på Bessakerfjellet

Alle land innen EU-/EØS-området har egne 2020-mål som skal oppfylles. Norges mål er å øke produksjonen av fornybar kraft til ca 143 TWh. Hvert land kan selv utforme virkemidler og støttetiltak for å stimulere til de nødvendige nyinvesteringer, mange er allerede godt i gang.

I Norge må alle kraftleverandører yte finansiell støtte til ny produksjon. Over en 8-års periode skal denne innsatsen dekke en økning 13,4 TWh. (størrelsesorden 100 milliarder kr). Etter det norske opplegget blir det en myk start med 2,2 TWh av belastningen i 2012 med årlig økning utover i perioden. Flere andre land har valgt støttesystemer som ligner på det norske, mens noen land baserer seg på investeringstilskudd eller skattefordeler fra myndighetene. De fleste landene har likevel valgt et system med faste innmatingspriser som nettselskapene er forpliktet til å betale. Tariffene ligger godt over markedsprisene og er faste for en lengre periode for å sikre lønnsomhet. Tapene som oppstår når kraften selges videre til markedspris dekkes inn gjennom øket nettleie.

I flere land ser vi nå en eksplosiv økning i kraftverksinvesteringer og det er vindkraft og solar kraft som er de store vinnerne. Stordrift har ført til store kostnadsreduksjoner de siste årene, solkraft har nærmest halvert kostnaden de siste fem årene mens vindkraft har falt 10 %. I 2020 utgjorde vind- og solkraft ca 5 % av kraftproduksjonen i EU mens prognosen for 2020 viser at andelen vil øke til ca 18 %. Spania, Portugal og Danmark ligger allerede rundt 20 %. I 2020 regner flere land med at rundt 1/3 av kraftforsyningen vil dekkes av vind- og solkraft, det gjelder bl.a. Tyskland, Hellas og Italia i tillegg til de tre nevnt ovenfor.

For montørene er det ingen mangel på frisk luft.(Fortsatt Trønderenergi og Bessakerfjellet)

Ikke alle synes om naturinngrepene, kan likevel gi stemningsfylte øyeblikk. Kilde Trønderenergi.

Vindkraft

Vindkraft går i retning av store landanlegg og megaprosjekter offshore. Sheringham Shoal på Britisk sokkel med effekt 317 MW og årsproduksjon 1,1 TWh ble åpnet i september 2012. Statoil/Statkraft er med. Investeringen på 10 mrd NOK blir lønnsom for investor takket være 80 øre/kWh i britisk produksjonsstøtte. For vindkraft på land er produksjonskostnaden langt lavere. For prisgunstige anlegg er produksjonskost kommet ned mot 60 øre/kWh.

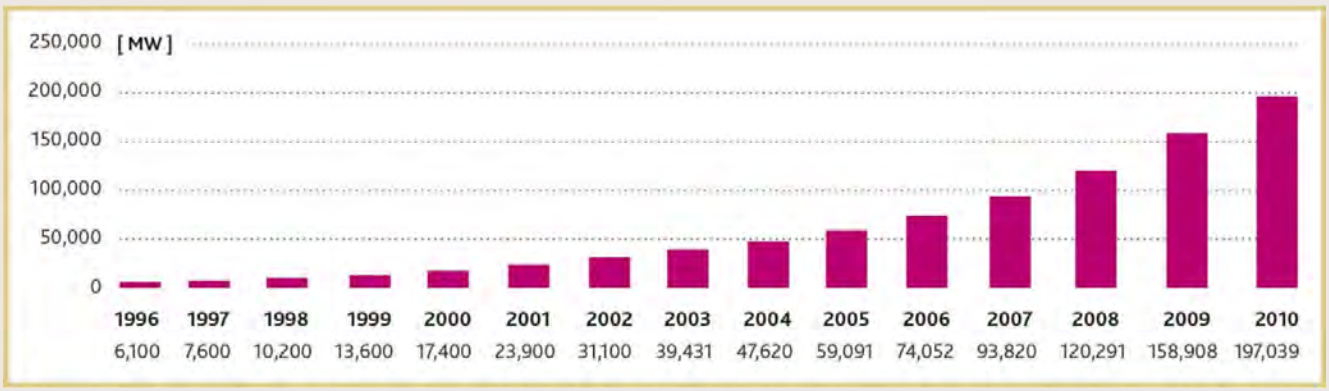
I 2011 ble det bygget 9,6 GW ny vindkraft i Europa. Årlig vekstrate ligger rundt 15 % og totalt har kapasiteten i EU/EØS området nå i 2012 passert 100 MW vindkraft. På topp Tyskland med 29, 1 GW og Spania med 21,7 GW. Til sammenligning utgjør totalkapasiteten i det norske kraftsystemet noe over 30 GW.

På verdensbasis ble det installert 41 GW vindkraft i 2011 slik at totalkapasiteten kom opp i 238 GW.

Solkraft

I 2011 ble det bygget 20,9 GW nye solcellekraftverk i Europa, noe som utgjorde 75 % av totalen i verden på 27,7 GW og brakte totalkapasiteten opp i 43 GW. Størst var utbyggingen i Italia med 9 GW og Tyskland med 8 GW. Tyskland hadde ved utgangen av 2011 kommet opp i 25 GW. I Tyskland ble det produsert 18 TWh solkraft i 2011. Dette dekket mer enn 3 % av forbruket.

Europas største solcellekraftverk så langt, Brandenburg-Briest utenfor Berlin, med 91 MW effekt åpnet i slutten av 2011 etter en byggetid på bare 8 uker. Investeringen kostet totalt ca 200 millioner euro. I mai 2012 satte Tyskland ny rekord med 4 TWh kraft fra solkraftverk, en økning på 40 % fra mai 2011. Solkraften utgjorde i mai 10 % av Tysklands kraftproduksjon og på det meste (kl 12 den 26.5 2012) sto solkraften for mer enn 50 % av kraftforsyningen i Tyskland. De første fem månedene i år ga 10,5 TWh solkraft en økning på 38 % fra samme periode i 2011. I samme periode ble det



GLOBAL CUMULATIVE INSTALLED WIND CAPACITY 1996-2010

Brandenburg-Briest utenfor Berlin

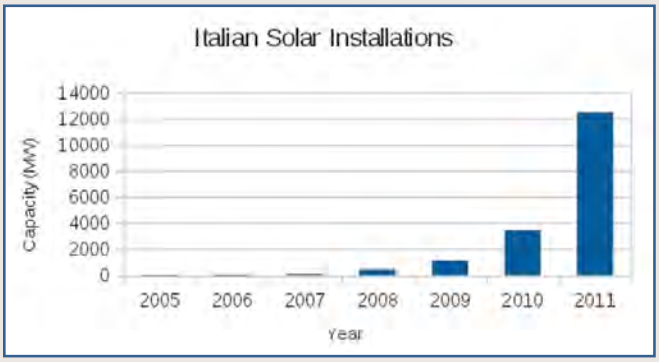
produsert 22 TWh vindkraft som var en økning på 20 % fra 2011.

Solkraft bygges ut i en lett blanding av spredt produksjon med mange mindre kraftverk som gjerne er integrert med boliger, kontorer eller andre bygninger. Bl.a. har IKEA og flere kraftleverandører begynt å selge solkraftverk for montering hjemme. Et typisk hjemmekraftverk er på 18 kvadratmeter, gir ca 3 kW effekt og produserer ca 3000 kWh/år til en pris på ca 1 kr/kWh. På steder med gode solforhold kan produksjonen øke en del og kostnaden pr kWh reduseres. Store solcelleanlegg med gode solforhold kan bygges med lavere kostnad og kan nå produsere kraft for en pris rundt 60 øre/kWh.

De langsiktige kraftprisene i Europa ligger nå på ca 35-40 øre/kWh. Ulike støtteordninger, løsninger som reduserer nettkostnader og forbrukere som frivillig satser på miljøvennlige løsninger bidrar til store investeringer i sol- og vindkraft.

Sluttbemerkning

Ser man på handlingsplanene til EU-landene (EU-27) fremover mot 2020 legges det opp til en kraftig økning vindkraft- og solkraftkapasiteten. For vannkraft planlegges en mer beskjeden økning fra ca 143 GW til 161 GWh. Totalt sett vil planene om 700 TWh ny fornybar kraftproduksjon kreve enorme investeringer samtidig som det er økonomisk krise i mange land og bankvesen som sliter med egenkapitaldekning og liten utlånskapasitet. Uansett om målene nås fullt ut eller bare delvis, vil det bli interessante tider for den som er interessert i kraftutbygging.



Stubber fra Holsanlegget

Holsanlegget og oppsynsmann Peder Åsgård:
Ein anleggsarbeidar hadde fått sparken, og så var der ein som spurde Åsgård: 'Koss var det, dugde han ikkje til noko, han då, etter at du sparka han?' Jo da, jo da, sa Åsgård, han var ein meget flink kar han, men du vet han skulle vert i gruve han, for der blir de jo aldri ferdige.

Om prisforhandling med oppsynsmann Åsgård på Holsanlegget. Det gjekk noko hardt for seg ein gong: 'Det går ikkje an å leve av slikt, så dårleg betalt som det er her' sa den eine forhandlaren. 'Nei, det har jeg sagt bestandig, sa Åsgård, at har man ikke noen penger når man kommer på et anlegg som dette, så kan man ikke greie seg med det man tjener her.'

Hartvig Gunerius Hansen, kjent i bygda som Hartvig, hadde sin egen filosofi: 'Eg kom loffan til Hol og skal loffe derifrå'. Han vart verande i bygda og fekk dei siste åra rom i brakka på Rud. Då stasjonsbygningen i HOL 1 var støypt, viste det etter kvart at mykje måtte endrast for å få fram nødvendige ledningar, kablar og røyr. Det vart Hartvig sin jobb å bore hol både her og der i golv og veggar. Dette heldt han på med i årevis, heile tida med feiselen sin og den vesle boren. Eg kan ikkje skjønne, sa han, at dei ikkje heller støypte heile stasjonen i ein kladd, så kunne dei tatt ut igjen det dei ikkje hadde bruk for.

Ein dag kom storfolk på besøk. Hartvig sat som vanleg og slo på boren, med flaska ved sida. Då delegasjonen nærmet seg tok Hartvig flaska og slo ein skvett nedi i borholet. Men da var han omframt forsiktig. Det var nemleg ikkje vatn på flaska, slik han ville at dei skulle tru.

Hartvig hadde ei jente som han fekk ein arving med. Då dette var hendt, oppsøkte mor til jenta Hartvig og sa at no kan du velje: 'Vil du ha en ko og jenta eller vil du ha friheten?' Jeg valgte friheten jeg, sa Hartvig.

Osvald Medhus

Ps. v/Red.: Osvald Medhus var ordfører i Hol kommune i 20 år, deltok i fylkespolitikken, så verdien av kraftutvikling og den betydning dette hadde også for lokalsamfunnet. Han ble nylig utnevnt til æresmedlem i et stort politisk parti der han for øvrig kan skilte med medlemsskap gjennom 76 år.

Holsanlegget – eit tidsskifte

Dei starta på Holsanlegget med feisel og bor, var kledd i hatt og overalls. Dei som avslutta anlegget styrde maskiner, hadde hjelm og øyreklokker. Men då hadde ein ny generasjon anleggsarbeidarar teke over.

Endeleg er vi i gang uttala Vaumund til Aftenposten i oktober 1940. Dei heldt på med ei provisorisk oppdemming av Strandavatn for å skaffe anleggskraft frå Djupedal kraftstasjon. Ein skulle då starta Holsanlegget, eitt av dei største kraftanlegg i landet, så tok dei i bruk det siste og beste av maskiner og utstyr. Men faktum er at tunnelarbeidet starta med handboring!

Ole Amundsen og Michael Holestøl handbora til dei to første tverrslag, ved Sisseldalen og på Stuv. På den tid hadde likevel maskinboring vore i bruk i mange år og var vanleg på anlegg. Det blir fortalt at på Bergensbane-anlegget var maskinboring teken i bruk for første gong i Gravarhalsen. Men for å komme i gang på Holsanlegget, vanskelig som det var i 1941 på mange måtar, starta dei altså utan maskiner.

Dei som først kom til Hovet og søkte arbeid på Holsanlegget, hadde vore på fleire anlegg før. Dei var i sanning blant dei som hadde bygt landet, bokstaveleg talt. Ein godteken anleggsbus fekk gjerne eit ekstra namn som var lett å hugse. Det låg ei anerkjenning i eit slik namn.

Hovet var på den tid ei stille jordbruksbygd med ei fornem turistnæring attåt. Det var hit dei kjem desse anleggsveteranane med dei klingangande namna: Oslo-Nisse, Fredrikstad-Krølle, Otto-Jukke, Korte-Petter-Mosjøen, Lange-Petter-Mosjøen, Halden-Tor og ikkje å forgløyme dei som fekk behalde dei ordinære namna sine: Omar, Hartvig og Oskar Nilsen.

Holsanlegget var den siste arbeidsplassen for mange av desse veteranane. Nokon fekk lov å liggje i brakka i Rud om vinteren, dei var så plaga av silikose. Så arbeidde dei litt om sommaren. Slik hjelpte arbeidsgjevaren, Oslo Lysverker, arbeidsfolka sine på ein fin måte og i det stille. Somme av dei som i heile sitt yrkesliv hadde levd på anlegg, hadde ikkje nokon stad å reise til. Dei mangla gjerne nokre år på alderstrygd (70 år), og sjukepenger var nokså ukjent på den tid. For arbeidarar som hadde øydelagd seg, eller var komne i vanskar av andre grunnar, var det innsamling Det gjekk lister til kor lønning. Det var fast det, fortel Guttorm Guttormsen. For dei mest elendige gjekk turen frå brakka til gamleheimen i Ål. Fleire døydde der og er gravlagde på kyrkjegården i Ål.

Med feisel og bor kunne me synge til, sa Ole Amundsen. Det var på den tid då desse karane var unge at Olav Kringen skreiv sangen kalla ”Vi kommer med ungdoms elskov og tro”, der det heiter i eit av versa:

Vi vil litt sol over arbeidet lagt
Og dagen i stuene inn
Vi livet vil se i en lysere drakt
Og menneskene glad i sinn

Tru om anleggsbusen den gongen song om den sol dei aldri kunne sjå i tunnelen? Helst vart det vel med draumen om livet ”i en lysere drakt og mennesker glade i sinn” For nokre år sia, mens eg var ordførar, kom Sigurd Mørk innom kontoret. Han hadde noko

viktig på hjarta: Eit forslag om å setje opp ein minnebauta over anleggsarbeidaren frå Holsanlegget, symbolisert ved tre personar som alle var så sterkt knytta til bygda: Omar, Hartvig og Oskar Nilsen. Det var eit godt forslag.

Det var så mange fine særmerkte personar som kom til Holsanlegget dei første anleggsåra. Dei skulle vore med i ei minnebok, alle. Her kan ein berre ta med nokre fåe av dei.

Ole Amundsen var 15 år då han i 1894 begynte som smedgut på Hamar-Selbanen. Han slutta på Holsanlegget, Strandavassdammen i 1954. Det vart 60 år på anlegg, det meste av tida i tunnel. I eit intervju med Arbeiderbladet i 1947 seier Ole Amundsen at han har sett mykje forandre seg på den tida han har vore anleggsarbeidar. Ein kan grøsse når ein tenkjer på koss forholda ein gong var. No er det ikkje til å kjenne igjen. Så ein kan sjå kva organisasjonen har fått utretta. Dermed ikkje sagt at det ikkje enno er ting å rette på. Det er det, og det vil vel bli gjort etter som mogelegheitene byr seg uttala Amundsen til Arbeiderbladet.

Ole Amundsen begynte altså på anlegg i førre århundret(1800-tallet). Ingen maskiner då. Men han opplevde overgangen til maskindrift på anlegg, i tunnelen og med transporten. Ein skulle tru at han som hadde opplevd noko anna, var udelt glad over at maskiner hadde overteke for slitet. Men Ole hadde ei reflekter haldning til det: "Hadde eg vore ung no og kunne ha valt, ville eg gått over til handboring att, slik dei gjorde før. For då kunne ein prate under arbeidet – og då song dei, no høyrer du ikkje mannsmål".

Son til Ole Amundsen, Ove fødd 1898 gjekk gjekk i fars forspor og var på anlegg i heile sitt yrkesaktive liv. Han var med på linebygginga i Hol kring 1930 (Hol El.verk), kraftstasjonen i Ål og seinare mange år på Holsanlegget. Der gjekk han over til jobben som oppsynsmann. Som mange av arbeidskameratene sine vart og Ove plaga av lungesjukdommen silikose. Ove Amundsen var medlem av Hol kommunestyre frå 1945 til 1951. Ein medlem av kommunestyret me såg opp til, særleg me yngste. Av han kunne ein lære kva politikk var; ikkje hefte seg med innvikla detaljar, men hugs på det som er vesentlig og ikkje bruka mange ord, når det greidde seg med fåe. I desse åra var også sonen til Ove, Theodor, på Holsanlegget. Dermed var tre generasjoner Amundsen på dette anlegget samstundes.

Oppsynsmenn vart rekrutterte blant anleggsarbeidarar med lang erfaring. Denne yrkesgruppa hadde sine særpreg. Den legendariske Peder Åsgård var ein av dei. Ingen greidde å få han ut or fatning. Av arbeidarane hugses Hartvig Gunerius Hansen som blei verande i Hol. Han budde i Ruud-brakka. Ein gong var det på tale rommet hans til andre formål. Men då sa overingeniør Arne Berg ved Oslo Lysverker klart ifrå: Hartvig skal ha rommet sitt så lenge han vil. Det er mange som hugser Hartvig. Du kan svalle med kem du vil som hugsar han, han har eit godt ettermæle. Det var noko ved han som gjorde det. Dei som kjende han godt, seier han var ein pertentleg kar, jamnt rein og fin i tøyet. Då Hartvig var død ordna Oslo Lysverker med ei fin gravferd. Men dei trudde ikkje det ville koma særleg mange. Han hadde då ikkje nokon slektningar i bygda her. Dessutan var han lauskar. Så synte det seg at heile bygda møtte opp! Dei ville vise Hartvig den siste ære. Han døydde i 1956, 78 år gammal.

At dei starta på Holsanlegget med handboring hadde sine bestemte årsaker. Maskinboring vart teke i bruk på Ruud-toppen. Sjølve boresystemet var det same som då det var handboring. Det var fem mann på boreskiftet. Først var det å bore "lettar", små hol fremst under taket, som dei bora frå røysa. Så var det å gå i gang med "Engelskmannkutten", 16 borehol på om lag 1,8 meter, "Engelskmann" – "Bratting" –"Flatting" og "Liggjar". I lang tid var det vanleg "å brenne", dvs dei la ein halv gubbe inst i boreholet og sprengde meir plass for dynamitt. Steinstøvet etter brenninga vart blåse ut med trykkluft (turrblåsing). Dette førde med seg mykje støv. Det blir hevda at på denne måten gav maskinboring eit dårlegare arbeidsmiljø enn då det var handboring. Det vart slutt med "Engelskmannkutten" då svenskane kom med "Boråskutten". Men også den måtte gje plass for enda ein ny teknologi. Boringa blir no programmert på data, og berre ein person kunne greidd det heile inne på stuffen, viss det ikkje hadde vore for Arbeidstilsynet som krev at det skal vere to.

Handlasting vart avløyst av maskinlasting med vagg og luftlok, med tank som måtte fyllast med luft sju gonger før ein kom ut med vaggen i den 3500 meter lange tunnelen på Ruud-toppen. Neste steg i utviklinga var diesel-lok med elektrisk til å skifte med inne.

Mens stjernebor var i bruk, hadde smeden ein viktig funksjon på anlegget. Men då hardmetallbor og knematarar kom i 1946 vart borsmeden skifta ut med ei smergelskive. Den viktige borsmeden vart ofra på utviklingsaltaret.

Det kan vera interessant å følgje eit par ungdomar som begynte då Holsanlegget starta. Telemarkingen Guttorm Guttormsen og høveringen Osvald Halsteinsgård er gode representantar for den nye generasjon anleggsarbeidarar.

Den unge Guttorm tenkte på ein lærlingplass i bilmekanikarfaget, men så måtte han ut i arbeid for å tene pengar. Han begynte på anlegg i Oslo, berre 17 år gamal, fekk 70 øre timen og hadde ordna arbeidstid. Med 30 kroner veka følte eg meg nesten som ein millionær, seier Guttorm. Han hadde trass sin unge alder opplevd noko anna. Guttorm var eldste i ein syskenflokk på sju, og han greide å sende noko av lønninga heim til mor som streva og hadde ansvaret åleine for alle barna no etter at far var død. Frå Oslo gjekk turen til kraftanlegget i Høyanger, på Myra inne på fjellet. 'Der trefte eg anleggsfolk av den gamle garde, og då lærde eg kva solidaritet og samhald betydde.

Ein dag kom ein anleggsarbeidar og spurde etter arbeid, men det var ikkje noko arbeid å få då. Han fekk likevel vere i brakka i ei veke, og så samla dei inn til reisepengar, så han kunne søkje anna arbeid.

Osvald Halsteinsgård var ung då han og to andre ungdomar frå bygda begynte på anlegget. Den første arbeidsplassen var utviding av Djupedal kraftstasjon i Hol. Ungdomane dreiv på nedi gropa og arbeidde som berre det. Omar var bas og Halvorsen oppsynsmann. Osvald gløymer ikkje då oppsynsmannen sto oppå kanten av gropa og skreik ned til Omar: "Se å få fart på de ungguttene, og vil de ikke gjøre noe så jag dem til helvetes hjem igjen!" 20 år seinare minte Osvald om dette ved Halvorsen, "Ja, det er om å gjøre å få fres i dem med en gang"

Laget geita den første vegen?

Introduksjon til Vegbyggingen

"Den lange, lange sti over myrene og ind i skogene hvem har trakket op den? Manden, mennesket, den første som var her. Det var ingen sti før ham. Siden fulgte et og andet dyr de svake spor over moer og myrer og gjorde dem tydeligere, og siden igjen begyndte en og anden lap å snuse stien op og gå den når han skulde fra fjeld til fjeld og se til sin ren. Slik blev stien til gjennom den store almenning som ingen eiet, det herreløse land."

Slik skildrer Knut Hamsun i innledningskapitlet til Markens Grøde hvordan stien ble til. I uminnelige tider har stien vært en viktig del av vår hverdag og den er fortsatt i flittig bruk både til arbeid og til fritid.

Men hva med vegene? De begynte trolig som rideveger som enkelte steder etterhvert ble framkommelig med vogn. De kunne være svært primitive, men krevde likevel både tilsyn og vedlikehold. Både Frostatingsloven og Gulatingsloven fra omkring år 950 inneholdt utførlige bestemmelser om vegene.

I Magnus Lagabøters landslov av 1274 er det ikke mindre enn 5 kapitler om vegene. Kongens ombudsmann skulle påse at vegene ble forsvarlig vedlikeholdt. Fra denne tid stammer også retten til besiktigelse av vegene, den såkalte baugreid. En av bøndene oppnevnt mann skulle ri midt i vegen med et 8 alen langt spyd lagt over hesteryggen. På spydets ender var det festet vidjehanker og når en av disse tok i et tre, da skulle bøndene bøte.

Se også. H.W.Paus, 1962, "Norges vegdirektører og vegsjefer"

Etter dette skulle det gå 550 år før vi i 1824 fikk vår første virkelige veglov, så en kan kanskje si også her at "400 hundre-års natten ruget over apekatten".

Den egentlige vegbyggingen i Norge ble ikke påbegynt før i 1624. Dette året ble det besluttet å anlegge en kjøreveg fra Hokksund til Kongsberg. Grunnen til dette var naturligvis behovet for transport til og fra sølvverket på Kongsberg. Vegen sto ferdig i 1630 og vegutbyggingen fortsatte mer eller mindre raskt slik at vi i 1814 hadde et vegnett på ca 11 000 km.

Vegenes linjeføring ble sterkt preget av topografien. Det var om å gjøre å komme fram med minst mulig inngrep i terrenget og de første vegene hadde en utrolig terrengtilpassing. Ved utbedring av eksiterende veger var det vanlig stort sett å følge den gamle traseen. Når nytt utstyr og mer effektivt sprengstoff ble tilgjengelig åpnet det seg nye muligheter for uttak av stein til bruer og støttemurer, tilslagsmaterialer, skjæringer i fast fjell og ikke minst tunneler.

Statens vegvesen var blant de fremste i utvikling og utnyttelsen av den nye teknologien, ikke minst takket være de enkelte medarbeideres dyktighet og framsyn i deres daglige virke.

Kaare Flaate

Vegens «sprengte» historie

Geir Paulsrud

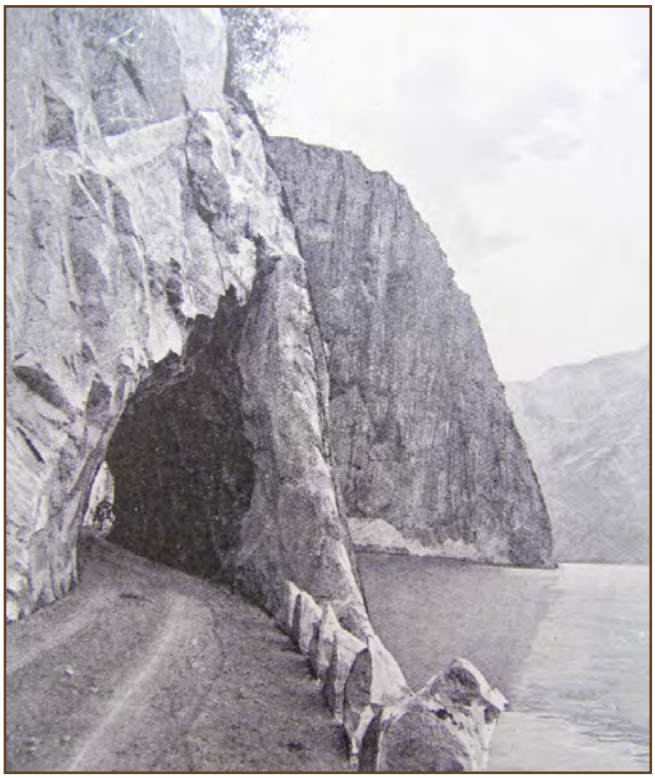
Vegene har aldri blitt til av seg selv, de har hatt et formål og en mening ut over seg selv. Her i Norge har mye av transporten alltid vært sjøgående. I innlandet var det enklere å frakte varer på slede vinterstid enn på kløv sommerstid. Så bestemte Kristian 4. at vi skulle ha kjøreveger også i her i landet. Siden det har det blitt mye flytting av stein og andre lausmasser og sprenging i berg. Særlig det siste har vært viktig de siste 50 år.

De første kjøreveger, «det franske prinsipp» og chausséene

De første kjørevegene ble pålagt den jordeiende befolkningen her i landet av Christian den 4. i første halvdel av 1600 tallet. Det var til å begynne med utbedring av middelalderens veger, som slettes ikke var tilpasset kjøretøyer, men ordnet for vandrende og ridende folk. Varene måtte fraktes på ryggen eller hesteryggen. Det kan synes som om byggingen av kjørevegene ble gjort på aller enkleste måte, Man grov seg litt inn i bakken og fylte på utsiden og forankret fylla i et murforband som kunne være en til to steiner i høgda. Vegen var vanligvis ikke mer enn vel to til tre meter brei og slikt bare jevnet til for at en kjerre skulle kunne ta seg fram. Men en veg som er rasjonell for folk på egne bein og hesterygg trenger ikke å være rasjonell for vogner, og ganske snart ble det foretatt betydelige omlegginger. Litt lettere var det vinterstid, da ble vegene gjerne lagt over frosne vann og elveløp og ellers der det var lett å ta seg fram med hest og slede.

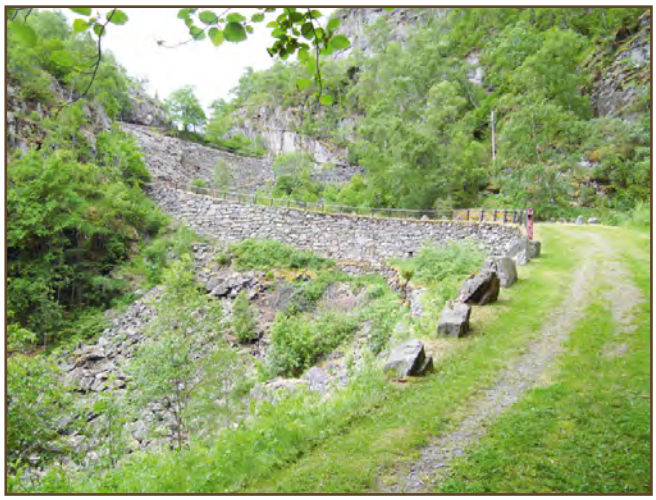
Det var i 1780-årene det for alvor ble bygget veger her i landet og da etter helt nye prinsipper som var tilpasset veger på kontinentet der man hadde tradisjoner med kjøring med vogner fra bronse-alderen av, selv om nok vegsystemene på kontinentet var like mye tilpasset troppeforflytninger. Vegene skulle være rette og med markerte svinger. De små ujevnhetene ble tatt om med små murer og vegfyll. Vegen kunne gå rett opp eller ned i terrenget bare de var rette og hadde murte vegskuldre på hver side. Så skulle det dessuten være grøft på begge sider. Som hovedveg skulle den være 12 alen (vel 7,5 m) bred i alle fall mellom Svinesund og Trondheim. Ellers kunne en klare seg med 9 -10 alen på festningsveger og postvegen fra Bergen til Stavanger og til Trondheim, der kunne man klare seg med 6 alen. Rundt kjøpestedene skulle vegene være 15 alen. Bortsett i fra postvegene fra Bergen kan det stilles store spørsmål om denne bredden ble etterlevet, der vi kan gå inn og måle bredden på kongeveger etter det franske prinsipp synes den stort sett å være ca. 4,3 m bred, altså 7 alen. Bøndene synes nok det var bredde nok for den trafikken som var.

De vanskelige tidene rundt Napoleonstidene gjorde at det ikke var særlig aktuelt å bygge veger i begynnelsen av 1800 tallet og det på tross av den første spesifikke veglov av 1824. I første omgang var det mest synlige at man i løpet av 5—6 år hadde erstattet mange trebruer med steinhvelvbruer. Først på midten av 1800tallet ble det fart i vegbyggingen, særlig etter at Kaptein Chr. W. Bergh hadde introdusert noen nye ideer ved bygging av nye veger, nemlig det man kalte schausseer. Blant annet var han opptatt av å fundamentere vegen på en ordentlig måte med pukket stein, grovere i bunnen og finere oppunder grusen. Den tidligere makadamiseringen bestod for en stor del av å tømme steinlass på vegen i myrete eller leirete terreng og så håpe på at den ble presset ned i veggrunnen av trafikken.



Eidfjordtunnelen. Landets første vegtunnel.

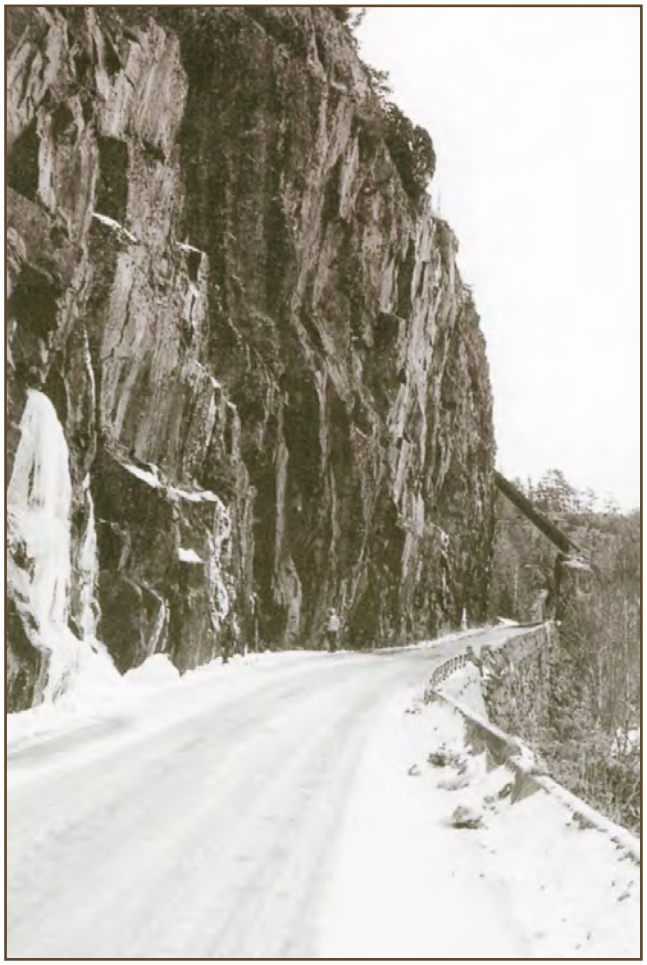
«Bøttehanken ned» var den nye parolen, slakere stigningsforhold for vegen som helst ikke skulle stige mer enn 1:20. I stedet for loddrette murer på vegskuldrene, ble det lagt opp til skrå murer, som var stabilisering av skrent og fyllinger med stein som var lagt i murforband i skråningen. Dette ble stabile varige vegskråninger. At hovedvegene ikke ble bygget bredere enn 4 meter henger nok sammen med at det fortsatt var lavtrafikkerte veger i grisgrendte strøk, dette var veger for hest og vogn og man var man var dermed ikke redd for krappe svinger. For eksempel var det helt vanlig at vegen inn på bruer som skulle gå vinkelrett på elva også kom ned til elva langs med bredden og dermed var også veg vinkelrett på brua. Forgjengeren til veiassistent Bergh, herr kaptein Finne bygde og bygde om en del veger på 1840 tallet m.a. det er han som har fått muret opp de fantastiske svingene i Vindhella ved Husum i Lærdal. Men fortsatt hadde vegen alt for skarpe svinger og for bratt vegbane, og vegen ble lagt om enda en gang etter vel 25 år. Men Finne hadde satt spor etter seg og det heter om ham: «Han murede for meget og minerede forlidet.» Dette var imidlertid sagt av folk som kom i ettertid og nok hadde andre idealer når det gjaldt vegbygging.



Finne. Vindhella i Lærdal. "Han murede for meget og minerede forlidet" ble det sagt om kaptein Finne.

Og så kom dynamitten .....

Hans Hagerup Krag, kontorsjef på veidirektørkontoret og stedfortreder for Christian Willhelm Bergh var svært interessert i ny teknologi. Uten at vi enda har funnet de konkrete spor var han helt sikkert interessert i Nobels oppfinning, det at det ble etablert en sprengstoffabrikk på Lysaker i 1865, Nitroglycerin Compagniet gjorde at man raskt kom i gang med utvikling av det nye sprengstoffet. Gurdynamitten som var noe mer stabil over for frakt ble produsert fra 1868 og den ble tatt i bruk i Askeklova i Bamle, Telemark i ei vegskjæring på den vestlandske hovedveg. Traseen var valgt etter linjen egentlig i strid med fungerende vegdirektør H. H. Krag sitt primære ønske. I alle fulle fall var veglinja utfordrende og betydde både minering og muring.



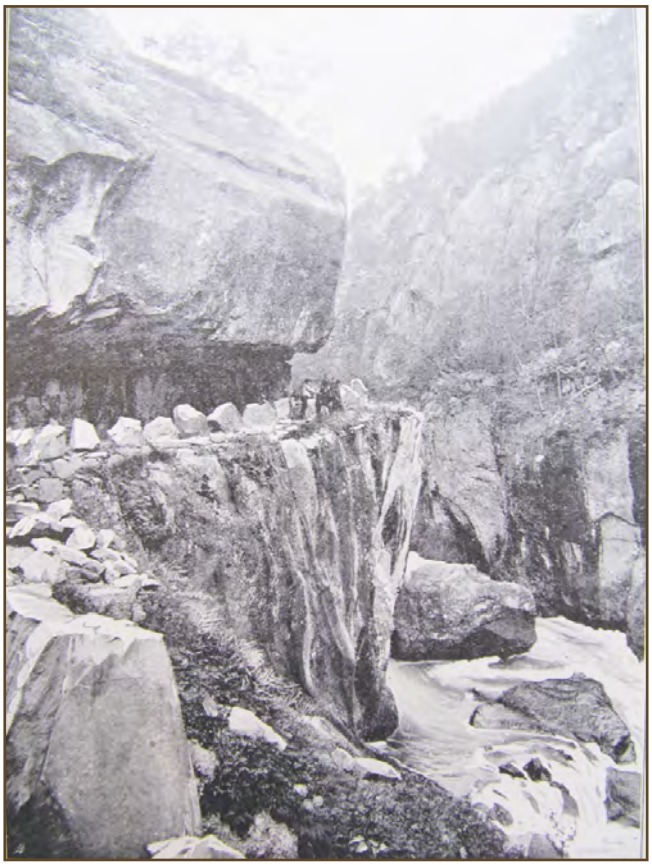
Askeklova i Bamble. Her brukte Statens vegvesen dynamitt for første gang. Alfred Nobel markedsførte produktet som Gurdynamitt og det besto i hovedsak av nitroglyserin absorbert i kiselgur.

Om bygginga av vegen gjennom Beinmålen og Askeklova heter det «at arbeiderne hang i tauer nedover fjellstupet og utførte mineringsvirksomhet. Dynamitten var ikke oppfunnet, man brukte sprengolje. Den varmedes opp i det frie der oppe på fjellet. Vedmateriellet tok de av min skog skrev Fredrik Hougen (klokker og skolelærer i Kragerø fram til 1900) og ødela ikke så litet til det bruk, alt fikk de gratis. Der hang taustiger nedad bratte fjell, festet til trær oppe på høyden. Smeden hvesset borene i feltsmiene som stod på fjellhøyden. Det var ganske merkverdig å se folk arbeide i denne meget høye og stupbratte fjellveggen. En liten velbygget mann, Karl svenske, var fra morgen til kveld sysselsatt med å bære minebor fra smedene ned til arbeiderne i fjellveggen, og fra disse igjen bringe de slitte bor op til smedene».

Dette var vinteren 1868/69 og Hougen skriver også i sine minner: «under fjellsprengingen i Askeklova kom en forsendelse med dynamitt – da nyoppfunden – og den blev så for første gang prøvet her i egnen. Men dynamittpatronene hadde en ganske annen form enn de siden fikk. All fjellsprenging på vegarbeid foregikk med glyserinolje og noe ved krutt.» Dette er av den første bruken av dynamitt, og det er ikke overraskende at den senere vegdirektør Krag var en av de første til å ta den i bruk.

Med dynamitten kom en ny tid i vegbygginga og man kunne i større grad enn tidligere driste seg til å bygge veger langs daler, fjorder og nes der en før hadde måttet nøye seg med båt eller kløvstier. Men så sent som i 1860-70 tallet bygdes det svært så smale veger; En veg fra Fjære i Åkrafjorden i svært vanskelig terreng som knyttet vegen til Røldal og videre til Østlandet over Haukelifjell var inntil 3 alen smal (under 2 meter) og måtte trafikkeres med smale kjerrer med brede hjul. Dette var helt i tråd med vegdirektør fra 1874 Hans Hagerup Krags parole: «Heller en tarvelig vei enn ingen vei». Når behovet er der kan vegen senere bygges ut.

Vegen over Haukeli var bygget som sommerveg og ble fullført rundt 1890. Her ble det etter hvert lagt inn en tunnel, delvis utmurt på et svært værutsatt stykke nær toppen av fjellet. Tunnelen var ikke vellykket og veg ble lagt om i løpet av få år. Det er litt godmodig strid mellom noen fylker om hvor den eldste vegtunnel ligger. Den eldste vi har eksakt byggeår på som fortsatt eksisterer ligger ved Eidfjordvatn på vegen som skulle binde Hardanger sammen med Hallingdal og Nummedal over Hardangervidda. Vegen langs med Eidfjordvatnet ble bygd i perioden 1886-91. Her var det også i tillegg til den 25 m lange tunnelen, cirka 90 meter med halvtunnel. Vegen ble



Brattlandsdalen. Bildet viser en halvtunnel. Vegen ble bygget ca 1890. Til høyre Dyrskartunnelen som var ferdig bygd rundt 1900. Vegen var imidlertid lite gunstig og ble lagt om ca. 20 år senere.

spreng halvveges inn i fjellet, men med åpen skulder mot vatnet. Det ble etter hvert bygd mange av disse. Brattlandsdalen mellom Suldal i Rogaland og Røldal i Hordaland må også nevnes når det gjelder tidlige tunneler, men de små korte tunnelene der er nok ødelagt av senere utvidelser.

Bilen, den nye utfordringen mellom to verdenskriger

Det var fortsatt jernbane og etter hvert i større grad kraftutbygging som var de store aktører på fjellsprengning, selvfølgelig i tillegg til gruvedrift som var de store aktører ved fjellsprengning. For nye veger var det halvtunneler som var løsningen. Vegtunneler kunne under ingen omstendigheter være for lange på denne tiden. Det var blant annet avhengig av at folk kunne se når de beveget seg igjennom.

Man hadde ikke gode og billige løsninger på belysning den gang Men kostnadene tilsa at man heller ikke tenkte så mye på hvordan man kunne løse de problemene, det var rett og slett ikke aktuelt å bygge de lange tunneler. Derfor passet det bra å kunne sprenge seg inn i fjellskrent og etablere vegen der, og for å holde kostnadene nede var det ofte ikke mer enn 5 maks 6 meter breie veger som ble bygget.

Halvtunneler finnes fortsatt rundt om kring i landet. Da bilen kom måtte man få utvidet vegene, men i en overgangsperiode ble det ofte innført såkalt timeskjøring, man hadde lov til å kjøre motorkjøretøyer bare i en retning om gangen til visse tider på døgnet. Mens normalene for en hovedveg var på rundt 4 m, hadde man flere steder gått ned 2,5 til 3,75 m i vanskelig terreng. Da bilen var blitt vanlig som rutegående

kjøretøy utover 1920 tallet var det minimumskrav om veger på 3,6 - 4 m med møteplasser og trafikkerte hovedveger burde være 5-6 m breie. En god del av arbeidet ble i mellomkrigstiden også kanalisert gjennom nødsarbeid, det kunne være utretting av svinger og breddeutvidelser. En og annen tunnel på noen titalls meter kunne nok og bygges for å unngå skarpe svinger rundt et og annet nes.

Arbeidslagene dominerte veganleggene i mellomkrigstida som de hadde gjort siden man innførte de nye prinsipper for schaussébygging. Arbeidslagene fortsatte med sine manuelle arbeidsmetoder, redskapene var hakke, spade, spett og trillebår og i fjell var det bor og feisel, krafse og krafsebrett. En forbedring man tidlig tok i bruk som rasjonaliserte dynamittbruken kraftig var elektriske tennapparater. Det synes som de var i bruk ganske gjennomført på større anlegg allerede etter 1. verdenskrig. Ved større anlegg kunne man få skinnegående vagger for massefrakt, men det vanlige var nok at om man trengte noe lengre frakt av masse ble det leid inn hest og kjerre. Fra rundt 1920 ble hesten etter hvert erstattet av lastebiler, grussorteringsverkene ble stadig større og større og man fikk valser til å komprimere grunnen. Vegvesenets folk var blant annet i USA og hentet der tegninger og inspirasjon og fikk Drammens jernstøberi og mek. værksted til å produsere Drafn, senere omdøpt til Dravn veghøvler. I Finnmark fikk man beltetraktorer (med påmontert skjær = bulldoser) på slutten av 1930 tallet. Den viste seg effektiv i mange arbeidsoperasjoner.

Mekaniseringen rundt arbeidslagene synes å ha gått for seg som en rolig evolusjon og synes ikke å ha vært oppfattet som noen farlig konkurrent for arbeidsfolk. Dette ble likevel stilt som et spørsmål i Finnmark i forbindelse med to beltetraktorer som ble tatt i bruk fra Børselv mot Laksefjord i 1939. Et arbeidslag hadde skutt ut fjell i en skjæring og steinmassene skulle fraktes bort med tralle og skinnegang. En natt tok en av bulldoserkjørerne og rensket opp i hele skjæringen. Da vegarbeiderne neste morgen kom på jobb, var flere ukers arbeid gjort. De fikk en god fortjeneste på den akkorden, og etter dette merket avdelingsingeniøren ikke mer til skepsisen.

Etterkrigstiden og gullalderen før bompengetiden

Vegvesenet bygde stadig sine veger i dalsider og fjellskrent og gjennom bergnabber etc. Disse eldre og yngre vegene på sprengte fjellhyller og til dels med halvtuneller var vakre og eksotiske nok for turistene som kom på solrike sommerdager for å oppleve fint og variert kulturlandskap og vakker natur, men en bil med møbler fra Møre som skulle til Oslo en vinterdag i snøstorm hadde nok heller fokus å holde seg på vegen i tillegg til å vurdere rasfaren og issvuller.

Etter andre verdenskrig ble utfordringen å få trygge veger sommer og vinter mellom Øst- og Vestlandet. Vegen over Haukeli var en av disse. Tunnelen var svært moderne på 1970-tallet, men for liten for dagens trafikk.

Tilsynelatende var det ikke store endringer etter krigen. Til å begynne med var kanskje det mest synlige at man hadde sluttet å mure i stein, men heller bygde forskaling og fylte med betong når man skulle ha forbygninger til vegen. Fortsatt kunne man rundt 1950 se vegarbeidere som stod og boret hull med håndredskaper. Nødsarbeid var døpt om til sysselsettingsarbeid, men formålet var fortsatt en kombinasjon av å kunne gjøre samfunnsnyttig arbeid i perioder det ellers var vanskelig å finne annet arbeid, samt å sørge

for at hver enkelt arbeider kunne forsørge familien på en anstendig måte.

Myndigheten var mer opptatt av å bygge landet med eksportrettet industri og ville ha kontroll på utgiftene. Veger var sett på som en utgift og ikke en investering, et par tiår gikk uten særlig fart på vegbygginga.

De første tilløp til motorveger dukket opp fra Oslogryta mot Skedsmokorset og vestover mot Drammen fra midten av 1960-tallet og med Norsk vegplan ble det lagt rammer for en mer offensiv vegbygging, selv om det for mange fortonet seg som feil fokus i prioritering av vegutbyggingen og at investeringene var egentlig alt for små i forholdet til den eksplosjon som skjedde med «frisleppet» til å anskaffe seg privatbiler i 1960.

Vegvesenet hadde fortsatt oftest egenregi på anleggene, ofte med innleide små maskinentreprenører. Vegvesenet omorganiserte fra 1960 og man fikk i hvert fylke en driftsavdeling, en anleggsavdeling og en maskinavdeling i tillegg til en plan- og en administrasjonsavdeling. Med en faglig deling i drift og anlegg var man kommet til en erkjennelse av at maskinene overtok det meste av arbeidet, og Statens vegvesen var for alvor over i en kapitalintensiv drift. Derfor ble maskinavdelingene viktige i å kunne disponere maskinene på en effektiv måte, så vel som man fikk strukturer både for innkjøp og vedlikehold. Det ble også ikke så lite samarbeid om utvikling av maskiner i samarbeid med dyktige leverandører av maskiner. Vikingdumperen som senere ble solgt til Moxy er et eksempel på samarbeid om å utvikle maskiner mellom Statens vegvesen og Øveråsen på Gjøvik. Ellers var det tradisjon for å sette bort en del spesialarbeider som asfaltering.

1970-tallet medførte økt volum og effektivitet ved fjellsprengingsarbeid. Fullprofilmaskiner hadde lenge vært brukt, men i Norge var det ikke forsøkt med en diameter som var tilpasset veger, og det ble stort sett med Madam Felle som åt seg under Fløyfjellet i Bergen i to løp i årene 1984-89. Ellers var det særlig i Hordaland og Sogn og Fjordane at vegvesenet utviklet spesialkompetanse på tunneler. I løpet av 1960-tallet ble det utviklet borerigger med opplegg for trykkluft som var lette å flytte, og som gav plass til flere bor som etter hvert kunne styres av færre personer. Men en lettelse var det da man i 1970-årene fikk utviklet nye helhydrauliske borerigger montert på hjulgående kjøretøy som kunne styres av en til to mann. Når man da på slutten av 1980 tallet i vegvesenet fikk datastyring på riggene ble arbeidet både tryggere og operatørene fikk en annen innfallsvinkel på jobben. Alt anleggsutstyret utviklet seg fort på 70-tallet og utover; utkjøring av masse ble etter hvert gjort med dumpere og gravere som var tilpasset tunneler. Men fortsatt var dette en støyende og stressende arbeidsplass. Skulle arbeidet gå unna og akkorden holdes, måtte effektiviteten være på topp og man måtte kjenne hverandre godt slik at det ikke oppstod problemer. Men HMS-messig var man på veg mot null-toleranse når det gjaldt dødsfall i tunnelarbeidet.

En tidlig fase borrigg

Dette var en totalt ny æra for vegbyggerne. De gamle sprengingsbasene var opplært i dynamitt og kunne vurdere egenskapene til bergmassene, og dermed kunne de optimalisere bruken av dynamitt. Det hadde vært vanlig «å brenne» borehullene, det ble sluppet en liten dynamitt med kort lunte ned i hullet. Dermed fikk man en liten lomme i bunnen og man kunne få plass til mere sprengstoff. Ved å holde hånda på fjellet og kjenne på rystelsene kunne sprengningsbasen få mye informasjon om berget og hvor mye dynamitt som måtte til. Dette ble det etter hvert slutt på, da brenningen nok var mer tilpasset den tidkrevende håndboringen. Med moderne utstyr boret man hullene der de skulle være etter et sprengingsskjema og man trengte ikke så mye av den spesialkunnskapen som de gamle basene hadde. Derimot måtte man etter hvert ha papirer på at man var opplært på sprenging.

Riksveg 1 og vegen til Moss

Tidlig på 1960-tallet hadde AS Veidekke «fått» innfartsvegen til Moss fra daværende Rv1 (nå E6)og skulle der sprenge ut ganske høge skjæringer i fjell. En ny metode som var diskutert på den tiden var presplitt, nemlig å bore parallelle hull der skjæringa skulle være, og få til en jevn bergflate. Dette ble gjort på begge sider av og så ble berget i mellom boret og spreng bort, resultatet ble svært bra og veggene ble svært slette og fine med en skråning 5:1. Til sprengning ble det brukt dynamittpølser som var koblet sammen med en elektrisk tenner. Om lag samtidig ble det også gjort forsøk med nytt sprengstoff ammoniumsnitrat, kalt ANFO, blanda ut i diesel. Dette gjorde etter hvert det tryggere å drive med sprengning, da det var liten eksplosjonsfare etter det var blandet og ikke idet hele tatt før. Sammenlignet med dynamitt hadde ANFO større sprengkraft slik at men kunne bruke færre hull. De måtte ha tørre hull for å få det til å virke og vann i hullene kunne være et problem. Det var ofte løst med å sprenge en liten kubbe. Ellers lærte man fort å fylle plaststrømper for å unngå vann i hullene.

Moss. Maskinell innsats og Anfo gjorde susen på vegen. I skjæringen ble det brukt presplittmetoden.

Strynefjellsvegen

Helårsveg over Ottadalen til Stryn var en viktig veg på 1960-tallet for å knyte Sunnmøre og Sogn og Fjordane tettere til sentrale austlandet. Det var mye vurderinger både med hensyn til kostnader og veglinje. Resultatet ble tre tunneler; Ospelitunnelen som var ferdig i 1972, Grasdalstunnelen i 1975 og Oppljostunnelen som var ferdig i 1976, og vegen var åpnet for trafikk på høstparten i 1977. Her ble det brukt dynamitt i tunnelene, men slurry kunne brukes i dagen. Slurry basert på ulike brennstoffer som TNT, aluminiumspulver eller kombinasjon av ulike stoffer, var det nye sprengstoffet. Dette har medført mer kontrollert sprengning, slurry er ikke vannømfintlig og gir mindre produksjon av partikler og nitrøse gasser og dessuten ikke så farlig å håndtere. Det var vegvesenet som tok initiativ til at det ble utviklet ladeutstyr for bruk av slurry i tunnel.

Over Strynefjellet har problemet med snøras i Grasdalen siden den gang vært et kontinuerlig forskningsfelt og de til sammen vel 10 km lange tunnelene burde nok vært bygd sammenhengende, men det var vel en løsning som man den tid ikke turte å ta konsekvensene av. Ellers bygde man inn sikkerhetsutstyr med telefoner og meldingstjeneste. Denne og Haukelivegen var av de tidlige høgfjellsvegene tilpassa nyttetrafikk over fjellet med bil. Stort sett kunne man nå hele året kunne komme mellom øst og vest på dagen med stor last. Lange tunneler måtte etter hvert ha sikkerhetsutstyr, lys for å kunne dempe overgangen fra dagslys ute til mørket inne, slik at folk kunne rå seg med å slå på nærlyset før det ble påbudt. På Haukeli ble det til og med innkjøpt egen brannbil i påkomne tilfeller.

Nye løsninger – treplanskrysset over Farriseid

Den vestlandske hovedveg ble døpt til riksveg 40 i 1930 og i 1964 E18 til Kristiansand. Over Vestfold gikk vegen gjennom Larvik by. For å få gjennomfartstrafikken utenom fant man en trase fra Bommestad som gikk uten om byen og uten om bøkeskogen gjennom en løsning med å legge bru over Farriseidet med avkjøringer og sideveger til lokalt næringsliv, boliger og til byen. Dette ble etter hvert landets første treplanskryss da det stod ferdig i 1975. Særlig strekningen Farriseidet – Sky var utfordrende med hensyn til fjellarbeid. Tunnel var vurdert, men frarådd. Arbeidet på strekningen Farriseidet - Sky startet høsten 1971, da med å bygge veg opp til det platået som Vegvesenet hadde leid, og hvor de skulle ha pukkverket. Det hadde vært rom for lokal tolkning av vegplanene tidligere, og ikke uvanlig at man i utmark foretok mye av planleggingen og byggingen ute på anlegget, slik man gjorde på den første strekningen fra Bommestad til Lovisenlund. Men det var ikke mulig på resten av strekningen og slettes ikke strekningen Farriseide - Sky. Her ble tidsskillet mellom den gamle tenke- og byggemåten, og slik det er i dag, tydelig. Man gikk i gang med koordinatberegning og datastikking fra gammeldags stikning. Planleggeren ble koblet over på dette med data, som da var helt nytt, og fikk lov til å prøve seg og kjøre koordinatberegninger og drive med framskjæring og stikke ut med moderne utstyr.

Vegen Farriseidet-Sky bød på store utfordringer og nye sprengningsmetoder

Det som var det store problemet, var sprengningen, fordi man hadde E18 nedenfor. Ved den første store skjæringa når du kommer fram til Sky er det kort avstand ned til daværende E18, og jernbanen ligger på utsiden der igjen. Det var et problematisk sted å sprenge, men det skulle vise seg å gå bra. De hadde kun et eneste uhell, og det var en liten stein som gikk ned i en garasje på Sky. Det var langt ned, og der gikk de på skrå ned hele vegen. Her måtte man altså lage seg veg ned og begynne nedenfra og bygge skråningen.

Oppsynsmannen fikk høre av noen at det var noe som het ammoniumnitrat som var et gjødselprodukt fra Norsk Hydro. Det ble sprengt ei salve, ei kjempesalve, i USA, hvor det ble brukt ammoniumnitrat fra Norsk Hydro på Herøya. Første gangen han nevnte dette for anleggslederen, var han veldig skeptisk. Ammoniumnitrat, det var helt nytt. Oppsynsmannen var så interessert og så opptatt av at her skulle man prøve, han måtte spørre flere ganger. Så da de hadde boret den ene skråningen, så lå han så godt an at han fikk lov å prøve. De brukte dynamitt på halve strekningen, og på den andre halvdelen brukte de ammoniumnitrat. Dermed kunne de sammenligne resultatet. Det som skjedde, var at der de hadde brukt dynamitt, var det noen kjempesvære blokker. Der de hadde brukt ammoniumnitrat, var det kun to-tre blokker, resten kunne kjøres vekk umiddelbart. Steinen smuldret mer opp, så da brukte de det på resten av skjæringene. Det var nok en del prøving og feiling, ingen hadde gjort dette før og «amfo»en ble blandet med 4-5 % diesel på stedet. Skjæringa ble bra, men man hadde rett ned til E18, og så rett ned til jernbanen og så ned til Farriseidet. Da de sprengte her, var det om å gjøre og ikke få noe ned på vegen og jernbanen. Det som skjedde, var at steinen la seg opp i heia. Man klarte å styre sprengningen, slik at steinen ble kastet riktig vei. De hadde 198 000 m^3 fastmasse som skulle sprenges ut. Det ble sprengt ut ganske store mengder med fjell, og som første prosjekt, begynte de å bruke ammoniumnitrat, Det ble blandet på stedet med 4-5 % diesel.

På ett tidspunkt, på slutten av anlegget, ble dette mer formalisert. Dyno kom inn i bildet, man hadde seminarer, og det ble bestemt at bruken av dette sprengstoffet måtte man holde styr på. Sikkerhetsrutiner ble gjennomført. Etter hvert så ble det slik at de som drev med sprengning, måtte ha sertifikater og dokumentere bruken. Men tidlig i anlegget hadde man ikke det. Vegvesenet fortsatte imidlertid ikke å bruke kunnskapen om ammoniumnitrat. Farrisanlegget er derfor trolig det eneste anlegget hvor de faktisk har brukt dette. Men det viktigste i ettertid; bygginga av E18 over Farriseidet kan stå for den store brytningstid i Statens vegvesen da, man gikk over til bilens tidsalder.

Vegen og de undersjøiske tunnelene

I det som lenge i Statens vegvesen ble kalt «gullalderen» fra ca. 1970 da Vegplan 1 og 2 ble gjennomført var det kontinuerlig en utviklingsperiode, alt ble større lengere og bedre. Landets lengste bru er i skrivende stund fremdeles Drammensbrua på 1892 meter som er en såkalt kassebru av betong. Den ble bygget i 1975 og så ombygd og utvidet i 2006. Ellers er bruene med de lengste spenn skråstag- eller hengebruer. Men noen fjorder og sund var for utfordrende enten det gjaldt lengde eller værsituasjonen. Vardø ligger på ei øy og etter hvert som bilen ble det naturlige fremkomstmiddelet på 1960-tallet ble behovet for å knytte byen til fastlandet mer aktuelt. Brualternativer var vurdert og man besluttet seg for tunnel. Den første tunnel for vegtrafikk under en fjord eller et sund i Norge. Selv om Arne Grotterød som var teknisk direktør og nest under Vegdirektøren på den tid hevdet at det ikke var noe prinsipiell forskjell på en undersjøisk tunnel i forhold til en vanlig. Selvfølgelig er det en viss forskjell, ved lekkasje er kilden uutømmelig, saltvann gir større korrosjon på alt av metall og man skal heller ikke undervurdere den psykologiske faktoren. Fjellet var vanskelig og problemene mange og kompetansen ble presset til det ytterste, særlig ved en knusningssone i fjellet ca. 1,5 km fra land. I 1982 ble den om lag 2600

meter lange tunnelen åpnet og erfaringene etterpå har vært gode selv om tunnelen ikke har vært fri for hverken problemer eller vedlikehold

Fire-fem år seinere kom man i gang med de tunnelene som i en lang periode fikk enda større oppmerksomhet; Ålesundtunnelene. I årene 1986-87 ble det slått ut to tunneler på samlet lengde på 7,7 km, den ene mellom Ålesund og Ellingsøy og den andre mellom Ellingsøy og Valderøy og med et par bruer var det fastlandsforbindelse for øyene utenfor Ålesund, ikke minst for Vigra med flyplassen som var etablert i 1958. Det møtte ingen overraskelser og i stedet for 37 måneder, ble det brukt 22 måneder. Denne var bompengefinansiert, noe som etter hvert ble et problem da trafikken ikke stod til prognosene. Men i alle fall førte dette til at det ble satt i gang mye planlegging på slike prosjekter, som også ble realisert etter hvert; f.eks. Nordkapptunnelen fra 1999 og Oslofjordtunnelen i 2000 for å nevne to det har vært kritiske røster rundt. Det ble diskutert hvorvidt enkelte av dem var en riktig prioritering i områder med relativt liten årsdøgntrafikk. En som riktig nok ikke var lagt under sjøen, men under Akershus festing hadde absolutt livets rett. Festningstunnelen var en løsning på overtid i Oslotrafikken og med alle de utfordringer denne medførte, var det en lykkelig dag i 1989 at de hadde gjennomslag. I 2003 var det 73 000 kjøretøyer som passerte i døgnet.

Ikke bare undersjøiske tunneler, men også vanlige tunneler er det kommet mange av i de siste 30 årene. Den lengste av dem alle er den 24 tusen meter lange Lærdalstunnelen som åpnet i 2004. I dag er det rundt 1000 vegtunneler her i landet og rundt 30 er undersjøiske. Til sammen er det rundt 800 km tunnel her i landet. Ikke alle er uten problemer, men de har uten tvil bidratt til å lette kommunikasjonene her i landet.

Ålesundtunnelene. Ellingsøy- og Valderøytunnelen.

Lærdalstunnelen. Verdens lengste veitunnel

Litteratur

- Aase, Birger: Var Askeklova landets første? Årbok for Norsk vegmuseum 1999
- Bjerkan, Reidar Kr.: Presplitt, ANFO og myrstabilisering – tre ungdomsforelskelser. Årbok for Norsk vegmuseum 2007
- Færøyvik, Frode: Fra feisel til fullprofil. Oslo 1989
- Grønhaug, Arne W: Et kvart århundre med undersjøiske vegtunneler. Årbok for Norsk vegmuseum 2007
- Paulsrud, Geir: Vegvesenets arbeidsoppgaver og organisasjon over en 350års periode. Årbok for Norsk vegmuseum 1996
- Rui, Liv Marit: Farriseidet. Upublisert dokumentasjonsrapport for Statens vegvesen 2012.
- Skougaard, J: Det norske veivæsens historie. Kra 1899
- Wikipedia: Veitunneler i Norge

Rosenborgsupporter misliker dommeravgjørelse

Med nettadresse www.nff.no hender det at Fjellsprengningsforeningen må tre støttende til når fotballentusiaster trenger utløp for svak irritasjon. Her følger et innlegg registrert på vår åpne side kort tid etter kampslutt. Vi forstår at en Rosenborgspiller er trakassert av en tilreisende fotballdommer:

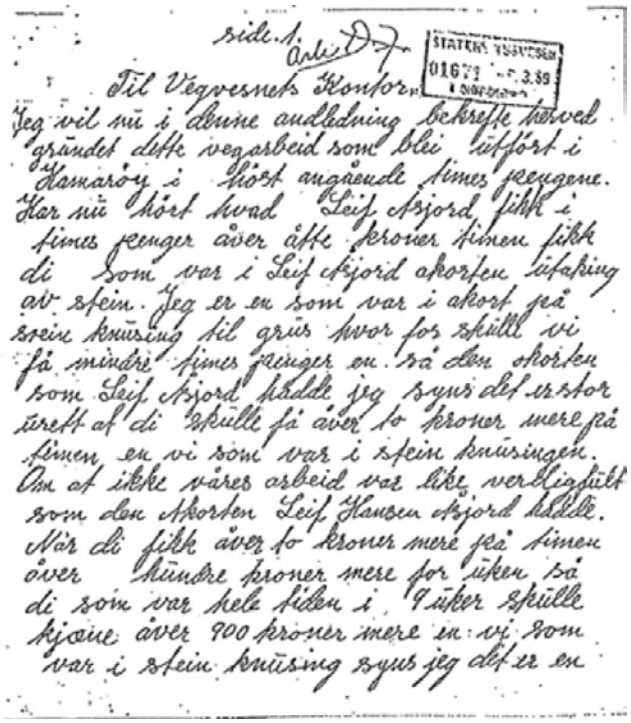
Hva i h… svarte f… er det dere tenker med der oppe i systemet med det latterlige disiplinærutvalget i spissen når dere gir to kampers karantene for et åpenbart feilaktig rødt kort gitt av en sinnsforvirret hønsehjerne av en fotballdommer.

Er dere overhodet ikke i stand til å se at deres hellige og overbeskyttede dommere gjør feil som dere i etterkant kan rette opp slik dere burde og skulle ha gjort i dette tilfellet hvor alle, absolutt alle, unntatt X var soleklar på at denne utvisningen iscenesatt av den håpløse og markeringskåte dommer X var en komplett skandale av en horribel dommertabbe.

Sist, men ikke minst, se for f… til å få degradert denne håpløse idioten av en levende skandaledommer og la han aldri få dømme på øverste nivå igjen. Denne dommeren har over tid gjennom gjentatte skandalekamper over flere år vist at han overhodet ikke har det som skal til for å bli en god dommer på høyt nivå og er et hatet objekt blant alle norske fotballsupportere. Grunnen er såpass enkel som at denne forvirra dommeren fortsatt har til gode å dømme en god kamp i Tippeligaen og ødelegger en hver kamp han dømmer gjennom håpløse og gjentatte horrible feil som bærer preg av markeringskåthet.

(innlegget er noe avdempet og avkortet)

Dårlig akort på Hamarøy

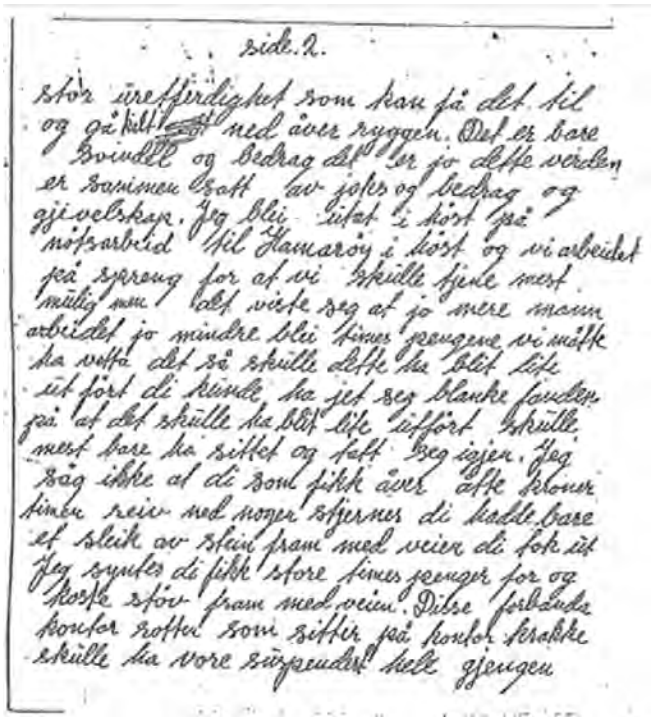


side. 1.

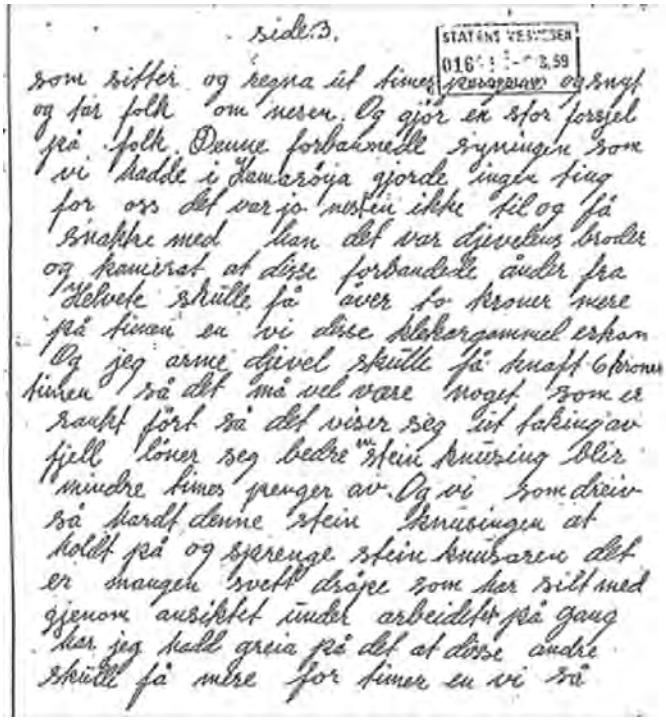
Til Vegvesnets Kontor.

Jeg vil nu i denne andledning bekrefte herved gründet dette vegarbeid som blei utfört i Hamaröy i höst angående times pengene. Har nu hört hvad Leif Asjord fikk i times penger över åtte kroner timen fikk di som var i Leif Asjord akorten utaking av stein. Jeg er en som var i akort på stein knusing til grus hvor for skulle vi få mindre times penger en så den akorten som Leif Asjord hadde jeg syns det er stor urett at di skulle få över to kroner mere på timen en vi som var i stein knusingen. Om at ikke våres arbeid var like verdigfult som den Akorten Leif Hansen Asjord hadde. När di fikk över to kroner mere på timen över hundre kroner mere for uken så di som var hele tiden i 9 uker skulle kjæne över 900 kroner mere en vi som var i stein knusing syns jeg det er en

side. 2.



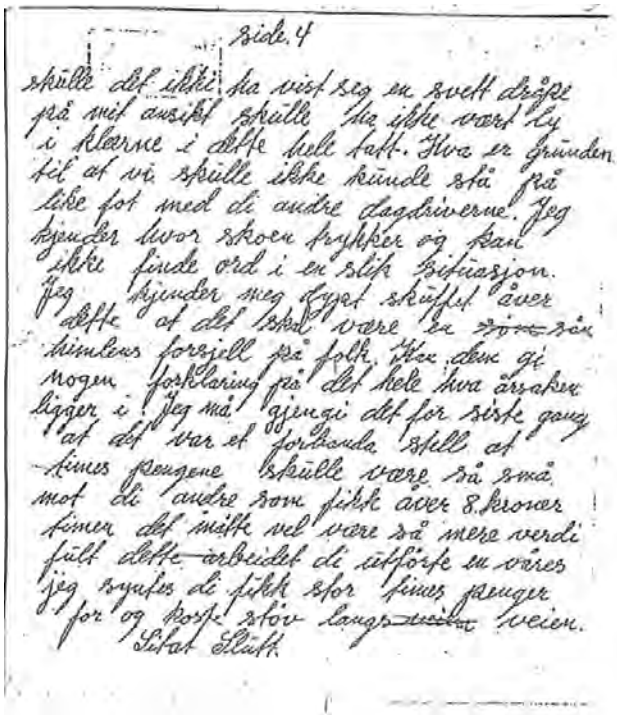
stor uretferdighet som kan få det til og gå kilt ~~[illegible]~~ ned över ryggen. Det er bare svindel og bedrag det er jo dette verden er sammen satt av joks og bedrag og gjevelskap. Jeg blei utat i höst på nötsarbeid til Hamaröy i höst og vi arbeidet på spreng for at vi skulle tjene mest mulig men det viste seg at jo mere mann arbeidet jo mindre blei times pengene vi måtte ha vetta det så skulle dette ha blit lite ut fört di kunde ha jet seg blanke fanden på at det skulle ha blit lite utfört skulle mest bare ha sittet og tatt seg igjen. Jeg såg ikke at di som fikk över åtte kroner timen reiv ned nogen stjernes di hadde bare et sleik av stein fram med veien di tok ut Jeg syntes di fikk store times penger for og koste stöv fram med veien. Disse forbanda kontor rotten som sitter på kontor krakke skulle ha vore suspendert hele gjengen



side. 3.

som sitter og regna ut times pengene og snyt og tar folk om nesen. Og gjör en stor forsjel på folk. Denne forbannede syningen som vi hadde i Hamaröya gjorde ingen ting for oss det var jo nesten ikke til og få snakke med han det var djevelens broder og kamerat at disse forbandede ånder fra Helvete skulle få över to kroner mere på timen en vi disse klekargammel erkan Og jeg arme djevel skulle få knaft 6 kroner timen så det må vel være noget som er sankt fört så det viser seg ut taking av fjell löner seg bedre en stein knusing blir mindre times penger av. Og vi som dreiv så hardt denne stein knusingen at holdt på og sprenge stein knusaren det er mangen svett dråpe som har silt med gjenom ansiktet under arbeidet på gang har jeg hadd greia på det at disse andre skulle få mere for timer en vi så

side. 4



skulle det ikki ha vist seg en svett dråpe på mit ansikt skulle ha ikke vært ly i klærne i dette hele tatt. Hva er grunden til at vi skulle ikke kunde stå på like fot med di andre dagdriverne. Jeg kjender hvor skoen trykker og kan ikke finde ord i en slik situasjon. Jeg kjender meg dypt skuffet över dette at det skal være en ~~som~~ sån himlens forsjell på folk. Kan dem gi nogen forklaring på det hele hva årsaken ligger i. Jeg må gjengi det for siste gang at det var et forbanda stell at times pengene skulle være så små mot di andre som fikk över 8 kroner timen det måtte vel være så mere verdi fult dette arbeidet di utförte en våres jeg syntes di fikk stor times penger for og koste stöv langs ~~veien~~ veien.

Sitat Slutt.

Olje og gasslagring, landanlegg og industri

Nils Borge Romslo

Oljealderen startet for alvor i Norge med Phillips Ekofisk-funn lille julaften 1969. I årene som fulgte, ble stadig nye olje- og gassfunn gjort på norsk sokkel. Store prosjekter ble gjennomført med bygging av oljeplattformer for leting og produksjon. Dessuten ble betydelige olje- og gassrørledninger plassert på sjøbunnen mellom feltene og land. Condeep (Concrete Deep Water Structure) produksjonsplattformen som ble utviklet og bygget i Norge, medførte et betydelig fremsteg i utvikling av avansert betongteknologi. Her ble en stilt overfor å kunne beregne konstruksjonslaster av en helt annen størrelsesorden enn det en kjente til fra landbasert virksomhet. Videre måtte en utvikle og utføre betong med høy fasthet, med stramme toleransekrav til geometrisk form, og med gjennomført kvalitet i alle ledd. Disse arbeidene ble utført av Norwegian Contractors, en allianse av Ingeniør F.Selmer AS, A/S Høyer-Ellefsen og Ingeniør Thor Furuholmen AS. Design av Condeep plattformene var også norsk, utviklet av A/S Høyer-Ellefsen i samarbeid med firmaet Dr.techn. Olav Olsen.

Men det var ikke bare ute i havet at betydelige utbygginger fant sted. Oljevirksomheten medførte etablering av terminaler i land for mottak av olje- og gass. Dette åpnet for interessante anleggstekniske oppgaver for norske entreprenører, med etablering av store industriarealer, gjerne i berglendt terreng, og med omfattende sprengningsarbeider. Dette ble til tunnelsystemer for rørledninger, samt lagringshaller i fjell for olje, gass og ulike ferdigprodukter. Det er ingen tvil om at denne virksomheten har gitt et betydelig løft for bygg- og anleggsnæringen i Norge.

Store tekniske utfordringer er blitt løst, og kompetansenivået er hevet på en rekke områder. Det kan vises til etablering av de store lagerhallene med problemer relatert til gasstetting for å opprettholde grunnvannstrykket i fjellet. Bygging av undersjøiske tunneler for fremføring av olje- og gassledninger, og kompliserte tunnelutslag for "strandhogg" (ilandføring eller "shore approach") av olje/gassledninger fra feltene ute på sokkelen og inn i fastlands-Norge.

I denne sammenheng må det også pekes på innføring av systematisk kvalitetssikring, og ikke minst vektlegging av HMS på bygg- og anleggsstedene. Her står vi overfor en helt ny håndtering av sikkerhetstiltak som ikke befant seg på samme nivå i bransjen i Norge tidligere.

Norsk industri bør derfor på mange områder være i verdensklassen når det gjelder å kunne stå for utførelsen av krevende oppdrag relatert til olje- og gassvirksomheten i årene fremover.

Dette gjelder enten en tenker på de videre utfordringer i Barentshavet, eller en ser for seg oppdrag andre steder i verden.

Før vi går videre kommer noen definisjoner av ord og uttrykk som vi møter i denne artikkelen:

LPG	Liquefied Petroleum Gas – Våtgass
LNG	Liquefied Natural Gas - Flytende naturgass
VOC	Volitile organic compounds - flyktige organiske forbindelser (bidrar til dannelse av bakkenært ozon, som kan skade menneskers helse, vegetasjon og materialer).
Fraksjoneringsanlegg	Prosesserer ustabilisert råolje
LPG-mix	Blanding av LPG, propan og butan
bara	Absolutt trykk
barg	Overtrykk
Sm^3	Standard kubikk olje, gass, kondensat
Kondensat	Lette hydrokarboner som opptrer i visse typer naturgass (våtgass) og oppløst i råolje.
Vestprosess	Transportsystem (LNG og kondensat) mellom Kollsnes og Sture
Nafta	Mellomprodukt i oljeindustrien
"Glory hole"	Åpningshull ved sjaktsprengning (benyttet på Mongstad)
VCM	VCM (Vinyl Chloride Monomer) som igjen er råstoff til PVC-plast.
Statpipe	Transportledning for rikgass fra Statfjord til Kårstø
Åsgard Transport	Transportledning fra naturgassfelt i Norskehavet til Kårstø
Naturgass	Naturgass eller rikgass er petroleum i gassform primært bestående av metan, men med varierende mengder hydrogensulfid og ikke brennbare gasser
Tørrgass	Tørrgass er det vanlige begrepet for naturgass som ikke inneholder flytende hydrokarboner under trykk.
Våtgass	Et samlebegrep for flytende petroleumskvaliteter.
Salgsgass	Det samme som tørrgass/metan. Begrepet benyttes om den tørre naturgassen som er tilbake etter at de våte komponentene er fjernet fra rikgassen gjennom fraksjoneringsprosessene ved et gassbehandlingsanlegg (Kårstø, Kollsnes, Nyhavna).
Off-spec kondensat lager	Mellomlager av kondensat som ikke oppfyller spec.
Slop-olje	Forurenset olje mottatt fra tankskipene som henter olje f.eks på Sture
Cracking	Prosessen hvor komplekse organiske molekyler eller tunge hydrokarboner blir brutt ned.
Slug catcher	Mottaksanlegg for væskeplugger

Først kort om Ekofiskfunnet:

Med Ekofisk-funnet lille julaften 1969 ble det klart at det lå an til utvinning av olje og gass fra norsk sokkel.

Prøveproduksjonen av olje startet fra Ekofisk i 1971, og gassproduksjonen på Ekofisk og Frigg begynte i 1977. I november to år seinere kom oljeproduksjonen i gang på Statfjord.

De første feltene ble funnet og planlagt utbygd før prisen på lett olje fra Iran steg fra om lag 3 USD/fat til 5 USD/fat den 16. oktober 1973, og fra vel 5 USD/fat i desember 1973 til nær 12 USD/fat 1. januar 1974.

Ekofiskfunnet medførte at fellesskapet Ingeniør F. Selmer AS og A/S Høyer-Ellefsen fikk kontrakt på den til da største offshorekonstruksjon i betong som var fremstilt, nemlig Ekofisktanken. Den ble bygget i Jåttavågen i Stavanger og tauet ut til feltet sommeren 1973.

Ekofisktanken ble i 1998 faset ut av produksjon. I perioden 2005-2007 rev AF Gruppen, Oslo, hele overbygningen (ca.25 000 tonn stål, kabler og annet utstyr). Dette ble transportert inn til firmaets landanlegg i Vats, Ryfylke, for videre behandling og viderelevering til godkjente mottak.

Men selve betongtanken ble ikke fjernet og blir stående "til alle tider" ute på feltet.

Ekofiskfeltet. Kilde Kjetil Alsvik, Conoco Phillips

Stureterminalen. Foto: Øyvind Hagen, Statoil

Vi skal nå se litt på de ulike steder hvor olje- og gassrelatert utbygging har funnet sted i Norge, etter at Ekofisk-funnet var en realitet.

STURE

Utbyggingen av Stureterminalen på Sture i Øygarden kommune, hvor Norsk Hydro var operatør, startet høsten 1984, og Stureanlegget kunne ta imot den første oljen som ble brakt i land i Norge i desember 1988 fra Oseberg A via en egen 115 km lang 28" (71,1 cm) rørledning. Terminalen ble offisielt åpnet av Kong Olav 30. mars 1989. Dette var første kryssing av Norskerenna med en oljeledning. Terminalen tar imot olje og kondensat via rørledning fra Oseberg A, for feltene Oseberg, Veslefrikk, Brage, Oseberg Sør, Oseberg Øst, Tune og Huldra, samt at Grane ble tatt inn i eget rør fra høsten 2003.

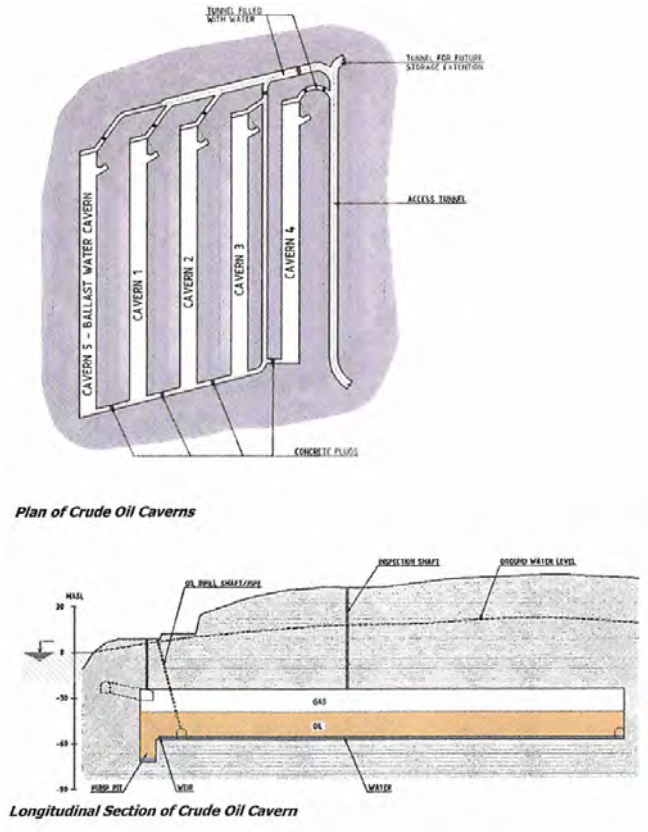
Stureteminalen har to kaianlegg hvor den ene kan ta imot oljetankere på opptil 300 000 dwt, den andre kaien er basert på noe mindre skip. Videre er det fem oljekaverner med lagringskapasitet på 1 million Sm^3, en LPG-kaverne på 60 000 m^3 og en ballastvannkaverne på 200 000 m^3. En separat enhet for behandling av VOC fra tankskip er installert. I desember 1999 ble et fraksjoneringsanlegg satt i drift for å prosessere ustabil råolje fra Osebergfeltet til stabil råolje og LPG-mix.

Stureterminalen. Foto: Norsk Hydro

Bygg-og anleggsmessige arbeider på Sture:

I den første store anleggsfasen på Sture fra 1984 til 1989 ble det utført infrastrukturarbeider (vei, vann og kloakk). Sprengnings- og planeringsarbeider på terminalområdet kom til utførelse, samt at 5 store fjellhaller ble sprengt ut med dimensjoner 314 m lengde, 33 meter høyde og med en bredde på 19 m. 4 av hallene ble benyttet til lagring av råolje (crude), mens den femte ble benyttet til mottak av ballast-vann fra oljetankerne som kom inn til Sture for å hente råolje. Det totale spreningsvolumet var på ca. 1 million m^3.

Fjellmassivet er aldri helt vanntett, derfor vil det være et grunnvannsnivå i fjellet som det er viktig å opprettholde i forbindelse med lagring av olje i råsprengte fjellhaller. Prinsippet er basert på den enkle fysiske lov at for oljeprodukter lettere enn vann, må det opprettholdes et grunnvannstrykk høyere enn operasjonstrykket inne i fjellhallen. Derved vil det alltid være vann som trenger inn i hallen, og ikke olje/gass ut motsatt veg. Olje/gass kan følgelig ikke lekke ut i fjellmassivet pga det høyere eksterne hydrostatiske trykket fra grunnvannet.

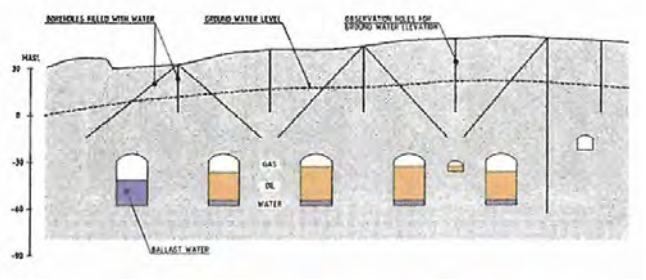


Plan og snitt av lagringshallene for olje på Sture.

I Norge er de fleste lagerhaller for oljeprodukter basert på prinsippet med fast vannseng, slik er det også på Sture. Lageret er lukket, noe som betyr at gassen over oljen ikke har noen direkte kommunikasjon med atmosfæren. Lagerhallene ligger på nivå -25 m til -70 m, og gasstrykket varierer med oljenivået typisk fra 0,5 – 3 bara.

3 store pumper er installert i hver lagerhall for å sikre minimum av oppfyllingstid for de store tankerne (opp mot 300 000 tonn) som ankommer terminalen. I nedre del av pumpesumpen er installert vannpumper som pumper ut det forurensede lekkasjevannet. Dette vannet må renses før det pumpes ut i naturen igjen.

Grunnvannstanden tjener som en naturlig stengsel for olje/gasslekkasje. I henhold til norske bestem-



Cross Section of Crude Oil Caverns

melser skal grunnvannsnivået alltid balansere det maksimale operasjonstrykket inne i lagerhallen pluss en sikkerhetsmargin på 20 m.

For å opprettholde et forsvarlig grunnvannsnivå er det derfor boret 30-50 m lange hull med diameter 54 mm fra overflaten eller fra en tunnel med en viss distanse fra lagerhallen. Tunnelsystemet kan bli kombinert med adkomsttunnelen og hele systemet kan bli vannfylt.

Stabil vannforsyning sikres via et vanntårn på anlegget som rommer 1800 m^3.

Osebergledningen.

Den 115 km lange Osebergledningen ble via en ilandføring tatt inn i en tunnel som ble sprengt ut ifra Hjartøy med maksimal dybde på -110 m. Tunnellengden er 2,3 km og tverrsnitt 27 m^2. Selve utslaget i sjøen fant sted på 80 m dybde.

Ledningen krysser videre Alvheimsundet i en kortere tunnel og blir så ført frem i grøft til selve Sture-terminalen.

Videre utbygginger

Etter den første store utbyggingen på Sture fra 1984-1989, er flere nye byggetrinn kommet inn etter hvert.

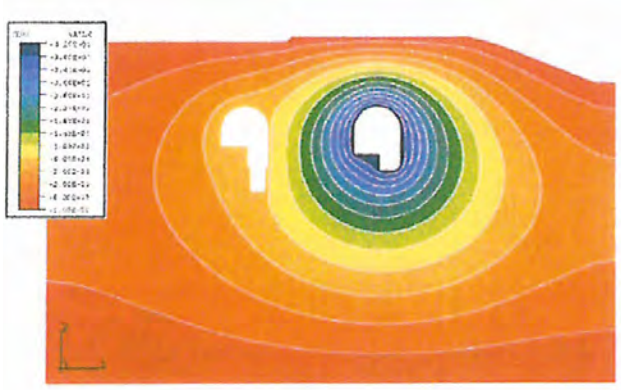
Det er sprengt en ny lagerhall på 200 000 m^3 for lagring av ballastvann, da den første lagerhallen til dette formål er tatt i bruk som lager for ustabil olje.

Det er også bygget en lagerhall for LPG med kapasitet på 60 000 m^3 og temperatur på -30^0 C.

For å redusere volumet ved LPG-lagring, må gassen lagres som væske. Det er to metoder som blir benyttet for å få gassen flytende, enten ved å redusere temperaturen eller å øke trykket. Det mest praktiske for fjellagring er å redusere temperaturen til ca. -30^0 C. LPG lageret behøver et spesielt kjøleanlegg for å opprettholde temperaturen.

Lagring av LPG er hovedsakelig utført etter de samme prinsipper som for oljelagring i fjellhaller. Grunnvannet er brukt som tetting av fjellmassene. Forskjellen er at pga. den lave temperaturen vil grunnvannet fryse til is.

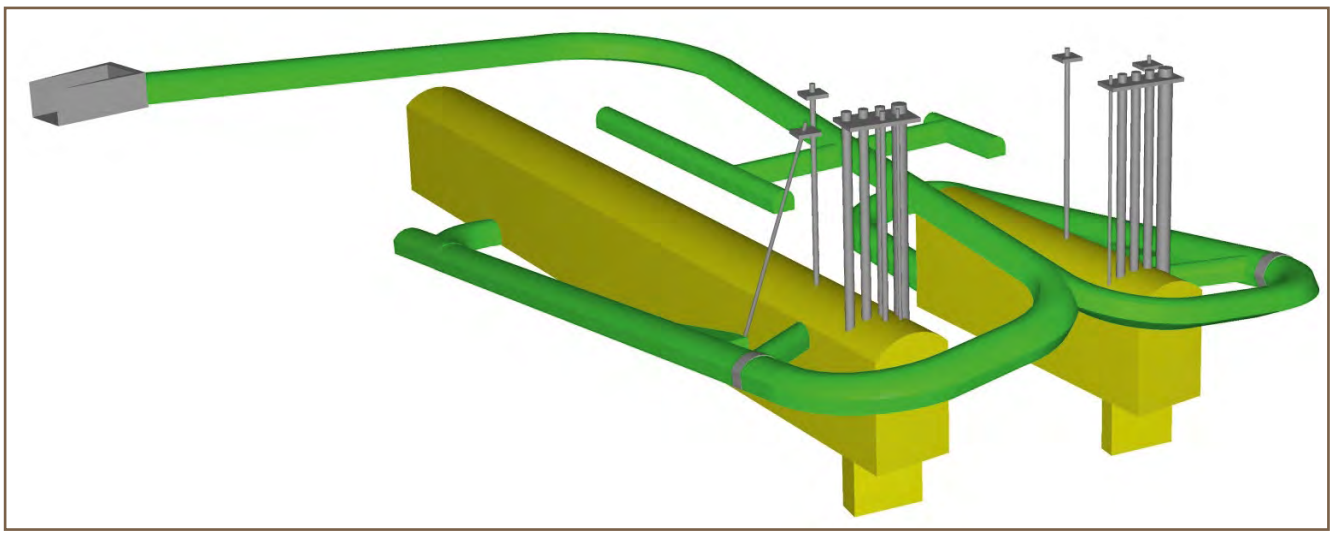
En spesiell nedkjølingsaktivitet trenges for å preparere lageret for den første importen av LPG. Derfor er det å tette LPG lageret for all vannlekkasje under nedkjølingsperioden helt avgjørende for senere drift og varighet av anlegget. Lekkasjene må være så små at varmeenergien fra vannet blir tilfredsstillende lav, da er det mulig for lekkasjevannet å fryse under nedkjølingsperioden. Dersom lekkasjevannet ikke er tettet under nedkjølingen av anlegget, vil lekkasjevann fortsette å trenge in i lagerhallen. Vannet vil fryse på innsiden av hallen og kan ikke bli pumpet ut. Til slutt vil LPG pumpene kunne bli blokkert, og det tilgjengelige lagervolumet blir redusert. Etter en tid kan derfor anlegget bli betraktet som tapt.



Typical temperature development in Rock Masses surrounding LGP caverns during cool-down of first Cavern. Figur: Norconsult AS.

Ledninger mellom Kollsnes og Sture

Det ble i 1996 etablert en 8" kondensatledning fra Kollsnes til Sture, samt at i 2000 ble Vestprosess etablert med ledning fra Kollsnes via Sture for eksport av LPG og nafta til Mongstad.



3D modell av lagerhaller på Aukra - Ormen Lange. Kilde Multiconsult

Mongstad. Foto: Helge Hansen, Statoil

MONGSTAD

Utbygging av et raffineri på Mongstad i Lindås kommune startet i 1972 av Rafinor (samarbeid mellom BP og Norsk Hydro). Dette var et landbasert anlegg for stabilisering, separering og fraksjonering av olje, naturgass, kondensat og våtgass på land. Mongstad industriområde består i dag blant annet av et oljeraffineri, en oljeterminal, et LNG-prosessanlegg og et kraftvarmeverk. I tillegg etableres det et teknologisenter for fangst av CO2.

Byggingen av første trinnet av oljeraffineriet på Mongstad, ble sluttført i 1975, og hadde vært planlagt fra før det ble funnet olje i Nordsjøen. Det ble bygget for å kunne prosessere råolje fra Nordsjøen.

Senere kom Statoil inn i bildet, da de via Norsk Olje overtok BPs part i Rafinor. På det planlagte nye byggetrinn for oljeraffineriet på Mongstad i årene 1985 til 1989, ble anlegget oppgradert og kapasiteten økt fra 4 til 8,5 millioner tonn per år, noe som bidro til å gjøre Statoil til et fullt integrert oljeselskap. Norsk Hydro deltok ikke i denne utbyggingen, og trakk seg senere helt ut av raffineriprosjektet på Mongstad. Senere er anlegget utvidet til en kapasitet på rundt 10 millioner tonn i året. AS Norske Shell kom inn på eiersiden i raffineriet med 21 prosent i år 2000.

Mongstadterminalen har tre kaianlegg som kan ta i mot skip på inntil 450 000 dwt, og har dessuten seks kaverner sprengt ut i fjellet 50 m under bakkenivå. Kavernene har til sammen en lagringskapasitet på 1,5 millioner m^3 råolje. Et VOC-anlegg er installert.

Råoljeterminalen ble bygget for å sikre avsetningen av bøyelastet råolje fra feltene Gullfaks, Statfjord, Draugen, Norne, Åsgard, Heidrun med flere. Mongstad er også ilandføringsterminal for to oljerørledninger fra Troll B, Troll C, der også Fram, Kvitebjørn og Gjøa er tilkoblet.

Den årlige skipstrafikken omfatter henimot 2000 anløp.

Bygg- og anleggsmessige arbeider på Mongstad:

Det ble fra 1985 etablert 6 store lagerhaller for mottak av råolje med total kapasitet på 1,3 millioner m^3 og et LPG anlegg ble også etablert. Det eksisterende Mongstad raffineriet fra 1975 ble oppgradert og det ble bygget et kaianlegg tilpasset mottak fra 180 000 dwt skip lastet med råolje og en del med kapasitet for skip i 300 000 dwt klassen..

Prisen for sprengning av lagerhallene var stipulert til 200 MNOK 1984-kroner.

Det var Astrup-Høyer som fikk kontrakten på hallsprengningene, mens Aker Contracting fikk mekaniske installasjoner og tilhørende arbeider. For å opprettholde en stram tidsplan ble lagerhallene utført på en "design-and construct contract" med hovedentreprenøren ansvarlig for detail engineering. Lagerhallene var 33 m høye, 18 m brede, fire var 550 m lange og 2 var 330 m lange. For å holde fremdriften måtte 50 000 m^3 tas ut pr. uke basert med skiftordning som ga adgang til 106 timer tilgjengelig tid pr uke.

Store dimensjoner. Her inntrykk av legg på Troll A plattformen. Foto:Harald Pettersen, Statoil.

Borehull for grunnvannstettingen ble utført med 50 m lange hull 20 m fra hverandre i parallelle rekker med avstand på 68 m, utstyrt med permanent non-stop automatisk vanninfiltrasjons utstyr.

Under utsprengningen ble 30 m lange prøvehull boret in stuffen for å måle vannlekkasjen. Med vannlekkasje på over 2 liter/min/30 m, ble stuffen injisert for å redusere inntrengningen så mye som mulig.

Forinjeksjon i adkomsttunneler og lagerhaller

Sikring av taket i hallene ble utført med 4 m lange innstøpte bolter i et mønster på 2 m * 2,5 m fulgt av et 5 cm lag med sprøytebetong. Forinjeksjon under uttak av takskiven ble utført med 30 m lange borehull med en vinkel på 1:15 og overlapp på 4-8 m.

Prøveboring og forinjeksjon var også nødvendig i transporttunnelene som skissen viser.

Sjaktsprengning

Lagerhallene blir fylte med råolje som pumpes inn fra oljetankerne ved kai ned til hallene gjennom 50-55 m lange sjakter med dimensjon 11 m*4,3 m (47,3 m^2) av rektangulært tverrsnitt.

Sjaktene ble tatt ut ved at en boret de sentrale hullene til bunns, deretter ble et mindre ”glory hole” sprengt fra bunnen og opp i dagen. Dette hullet ble så åpnet i to faser, først til 30 m dybde, og deretter til 20 m. Fjell som ble sprengt ut i hver 2-3 m salve ble tippet ned gjennom ”glory hole” og transportert ut fra toppstollen i hallen.

Olje og gassbehandling på Mongstad. Det vi ikke ser er lagerhaller og anleggstekniske installasjoner under jord. Kilde Øivind Hagen, Statoil.

Grunnvannssenking er et viktig element når en tar ut sjaktene. Følgelig er hele området til 2 m utenfor sjaktene forinjisert med 6,5 kp/cm^2 trykk for å tette sprekker og mulige kanaler for vann.

LPG lager

Det ble også sprengt ut tre LPG haller med dimensjon L*B*H = 64 m*13 m *16 m fra en adkomsttunnel. De uforede hallene som vil bli utilgjengelige når de er satt i drift, er av en spesiell flaskeform som var svært vanskelig å sprenge ut. På samme måte som for oljehallene, er de tre sjaktene til LPG hallene tatt ut med bore- og sprengningsteknikk.

KÅRSTØ

Kårstø ligger i Tysvær kommune i Rogaland fylke.

Kårstø var det første gassprosesseringsanlegget for naturgass i Norge – gassen kommer i land på Kalstø i Karmøy kommune og går videre i rør til Kårstø gjennom tunneler med fjordkryssinger. Fra 1985 har rikgass fra blant annet feltene Statfjord, Snorre, Gullfaks og Veslefrikk samt kondensat fra Sleipner blitt behandlet i prosessanlegget på Kårstø. Senere har også gass fra Åsgard, Norne, Heidrun og Draugen i Norskehavet blitt ilandført på Kårstø gjennom rørledningen Åsgard Transport.

Kårstø-anlegget består hovedsakelig av prosess-anlegg for gass levert i rørledningene Statpipe og Åsgard Transport, prosessanlegg for kondensat fra Sleipner og anlegg for utvinning av etan fra rikgass og kondensat. I prosesseringen skilles våtgassen ut fra rikgassen. Stabilisert kondensat og våtgassproduktene etan, propan, iso-butan, normal-butan og nafta skipes ut fra Kårstø til kundene i markedet, i hovedsak til eksport. Fra Kårstø-anlegget eksporteres tørrgass til kontinentet i rørledninger. I årenes løp har Kårstø-anlegget utviklet seg til å bli verdens tredje største og Europas største gassfabrikk, og kan produsere/prosessere mellom 4 og 5 millioner tonn LPG, 4 millioner tonn kondensat og rundt 12 millioner tonn naturgass/salgsgass i året.

Naturkraft AS har fått konsesjon og har bygget et gasskraftverk på Kårstø. I henhold til den gitte konsesjonen er det lagt opp til en produksjon på ca. 3 TWh per år. Forventet gassforbruk er om lag 500 millioner Sm^3.

Bygg-og anleggstekniske arbeider:

Fra starten av planeringsarbeidene på anlegget i 1981 har det nærmest kontinuerlig vært utført større og mindre bygg- og anleggsarbeider på anlegget.

Vi finner det riktig her å omtale Statpipetunnelene som var et viktig element i denne utbyggingen.

Den første rørledningen til Kårstø, Statpipe, inkluderte driving av 3 undersjøiske tunneler med samlet lengde på ca 12 km og med 30 m^2 tverrsnitt. Til Kårstø kom den første rikgassen 25. juli 1985, og den første tørrgassen ble sendt fra Kårstø til Emden i Tyskland 15. oktober 1985. Rørledningene Statpipe, Sleipner Kondensat og Åsgard Transport transporterer i dag rikgass og kondensat fra feltene i Nordsjøen og Norskehavet til Kårstø.

Fra Ingeniør A.B.Berdal A/S ingeniørgeologiske rapport om tunnelarbeidene fra Statpipe siteres følgende:

Kårstø mai 2009 Flyfoto, Statoil

"Fra januar 1982 til august 1983 er det mellom Karmøy og Kårstø drevet 12 017 lm tunnel fordelt på følende tre tunneler:

Tunnel Førlandsfjorden med lengde 3912 m
Tunnel Førdesfjorden med lengde 3369 m.
Tunnel Karmsundet med lengde 4763 m.

For de tre tunnelene ble gjennomsnittlig ukeinndrift pr. effektiv uke henholdsvis 34,9 m, 26,1 m og 33,5 m. Tunnelene er drevet med treskiftsordning som innebar 108 timers arbeidsinnsats i uken. Hvert arbeidslag hadde fri hver tredje uke og arbeidet 10-timers skift hver dag i de to ukene de var på anlegget mellom friukene.

Totalt er det i tunnelene utført følgende sikringsmengder av nedenstående kategori.

	På stuff	*Bak stuff*	*Totalt*
Utstøping	*2452 lm*	*269 lm*	*2721 lm*
Sprøytebetong	*8055 m^3*	*1469 m^3*	*9524 m^3*
Bolter	*19258 stk.*	*5121 stk.*	*24379 stk.*

Fjellet har i store trekk vist seg å være dårligere enn forutsatt. Spesielt under fjordene viste de store svakhetssonene seg å være opp til fire ganger så mektig

som forespeilet. På stuff er det for hele prosjektet således støpt ut 275 % mer enn forutsatt. Det er innsatt 183 % flere bolter og sprøytet 503 % mer på stuff enn forventet. At overskridelsene totalt sett ble forholdsvis mindre enn ovennevnte tall antyder, skyldes at en ikke benyttet seg i særlig grad av andre sikringstiltak som var medregnet i kontrakten.

Anleggets største knusningssone med de dårligste fjellforhold ble avdekket under Karmsundet. Det ble her nødvendig å støpe 365 lm tunnel sammenhengende på stuff, i det vesentligste med sterkt reduserte støpelengder. Dette fordi det var utilrådelig å drive stuffen frem med full salvelengde pga rasfare. Permanent ble tunnelen støpt ut i 444 lm lengde i denne sonen.

De unøyaktige prognosene har sin forklaring i at det foreligger tynt erfaringsgrunnlag fra undersjøiske tunneler i alminnelighet, dels at opptredende geologi i området har vist seg svært vanskelig å tolke i anleggsteknisk sammenheng. Det fullførte tunnelanlegg representerer således meget nyttig erfaringsgrunnlag for liknende prosjekter i fremtiden."

Det viste seg at vannlekkasjer ikke ble noe stort problem for tunneldriften. Dette skyldes at fjellet, spesielt grunnfjellet, var uvanlig rikt på leire, noe som vanligvis gjør fjellet tett."

Det påpekes videre i rapporten verdien av at tunneldriften ble gjenstand for en nitid overvåking av to erfarne ingeniørgeologer. Dette ble ansett som nødvendig blant annet for å opprettholde et akseptabelt sikkerhetsnivå for tunnelprosjektet.

Det må understrekes at erfaringen fra Kårstøtunnelene samt fra andre steder i landet, nettopp har demonstrert verdien av en "hands-on" holdning fra byggherrenes side med hensyn på fjellarbeider. Dette må følges opp av kvalifisert ingeniørgeologisk personell. Svikter det, har en erfart at konsekvensene kan bli alvorlige.

Fjellhaller:

Anlegget spiller en nøkkelrolle i det norske gassforedlings- og transportsystemet. Rikgass og kondensat foredles i prosessanleggene ved at de flytende petroleumsgassene (LPG) blir skilt ut og splittet til propan, normal butan, isobutan og nafta. Propanen lagres i to store fjellhaller, totalt 250 000 m^3 (B*H*L= 20*33*190) m, mens butaner og nafta blir lagret i tanker.

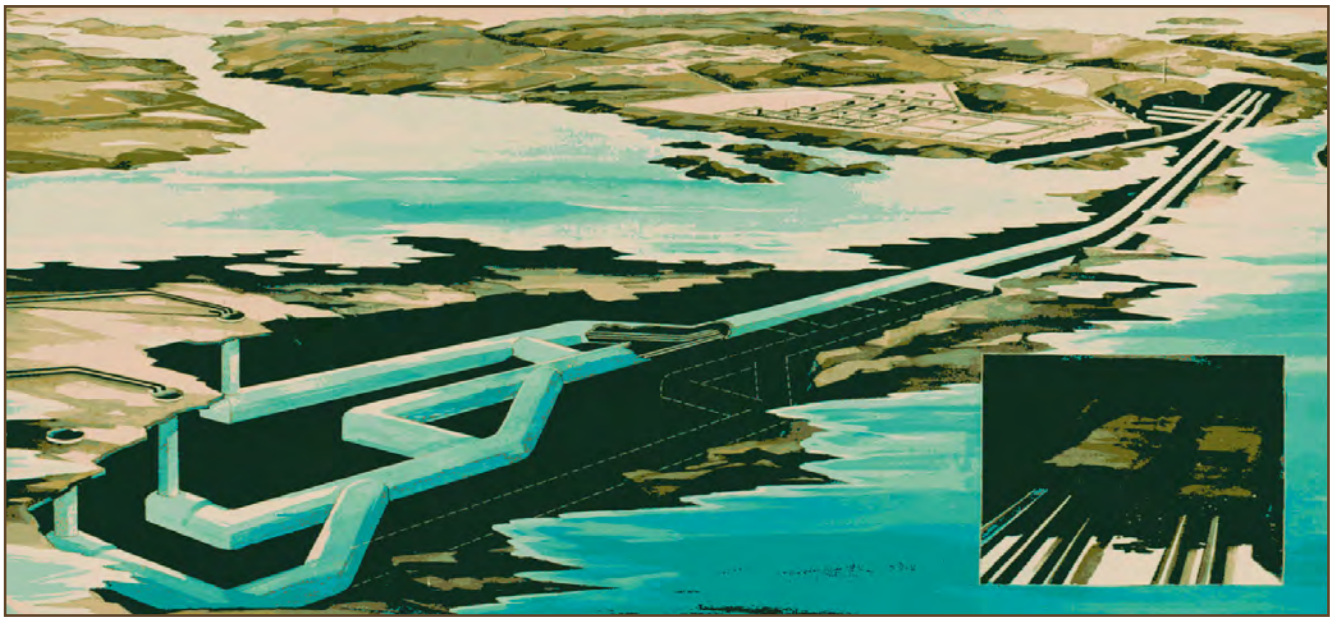
KOLLSNES

Anlegget på Kollsnes i Øygarden kommune, nordvest for Bergen, ble satt i drift i 1996 som en del av Troll-utbyggingen.

A/S Norske Shell var ansvarlig operatør for utbyggingen, og Statoil overtok ansvaret som driftsoperatør da anlegget ble åpnet.

Siden oppstart av Kollsnes-anlegget er kapasiteten blitt utvidet flere ganger. I dag kan prosessanlegget på Kollsnes behandle 145 millioner Sm^3 gass og 69 000 fat kondensat pr dag. Kollsnes-anlegget mottar gass i rørledninger fra feltene Troll, Kvitebjørn, Visund og Fram.

Kollsnesanlegget. Foto: Øyvind Hagen, Statoil



Trollgass til Kollsnes – Ilandføringsystemet ved tunnelutslagene i 1994

Økningen av kapasiteten på anlegget er et resultat av flere betydelige investeringer. I 2004 ble et nytt anlegg for ekstraksjon av Natural Gas Liquids (NGL) satt i drift. I 2005 ble to nye kompressorer på Troll A-plattformen installert, og i 2006 ble den sjette eksportkompressoren satt i drift på Kollsnes.

I behandlingsprosessen på Kollsnes blir gassen tørket og komprimert, før den transporteres videre til Europa via rørsystemene Statpipe, Zeepipe, Europipe I og Franpipe.

Gjennom Vestprosess er Kollsnes-anlegget knyttet til oljeraffineriet på Mongstad med rørledning for kondensat.

Bygg- og anleggsarbeider på Kolsnes:

Siden oppstarten med infrastrukturarbeider (vei, vann, kloakk) i 1990, bygging av anleggskai og planering av prosessområdet med væskefangerområdet, har det nærmest kontinuerlig foregått bygg- og anleggsmessig arbeid på Kollsnes.

Et betydelig arbeid sett fra et anleggsmessig ståsted er utførelsen av Landfallanlegg hvor gassrørene fra Trollfeltet ble tatt inn i et tunnelsystem og ført frem til prosessområdet. Dette arbeidet ble utført av AF Gruppen, Oslo, og var til den tid firmaets største oppdrag.

Arbeidet som ble utført fra januar 1991 til desember 1995 hadde en kontraktsbeløp på 480 MNOK. Det omfattet 7,5 km tunneler for gassrørledninger ut til et tilkoplingspunkt 3600 meter fra land og 200 meter under havnivå.

Kontrakten omfattet også prosjektering og installasjon av 2 stk. 450 tonn tunge stigerørspakker. Disse ble montert og omstøpt i utslagssjakter fra tunnelsystemet 165 m under havnivå. Tunnelutslag på 165 m som ble utført på Kollsnes i 1994, regnes fortsatt som verdensrekord for utslag under vann.

TJELDBERGODDEN

Tjeldbergodden ble etablert som gassregion gjennom ilandføringen av gass fra Heidrun-feltet. Anlegget på Tjeldbergodden ble igangsatt i 1997. Anlegget består av gassmottaksanlegg, metanolfabrikk, luftgassfabrikk og LNG-anlegg.

Tjeldbergodden Foto: Øyvind Hagen, Statoil

Metanolfabrikken representerer den første bruken av naturgass i industriell produksjon i Norge og er den viktigste avtakeren av gass i Norge. Årlig brukes det om lag 670 millioner Sm^3 gass i metanolfabrikken, og dette gir en produksjon på 830 000 tonn metanol. Anlegget er verdens 5. største, og Europas største metanolfabrikk. Om lag 15 prosent av Europas forbruk av metanol produseres her.

LNG-anlegget på Tjeldbergodden er det første og foreløpig det eneste i Norge. Årlig produseres rundt 12 000 tonn LNG på Tjeldbergodden. Dette tilsvarer i overkant av 16 millioner Sm^3 naturgass.

Selskapet MidGas - Gassbasert utvikling i Midt-Norge - er opprettet for å utvikle muligheter for gassbruk i landsdelen. Hovedoppgaven til selskapet er å bidra til utvikling og realisering av muligheter og ideer for bruk av gass. Naturgass Trøndelag arbeider med å markedsføre bruk av naturgass i regionen. Naturgass Trøndelag vurderer for tiden å levere gass til regionen som LNG. Dette vil kunne leveres fra Tjeldbergodden dersom kapasiteten ved det eksisterende LNG-anlegget utvides.

MELKØYA - SNØHVIT

Snøhvit-utbyggingen ble godkjent av Stortinget 7. mars 2002. Den ubehandlede brønnstrømmen fra Snøhvitfeltet blir ført gjennom et 143 km langt rør til anlegget på Melkøya ved Hammerfest i Vest-Finnmark for behandling og utskiping. På landanlegget blir kondensat, vann og CO_2 skilt fra brønnstrømmen før naturgassen (LNG) blir kjølt ned til flytende form til -163 gr. C, og lagret i dedikerte tanker. Røret ble satt i drift i 1997 og har en tilgjengelig teknisk kapasitet på 7,7 millioner Sm^3 pr. år. I St.prp. nr. 35 satte olje- og energidepartementet som vilkår at operatøren i utformingen av energianlegget og LNG-anlegget må legge til rette for uttak av gass og kjølevann. Kraftforsyningen kommer normalt fra 5 gassturbiner på anlegget. CO_2 som blir skilt fra naturgassen, blir sendt i retur til Snøhvitfeltet der det blir injisert i en egen formasjon under oljen og gassen.

Fra LNG-anlegget på Melkøya skal store volumer LNG skipes ut til kjøpere i Spania og USA.

De omfattende bygg- og anleggstekniske arbeidene på Melkøya inkluderte følgende entrepriser (informasjon fra AF Gruppen, Oslo).

I samarbeid med danske E.Pihl & Søn har AF Gruppen vært med på Snøhvitprosjektet fra 2002 til 2007, gjennom tomteopparbeidelse, molo, undersjøiske tunnelsystemer, anleggskai, produktkai, rørsystemer i grunn, betongkonstruksjoner, fundamenter og bygninger. Dette har omfattet:

Snøhvitanlegget, Melkøya, Hammerfest Flyfoto, Statoil

Civil 1 - Site Preparation (2002 - 2003)

Opparbeidelse av tomt og infrastruktur på Melkøya omfattet sprengning og planering av prosessområdet med mer. Det ble sprengt 2,5 millioner fm^3 berg for produksjon av moloblokker og oppfylling. Det ble videre bygget en ca. 900 m lang skuldermolo med volum på ca 0,7 mill am^3 med steinklasser fra 1,5 til 35 tonn, sprengt ca. 1500 m kjølevannstunneler med tverrsnitt 21 m^2, bygget anleggskai og dokk for prosesslekter (ca 18.000 m^2 cellespunt), etablert forlegningsområde med vei, vann, el, tele og kloakk m.m. (ca 5.500 m veier).

Product Jetty (2003 - 2005)

Bygging av produktkai for mottak og tanking av LNG skip ble utført i totalentreprise. Kaifrontens lengde er 120 m og er dekket med 7 fenderpanel hver på 36 m^2. Kaien består av 3.500 m stålrørspeler med tilhørende betongarbeid, samt 12 fortøyningspunkt med "quick release hooks" og monitoreringssystem og 2 adkomstbroer. Snøsmeltingsystem, elektriske arbeider og korrosjonsbeskyttelse inngår i arbeidene.

Civil 2 & 3 - Civil Works (2003 - 2006)

Prosjektet er en hovedentreprise for bygningsmessige arbeider. Kontrakten omfattet grunnarbeider, rør og kabelkanaler, veier og plasser, flere enkeltstående bygg, fundamenter for mekaniske enheter og moduler, pipe racks for gassrørpakker, kompletterende arbeider og landskapspleie.

Kontraktens hovedmengder er: Ca 50.000 m^3 betong for fundamenter og pipe racks

- Ca 20.000 m^3 betong for 9 stk. bygg
- Ca 13.000 m rør, med diametre opptil 2.200 mm
- Ca 7.000 m kabelkanaler
- Ca 12.000 m^2 betongbelegning

Civil 4 - Civil Works (2006-2007)

Videreføring av civil works arbeider for Statoil på Melkøya.

Ormen Lange terminalen, Nyhavna. Foto: Øyvind Leren, Shell

NYHAVNA AUKRA – ORMEN LANGE

Ormen Lange er et gassfelt sør i Norskehavet, omtrent 130 km nordvest av Molde. Vanndybden ute på feltet er mellom 800 og 1100m. Gassen blir ført i land til Nyhamna i Møre og Romsdal.

Norsk Hydro var utbyggingsoperatør frem til 1. desember 2007, da AS Norske Shell tok over som driftsoperatør. Gassen selges hovedsakelig til Storbritannia

Nyhavna med forlegningsområdet i forgrunnen.
Foto: Hydro/Øyvind Leren

I prosessanlegget på Nyhamna blir brønnstrømmen først ført til et mottaksanlegg for væskeplugger, en såkalt «slug catcher». Slike væskeplugger kan ellers fylle opp og skade prosessanlegget. Deretter blir gass, kondensat, vann og frostvæske separert gjennom ulike utskillingsprosesser. Gassen går så til et vannfjernings- og tørkeanlegg før den komprimeres for ek-

sport. Kondensatet stabiliseres og lagres i en fjellhall som rommer 150.000 kubikkmeter før det eksporteres med skip. Produsert vann blir renset før det slippes ut i havet. Ved platåproduksjon vil Ormen Langes prosessanlegg kunne håndtere ca. 20 milliarder Sm^3 gass per år, som tilsvarer det samlede årlige norske energibehovet.
Etter at gassen er tørket og komprimert blir den eksportert gjennom den 1.200 kilometer lange transportrørledningen Langeled via Sleipner til Easington ved Hull i England.
Utbygging av terminalanlegget på Aukra alene hadde en kostnadsramme på 16,8 milliarder kroner, derav 300 millioner kroner for infrastruktur som elektrisk kraft, vann og vei.

Landanlegget er bygget for en levetid på 30 år, mens deler av hovedstrukturen er bygget for 50 år. Anlegget har en kapasitet på 70 millioner Sm^3 tørrgass pr dag med et mottakstrykk på 90 bar.

Anleggsarbeidene på Nyhavna ble startet opp i april i 2004, og anlegget kom i ordinær drift høsten 2007.

Bygg- og anleggstekniske arbeider på Ormen Lange:
Det er innlysende at et slikt stort anlegg som Ormen Lange vil inneholde en rekke bygg-og anleggstekniske oppgaver knyttet til:

- Landfall for rørledninger med avstengningsventiler og sluser
- Væskefanger ("slug catcher")
- Prosessanlegg for utskilling av kondensat
- Anlegg for tørking og komprimering av gass for eksport
- Anlegg for behandling av kondensat
- Anlegg for gjenvinning av glykol (frostvæske)
- Fakkeltårn
- Anlegg for fiskal måling av gass
- Lager i fjell for kondensat
- Kai for lasting av kondensat
- Hjelpeanlegg for hovedprosessen, herunder luft, vann, varmeanlegg etc.
- Transformatorstasjon
- Administrasjonskontor
- Verksteder
- Lager

Tomten for landanlegget med forlegningsområdet er på 4 300 dekar, hvorav 1 000 dekar vil bli opparbeidet eller berørt i form av midlertidige eller permanente deponier og riggplasser. Store deler av tomten vil fortsatt ligge som vegetasjonssoner, delvis innenfor det midlertidige anleggsgjerdet eller innenfor det framtidige sikkerhetsgjerdet omkring anlegget.
Det var lagt opp til at det i anleggsfasen kunne være opp til 2 500 personer som hadde sitt arbeid på Nyhavna. De som ikke kunne dagpendle, ble forlagt i boligriggen som med sine fellesanlegg ble etablert på Eikrem ved hovedadkomsten til landanlegget.
Store mengder løsmasse, totalt 1,4 millioner m^3, måtte graves ut, og ble flyttet innenfor anleggsområdet. Det trengtes betydelige områder for å kunne deponere de utgravde masser.
Om lag 2 million m^3 fjell ble sprengt ut, og ble i hovedsak gjenbrukt til masseutskifting og utfyllinger, og som knust materiale til bruk på anlegget.

Infrastruktur

Adkomst til anlegget er fra den nye fylkesvei 220 vest for forlegningsområdet med separat rømningsvei.
Elektrisk kraft ble forsynt fra sentralnettet på 420 kV gjennom ny transformatorstasjon innen anleggsområdet. Transformering fra 420 kV til 132 kV er del av elektrisitetsforsyningen fra Statnett. Ferskvann til terminalen er forsynt fra vertskommunen, Aukra. Avløp fra forlegningsområde og administrasjonskompleks er Aukra kommunes ansvar. Forbindelse til offentlige telenettverk går via fiber operert av en 3. part.

Kondensat, salgsproduktlager
Det stabiliserte kondensatet fra prosessen skal bli overført til lager i fjell.

Kondensatvolum: 150 000 m^3, maksimal temperatur 300 C, maksimalt designtrykk 2 barg.

Off-spec kondensatlager:
Kondensat volum: 60 000 m^3

Kondensateksport:
50 % av skipene vil operere i Nordvest Europa med båtstørrelse 30 000 – 40 000 DWT

10-50 % av skipene vil opererer i US markedet med båtstørrelse 90 000 – 100 000 DWT

Typiske dimensjoner for skipene er.

Total lengde:	245 m
Total bredde:	40 m
Dypgående lastet:	15 m

Lastekapasitet: minimum 8 000 m^3/h

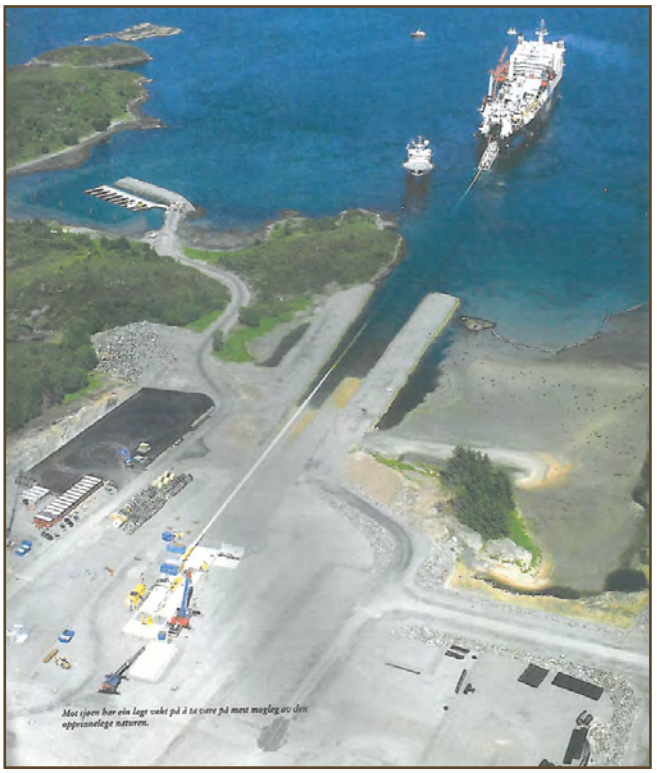
Terminalen skal ikke inkludere fasiliteter for å ta imot ballastvann fra kondensattankerne. Derimot skal fasiliteter for mottak av slop-olje fra kondensattankerne inkluderes i produktkaien.

Vannrenseanlegg
Forurenset vann fra prosessanlegget på terminalen samt fra kondensatlagrene lagrene så vel som drenerings- og overflatevann renses før det slippes ut til resipient.

RAFSNES

Utbyggingen på Rafnes startet i 1972 og var ferdig i 1978. Selv om denne utbyggingen var relatert til å behandle våtgass fra Ekofisk, regnes dette landanlegget som investering i industrien, i motsetning til de oljerelaterte landanlegg som ellers beskrives i denne artikkelen.

Ved petrokjemianleggene i Bamble i Telemark blir det fremstilt plastråstoff gjennom bearbeiding fra naturgass. Utgangspunktet er våtgass eller olje frå



Landfallet for Ormen Lange

Ekofisk i Nordsjøen. Oljen fra Ekofisk går i rørledning til Teeside i England, og blir deretter skipet med tankere til Bamble.

Den første prosessen på vegen fra våtgass til plast, er cracking i etylenfabrikken. Der blir det fremstilt etylen fra etan, og propylen fra propan.

I Bamble ligger to fabrikker som produserer plastråstoff. Disse fabrikkene er Norsk Hydro sin vinylfabrikk på Rafnes og Norpolefin sitt anlegg på Rønningen.

Bygg- og anleggsmessige arbeider:
Arbeidene som ble påbegynt i 1974 og sto ferdig i 1978, var på topp sommeren 1977 med rundt 2500 mennesker i arbeid på de to anleggene. Etylenfabrikken (molekylknuseren) på Rafnes sto klar til drift høsten 1977, mens Norges første produksjon av polyetylen (myk plast) og Nordens første produksjon

av polypropylen (hard plast) kom i gang ved fabrikken på Rønningen i løpet av 1978.

Det er sprengt et gasslager med totalvolum på 100 000 m^3 (B*H*L =19*22*256) m.

Mellom Rafsnes og Herøya ble det sprengt en 3,6 km lang tunnel med tverrsnitt på 16 m^2 ned til en dybde på -253 m under Frierfjorden. Her føres VCM fra Rafsnes til PVC-fabrikken på Herøya.

Hydro Polymers og Noretyl ved Herre. Foto : Fjellanger-Widerøe

Det ble videre sprengt en vannforsyningstunnel til anleggene fra Norsjø til Rafsnes.

De samlete investeringene i de første petrokjemianleggene på Rafnes og Rønningen var på rundt 5 milliarder kroner.

ANDRE OLJELAGRE I NORGE

Det er i tillegg utført flere store lagre for petroleumsprodukter i fjell i Norge enn de som er omtalt hittil i denne artikkelen, der det gjerne har vært en direkte relasjon til utbyggingen av bestemte oljefelter ute på norsk sokkel.

Eksempel på slike andre anlegg kan være oljelagrene i Ekebergåsen, Oslo, Høvringen, Trondheim, Sola Stavanger.

Som eksempel på dette kan vi kort vise til oljelagrene i Ekebergåsen som ble etablert i slutten av 1960 og begynnelsen av 1970 årene.

Fire forskjellige oljeselskaper med Statoil som det største, har hver sine sett med haller og rørsystemer i anlegget under Ekeberg. Alle oljeproduktene lagres i råsprengte fjellhaller 30 m under havnivå. Vanntrykket hindrer oljen i å trenge inn i fjellet, oljen flyter på et lag av vann (oljen blander seg ikke med vann). Dette benevnes gjerne som "bevegelig vannseng". Tykkelsen på vannlaget reguleres fortløpende ved fylling og tømming slik at hallene alltid er fulle med minimal plass til gass. Når oljeprodukt fra skip ved mottaksanlegget pumpes inn i anlegget, pumpes tilsvarende mengde sjøvann ut av lagerhallene.

Det må av og til renskes opp i hallene, særlig der det lagres diesel.

FRAMTIDSPERSPEKTIVER FOR BYGG- OG ANLEGGSBASERTE ARBEIDER I OLJE- OG GASSNÆRINGEN

Det siste året har entreprenørfirmaet Leonhard Nilsen & Sønner (LNS) sammen med oljeselskapet North Energy og det fremste fagmiljøet i landet sett på hvordan man kan drive tunneler fra land i Lofoten/Vesterålen og ut til potensielle olje/gassfelter på kontinentalsokkelen.

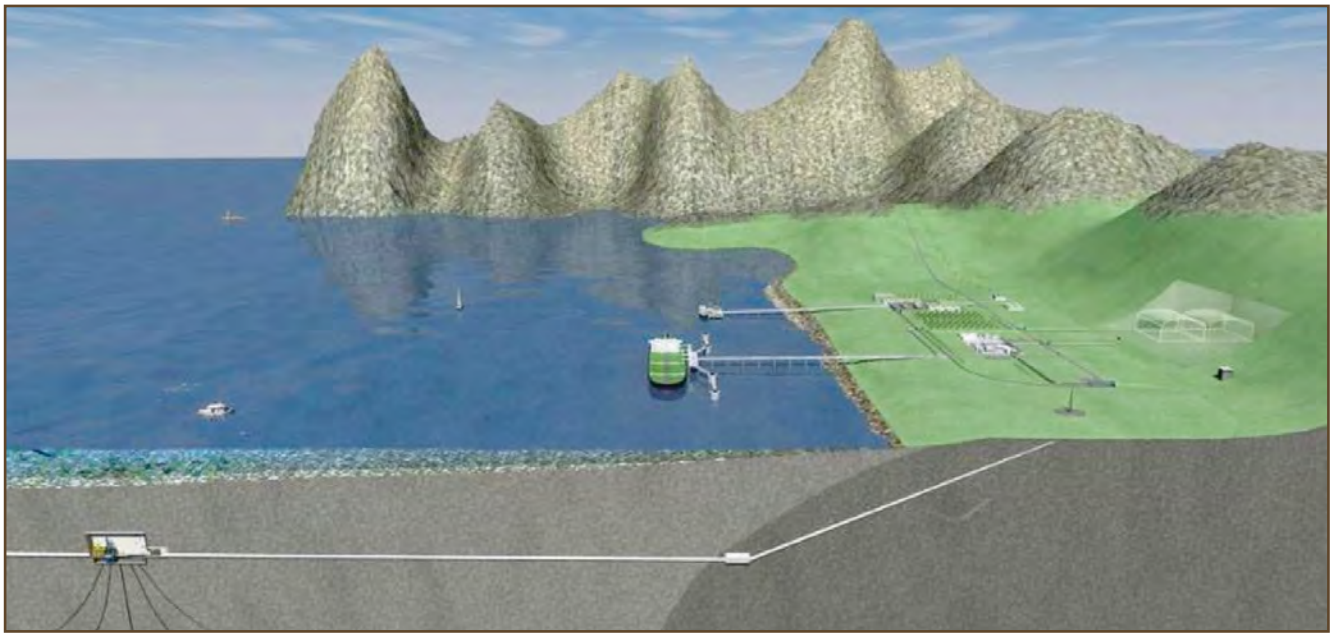
Tanken om å bruke tunneler til å hente ut olje- og gassforekomster er ikke ny. På 1980-tallet ble det utredet om det var mulig å drive tunneler ut på kontinentalsokkelen, og drive olje- og gassproduksjon fra fjellhaller (Troll i fjell, Petromine). Konklusjonen den gangen var at dette var teknisk mulig, men at dette var for langt fra land.

Fordelene med et slikt konsept hevdes å være:

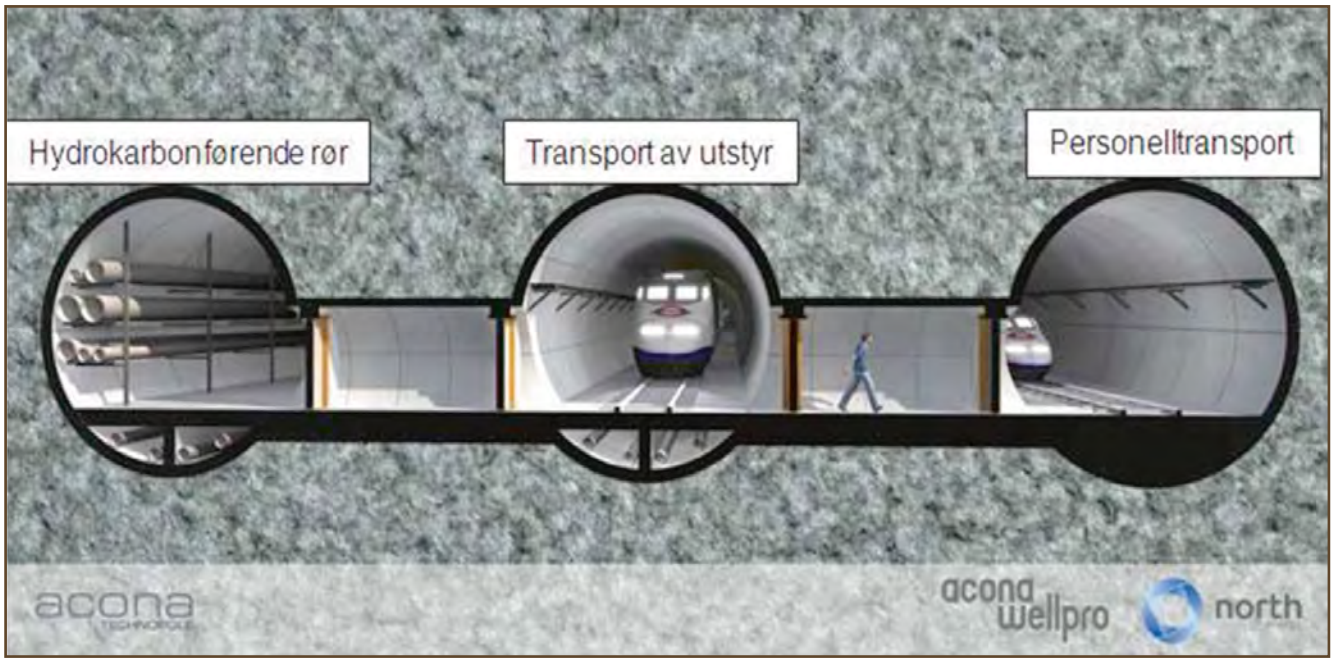
1. Ingen arealkonflikt på havet. Fiskeriene vil kunne fortsette uhindret videre.
2. Ved en eventuell ukontrollert utblåsning vil produksjonshallene kunne lukkes. Produksjonshallene vil da brukes som "nye" oljebrønner. Scenarioer som det vi ser i Mexico-gulfen er utelukket.
3. Helt uavhengig av værforholdene.
4. Betydelige besparelser ved å drive et oljefelt fra land istedenfor til havs. Landbasert utstyr langt rimeligere enn oljerigger til havs, langt lavere kostnader med transport av utstyr, materialer og personell.
5. Langt lavere kostnader med stand-by beredskap.
6. Eventuell CO_2-lagring i reservoar kan utføres på en billigere og enklere måte.

Blåtind-forekomsten utenfor Lofoten ligger 30 km ut og ligger på 150 meters dyp. En ser for seg tre tunnelløp ut til forekomsten; en for rør, en for frakt av ustyr og en for frakt av personell. Disse tre er planlagt drevet samtidig, med tre TBM-er. De optimale maskinene til å ta unna jobben som ønskelig, finnes ikke i dag, så dagens modeller må moderniseres noe for å klare det.

Selve tunnelene som skal drives med TBM er 22 kilometer hver. I fjellhallene i tilknytning til tunellene



Tunneler fra landsiden til oljefeltet. Foto: LNS/North Energy



Tunneler for oljerør/utstyr/personell. Foto:LNS/North Energy

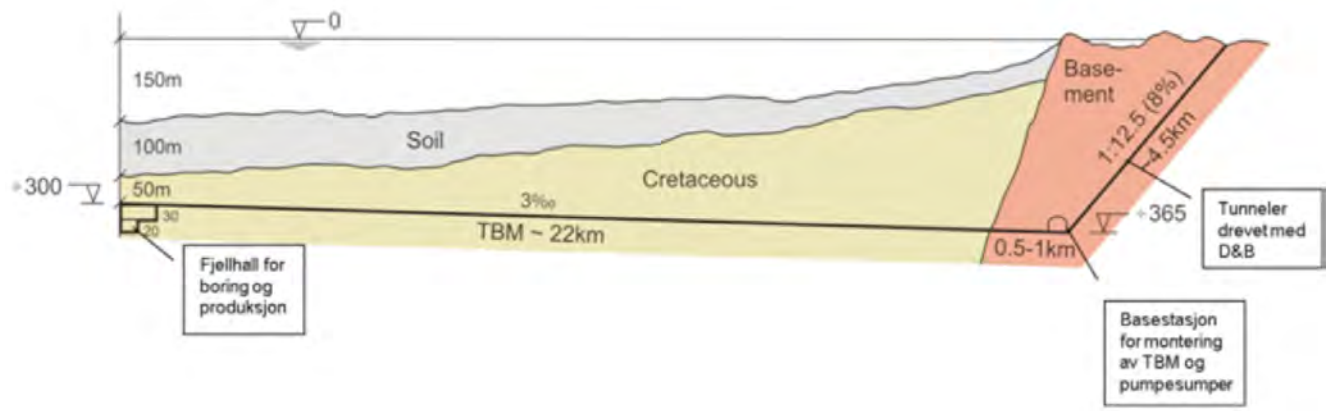
vil det bli benyttet tradisjonell boring og sprengning. Herfra skal oljeboring og senere produksjon foregå.

Beregninger viser at det vil ta 211 uker å fullføre løsningen.

Dette er et utfordrende og teknisk sett krevende konsept. Men det kaller på pågangsmot, teknologisk forståelse og utstyrsutvikling.

Om det virkelig vises vilje til å tenke nytt, bør dette være et teknologisk sprang i offshorevirksomheten som dagens teknologer (entreprenører, rådgivere, leverandører og ikke minst oljeselskapene) har fått å strekke seg etter.

Hva fremtiden vil vise, gjenstår selvsagt å se, men uansett, utfordringen ligger der og er spennende.



Ilandføringstunneler. Foto: LNS/North Energi

Oppsummering

Som det er blitt påpekt i denne artikkelen, representerer utbygging av olje-og gassterminaler i Norge store og krevende anleggstekniske oppaver. Oljeindustrien har uten tvil bidratt til et betydelig løft når det gjelder gjennomføring av utfordrende anleggstekniske oppgaver.

Når en derfor ved 50-årsjubileet for Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (NFF) i 2013, ser tilbake på aktiviteten gjennom alle disse årene, er det klart at bygging av olje- og gassterminaler i Norge, vil ha en betydelig plass når en vurderer virksomhet som har bidratt til å løfte vår anleggsvirksomhet på en rekke områder.

Vi har nevnt den teknisk krevende gjennomføring av store prosjekter, kvalitetsmessige krav samt ikke minst, betydningen av i full utstrekning å ta inn over seg kravene som er knyttet til HMS.

Det har vært mulig å bygge ut store anlegg, samtidig som kravene til å unngå skader på mennesker, miljø og materielle verdier, har vært oppnådd.

Dette avtvinger respekt og er blitt en veiviser for all anleggsmessig virksomhet i Norge.

Men det er nødvendigvis ikke slutt med dette i vårt land. Hva som ventes i årene fremover i Nord-Norge, kanskje først og fremst Barentshavet og kanskje også Lofoten, gjenstår å se. Utenfor Norge ligger en hel verden åpen for at innvunnet norsk erfaring og teknologi må kunne anvendes på tilsvarende store olje- og gassprosjekter andre steder.

Referanser

- Tilgjengelig informasjon fra Statoil, Norsk Hydro, ConocoPhillips, A/S Norske Shell
- Tilgjengelig informasjon fra AF Gruppen, Oslo
- Tilgjengelig informasjon fra Leonhard Nilsen & Sønner/North Energy
- Tunnel & Tunnelling, October 1986
- Informasjon fra Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, Oslo
- Informasjon fra Sivilingeniør Stein Petersen, tidl. Norsk Hydro
- Informasjon fra Sivilingeniør Ola Jegleim, tidl. A.B.Berdal A/S

Forsvarets fjellanlegg fra kald krig til nedleggelse

Jan A. Rygh, Bjørn Brokhaug, Arnfinn Jenssen, Helge Rohn

Innledning

Under siste krig hadde okkupasjonsmakten utført omfattende bygge- og anleggsarbeider i landet vårt i 5 år.

I den tro at Norge ville bli et skjebneområde (Schicksalgebiet) i verdenskrigen, startet tyskerne, straks de fikk fotfeste i landet, en storstilet utbygging av det de kalte "Festung Norwegen". Rester av spesielt de fortifikatoriske anleggene finnes fortsatt overalt i landet.

Fordi fjellanlegg gir meget god beskyttelse, ble mange slike anlegg lagt innsprengt i fjellrom. Disse eks-tyske anlegg omfattet kommandoplasser og hovedkvarter i betong og i fjell, kanon- og torpedobatterier (kystartilleri), ubåtbunkere (armert betong med 3,5-7 m tykt tak) i Bergen og Trondheim, sperre- og luftvernstillinger, ammunisjonslagre og andre lagre for krigsviktig materiell.

I tillegg ble det også bygget permanente og feltmessige flyplasser, forlegningsleirer og offisersmesser/casinoer, fangeleirer, veier og jernbaner og diverse lagre.

For å gi et begrep om hvilket omfang denne byggevirksomheten hadde, kan nevnes at i perioden 1942-44 var 120-150.000 sivile sysselsatt i tysk bygge- og anleggsvirksomhet. En meget stor prosent var nordmenn. I tillegg var det tusenvis av krigsfanger. Seddelpressen i Norges Bank gikk for fullt og ved krigens slutt var den tyske gjelden kommet opp 11 milliarder kroner, dvs. 4,5 ganger det norske statsbudsjettet i 1950/51.

Austrått fort var et av mange eksempler på tyskernes voldsomme satsing på "Festung Norwegen" Trippeltårnet med 28,3 cm kanoner hadde tilhørt slagskipet Gneisenau som i 1942 ble ødelagt av bombing. I 1943 var tårnet montert på Lundehaugen ved Austrått. Skuddvidde 42,6 km. I dag er det museum.

Det ble i første omgang Forsvarets Bygningstekniske Korps (FBK) som fikk oppgaven med å overta denne "arven" fra tyskerne. FBK ble etablert som egen etat under Forsvarsdepartementet (FD) 19. september 1946.

Den eks-tyske bygningsmassen sammen med det som fantes av eldre bygg og anlegg fra før krigen, var stort sett tilstrekkelig for Forsvarets behov de første årene etter 1945. På nybyggsiden ble nesten alt konsentrert om gjenoppbyggingen av Troms og Finnmark.

I 1949 sluttet Norge seg til NATO. Dette ble starten på en nær 40 år lang periode med kald krig mellom NATO-landene med USA i spissen og den kommunistiske østblokken styrt av Sovjetsamveldet. Den lange kystlinjen mot Atlanterhavet og Nordishavet, felles grense til Sovjet og nærheten til verdens største militære basekompleks på Kola-halvøya, gjorde Norge og nordflanken til et strategisk viktig område for NATO.

Under den kalde krigen foregikk det i Forsvarets/NATOs regi en meget omfattende bygge- og anleggsvirksomhet. Målet med de forsvarsanlegg som ble bygget for å motstå våpenvirkninger er å sikre operativ kapasitet og handlefrihet.

Anlegg for alle forsvarsgrener og for den kommandomessige infrastrukturen som krevdes, ble bygget. Dette omfattet kommandoplasser, landfort og nærforsvarsanlegg, marinebaser i fjell, kanonfort, torpedobatterier, minekontrollstasjoner, beskyttede hangarer for jagerfly i fjell og betong, sambandsanlegg og radarinstallasjoner, radiolinjestasjoner, ammunisjonslagre i fjell og betong, verksteder i fjell for kjøretøyer og våpen, oljelagre i fjell.

For å mestre de store utbyggingsoppgavene ble FBK i 1952 supplert med et nyopprettet direktorat, Forsvarets anleggsdirektorat (FAD). Fram til 1960 delte disse på oppgavene. I 1960 ble organisasjonene slått sammen til et sivilt byggeorgan, Forsvarets bygningstjeneste (FBT). FBT ble 1. januar 2002 omorganisert og skiftet navn til Forsvarsbygg (FB).

Det vil føre for langt å gå inn på alle typer bygg og anleggstyper her. Vi vil derfor begrense oss til å ta for oss den generelle situasjonen og se litt nærmere på noen typiske fortifikatoriske anlegg bygget i fjell.

Verdenskrigen hadde medført en voldsom utvikling i våpenteknologi, og etter at Sovjet i 1949 hadde sprengt sin første atombombe, sto fortifikatørene og forsvarsplanleggerne foran store, nye utfordringer. Det gjaldt nå å utvikle metoder for beskyttelse og overlevelse i en mulig fremtidig atomkrig.

Utfordringer og utvikling

Til alle tider har det vært et kappløp mellom utvikling av nye og bedre våpen og beskyttelse mot disse. Det italienske multigeniet Leonardo da Vinci, 1452-1519, viste ved siden av mye annet, stor interesse for krigsteknikk. De våpen han laget utkast til har for lengst gått ut på dato. Da de første mobile kanonene ble tatt i bruk på 1490-tallet, kom han i 1501 frem til at det var to hovedparametere som var utslagsgivende for beskyttelse, nemlig masse og avstand. Dette gjelder like mye i dag.

Det som først og fremst kom til å prege den fortifikatoriske utviklingen gjennom 40 år med kald krig var beskyttelse mot virkningene av atomvåpen. Kjernefysiske (A)-våpen har en energi/sprengkraft som er 10-100 millioner ganger kraftigere enn vanlig høyeksplosivt sprengstoff. Det er den enorme lufttrykkvirkningen som er dominerende. I tillegg kommer intens varmestråling, radioaktiv stråling, grunnsjokk (jordskjelvliknende rystelser) samt elektromagnetisk puls, (EMP), som kan sammenliknes med lynnedslag som ødelegger ubeskyttet elektronisk utstyr. Dette var det spekter av virkninger man nå måtte skaffe seg beskyttelse mot.

Utfordringen ble først og fremst tatt av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) og FBT. Over tid ble kompetansen bygget opp i nært samarbeid med USA og pussig nok Sverige. Svenskene var tidlig ute med å bygge opp et høykompetent fagmiljø på beskyttelse mot våpenvirkninger og utdannet spesialister (2-3 års utdannelse etter krigsskole) i fagområdet fortifikasjon. Et trettitalls norske offiserer ble over en 20 års periode utdannet i Sverige. Disse dannet sammen med forskerne fra FFI grunnstammen i den kompetanse som nå var nødvendig.

Man kom frem til at et angrep med kjernevåpen normalt ville skje ved å sprenge våpenet i en høyde som gir optimal ødeleggende trykkvirkning (som i Hiroshima og Nagasaki). Å sprenge våpenet på bakken vil gi uforutsigbare konsekvenser mht stråling fra radioaktivt nedfall og indusert radioaktivitet, og gjøre store områder utilgjengelige over meget lang tid. Et forhold heller ikke en angriper ville være tjent med.

Et fjellanlegg er godt beskyttet mot trykkvirkninger, varmestråling og radioaktiv stråling. Problemet var å sikre innganger og andre nødvendige åpninger i det ytre skallet, samt beskyttelse av elektrisk og elektronisk utstyr mot EMP og grunnsjokk. Innganger og rømningsveier ble beskyttet med trykksterke dører og porter. Ventilasjonsåpninger ble beskyttet med detonasjonsventiler og ekspansjonskammere. Beskyttelse mot grunnsjokk løste man ved bruk av fjærer eller forskjellige typer dempere enten individuelt på ømfintlig utstyr, eller samlet ved å sette hele bygninger på fjærer eller dempere. Kjemiske og bakteriologiske stridsmidler ble ivaretatt av partikkel- og gassfiltre i ventilasjonssystemet samt spesielle ABC-rensestasjoner for personell (A= atom, B= bakteriologisk, C= kjemisk)

En ny trussel som dukket opp i forbindelse med Vietnam-krigen var FAE-våpen (Fuel Air Explosives). FAE-våpen produserer en sky av eksplosiv gass som kan suges inn i anlegg via ventilasjonsåpninger. Gassblandingen kan antennes når den har kommet inn i anlegget. Virkningene av en slik innvendig detonasjon i et lukket anlegg vil kunne slå ut hele anlegget. Det var derfor meget viktig å finne effektive mottiltak mot denne nye og alvorlige trussel. Etter omfattende forsøk i Canada, USA og på FBTs forsøksområde på Raufoss ammunisjonsfabrikker, kom en frem til en robust og effektiv FAE tenner som kan monteres ytterst i ventilasjonsåpningene i et fjellanlegg. Tenneren består av et system som vil antenne gass-skyen før den rekker å trenge inn i anlegget og forårsake en kraftig utvendig forbrenning i stedet for en innvendig detonasjon. Slike norskutviklede FAE-tennere er montert ved mange av våre fjellanlegg.

Å få full oversikt over virkningene av EMP, og mulige mottiltak, var det man brukte lengst tid på å løse (30-40 år etter Hiroshimabomben). Den kraftige elektromagnetiske utladningen som gir EMP vil forekomme ved alle typer atomspregninger, enten de skjer nær bakken eller i stor høyde. Pulsen har en slik rekkevidde at den vil kunne gjøre stor skade også ved detonasjon av kjernevåpen ute i verdensrommet, hvor andre virkninger på bakken vil være neglisjerbare. Ubeskyttet elektrisk og elektronisk utstyr vil bli ødelagt over meget store områder. Beskyttelse mot EMP oppnås ved jording, skjerming og avledning. Teknologien er i dag kjent og systemer for beskyttelse vel innarbeidet.

Konvensjonelt sprengstoff har også gjennomgått en utvikling. Det snakkes nå om sprengstoffer på markedet som er atskillig sterkere enn dagens typer. Dette innebærer stadig nye oppgaver for de forskningsmiljøer som arbeider med beskyttelse.

Treffsikkerheten for våpen levert fra fly under den andre verdenskrig var så dårlig at det var nytteløst å angripe små mål. I tillegg til dårlig treffsikkerhet var flyenes navigasjonsnøyaktighet også dårlig sett med dagens øyne. Resultatet ble at man teppebombet tyske byer ved å slippe bombene fra stor høyde uten noen form for styring mot målet.

I dag er flyenes navigasjonsmuligheter sterkt forbedret. Bomber og missiler kan styres mot målet med ulike midler. Dette betyr at man i 1960 måtte bruke mer enn 10.000 bomber for å slå ut 3 kanoner på et moderne kystartillerifort. I år 2000 krevdes det kun 6 bomber for å oppnå det samme. Denne utviklingen går videre.

Erfaringene fra den andre verdenskrigen viste at fjellanlegg ga god beskyttelse. Et godt eksempel på dette er Oscarsborg festning. Etter at krysseren Blücher var senket 9. april 1940 ble festningen utsatt for et voldsomt bombardement av over 70 tyske fly. Personellet på festningen søkte tilflukt i de gamle fjellrom på festningen. Ikke et eneste liv gikk tapt.

I tillegg til å ha evne til å motstå fiendtlig våpeninnsats, må et fortifikatorisk fjellanlegg være vanskelig å lokalisere. For et godt anlegg må det også være vanskelig i identifisere anleggets art, hvilket beredskapstrinn det er på og hvor store skader som er forårsaket av et gjennomført angrep. Alle disse forhold inngikk i de krav FBT etter hvert la til grunn for prosjektering og bygging av slike anlegg.

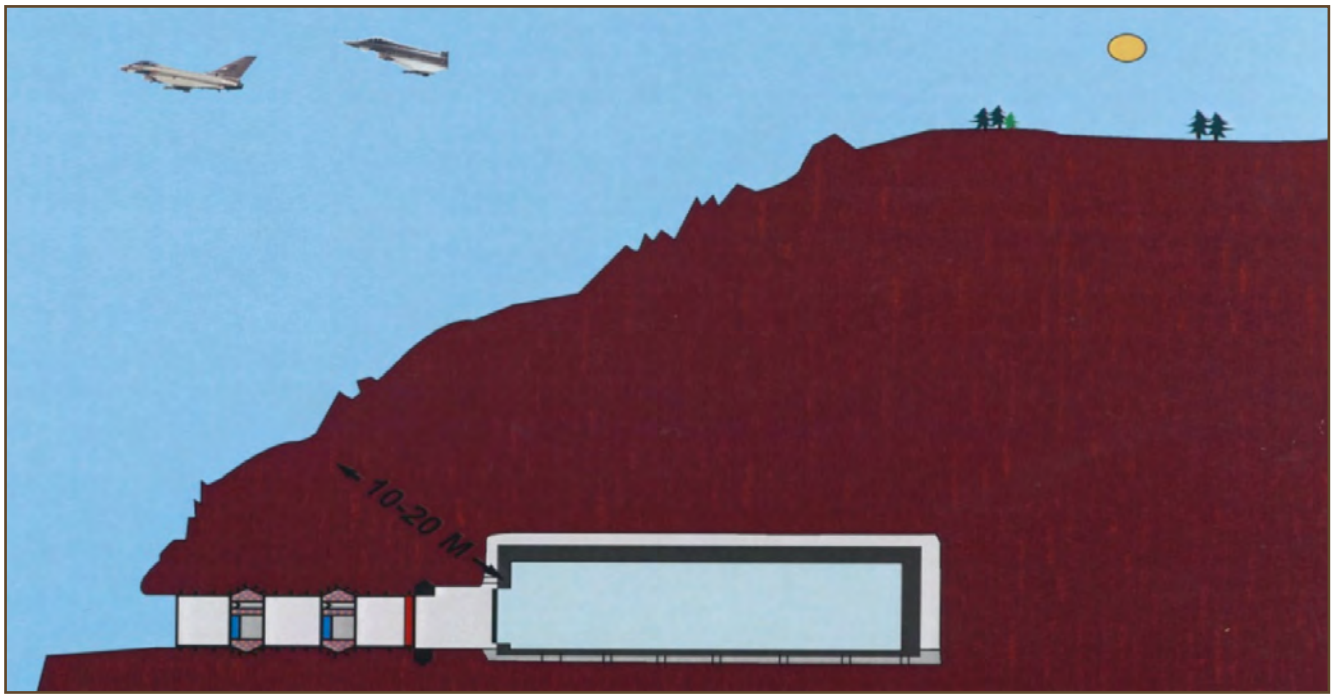
Norsk fjellsprengningsteknikk utviklet seg også med stormskritt i decenniene etter 1945. Den "norske metoden" for bygging av fjellrom og tunneler skilte seg ut som enkel og billig i forhold til de metoder som ble brukt i andre land. Norge er begunstiget med godt fjell i store deler av landet, og i godt fjell er resultatet av den "norske metoden" et råsprengt fjellrom eller en tunnel som krever moderat sikring med bolter og eventuelt sprøytebetong. I andre land var det i stor grad vanlig med full betongutstøping, også under fjellforhold som iht. den "norske metoden" ikke krevet dette.

Spørsmålet som etter hvert reiste seg var hva et slikt "norsk" anlegg faktisk ville tåle av våpenvirkninger. Gjennom et samarbeid med USA ble en forsøksserie kalt "Tunnel closure"- gjennomført over tre år på midten av 1990-tallet. Forsøkene foregikk i A/S Syd-Varangers gruveanlegg i Bjørnevatn. Her ble det gjort fullskala forsøk i tunneler og fjellrom tilsvarende virkelige militære anlegg. I rommene ble det satt inn utstyr og installasjoner med samme størrelse og vekt som i operative anlegg. Ladninger tilsvarende de man finner i aktuelle penetrerende våpen ble detonert i forskjellig avstand fra heng, vegger og inngangspartier, og skader registrert.

Resultatene av disse og andre forsøk viste at det i praksis var omtrent umulig å få til noen "kollaps" av en tunnel/fjellhall med konvensjonelle penetrerende våpen. Dette gjaldt også for inngangspartier. Likeledes fikk en gode data på ulike metoder for demping av grunnsjokk. At vi kunne vise til fullskalaforsøk på dette området, overbeviste også utenlandske fagmiljøer om at en vanlig boltesikret fjellhall var den sikreste, enkleste og billigste metoden for å oppnå nødvendig beskyttelse. Tettere bolting og/eller et sterkt armert betonghvelv ville riktignok kunne gi et noe mindre skadeområde, men samtidig gjøre det betydelig verre å rydde opp etter en skade. Andre funn som ble gjort under disse forsøkene var at forsiktig konturssprengning i inngangspartier og ved barrierer samt mest mulig rette hjørner, var viktig.

Gjennom samarbeid med Norges geotekniske institutt (NGI), som også deltok aktivt i disse forsøkene, har vi fått viktig kunnskap om bergmekanikk i forbindelse med våpenvirkninger. Dette har vært til stor nytte for begge parter. I følge NGIs rapport fra forsøkene i Syd-Varanger er slike fjellhaller like motstandsdyktige mot jordskjelv som mot våpenvirkninger, selv om lastene fra et jordskjelv er langsommere og har større forskyvninger. Dette er et viktig argument ved "salg" av det norske fjellanlegg-konseptet til land med større jordskjelvaktivitet enn hos oss.

Etter at den kalde krigen ble avsluttet med Berlinmurens fall i 1989 er det blitt satt mer fokus på andre typer trusler enn militære angrep i tradisjonell fullskala. Bruk av mindre kjernevåpen av terrorgrupper inngår også i det nye trusselspekteret. Fjellanleggets



Anlegg i fjell utsprengt og sikret etter "den norske metoden" gir særdeles god beskyttelse mot alle i dag kjente konvensjonelle våpen samt god beskyttelse mot nærtreff (luftsprengning) av kjernevåpen. Leonardo da Vincis hovedparametere for beskyttelse er oppfylt: Masse og avstand!

fordeler er imidlertid i stor grad like relevante. Det er fortsatt vanskelig å lokalisere og å finne ut hva det inneholder, og ikke sårbart for verken direkte eller indirekte beskytning med typiske "terroristvåpen", eller selvmordsangrep som bilbomber o.l. Det har et begrenset antall adkomsttunneler, og er dermed vesentlig lettere å kontrollere og sikre enn tilsvarende daganlegg. Fjellanlegg har dermed fortsatt sin berettigelse i forhold til dagens trusselbilde.

Ammunisjonslager i fjell

Ammunisjon er viktig i enhver form for krigføring, Det er imidlertid et stort sprang fra kruttmagasinet og støpte jernkuler på våre gamle festninger til dagens differensierte behov for ammunisjon - fra småkalibrede patroner til granater, bomber, torpedoer, raketter, miner og missiler. Men felles for det hele er at kruttet må holdes tørt, m.a.o. det kreves gode lagringsbetingelser. Feilbehandling av ammunisjon er farlig og den må lagres på betryggende måte og være tilgjengelig i rett tid og i nødvendig mengde.

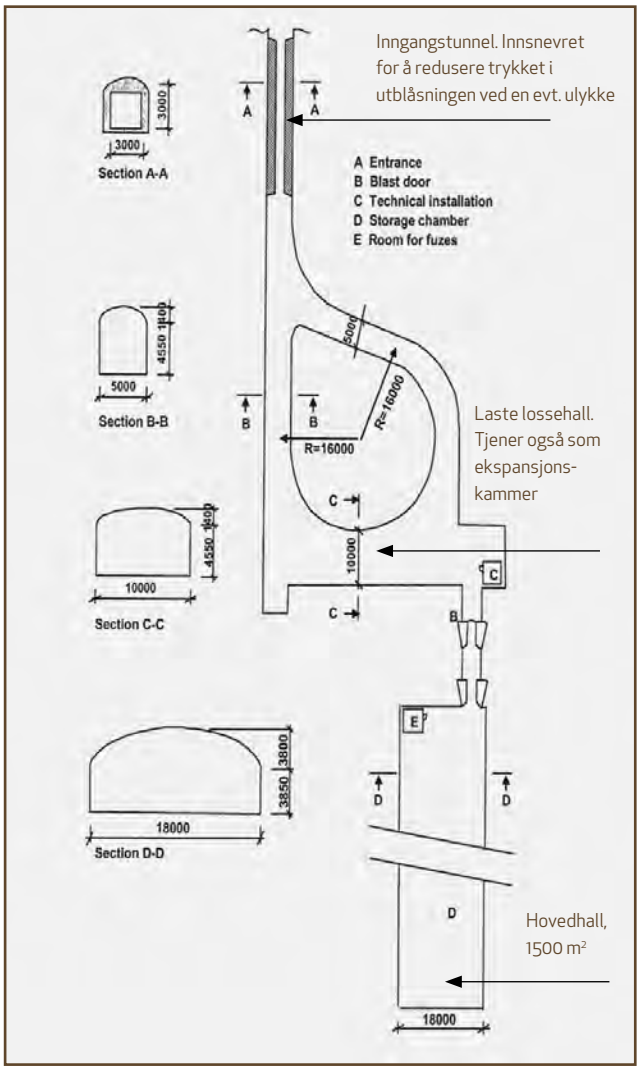
For Norge var situasjonen i 1945 at tyskerne hadde etterlatt seg svært mange ammunisjonslagre av varierende kvalitet. Disse ble tatt i bruk av det norske forsvaret uten at det ble etablert sikringssoner rundt anleggene tilsvarende dem man har i dag. Mange eksplosjonsulykker både under og etter krigen viste at det var viktig å få etablert slike soner.

Ammunisjonslager ved en kystfestning (nedlagt). Foto: Forsvaret

I Norge sto man i 1950-årene foran en stor utbygging, finansiert av NATO, av nye store baselagre for ammunisjon.

Et typisk enkammer ammunisjonslager med ekspansjonskammer er vist i figuren. Dette konseptet er utviklet i Norge. Løsningen gir stor reduksjon av sikringsavstandene sammenliknet med overflatelagre.

Byggingen av et slikt anlegg skjer iht. normale norske metoder mht. boltesikring mv. Fiberarmert sprøytebetong er påført vegger og tak. Det utsprengte og



Ammunisjonslager. Enkammeranlegg med laste-/lossehall/ ekspansjonskammer (Forsvarsbygg)

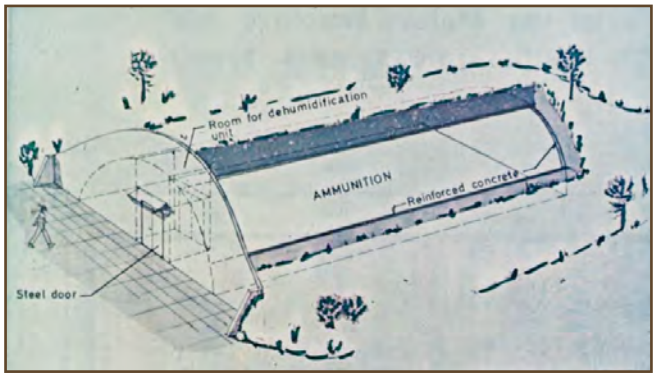
sikrede fjellrommet gir utmerket beskyttelse mot våpenvirkninger, men kan p.g.a. fuktigheten ikke uten videre brukes til lagring av følsomt utstyr eller ammunisjonstyper. For å sikre kontroll med fuktigheten har det derfor i de siste ca 25 år blitt vanlig å dekke alle fjellflater med PVC-tunnelduk. Anleggene er i tillegg blitt utstyrt med avfuktningsanlegg for ytterligere å sikre et godt lagringsmiljø (<50 % RF). Innsnevringen i armert betong i ytre del av adkomsttunnelen er laget for å redusere trykket/utblåsning i tilfelle en eksplosjon inne i lagerhallen. Likeledes vil laste/lossehallen også bidra til å reduserte trykklaster på utsiden ved å virke som ekspansjonskammer. Disse tiltakene gir en betydelig reduksjon av sikringssonen på utsiden av lageret i forhold tidligere enkammeranlegg.

Store ammunisjonslagre:

Et typisk baselager for ammunisjon inneholder tusenvis av tonn med eksplosiver fordelt på flere bygninger avhengig bl.a. av ammunisjonstype mv. I 1960-årene valgte man en løsning med mange igloo-lagre i betong, bygget som overflateanlegg. Dette var antatt å være noe billigere enn fjellanlegg, men samtidig lett å lokalisere og uhyre sårbart mot fiendtlige angrep. Sikringssonene rundt disse anleggene var også meget store sammenliknet med ammunisjonslagre i fjell, og de la dermed beslag på store områder som ikke kunne benyttes til boligområder, veier mv.

For de nye store baselagrene som ble bygget i 1990-årene i Trøndelag og Nord-Norge, baserte man seg på de nye beregningsmetodene og lagrene ble lagt i fjell. Den løsning man her har kommet frem til har mange fordeler.

- Fra et rent operativt synspunkt er ammunisjonslagre i fjell vanskelige å lokalisere, samt i praksis umulige å ødelegge. Det er også svært vanskelig å identifisere anleggets art og hva som er lagret der. Den mest sårbare delen av en ammunisjonstransport, lasting/lossing, gjøres beskyttet både mot fiendtlige våpen og nysgjerrige øyne, langt inne i fjellet.



Enkammer ammunisjonslager/minelager i fjell. Lagerhallen, ca. 1500 m². Foto: Forsvaret

- Fra et ammunisjonsteknisk synspunkt gir et avfuktet fjellanlegg med konstant temperatur og luftfuktighet de beste lagringsforhold for ammunisjon, og tillater lang tid mellom hver kostbar revisjon (vedlikehold) av den ammunisjon som er lagret. Hyppigheten av ulykker i et fjellanlegg er 1/10 i forhold til overflatelager. Fjellanleggene er lette å sikre og holde kontroll med og vanskelige å bryte seg inn i og ødelegge.

- Og til sist, fra et sikkerhetsmessig og økonomisk synspunkt; Fjellanlegg krever betydelig mindre sikringssoner enn tilsvarende overflatelagre, og har langt lavere bygningsmessige drifts- og vedlikeholdskostnader.

De løsninger som er beskrevet over er et resultat av en kontinuerlig utviklings- og forbedringsprosess i FBK, FBT og FB. De har brakt Norge helt i front når det gjelder kompetanse og løsninger for ammunisjonslagre i fjell. Arbeidet har også resultert i beregningsmetoder og et regelverk som gjør oss i stand til å bestemme nødvendig fjelloverdekning for å forhindre kraterdannelse og å beregne luftsjokk, grunnsjokk og utkast for forskjellige ladningsmengder og ladningstettheter.

Denne kunnskapen gjør at vi nå kan beskrive hendelsesforløp og finne årsaker til sivile sprengningsulykker, spesielt i tunneler. Den kan også benyttes til å definere krav til og dimensjonere fysisk beskyttelse mot terrorbomber mot vitale offentlige installasjoner.

Flyhangarer i fjell

Under okkupasjonen bygde og utvidet tyskerne mange flyplasser over hele landet. For å hindre store tap av egne fly på bakken ble flyene spredt ut over et stort område. Ofte fikk hvert fly sin en egen ”spredningshangar” (revetment) som besto av tre betongvegger, som en ekstra beskyttelse. Dette var også NATOs konsept for utbygging av flyplasser ved begynnelsen av den kalde krigen.

Med den betydelige kompetanse vi hadde på fjellanlegg klarte Norge å overbevise NATO om at dette var løsningen for oss. Anleggene skulle gis best mulig fjelloverdekning av hensyn til beskyttelse mot atomvåpen, minimum 15-25 m. De skulle kunne ta imot alle aktuelle jagerflytyper og ha minst to innganger. Adkomsttunnelene skulle utformes etter ”gjennomblåsningsprinsippet”. Hangarer for flyoppstilling, vedlikehold og etterforsyning skulle legges vinkelrett på disse. Solide portkonstruksjoner skulle sikre flyene mot trykk, splinter og rikosjetter.

Tanken var å bygge slike fjellhangarer på flere flystasjoner, men de ble bare bygget på Flesland, Bodø og Bardufoss.

På Bodø vurderte en flere alternativer, både innenfor og utenfor selve flystasjonen, men valgte til slutt å bygge fjellhangarer i fjellryggen rett syd for rulle-

banen. Prosjektet ble kalt "Anlegg 96". Den første sprengningsentreprisen på 4,5 mill kr ble inngått 17. august 1957 med firma Ing. Per Gulbrandsen A/S og gjaldt utsprengning av ca 93 000 m^3 fast masse. Anlegg 96 består av en fjellhangar på ca. 8000 m^2 som kan romme opp til 25 fly. I tillegg kommer inngang/utganger, gjennomblåsningstunnel og forskjæringer på 4200 m^2 . Totalt kom hele anlegget på ca 10,8 mill kr da det sto ferdig i 1960. Detonasjonsportene kom noe senere, og kostet vel 2,5 mill kr.

Etter hvert ble kjernevåpnene stadig kraftigere, og med hydrogenbomben kom effekten opp i megatonnklassen, dvs. tilsvarende millioner av tonn konvensjonelt sprengstoff. Det ble da helt urealistisk å lage fjellanlegg som kunne motstå direkte treff fra slike våpen. Løsningen ble å bygge flere flyplasser samt forberede sivile flyplasser til bruk i krig. Samtidig gjorde de voldsomme kjernevåpenarsenaler man hadde bygget opp i begge blokker, at bruken av slike våpen ble mer og mer usannsynlig, ettersom dette åpenbart ville føre til gjensidig utslettelse (Mutual Assured Destruction = MAD).

Dermed ble hovedtrusselen igjen konvensjonelle våpen, men med sterkere fokus på treffsikkerhet og penetrasjon. I dag er treffsikkerheten i praksis nede på under 1 meter fra siktepunktet, og bomber kan penetrere mer enn 8 meter betong før de detonerer. Godt, norsk fjell er imidlertid vesentlig vanskeligere å penetrere enn betong, og våre gamle flyhangarer i fjell vil fortsatt motstå dagens konvensjonelle våpen. Utviklingen av presisjonsvåpen har imidlertid økt sannsynligheten for at tunnelinngangene kan blokkeres, og en slik fjellhangar blir derfor sårbar ved at alle "eggene er samlet i en kurv". Disse anleggene brukes derfor ikke lenger som flyhangarer, men til andre, ikke operative, formål. Norsk luftfartsmuseum har luftet planer om å utvikle Anlegg 96 til et storslagent kulturminne fra høyden av den kalde krig.

Fjellhangaren (Anlegg 96) på Bodø hovedflystasjon med F-104 "Starfighter". Foto: Forsvaret

Krigshovedkvarterer i fjell

Kolsås-anlegget

På 1950-tallet kom behovet for større krigshovedkvarterer, både for NATOs nordkommando (AFNORTH) og for regionale operative staber i Nord- og Syd-Norge. Disse skulle finansieres av NATO, som på det tidspunkt gikk inn for mobile operative ledelsesledd bestående av et stort antall kjøretøyer og utstyr som raskt og ofte kunne flyttes fra sted til sted.

I Norge protesterte mot dette konseptet og fremhevet at det i Norge generelt, og Nord-Norge spesielt, var få veger, som på vinterstid dessuten ofte var stengt. Derfor ville den beskyttelsen hyppig flytting kunne gi i realiteten være illusorisk. Norge ønsket derfor stasjonære og godt beskyttede anlegg.

NATOs svar var at slike anlegg lett kunne slås ut med kjernevåpen, men Norge hevdet at dette først og fremst ville gjelde for betongbunkere og andre lettere anlegg. Gjennom beregninger basert på kunnskap både fra utlandet og egne rekker kunne en dokumentere at et krigshovedkvarter i fjell med tilstrekkelig fjelloverdekning ville kunne motstå direkte treff fra datidens kjernevåpen, forutsatt at "innmaten" i anlegget ble sjokkdempet med fjærer eller

andre typer dempere. Dette overbeviste NATO, som dermed godtok at krigshovedkvarter kunne bygges som fjellanlegg. De måtte imidlertid ligge i sikker "atombombeavstand" fra andre "atommål", som anlegget på Reitan ifra Bodø flystasjon.

Anleggene på Kolsås og de nasjonale regionale hovedkvarterene på Jåtta (ved Stavanger) og Reitan (ved Bodø) ble prosjektert og bygget etter de siste fortifikatoriske prinsipper. De var datidens "state-of-the art", og kunne motstå alle aktuelle trusler. Kolsås-anlegget ble bygget i årene 1954-59.

AFNORTH ble nedlagt i 1994, men det ombygde fjellanlegget brukes fortsatt til andre samfunnsmessige formål som det er viktig å beskytte.

Jåttanuten

Anlegget i Jåttanuten ble påbegynt allerede av den tyske okkupasjonsmakten i 1943. I 1950 fullførte norske militære myndigheter en om- og utbygging av anlegget, og Luftforsvaret tok det i bruk samme år. I 2008 vedtok imidlertid Stortinget at dette hovedkvarteret skulle flyttes til Reitan ved Bodø.

Jåtta har for øvrig en spesiell historie som viser at behovet for beskyttelse ikke er av ny dato. For å verne seg mot angripere etablerte bøndene i området en bygdeborg på Jåttanuten. Arkeologiske spor viser at borgen ble etablert så tidlig som år 300-500 e. Kr. Med kort vei fra gårdene kunne bøndene på kort varsel søke tilflukt i borgen og sperre atkomstveiene til den med store steinmurer.

Reitan

Anlegget på Reitan ble opprinnelig etablert på slutten av 50-tallet, og ligger mange hundre meter inne i fjellet med en solid overdekning av godt norsk fjell. Anlegget ble planlagt og bygget under den kalde krigen, mens frykten for Sovjetunionens atombomber var på sitt høyeste.

Dette ga seg for eksempel uttrykk i at adkomsttunnelen ligger 90° på inngangspartiet, for å gi best mulig beskyttelse mot trykkbølgen fra et kjernevåpen.

Kontrakt for 1. byggetrinn på 2,23 mill kr ble inngått 9. september 1955 med Ing. Per Gulbrandsen A/S. Siden har det vært flere mindre og større utbygginger, sist i forbindelse med flyttingen av fellesoperativt hovedkvarter fra Jåtta til Reitan i 2009. Anlegget fremstår nå som et av de best fortifiserte operative anlegg vi har i Norge.

Marinebaser i fjell

Karljohansvern i Horten var Marinens hovedbase fra 1808 til 1962. Fartøyene var sårbare når de lå ved kai, uten noen form for beskyttelse, og området er forholdsvis flatt og med små muligheter for å oppnå god beskyttelse for skip og støttefunksjoner.

Haakonsvern

I 1953 vedtok derfor Stortinget at det skulle opprettes en ny hovedbase for Marinen på Mathopen ved Bergen. Hovedtrusselen på det tidspunkt var som tidligere nevnt et kjernevåpen av størrelse som Hiroshimabomben (20 kilotonn). For å beskytte alle viktige funksjoner mot et slikt våpen, ble det bestemt at samtlige hovedfunksjoner, inklusive tørrdokken, skulle legges i fjell. Anlegget måtte også være i "atombombesikker" avstand fra den planlagte flyplassen på Flesland.

Anleggsarbeidene startet i 1957 og ble avsluttet i 1962. Den offisielle åpningen av Haakonsvern orlogsstasjon ble foretatt av Kong Olav V, 7. juni 1963.

Det mest imponerende anlegget på Haakonsvern var utvilsomt tørrdokken i fjell, som kunne ta datidens nye type fregatter, den amerikanske "Fletcher-klassen" og senere den norske "Oslo-klassen". I tilknytning til dokken ble det sprengt ut haller for verksteder, lagre og kommandoplass samt forbindelsestunneler med et samlet volum på over 400.000 m^3.

Fra byggingen av tørrdokken på Haakonsvern.

Ferdig dokk

Tørrdokken var antakelig den største berghallen (150.000 m^3 fast fjell) som til da var sprengt ut i Norge. Det mest ruvende ved dokken var høyden på 42 m. Bunnen lå 11 m under havflaten, og mindre partier ble sprengt ned til kote – 18,5. Fjelloverdekningen på stedet var ikke større enn det som ble ansett som nødvendig. En stor del av overdekningen var dagbergsone. Den geologiske rapporten for anlegget ble utarbeidet av Rolf Selmer-Olsen, som senere ble den første professor i ingeniørgeologi i Norge.

Utsprengningen foregikk med pallhøyder som var tilpasset de store betongarbeidene som ble utført parallelt, som konsoller for kranbane, kaier og lignende. Det ble i første omgang satt igjen en terskel mot sjøen. Denne ble sprengt bort etter at en provisorisk fangdam var montert på innsiden. Ved innseilingen ble det etablert et bølgedemperlegeme som skulle ligge permanent nede i en utsprengt grop og kunne heves når det var fare for bombing i sjøen utenfor. Hensikten med dette var å redusere belastningen fra trykk og bølger på selve dokkporten. Det ble også montert en blendingsgardin som kunne dekke hele tunnelåpningen. Gardinen skulle hindre innsyn, og gi mulighet for å mørklegge hele det ytre området, mens arbeid fortsatt kunne pågå inne i dokken. De omfattende kravene til anlegget og alle de spesielle hensyn som måtte tas medførte en krevende detaljering av både sprengnings- og betongarbeidene.

Forsvarets anleggsdirektorat (FAD) var byggherre. Hovedentreprisen hadde firmaet Brødrene Hauge AS. FAD etablerte et anleggskontor for utbyggingen på Haakonsvern.

Ramfjordnes – Olavsvern

På Ramfjordnes, rett syd for Tromsø, ble det allerede mot slutten av 1930-årene bygget et tankanlegg for Marinen, inkludert en cisterne for flybensin i et utsprengt bergkammer. Den store utbyggingen skjedde imidlertid først på slutten av 1960-tallet og besto av et komplett fjellanlegg med godt over hundre meter overdekning. Anlegget består av en hovedhall med basseng og tørrdokk, beregnet på undervannsbåter og torpedo-kanonbåter. I tillegg kommer adkomsttunnel og diverse forbindelses- og servicetunneler samt operasjonsrom for sjøforsvarsdistriktet.

Videre ble ammunisjons- materiell- og oljelagre, verksteder, kontorer, og alle tekniske installasjoner som var nødvendige for driften av en operativ marinebase, lagt i fjell. Anlegget kostet vel 30 mill kr og hovedentreprenør var Ing H. Eeg-Henriksen A/S.

Basen ble operativ i april 1968. 7. juni 1976 bestemte Forsvarsdepartementet, med Kongens samtykke, at Ramfjordnes base skulle endre navn til "Olavsvern".

Det som skiller dokken på Olavsvern fra den på Haakonsvern er at den er beskyttet med en hydraulisk svingbar stålport som dekker hele innseilingsåpningen. Belastningen på porten ble undersøkt ved forsøk i den eks-tyske ubåtbunkeren Dora 1 i Trondheim, og en modell av porten ble senere prøvet i et sprengkammer på Gullaug ved Drammen. Dette sprengkammeret ble etablert i fellesskap av Sivilforsvaret og FBT for utvikling og kvalitetssikring av fortifikatoriske elementer (dører, ventiler, kabelgjennomføringer mv).

På 1980-tallet ble fjellanlegget på Olavsvern betydelig utvidet ved at dokken ble forlenget. Samtidig ble det bygget et nytt ammunisjonslager direkte forbundet med dokken og hovedanlegget. Drivstoffanlegget, med store kaverner under havoverflaten, samt verksteder og lagre, ble også utvidet. I tillegg ble det bygget et basseng for vannforsyning og et sambandssenter, alt i fjell.

Dermed hadde man en kompakt og vel beskyttet komplett base hvor marinefartøyer kunne komme for reparasjon og avising (som var meget viktig på vinterstid i Nord-Norge), samt etterfylling av ammunisjon, drivstoff og utstyr. Som følge av avslutningen av den kalde krigen ble denne mest moderne og best beskyttede marinebase Norge noen gang har hatt, nedlagt i 2008. Nedleggelsen var sterkt omstridt både politisk og militært, og diskuteres fortsatt. Inntil noe annet skjer er basen i dag bare et minne om fremragende norsk kompetanse innen fortifikasjon og fjellsprengningsteknologi.

Kystartilleriet (KA)

Med kystartillerianlegg menes kanonbatterier, torpedobatterier og minekontrollstasjoner. Kystartilleriets oppgave var å hindre fiendes adgang fra sjøen til strategisk viktige områder langs vår langstrakte kyst. I vesentlig grad var dette byer med viktige havner og knutepunkter for veier og jernbaner samt viktige sambandsanlegg og administrasjon.

Tørrdokk Olavsvern med en u-båt av Ula-klassen.
Foto: Forsvaret

Kystartilleriets kanonbatterier

Under den kalde krigen ble kystartilleriet kontinuerlig utbygget. I første omgang ble ekstyske anlegg tatt i bruk. Tyskerne hadde etterlatt seg et kystartillerisystem langs hele kysten som var for stort til å kunne ivaretas, bemannes og driftes videre da freden kom. I tillegg til de norske anlegg som fantes før krigen bygget tyskerne ca. 300 festningsanlegg fordelt på strategiske punkter langs hele norskekysten.

Den neste utbyggingsfasen for kystartilleriet startet fra midten av 60-tallet og omfattet 16 stk hurtigskytende, 75 mm Bofors tårnkanoner fordelt på KA-fort i Nord-Norge, ved Oslofjorden og på Vestlandet. Disse fortene ligger innsprengt i fjell, kun med kanontårnet over bakken.

Som tiden gikk kom nordområdene mer og mer i fokus, og etter inngående studier utført av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) ble det vedtatt å styrke Kystartilleriet med tyngre og topp moderne skyts.

Kanonene ble fordelt med tre til Meløyvær fort for forsvaret av innseilingen til Harstad, og to til Nes fort for å dekke innseilingen til Narvik. Langt ute Trondheimsfjorden ble Kråkvåg fort etablert, med 3 kanoner. Anleggsarbeidene startet i 1983 og var ferdig i 1994. Norske entreprenørers dyktighet i fjellarbeider kom til god nytte.

12 cm kanonen er plassert i en over 20 m dyp fjellsjakt (se fig.), og er beskyttet av en kraftig panserkuppel. Operasjonsrom, ammunisjonslager og mannskapsforlegning er lagt i fjell, med god overdekning. Ildledningssystemet består både av radarer, infrarøde sensorer og optiske instrumenter, alt plassert i fjellsiloer og kraftig fortifisert. Radarene er heve- og senkbare, beskyttet at tunge stålluker når de ikke er i aksjon.

Etter Sovjetunionens oppløsning og den kalde krigens slutt ble alle operative KA-fort etter hvert nedlagt. Hovedargumentet for dette var nedleggelse av invasjonsforsvaret, men også en beslutning i Sjøforsvaret som det var store kontroverser rundt, om å satse på mobile rakettbatterier fremfor stasjonære fort.

Byggekostnadene for 120 mm kanonfortene var rundt 250 millioner kroner. Byggekostnadene representerer ca 1/3 del av totalkostnadene for et fort. Dvs. at 2/3 av kostnadene er knyttet til våpen, ammunisjon, ildledningssystemer, samband og annet elektronisk utstyr.

Torpedobatterier og minekontrollstasjoner

Den stolteste referansen kystartilleriet hadde etter siste krig var senkingen av den tunge krysseren Blücher tidlig om morgenen 9. april 1940. To velrettede skudd fra de mer enn 50 år gamle 28 cm kanonene på Oscarsborg festning i Drøbaksundet gjorde skipet manøvreringsudyktig. Men festningen hadde flere gamle våpen å by på. Allerede i 1899-1901 var et torpedobatteri sprengt inn i fjellet for utskyting av torpedoer under vann. Dette anlegget hadde man

120 mm tårnkanon med ammunisjonsdepot. I tilknyttede fjellrom er mannskapsforlegning, kommandorom, kjøkken, messe og vannforsyning samt aggregater med drivstofflager for strømforsyning mv.

klart å holde hemmelig i 44 år. To fulltreffere fra dette batteriet kom helt overraskende på tyskerne og sendte krysseren til bunns i Oslofjorden.

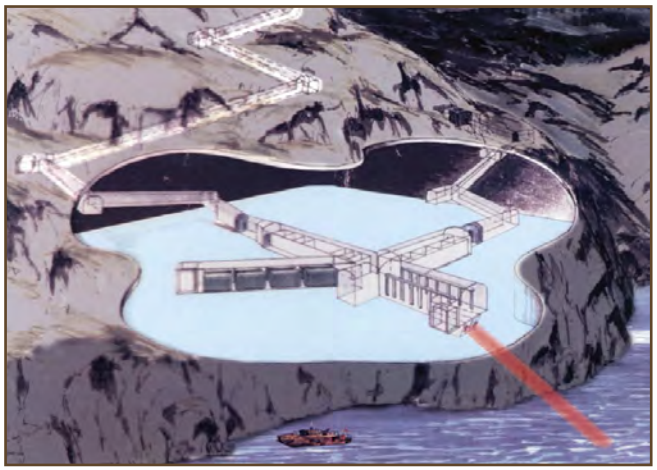
For kystartilleriet var torpedobatteriene selve "storslegga". De utgjorde sammen med de kontrollerbare minene, en siste skanse dersom et fiendtlig angrep over sjøen klarte å forsere kanonfortene lenger ut. For tyskerne var torpedobatterier også viktige, og flere slike anlegg ble bygget som en viktig del av "Festung Norwegen".

Flere av disse batteriene ble utvidet og modernisert i 1970-årene. Dette var solide betongbunkere nedsprengt i fjell. Problemet var at de var forholdsvis lette å detektere, hadde liten overdekning, samt at de var svært sårbare i fronten med utskytningsluken åpen. Men treffsikkerheten i smale fjorder var nær 100%.

For å kompensere for denne sårbarheten fikk FBT i oppdrag å utvikle en ny type torpedobatterier og minekontrollstasjoner som skulle tilfredsstille nye krav til beskyttelse og overlevelse mot alle kjente konvensjonelle våpen. På grunnlag av beregninger, modell- og fullskalaforsøk tok man frem en løsning med stor fjelloverdekning og utskytningsåpninger for torpe-

doer under vann. Utskytningstunnelene for torpedoene ble utført ved 120 cm langhullsboring, og var opptil 50 m lange. Inne i langhullene ble det gyst fast utskytingsrør med en diameter på 100 cm. Disse hadde innvendige styreskinner for å lede den nesten 2 tonn tunge TP 613 torpedoen med en utvendig diameter på 53 cm ned i sjøen og ut på dypt vann. Med en fart på over 45 knop, en rekkevidde på opp til 30.000 meter og 250 kg sprengstoff i nesen var dette et formidabelt våpen. Fremdriftsmaskineriet var en 12-sylindret motor på 480 hk som ble drevet med hydrogenperoksid og alkohol. Dette eliminerte alle luftbobler som kunne røpe at den trådstyrte og selvsøkende torpedoen var på veg.

Tilsvarende langhull med 30 cm diameter, opp til 300 meter lange ble boret fra minestasjonene. Langhullene kunne være både rette og krummede, og førte minekabler til fordelingsboksene for de kontrollerbare minefeltene. Feltene hadde opptil 120 miner som skulle ligge på sjøbunnen i skipsleia. Hver mine inneholdt 1500 eller 225 kg sprengstoff avhengig av dybde, og når den detonerte ville den "knekke kjølen" på ethvert skip som forsøkte å passere.



Torpedobatteri med utskyting under vann. I praksis umulig å ødelegge med konvensjonelle våpen. NB! Ingen synlig signatur, og da hele anlegget bruker vann til kjøling er det heller ikke noen målbar termisk signatur

Det siste av 6 nye anlegg (Malangen torpedobatteri), var ferdig 13. juni 2001 og ble nedlagt samme dag som det ble overlevert til Sjøforsvaret. Med sine nye superanlegg kan vi vel trygt si at Kystartilleriet "gikk ned med flagget til topps"

Sambandsanlegg og radarstasjoner (SINDRE)

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. De mente at å dekke landets behov for telekommunikasjon med luftlinjer og kabler ville ta veldig lang tid, være sårbart, kostbart og dyrt i drift. 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 beste utsikt, målt etter areal. Under ideelle forhold kan en se et område på ca. 60.000 km^2, noe som tilsvarer nesten en sjettedel av fastlands-Norges areal. Stasjonen ville bli et sentralt punkt i radiolinjenettet, da en stasjon her ville redusere behovet for mange vanskelig tilgjengelige reléstasjoner langt inne på fjellviddene, stasjoner som ville være vanskelige å nå, og dermed dyre og tungvinte å drive.

Allerede i begynnelsen av 50-årene ble det montert midlertidig radiolinjeutstyr i den gamle turisthytta fra 1893 på Gaustatoppen. Problemet var å oppnå en sikker adkomst dit, uansett vær, året rundt. Veg og taubane ble vurdert og forkastet grunnet de ekstreme værforholdene vinterstid.

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 Rjukan-området over mange år, og entreprenørene hadde derfor meget god erfaring med stigorter for trykkrør hvor det også var parallelle trallebaner.

Norsk Hydro ved generaldirektør Bjarne Eriksen tente på ideen og meningen var at banen også skulle drive persontrafikk for turistformål. NATO gikk med på å finansiere prosjektet. Forsvarets Anleggsdirektorat (FAD) var byggherre. Det ble skrevet kontrakt med Thor Furuholmen AS den 3. februar 1954 om selve fjellarbeidene.

Prosjektet gikk ut på bygging av en 850 meter lang tunnel med en batteridrevet "trikk" som ender i en stasjon langt inne i fjellet. Derfra går det en 1050 meter lang stigort i 40° vinkel med en skinnegående pendelbane tilsvarende Fløibanen i Bergen. Innslaget ble plassert ved Langefonn (1200 moh) og banen stopper rett under toppen i 1800 meters høyde. Derfra ble det bygget en heis opp til fjellanlegget som inneholder radiolinjestasjonen og annet sambandsutstyr.

Drivingen av tunnelen viste seg å by på uventede utfordringer, fremst fordi fjellet over 1400 moh viste seg å ha permafrost. Drivingen av tunnelen og utsprengning av de andre konstruksjonene over denne høyden ble dermed uhyre krevende. Kjøle- og spylevannet for borutstyret frøs og måtte forvarmes. Vanlige bor tålte ikke temperaturforskjellen når en boret gjennom fjell og traff is. Vanlig fjellrensk var ikke tilstrekkelig, da løse steiner i permafrosten løsnet når den tinte, og hengen måtte derfor sikres med stålnett.

Det var gjennomslag sommeren 1957. Tunnelen sto åpen gjennom fellesferien, og arbeidet skulle gjenopptas tirsdag 30. juli. Ved befaring av anlegget kvelden før oppdaget en at det var gått betydelige ras i øvre del, og at steinsprang fortsatt forekom mange steder. Permafrosten hadde begynt å smelte. Forholdene var meget vanskelige, og formann Viik ble skadet av en fallende steinblokk. Alt arbeid og transport i stigorten måtte derfor innstilles øyeblikkelig.

På grunn av anleggets karakter, og de militære krav om å få anlegget ferdig snarest mulig, ble det bestemt at anleggsdriften skulle gjenopptas ved hjelp av helikoptertransport mellom nedre innslag og anleggene på toppen.

Fem store Sikorsky helikoptre fra US Army i Vest-Tyskland ble raskt stilt til rådighet, og de sørget for at arbeidet kunne komme i gang igjen. Et av helikoptrene havarerte, antakelig på grunn av de vanskelige vindforholdene, og ble totalvrak. Heldigvis fikk snarrådige anleggsarbeidere reddet ut mannskapet fra det brennende vraket.

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

Temperaturen i den kalde krigen var høy på denne tiden, og pga sterk motstand fra Forsvaret kunne ikke den opprinnelige planen med persontrafikk for turistformål gjennomføres. Banen tjente likevel sivile formål ved at alle forsyninger til turisthytta kunne sendes opp med den. Likeledes var banen viktig for transport av materialer og utstyr for bygging av sendestasjoner for radio og TV. Uten banen ville denne utbyggingen vanskelig kunne ha blitt gjennomført.

Nå er ringen sluttet, den kalde krigen er over, og banen er blitt sivil. Firmaet som driver den satser nå sterkt på turisttrafikk og banen er blitt svært populær.

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

Siden anlegget på Gaustatoppen viste at ideen med tunnelatkomst til værutsatte anlegg hadde vist seg å være vellykket, ble den videreført i andre anlegg hvor annen atkomst ville være meget vanskelig pga terreng- og klimatiske forhold.

Da Forsvaret på 50-tallet ønsket å bygge et kontroll- og varslingssenter i fjellet Høggumpen nær Sørreisa i Troms, var problemet sikker atkomst til de tre radarene som var planlagt på toppen av det 1028 meter 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 banen har nå vært i drift i over 50 år uten vesentlige problemer.

NATO-BANE: Gaustabanen var opprinnelig en hemmelig bane inne i fjellet. Nå er den åpen for kommersiell drift Foto: Inge Fjelddalen

På 80- tallet ble det besluttet å skifte ut de eksisterende luftovervåkingsradarene, og en siloløsning med nedsenkbare radarer ble utviklet, kalt SINDRE I (SIlomontert, Nedsenkbar, Dekkbar, RadarEnhet).

En av disse ble bygget på Himmeltind på Vestvågøy i Lofoten. Toppen med radarstasjonen ligger 964 moh og er vanskelig tilgjengelig selv i godvær. Igjen ble en innvendig atkomst med trallebane løsningen på atkomstproblemene. Skråsjakten er 1040 m lang og var den lengste som til da (1982) var drevet med bruk av en såkalt Alimak-heis.

SINDRE II er en videreutvikling av SINDRE I, og ble bygget på 1990 tallet og utover. To av stasjonene ligger slik til at bare innvendig atkomst er mulig. Disse er Innhesten på Senja, 916 moh og Njunis i indre Troms, 1721 moh. Ved disse to anleggene valgte en å lage en tunnel med kjøreveg til radaranlegget på toppen i stedet for bane. Den skriftlige henvendelsen til FBT fikk en rask behandling på høyeste nivå. Svaret fra adm.dir. og tidligere general og Forsvarssjef Sven Hauge var kontant, kort og klart; "Sett i gang". Ikke all offentlig saksbehandling går like raskt i dag!

Fjellet **Njunis** ligger nær Dividalen Nasjonalpark. Utsikten herfra er enestående. Man ser Finnmark i nord, Senja og havet i vest, Sverige i øst og Nordland i sør. Fjelltoppen er ugjestmild, og sommeren kan telles i dager. Den var utvilsomt den mest krevende og ugjestmilde toppen noe SINDRE-anlegg ble bygget på.

Atkomsten til toppen er også her det mest spesielle. Tunnelen starter ved Frihetsli 315 moh. og har en lengde på ca 9800 m. Den svinger seg oppover inne i fjellet, til toppstasjonen som ligger på 1695 moh. De første 6300 m har en stigning på 1:7,8 og de siste 3500 meter har en stigning på 1:5,2 (nesten 20 %). Tunne-

Prinsippskisse av SINDRE I

len har et teoretisk tverrsnitt på 15,1 m^2 og 3 tverrslag undervegs. All stein fra de første 6300 m ble kjørt ned til påhugget og transportert ut i dagen. En del av disse steinmassene ble benyttet til opprusting av kommunale veger i området, mens resterende masser ble lagt i depoter og tildekket. For de øverste 3500 meter ble massene kjørt ut via tverrslag 3 og arrondert til i terrenget.

Fordi hele anlegget ligger så nær Dividalen Nasjonalpark ble det stilt strenge krav til miljøhensyn - spesielt til plassering av tipper/deponier og rensing av avløpsvannet.

Firmaet Målselv Anlegg var utførende entreprenør. Arbeidet med tunnelen startet sommeren 1990 og gjennomslaget på toppen var i uke 29 i 1993. I tillegg ble toppstasjonen på 18 000 m^3 fast fjell sprengt ut. Fjellet ble så permanent sikret, og det ble lagt vegbane av betong i hele tunnelens lengde.

De spesielle utfordringene undervegs var selvsagt lengden og stigningen av tunnelen, samt de strenge miljøkravene. For å redusere overmassene skulle tunnelen drives med et så lite tverrsnitt som mulig, men samtidig gjøre det mulig å få transportert ut steinmassene på en god og effektiv måte.

Det ble lagt ned mye arbeid i å optimalisere driftsopplegget. Det ble satt på nytt utstyr; Atlas Copco 2-boms rigg med ladekorg, Häggloader 10HR som hovedlastemaskin, samt 4-akslede lastebildumpere til steintransporten. Spesielt Häggloaderen var viktig for å kunne få ned tverrsnittet. Med denne ble det lastet på stuff. Dette vakte stor internasjonal interesse, og det kom delegasjoner fra mange land for å se på denne type lasting og transport. Likeså var uttransporten av steinmassene imponerende. Når bilene kom nedover den bratte tunnelen med 40 km/t og 22 m^3 lass i kassen, og det bare var ca 25 cm klaring på hver side til tunnelveggen, måtte en ha god kontroll. Tross vanskelighetene ble anlegget gjennomført uten store uhell.

I de øvre partiene av tunnelen kom en også her inn i permafrost. Dette ga ikke de store problemene for selve utsprengingen, men under fjellsikringsarbeidene måtte en være påpasselig med at boltehullene ble drenert, da det var kuldegrader i fjellet. Likeså kunne det i perioder være meget glatt vegbane.

En annen utfordring var å få med seg prosessvannet oppover under tunneldrivingen. Det måtte settes på trykkøkningspumper samt buffertanker for å få tilgjengelig vann til salveboringen. Bl.a. ble det hentet prosessvann fra et vann i dagen ved tverrslag 3 til tunneldriften i øvre del av tunnelen. Men da det var lite tilsig pga kulde/permafrost, tømtes dette vannet vinterstid og entreprenøren måtte gå tilbake til å hente vannet nede ved innslaget i Frihetsli.

Toppstasjonen i fjell øverst i anlegget er på 1800 m^2, med blant annet kontorer, kontrollrom, verksted,

lager, haller, reservekraftanlegg, ventilasjonsanlegg og silo for radaren. Åpningen på toppen dekkes av en metertykk stålluke der selve radarantennen kan senkes ned for vedlikehold – eller på få sekunder komme seg i dekning hvis den skulle bli angrepet. Det tunge radarhodet ser tredimensjonalt, og offisielt ser det 450 kilometer i alle himmelretninger, og oppover så høyt som noe fly kan gå. I praksis skal ingen kunne nærme seg Troms luftveien uten at "øynene" på Njunis ser dem.

De totale kostnadene for utsprenging av tunnelene, bygging av toppstasjonen og vegbanen i tunnelen, beløp seg til ca 225 millioner kroner. Kostnadene for hele anlegget, inkludert radar og alle tekniske installasjoner, lå på ca 700 millioner.

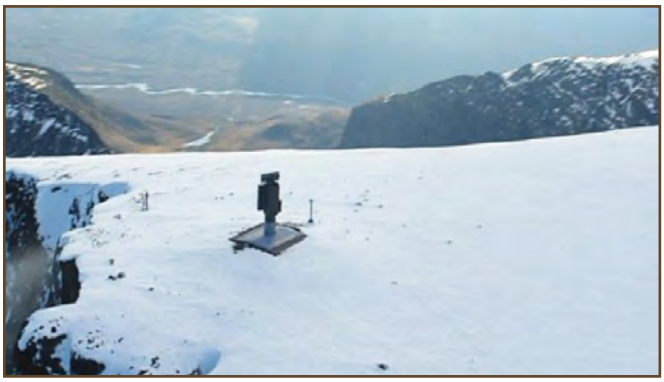
Det er enorme dimensjoner over anlegget – men anlegget er, med unntak av radaren når den er i driftsposisjon - praktisk talt usynlig utenfra. Når en kjører opp tunnelen og passerer 1100 meters høyde, begynner det å glitre i iskrystaller på grunn av permafrosten i berget.

Forhåndslagringen

Som en liten nasjon i NATO var Norge under den kalde krigen avhengig av forsterkninger fra de andre NATO-landene i en eventuell krigssituasjon. Den største bidragsyteren var USA.

Ved en militær trussel, eller sterkt politisk press med trussel om militær innsats, var det viktig tidligst mulig å synliggjøre at NATO ville stå sammen med Norge. US MARINE EXPEDITIONARY BRIGADE (US MEB) ble øremerket for overføring til Norge i en slik situasjon, og for å muliggjøre rask deployering av denne måtte lagre for tungt utstyr og ammunisjon etableres i Norge.

NATOs opprinnelige planer var å bygge overflatelagre sentralt i Midt-Norge. Fra norsk side hadde man en lang rekke innvendinger til denne løsningen:



Njunis med SINDRE II radar. Foto: Forsvaret

- Lagrene ville beslaglegge store og verdifulle arealer for landbruk, skogbruk og friluftsliv.
- De ville være utsatt for sabotasje og mulige angrep, og kreve kostbare tiltak knyttet til vakthold og sikring.
- Vær- og temperaturforholdene ville kreve høye investerings- og driftskostnader for lagring av utstyr med høye krav til kontrollerte og gode lagringsbetingelser.
- Store kostnader til snøbrøyting og fremkommelighet for et omfattende veinett i lagringsområdet, ettersom beredskapsnivået krevet full tilgang på meget kort varsel.

Lagring i fjell ville minimere alle disse svakhetene, og var forslaget fra norsk side. Etter en lang prosess gikk også NATO til slutt inn for dette. 27 september 1983 ble det gitt ordre fra Forsvarssjefen til FBT om igangsetting av detaljplanlegging av fjellagre for US-MEB i Trøndelag. Med dette var alle norske krav innfridd. 9. april 1987 bestemte Stortinget at et av de planlagte forhåndslagrene skulle inkludere utstyr for et feltsykehus med ca 500 senger. Dette er lagret i flere hundre containere og kan etableres i fjellanlegget når øvrig lagret utstyr er hentet ut.

Anlegget i Trøndelag har et totalt volum på ca 470.000 m^3, og et gulvareal på ca. 66.000 m^2.

I det lageret som også skulle romme feltsykehuset (Osmarka) ble volumet øket med 70.000 m^3, og gulvarealet med ca. 8.000 m^2 .

Konstruksjonsprinsippet for forhåndslagerne var basert på to adkomsttunneler, med lagerhallene plassert perpendikulært på disse.

Det er store dimensjoner over et slikt anlegg. Lagerhallene er 21 m brede, 7,3 m høye og 250-300 m lange. Hallene for feltsykehuset har en høyde på 13,3 m. For å sikre kravet til kontroll av fuktighet, RH 50-55%, ble det for alle lagrene benyttet innkledning av frie fjellflater med hvit "Tunnelduk", noe som fikk en førstegangsbesøkene til å utbryte: "Dette er som å være inne i verdens største kondom!"

Tre lagre for ammunisjon ble bygget separert fra utstyrslagrene. I alt ble det bygget 8 kamre i fjell, totalt 80.000 m^3 med ca 11.200 m^2 gulvflate. Hvert kammer har et gulvareal på 1.400 m^2. Det har separat adkomsttunnel, spennvidden er 18 m og høyden i senter av hallen er 7,1 m. Av sikkerhetsgrunner er det utført en omfattende fjellsikring.

Overlevering av lagrene fant sted 6. september 1988. kostnadene for utstyrslagrene var (1988)
kr 3.340 pr. m^2 , og for ammunisjonslagrene kr 5.200 pr. m^2.

Et tilsvarende lager ble bygget for nasjonale styrker i Osmarka ved Evenes.

Etter den kalde krigens avslutning benyttes anleggene fortsatt til lagring av militært utstyr, som de førsteklasses lagre de er. Mye av det lagrede utstyret sendes nå til konfliktområder forskjellige steder i verden for kortere eller lengre tid. Våre amerikanske partnere er imidlertid så fornøyd med våre sikre, økonomiske og miljømessig gunstige fjellanlegg at de fortsatt lagrer utstyret sitt her.

Det er anselige dimensjoner på Forsvarets forhåndslagre i fjell. Foto: Rygh

Sluttord

Med jernteppets fall og oppløsningen av militærblokkene fra den kalde krigen har verden forandret seg. Det er grunn til å stille spørsmål ved om det fortsatt vil være behov for fortifikatorisk kompetanse, og om fjellanlegg for beskyttelse av vitale samfunnsfunksjoner fortsatt er relevant.

En ny verdenskrig med store militære styrker som står mot hverandre, slik som under 1. og 2. verdenskrig, vurderes i dag lite sannsynlig. Dette har ikke sin grunn i at verdens politiske ledere har blitt klokere, og at alle aggressive ledere er borte for alltid, men bygger på at det i dag foreligger langt større innbyrdes avhengigheter mellom nasjonene i tidligere og nye maktblokker, i en stadig "mindre" verden.

Våpenarsenalene finnes imidlertid fortsatt, og det vil være naivt å tro at de vil bli liggende i fred i all fremtid. Hovedtrusselen synes mer lokal enn tidligere, knyttet til "konfliktregioner" som må ventes å kunne flytte på seg over tid. I tillegg utgjør terrororganisasjoner en global trussel som kan ramme hvor som helst.

Terrorister kan benytte seg av et bredt spekter av våpen. Kontrollen med lagrede små og bærbare kjernevåpen er ikke 100 %. Enkle,'skitne' kjernevåpen antas å kunne produseres av terrororganisasjoner med tilgang på nødvendig kompetanse og økono-

miske midler. Elektromagnetiske pulsgeneratorer finnes og kan bygges, og vil kunne slå ut samfunnsmessig vitale dataanlegg som ikke har nødvendig beskyttelse. Kjemiske og bakteriologiske våpen med grusomme virkninger kan produseres og spres forholdsvis enkelt. Og konvensjonelle eksplosiver er fortsatt mest brukt.

Alt dette krever kompetanse om mottiltak og beskyttelse.

Beskyttelse av sårbare funksjoner mot virkninger av naturkatastrofer er et annet område hvor fortifikatorisk kompetanse er relevant. Fysikken knyttet til virkninger av jordskjelv, tsunamier, tornadoer og lignende er stort sett den samme som for våpenvirkninger, og beskyttelsestiltakene nær beslektede. Det samme gjelder beskyttelse mot ulykker i kjernekraftverk.

Behovet for fortifikatoriske kompetanse er altså på ingen måte borte - og fjellanlegg vil fortsatt være et overlegent alternativ for samfunnsfunksjoner som trenger høy beskyttelse, også når hovedtrusselen er terroranslag og naturkatastrofer.

Ingeniør Shovel Hansen

Formann Olav Flom hos Ingeniør Thor Furuholmen AS fortalte en gang om utlasting av stein fra kraftstasjonen i Sundsfjorden kraftanlegg som Hydro bygde. Det var shovel-lasting og maskinkjøreren som het Hansen ble gjerne kalt for ShovelHansen.

Nærmeste storby med mulighet for "avkobling" var Bodø. Dette foregikk ca 1960, i Bodøtraktene var det stor byggeaktivitet, jernbanebygging, forsvarsanlegg, flyplass mv. og følgelig sprengt kapasitet på byens to hoteller Norrøna og Grand Hotell. En gjeng fra Sundsfjorden som var på bytur hadde forgjeves forsøkt å få rom. Så møtte de Shovel-Hansen ute på gata. Han kunne fortelle at han bodde på Grand Hotell. "Hvordan fikk du rom der da, spurte gutta. Eg gikk selvsagt ikke til hotellet, eg ringte opp og spurte om de hadde et rom for Ingeniør Shovel Hansen fra Ingeniør Thor Furuholmen AS, og det hadde de.

Oslofjodforbindelsen. Øverst ferdig hovedtunnel med lysmarkering av fylkesgrense mellom Buskerud og Østfold. Nedre bilde fra Måna. Foto: Svein Skeide, Svv.

Norske jordtunneler

Åsmund Eggestad

Innledning

Norge har lang tradisjon i å bygge tunneler i berg, først og fremst for jernbaner, men også for veier. Tunneler i løsmasser er det ikke mange av og det dreier seg utelukkende om jernbanetunneler. I seneste tid har man riktignok fått store, avanserte tunnelmaskiner også for løsmasser, men for små prosjekter blir riggkostnadene med slike maskiner uforholdsmessig store.

Åsmund Eggestad

I denne redegjørelsen blir bare jordtunneler drevet på tradisjonelt vis omtalt. Trykking av store betong-eller stålrør er kanskje også en form for tunneler, men blir ikke omtalt her.

Det er hovedtrekkene i de enkelte prosjektene som er gjengitt i denne artikkelen. Kildematerialene, se referansene, gir langt mer detaljerte opplysninger.

Tunneler bygget ca 1850

Da Hovedbanen ble anlagt måtte traséen krysse et par høye leirterrasser, den ene ved Bøn og den andre like syd for Eidsvoll, se fig 1. Av mangel på fagfolk innen jordtunnel- bygging her i landet ble et engelsk selskap engasjert.

Engelskmennene hadde ingen erfaring med norske grunnforhold, for eksempel bløte, marine leirer. Selv om leiren i tunnelområdet ikke var særlig bløt så var den i alle fall mye forskjellig fra forholdene i England og i Mellom-Europa. Det viste seg ganske snart store problemer med å grave ut og bygge tunnelene.

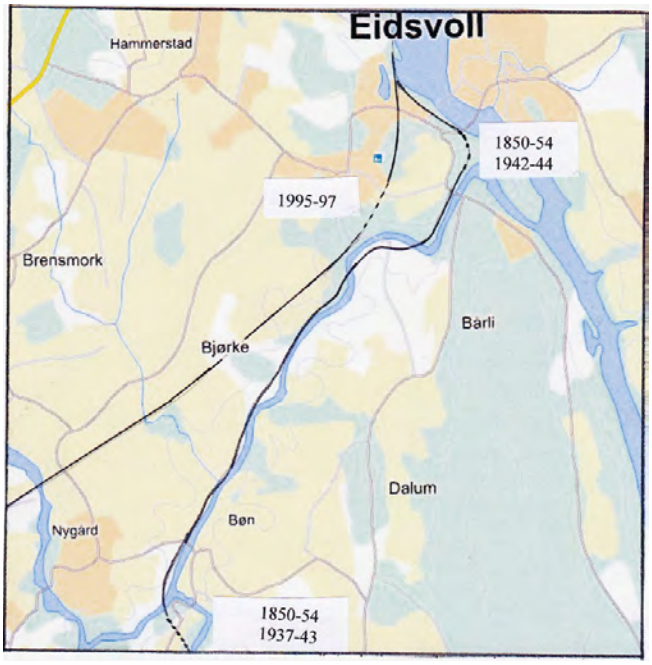


Fig 1. Tunneler i området sør for Eidsvoll

Skallet i disse tunnelene ble murt med teglsten i to lag, se fig.2. Gravearbeidet ble utført for hånd og jordstuffen og sidene ble møysommelig støttet av med planker og stokker. Så lenge man var i middels bløt leire gikk byggingen greit. Det var partier med finsand og silt som voldte de store problemene under utførelsen. Utmuringen ble selvsagt ikke tett, og det sivet mye vann inn. Det ble også problemer med tele og frostsprengning inne i tunnelen. Dette kan ha vært årsaken til at Bøntunnelen (den gang kalt Løkentunnelen) en dag styrtet sammen på en lengre strekning et stykke inne. For å få reparert strekningen måtte man grave en grop ovenfra, 15,6 m dyp. Gropen ble stående åpen i lengre tid.

Hver sommer ble det utført reparasjoner i disse tunnelene. Dertil ble i årene 1882-1884 begge tunnelene muret om og profilet utvidet.

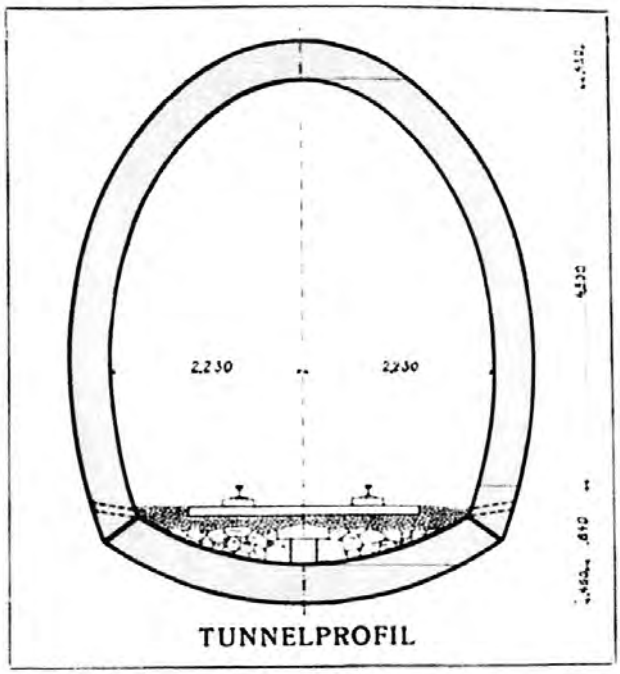


Fig.2. Det opprinnelige profil

Under det store reparasjonsarbeidet, ble det lagt et midlertidig spor på utsiden. Kurven på dette ble for krapp for lokomotivet, så derfor måtte vognene trekkes med hester frem til et ventende lokomotiv på andre siden. Lengden av Bøntunnelen var 162 m, og Eidsvolltunnelen 194 m. Tunnelene var ferdige i 1854.

For å motvirke frostproblemene ble det laget porter ved alle tunnelåpningene, og en vaktmann måtte åpne disse når det skulle komme tog. Det ble derfor satt opp hvilebrakker, såkalt «portnerboliger» for vakten.

Bøn– og Eidsvolltunnelene ca 1940

De gamle tunnelene, bygget av engelskmennene i 1850-årene, var etter hvert blitt i så dårlig forfatning at de måtte erstattes av nye. De fylte heller ikke kravene til tverrsnitt for moderne togsett med elektrisk drift. Ut fra de erfaringene man hadde fra før, og det kjennskap man hadde til mer moderne metoder, ble det bestemt å satse på skjolddrift, eventuelt med overtrykk i tunnelen. Avdelingsingeniør Rolf Nicolaisen, som skulle lede prosjekteringen, ble i 1934 sendt til Amerika på et tre ukers opphold for å studere skjolddriftmetoden.

Bøn tunnel

Topografi og grunnforhold i området er, som nevnt tidligere, karakterisert av en høy leirterrasse med mange steile raviner. Man visste at grunnen besto av leire med varierende fasthet og med hyppige innslag av silt og finsand (mo og mjele). I tunnelnivået ville det være et vanntrykk på ca 15 m. Bunnen av tunnelen ville ligge opptil 25 m under terrenget. Lengden av denne tunnelen er 250 m.

Skjolddriftsmetoden

Skjoldet besto av et jernrør med diameter 8 m og lengde ca 5 m. Rundt periferien var det montert 20 stk 100-tonns donkrefter, se fig 3. Motholdet under frem- pressingen var det ytre betogskallet bestående av prefabrikkerte betonglameller med bredde 75 cm og tykkelse 25 cm, se fig 3. Det indre betongskallet,

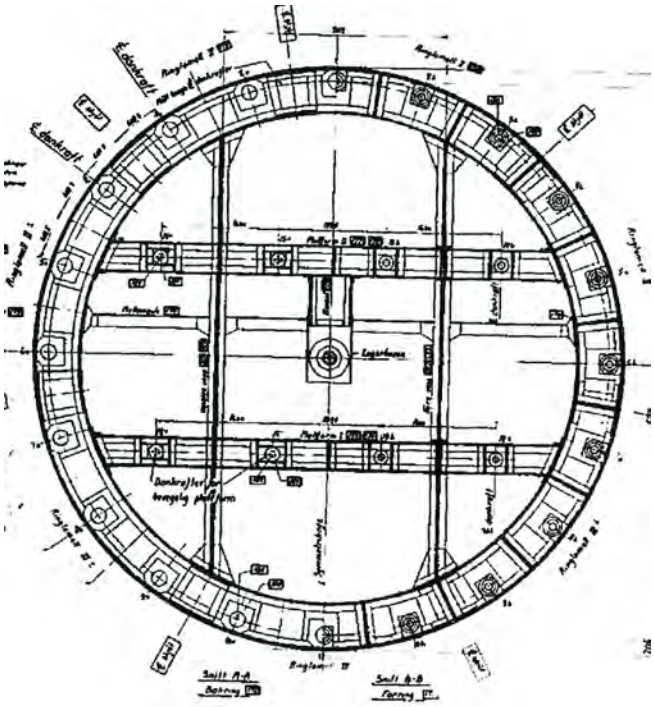


Fig 3. Tverrsnitt av skjold

som ble armert og støpt etter hvert, var 50 cm tykt. Skjoldet var innvendig avstivet vertikalt og horisontalt, og det ble bygget inn plattformer hvor gravearbeidet kunne gjøres fra. Skjoldets bakre del besto av et «skjørt» som dekket jordmassen slik at betongelementene kunne monteres mot dette.

Problemer under utførelsen.
Arbeidet startet i januar 1937 fra nordre portal i retning mot Oslo. Problemer meldte seg ganske snart, skjoldet hadde en tendens til å synke ned både under fremføring og under stillstand. Tunnelens høyde-beliggenhet måtte derfor justeres. Problemet ble løst ved å forlenge skjoldet i bunnen. Grunnforholdene viste seg å variere hyppig, og man måtte stadig gjøre forandringer på utstyret. Først på slutten av året hadde man kommet frem til en brukbar fremdrift.

Utpå vinteren 1938 kom driften inn i et skråstilt lag av finsand som medførte stadig innvasking av materiale. I mars skjedde det et større ras inn i tunnelen, på 600-700 m^3.

Det ble et stort krater på overflaten, og en del av skjoldkonstruksjonen ble ødelagt. Det tok 8 mndr å rydde opp og reparere skjoldet. Erfaringene så langt gjorde at man var meget engstelig for et langt parti med fin sand og silt lenger fremme. Etter en studietur til Tyskland og Nederland ble det bestemt å satse på drenering med tapperør opp i siltlaget fra en stoll som ble drevet fra motsatt side. Dessverre fikk man ikke noen nevneverdig effekt av dette. Da ble det besluttet å drive resten under overtrykk. Det tok nesten ett år før alt var i orden og driften kunne fortsette.

Det ble til å begynne med anvendt et trykk på 1,7 ato. Etter et par fremskyvninger fikk man imidlertid utblåsning opp i krateret som er nevnt over. Kraterets sider og bunn ble så tettet med 0,5 m stampet leire. Trykket ble satt ned til 1,4 ato, men senere økt til 1,6 ato. Fremdeles hadde man problemer med at vann og silt kom inn gjennom selv små åpninger. Skjoldet ble da forsynt med et rammeverk foran som gjorde det mulig å avstenge jordmassen feltvis med stålplater.

Så kom krigen og det ble vanskelig å skaffe nødvendige byggevarer, spesielt sement.
Driften gikk da ekstra langsomt, men i august 1941 ble den siste fremskyvingen foretatt. Skjoldet ble så overført til Eidsvoll tunnel. På grunn av sementmangel hadde man måttet prioritere støping av betongelementene til det ytre skallet. Utstøpingen av det indre lå derfor langt etter. Først i desember 1943 var tunnelen ferdig.

Eidsvoll tunnel.

Denne tunnelen er ca 200 m lang og ligger like syd for Eidsvoll stasjon, se kart fig 1. Trasen ligger mellom Vorma og den gamle tunnelen, og i liten avstand fra denne. Arbeidene på denne tunnelen startet 2. september 1942, ett år etter at skjolddriften var ferdig ved Bøn.

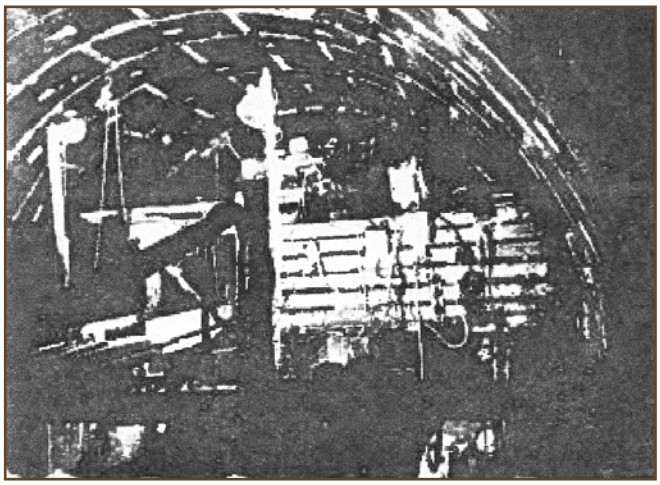


Fig.4. Her synes elementene i det ytre skallet

Grunnforholdene var betydelig bedre her enn ved Bøn, men nærheten til den gamle tunnelen innebar risiko for skadelige deformasjoner på denne, endog utglidningsfare. Fig 5 viser de to tunnelene i søndre portal.

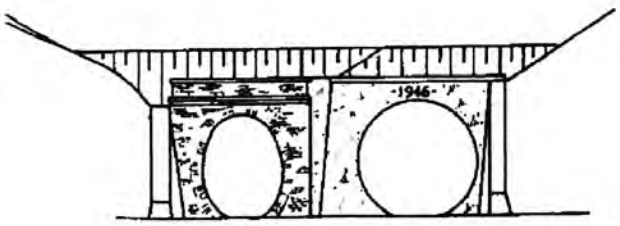


Fig.5. Søndre portal, gml. tunnel til venstre

Det var særlig ved portalene at avstanden mellom tunnelene var små. Utgravningene for portalene måtte derfor utføres med stor varsomhet. Da man omsider kom igang med skjolddriften gikk denne stort sett bra. På nordre parti var det et lag med «flytende sand» av stor mektighet som var bekymringsfull. For sikkerhets skyld ble derfor trykkluftanlegget montert og tunnelen ble drevet uten store problemer. Siste gang skjoldet ble skjøvet var 26. oktober 1944.

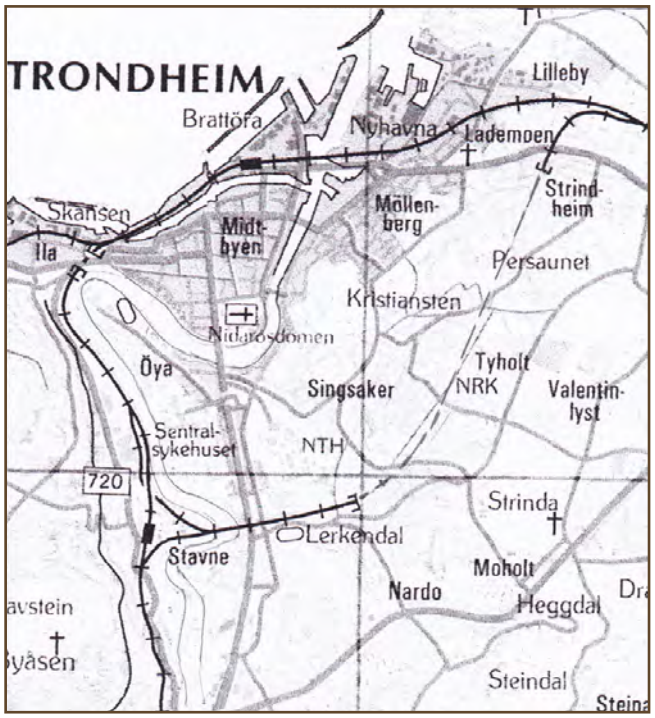


Fig 6. Stavne – Leangenbanen. Jordtunnel ved Lerkendal

Stavne- Leangen

Stavne -Leangenbanen er tverrforbindelsen mellom Dovrebanen og Meråkerbanen. Banetraséen medførte bygging av tunnel på nesten hele strekningen, total tunnellengde 2785 m hvorav 2517 m i berg. Av de resterende 268 m ble 70 m bygget i åpen grop. For resten ble det anvendt skjolddrift. Arbeidet ble påbegynt under verdenskrigen av den tyske okkupasjonsmakten. En tysk entreprenør, Kronikus, som angivelig hadde stor kompentanse i jordtunnelbygging ble engasjert. Entreprenøren satset på å starte byggingen i begge retninger fra en 20 m dyp sjakt omtrent midt på strekningen. Tyskerne hadde imidlertid ingen erfaring med norske grunnforhold, og fikk snart store problemer med grunnbrudd i de store sjaktene og måtte gi opp. Statsbanene som selv hadde en del erfaring med å drive jordtunnel (Bøn og Eidsvoll-tunnelene) overtok selv byggingen kort tid etter frigjøringen.

Grunnforhold

Tunnelstrekningen starter ved Lerkendal. I den ytre halvdelen av jordtunnelen var det relativt fast leire med lag og soner av finsilt (mjele). Grunnvannet lå typisk i 2 -3 m dybde. Omlag midtveis kom man inn i en kvikkleiresone med stigende overflate slik at det etter hvert ble kvikkleire i hele tverrsnittet.

Driftsmetoden

Det ble satset på skjolddrift fra den åpne byggegropen og inn til berget. Skjoldets ytre diameter var 8 m, og lengden var 5 m, noe lenger i bunnen. Det var det samme skjoldet som var blitt brukt ved Bøn og Eidsvoll. Stuffen ble avstemplet med planker og tømmer. Det ble arbeidet på flere nivåer fra en fritt bevegelig plattform inne i skjoldet. Man var forberedt på å måtte utføre den innerste delen av tunnelen, i kvikkleire-sonen, under overtrykk, og det ble derfor montert trykksluser for både materialer og mannskaper.

Etter hvert som tunnelen var drevet en viss strekning ble det indre, permanente betongskallet støpt ved hjelp av en flyttbar forskaling. Denne måtte demonteres for hver gang av hensyn til arbeidene i skjoldet.

Problemer under byggingen
Til å begynne med gikk byggingen ganske bra, men flere tilfeller med innrasing i stuffen av vannblandet finsilt ble et tiltagende problem. Man fryktet også at den sjakten som tyskerne hadde laget, «Kronibus-sjakten» ville skape stabilitetsproblemer, og traséen var derfor blitt forskjøvet ca 8 m. Likevel oppsto det diverse problemer da de skulle passere denne. Innrasningene, som de allerede hadde hatt, gjorde at de begynte med overtrykk tidligere enn forutsatt. Overtrykket var til å begynne med 0,9 ato, men ble gradvis økt opp til 1,5 ato for å holde massene ute. Selv med 1,2 ato oppstod det flere tilfeller med utblåsninger til overflaten. Dette søkte man å motvirke ved å kjøre på stein- og leirmasser oppe på terrenget for å holde jordmassen nede. Da trykket senere ble økt til 1,5 ato oppsto det et plutselig og dramatisk fall i trykket, men det lyktes å holde det på 1,0 ato.

Gravearbeidene i kvikkleire-sonen medførte noen spesielle problemer. Det viste seg at dette materialet heftet veldig sterkt til skjoldets overflate, og når så skjoldet ble skjøvet fremover fulgte en «leirkake» med og det ble stedvis et hulrom langs utsiden. Dette måtte fylles suksessivt ved injeksjon for å unngå setninger og deformasjoner av betongelementene. Omrøringen av kvikkleiren i bunnen medførte også at skjoldet sank ned. Skjoldet måtte derfor kjøres med mye større stigning enn forutsatt.

På grunn av alle disse problemene med grunnen ble det lange avbrudd i drivingen av jordtunnelen. I mens ble bergtunnelen drevet fra motsatt side med stor forsiktighet frem mot bergoverflaten hvor jordtunnelen skulle komme. Der ble det laget et større kammer for demontering og ut-transport av skjoldet. Det ble laget en tetningsskive et stykke bakenfor kammeret for å holde på trykket når den gjenstående bergstuffen ble brutt. Også dette bød på problemer da luften lekket ut gjennom bergets sprekkesystem.

Som nevnt foran startet arbeidene med dette tunnelprosjektet i 1945 men ble ikke ferdig før i 1950. Den lange anleggstiden skyldtes hovedsaklig den problematiske jordtunnelen ved Lerkendal.

Eidsvolltunnelen på Gardermobanen

I forbindelse med utbyggingen av Hovedflyplassen på Gardermoen ble det besluttet å forlenge den nye Gardermobanen frem til Eidsvoll. Dette medførte at banetraséen måtte komme under høydedraget like vest for Eidsvoll Prestegard og i en dybde på vel 20 m, se situasjonsplan fig 7. Området er rikt på kulturminner, derfor var det viktig å unngå ødeleggelser av terrenget. Man ønsket følgelig å utføre strekningen, ca 500 m, som jordtunnel.

Det ble innhentet anbud på prosjektet som totalentreprise, og et arbeidsfellesskap mellom AF Spesialprosjekt AS og det tyske firma Hoch & Tiefbau AG ble valgt. Rådgivende ingeniør i bygg, samferdsel og geoteknikk var Norconsult AS.

Hoch-Tiefbau hadde stor erfaring fra jordtunnelarbeider mange steder i Europa, men ingen erfaring med jordartene i Skandinavia. På forhånd hadde Norges Geotekniske Institutt utført omfattende grunnundersøkelser langs traséen. Disse viste at grunnen hovedsaklig besto av middels fast, lite sensitiv leire med hyppig forekommende lag og lommer av silt og finsand. Det var stor dybde til berg. Grunnvannsnivået lå stort sett i 3-7 m dybde. Typisk for området er at det er en stor leirterrasse som gjennom lange tider er skåret ned i bratte raviner.

Flere alternative drivemetoder ble vurdert på forhånd, bl. a bruk av stor tunnelmaskin, skjolddrift, og omfattende sikring med frysing.

Drivemetoden
Entreprenøren satset imidlertid på NATM- prinsippet som innebærer driving av atskilte stuffer noe forskjøvet i forhold til hverandre. Metoden krever

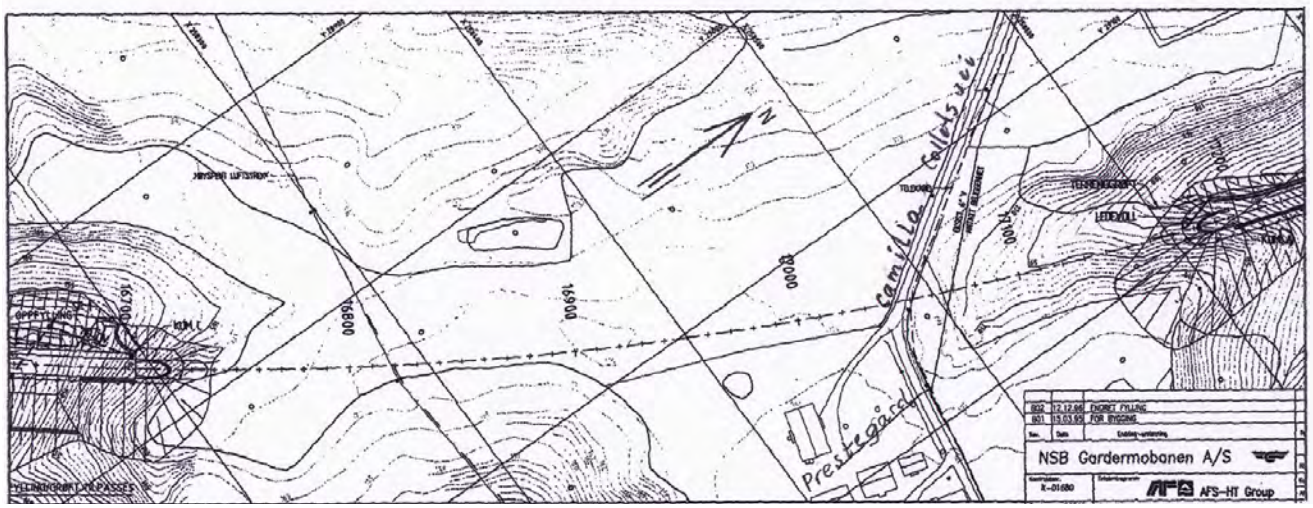


Fig.7. Situasjonsplan for tunnel på Gardermobanen

innsats av bare mindre maskinenheter, men krever desto større innsikt og kunnskap av mannskapene. Av mulige problemer fryktet man mest de "vannsyke" forekomstene av silt og finsand. Drenering av disse lommene var åpenbart svært viktig, og entreprenøren satset primært på montering av brønnspisser med vakuum. Da det ikke var tillatt å arbeide fra overflaten skulle brønnspissene monteres fra stuff suksessivt under fremdriften.

Drivemetoden går i korthet ut på følgende, se fig 8. Etter at forskjæringen er gravet og sikret graves feltene a og b ut i inndriftslengden som varierte mellom 0,8 og 1,2 m. Umiddelbart forsegles både sidene, bunnen og stuffen med et par lag sprøytebetong. Deretter monteres stålbuer og et ytre armeringsnett. Videre påføres sprøytebetong til innerkant stålbuer, og indre armeringsnett monteres. Til slutt økes sprøytebetonglaget til full tykkelse, ca 300 mm. Så følger videre inndrift til ønsket lengde.

Sidestollen, feltene c og d, utføres så i prinsippet på samme måte, og mellombuen kan da fjernes. Toppstollen har da en eggliknende form og kan derfor motstå de store trykkene både over, på sidene og under. Bunnen i toppstollen påføres så et midlertidig bærelag for transport av utstyr og personale. Denne toppstollen føres et langt stykke fremover, eventuelt på hele strekningen, før bunnstollen graves ut og sikres. Også her går man frem skrittvis med graving, forsegling og støping av resten av det hele skallet. Bunnen av toppstollen fjernes selvsagt suksessivt og gravestuffen sikres for hver inndrift. Til slutt blir det permanente innerskallet støpt.

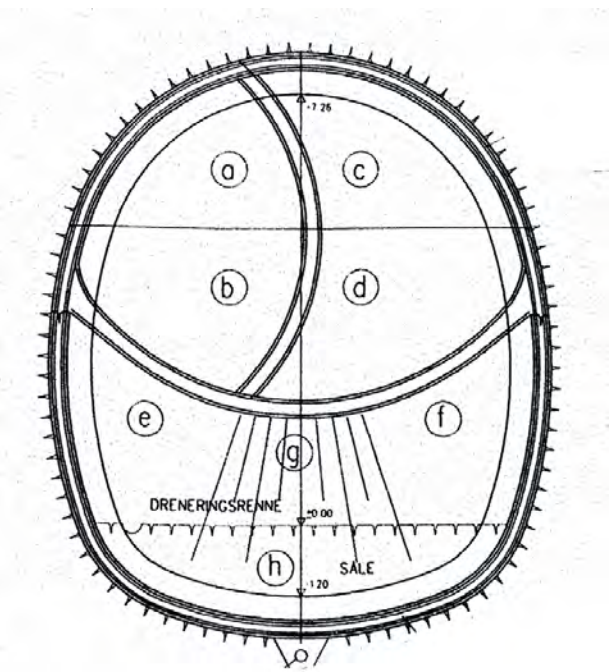


Fig. 8 Tunneltverrsnitt

Det viste seg snart at problemer med vannførende silt og finsand i høy grad var til stede. Metoden med vakumdrenering og brønnspisser virket dårlig. Det ble overveiet elektroosmotisk drenering, og det ble vel også gjort et halvhjertet forsøk med dette, men den tyske anleggsledelsen var lite interessert, forsto kanskje heller ikke hvordan denne metoden virket. For å komme videre gjennom det vanskelige siltpartiet og inn i hyggeligere leirforhold ble det foretatt frysestabilisering av massene, utført av Geofrost AS.

Det viste seg, som ventet at liknende problemer også oppsto hyppig videre. Flere alternative tiltak ble prøvet. Man endte tilslutt med å foreta drenering foran stuffen med dype pumpebrønner. (Anleggsrestriksjonene på terrenget var da opphevet) Dette viste seg tilfredsstillende. Fremdriften ble da bra, og hele toppstollen ble gjort ferdig. Tidlig en søndag morgen brøt imidlertid toppstollen sammen over en lengre strekning på søndre del. Denne strekningen måtte derfor senere utføres i åpen byggegrop, men blir ikke nærmere omtalt her.

Det ble utført en rekke undersøkelser for å finne årsaken til sammenbruddet. Det ble da oppdaget i den gjenstående delen at bunnskallet i toppstollen var blitt betydelig flatere enn forutsatt, og hadde dermed vesentlig mindre evne til å tåle trykket nedenfra. Det ble konkludert med at dette var hovedårsaken til sammenbruddet.

Til alt hell var det ingen aktivitet i denne delen av tunnelen da det skjedde.

Arbeidet med tunnelen ble utført i tiden 1995 til 1997.

Sluttkommentar

Det står stor respekt av de tunnelprosjektene som er gjennomført. Det gjelder ikke minst de tidligere prosjektene hvor man kjempet en nesten håpløs kamp med begrensede resurser mot store problemer i tunnelene. Det fremgår helt klart at de største problemene var knyttet til forekomster av finsand og silt under høyt vanntrykk. Effektiv drenering av slike lag er åpenbart helt påkrevet for å oppnå tilfredsstillende driveforhold. Høysensitiv leire (kvikkleire) skaper selvsagt også stabilitetsproblemer på stuffen, og dertil problemer med nedsynkning av skjoldet.

Ved nye prosjekter, spesielt når størrelsen ikke tillater store tunnelmaskiner, må det vurderes nøye å foreta omfattende drenering og stabilisering av grunnen på forhånd.

Referanser

- *R. Nicolaisen: Bøn og Eidsvoll tunneler (Teknisk Ukeblad 2. januar 1947 Nr 1*

- *H. Hartmark: Geotekniske observasjoner fra utførelsen av Tyholt jordtunnel (NGI Publikasjon Nr 11, 1955)*

- *Åsmund I. Strømnes: Norsk Hoved -jernbane og Eidsvoll 1845-1870. (Eidsvoll Historielag 2008)*

Hovedbanen og litt jernbanehistorie

I 1851 startet anleggsarbeidet med hovedbanen dvs. strekningen Oslo-Eidsvoll. Fem år tidligere hadde den britiske jernbaneingeniøren Robert Stephenson gjort en befaring i området og uttalt seg positivt om prosjektet. Robert var sønn av George Stephenson som hadde utviklet det moderne damplokomotivet.

Byggekontrakten ble inngått med entreprenørfirmaet Ricardo, Peto & Brassey. Ledelsen av arbeidet var britisk mens den alt vesentlige av arbeidsstokken, på det meste 1500 personer, var norsk. Arbeidet ble fullført på 3 år. En vesentlig del av linjen er bygget på løsavleiringer av leire, også kvikkleire, og silt. Området mellom Dal og Eidsvoll stasjon er kupert. Jordtunnelene som ble bygd er omtalt i egen artikkel. Strekningen Oslo – Strømmen sto ferdig i 1852 og til Eidsvold 1854.

Prosjektet ble gjennomført basert på norsk-britisk kapital, drevet av det halvoffentlige aksjeselskapet Norsk Hoved-jernbane fra 1859. Dobbeltspor mellom Oslo og Lillestrøm sto ferdig i 1904. Banen ble statsbane i 1926. Året etter var strekningen Oslo–Lillestrøm elektrifisert. Flytting av landets hovedflyplass til Gardermoen i 1998 medførte endring av trafikkbildet. Vi fikk Romeriksporten, ny banetrasé til Eidsvold via flyplassen og et nytt selskap for å betjene flytrafikken. Den nye Gardermobanen mellom Oslo og Eidsvoll supplerte fra 1998-99 Hovedbanen. Alle fjerntog ble flyttet til den nye linjen. På den gamle linjen ruller i dag bare gods- og lokaltog.

Norsk TBM-historie - fra Bøhn til i dag

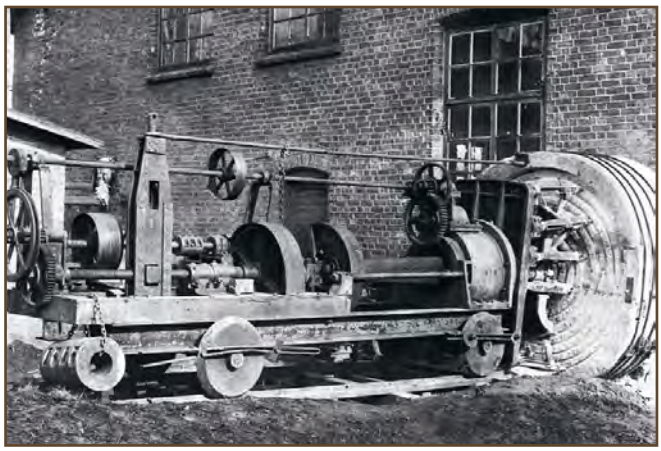
Arnulf M. Hansen

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-konseptet 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 1983, 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 økt 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 diametre 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 arbeidsfelleskap 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 fullprofilteknologien 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 TBMen 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 TBMen, 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 kvartskeratofyr, 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 gruvedrift. 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 tverrslag 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 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 anbudsforespørsler.

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 TBMer 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 (Høyer-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 grunnfjells- bergarter, 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.

Glommedal overføringstunnel, Ulla-Førre anlegget. Massive granitt- og gneisbergarter. Foto: NTH (NTNU)

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-back-slip-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 45grader 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-Høyer AS 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.

I 1985 benyttet Astrup-Høyer samme maskin til å bore den 1370 m lange x 45grader trykksjakten på Nyset-Steggje kraftverk. Sjakten ble fullført på 7 måneder, inklusiv 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.

TBM-sjakt, 45 grader, Sildvika kraftverk. Foto: Thor Skjeggedal.

Bergmekaniske utfordringer på Kobbelvanlegget

Under TBM-boringen ved Kobbelvanleggene 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 TBMen. 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 tangentiale 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-Statkraftverkene og anerkjente bergmekaniske eksperter var av den oppfatning at konvensjonell tunneldriving ville ha forverret sprakefjellsproblemene over lengre strekninger enn for TBM boringen pga. påvirkning fra sprengningen.

Veitunneler

Statens vegvesen boret i perioden 1984-1986 to parallelle tunneler, tils. 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

"Madam Felle" – gjennomslag på sørgående tube, Fløyfjellstunnelene. Foto: Arnulf M.Hansen

diameter på TBM'en. Omfattende strossing i sidene for å få full kjørebanebredde i de to tunnelløpene 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 etterspregning eller utstrossing fra 30,7 m^2 til 52,5 m^2 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 skyltes utenforstående forhold.

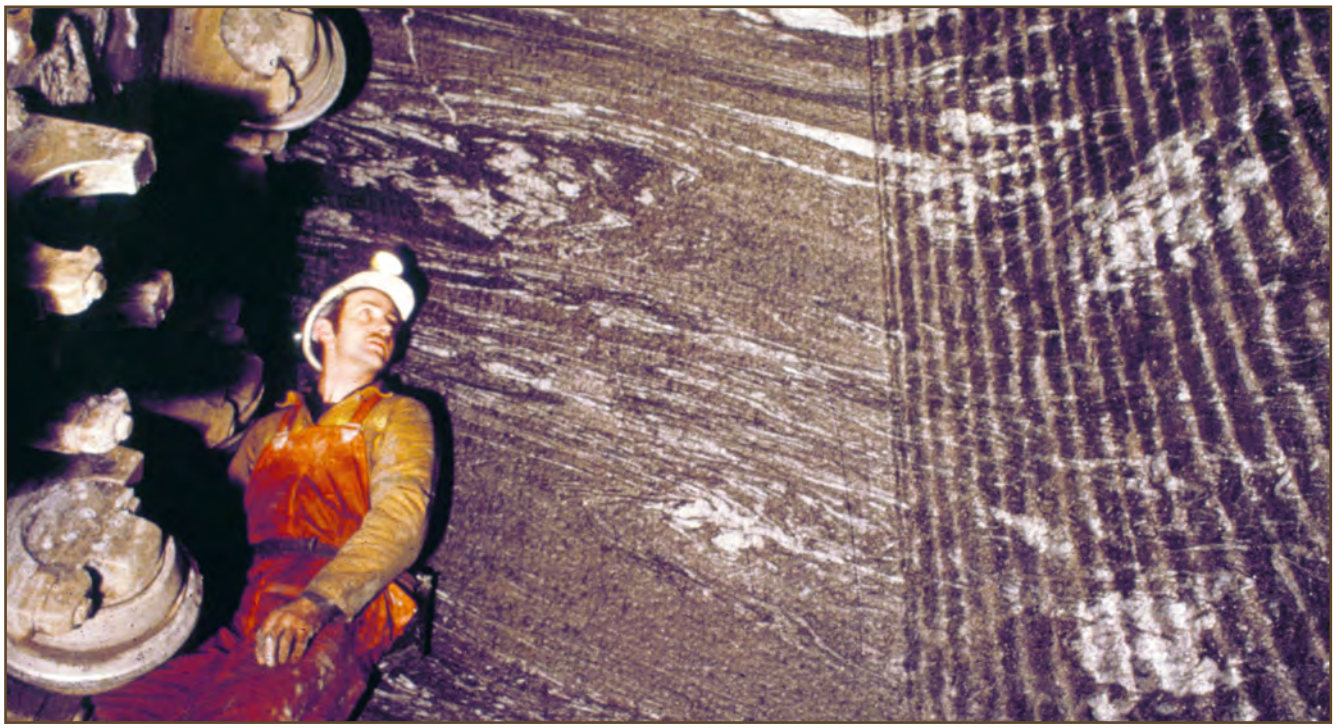
Oppgradering av Nedre Vinstra kraftverk

Oppgradering og utvidelse av eksisterende Nedre Vinstra kraftverk ble i 1986 lagt ut på anbud for å øke kraftproduksjonen til det doble.

Planen inkluderte en utvidelse av tverrsnittet til den eksiterende tilløpstunnelen fra 32 m^2 til 52 m^2 ved å strosse tunnelsålen langs hele lengden på 17 km.

For å minimere inntektstap 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 parallell 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 TBMer 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 bygd om fra 4,5 m til 4,75 m diameter. De to TBMene startet å bore i motsatt



Overføringstunnel, 4,5 m i diameter på Ulset kraftverk boret med Robbins TBM 148-213

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 strossing av tunnelsålen med vanlig sprengning. Men inntektene fra kraftproduksjon i anleggstiden for TBM-tunnelen mer enn oppveide for de ekstra drivekostnadene.

Fem TBMer på Svartisenprosjektet

I samarbeid med Statkraft introduserte The Robbins Company i 1988 sine "High Performance" TBMer 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 4,3m) og modell 1215-257 (Ø 3,5m) 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 Svartis-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 snunisjer.

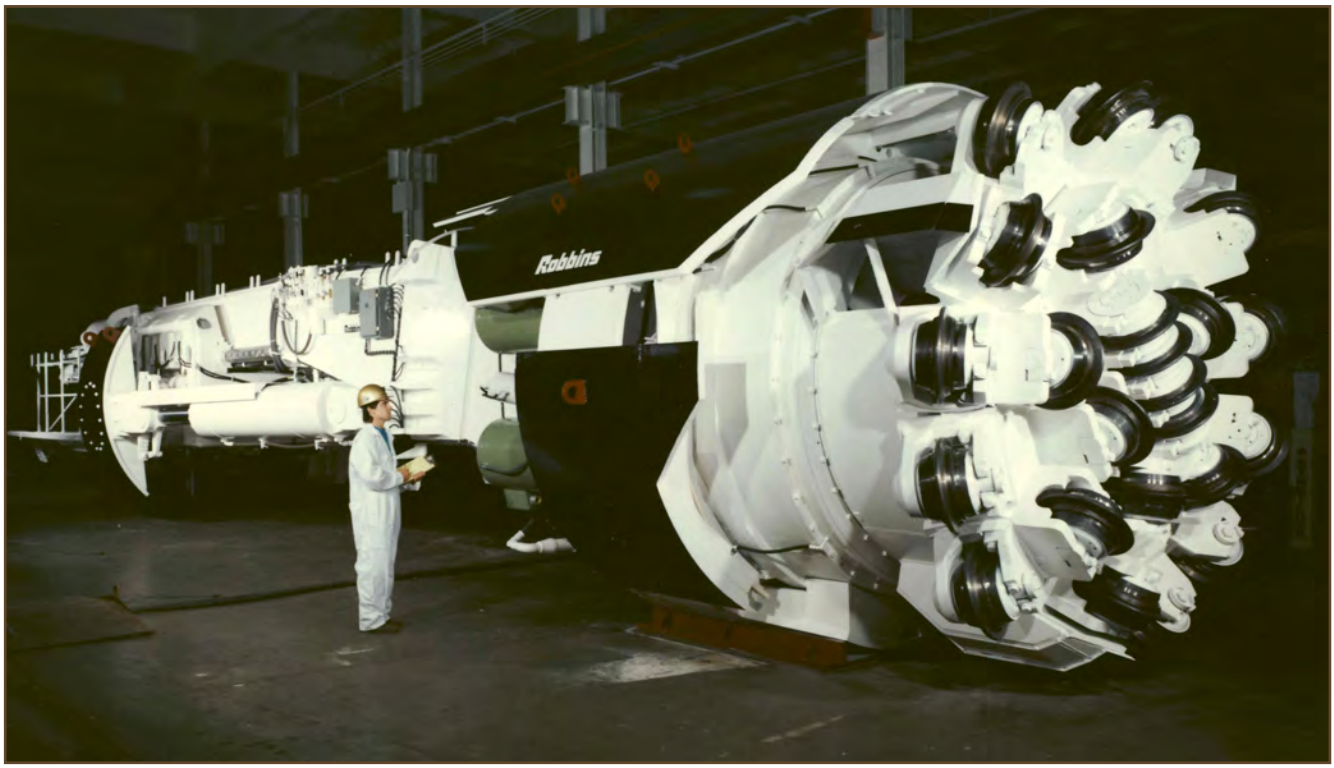
Tunnelboremaskinen fra Glommedalen, Ulla-Førre anlegget og fra Reinoksvatn, Kobbelv-anlegget, TBM 117-220 boret først en 9,3 km lang "takrenne"-tunnel på vestsiden av isbreen før den ble flyttet over til Trollberget hvor den boret en 6,2 km grentunnel i Vegdalen. I november 1991 satte maskinen til da, 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 TBMene 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 TBMene 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. Kutterringen som var splittet i to halvdeler, muliggjorde skifte av kutterringen på stuff uten å løsne kutteren fra borhodet. Konklusjonen fra den noe begrensede testingen som ble foretatt på TBMer på Trollberget i utvalgte posisjoner på borhodet, var at konseptet fungerte og at det var et interessant alternativ for kuttere i slitende bergarter. Men det var nødvendig med noen modifikasjoner av kutteren og rom for forbedringer av låseringen som holder kutterringen på plass.

Rekordinndrifter på Meråkerprosjektet

Merkraft, et arbeidsfelleskap mellom Eeg-Henriksen



Robbins HP TBM 1215-265, 3,5 m i diameter. Foto: The Robbins Co.

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 overføringstunnelen 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

Prosjekter i Norge:

Statkraft	102 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	73 km
(*: nå Veidekke)	
Furuholmen	35 km
VSF (Veidekke/Selmer-Furuholmen)	17 km
Hordaland Vegkontor/Statens Vegvesen	8 km
Kruse Smith	8 km
Sulitjelma Gruber	5 km
Merkraft (Veidekke og Eeg-Henriksen	10 km
Til sammen boret (1972-1992)	258 km

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
Tunnellengder, til sammen	92 km

Fordeling av TBM-prosjekter i Norge

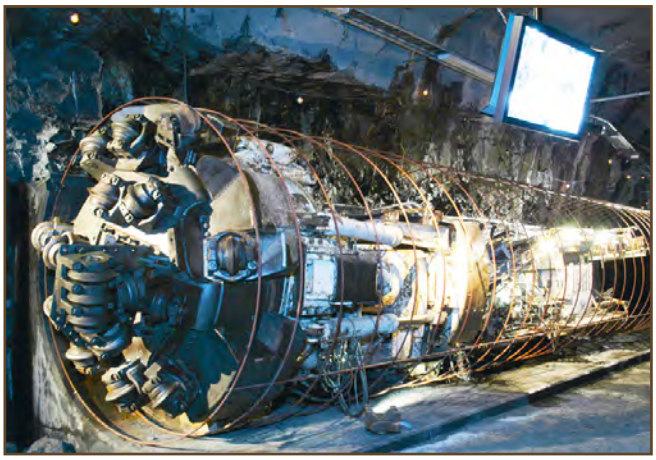
• Vannkraft	184 km	71 %
• Kloakk	59 km	23 %
• Vei	12 km	
• Vannforsyning	1 km	
• Andre	2 km	
Totalt	258 km	

Diametere-TBM-borede tunneler i Norge

• < 3,0 m	12 km	
• 3,0 - 3,5 m	133 km	52 %
• 4,3 - 5,0 m	84 km	33 %
• 6,0 – 6,5 m	14 km	
• 7,8 – 8,5 m	15 km	

TBM-produsenter involvert i prosjekter i Norge

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
Totalt	30	49	258 km



Robbins TBM 81-118, 2,59 m diameter med 11" kuttere utstilt i Fjellsprengningsmuseet. Foto Ole Flatmark .

Fjellsprengningsmuseets TBM

Som en hedersbevisning til Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk 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 Fjellsprengningsmuseet.

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 elleve 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

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.

fikk betegnelsen "High Performance" tunnelboremaskiner for boring i harde bergarter.

Dessverre falt dette sammen med sluttfasen 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 2004 gjennom å påta seg oppdrag i utlandet, enten som underentreprenører eller som partnere i arbeidsfellesskap.

Til sammen er det 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 utenlandssatsning 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 arbeidsfelleskap 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

10,2 m diameter dobbeltskjoldmaskin med tilhørende bakrigg under montering. I bakgrunnen lager for betongsegmenter.
Foto: Herrenknecht AG

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 konsulentselskapene 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.

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 15 m. En ledende tysk maskinleverandør har utviklet og skal levere i 2012 en 19,2 m diameter skjoldmaskin til en russisk entreprenør for et veitunnel-prosjekt i St. Petersburg.

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.

De to største skjoldmaskiner som til nå er produsert og satt i drift, ble levert av Herrenknecht for et prosjekt i Shanghai. Maskinene med diameter 15,43 m boret to 7,2 km lange parallelle 3-felts veitunneler under elven Yangtze.

Frem til årsskiftet 2011/12 har Herrenknecht levert eller har i produksjon ca. 210 maskiner med diameter større enn 8m, hvorav ca. 65 maskiner for harde bergarter. De fleste er skjoldmaskiner av forskjellige typer. Robbins har levert eller har i produksjon i størrelsesorden 80 - 90 tunnelboremaskiner med diameter større enn 8 m. De fleste er beregnet på boring i hardt berg. Både Wirth og NFM har levert en rekke store diameter tunnelmaskiner for både harde og løse bergarter. Entreprenør og maskinprodusent SELI er også en betydelig aktør innen tunnelboring i både harde og løsere bergarter. SELI har spesialisert seg på boring med skjoldmaskiner.

Fremtidige samferdselstunnelprosjekter i Norge

Vestkorridoren – Ny E18 i tunnel. 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 utforing 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 kjørebanen 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 350-500m tunnel. Tverrforbindelsen i en TBM- tunnel foret med betongelementer, kan avhengig av bergartsforhold, drives med enten roadheader, hydraulhammer, med wiresaging, eller med forsiktig sprengning. Wiresaging er absolutt å foretrekke ut fra plasshensyn og arbeidsmiljø. Wiresaging vil gi god overflatekvalitet.

Arbeidsmetoden blir å fjerne aktuelle segmenter i hovedløp etter at området er injisert og åpningen er avstøttet med stålkonstruksjoner. Tilsvarende arbeidsmetode kan benyttes for å etablere nisjer (havarinisjer, snunisjer, pumpesump etc.)

Ramper, på- eller avkjøringer etableres gjerne med vanlig tunneldriving mot hovedløp. Gjennomslag forberedes ved å punktere tunnelforingen (lining) slik det gjøres for evakueringsforbindelsene.

Follobanen

Jernbaneverket har besluttet å bygge nytt dobbeltspor mellom Oslo og Ski, en strekning på ca. 22 km hvorav ca. 19 km i tunnel. Tunneltraseen er designet for høyhastighet med 250 km/t. Utbyggingen vil inngå i den videre satsingen på dobbeltspor til Halden. Det er bestemt at tunnelen skal bygges med to løp og med tverrforbindelser for hver 500 m for evakuering. Tunnelløpene skal bygges med vanntett betong-foring som skal ta rede på vann- og frostsikring. Det er 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 kostnadsmessig står metodene nær hverandre. Når det gjelder de «myke» verdier som miljø og påvirkning på omgivelsene er TBM metoden å foretrekke. Endelig sammenligningsrapport ventes å foreligge våren 2012. Følgende scenarier kan tenkes; en av metodene eller begge alternativer legges ut på anbud – og lar markedet bestemme prisen på anleggsprosjektet.

Startportal for åpen Hard Rock TBM. Foto: The Robbins Co.

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, Svartisenprosjektet 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 sonderborings- og injeksjonsopplegg i forbindelse med TBM-drift som verdens anleggsbransje hadde sett så langt. Norske entreprenører i samarbeid med utenlandske partnere utviklet ustyr og metoder for vanntetting av tunneler ved boring med åpen Hard Rock TBM.

Ved konvensjonell drift er det god tilgang til stuffen 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 stuff 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 erstatte sonderboring og injeksjon, fjellsikring og vann- og frostsikring, samt gi vesentlig gunstigere forhold for fremtidig vedlikehold, så vil en slik løsning kunne konkurrere med tradisjonelle norske løsninger. Dette gjelder særlig for trafikktunneler 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 drivemetode.

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, og boringen er forventet avsluttet i løpet av 2013. Det er planlagt for åpning av togtrafikk i 2015.

Hallandsås-prosjektet ser nå ut til å kunne fullføres med TBM som drivemåte.

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 drivemetode 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 arbeidstids-bestemmelsene 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 timer per uke etter godkjennelse av Arbeidstilsynet og arbeidstakerorganisasjoner.

Dette er hilst velkommen av både entreprenører og underjords arbeidstakere, spesielt av langpendlere som får lengre fritid hjemme.

TBM tunnel med diameter 14,2m, utforet med betongsegmenter. Foto: Herrenknecht AG

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. CO_2-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.

Titanias dagbrudd på Tellnes. Verdens største forekomst av ilmenitt.

Gjøvik Olympiske Fjellhall- Hvordan kunne den bli til?

Jan A. Rygh, Helge Simenstad

Gjøvik by kom på verdenskartet, da verdens største publikumshall i fjell ble innviet 6.mai 1993. En storstilt seremoni ble gjennomført i fjellhallen. Til stede var bl.a. kongeparet, OL-sjef Gerhard Heiberg, flere statsråder, ordføreren og andre notabiliteter sammen med 5000 innbudte gjester. Kulturminister Åse Kleveland fikk æren av offisielt å åpne hallen, og det ble gjennomført et flott åpningsprogram. Mange rosende ord ble uttalt og mange politikere og andre kunne sole seg i suksessen. Hallen var ferdigstilt 3 måneder "før skjema" og sto gjennomprøvd og klar til de XVII Olympiske vinterleker i februar 1994. Fjellhallen fikk enorm oppmerksomhet og ble via TV presentert for hundrevis av millioner seere verden over.

I etterkant kan man spørre seg:

Hvordan kunne denne helt eksepsjonelle ishallen bli til på Gjøvik?

I det følgende vil vi med store sprang i tid prøve å nøste opp de viktigste hendelser som over en periode på over 20 år førte frem til at dette kjempeanlegget ble bygget.

Forspillet

Vi må helt tilbake til 1960-årene.
Verden opplevde en tid med "kald krig" og atombomben var det store spøkelset. Sivilbefolkningen skulle beskyttes og store bevilgninger ble satt av på Statsbudsjettet for bygging av offentlige tilfluktsrom.

Konsulentfirmaet Fortifikasjon AS, som hadde spesialisert seg på planlegging av såkalte beskyttende anlegg som tilfluktsrom og liknende, kom til å spille en signifikant rolle gjennom hele prosessen som førte frem til byggingen av Fjellhallen på Gjøvik. Firmaet ble etablert i 1966. Gründere var Olaf Gundersrud og siv.ing Harald Huth, begge opprinnelig fra Sivilforsvaret. Vi vil følge denne prosessen gjennom flere hendelser helt frem til planleggingen og ferdigstillelsen av Gjøvik Olympiske Fjellhall.

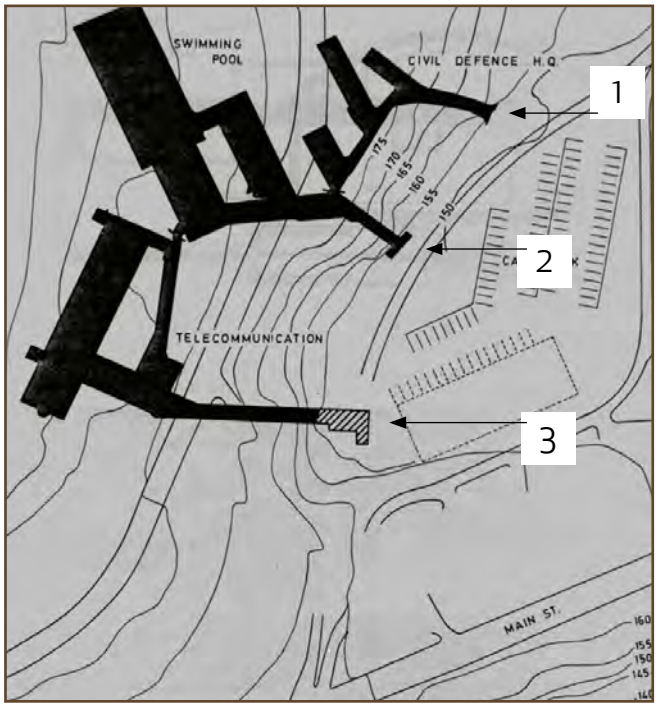
Etter en beskjeden oppstart i 1966 ble sivilingeniør Jan A. Rygh i mai 1968 ansatt som sjefsingeniør i Fortifikasjon AS. Rygh kom fra stillingen som major/overingeniør i Forsvarets bygningstjeneste, Fortifikasjonsseksjonen.

I 1968 -69 kom det inn flere oppdrag til firmaet som fikk direkte innflytelse på utviklingen på Gjøvik
Det første oppdraget kom fra Teledirektoratet. Bakgrunnen var som følger:

Televerket sto foran en gigantisk utbygging av telenettet. Det var ansett som strategisk viktig å beskytte disse nye anleggene. Rygh fikk oppdraget med å gjennomføre en "Fortifikatorisk analyse" av televerkets anlegg. Analysen inkluderte også forslag til forskrifter for televerkets beskyttende anlegg. Av beskyttelsesmessige grunner ble fjellanlegg anbefalt, hvor dette var hensiktsmessig.

I Gjøvik sto man foran en større utbygging. Her lå forholdene vel til rette for et anlegg i fjell. Stedet var Røverdalen nesten midt i Gjøvik sentrum. Allerede i 1950-årene var det her sprengt ut noen primitive haller som tilfluktsrom samt en kommandoplass for Sivilforsvaret. Det passet bra å legge Televerkets nye sikrede anlegg inn i dette fjellet.

Planleggingen startet allerede i 1968 og høsten 1970 var sprengningsarbeidene i gang. Et annet oppdrag, som fikk en mer indirekte betydning for Gjøvik, kom fra Odda kommune. Kommunen hadde behov for en idrettshall for håndballspill, men det var vanskelig å finne tomt. Kommuneingeniør Arne Kjos fikk ideen om å bygge en hall i fjell. Inspirasjonskilden var den flotte kraftstasjonshallen i fjell på Tysse. Med 50 % økonomisk støtte fra Sivilforsvaret og tippemidler fra Staten kunne det bli et lønnsomt prosjekt. Og slik ble det.



1. Sivilforsvaret, 2. Svømmehall, 3. Televerket.

Oddahallen ble den første idrettshall i fjell med internasjonale mål for håndballspill. Hallen sto ferdig våren1972. Den ble en teknisk og økonomisk suksess og fikk stor oppmerksomhet. Den ble med hell brukt i markedsføringsøyemed som et godt eksempel på fredsutnyttelse av tilfluktsrom.

Da Televerket startet opp sin planlegging i Røverdalen ble det også lagt planer for en betydelig utvidelse og modernisering av Sivilforsvarets kommandoplass.

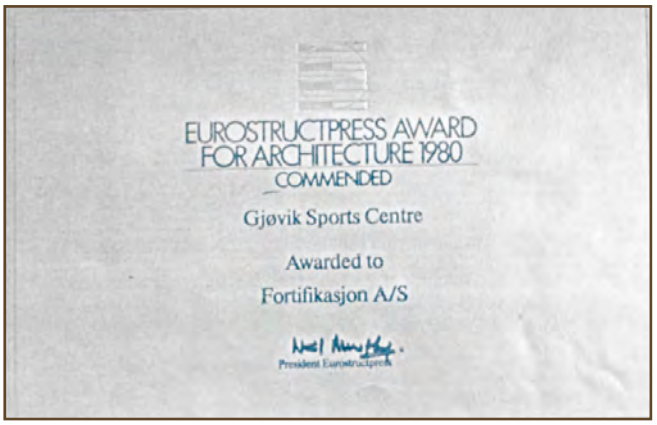
Gjøvik kommune hadde samtidig planer om en ny svømmehall. Teknisk sjef Helge Simenstad la frem ideen om å bygge svømmehallen i fjell som nabo til Televerkets og Sivilforsvarets anlegg. Eksempelet fra Odda hadde smittet og Gjøvik svømmehall i fjell ble det neste store fjellanlegget som med hell kombinerte fredsutnyttelse av tilfluktsrom. Et forprosjekt ble godkjent og etter detaljplanlegging startet arbeidet med hallen umiddelbart. Slik ble det til, at fra 1970 og frem til åpningen av svømmehallen 25. august 1975, foregikk det et intenst anleggsarbeid i Røverdalen. Av situasjonsplanen fremgår anleggenes plassering i fjellet. Det er i alt 6000 m² netto grunnflate i de tre anleggene og utsprengt ca 30.000 m³ fast fjell.

Fjellet var forbausende bra og arbeidet ble gjennomført uten nevneverdige uhell.

Av massene bygget Gjøvik kommune en større molo og anla en tidsmessig småbåthavn i Mjøsa.

Fortifikasjon AS hadde totalprosjekteringen av alle disse anleggene med siv.ing Harald Huth som prosjekteringsleder for alle anleggene i Røverdalen Dipl. ing Kaare Backer & Co AS var hovedentreprenør. Ingeniørgeologien ble ivaretatt av NOTEBY AS ved sivilingeniør/ingeniørgeolog Per Bollingmo.

Svømmehallen ble en suksess og den fikk stor internasjonal oppmerksomhet. Etter den internasjonale konferansen"Rock Store 77" i Stockholm i 1977, besøkte en delegasjon fra 13 nasjoner hallen.



Gjøvik svømmehall i fjell 1975. Fotograf Simonsen

I Paris, i 1980, fikk "Gjøvik Svømmehall i fjell" den gjeve Eurostructpress Award for Architecture 1980.

På Gjøvik høstet man derfor tidlig positive erfaringer når det gjaldt anlegg i fjell. Dette ga mersmak for større utnyttelse av fjellet i Røverdalen under Hovdetoppen og fantasiprosjekter ble det mange av som årene gikk, men tiden var ennå ikke moden for det.

1979. Liåsen ishall og svømmehall i fjell i Oslo. Prøvekaverne med spennvidde 60 m

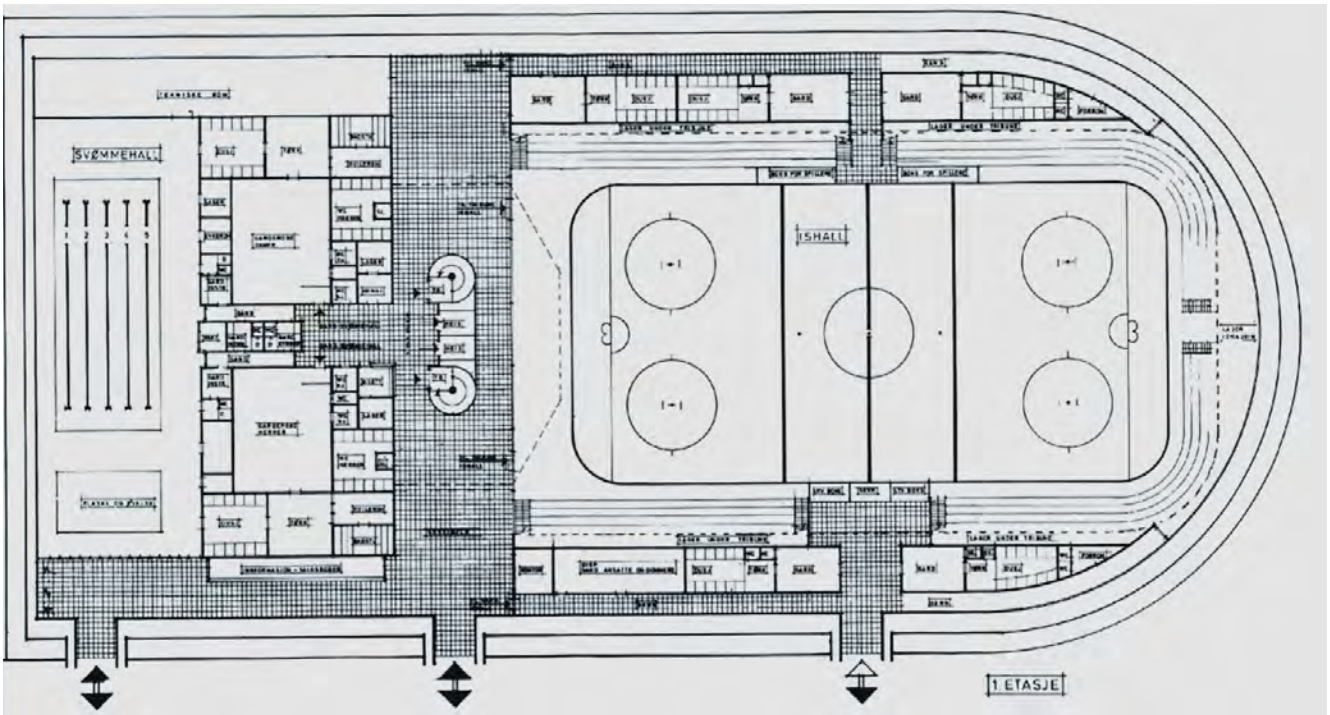
Dette prosjektet skapte *drømmen om en ishall fjell.*

For å øke berggrunnens betydning som resssurs ønsket norsk fagmiljø i 1970-årene, å anlegge et forsøksanlegg med en fjellhall med spennvidde opptil 60 m.

Norges Vassdrags og Elektrisitetsvesen (NVE) tok derfor i april 1976 initiativet til opprettelsen av en nasjonal komité med representanter for NTH, NVE, Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Statoil for å se på mulighetene for dette. Flere aktuelle områder ble undersøkt, men det viste seg å bli vanskelig å finansiere et slikt prøveprosjekt. Konsekvensen av dette var at man først måtte finne en bruker og så utforme prosjektet etter det faktiske behov.

Ideen om ishall kombinert med svømmehall i fjell ble presentert i tidsskriftet "Dyno Internt" i en artikkel allerede i 1974 (Rygh/Linde). Dette kunne være en ide: Å kombinere en slik bruk med en prøvekaverne.

En arbeidsgruppe finansiert av NVE, NGI og Dyno ble etablert i september 1978. Ideen om kombinasjonen ishall/svømmehall ble adoptert, og Rygh ble engasjert som Dynos representant i gruppen. Oslo-området pekte seg klart ut som det best egnede område for et slikt prosjekt. Liåsen ved Grønmo i Oslo syd viste seg å være ideell. Arbeidsgruppen hadde et nært samarbeid med tekniske etater i Oslo kommune, Statens Ungdoms- og Idrettskontor samt Sivilforsvarets Sentralledelse. I mai 1979 ble et detaljert prosjekt for ishall/svømmehall i fjell i Liåsen fremlagt for Oslo kommune. Fortifikasjon A/S hadde som deloppgave utarbeidet planene for utnyttelse av bergrommet i fredstid og som tilfluktsrom. Fordelen med å bygge i fjell var mange. Kombinasjonen ishall/svømmehall var energimessig nærmest ideell og at de totale kostnader for drift og vedlikehold i et fjellanlegg var langt lavere enn et tilsvarende anlegg i dagen. Prosjektet var "sponset" av de involverte parter med 1 mill. kr.



Liåsen ishall og svømmehall i fjell. 1.etg. Tegning: Fortifikasjon AS

Oslo kommune, som da nettopp hadde investert millioner i Holmenkollen, måtte takke nei til å gjennomføre et slikt prosjekt, men konklusjonen var klar:

Det ville vær fullt mulig å bygge et anlegg med 60 m spennvidde i gode bergarter.

En drøm var skapt, og denne konklusjonen fikk senere betydning mer enn 10 år senere da ishallprosjektet på Gjøvik dukket opp.

1981. Oppkjøringen til vinter-OL 1994 på Lillehammer

De første ideene om å søke vinter-OL til Lillehammer kom opp høsten 1981. Det var imidlertid under sommerlekene i Seoul i 1988 at presiden Samaranch kunngjorde: The decision is Lillehammer. Alle idrettsarenaene var planlagt i Lillehammer-Hafjell og Kvitfjell. OL- søknaden forutsatte 4 ishaller på Stampesletta, 2 permanente og 2 provisoriske haller.

Lillehammer kommune innså at det å bygge 4 ishaller på Stampesletta ikke var riktig. Lillehammer Arkitektteam AS (A. Sletten) fikk i oppdrag å utrede hallplassering for is-aktivitetene. Konklusjonen var at det trengtes 4 konkurransehaller, og at det burde plasseres en hall på Gjøvik og en hall på Hamar.

Naturlig nok utløste denne konklusjonen stor aktivitet i Gjøvik kommune både i kommuneadministrasjonen, politisk og ikke minste i det lokale næringsliv. Forventningene var store.

En viktig aktør var Norges Ishockeyforbund. På et møte i april 1989 med lokale initiativtakere og Gjøvik kommune gikk ishockeypresident, Ole Jacob Libæk, inn for en hall på Gjøvik. Dette resulterte i at formannskapet i juni 1989 opprettet en egen ishallkomité.

Rygh og Simenstad laget den første skissen av fjellhallen på en serviett. Foto: Brynjar Eidsstuen

Ishallprosjektet ble utover mot høsten 1989 mer konkret og det var flere møter mellom kommunen og LOOC (Lillehammer Olympic Committee). Lokale initiativtakere presenterte etter hvert flere hall-løsninger.

I september 1989 dukket det imidlertid opp en ny ide til ishall, nemlig å plassere den i fjellet under Hovdetoppen med inngang fra Røverdalen. Starten på denne prosessen kom til på en litt original måte.

Fortifikasjon A/S hadde hatt et oppdrag med ENØK-studier for svømmehallen. Rygh sammen med to VVS-ingeniører fra Fortifikasjon A/S hadde inspisert arbeidene sammen med Simenstad. Dagen ble avsluttet med en middag på Strandhotellet. Simenstad forteller da at Gjøvik var tildelt en ishall for den kommende vinterolympiaden.

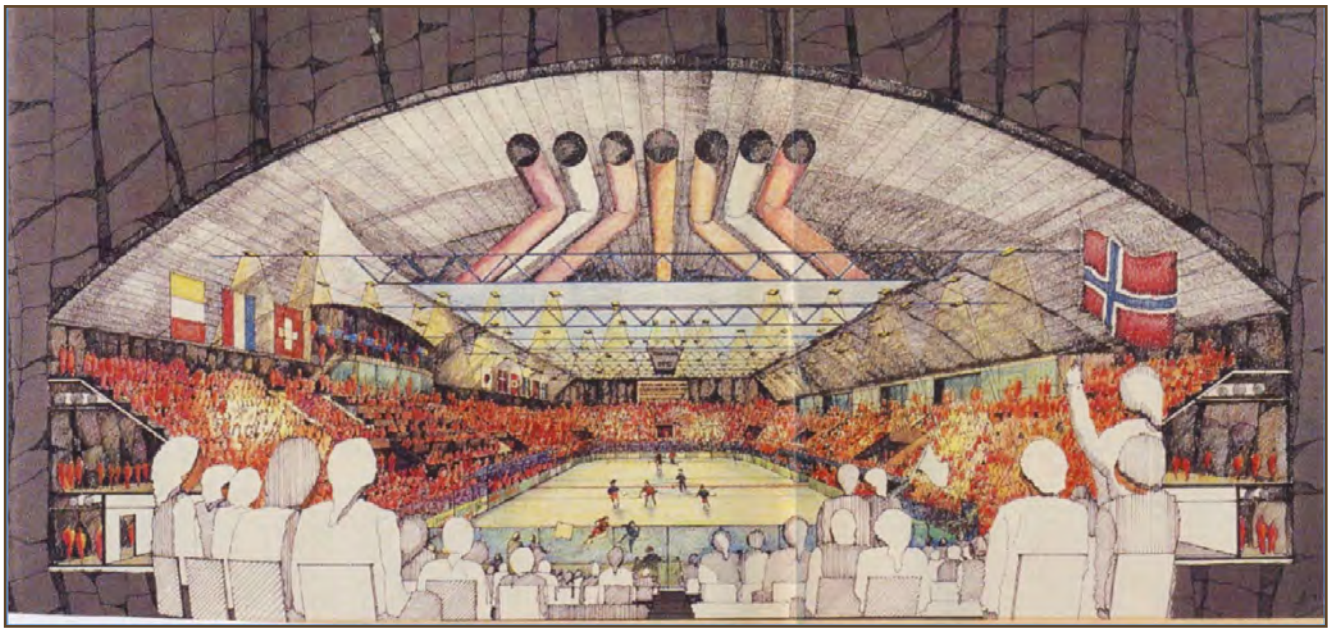
Rygh forteller at han følte som om lynet hadde slått ned. En gammel drøm kunne kanskje realiseres. Han reiste seg, strakte ut armene og gikk rundt i restauranten som et fly før han igjen landet på stolen ved siden av Simenstad og sa: Da bygger vi den i fjell! Enig? Simenstad, som lenge hadde syslet med den samme tanken, var enig. Utover kvelden satt de to ingeniørene og skisserte ishallen på en serviett, men hva nå?

Som flere andre arkitektkontorer og rådgivende ingeniørfirmaer, lå Fortifikasjon A/S i start- gropen for å posisjonere seg for oppdrag i forbindelse med det kommende OL.

I september 1989 var ishallen på Gjøvik det mest konkrete, men det var et risikofylt prosjekt å gi seg i kast med. Det ville koste atskillig, bare å komme i gang og stor usikkerhet om det overhode kunne bli noe av. Firmaet hadde ikke råd til det.

Da ble Dyno Industrier Sprengstoffdivisjonen redningen!

Et par dager etter møte på Gjøvik avtalte Rygh møte med direktørene Odd Haga og Åsmund Helge Bjørge i Dyno på Hurum. Sammen med Rygh deltok siv.ing. Per Bollingmo. Ideen om en ishall i fjell ble fremlagt og vakte interesse. Ishall i fjell var ikke ukjent for dem. Dyno hadde jo vært med på Liåsen-prosjektet. Etter presentasjon av prosjektet og Bollingmo garanterte for godt fjell, spør Odd Haga: Hvor mye trenger du da Rygh? På stemmen hans skjønte Rygh at han var tent og interessert. Etter litt nøling, hvor tallene 50.000 og 100.000 kroner suste gjennom hodet, sier Rygh: Ett hundre tusen! Vær så god, sett i gang!! sa direktør Haga og slo ut med armen. Rygh sang i bilen fra Hurum og tilbake til Oslo og var hes da han kom hjem.



De første skissene av anlegget skapte interesse i Gjøvik kommune. Tegn. :Ark. Moe & Levorsen

Fjellhallen blir til på tegnebrettet

I januar 1990 vedtok formannskapet på Gjøvik at kommunen var villig til å bygge en ishall til bruk under OL-94 under forutsetning av at kommunen fikk et tilskudd på 85 mill kr.

Det skulle utarbeides alternative ishallprosjekter, hall i fjell og frittstående hall i dagen. For frittstående hall forelå i alt 8 alternative plasseringer: Øverby, Vardal idrettsplass, Huntonstranda, Rutebilstasjonen, Støperitomta, Hunton bruk, Røverdalen og Kallerud.

Kallerud som lå i skoleområdet, syntes å seile opp som favoritt. Det var åpenbart at et ishallprosjekt i fjell ville møte hard konkurranse.

I Fortifikasjon A/S gikk man en hektisk tid i møte. Flere områder måtte avklares, bl.a. geologien, finansiering, støttespillere, samarbeidspartnere.

Erfaringene med fjellet i Røverdalen var god. Svømmehallen hadde et spenn på 20 m, men det var jo en drastisk økning å gå opp til 60 m spenn.

NOTEBY AS ved Per Bollingmo, hadde gått inn i prosjektteamet på "No cure no pay"-basis. Han fikk derfor ansvaret for viktige spørsmål knyttet til geologi. På det aller første planleggingsmøte ble han konfrontert med følgende dramatiske spørsmål: *Er det mulig å bygge en hall med 60 m spennvidde i Røverdalen uten for store vanskeligheter. Er svaret nei, så stanser vi alt arbeid her og nå, er svaret ja så setter vi full kraft på. Per Bollingmo svarte: Det er fullt mulig!*

Med det gikk startskuddet.

Siv. ing Harald Huth fikk jobben som prosjekteringsleder. Han var en erfaren og dyktig ingeniør/arkitekt, men trengte nå profesjonell bistand av arkitekter. Det var vanskelig å få arkitekter til å gå inn i et så risikofylt prosjekt som på dette tidspunktet kunne innebære store tap. Heldigvis meldte arkitektfirmaet Moe og Levorsen AS seg. Det var et heldig valg og snart forelå det perspektivskisser som på en god måte fremstilte dette åpenbart storslagne prosjektet. Dette bidro til å avklare hva et fjellanlegg innebar. Gjøvik kommune tente på dette.

Oppdraget om forprosjekt i fjell ble gitt av kommunen til Fortifikasjon A/S i februar 1990. Tidsfristen for fremleggelse av et komplett prosjekt ble satt til 1. september 1990. Kommunen ville ikke bære kostnadene til utarbeidelse av dette prosjektet. Det ble avtalt at Fortifkasjon A/S skulle få kr 100.000 for jobben dersom hallen ble bygget. Igjen trådte Dyno til med økonomisk støtte. Det gjorde det mulig å komme videre.

I Stortingsvedtaket 23. april 1990 ble det bekreftet at Gjøvik kommune var tildelt 85 mill kr til ishall. Kommunen fikk nå eneansvaret for å få frem et ishallprosjekt til det kommende OL.

Innsamling av penger og markedsføring

Et anlegg i fjell ville i første omgang bli dyrere enn et bygg i dagen. Erfaringsmessig 10-20%. Dette gapet burde dekkes.

Industrifondet var en mulig kandidat for søknad om ekstra midler. Et anlegg med 60 m spennvidde hadde et potensial i seg både som forskningsobjekt samt også prestisjemessig i eksportøyemed. I nært samarbeid med Industrifondet ble det laget en søknad som i detalj beskrev både eksportpotensialet og også forskningsprosjektet. (ca. 100 s.)

Dette omfattet områdene:

- Ingeniørgeologi/bergmekanikk
- Brann/rømming
- ENØK
- Miljø (bl.a. psykologi ved vindusløst miljø)

Etter en tid forelå det et tilsagn fra Industrifondet i første omgang på 2,3 mill kr. Det bidro til at man kunne komme i gang med de geologiske forundersøkelsene, men også i stor grad til å øke interessen for prosjektet.

Utover våren og sommeren 1990 ble det drevet en intens markedsføring av prosjektet både fra Gjøvik kommune og fra Fortifikasjon A/S.

Rådmannen på Gjøvik, Martin Killi, var en ivrig pådriver for realiseringen av fjellhallen. Han lanserte også et forslag om å kombinere ishallen med en sykkelvelodrom. Dette ble ansett som umulig både teknisk og økonomisk. Killi og Rygh møtte etter avtale statsråd Kjell Borgen i Stortinget. Statsråden var meget positiv. Det var oppløftende. Rygh hadde deretter utover i juni og juli fortløpende personlige møter med direktør Sven Hauge i Forsvarets Bygningstjeneste, direktør T.R. Bryntesen i Direktoratet for Sivilt beredskap, Øst teledistrikt v/ Odd-Kåre Kvalheim, styreformann Egil Abrahamsen i Televerket, direktørene Vatten og Tor Vinje i Statkraft sammen med sekretæren i NFF, Johannes Hope. Dette resulterte i både løfter om pengemessige bidrag, men også positive skriftlige uttalelser om prosjektet. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk ga også en positiv uttalelse til støtte for fjellprosjektet.

Forprosjekt og endelig prosjekt. Mobilisering av kreftene

Parallelt med markedsføringen foregikk en mobilisering av norsk forskningsmiljø knyttet til det program som var beskrevet i søknaden til Industrifondet. Det viste seg at viljen til samarbeid var stor. 29. juni 1990 forelå det en intensjonsavtale mellom NGI, Østlandsforskning, SINTEF Bergteknikk, SINTEF Kuldeteknikk, SINTEF Varmeteknikk og SINTEF, Norges Branntekniske laboratorium. Den fremste ekspertise i landet var mobilisert og stilte villig opp! Det var betryggende. Den svenske bergsprengningsforeningen deltok økonomisk og i sluttfasen kom det koreanske firmaet Hyundai Engineering and Construction Co. Ltd. inn med et betydelig bidrag.

Siv.ing.ene Harald Huth Fortifikasjon AS, prosj.leder med Tore Lasse Bye, NGI og Per Bollingmo NOTEBY AS. Foto: Scanfoto Johnny Syversen

Forprosjektet forelå allerede 10. juni 1990. Det ble vel mottatt og ordfører Martin Stikkbakke skrev i forordet:

Vi vil med denne presentasjonen vise fram dette flotte prosjektet og så sterkt vi kan, oppfordre næringslivet og andre til å støtte opp om det.

Motstanden mot prosjektet var imidlertid lokalt meget stor. Endelig prosjekt forelå i september 1990 for ishallen og samtidig med reguleringsplanen.

Prosjektet for fjellhallen tilfredstillet de kravspesifikasjoner som ble gitt av LOOC i nært samarbeid med de øvrige bruker-premissgivere, dvs. NRK (Orto-94), Televerket, Norges Ishockeyforbund og Politiet.

Planleggingen ble i hovedsak utført av Fortifikasjon A/S som hovedkonsulent, Moe og Levorsen AS, arkitekter, NOTEBY AS, NGI, SINTEF avdeling bergmekanikk og ingeniørgeologi og Norges brann-tekniske laboratorium (brann- og rømming).

Byggingen av Gjøvik Olympiske Fjellhall måtte gjennomføres som et totalprosjekt med full prisgaranti.

Fortifikasjon A/S hadde allerede før innleveringen av forprosjektet, kontaktet aktuelle entreprenører som kunne være villige til å gå med i dette risikofylte prosjektet. Etter mange til dels stormfulle møter, hvor man var svært nær ved å kaste inn håndkledet, endte man til slutt opp med en sterk og risikovillig gruppe.

Dette var for det første VS-gruppen som var arbeidsfelleskap mellom entreprenørene Veidekke AS og Selmer AS. Bakgrunnen for at de to selskapene gikk sammen var i det vesentlige å utnytte hverandres kompetanse og ressurser i dette meget krevende arbeidet. Deling av risiko i et så komplisert prosjekt var også et argument for samarbeid.

Fjellhallen skulle leveres nøkkelferdig, det vil si testet og klargjort og til fast pris.

Dette betydde at VS-gruppen fikk ansvaret for videre detaljprosjektering, utforming og bygging av anlegget. Ledelsen av prosjektet gikk fra FortifikasjonAS til VS-gruppen Entreprenørfirmaene Siemens AS, Norsk Viftefabrikk AS og OrasAS gikk inn i gruppen på hvert sine fagfelt.

Dersom det skulle vise seg umulig å få gjennomført prosjektet pga dårlig fjell innen en gitt tidsfrist påtok VS-gruppen seg å bygge en ishall i dagen på Kallerud til 120 mill kr. Så langt var den teknologiske og økonomiske sider ved prosjektet klarlagt, men ville kommunen velge fjellalternativet?

Personsikkerhet og politisk spill

Kampen om fjellhallen ble et politisk og økonomisk spørsmål med mye dramatikk. Den kampen var det Gjøvik kommune som måtte utkjempe på demokratisk vis. Personsikkerhet i forbindelse med fjellprosjektet ble et hovedspørsmål. Grunnlaget for denne prosjekteringen var bl.a to SINTEF-rapporter:

Personsikkerhet ved brann i ishall, juni 1990 (revidert mars 1991)

Personsikkerhet i berghall, juli 1990 (revidert 1991).

I kommunestyret 10. oktober 1990 ble vedtak om fjellhall-alternativet utsatt og det skulle settes i gang prosjektering av ishall på Kallerud. Likeledes skulle det innhentes tilbud fra 3-4 entreprenører, hvor 2 entreprenører burde være lokale. I samme kommunestyre ble avtalen om bygging og drift av ishall under OL 94 med LOOC vedtatt. Avtalen var slik at den kunne tilpasses fjellhall eller daghall.Det ble lagt ned mye arbeid i å overbevise politikere og befolkningen på Gjøvik om at et fjellanlegg var best. Mange var av forskjellige årsaker uenige.

Det ble etter hvert en meget hard kamp mellom fjellhallen og daganlegg. I en rapport i ettertid fra Østlandsforskning, antydes det at sikkerheten i fjellhallen ble brukt i et politisk spill før vedtaket om bygging av fjellhall ble gjort. Sikkerheten var bare en side av saken, hovedsaken var av økonomisk karakter. Antakelig var publisiteten omkring sikkerheten også årsak til at LOOC motarbeidet prosjektet en stund og minst en sponsor trakk seg fra prosjektet pga sikkerhetsdebatten. Blant mange ble Raufoss Ammunisjonsfabrikks (RA) direktør Bjarne Gravdahl portrettert i Aftenposten. I en bisetning sa han at selv om RA har mye av sin produksjon i fjell, var de skeptiske til videre utbygging av fjellhaller. Han håpet Gjøvik kommune ville ta kontakt med RA og la til: Vi vet hva ett kilo krutt kan forårsake. Fortifikasjon A/S tok skriftlig kontakt med Gravdal for å få utdypet dette, men fikk ikke noe svar.Ishockeypresident Ole Jacob Libæk viste til Gravdahl og sa at det norske landslaget ville nekte å spille i en fjellhall som kunne være et terrormål. Da antydningen om at ett kilo krutt omtrent ville drepe 5000 tilskuere, ble avkreftet, forsatte likevel ishockeypresidenten å trekke sikkerhetsekspertenes habilitet i tvil. IOCs ekspert på terror og sikkerhetsspørsmål godkjente fjellhallen, og han uttalte at den var sikrere enn en hall i dagen.

En hard politisk strid lokalt toppet seg og kom til syne i Idrettens kontaktutvalg på nyåret 1991. Lederen i utvalget, Lars Rivenes, uttalte: *Vi retter en sterk anmodning til våre valgte politikere at de i denne store og viktige saken lytter til folkets røst og idrettens tillitsmenn og skrinlegger fjellhall-planene*. Den tidligere leder Terje Pedersen og Arne Svartbæk i Idrettens kontaktutvalg hadde uttalt i februar 1990: *Idrettsbevegelsen i Gjøvik vil ha ishallen lagt inn i fjellet.* Dette gjenspeilet hvor fort stemningen snudde.

Trygve Hegnar, redaktør i Kapital, uttalte følgende: *Det burde være utmerkede forhold for en bananplantasje på Gjøvik, i hvert fall en teststasjon i fjell. Banandyrking i Gjøvik er vel så godt anvendte penger som å bruke 40 mill ekstra for å få hallen i fjellet.*

Hans B. Skaset, tidligere leder i Norges Idrettsforbund sa følgende: *Man kan ikke bygge et OL-anlegg inne i fjellet. Et OL-anlegg skal synes for all ettertid og fremstå som et monument i området.*

Men det var også positive uttalelser som bl.a fra statsråd Kjell Borgen: *Jeg synes det er viktig at Norge får vist fram sin bergverksteknologi og ishallen i Gjøvik er en glimrende måte å gjøre dette på.*

Det var mange avisinnlegg både for og imot fjellhall. Fra Samhold 26. oktober 1990 finner vi: under overskriften ”Et OL for alle”:

Designgruppen i LOOC med arkitektprofessor Thomas Thiis Evensen i spissen, har uttalt at hvert OL-sted trenger et signalbygg og peker på at fjellhallen i Gjøvik vil vise norsk egenart, miljøvern og estetisk kvalitet som TV-publikum vil gjenkjenne under hele OL-sendingene.

Næringssjefen i kommunen Hans Hagene ble utnevnt som Gjøviks OL-sjef. Han var den saksbehandleren i administrasjonen som la frem saken om hallvalget for kommunestyret. Han ble til tider utskjelt. I kommunestyret brukte enkelte så sterke ord som skandale og manipulering med tall.

Eksempelvis:
Daghall-entreprenørene er ført bak lyset. Dette kan ikke karakteriseres som noe annet enn en skandale. At noen i denne saken med sansene i behold kan la seg lure av slik regnekunst, er for meg ganske utrolig.

Administrasjonen satte kommunestyret på en hard prøve ved å legge fram saksdokumenter med nye tall veldig sent og ble mistenkeliggjort av den grunn. Men det skjedde veldig mye i dagene før kommunestyret fikk saken til behandling. Det var en lokal entreprenørgruppe som ønsket å bygge en ishall på Kallerud. Prosjektet var fremlagt av entreprenørene Eeg-Henriksen og Selmer-Furuholmen.

Valget som kommunestyret måtte ta, sto i realiteten mellom:

Hall i dagen på Kallerud eller hall i fjell i Røverdalen.

Dramatisk avslutning på dragkampen

Kommunestyret ble 20. desember 1990 orientert om arbeidet med de to hallalternativene. Saken skulle opp til ekstraordinært kommunestyre i januar 1991. Reguleringsplanen for Røverdalen med ishall i fjell ble imidlertid vedtatt i desembermøtet.

Det var også lansert en hall på Mjøsstranda og entreprenørene til Kallerud-alternativet ble bedt om å gi pris på denne hallen. Det var også kommet inn et spesielt forslag fra en Oslo-arkitekt på en ishall som lå ute i Mjøsa på pongtonger.

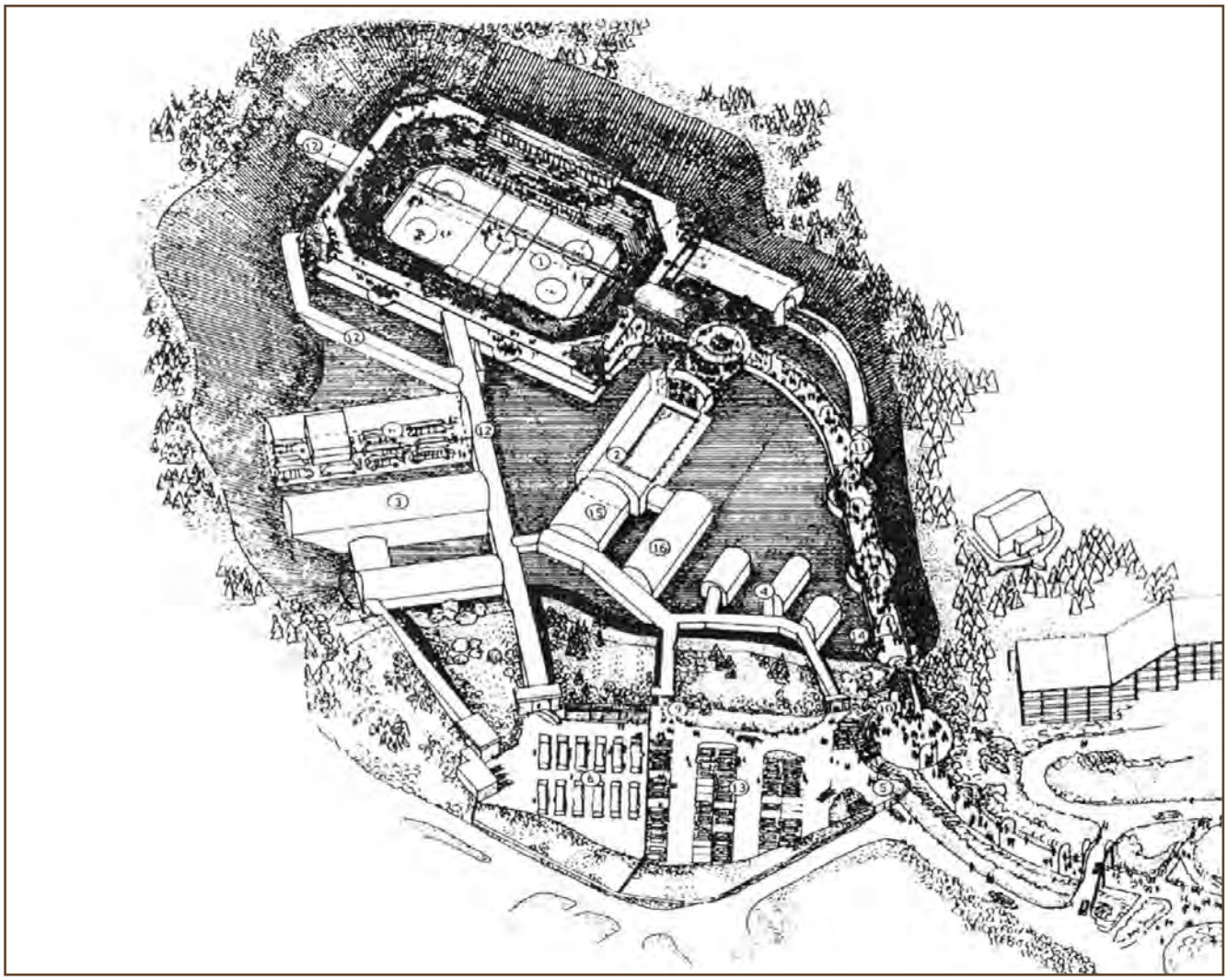
Til kommunestyret 17. januar 1991 var representanter fra alle hallanbyderne til stede og orienterte om sine alternativer. Rygh hadde i september 1990 takket ja til en stilling i Norges Eksportråd som sjef for avdelingen NORBUILD, med ansvar for norsk bygg-og anleggseksport. Helge Rohn gikk inn i Ryghs sted. Gjøvik hadde høsten 1990 også fått ny rådmann, Kari Blegen, etter Martin Killi og i 1991 hadde ordfører Martin Stikkbakke (A), pga helseproblemer, blitt avløst av Tore Hagebakken (A). Begge ordførerne var positive til fjellalternativet.

Rådmannens innstilling i sakspapirene til møte 17. januar 1991 var at kommunen var villig til å bygge en ishall under forutsetning av at LOOC dekket OL-relaterte infrastrukturutgifter og at OL-anlegget fikk tilført midler fra det statlige etterbruksfondet. Ut fra de økonomiske beregninger var det en forskjell på 23 mill kr mellom fjellhallen og en daghall på Kallerud.

Rådmannen konkluderte derfor med at Kallerudalternativet ble valgt!

Men så begynte dramatikken!

Etter at sakspapirene til kommunestyret 17. januar 1991 var sendt ut, ble et brev fra rådmannen datert 15. januar 1991 til kommunestyret lagt fram. Her fremgikk det at finansieringen av fjellhallen hadde endret seg, og at forskjellen mellom hallalternativene nå var 15 mill kr. Kommunens låneopptak ble redusert med over 10 mill kr. Dette som følge av en sponsoravtale med NOROL, mer penger fra Sivilforsvaret og at haller for TV-busser inne i fjellet ble sløyfet. Videre fremgikk det av brevet at fjellhallen selv ved et låneopptak på 20 mill kr, likevel ville være



Ishallen med hovedinngang til høyre på bildet, ble liggende bak de tre andre fjellanleggene.
Fra venstre Televerkets anlegg, deretter Gjøvik svømmehall i fjell og til høyre for denne, Sivilforsvarets kommandoplass. Disse tre anleggene var ferdige i 1975. Ishallen i 1993. Sivilforsvarets kommandoplass er i dag (2013) nedlagt og lokalene overlatt Gjøvik kommune.

billigere i drift etter ca 13 år (billigere drift og vedlikehold). Rådmannen endret etter dette sin innstilling til kommunestyret og anbefalte at det ble bygget ishall i fjell, og at det ble tatt opp et lån på 15 mill kr.

Det ble i tiden som fulgte, avholdt flere politiske møter. Arbeiderpartiet innkalte hele fylkesgruppen i alt 99 personer. Senere ble avholdt et fellesmøte med de andre partiene. Arkitekten for daghallen og Helge Rohn fra Fortifikasjon A/S fikk holde en 20 min. presentasjon for hver gruppe. Utover dette fikk de ikke delta. Helge Simenstad som deltok på APs gruppemøte, måtte nok en gang forsikre om at sikkerheten i fjellanlegget var vel ivaretatt. Han refererte til SINTEFs rapport om samme. Hovedspørsmålet gjaldt økonomien!
Rohn reiste fra Gjøvik om kvelden før APs møte var avsluttet. Rygh ble ringt opp ca. kl.2300 og det ble gitt uttrykk for at det ikke kunne bli noe fjellanlegg. Det var et hardt slag, sier Rygh, men ca kl 0800 neste morgen ringte ordføreren og sa: Rygh, vi bestemte oss for å bygge fjellhallen kl. fire i natt !! Nye tall var kommet

på bordet. Rygh ringte Rohn umiddelbart og sa: Kjøp champagne. Vi har seiret!!!

Neste avstemning i kommunestyret viste at fjellhallen fikk 36 stemmer mot 25 stemmer. Dette var ikke et kvalifisert flertall og saken måtte opp til ny behandling. Til kommunestyremøtet var det demonstrasjoner mot fjellhallen. Nytt kommunestyremøte ble avholdt 24. januar 1991. Avstemningen viste samme resultat og var dermed ved 2.gangs behandling vedtatt.

Kampen om fjellhallen var vunnet! Det var nå endelig klart for ishall i fjell til OL-94.

Planlegging og bygging

Et aksjeselskap ble stiftet, Gjøvik Ishall as, som skulle stå for utbyggingen. Eierandelene var, Gjøvik kommune 70 % og Lillehammer Olympiske Vekst (LOV) 30 %. Aksjekapitalen var på kr 100.000,-. Prosjektledelsen ble utført av LOA utbygging, leder Bjørn Sund. Stedlig prosjektleder var siv.ing. Tore Bjørke. Byggherrens representant var teknisk sjef Helge Simenstad.

Byggingen av Gjøvik Olympiske Fjellhall måtte som før sagt, gjennomføres som et totalprosjekt med full prisgaranti. Prosjektleder i VS-gruppen var siv.ing. Vidar Aarvold og anleggsleder ing. Bjørn Johnsrud.

Byggearbeidet startet 2. april 1991. Da ble den første dynamittsalven avfyrt i Hans Mustads gate ved det gamle vognskjulet på Brusveen. Sprengningsarbeidet var ferdig 15. januar 1992.

Kulturminister Åse Kleveland var 30. august 1991 på besøk i fjellhallen og gratulerte anleggsfolkene som da hadde sprengt ett fritt spenn på 61 meter over en kortere lengde. Totalt ble det sprengt ut 141.000 kubikkmeter fast fjell, og det ble brukt 170 tonn sprengstoff.Bygningsarbeidene og de tekniske installasjonene ble gjennomført fra 15. januar 1992 til 1. mars 1993, dette var 3 måneder før kontraktsdato. Dyno Industrier var hele tiden en støttespiller. Foruten teknisk ekspertise og økonomisk støtte spanderte Dyno helleleggingen av "Fjellhaven".

Gjøvik Olympiske Fjellhall fikk i 1992 årets innsatspris fra bygge- og anleggskomiteen i NTNF (Norges teknisk-naturvitenskapelig forskningsråd). Detaljer om gjennomføringen av byggingen av ishallen finnes i boken "Gjøvik Olympiske Fjellhall".

Forskningsprogrammet og bruk av hallen

Forskningsprogrammet fikk navnet Rock Cavern Stadium (Publikumshall i fjell) og hadde en varighet fra 1991 til 1995. "Final report" ble lagt frem i mars 1995. Kostnadsrammen var på 26 mill kr hvorav 11,6 mill kr var bidrag til bygging av fjellhallen. Hensikten med forskningsprogrammet var å bedre norske bedrifters konkurranseevne ved å vinne ny kunnskap om store publikumshaller i fjell. En av målsettingene for dette forskningsprogrammet var at det skulle danne basis for Nasjonale Forskrifter (National Requirements) for fjellanlegg, spesielt innenfor miljø og sikkerhet (brann-rømming). Det var det dessverre ikke nok penger til og arbeidet døde av den grunn bort.

Byggingen av fjellhallen på Gjøvik og dokumentasjonen gjennom forskningsprosjektet innebar en tøyning av grenser som gjorde Norge interessant i utlandet. Forskningsprogrammet skapte en produktiv samarbeidsform mellom de involverte. Entreprenørene, myndighetene, rådgivnings- og forskningsmiljøene gikk for første gang samlet ut for å markedsføre og selge et produkt som var et resultat av skikkelig godt norsk pågangsmot.

Et av de etterbruksområdene fjellhallen representerer, er at den er godkjent som tilfluktsrom. Hallen er godkjent for 2.000 personer, og sammen med svømmehallen er det 3.750 plasser som er godkjent midt i sentrum av byen. Hallen er Norges største offentlige tilfluktsrom. Den er dimensjonert for å tåle

virkningen fra en atombombe på 14 kilotonn som detonerer bare 180 m fra hallen (bomben tilsvarer den USA slapp over Hiroshima i Japan). Sivilforsvaret var svært fornøyd etter at tilfluktsrommet i fjellhallen var testet og bestod alle kravene.

Fjellhallen ble som tidligere nevnt, formelt overlevert kommunen 6. mai 1993. Foruten en storstilt seremoni i fjellhallen var det også et stort folkelivsprogram med yrende liv i gatene til langt på natt.

Til åpningen 6. mai 1993 skrev redaktøren i Oppland Arbeiderblad følgende:

Det har stått strid om Gjøvik Olympiske Fjellhall. Annet var ikke å vente når et OL-anlegg til 130 mill kr skulle bygges. Men nå står byes prektige storstue ferdig, et helt unikt byggverk. Det representerer så absolutt fremtida for Gjøvik kommune. Maken finnes ikke. Nå må stridsøksa få hvile. I det minste i dagene rundt åpningshøytidligheten. Dette bør være dagen for stolthet og glede, fordi Gjøvik er satt på kartet foran OL, under vinterlekene i 1994 og i tida etterpå. Fjellhallen må sees som en viktig investering også med tanke på kommende år. Hverdagen kan ikke og skal ikke være bare trist og grå. Det er på tide at også glede, optimisme og fremtidstro får slippe til. Alt for få har til nå innsett hvilket enestående byggverk Gjøvik har fått, til og med midt i byen. På grunn av interessen hos utenlandske TV-stasjoner er hallen viet større oppmerksomhet i andre land og verdensdeler enn her i landet. Å være medarrangør av olympiske leker forplikter, uansett hva den enkelte måtte mene om slike arrangementer. Gjennom fjellhallen har Gjøvik allerede bidratt til å eksponere Norge og norsk høyteknologi på en ypperlig måte. Når hele verdens øyne i februar neste år rettes mot Lillehammer, vil også vår by få sin del av oppmerksomheten. Takket være Fjellhallen. Byggingen av Gjøvik Olympiske Fjellhall var et dristig og risikofylt tiltak. Nå er den del av oppgaven løst på en måte som avtvinger respekt og etter planene og uten spesielle vansker. Gjøvik har fått en storstue som ingen annen by har maken til. Alle som har bidratt, fortjener takk og anerkjennelse. Oppland Arbeiderblad gratulerte kommunen, deres ledelse og byens innbyggere. La innvielsen av Gjøvik Olympiske Fjellhall, med konge og dronning tilstede, bli preget av glede, stolthet og optimisme.

I november 1993 ble åpningskampen spilt mellom USA og Canada. Dette var den store testen for godkjennelse som OL–anlegg. Hallen ble godkjent.

Søndag 12. desember 1993 ble det arrangert julekonsert med Erik Bye som konferansier og over 5000 gjester i storhallen. Akustikken var glimrende og man fikk prøvet ut tid for forflytting av menneskene over i røkfrie områder i tilfelle brann. Resultatet var meget tilfredsstillende.

Selve OL-festen startet fredag 11. februar 1994.

Samtidig med at OL-ilden ble tent på Lillehammer kl 1800 ble OL-ilden på Gjøvik tent. Det var teknisk sjef Helge Simenstad som fikk æren av å tenne ilden utenfor fjellhallen. Den første ishockeykampen i fjellhallen startet lørdag 12. sept. kl 1830 mellom Norge og Russland. Under OL i februar 1994 ble det spilt 16 ishockeykamper i fjellhallen. Kong Carl Gustav og dronning Silvia av Sverige var til stede på kampen mellom Sverige og Tyskland. Det var også IOC-president Samaranch og storhertugen av Luxemburg. Kampen ble vunnet av Sverige med 3-0. Semifinalen mellom Finland og Canada ble spilt i fjellhallen. På denne kampen var vår egen kong Harald og dronning Sonja til stede.

En verdenssensasjon

Bruken av fjellhallen under de olympiske leker ble en knallsuksess og en verdenssensasjon. Verdens største publikumshall i fjell ble gjennom TV og presse presentert for millioner av mennesker over hele verden. Gjøvik by kom i aller høyeste grad med på verdenskartet.

Gjøvik Olympiske Fjellhall. Fra åpningsfesten 6. mai 1993

I 1997 fikk Fjellhallen Casparprisen. Dette er en pris opprettet av Gjøvik Salgs-og Reklameforening og tildeles dem som i særlig grad har tatt initiativ som har kommet befolkningen til gode, eller gjort byen kjent utad. Ordfører Tore Hagebakken mottok prisen og blomster gikk til Rygh og Simenstad.

Suksessen fra OL fortsatte og Gjøvik Olympiske Fjellhall ble av avisen Dagens Næringsliv i 1998 utpekt som det mest vellykkede av de mange storslagne anlegg som ble bygget til vinterlekene i 1994.

Byggenæringen i Norge arrangerte en konkurranse om tittelen:
Århundrets Byggverk 1905-2005.

Fjellhallen ble kåret til århundrets byggverk i Oppland. Finalen ble arrangert under Bygg Reis Deg i september 2005. Her kom fjellhallen på tredjeplass etter Atlanterhavsveien og Svinesundbroen.

I en TV-serie Discovery Channel laget om monumentale byggverk i verden, var fjellhallen sammen med blant annet Eiffeltårnet og pyramidene i Egypt.

I alle år etter 1993 har fjellhallen hatt besøk av delegasjoner, vesentlig fagpersoner som er kommet for å studere hallen. En amerikansk ingeniør som var på besøk sa: *Vi har i mange år diskutert om det lar seg gjøre å bygge en slik hall, og når vi så kommer hit så har disse folka gjort det!* En kvinnelig amerikansk

Ordfører Tore Hagebakken 1993,som den stolte representant for Gjøvik kommune som eier av verdens største publikumshall i fjell

turist slo hendene sammen i begeistring og utbrøt: *Hvordan greide dere å finne dette store hullet?*

Norsk fagmiljø har hatt god nytte av hallen i markedsføring av norsk ekspertise i internasjonale fora. I 1994 hadde fjellhallen et besøkstall på 120 000 og flere år senere var det stabilisert seg på 40 000 pr år, selv om OL-effekten var mer eller mindre borte.

Fjellhallens direktør Bjørn Blichfeldt forteller (juni 2011) at summen av de som besøkte hallen i 2010,enten som turister, til arrangementer eller i forbindelse med idrettsaktiviteter var ca. 140.000. I overkant av 2000 mennesker pr uke benytter seg av Fjellhallen for trim og trening gjennom hele sesongen. Det er tydelig at Fjellhallen har beholdt sin magneteffekt og posisjon i lokalmiljøet. Blichfeldt viser til et rikholdig program for aktiviteter i Fjellhallen gjennom hele året. Styrets slagord er: Bli bergtatt på Gjøvik. De lever opp til det!

Sluttord

Over lang tid og gjennom en kjede av hendelser ble mulighetene for å bygge en kjempehall i fjell modnet. Hvert ledd i kjeden hadde sin spesifikke betydning. Noen ledd kunne kanskje være viktigere enn andre, men hadde ett ledd sviktet hadde det antakelig stoppet opp. Flere ganger så det ut til kjeden ville ryke, men den holdt!

Mange positive krefter var med og løfte prosjektet frem:

Dyno og Industrifondet med strategiske pengebidrag, pågående, utholdende og risikovillige konsulenter og arkitekter, alle bidragsytere til forskningsprogrammet, samarbeidsvillige forskere, alle bidragsytere med positive uttalelser inkludert NFF, positive rikspolitikere og fremfor alt Gjøviks modige lokale politikere og kommuneadministrasjon og sist men ikke minst, entreprenørene som tok risikoen med å bygge kjempehallen i fjell til fast pris. Entreprenørene i sin tur mobiliserte dyktige bygg- og anleggsarbeidere som sammen med fagfolk av mange slag skapte dette unike anlegget

Mange kan derfor med stolthet dele æren for at dette ble en suksess.

Gjøvik Olympiske Fjellhall vil eksistere i all fremtid og minne om hva vi fikk til i det tjuende århundre.

Dagbruddet i Rana utvinner hematitt og magnetit mens dagbruddet nær Kjøpsvik leverer kalkstein for cementproduksjon.

Gravhalstunnelens tekniske og økonomiske resultater

Ingeniør Thorvald Strøm. [16.11.1858 – 14.3.1942]

Ing.Th.Strøm i Entreprenørselskapet Strøm og Hornemann ledet anleggsarbeidet for Gravhalstunnelen. Strøm holdt flere foredrag om arbeidet i tekniske foreninger i Oslo. Et lengre foredrag under det "3. norske landsmøte for teknikk" i Trondheim ble gjengitt i Teknisk Ukeblad høsten 1904. Teknisk Ukeblad delte artikkelen i porsjoner over 5 påfølgende utgaver. Her tar vi oss frihet til avkorting og oppdatering av språk, men uten å endre forfatterens synspunkter. I 2009 markerte Norge 100 års jubileum for Bergensbanens åpning. De fleste av oss har naturligvis reist strekningen Oslo – Bergen med Bergensbanen og fått med oss naturopplevelsen og beundret jernbaneprosjektet. Bergensbanen var dessuten tema på høstkonferansen både i 2005 og 2009. Ingeniør Strøms foredrag er på linje med dagens prosjektrapportering og gir oss et innblikk i anleggsdrift for mer enn hundre år siden. Noen fotnoter er føyd til under gjennomgang av artikkelen.

Det er nu flere år siden jeg ved et par anledninger fikk anledning til å tale om Gravehalstunnelen[12] for de tekniske foreninger i Kristiania, noe som enkelte av de tilstedeværende herrer vil erindre. Den gang gjaldt mine ord planen for arbeidet så vel som de den gang fullførte maskininstallasjoner. Jeg så alt i håpets lysegrønne skjær, og hadde grunn til det. Installasjonene var fullført uten forsinkelse, fjellet var godt og maskinene arbeidet med god fremgang. I dag vil jeg behandle resultatene, både tekniske og økonomiske. Når det gjelder den lysegrønne farge har jeg erfaringens visshet for at den var vel anbrakt når det gjelder den tekniske siden, men arbeidets økonomiske side har i årenes løp undergått en sørgelig fargeforandring og befinner seg på grensen mellom mørkeste grå og bekksvart. Jeg mener likevel at vårt tilbud som innebar 2-to millioner avslag på statens overslag ville ha svart til våre beregninger dersom vi ikke hadde fått to overmektige motstandere å kjempe med, to motstandere som ikke inngikk i våre forutsetninger. Det kan naturligvis påstås at ved et arbeid av så ukjent og uberegnelig art bør man ta alle mulige og umulige muligheter i betraktning, men da ville jo ethvert anbud være utelukket. En slik betraktning gjøres ikke av Statens menn heller. Det gjør de rett i. Et overdrevent rommelig overslag er på ingen måte mer fortjensfullt enn et knapt overslag. Derfor er jeg uenig i den kritikk som avisene fremsetter mot stats- og kommuneingeniører for omtalte overskridelser i den grad dette ikke skyldes uøkonomisk drift. Et overslag må baseres på forutsetninger, endres forutsetningene bør ikke skylden veltes over på konstruktøren, men på den som forårsaker endringene eller hvis årsaken ikke er uforutsigelige naturhendelser dvs. force majeure. For Gravhalsen gjelder for det første det eksepsjonelt harde berget. Berget er hardere enn det som bergartene i dagen skulle tilsi og hardere enn de antagelser som ble gjort av den geologiske kommisjon som tidligere undersøkte Bergensbanen. Vår motstander har ikke latt seg overtale av våre anførsler og vi må registrere dette under kategorien uforutsigbare naturkrefter.

12 Gravhalstunnelen, 5311 meter lang, var den lengste av Bergensbanens 182 tunneler. Bergensbanen i jernbanehistorisk sammenheng er strekningen Hønefoss-Voss. I Strøms foredrag er tunnelen kalt Gravehalstunnelen.

Refleksjon. Et jernbanebilde fra norsk høyfjell i fint vær anno 2004. Moderne utstyr rydder snø. Grunnlaget ble lagt med djerve vedtak, pågangsmot og fysisk slit.

Når det gjelder årsak nummer to så er denne i alle fall av kjøtt og blod, nemlig Norges Storting og Regjering. I en økonomisk oppgangstid har myndighetene i stedet for å redusere investeringer i vei og jernbaneutbygging økt beløpene slik at beløpene i 1901 var mellom tre og fire ganger så høye som forutsetningene var da vi 1995 påtok oss Gravhals-oppdraget. Konsekvensene har vært at arbeidsprisene ved jernbaneanlegg har steget med 30 til 40 % ut over de gjengse priser.

Jeg kommer tilbake til dette, men vil nu gå over til tekniske resultater. Etter planen skulle arbeidet drives med maskiner fra vest mens østsiden skulle drives for hånd. Vi kunne velge mellom tre borsystemer: hydraulisk, pneumatisk eller elektrisk. Vi valgte hydraulisk dvs. den samme metode som ble brukt for Simplontunnelen2. Det var et lykkelig valg, pneumatisk ville ha forlenget byggeperioden med et år og elektrisk ville vi, etter min oppfatning, ikke ha kommet noen vei med. Framdriften var beregnet til 60 meter/mnd fra vest og 15 meter/mnd fra øst. Etter et års drift, våren 1898, ble det klart at vi måtte legge om driften for å holde tidsfrist. Vi klarte bare 52,5 meter fra vest henholdsvis 9,5 til 10 meter fra øst. Det var altså håndriften som sakket av mest. Driften gikk med tre åtte timers skift med unntak av dagskiftet søndag. Årsak til forsinket fremdrift var hardt berg.

Noe måtte gjøres på østsiden, men hva?

Vi trodde at et mindre antall lite kraftkrevende elektriske bormaskiner kunne øke inndriften til tarvelige 25 meter pr måned. Det ville være nok og vi ville slippe unna med et rimelig kraftanlegg for driften. Vi fikk låne ”Houston & Thompson” maskiner og dynamo fra

Refleksjon. Noe er gjort i løpet av drøyt hundre år. Togsett og komfort for de reisende er bedre.

firma Union i Berlin. Drivkraften kom fra en bensinmotor. Etter tre måneders drift ble hele opplegget forkastet. Jeg har ofte fått høre at maskinene bruker lite strøm, det er riktig, men det er også problemet. Lite energi gir lite arbeid. Tenk om vi kunne få en lett maskin som samtidig brukte mye energi og med god evne til å omsette denne til effektiv borning.

De elektriske maskinene som vi prøvde hadde dessuten tekniske problemer, de gikk varme så vi måtte stadig skifte. I virkeligheten trengte vi dobbelt sett maskiner på stuff pluss et antall som var på verkstedet for reparasjon. Fordelen med luftbormaskinene er at de med noenlunde letthet kan løftes av to mann, forbruker ca 15 hestekrefter og leverer slag mot berget. Når vi så legger til at de elektriske maskinene ikke kan repareres på anlegget når trådspolene brenner opp eller når dynamoene ikke tåler tunnelklimaet, så mener jeg at man må kunne si at konstruksjonen så langt ikke er utviklet godt nok.

Så vidt jeg vet er denne maskintypen utrangert på alle norske anlegg med unntak for en 1100 meter lang tunnel på Voss-Taugevann banen. Der borer Staten med slike maskiner, men inndriften er dårligere enn der det bores for hånd. For å bruke maskinene til noe, er man der gått over til å drive stollen med håndboring, mens maskinene tar strossen. Resultatet av denne driftsmetoden er at tunnelen fordyres med mellom 150 og 200 tusen kroner.[13]

13 Iflg Statistisk Sentralbyrå (ssb) var dagrate (lønn) ved norske jernbaneanlegg år 1883 kr 2,00 (8 øre lavere på veianlegg)

Resultatet av våre forsøk våren 1898 var at vi valgte luftmaskiner fra Frölich & Klupfel for østsiden[14]. Vi tok ikke skrittet fullt ut ved å gå over til Brandts[15] maskiner som på vestsiden. Begrunnelsen var dels av økonomisk art, dels fordi det var vanskelig å skaffe folk på stuff. Dessuten kunne vi med dette utstyret drive både pilot og stross samtidig. Det resulterte i at vi også på vestsiden tok i bruk slike maskiner for strossing. Gjennomslag fant sted 4.juli 1902, et par måneder før planlagt dato. Vi kunne likevel ikke forhindre at utstrossing til fullt profil blir forsinket 1 til 2 år grunnet mangel på arbeidskraft. Det er forutsett i kontrakten og har mindre betydning ettersom vi blir ferdig før Staten er ferdig med tilgrensende strekninger.

De uheldige arbeiderforhold har stadig vært en kilde til sorg og bekymring. Til tross for høye lønninger har vi opplevd en permanent mangel på folk. Dette gjelder ikke bare sprengningsarbeidere (minører) men også steinlastere. Man skulle tro at det var tilgang på ufaglært arbeidskraft i disse såkalte arbeidsløshets tider. Jeg kan bevise gjennom korrespondanse med Bergens offentlige arbeidsanvisningskontor at det selv midtvinters er vanskelig å skaffe folk til steinlasting. Av Banedirektør Fleischers foredrag om Ofotbanen har jeg sett at det der har vært nødvendig å kalle inn 4240 mann for å vedlikeholde en arbeidsstyrke på 400. I løpet av en arbeidsperiode på ca 30 måneder har arbeidsstyrken vekslet over ti ganger. Når forholdene er slik på Statens arbeid i Guds frie natur så må vi som bare har en svart tunnel å tilby prise oss lykkelig for i det hele å ha fått noen til å arbeide i Gravhalstunnelen.

Inndriften på østsiden med luftbormaskiner ble nøyaktig slik vi hadde forutsatt. Når det gjelder økonomi i sammenligning med de Brandtske maskiner på vestsiden, ble vi skuffet. Forskjell i kostnader ble mindre enn vi hadde håpet.

Samtidig drift med to systemer gir godt grunnlag for sammenligning. Hovedresultatet fremgår av tabell. Jeg må innskyte at for vestsiden omfatter tabellen hele arbeidsperioden på 5 ½ år, mens den for østsiden kun gjelder 10 ½ måned av i alt 37 måneder.

1) For sammenligningen nevner jeg også at berget på østsiden i den perioden det foregikk maskinboring var mindre hardt og dermed lettere å bore enn på vestsiden.

2) Tverrsnittet på stollen (piloten) på østsiden var 2 ¼ x 2 m = 4 ½ m^2 mens det på vestsiden var omtrent 2,0 (høyde) x 2 ¾ m (bredde) = 5 ½ m^2. Dette er tverrsnittsdimensjonene som er benyttet ved masseberegningen, i virkelighet var tverrsnittene noe mindre, men forholdene dem i mellom er uforandret.

Inndriften pr. døgn som vi oppnådde var 1,49 meter på østsiden (Myrdalen) mot 1,97 meter på vestsiden (Opsæt). Så når vi vurderer avancement i stollen må vi kunne si at det går i favør av de Brandtske maskiner. De angitte inndriftstall refererer seg til arbeidsdøgn. Maskinene har arbeidet gjennomgående fra klokken 7søndag aften til klokken 7 påfølgende søndag morgen. En normal arbeidsuke er således 6 ½ arbeidsdøgn som gir ca 330 arbeidsdøgn pr. år. I beregningen er det gjort fradrag for all lengre arbeidsstans som ikke skyldes bormaskiner eller maskinsystem for øvrig. Maskinparken sto nesten 2 måneder våren 1900 på grunn av vannmangel og 1 ½ måned våren 1901 på grunn av et snøskred som ødela en større del av maskinhuset, fylte huset med snø og veltet maskiner hulter til bulter. Utvilsomt kunne inndriften økes noe dersom man fant det regningssvarende å drive noe mer intenst, det gjelder nok for begge typer maskiner, muligens mest for det hydrauliske. Det harde fjellet tatt i betraktning setter jeg grensen ved 2,40 henholdsvis 1,80 meter /døgn

14 Firmaet ble grunnlagt 1880 og er fortsatt aktivt inn i steinbransjen, gjerne med lett meiselutstyr.

15 Konstruktøren var Alfred Brandt fra Hamburg som sammen med sin kollega Karl Brandau etablerte ingeniør-byrået Brandt & Brandau. Maskinen ble produsert av Gebr. Sulzer i Sveits. Det er en vanndrevet rotasjonsmaskin som ble brukt bl.a. i Simplon, Arlberg, Gravhalsen og for div. gruvedrift.

Nå ca 120 år senere er skinnekvaliteten bedre, men traseen er dessverre stort den samme.

for Brandtske henholdsvis Frölich-Klupfelske maskiner. For Simplon klarte man 5 meter pr.døgn, en umulighet ved Gravhalsen selv om man jobbet etter "pokker spare" prinsippet. Dessuten ved Simplon ble entreprenøren betalt ca 5 ganger så meget som oss ved Gravhalsen, derav 2 til 3 ganger så meget for sammenlignbart arbeid. Dessuten fikk entreprenøren for Simplon et pålegg på 9 mill som utgjør ca 20 % av kontraktsummen.

Driftsmetoden på de to tunnelendene er lik. Tunneltverrsnittet på 24,9 m^2 er delt på en bunnstoll b x h= 2,75 x 2,00 som senere strosses til full bredde på 4,60 meter. Det resterende tverrsnittet strosses helst i to deler for å få moderate mengder ned på sålen. Der hengen strosses med luftmaskiner bruker vi bukker som går på skinnegangen og som trekkes 20 til 30 meter bakover ved sprengning. Borsøylene spennes opp på plattformen mot tunneltaket. Vi borer 2 meter lange vertikale hull og skyter når det passer med driften for øvrig. Om vinteren har vi bra med minører mens lastekapasitenen er bedre om sommeren. For øyeblikket har vi kastet både maskiner og bukker på porten. Vi jobber med taket fra håndboringsstillaser. Det er metoden som vi vil bruke på resten av hvelvet. En ting er sikkert, den billigste driftsmåten er håndboring, det selv om vi skulle få hele maskininstallasjonen gratis. Dette viser de økonomiske rapportene som jeg kommer tilbake til.

Det geologiske profilet viser at største overdekking er 1600 fot over tunnelsåle (488 m). Den største avstand fra stuff til dagen er bare 1300 fot (396 m). Vi forventet ikke høy temperatur i tunnelen, i virke-

ligheten er høyeste målte temperatur 110 C som er noe lavere enn forventet. Det har vel sammenheng med beliggenheten på høyfjellet. Før gjennomslaget ble ventilasjon tatt vare på med 3 stk 15 hk centrifugalventilatorer på vestsiden. På østsiden hadde vi tilsvarende 1 stk som sammen med avgitt luft fra luftbormaskiner skulle klare jobben. Senere viste det seg at dette ikke var tilstrekkelig. Ettersom lengden på stollen[16] økte ble det klart at noe måtte gjøres. Vi etablerte vår egen løsning. Vannbehovet var størst under boring mens ventilasjonsbehovet var størst etter sprengning, dvs på et tidspunkt med pause i boringen. I pausen benyttet vi trykkvannet som holdt 60-80 atmosfæres trykk og sendte vannstråler gjennom luftledningen. Det satte fart på luftstrømmen og skapte nærmest full storm på stuff mot vanligvis en svak luftning.

Det gjenstår da å snakke om de økonomiske resultater av driften. Med nutidens hjelpemidler er det ingen som tviler på at det er godt mulig å lage et 5 til 6 km langt hull gjennom hardt norsk fjell. Spørsmålet er bare hva det koster. For en detaljert belysning av dette, har vi helt fra anleggsstart samlet kostnadene på ulike konti og bearbeidet tallene i tabellarisk form. Matematisk nøyaktig er dette gjort bare i de seneste 2 ½ årene og jeg holder meg derfor til denne perioden. Tabellene omfatter de egentlige tunnelarbeider inklusive maskin og verksteddrift samt lasting og transport med reparasjon og vedlikehold av vogner og skinnegang etc. Andre kostnader er ikke lagt inn i tabellene. Som innledende bemerkninger nevnes at riggkostnader alene beløper seg til 550.000 kroner, dvs 105 kr pr. løpemeter tunnel. Konto for lys, brendsel og rengjøring i leiren (campement) vil ved avslutning ha kommet opp i kr 95.000. Dette beløpet er egentlig et tillegg til arbeidslønn. Arbeiderne har hatt fritt hus, lys og ved. Jeg holder kostnader til oppsyn, sykeutgifter, ulykkesforsikring, kontorhold, skatter, assuranse og renter på driftskapital utenfor tabellene. Dette utgjør den uhyggelige sum av kr. 145.000. Dette er pengetap som Staten ikke regner med i sine overslag og som derfor må holdes utenfor ved sammenligning mellom Statens opprinnelige overslag og vårt anbud. Videre holdes kostnader for sidearbeider som forskjæringer, ballast, sneoverbygg ved begge tunnelåpninger, utmuring og fjellrensk utenfor tabellene.

Det må bemerkes at arbeidslønningene på østsiden ligger høyere enn på vestsiden ettersom denne siden ligger nærmere avdelinger av Voss-Taugevannsbanen som har holdt de høyeste prisene. Det vil jeg ikke klandre maskinsystemet for. Kostnadsforskjellen utgjør kr.6,60 for boring og sprengning og kr. 8,70 for lasting og transport, totalt 15,30 dyrere. Jeg nevner også at dynamitten overalt er regnet etter kr 2,- per kg. I strid med våre antagelser viste det seg at sprengstofforbruket var like høyt der vi brukte luftmaskiner.

Som smørolje har vi brukt spillolje fra kraftmaskinene. Få reservedeler er kjøpt utenfra, mesteparten er laget i våre egne anleggsverksteder. Vedlikehold av hydrauliske maskiner er vesentlig dyrere enn av luftbormaskiner [17]. Lønnskostnader ble betydelig større der vi brukte luftbormaskiner, det har dels sammenheng med lavere inndrift, dels på grunn av høyere kostnad pr dagsverk. Kostnad for utlasting av takstrossen ble billigere på vestsiden. Der kunne utlasting pågå mens luftmaskinene boret ny salve. På østsiden foregikk lasteoperasjonen mens hydraulikkmaskinene måtte stå. Forsering av arbeidet og lemping av stein over røysa fordyret prosessen.[18]

16 Vel 2/3 av stollen ble drevet fra vest. Ventilasjonsproblemet var størst på den siden.

17 Norges Bank og ulike forskere har bearbeidet tall for å konstruere norsk konsumprisindeks i et 500 års perspektiv. Den starter på ca 2 rundt år1550, når knappe 10 i år1800, gjør et hopp opp til 100 i år1810 (Napoleonskrigene?), faller og holder seg noenlunde stabilt rundt 30 til år 1910, stiger under første verdenskrig, faller og stiger med passering 100 i referanseåret 1960, og når 1000 i år 2003.

18 Thv.Strøm angir kostnadselementer i detalj. Eksempelvis sidestross før, henholdsvis etter gjennomslag for pilot. Borstålforbruket lå på 1,62 til 2,83 kr pr løpemeter sidestross, sank til 0,83 henholdsvis 1,04 etter gjennomslag.

Totalt kostet maskindrift 10 til 30 % mer enn drift med håndboring. Det betyr ikke at vi har brukt dårlige maskiner – tvert i mot.

Gravhalsen. Kostnader for stolldrift med maskiner.

TIDSROM MAI 1901 - JUNI 1902	VEST	ØST
Maskintype	Hydraulisk	Luft
Geologi (gjelder boring)	Meget hardt	Middels
Inndrift i meter	677,1	557,3
Tverrsnitt stoll m^2	5,5	4,5
Volum uttatt berg m^3	3724	2507
Antall dagsverk a 10 timer (bore -sprenge)	3164	3306
Inndrift pr. døgn (3 skift a10 eff. timer) meter	2,02	1,59
Kostnader pr meter stoll kr:		
Dynamit, feng, lunter	57,64	57,82
Smørematerialer etc. bormaskiner	1,27	1,27
Borstålforbruk	7,68	4,19
Kvessing, sliping bor	5,74	7,16
Smi nye bor, oppfresing brukte bor	5,29	5,29
Nye reservedeler	1,99	2,03
Arbeidslønn boring, sprengning stoll	27,29	41,84
Verksteddrift	25,16	7,75
Drift kraftmaskiner (el.produksjon)	8,70	13,42
Diverse	0,46	0,43
Kostnader av boring og sprengning:		
Pr. m^3	25,68	29,92
Pr. løpemeter	141,22	134,63
Kostnader lasting og uttransport:		
Pr. m^3	5,30	4,54
Pr. løpemeter	29,15	20,43
Totalkost pr løpemeter stoll	170,37	155,06
Fortjeneste pr.10 timer v/maskinboring	5,52	7,00

Til slutt gjentar jeg hva jeg har sagt før at med de anbudspriser vi ga så bør det gå galt. Jeg har også, med en viss galgenstolthet sagt at det gikk galt.

Overingeniøren for Voss-Taugevann sa for et års tid siden at han ville greie arbeidet for hva han kalte "overslaget", ja endog spare 900 kr, mens vi har tapt henimot 200.000 kr. Jeg må da få bemerke at Voss-Taugebanen allerede for seks år siden fikk et tillegg på 2 mill. kr i forhold til Stortingets vedtak for endrede kostnadsforhold. I vårt anbud våren 1895 slo vi av ca 2 mill eller 40 % fra Statens overslag av

1894. Mens Staten selv kan glede seg over et tillegg på 30 %. Hvordan skal vi da kunne konkurrere om arbeidskraften?

Selvfølgelig føler vi oss dårlig behandlet med de endringer i forutsetninger Staten har påført oss og selvfølgelig føler vi oss berettiget til en erstatning.

Endringene kommer ikke utenfra, er ikke endringer som ingen er herre over. Endringene kommer fra tiltak som den av de kontraherende parter har gjennomført i strid med sine egne forsikringer, Staten har økt bevilgningene fra 3 á 4 mill til 10 á 12 mill kr. Muligens var de gode tider på slutten av 90-årene medvirkende til stigende priser, arbeidslønningene har ikke bare holdt seg etter omslaget i 1899, men gjennomsnittsfortjeneste ved Bergensbanen viser en stadig stigende kurve.

Det er bevilgningene til jernbanen som forårsaker prisstigningen. Uten å bli belært av dem som står jernbanebygging nærmere kan det ikke forventes at Stortinget skal forstå hvor skadelig klumpvise bevilgninger er for jernbanenes økonomi.

Stortinget vedtar nyanlegg etter overslag som kan være riktige, men påfølgende bevilgninger og oppstart skjer uten å ta hensyn til behov for kontinuerlig drift og uten forståelse hva forsering betyr for et hvilket som helst anlegg. Det skal tusenvis av nye uerfarne anleggsfolk til å forbruke millionvis av kroner, men det blir ikke mye jernbanenett. Når det så har gått noen år og karene har fått den nødvendige trening for å levere skikkelig arbeid så mangler Staten penger, innskrenkningene og avskjedigelser følger. Dersom man fra begynnelsen av 70-årene hadde gjort som for veibyggingen med faste årlige bevilgninger så ville vi for de samme pengene også hatt Romsdalsbanen.

For Gravhalsen har dette også hatt en ødeleggende virkning. På grunn av en feilaktig skala har vi i begynnelsen fått for små utbetalinger mens betalingene senere har vært unødig store. Resultatet er at vi i tillegg til et depositum av 200.000 kr har måttet skyte inn kr. 500.000 i kontanter for løpende drift. Nu er vi naturligvis et godt stykke på nedbetaling av dette, men rentene er tapt. Dersom vi til enhver tid hadde fått betalt etter forbruk slik Staten betaler på sine anlegg ville vi klart oss uten særlig tap, det til tross for hardt fjell og høye arbeidslønninger.

Dersom vi i dag stod foran et lignende anbud, med samme forutsetninger som i 1895 med hensyn til bergkvalitet, lønnskostnader og forskuddsbetaling etter utført arbeid, så ville vi med de erfaringer vi nå har ikke gå høyere i pris enn det vi gjorde for 9 år siden, kanskje heller litt lavere.

Med andre ord: jeg anser at en maskintunnel med Gravhalsens lengde og tverrsnitt, med lignende lokale forhold og med de forutsetninger som nevnt vil være verd nøyaktig kr. 500 pr løpemeter – vel å merke utført av entreprenører.

Etterskrift

I tillegg til denne oppstillingen presenterte Ing. Strøm detaljerte kostnadstall for opplasting og uttransport av sprengt stein. Tabellene gir tall for de ulike deler av arbeidet, dvs. stoll, side-stross og tak henholdsvis før og etter gjennomslag. Her nevner vi totaltall som viser at før gjennomslag var kostnad pr. m^3 5,30 (stoll) og 4,00 for side-stross og tak. Total kost pr. løpemeter stross er angitt med 393,78 for vestsiden og 356,10 for østsiden. Sett med dagens øyne er dette både billig og dyrt. Stollen (Piloten) krevde en bagatell av 52 time-verk pr løpemeter! Totalt kostet Gravhalsen 3 mill kr. Det gir ca 565 kr. pr. løpemeter tunnel. Det ble utført 370.000 dagsverk.

Ved gjennomslag var avviket 4 cm horisontalt og 5 cm vertikalt.

Vel hundre år i ettertid er det lett å kjenne seg igjen fra dagens Norge. Stortinget beslutning om utbygging kom i 1894, naturligvis som en hestehandel. For å oppnå tilstrekkelig tilslutning til forslaget om Bergensbane måtte andre distrikter godgjøres med sine lokalbaner.

Anbudsgrunnlaget fastsatte fastsum kontrakt uten prisjustering, åpenbart også uten bergmekaniske forbehold. Løpende finansiering var basert på en betalingsplan løsrevet fra fremdrift. Totalt høres dette dristig ut sett fra entreprenørens ståsted.

Som vi forstår av Strøms bemerkninger var det en viss rivalisering mellom statens egenregi drift kontra bruk av private entreprenører.

24.november 2005. Arve Fauske mottar Gullfeiselen for langvarig innsats som fremragende kunnskaps-formidler innen sprengningsteknikk. Daværende formann Bjørn Nilsen (t.h.) overrekker prisen.

Utvikling av borutstyret de siste 70 år

Gunnar Pedersen

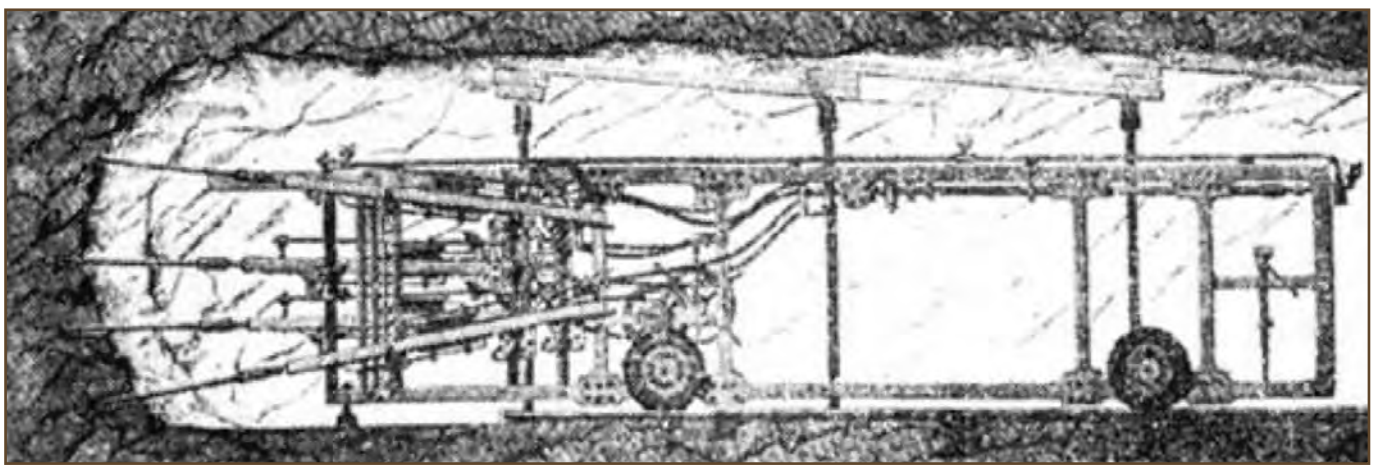
De første "bor"

Gjennom hele vår historie har det vært behov for å gjøre "hull i bakken" for ulike formål. Så langt tilbake som for 5000 år siden var det underjordisk virksomhet for å få tak i flint. For å bryte løs flinten fra krittkalken som omga flinten brukte man hornet fra hjort. Opp gjennom historien er det utviklet stadig nye redskaper for å få til effektivere bryting.

Fig 8. Pick made of deer antler was the principal tool used by the Stone Age miners.

Den første pneumatiske bormaskinen

I 1857 ble den første pneumatiske bormaskinen lansert. Etter dette skjedde det en svak utvikling av boreutstyret. I 1905 kom en nyutviklet bormaskin Cyklop på markedet. Samtidig ble borstangen utviklet mer og mer, men fortsatt måtte man skjerpe



Den første pneumatiske bormaskinen

stålet med å smi om, ofte etter 7 til 10 cm boring. Rotasjon av boret var manuell vridning. I 1936 kunne man velge mellom automatisk rotasjon eller manuell vridning.

Hardmetallskjær, knematere og pallmatere

Fra midten av 1940 tallet startet en dynamisk periode hva gjelder utvikling. Boret med hardmetallskjær kom på markedet. Dette ga betydelig lengre livslengder enn det man var vant til fra tidligere. På 50-tallet erobret "den svenske metoden" (en mann – en maskin) verden. Knemateren og en effektiv boremaskin revolusjonerte bergboringen.

På denne tiden kom også pallmateren. Atlas Copcos BMP pallmater er for øvrig en norsk oppfinnelse. Nå kom også en ytterligere mekanisering, kjedemater på en gummihjulsvogn, som kunne bære tyngre bormaskiner.

Grovhullsboring og presis boring

På slutten av 50-tallet startet forsøk med "grovhullsboring", dvs. 2"- 4". Dette var mulig med de beltegående borvogner som var kommet på markedet. Nå begynte interessen for presisjon på boringene, og de første hjelpemidlene for dette, kom på markedet.

Sterk utvikling i 60-årene, nye borrigger

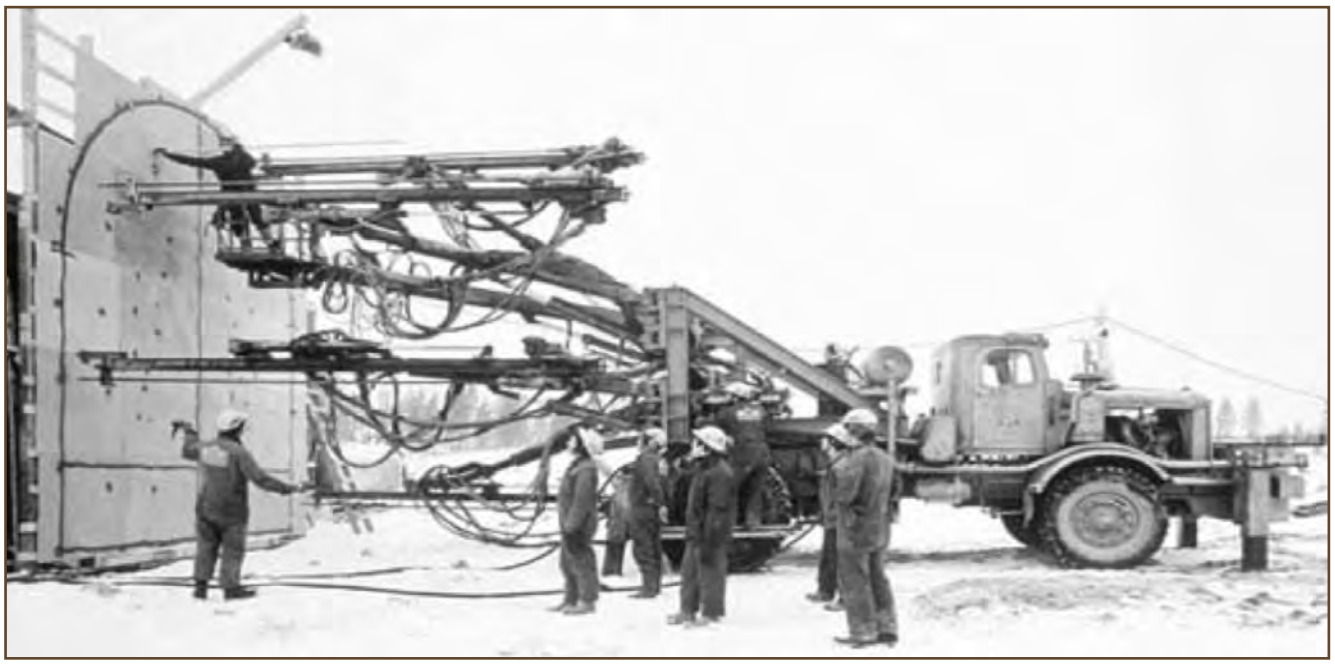
60-tallet fortsetter med en rivende samfunnsutvikling. Gruveindustrien går for fullt for å skaffe materialer til en voksende industri. Det bygges veier for øket kommunikasjon, og det er behov for elektrisk kraft for industri og private hjem. For boring over jord kommer det stadig tyngre og bedre boreutstyr. Miljøet kommer også i fokus – lyddemping og støvbekjemping begynner å ta fart. Behov for kundetilpassing av borutstyret ble også aktuelt. Foruten steinindustrien, var det tunneler og gruver som sto for behovene. Nå var også tunge pneumatiske bormaskiner kommet på markedet. Det var fra USA denne teknikken kom (Gardner Denver og Ingersoll Rand). Disse kunne bare bæres av borrigger.

De borrigger som kom var utrustet med:

- egen framdrivning, ofte en brukt kraftig truck
- feste for bommene
- bommer som rører seg med hydrauliske sylindere
- mater for frammating av boremaskinen

På denne tiden var ikke markedet stort nok til serieproduksjon av borrigger. Riggene ble bestilt og bygget etter kundenes ønskemål.

I denne perioden ble det jobbet mye med forbedringer. Eksempel på dette er matere i aluminium i stedet for stål. Det kom fram slanger og sylindere som kunne ta høyere hydraulikktrykk og dermed kunne gis en slankere utforming og bedre sikt. I stedet for brukte trucker var det en overgang til nye og standardiserte bærere. Bormaskinens effekt var på 8 – 10 kW og borhastigheten ca 1 m/min.



Roc 302 med sine leddede bommer

For overjordsboring kom det også nye maskiner på markedet. En norskutviklet beltegående borvogn ble lansert- Roc 302 eller "Krabba" som den populært ble kalt. For å effektivisere boringen ble den utrustet med 2 bommer med lette bormaskiner for helstang bor. Senere ble den utrustet med tyngre bormaskiner og skjøteboring. En av de som sto bak denne iden var Kjeld Gustavsen i Atlas Copco. En norsk konkurrent bygget over samme ide – Nemek var også på markedet i noen år. Et mer spesielt utstyr så dagens lys på Sørlandet – Geita fra Reiersdal.

70-tallet med hydrauliske bormaskiner

I starten på 70 – tallet ble det lansert et nytt konsept for boring. Bormaskinene ble hydraulisk drevet, og kraftaggregatet ble satt på bæreren og drevet av elektriske motorer.

Fordelene med hydrauliske slagverk kan oppsummeres slik:

- mer energieffektiv
- mulighet for regulering av utgående effekt og rotasjon
- mindre støy under boring

Atlas Copco med sin Cop 1038 var av de første hydrauliske bormaskiner på markedet i 1973.

- ingen tåke og fryserisk
- få bevegelige deler som hele tiden smøres av olje

Den nye teknikken medførte mange fordeler og egentlig ingen ulemper. Det var vel derfor alle som fornyet sin park av bormaskiner satset på hydraulikk.

I denne perioden kom det også store nyheter på borstålsfronten, borkroner med stift i stedet for skjær. På 70 – tallet ble det større oppmerksomhet på miljøet, og det ble satt på støvoppsamlere på borvognene. Med introduksjon av hydraulikk fikk man også muligheter for stangskifting.

Datakontrollert boring

Norske entreprenører startet så tidlig som 1979 med datakontrollert boring, og med egenutviklet rigg. Personene som den gang sto bak dette startet senere Bever Control, et firma som leverer systemer til AMV i Flekkefjord og har i sin tid også levert system for konturkontroll til Atlas Copco. Atlas Copco introduserte sin Robotboomer i Las Vegas 1986.

Hydrauliske borvogner

I 1978 kom den første hydrauliske borvogn til Norge, og som vanlig er norske entreprenører tidlig ute med overgang til slike maskiner. Den siste luftdrevne borvogna i Norge ble levert ca 1983.

80-90-årene med økning av effekten

På 80- tallet fortsatte utviklingen. Bormaskinene fikk øket effekt fra 10 til 12 kW. Man fikk flere varianter av borvogner og rigger som var tilpasset de oppgaver de var tiltenkt. Markedet var stadig ute etter større kapasitet pr. tidsenhet og midt på 90-tallet kom det 18 kW boremaskiner. I denne perioden gjorde også elektronikken sitt innpass på utstyret. Dette for å styre borefunksjonene og muliggjøre hjelpeutstyr/tilleggsutstyr. CAN bus-rigger er et eksempel på dette. Det finnes eksempler fra industrien at 40 kabler kunne byttes mot 3 med denne teknikken. Det finnes også mange andre gevinster med dette.

Stiftkroner boret raskere med lengre mellom slipeintervallene, og ble tilpasset hydraulmaskinene.

Borkrone med ballistiske stifter for raskere boring.

I denne perioden ble det også stor oppmerksomhet på tetting av tunneler. En stor del av markedet lå på vei/jernbane med krav om tetting. Hull for sementinjeksjon ble boret med riggene, gjerne 23-25 meter foran stuff. Behov for å "tolke" bergforhold under boring var aktuelt og MWD (Measurement While Drilling)-utstyr ble påmontert, og interessen for datakontrollert boring forsatte å øke. Som et eksempel kan nevnes at tunnelene for Gardermobanen ble drevet med slike rigger.

Ergonomi/sikkerhet utløste også ideen om å sette utstyr for stanghandtering på mater og senere automatisere den funksjonen.

Moderne bom med utstyr for stanghåndtering.

Med dette og dataassistert boring kom kravet om sterkere og stivere bommer med stor rekkevidde. Disse bommene var også tatt fram med tanke på at bormaskineffekten ble øket i steg: -22 kW- 25 kW- 30 kW -40 kW. Populært sagt dobler man borsynken hvert tiende år.

Utviklingen har også gått i retning av mer tilpasning til oppgavene. I dag finnes modulbaserte rigger med 1, 2, 3 og 4 bommer og det kan velges mellom 6-7 ulike bormaskiner (i tillegg kommer luftbormaskiner). Tilleggsutstyr så som retningsinstrumenter, fra de enkle og til dataopererte hjelpemidler. Instrumenter så som MWD og skanner for skanning av tunnelprofilen er å regne for standardutstyr i Norden, dette i motsetning til resten av verden. I dag kan man også kommunisere med riggen fra kontoret eller andre som måtte ha et behov. Utstyr for navigering eller orientering av rigg i tunnel er også vanlig.

Moderne 3 og 4 boms rigger

Utstyr for boring over jord

På overjordssiden kom utstyr for navigering i 2005. Her ser man også tilpasning av borvognen til sine oppgaver, med terrengutstyr hvor operatøren kan stå på sikker avstand med panelet hengende på seg, eller med hytte for maksimal komfort, selvsagt rikholdig instrumentert. I floraen av maskiner kan man velge fra 8 kW til 40 kW.

Gruveutstyr

Gruveindustrien har hatt samme utvikling som på entreprenørsiden og snakker også om utstyr som opereres uten bemanning. Ser vi på gruver over jord i Norge med Sydvaranger, Rana, og Titania, ble det på 60-tallet i Sydvaranger investert i store rigger for rotasjonsboring. Rana og Titania kom senere. Hulldimensjonene gikk fra 7 7/8" og til 15". I dag er det bare Titania som benytter seg av denne type utstyr. De to øvrige gruvene la ned sin produksjon på 90-tallet. Sydvaranger er gjenåpnet, men denne gang med DTH (Down The Hole) som boremetode i diameter 6 ½" og 8". DTH har hatt en relativt beskjeden plass i pallborings-Norge, men er standardutstyr til vann- og energiboring.

Arnulf M. Hansen, Bergingeniør og norsk fagmann på området TBM – tunnelboring.

Sprengstoffindustrien i Norge – et tilbakeblikk

Aslak Ravlo

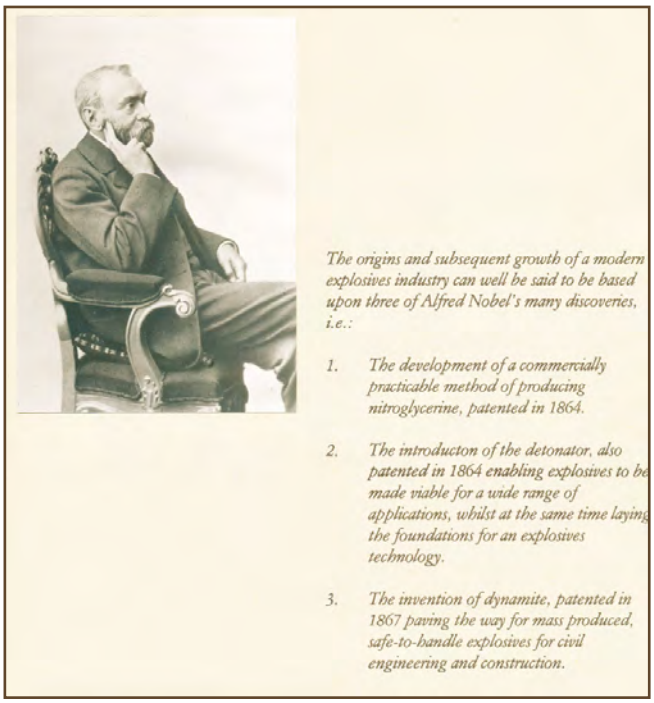
Innledning

Dette handler om sprengstoff i Norge, hvordan det startet, teknologisk og økonomisk utvikling, litt om aktørene frem til dagens situasjon. Historien om sprengstoff startet i det fjerne Østen, den norske historien startet dels på Kongsberg, dels på Lysaker, men også på dette feltet er vi sterkt knyttet til Sverige.

Starten

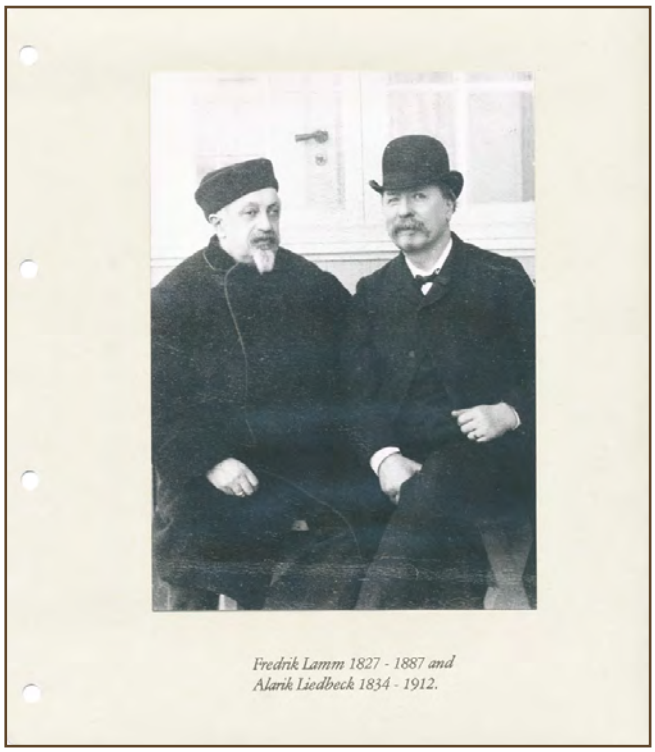
Moderne sprengstoffer så dagens lys i det 19. århundre, men det startet naturligvis tidligere. Ifølge kinesiske tradisjoner ble krutt oppfunnet i det 4. århundre før vår tidsregnings begynnelse. Kunnskapen er dokumentert i Kina på 800-tallet, muligens kjent også i India.

Det er ulike oppfatninger om når svartkruttet ble kjent i Europa. Kanskje så tidlig som rundt år 800. Handelsveiene mellom den fjerne Østen og Vesten var de rutene som karavanene fulgte. Lasten var silke, krydder, sikkert mye annet, ikke minst kunnskap. Omlasting foregikk over lange perioder i Lilleasia som igjen hadde nær kontakt med Middelhavsregionen. Noen mener at svartkrutt i Europa startet på Balkan med Fransiskanermunk og oppfinner (kjemiker og alkymist) Berthold Schwartz. Andre betviler at denne munken har eksistert, eventuelt at han i virkeligheten var Berthold von Lützelstetten som foreleste ved universitetet i Paris rundt 1330. Det er også andre navn som nevnes.



En resept på svartpulver er angitt i et skrift datert 1267 (Epistola de secretis operibus artiis et naturae) og igjen i andre skrifter datert til perioden 1280-1300. Første sivile sprengning i Europa er angitt til 1627 i en gruve i Erzgebirge i Sachsen. Hos oss var Kongsberg først ute med en sprengning som er tidfestet til 1683.

Svartkrutt består av en blanding med 75 % kaliumnitrat, 15 % trekull og 10 % svovel. Svartkrutt var ikke godt sprengstoff og ble i hovedsak brukt til krigerske formål nesten helt frem til år 1900.



Fredrik Lamm 1827 - 1887 and Alarik Liedbeck 1834 - 1912.

Norsk industri på sprengningsområdet startet med kruttverk. Nitedals Krudtværk ble etablert 1882 av Georg Frølich. Hans far F.H. Frølich hadde da drevet kruttfabrikk både på Ljan og i Brevikområdet siden 1860-årene.

Familien Alfred Nobel

Når Alfred Nobels navn nevnes i Norge tenker folk flest på Nobels Fredspris. Slik er det ikke i Fjellsprengningsforeningen. Selvsagt vet vi at Alfred Nobel står bak de 5 årlige Nobelpriser, at Sveriges Riksbanks pris i økonomisk vitenskap utdeles til minne om Alfred Nobel og at "broderfolket" i vest fikk det ærefulle oppdraget med å finne en verdig mottager av Fredsprisen, vi vet også at det hele går tilbake på teknisk kunnskap, årelang forskning, økonomisk innsikt og produksjon av effektive sprengstoffer.

Alfred ble født i Stockholm i 1833 i en familie preget av kjemi og sprengstoffutvikling. En ofte fraværende far og dårlig økonomi preget hverdagen for Alfred i barndommen. Det endret seg da Alfred var i 8-års alder. Far Immanuel, kjemiker, oppfinner og våpenprodusent tok med seg familien til Russland. I St. Petesburg produserte farens fabrikker landminer for den russiske hæren og torpedoer for marinen. Dette gikk godt, med sterk oppblomstring av virksomheten under Krimkrigen [1853-1856]. Etter kriger blir det helst lite behov for slike produkter og fredsslutningen fikk derfor store konsekvenser for Nobels kommersielle muligheter.

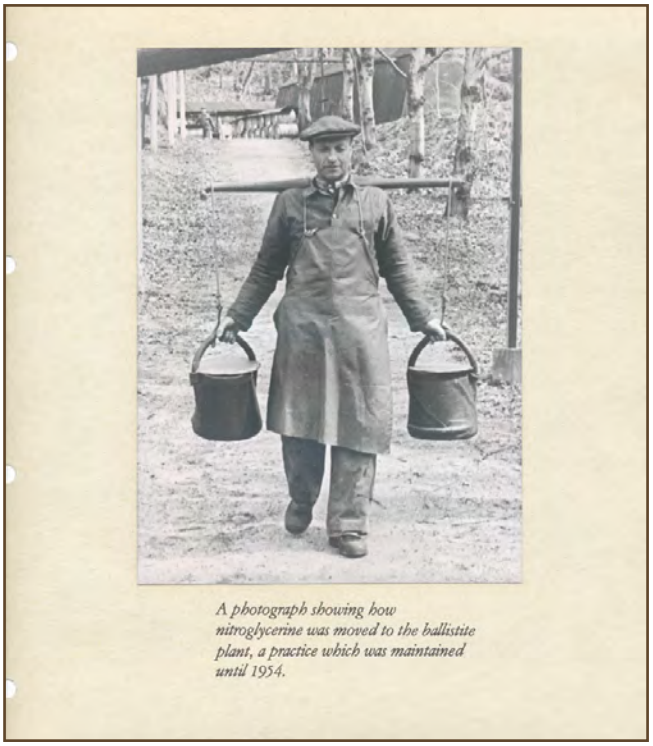
Alfred flyttet tilbake til Stockholm som 30-åring. Formell utdannelse ble i stor grad erstattet av interesse for vitenskap, evner og jobb som kjemiker hos sin far. Den hjemvendte svenske var i høyeste grad kunnskapsrik med et utmerket grunnlag for sitt videre forsknings- og utviklingsarbeid. Forholdet mellom far og sønn varierte mellom alvorlig motsetningsforhold og hengivenhet. Alfred hadde brødrene Ludvig, Robert og Emil Oscar. Ludvig omtales som oljebaron. Han etablerte sammen med sin bror Robert oljeselskapet Branobel som i sin tid var det største selskapet i Russland.

Fra nitroglyserin til dynamitt

Utgangspunktet var nitroglyserin som ble utviklet av den italienske kjemiker, professor Ascanio Sobrero i 1847. Hans læremester var Théophile-Jules Pelouze, bl.a. Professor ved École Polytechnique. Christian Friedrich Schönbein, professor i Tübingen senere ved universitetet i Basel står bak flere viktige oppdagelser innen kjemi.[19]

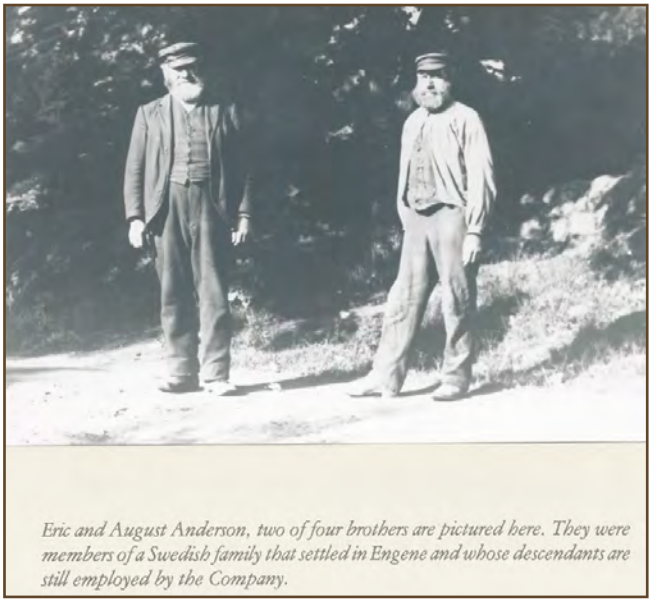
Alfred Nobels utviklingsarbeid førte til et sprengstoff basert på nitroglyserin iblandet kiselgur som bedret sikkerheten. Alfred fikk patent i 1863.

19 Iflg historien skjedde det under eksperiment på kjøkkenbenken mens kona var ute av huset. Han brukte konas bomullsforkle til å tørke opp sølet. Resultatet ble nitrocellulose. Alfred Nobels far, Immanuel, eksperimenterte med blandinger av nitroglyserin og svartkrutt både i Russland og Sverige i 1860-årene. Som læremestre i kjemi nevnes Justus von Liebig (som ung gutt opplevde han den store europeiske sultkatastrofen i 1816.) Etter studier i Bonn og Erlangen ble han den store oppdager av nitrogen og betydningen av stoffet i landbrukssammenheng.



A photograph showing how nitroglycerine was moved to the ballistite plant, a practice which was maintained until 1954.

Praksis med å håndbære nitroglycerin fortsatte frem til 1954.



Eric and August Anderson, two of four brothers are pictured here. They were members of a Swedish family that settled in Engene and whose descendants are still employed by the Company.

Brødrene Anderson kom som fagfolk fra Nobels virksomhet i Sverige. Familien slo rot hos oss og bidro sterkt til utviklingen.

Allerede året etter [1864] inntraff en større eksplosjon i laboratoriet. 6 personer ble drept, deriblant broren Emil. Stockholm innførte forbud mot videre utvikling innen kommunen. Dermed ble det vanskelig med etablering av nye produksjonsanlegg i regionen. Som midlertidig ordning ble det produsert sprengstoff på en lekter som lå i Mälaren. Senere samme år ble det gitt tillatelse til etablering i Vinterviken. Dessverre inntraff nye eksplosjoner både i 1868 og 1874. Fra ca 1865 foregikk utvikling av produksjonsmetoder for sivilt sprengstoff i stor grad i Tyskland. Det viktige patentet for dynamitt er datert 1867.

Anleggene i Vinterviken, Nitroglycerin AB, fikk stadig vanskeligheter med vertskommunen Stockholm. Etter Nobels død 10.desember 1896 ble det store omstruktureringer i selskapet. Deler ble solgt og nye eiere kom inn. I 1898 ble deler av produksjonen flyttet til AB Bofors Nobelkrut i Karlskoga.

Anleggene i Gyttorp som for de fleste av oss forbindes med tennere, spesielt Nonel, var opprinnelig tiltenkt produksjon av svartkrutt. Gyttorps Krutbruk AB startet i 1858. 5 år senere ble produktspektret utvidet til å omfatte tennere, etter ytterligere få år også nitroglyserin og ammoniumpulver. Konkurransen mellom Vinterviken og Gyttorp ble hard for begge parter. Det resulterte i et prissamarbeid startet 1903. Dette fortsatte frem til 1915 da det nye Nitro Glycerin AB overtok og fusjonerte selskapene i Vinterviken og Gyttorp. I 1965 skiftet selskapet navn til Nitro Nobel AB. I 1978 kjøpte Kema Nord bolaget og etablerte Kema Nobel. Nye eiere kom inn og i 1984 ble Kema Nobel og Bofors AB fusjonert til Nobel Industrier. Spekulativ vekst og finanskrise i begynnelsen av 90-årene medførte at Norlandsbanken overtok styringen før Svenske Statens Securum kom inn. I mellomtiden var Nitro Nobel-delen solgt til DYNO Industrier, det skjedde i 1986. Da hadde det i nærmere 10 år vært drøftelser om hvem som skulle kjøpe hvem. Allerede i første del av 70-årene kom det første initiativet fra Nitro Nobel. Etter hvert viste det seg at de økonomiske resultater var bedre på norsk side, markedsutsiktene likeledes.

Norge og Nitroglycerin Compagniet

Hos oss i Norge lå utviklingen tidsmessig like bak Sverige. Alfred Nobel fikk sitt norske patent i oktober 1864. Som hovedregel sikret Alfred Nobel seg aksjemajoritet ved alle internasjonale etableringer, men denne gang gjorde han et unntak. Dette er forklart på mange måter, dels at Norge i den store sammenheng hadde mindre økonomisk betydning, dels at han trengte likvider for utvikling i de store markedsområder, kanskje hadde det betydning at faren Immanuel fikk behov for sykehusbehandling. Uansett for 10.000 Sp.daler fikk hans nære forbindelse kjøpmann J.W. Smitt og hans kompanjong Carl Wennerstrøm kjøpe patentrettighetene for Norge. Det innebar produksjonsrettigheter for nitroglyserin, sprengolje og senere produkter som dynamitt. Johan W. Smitt hadde midlene, Carl Wennerström som offiser og artillerist forståelsen. (Smitt og Wennerstrøm var støttespillerne for Alfred Nobel og hans far Immanuel ved etableringen i Sverige.)

Smitt og Wennerstrøm tegnet seg for vel 50 % av aksjene i et nytt norsk aksjeselskap der advokat J. Homan sammen med en gruppe norske investorer tegnet resten og etablerte Nitroglycerin Compagniet på Lysaker.

Innbydelse til aksjeselskapet er datert 23. juni 1865 og stiftelsesdato 2 dager senere. Samme dag forelå kjøpekontrakt på ca 150 dekar tomt på Lysaker (Faabro gård). Dyktige fagfolk og nære medarbeidere av Alfred Nobel sto sentralt i prosjektet. Ing. Liedbeck var rådgiver/konsulent for planlegging og bygging mens den russisk/finsk/svenske apoteker Lamm ble engasjert som driftsbestyrer. Byggebeslutning er datert 4. juli, trematerialer kom fra Vækerø, bygging tok ca. 6 uker. Pøvedrift startet 10. august, direksjonen inspiserte anlegget dagen etter, og produksjonen startet straks dvs. 11. august 1865. Utstyret var enkelt og manuell innsats dominerende. Her står formann Eric Anderson sentralt. Eric som hadde erfaring og høy anseelse i Vinterviken kom opprinnelig fra Värmland. Han og hans 5 brødre var sentrale personer i arbeidsstokken, hvorav fire ble her og mange etterkommere har senere bidratt til selskapets uvikling.

Det hører med til historien at produksjon av nitroglyserin ble ansett som ufarlig, selskapet søkte derfor ikke om tillatelse, noe som var nødvendig for kruttfabrikkene. Mangel på kunnskap eller tilfeldigheter er uklart, farlig var både håndtering av halvfabrikata, nitrering og andre deler av produksjonsprosessen. Etter 9 års drift gikk det galt. 24. april 1874 kl. 08:00 inntraff en eksplosjon som drepte en mann, forårsaket materielle skader og etter hvert førte til flytting fra Lysaker. Produksjonsutstyret ble reparert og vanlig produksjon kom hurtig i gang, men aviser, nærmiljø og offentligheten satte søkelys på anlegget, og etter ytterligere ca ett års drift måtte produksjonen stoppes. Det ble rettssak, skadelidende nabovirksomheter krevde og fikk erstatning.

Flytting til Engene

Selskapet innså at det ikke var fremtid for virksomheten på Lysaker. Første alternativ for nytt anlegg var Haneborg på Strømmen. Det måtte oppgis, som årsak er angitt dårlig tilgang på driftsvann. I august 1875 ble Engene ved Sætrebukten i Hurum kjøpt. Anleggsarbeidet startet like før jul, kgl. Resolusjon som godkjente prosjektet kom noen måneder senere, departementet ga brukstillatelse midtsommers 1876 og produksjon kunne starte samme høst.

Engene i 1870-årene var et sted langt hjemmefra, uten veiforbindelse, med nærmeste handelsmann i Drøbak. Kaianlegg og sjøtransport var navlestrengen.

Råvarer for produksjonen kom fra Tyskland, Sverige og England inntil Hydro var leveringsdyktig vel 35 år senere. Med Hydro som leverandør av halvfabrikata kunne virksomheten rasjonaliseres ytterligere. Egenproduksjon av salpetersyre basert på Chilesalpeter importert via Hamburg ble erstattet av syntetisk pro-

dukt fra Hydro som var både bedre og billigere. Det fører for langt å følge utviklingen i detaljer.

Krigsårene 1914-1918 ga en vanskelig råvaresituasjon. Glyserin var viktig for de krigførende, import derfor særdeles vanskelig. Nasjonalt fikk leveranser til forsvaret prioritet. Dette gikk på bekostning av det sivile sprengstoffmarkedet med nye resepter som sparte på vanskelig tilgjengelige stoffer. Men krigstiden var også en gylden periode for spekulasjon.

Haaøen og Gullaug – et spekulativt forehavende som førte til Norsk Sprængstofindustri.

For dagens sprengstofforbrukere er Haaøen Fabriker stort sett ukjent mens Gullaug for de fleste er ensbetydende med "Dyno". Historien bak er kompleks, har sammenheng med spesielle markedsforhold, tilgang på råvarer og bekjentskaper. Dette fikk konsekvenser for mange selskaper

Hydros anlegg på Rjukan sto klar for leveranser 1911. Produkter som svovelsyre og ammoniumnitrat trengte kunder og det var nærliggende å se mot sprengstoffindustrien. Sam Eyde kunne godt tenke seg en egen sprengstoffabrikk. En forespørsel til Nitroglycerin Compagniet om assistanse ble avslått og planene ble midlertidig lagt på is. Planer om markedsfremstøt i Russland var tidfestet til 1913. Først i 1915 var det praktisk mulig. En topptung delegasjon dro av gårde. Sam Eyde var selv med. Offisielt var formålet å vurdere en russisk metode for fremstilling av oleum, en svovelsyrevariant, uoffisielt gjaldt reisen forhandling om salg av sprengstoffer fra Norge til Russland. Forhandlingsresultatet var positivt, men også beheftet med usikkerhet. Samtidig ble A/S Haaøen Fabriker etablert for produksjon av sivilt sprengstoff for eksport. Konsesjon kom i februar 1916 og anleggsarbeider ble umiddelbart satt i gang. Under marsjen, dvs. en måned senere hadde Eyde i hemmelighet fremforhandlet en avtale om leveranser til det norske forsvaret. Planer for en ny fabrikk ble lagt frem og besluttet etablert, men styret nølte. Vannmangel gjorde Håøya lite egnet for de planlagte produkter og nytt produksjonssted måtte etableres. I mellomtiden startet produksjonen på Håøya med eksport til Russland. Økonomien fungerte godt.

I august 1916 ble planer om bygging av ny fabrikk på Gullaug i Lier behandlet og vedtatt. Beslutning om bygging kom i februar 1917 og anleggsarbeidene ble omgående startet. Det ble ført forhandlinger om salg til militært sprengstoff til Russland, men som vi vet var timing mildt sagt elendig. Borgerkrigen i Russland startet i mars, tsar Nikolai 2. gikk av i april, Russland måtte gi seg i krigen mot Tyskland, og det var økonomisk kaos som endte med revolusjon.

Haaøen – Gullaug-prosjektet var spekulativt og ble en økonomisk katastrofe og selskapet var i realiteten konkurs. For å berge egne investeringer klarte høyprofilerte industrimenn i løpet av meget kort å tvinge Nitroglycerin Compagniet både til fusjon og navneskifte. Nitroglycerin Compagniet gikk tilfredsstillende, hadde en godt ordnet økonomi mens nykommerne var forgjeldet og avtalemessig innrettet mot eksport til et ikke-eksisterende marked. Det nye selskapet slet med ettervirkningene av fusjonen henimot annen verdenskrig.

Vel, Norsk Sprængstofindustri [NSI]klarte seg, men fikk etter hvert konkurranse. Frem til andre verdenskrig dominerte NSI. Under krigen var det liten aktivitet og flere år etter krigsslutt var det prislov (Lex Thagaard), priskontroll og egentlig lik pris fra begge leverandører. Konkurranse var i utgangspunktet ikke-eksisterende. Underhånden gikk det nok på storkunderabatter, romslige betalingsbetingelser (eksempelvis 6 måneders "gratis" kreditt som i virkelighet var kortsiktig uimotståelig finansiering for en presset entreprenør).

Grubernes Sprengstoffabriker A.S.

26. januar 1917 ble A/S De Norske Aerolit- og Fænghættefabriker stiftet for produksjon av sprengstoff uten bruk av glyserin. Forretningsideen var derfor sterkt influert av første verdenskrig og manglende tilgang på råvarer. Katalysator var Store Norske Spitsbergen Kulkompani som kjøpte fenghetter fra Ing. K.W. Nielsen i Danmark. Det danske firmaet hadde også utviklet sprengstoffet Aerolit og det nye selskapet hadde kjøpt produksjonsrettighetene og gården Drømtorp i Ski.

I selskapshistorien står det "at det skulle optimisme til" da virksomheten startet. Det heter videre at "firmaets første sprengstoffgubber smalt i takt med kanonbulderet fra Europas slagmarker". Selv føyer vi til at det ikke ble særlig mange gubber som smalt det første året. Lite salg og reklamasjoner resulterte i anstrengt økonomi, og ytterligere aksjekapital ble nødvendig.

Verdenskrigen sluttet i november 1918 og glyserin og andre råvarer ble tilgjengelig. Aerolit ble tatt ut av produksjon til fordel for glyserinholdig Lynit A. I 1919 ble selskapet restrukturert under det nye navnet Grubernes Sprengstoffabriker A/S.

Slitsom markedssituasjon og svak økonomi karakteriserer virksomheten fremover til 1927. Da kom de dynamittlignende sprengstoffer Lynit B og Glykolit og selskapet tok markedsandeler. Storebror Norsk Sprængstofindustri hadde nok (som bransjen for øvrig) forventet at Grubernes skulle bukke under. Det skjedde ikke, og anleggene på Ski økte produksjonen sakte og sikkert fremover mot 2.verdenskrig. Også krigsårene innebar økt produksjon under stram overvåkning ved okkupantene og etter hvert deres norske supportere.

Med freden kom også "Lex Thagaard" som provisorisk anordning datert 8. mai 1945 og senere prislov. Det ga myndighetene utstrakt adgang til å kontrollere produksjon og omsetning. Produsentene minnes årene etter 1945 som en periode med vanskelig tilgang på råvarer, spesielt glyserin.

For Grubernes ble 1950-årene en kontinuerlig utbygging og moderniseringsperiode som toppet seg med den store ombyggingen i 1957-58 med nytt nitroglycerin anlegg og patroneringsmaskineri. Produksjonskapasiteten økte fra ca 2000 t til 8000 t. Underveis opplevde fabrikken to større eksplosjonsulykker og måtte som interimsløsning supplere med innkjøp både fra Tyskland og fra konkurrenten i Norge. Markedsandelen økte jevnt og nådde ca 40 % rundt 1960.

If you can't beat them – join them

En form for samarbeid mellom Norsk Sprengstoff og Grubernes startet i slutten av 30-årene. Både Norsk Sprengstoff og Grubernes registrerte at markedet var preget av ubehagelig konkurranse. En naturlig konsekvens blir samtaler mellom sentrale aktører og veien til samarbeid er kort. Analyser viste naturligvis at et markedsdominerende selskap ville gi både økonomiske og tekniske fordeler. I første halvdel av 1960-årene var Grubernes salgsmessig fortsatt lillebror, innen økonomi var situasjonen muligens motsatt.

I 1966, etter initiativ fra Norsk Sprengstoff, ble det inngått avtale om samarbeid på bred basis. Det var en 3-årig avtale som allerede året etter ble forlenget til 10 år med en fastlagt fordeling av markedet mellom de to partene. Som vi vet førte dette frem til fusjonen i 1971.

I første omgang fortsatte produksjonen ved begge anlegg.

Fusjon og endringer i markedet

Markedet var i endring. Et tilfeldig bidrag i markedsføringen av Anfo var den store eksplosjonsulykken i Texas City i april 1947. To skip lastet med ammoniumnitrat eksploderte, 581 personer omkom og 5000 fikk fysiske skader. Eksplosjonen utløste branner og annen skade i store deler av byen.

Verdensmarkedet derimot, fikk en realistisk demonstrasjon av nye muligheter. Anfo (ammoniumnitrat-olje) har som lyte manglende vannbestandighet. Professor Melvin A. Cook løste problemet og gjennom Ireco Chemicals fra Salt Lake City kom slurry til Norge i 1968. De store dagbruddene med Titania i spissen var pådrivere. Norsk Sprengstoff fikk fart på seg selv, inngikk avtaler og ble dominerende i den nye del av norsk sprengstoffmarked. For Grubernes var denne del av utviklingen et sårt punkt der NSI egentlig tok to indre og ut med konkurrenten. Det var forholdet til de 3 storforbrukerne i Varanger, Rana og Tellnes som var avgjørende. Gruvelederne fulgte den tekniske utviklingen for dagbrudd i USAog ville ha tilgang til de nye teknologiene.[20]

Dette førte til redusert bruk av tradisjonelle sprengstoffer og økt bruk av Anfo, slurry og etter hvert nye emulsjoner. Våre to sprengstoffprodusenter innså at strukturelle endringer måtte komme.

En fusjonsprosess har mange aspekter, hva skal barnet hete, hvem blir direktør, hvordan bedømmes partenes aktiva, passiva og markedsposisjon, hvor skal hva produseres osv.

Ikke alle spørsmål ble løst. Etter møter, forhandlinger og vurderinger ble imidlertid verdien av en aksje i Grubernes fastsatt lik verdien av to NSI-aksjer og navnet ble DYNO Industrier.

For brukerne ble det nye selskapet en bra forretningsforbindelse; teknisk godt utviklet, pålitelig, vennlig, men lite åpen for prisdrøftelser. Selv ble vi nærmest kastet ut av leverandørens hovedkontor ved oppstart av et storanlegg der vi mente at kvantum og rasjonelle leveringsforhold burde gi grunnlag for spesialpris. Inntrykket var vel også at det var særdeles nært forhold mellom myndighet og sprengstoffleverandør.

DYNO blir internasjonalt selskap

Kvantummessig dominerte de store gruvene sprengstoffmarkedet i USA. DYNO så for seg den samme utviklingen hos oss med stor nedgang for de tradisjonelle produktene. Etter flere møter med Ireco, dvs. Melvin Cook både i Norge og USA ble det inngått avtale mellom Ireco og DYNO, i neste omgang avtaler med gruvene om DYNO slurrystasjoner både i Sydvaranger, på Storforshei og Tellnes. Årsomsetning av slurry til gruvene steg opp mot 15.000 tonn som representerte ca 50 % av totalforbruket i Norge.

Samarbeidet med Ireco har åpenbart bidratt til den internasjonalisering av DYNO som fulgte.

Resultatet var at DYNOS norske marked på ca 30.000 tonn, herav halvparten slurry til gruvene, kunne relateres til en DYNO/Ireco produksjon i Nord-Amerika på 170.000 tonn. Det stoppet ikke der. DYNO kjøpte nok et selskap og ble dermed den største aktøren i det farlige US-markedet og resultatene ble dårligere enn forventet. Lysten til ekspansjon var stadig stor, det førte til innsats og aktivitet også i Australia og Asiatiske markeder.

Utviklingen for Nitro Nobel i Sverige var ikke ulik utviklingen i Norge. Forbruket av tradisjonelle sprengstoffer gikk ned. Den største forbrukeren LKAB kjørte som før sitt eget løp. Nitro Nobel var stadig på utkikk etter nye muligheter. I 1973 så sprengstoffdelen av DYNO interessant ut for svenskene og spørsmål om kjøp ble luftet. Andre aktuelle spørsmål var samlokalisering, tennermarked og emulsjonssiden Samtalene fortsatte og halvannet år senere var man kommet så langt at konsekvenser av en mulig fusjon skulle analyseres. Analysen viste at fusjon ville kunne gi en betydelig økonomisk gevinst. For DYNO-ledelsen viste den også at det økonomiske styrkeforholdet selskapene i mellom var annerledes enn tidligere anslått.

20 På Fjellsprengningskonferansen november 1967 holdt Overing. Ivar Dybdahl, Titania foredrag om de nye sprengstofftypene. DYNO var i noen grad på etterskudd, men kom sterkt tilbake.

Det ble ingen fusjon. Forhold som historie, ulik oppfatning om kompetansespørsmål, industrikultur, og fra DYNOs side frykt, var viktige årsaker.

6 år senere (1981-82) kunne DYNO stille med ny konsernledelse og samtaler ble gjenopptatt. Partene registrerte relative endringer markedsutsikter både i nasjonalt og internasjonalt. Nitro Nobel hadde langt på vei avsluttet en langvarig god periode i Midt-Østen og utsiktene for det nasjonale markedet tydet på fortsatt nedgang i volum. For DYNO var situasjonen motsatt. Ved vurdering av aksjene og mulig byttеforhold var avstanden derfor stor. Nok en gang ble fusjonstanken satt på vent.

Samarbeidet mellom DYNO og Ireco fortsatte for fullt. Forholdet mellom eiere (Rio Tinto) og ledelse i Ireco utviklet seg i ugunstig retning og bedriften ble etter hvert solgt til nye eiere. Det endte med at DYNO satset stort, etablerte Ireco Inc 31.5.1984 med 85 % eierandel og var dermed en betydelig aktør i det Nordamerikanske sprengstoffmarkedet med en årsproduksjon på 100.000 tonn i USA, 70.000 tonn i Canada og lisenstagere i mange land.

Nitro Nobel fikk også ny eier og ny runde med samtaler startet. Denne gang endte samtalene med resultater. I desember 1986 fikk DYNO konsesjon fra de svenske myndigheter om kjøp og en omfattende avtale kunne realiseres.

I Norge foregikk en omstrukturering av produksjonen. Virksomheten på Ski ble overført til Gullaug, og samtidig ble det innledningen til strukturendringer mellom Gullaug og Gyttorp, og ikke minst en årelang periode med kontinuerlig oppbygging av ledelsesstrukturer og samordning av produksjon og markedsføring. Samarbeid med Wesfarmers i Australia, innsats i Hong Kong kan bare nevnes.

Nedturen starter

Hydro har på godt og ondt hatt stor betydning for Norsk Sprængstofindustri fra 1917, og fra 1971 også for DYNO Industrier. Eierandelen har variert mellom 17 til drøyt 50 %. Fra 1911 har selskapet hatt store råvareleveranser til sprengstoffselskapet og vi må regne med at Norsk Sprængstofindustri og senere DYNO konsekvent har betalt gode priser for råvarer fra en dominerende eier. Vi har forstått at Hydro til gjengjeld var en kompetent, solid og trofast støttespiller inntil 1995, muligens helt til november 1998.

I 1995 ga Hydro uttrykk for at selskapet ønsket å knytte DYNO nærmere til Hydro og derfor ønsket å øke sin eierandel til vel 50 %. Hvordan DYNO egentlig oppfattet dette vet vi ikke. Det kunne høres besnærende ut og ble effektuert ved en rettet emisjon som i det minste styrket DYNOs likvide situasjon. Samtidig ble DYNO fullstendig dominert av storebror. Transaksjonen førte til svak uro i det politiske miljøet.

Tydeligvis fikk Hydros ledelse ganske fort nye ideer. Etter 4 år solgte Hydro en del av sin aksjepost til Orkla og varslet om at de fra nå av betraktet sin aksjepost som en finansiell investering. Samtidig trakk Hydros sin representasjon i DYNOs styre. Det gjaldt tilfeldigvis Eivind Reiten.

Med virkning fra 22. desember et år senere ble DYNO ASA solgt til et nystiftet finsk selskap eid av Industrikapital. Industrikapital har som forretningsidé å foredle[21] virksomheter for så å selge videre. DYNO ble tatt av børs, dels delt, dels restrukturert. Videresalg pågikk over flere år. Sprengstoffdelen ble solgt høsten 2005. Kjøper var et australsk konsortium og prisen 1,7 milliarder US$ som den gang kunne omregnes til ca NOK 11 milliarder.

Industrikapital har som formål å tjene penger, og formålet ble vel tatt vare på i denne transaksjonen, trolig en flerdobling i forhold til pris ved kjøp. (børsverdien på DYNO ASA før salget var ca NOK 3,35 milliarder) Sprengstoffdelen ble delt i 2 biter; Australia/Nord-Amerika henholdsvis Europa/Asia/Sør-Amerika biten.

Den foreløpig siste kjøper av Europa/Asia/Sør-Amerika biten er Orica Mining Services som har hovedkvarter i Australia med Europakontor i Troisdorf nær Køln. Tennerproduksjon er konsentrert til Gyttorp mens NG-stoffer produseres i Tyskland og andre steder på kontinentet.

Nye aktører, noen kom og noen forsvant

Normalsituasjonen i det norske sprengstoffmarkedet var slik brukere av sprengstoff oppfattet det, at leverandørene ytet bra service, at faglig nivå var godt, men også at priskonkurranse var fraværende. I noen grad kan årelang offentlig priskontroll ha påvirket holdninger. Senere var det en periode med tilløp til kartellaktig virksomhet som gikk over i en monopollignende situasjon. Rett eller galt, store kunder syntes også at det var påfallende nært forhold mellom leverandør og myndighet.

Det var derfor naturlig at flere så etter alternative leveringsmuligheter. Norske entreprenører har ved forskjellige anledninger gjort forsøk på å skaffe eksplosiver til lavere pris enn det som kunne skaffes i Norge, gjerne da i forbindelse med store prosjekter.

21 "Foredle" er et fint ord. Når ordet dukker opp i fusjonssammenheng er nok betydningen modifisert og situasjonsbetinget. Hardhendt kortsiktig rasjonalisering og forberedelse for videresalg med kjapp fortjeneste kan også passe.

Sprengstoffmuseet på Engene.

På svensk side så vi eksempler på at det ble brukt slurry-pølser produsert av entreprenør og at deler av gruveindustrien ordnet seg på egen hånd. En av våre store entreprenører gjorde et halvhjertet forsøk tidlig i 70-årene, men oppdaget at nærmest uansett hva det gjaldt, nitrat – TNT – spesialutstyr så endte man opp med at en herværende sprengstoffprodusent allerede hadde avtale som dekket Norge. Anstrengelsene førte likevel til en forståelse mellom partene.

I 1977 startet to av våre medlemmer, A.B.Vagstein og B.Petterson sammen med entreprenør Thor Furuholmen, Detonik AS. Franzefoss var med i innledningen, men trakk seg fra prosjektet. Detonik AS hadde fått agentur for tsjekkiske og finske tennere. Dette resulterte i at daværende monopolist inngikk en avtale med Furuholmen og sprengstoff- fremstøtet ble effektivt stoppet. På dette tidspunktet hadde også andre aktører kommet på banen med import fra Sveits, men også disse ble stoppet før sprengstoffet kom ut i markedet. Hydro ønsket å etablere seg sterkere i det norske markedet, og i 1981 overtok de alle aksjene i Detonik, og ansatte våre to medlemmer. Det resulterte i et samarbeid med AF om bygging av en ANFO fabrikk på Vatnedalsanlegget. Senere satte også Hydro opp en emulsjonsfabrikk i forbindelse med Førreskarsdammen. Her ble det bl.a. produsert Heavy ANFO (tung ANFO). Høsten 1985 hadde Hydro også etablert en ANFO-fabrikk på Mongstad. DYNO syntes åpenbart at konkurranse fra sin egen hovedaksjonær var en dårlig idé og inngikk en avtale med Hydro som fastslo at bare Dyno skulle produsere og selge sprengstoff og ammoniumnitrat til fremstilling av Anfo i Norge.

Høsten 1986 ble PEX AS stiftet. Aksjonærer var Selmer AS og B.Petterson. Etter import av et mindre parti AN Prills kom Dyno på banen med tilbud om oppkjøp av selskapet. Formelt skjedde dette våren 1987.

Viking Sprengstoff AS startet i 1994. Igjen med medlemmer i sentrale posisjoner. Frem til 2002 hadde selskapet sitt lager på Trøgstad Fort. Selskapet ble senere solgt til svenske fagfolk.

Solid AS (Solberg og Lied) i Sande drev med import av kunstgjødsel og startet med å selge sprengstoff først på 1990-tallet. Selskapet produserte Anfo og importerte andre produkter i sprengstoffsegmentet. Solid eksisterte også i en 10-års periode

Dagens markedssituasjon

Den enes død, den annens brød. Dyno hadde en skyhøy markedsandel og godt omdømme i markedet. Orica Mining Services arvet dette og store endringer skjer ikke over natten. Fortsatt er Orica dominerende i det norske markedet, men det er nye leverandører som gjerne vil ha sin del.

Maxam

I 1872 etablerte Alfred Nobel selskapet Sociedad Española de la Dinamita, Privilegios A.Nobel i Bilbao. I 1896 (samme år som Alfred døde) ble selskapet del av nyskapningen Unión Española de Explosivos (UEE) som produserte sprengstoff for sivilt bruk. Etter trekvart hundre år ble det ny struktur, samarbeid med Rio Tinto, ny fusjon og nytt navn. Selskapet utviklet seg til stor internasjonal aktør og tok etter hvert navnet MAXAM. Selskapet kom til det

norske markedet i 1993. Da som leverandør til Nord Explosives AS, Sagstua. Nord Explosives produserte ANFO og solgte for øvrig spanske og amerikanske produkter. Spanske produkter kom fra Maxam. Samarbeidet med Spania utviklet seg og Maxam overtok aksjemajoriteten i 2003.

Maxam Group opererer i ulike forretningsområder. Området sivilt sprengstoff som interesserer oss dekker hele spektret fra tennmidler via patronert sprengstoff til slurry og emulsjoner. Selskapet er til stede stort sett over hele verden og har produksjonsfasiliteter i en rekke land og angir selv at de er den største sprengstoffaktøren i Europa.

For NFFs Kulturkomite er det interessant at Maxam er aktiv støttespiller på kulturelle områder, bl.a. et sprengstoffmuseum som årlig har rundt 100 000 besøkende.

Nexco AS ble etablert i februar 2007 av Petter Jensen, aktiv i NFF og kjent fra norsk sprengstoffindustri. Selskapet har i startfasen basert seg på import. Samarbeidet med utenlandske leverandører har åpenbart fungert så godt at Austin Powder satset og kjøpte seg inn, og står i dag som 100 % eier. Austin Powder kan føre sin historie tilbake til 1833 da fem brødre Austin startet produksjon av svartkrutt i Ohio. I dag dekker produksjonen det meste, tennere, patronert sprengstoff og emulsjoner. Gjennom Austin Powder International er selskapet aktivt i Europa og nå også hos oss.

Orica Mining Services. Orica kom til Norge gjennom oppkjøpet av sprengstoffdelen av DYNO Industrier. Orica er i dag største aktør innen sprengstoffer både på verdensbasis og her i Norge.

Begrepet "fourty-niners" går tilbake på gullrushet i California. Noe senere kom det også et gullrush i Australia, gjerne kalt "Victoriarushet". Firma Jones, Scott & Co ble etablert. Produksjon av sprengstoffer startet i 1876. Noen år senere ble selskapet overtatt av Alfred Nobel. Gjennom omorganisering og fusjon med britiske kjemiselskaper ble Imperial Chemical Industries [ICI] etablert. I 1928 ble den Australske ICI delen lagt inn i hovedselskapet. Dette varte til 1997 da ICI solgte Australia-delen som ble et selvstendig selskap, skiftet navn til Orica og konsentrerte seg om eksplosiver.

DYNO Nobel. Dette selskapet eksisterer fortsatt, eies av australske Insitec Pivot Ltd. og er på verdensbasis den 3dje største leverandør av sprengstoffer, er markedsleder i Nord-Amerika, stor leverandør i Australia og aktiv i Stillehavsområdet og Sør-Amerika.

EPC Norge. Dette er den norske delen av det franske selskapet Groupe EPC. Selskapet leverer patronert sprengstoff og emulsjon Multiblend. EPC er aktiv i Norge, Sverige og flere andre land i Europa, dessuten i Vest-Afrika og Midt-Østen (Saudi-Arabia og Emiratene). Norsk kontor og adresse er Sande, Vestfold.

Referanser

- Grubernes Sprængstoffabrikker A/S, håndbøker mv.
- Dyno Industrier AS, håndbøker mv.
- Jubileumsskrift 1865 – 1965 utgitt av Norsk Sprængstofindustri A/S,forfatter Morten H. Magnus
- "DYNO Industrier – Fra nasjonal til internasjonal bedrift", forfatter tidligere konsernsjef Ragnar Halvorsen utgitt av selskapet år 2000
- Samtaler med bransjekolleger
- Egne erfaringer.

Fortsatt kan vi sprenge berg i Norge

Kilde Orica

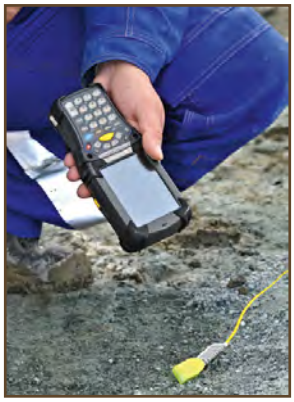
Dyno Nobel er historie i Norge. Orica Mining Services har overtatt og er fortsatt største leverandør til brukere av sprengstoff i Norge, men selskapet merker frisk konkurranse. Orica har hovedkontor i Australia med Europaforvaltning i Troisdorf nær Køln. Bildene viser tiltransport av "site sensitized sprengstoff, primer, tennerplassering kontrollert av Pus og tilslutt forberedelse for kobling av salve. Foto: Orica.

Den gang Høvik sentrum gikk til himmels

Veidekke bygget i årene 1955 til 1964 ny Drammensvei fra Oslo grense på Lysaker, gjennom Bærum til Sandvika. Arbeidene som ble utført for Statens vegvesen i Akershus var delt i et antall parseller. For hver parsell ble det ny anbudskonkurranse. Veidekke gikk ut som vinner av samtlige. Den nye firefelts-traseen fulgte delvis den eksisterende tofeltsveien. Trafikken måtte opprettholdes. Selv om det den gang var beskjeden trafikk i forhold til dagens nærmest kontinuerlige rushtrafikk, skapte dette problemer både for trafikanter og entreprenør. Som en kuriositet bør nevnes at den planen arbeidene startet med og som Stortinget hadde bevilget midler til, omfattet en firefelts gate med kryss i plan. Vegvesenet hadde en byggeleder med fremsyn, fantasi og ikke minst mot. Overingeniør Svein Nesje, som senere ble veisjef i Buskerud lirket inn i planene en revolusjonerende nyskaping kalt "kjørbar fotgjengerundergang". Det ble bygget to av dem, en ved Strand og en i Solvikveien. Da anlegget omsider nådde Sandvika, var Drammensveien blitt motorvei med planskilte kryss.

I vår historie er vi i 1962 kommet til Høvik sentrum. Planene viste at veien skulle gå på sydsiden av Høvik kirke. Kirken ligger på toppen av en av de mange kalk-/leirskifer-åsene som krysser Bærum fra nordøst til sydvest. Åsen strakk seg fra kirken forbi Høvik jembanestasjon. Nesje foreslo å legge veien mellom kirken og jernbanestasjonenen. Endringen ville gi en langt bedre linjeføring. Men det var trangt, så vidt plass til veien selv om man stjal noe av kirkeplatået. Skjæringen ble angrepet fra vest hvor man kunne gå inn fra et jorde. Etter behørig å ha planket igjen kirkevinduene startet sprengningsarbeidet med håndholdte småhullsmaskiner, slik som alt fjellarbeidet på veianlegget til da var foregått. Etter en del mindre småhullsalver øket stuffhøyden betydelig. Mot jembanen hadde man en loddrett gammel skjæringsvegg fra jembaneanleggets dager. På den andre siden lå Drammensveien, kirken og Høvik sentrum. For hver sprengning måtte trafikken på jernbane og vei stanses. Risiko for skader på jernbanens kjøreledninger var betydelig.

Veidekke gjennomførte samtidig en kontrakt med Statens vegvesen Østfold for ny E6 gjennom Mosseskogen. Der var det nylig og for første gang brukt grovhullsboring og ladning med selvblandet ammoniumnitrat - dieselolje (Anol). Sprengningen



(i)Pumping av emulsjon, (ii)scanning av tenner og (iii) utstyr for styring av chip i elektronisk tenner. Beskyttelse mot terroraktivitet medfører nye krav til regnskap og identifisering av sprengningskomponenter.

i Mosseskogen var vellykket og ga oppmuntrende resultater. For oss på Drammensveien var det fristende å ta i bruk samme metode og dermed gjøre unna Høvikskjæringen med en eller to større salver. Kontoret, for Fjellsprengningsteknikk hadde vært engasjert på anlegget med rystelsesmålinger flere ganger. Det var derfor naturlig å ta kontakt for fjellsprengningsteknisk rådgiving. Kontorets bergingeniør Babic ble satt på oppgaven. Det er i dag, så lenge etter, vanskelig å få tak i eksakte tall for salvestørrelse, bormønster, stuffhøyde etc. Kontor for Fjellsprengnings-teknikk gikk inn og ble en del av NGI. Det ble skrevet en lengre rapport, men NGI er ikke i stand til å finne den i sitt arkiv. Hvorom allting er: Salven ble boret med 3" hull, stuffhøyden var antagelig 4-5 meter, salvestørrelsen kanskje 2-4 tusen kubikkmeter.

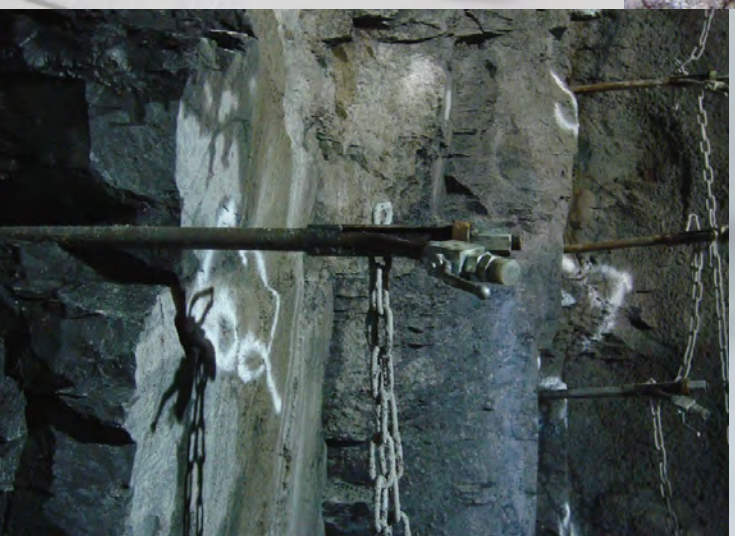
Veidekkes solide skytebas fra Biri var meget skeptisk til at det var mulig å sprenge med kunstgjødsel. Han var nok ikke alene om det. Men han dekket allikevel salven samvittighets-fullt med store mengder tunge skytematter. Byggeleder Nesje hadde tatt med seg veidirektør Karl Olsen samt en ikke navngitt jernbanedirektør og tatt stilling på den andre siden av jernbanelinjen. Sirenen gikk, trafikk på vei og jernbane ble stoppet, området ryddet, basen sluttet strømmen.

Basen som ikke sto altfor langt inne på platået, stirret forundret til værs: "Je så desse skytemattan, gut. Je trudde aldri dom sku' komme ne'att." Nesje med følge hev seg rundt nova. Da støvet hadde lagt seg, kunne man til forbauselse konstatere at kjøreledningene hang intakt som før og at eneste skade var noen mindre karosseriskader på biler i Høviksenteret. Jembanen hadde fått litt gratis ballast i sporene, og Veidekke fikk for første og antagelig for siste gang en sprengningsrøys som var ferdig pukk.

Årsakene til det spektakulære sprengningsresultatet kan man bare spekulere i. Det ligger nær å anta at salven var overladet. Løst AnFo fyller borhullene, kanskje det ikke var tilstrekkelig erkjent av aktørene den gang. Dessuten, det gikk en diabasgang langs toppen av hele åsen, men veien ble bra.

Magne Often

En collage som viser et lite utvalg komponenter fra dagens bergarbeid. Foto: Leverandører.



Leverandørindustrien

Basert på bidrag fra Thorvald Wetlesen, Reidar Kompen og Ola Woldmo, sammenfattet av Kulturutvalget.

I vår forståelse omfatter leverandørindustrien den del av bygge- og anleggsindustrien som leverer det som utførende trenger for å gjennomføre de ulike bygge-anleggsprosjekter. Det starter med forundersøkelser, planlegging og tegninger. Fortsetter med maskiner, utstyr, reservedeler, forbruks- og hovedmaterialer og ulike spesialprosesser. Samlet utgjør dette den største delen av bransjens omsetning.

På den myke siden står rådgiverbransjen sentralt. Da foreningen startet var "konsulentkontorene" små personlige virksomheter med familienavn. Helst en flokk ingeniører samlet rundt en initiativtager. Sluttproduktet var ordknappe beskrivelser med enkelt, men tilstrekkelig tegningsmateriale. Endringen er formidabel. Det gjelder konsentrasjon i store bedrifter med tusenvis ansatte, krav til undersøkelser og analyser, teknisk utvikling og tilgang på hjelpemidler og ikke minst at prosjektenes størrelse og kompleksitet.

På den harde siden står sprengstoff og borutstyr sentralt. Begge deler er behandlet i egne artikler. Tunnelboring har også fått sin artikkel. Dels fordi vi har en historie å fortelle, dels fordi metoden brukes i stor grad i det internasjonale marked, men også fordi den igjen er aktuell for utvalgte norske prosjekter. Det vi kaller tradisjonell sprengning, dvs. bruk av borhull og sprengstoff er den dominerende metoden hos oss og i de fleste markeder internasjonalt. Metoden er ikke behandlet særskilt. Den er imidlertid integrert del i gjennomføring av de prosjekter som er behandlet.

Alle anleggsprosjekter uansett type trenger sin egen infrastruktur. Det betyr kontorer, fasiliteter for innkvartering og forpleining av arbeidsstokk på alle plan, verksteder og lagerplass for materialer, reservedeler, mat og mye mer. Intet anlegg kan drives uten vann og avløp, elektrisk kraft eller oljeprodukter. Miljøforskrifter krever renseanlegg for ulike formål. Bergarbeid krever lastemaskiner og transportutstyr, sikringsmateriell og verneutstyr, steinknusere, sikteanlegg, transformatorer og annet elektrisk utstyr.

En rimelig utdypning av elementene som kan inngå i leverandørindustrien ville sprenge alle rammer for boken. Vi må derfor begrense oss til en kortere omtale av noen få sider av "leverandørindustrien" som trolig er mindre kjent for allmennheten og som samtidig har en sterk grad av nasjonalt bidrag.

Innledning

Da foreningen ble stiftet i 1963 var bransjen midt i en overgangsperiode. Våre medlemmer innen anleggssektoren var fortrolig med Ingersoll Rand kompressorer, Cat hjullastere og bulldosere, Ruston Bucyrus wiregravemaskiner og Gardner Denver borutstyr, dvs. amerikanske produkter. Produsentene i Europa, ikke minst her i Norden var på vei opp. Hos oss ble det mye Atlas Copco, Åkermann, Tamrock, naturligvis Volvo og maskiner fra det kontinentale Europa, etter hvert også fra det fjerne Østen. Hydraulikk slo gjennom på alle områder, også for bergboring. På materialsiden var det fortsatt norsk sement, norskprodusert sprengstoff og norsk mat i forlegningen, gjerne med laks på Kongens fødselsdag.

Norge ble aldri det store industrilandet. Ideer, fikse pionerer, gjerne skredderstrøm hadde som regel suksess i sin tid. Vi husker Geita for boring i ulendt terreng og hjemmesnekret 4-løper og 6-løper for undersprengning i veitrasé. Sem-kanonen var en tidlig versjon av utstyr for sprøytebetong, det ble produ-

sert utstyr og speialrigger. Talentet og innstillingen hos senere generasjoner kan ha endret seg, høyt nasjonalt kostnadsnivå, fortsatt lite hjemmemarked og med en stat som ikke utmerket seg som medspiller blir det vanskelig å møte internasjonal konkurranse.

Eksempler fra bransjen

1. Gravemaskiner

Brødrene Kristian og Ingebret Søyland etablerte få år etter 2dre Verdenskrig *Bryne Jern og Treindustri* og senere *Brødrene Søyland AS*. Markedet var i stor grad Jæren og jordbruket. Nydyrking som pågikk trengte bedre utstyr til overkommelig pris. Svaret var Brøyt. Det var en bakgraver med to stålhjul foran og to vanlige lastebilhjul bak. Gravemaskinen hadde ikke fremdriftsmaskineri, var helt ut operert med hydraulikk, var effektiv og prisgunstig. Det ble etter hvert mange versjoner, X3, X4, med egen fremdrift og tunnelversjon for elektrisitet som energikilde. Deler av produktspektret ble god mottatt i europeisk tunnelbransje, i toppårene representerte eksport henimot en halvpart av omsetningen. Så ble det vanskelig å stå på egne ben, nye eiere refinansierte, etter ytterlig flere eierskifter er navnet borte fra markedet.

2. Dumpere

Moxy er en leddstyrt dumper som fortsatt produseres. Historien startet i 1970 da Birger Hatlebakk (1912-1997), sivilingeniør fra NTH, fra Fræna ytterst i Romsdalsfjorden, idérik gründer som hadde tjent penger på andre prosjekter utviklet en traktordumper. Omtrent samtidig var Statens vegvesen aktiv i utvikling av en terrenggående anleggsdumper som ble kalt Viking. Moxy fikk kjøpe konseptet og med tilgang til teknologi fra andre norske selskaper ble det først i Molde senere i Fræna bygget leddstyrte dumpere som ble godt mottatt i markedet, men som dessverre ikke ga lønnsom produksjon. Samarbeidspartnere, nye eiere, og Staten som tilførte kapital; etter flere eierskifter er selskapet nå del av den Sør-Koreanske Doosan.

3. Tunnelutstyr

Andersen Mek. Verksted AS (AMV) er trolig det eldste selskapet i norsk anleggsbransje. I dag dekker produktspekteret tunnelrigger, sprøyteroboter, spesialutstyr for anlegg og utstyr for oljeindustrien. Det startet som smie i 1860 med tjenester for næringslivet i Flekkefjordregionen, selskapet har utviklet seg med egne produkter og produsere i dag moderne utstyr for tunnelbransjen i Norge og markeder internasjonalt. Selskapet er fortsatt i familiens eie med 5. generasjon i sjefsstolen.

Tunnelriggene har høy anseelse i det norske anleggsmarkedet og eksporteres dessuten til markeder internasjonalt. Maskiner og utstyr for bergsikring med bolting, forinjeksjon og sprøytebetong inngår i produktspekteret.

4. Data brukes til mer enn hullansett

Det første norske FoU prosjektet som førte til etablering av selskapet Bevercontrol ble gjennomført i 1972-73. Målsetting var produksjon av borrigger med data-assistert styring av bommene. De 2 første borerigger var operative i 1978 og 1979. Kristen Olav Dahl, den gang teknisk direktør hos Furuholmen AS, tok initiativ til et FoU program. Samarbeidspartner ble (merkelig nok) Norges Geotekniske Institutt med sin dynamiske direktør Bjerrum. Senter for Industriell Forskning (SI, senere SINTEF) utviklet som modell, et en-boms styresystem med en Kongsberg SM^3 datamaskin. Konklu-

sjonen den gang var at kostnadene ville bli høye, men at prosjektet teknisk sett ville være realiserbart. Prosjektet ble videreført i 1977 og den første fullskala prototyp ble bygget i 1978 av AMV i Flekkefjord.

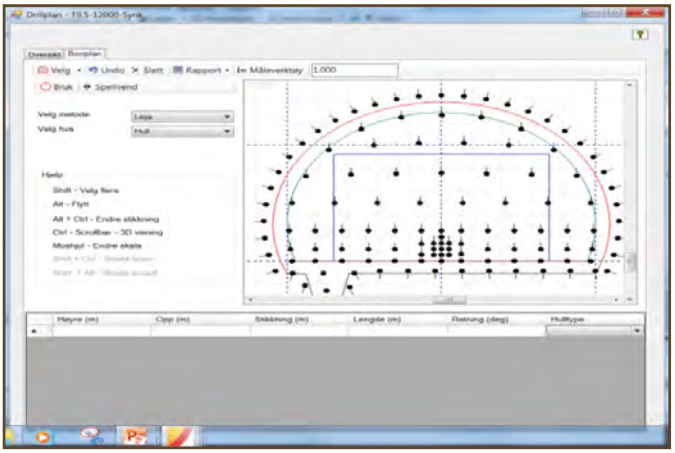
Utviklingen av styresystemet ble ledet av Håkon Bjor, mens Håkon Håkonsen utviklet det nødvendige matematiske grunnlaget. Riggen ble satt i drift på renseanlegget i Slemmestad. Den boret 380.000 bormeter for 270.000 m^3 utsprengt masse på et år. Datasystemet hadde begrensninger så systemet benevnes halvdata med siktinnretning. Prototyp nr 2 kom året etter, hadde full data funksjon og ble utprøvd på et prosjekt i Arendalsområdet. Frem til 1987 ble det bygget ytterligere 6-7 borerigger med datastyring. Tamrock kjøpte en lisens i 1986 og den første Datmatic riggen fra Tamrock ble testet ut på Dokkaanlegget i 1987. Storebror Atlas Copco valgte på et tidlig tidspunkt å starte egen utvikling av datarigger. Fram til 1989 var det lavkonjunktur og utsikten for Bever Control (BC) var ikke særlig lyse. Det kom ikke nye bestillinger og selskapet overlevde på konsulentoppdrag. I 1989 bestilte Statens Vegvesen Hordaland og Rogaland 2 datastyrte borerigger som ga BC mulighet til å utvikle andre generasjon utstyr og kunne tilby både Fulldata og Halvdata styring. Leveransene gikk bra og virksomheten tok seg gradvis opp. I perioden frem til årtusenskiftet ble det levert halvdataløsninger til et stort antall rigger produsert av Atlas Copco, dels Sandvik/Tamrock.

Datateknologien utviklet seg raskt og 1994 kunne selskapet lansere laserscanning av tunnelprofil med 3D Profiler. Dagens profiler er 3. generasjon, i utgangspunkt uendret konsept, men med 10 ganger raskere styring og med forbedret nøyaktighet. Kundene var i hovedsak Atlas Copco og AMV.

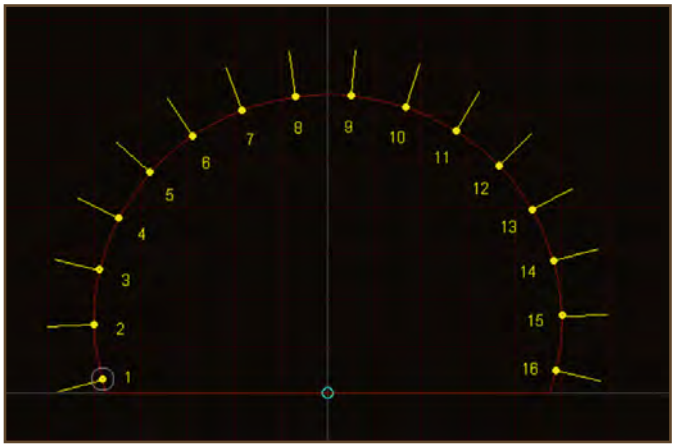
Nye anvendelsesområder av teknologien er tykkelsesmåling av sprutbetong. I dag leverer BC fjerde generasjon datasystemer som dekker både salveboring og injeksjon. Den senere års utvikling har fokusert på håndtering av komplekse geometrier i moderne tunnelanlegg. Prosjektdata fra konsulent sendes digitalt til entreprenør for overføring til boreriggen. Korrekt geometri vises på monitor og borplaner genereres automatisk. Etter sprengning kontrolleres geometri med profiler slik at eventuelle knøler kan fjernes umiddelbart. Bolter for fjellsikring, tykkelse av sprutbetong, etablert geometri (tunnelprofil) og utført arbeid registreres automatisk. Rapportering videre til entreprenør og byggherre kan også gjennomføres automatisk.

Vann- og frostsikring i tunnel er en egen vitenskap. For gjennomføring trengs avansert utstyr. Det kan være lønnsomt å bruke egne datarigger utviklet for montasjebolter når et stort antall bolter skal monteres for å bære vann og frostsikringselementer. Et styresystem angir bolteplassering. Nøyaktighetskravet er 2-3 cm. Systemet dekker samtidig montering av bolter for lys, vifter eller andre tekniske installasjoner.

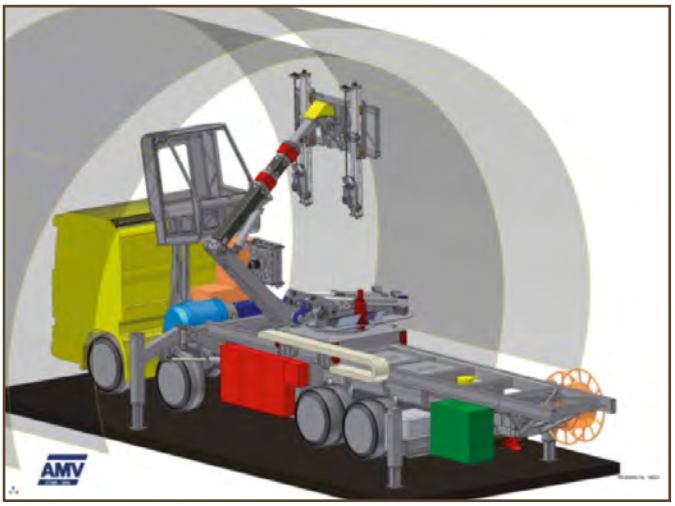
Riggen og boringen styres over 2 dataskjermer



Borplan utarbeidet av ansvarlig for driften angir oppgaven på stuff.

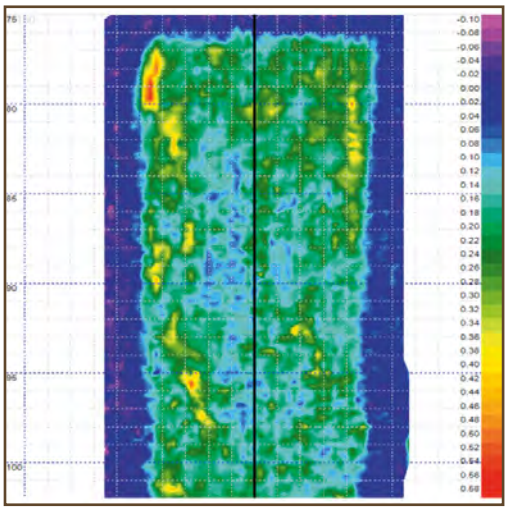


Typisk bolteplan for innfesting av vann og frostsikringshvelv



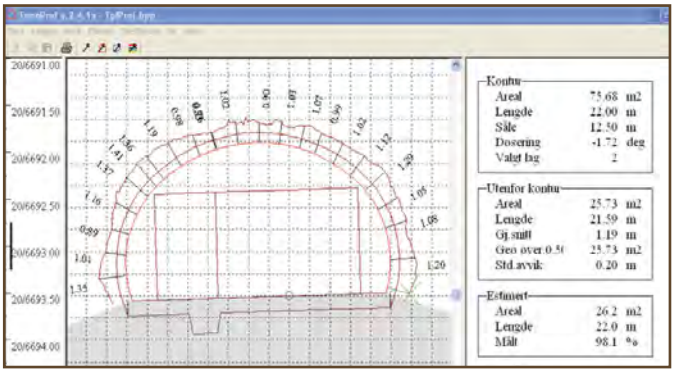
Datastyrt bolterigg som benyttes ved montasje av vann og frostsikringshvelv

Rigg for betongspruting vil etter hvert få scannere for kontroll og dokumentasjon av anbrakt tykkelse

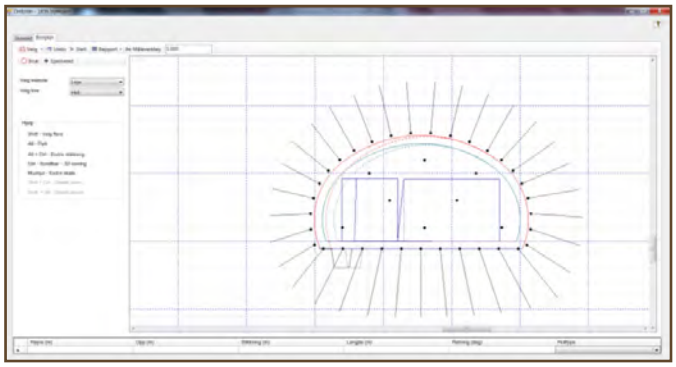


Resultat fra forsøk med sprutbetong i Runehammer tunnelen. Tykkelse varierer fra 0 til 50 cm

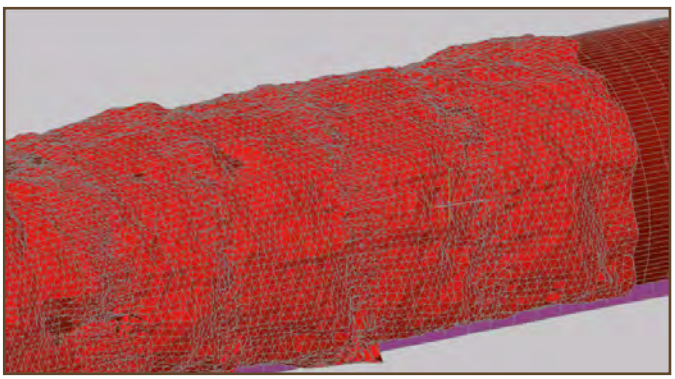
AMV injeksjonsrigg



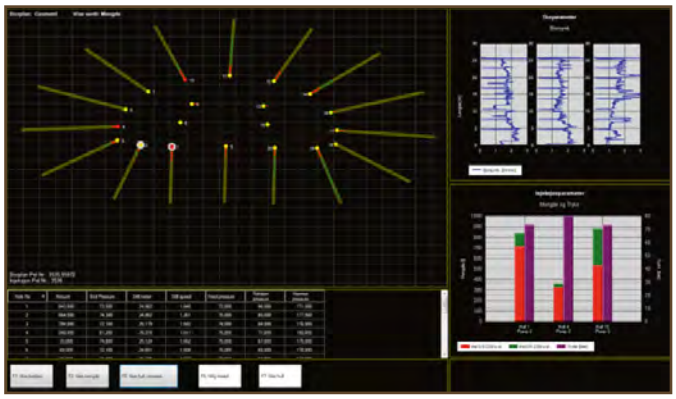
Tverrsnittsdata



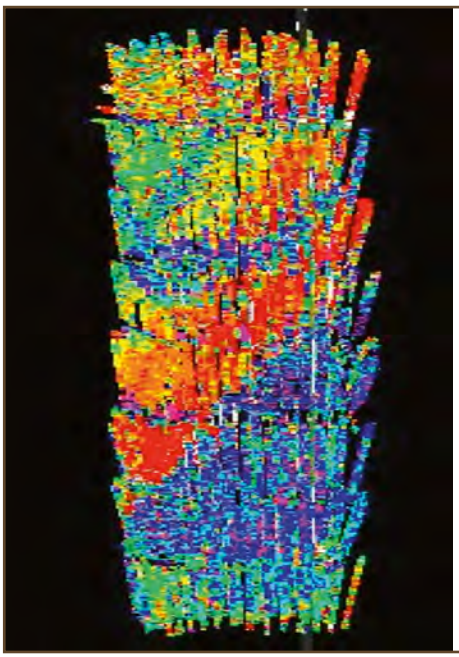
Nøyaktig boring av injeksjonsskjerm



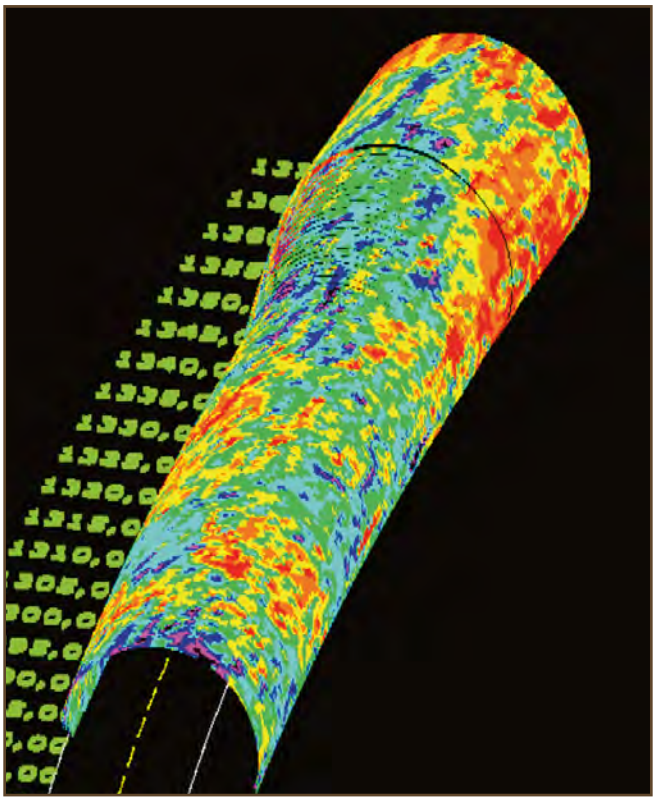
3D-illustrasjon av virkelig tunnelareal



Bilde viser dataskjerm med automatisk registrerte data under pågående injeksjonsarbeid. Eksempelvis mengde injeksjonsmateriale pr. hull og observasjoner under boring (MWD).



MWD Borparamtertolking viser geologiske strukturer som hjelp til å bestemme optimal sikring.

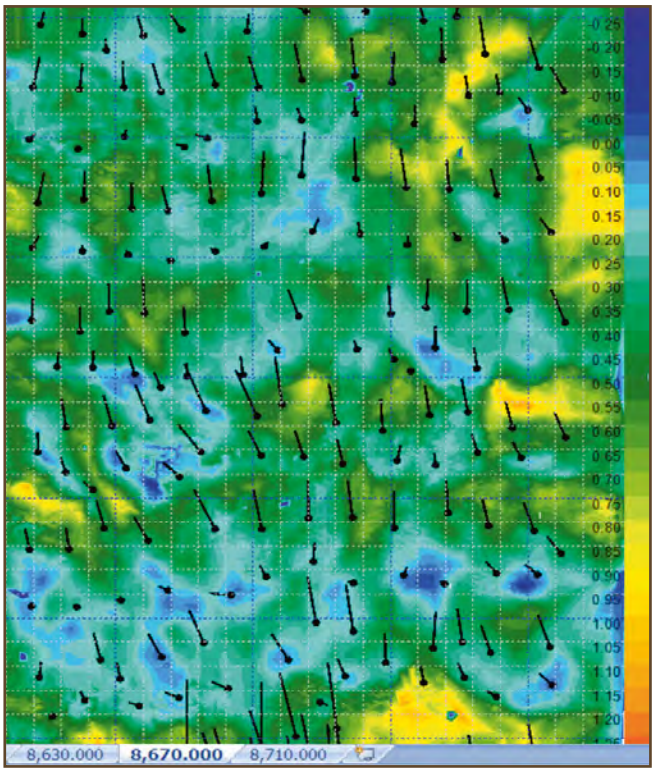


Borparametertolking kan redusere feilvurdering ved brå overganger i geologi.

Kamera på boreriggen som tar bilder automatisk for hver salve. Benyttes som supplement til geologisk kartlegging

Billedserien over som viser aktiviteter knyttet til dataregistrering ved tunnelarbeid er utarbeidet av firma Bever Control AS, pioner innen sin sektor.

Før vi forlater tema boring, borutstyr må det nevnes at gode konkurrenter og også sentrale medlemmer av foreningen eksempelvis Atlas Copco og Sandvik (tidl.

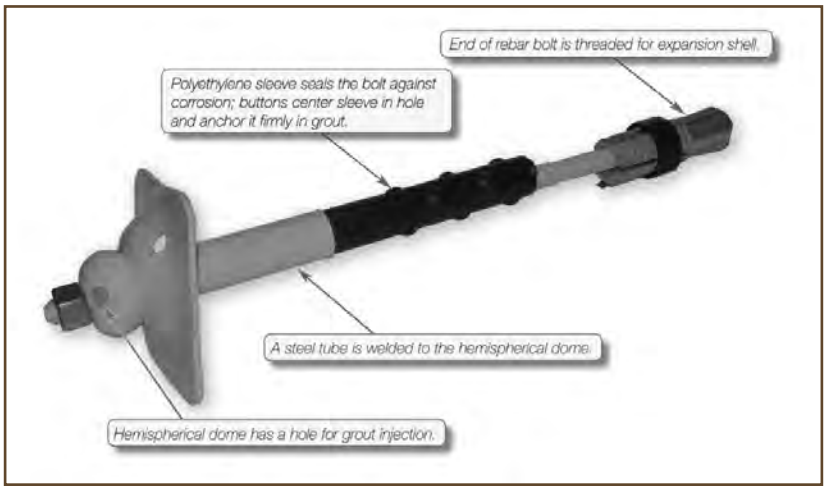


Flatekart i utbrettet kontur som viser overfjell og bolteplassering

Tamrock) er betydelige leverandører av maskiner innenfor samme segment. I en periode var Robocon, i utgangspunktet del av Høyer-Ellefsen, kjent leverandør av sprøyterigger. Storebror Atlas Copco startet tidlig med dataassistert boring. Medlemmer av foreningen så utprøving under ekskursjon til Landvetter utenfor Gøteborg allerede i første halvdel av 70-årene.

5. Bolter og andre bergsikringskomponenter

Ved utsprengning av tunneler eller andre bergrom er bolter, band, skiver mv. sentralt for sikker drift og permanent stabilitet. På dette feltet anser vi den norske bransjen for å være vel utviklet også i internasjonal sammenheng. Blant våre dyktige medlemsbedrifter nevnes Vik Ørsta som med sin CT-Bolt har kapret markedsandeler i flere internasjonale markeder. Giertsen Tunnel har med suksess etablert seg som spesialentreprenør og leverandør innen fukt og vannkontroll i bergrom. Det omfatter systemer med duk og membranløsninger



Denne billedseien viser detaljer ved sikringsarbeid under driving av tunneler. Plassering av bolt, håndtering av innlekkasjer og boltedetaljer. Billedserien er levert av Vik Ørsta AS.

Sprøyterobot

6. Sprøytebetong

Vi har et land med naturrikdommer, men gavepakken forutsetter at vi sper på med kunnskap og arbeidsinnsats. Mye er gjort av våre forgjengere, på mange felter kommer vi til dekket bord. Heldigvis gjenstår store utfordringer. Bedre kommunikasjoner står sentralt. Ønskene er mange og kan sammenfattes til mer, bedre, raskere og sikrere.

Vi har mange veistrekninger utsatt for steinsprang og ras. Noen bergnabber sprenges ned, noen rasoverbygg etableres, men enkelte utfordringer overgår vår vilje og evne til sikring. Ved tunnelutbygging møter vi lignende problemer som er løsbare og som blir løst. Fellesnevner er sikringsarbeid som gjerne blir delt i arbeidssikring for byggeperioden og permanent sikring for fremtidig driftsperiode. I dag kreves gjerne samme materialkvalitet for begge faser. For 50 år siden var "fremtidig driftsperiode" et nærmest ukjent begrep. I dag opererer byggherrer med prosjektert levetid på 120 år.

Sprøytebetong (sprayed concrete, shotcrete, spritzbeton, sprutbetong osv) har i de seneste femti år hatt en sentral plass innen sikringsarbeid av berg i tunneler og skjæringer. Noen vil mene at dette er en videreutvikling av overflatearbeid utført av murere og dermed har en tusenårig tradisjon, andre sier det startet for vel hundre år siden med det første patentet på metoden i 1908. Etter andre verdenskrig fikk metoden stor anvendelse ved utbedring av skader på bygninger og anlegg. Rundt 1960 ble det betydelig bruk av metoden for sikringsarbeid av tunneler og veiskjæringer.

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. Bergmassekvaliteter som det tidligere var tidkrevende og problematiske å drive gjennom, håndteres raskere og sikrere, takket være en pålitelig teknologi med høykapasitets sprøyterigger og fiberarmert våtsprøytebetong.

Utvikling av sprøyteteknikken i Norge knyttes i stor grad til praktikerne, dvs. entreprenører, utstyrs- og

En tidlig versjon sprøyterigg fra ca 1970 og en mer moderne versjon fra det 21. århundre.

materialleverandører. På entreprenørsiden må 3 selskaper nevnes, Høyer Ellefsen med Robocon; Furuholmen hovedsakelig med AMV-utstyr og Entreprenørservice (Selmer-Skanska). ES med Stabilator i ryggen holdt seg lenge til tørrsprøytemetoden. Typisk for metoden var bra sluttprodukt,høyt prelletap, mye støv og beskjeden produksjon.

AMV bygde sin første sprøyterobot i 1977. Den gikk til kloakkrenseanlegget på Slemmestad. Høyer-Ellefsen startet sin utførelse av våtsprøytebetong med Semskrue som "pumpe". Dette fungerte bra når betongsammensetning og -konsistens var ideell. Utstyret var spennende å bruke, så spennende at det neppe ville bli akseptert brukt i dag. Foruten propp (ikke planlagt betongpropp i rør eller slange) besto problemet i å stenge for trykkluft og stoppe betongstrøm på riktig tidspunkt (før tilførselssystemet var tomt). Omkring 1978 startet en ny periode med utvikling av sprøytebetongteknologien i Norge og i løpet av to år ble prosessen fullstendig endret. Flere bidro til dette. Hos Høyer-Ellefsen var Hans Petter Thorsteinsen, leder av selskapets sprøytebetongvirksomhet, sentral person.

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 silisiummetall-og ferrosilisiumverk) ble tilgjengelig i store mengder. Silikastøvet ble ansett som et problemavfall, og betongprodusenter fikk en periode silikastøvet gratis tilkjørt for bruk som tilslag i betong.

- Superplastiserende tilsetningsstoffer, først melaminer (sulfonert melaminformaldehydkonsentrat, Melment fra Tyskland), seinere også naftalener (Mighty fra Japan). Disse hadde betydelig mindre størkningsretarderende virkning enn det lignosulfonat vannreduserende 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 skruepumper og stempelpumper, dvs høyere kapasitet og mindre følsomhet enn tidligere pumper.

Silkastøvet hadde, takket være sin partikkelform og eksepsjonelle 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. Dessuten 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.

Med introduksjonen av fiberarmert sprøytebetong i 1980-årene ble sikkerhet ved tunneldrift forbedret. Fiberarmert sprøytebetong kunne oftest erstatte støp som sikring på stuff.

Den første stålfiberen som ble tatt i bruk i sprøytebetong var EE-fiberen (EE= Enlarged Ends). Den første fiberen var 14,5 mm lang. Gjennomslaget for stålfiber kom med 18mm fiberen og tverrsnitt 0,6x0,3 mm. Christiania Spigerverk AS, som fortsatt var viktig leverandør av armeringsstål importerte fiber fra Australia. Etter en kortere periode anskaffet Christiania Spigerverk AS maskiner og produserte selv fiber i Nydalen.

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 samme vare 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.

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 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 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 resepteknologi 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.

I 1991 nedsatte Norsk Betongforening en komite 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,
- prøvingsmetode 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 bxhxl= 125x75x450 mm. Denne prøvingsmetoden var en jordnær forenkling av ASTM 1018.

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”.

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.

Utover på 1990-tallet opplevde vi tvilsomme sider ved effektivisering av tunneldriften. Maskinrensk av bergoverflaten, som opprinnelig var en positiv rasjonalisering overtok mer av rensken mens den manuelle spettrensken ble tilsvarende redusert. Etter hvert ble det tatt i bruk så kraftige meiselhammere at det kunne stilles spørsmål om de gjorde mer skade enn nytte. Bruken av sprøytebetong ble obligatorisk uavhengig av bergmassens beskaffenhet. Mange mener at sprøytebetong ble en kompensasjon for manglende rensk. Og kanskje verre, kompetent registrering av bergmassen med henblikk på permanentsikringen ble feid av banen.. Sprøytebetong ble påført sjablongmessig uavhengig av bergmassekvalitet, uavhengig av behov, også der mer omfattende sikring burde brukes.

Tidlig på 1990-tallet forlot flere av våre fagfolk 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. Tom Melbye fikk ansvar for 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. MBT tilførte umiddelbart noe nytt til den norske bransjen; en ny størkningsakselerator. Dette innebar den største forbedringen av teknologien siden revolusjonen rundt 1980.

Vannglassakseleratoren var sterkt alkalisk, og man fryktet helserisikoen 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 lykkes med 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 sluttfasthet knapt ble påvirket av akseleratortilsetningen. Om man ønsket det kunne spesifikasjonen av fasthetsklasse heves til C55.

Prelletapet ble også redusert og ligger gjerne i området 3-5 %.

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

NFF og interesserte medlemsbedrifter deltar årlig på WTC utstilling. Ivar Andersen (t.v) og Rolf Halvorsen, begge nystriglet og klar for innsats på stand.

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 Sørdaltunnelen. Deretter ble mesteparten av den undersjøiske Halsenøytunnelen sikret med sprøytebetong med polymerfiber. Dermed var det gjort; konkurrentene til Barchip var for lengst på plass, priskonkurransen 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.

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.

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 Betongforenings Sprøytebetongkomite ble holdt intakt i påvente av den kommende faglige revisjonen.

De nye norske standardene inneholdt skjerpede regler for kompetanse for nøkkelpersonell som produksjonsleder, kontrolleder 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.

En hendelse som har fått 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

Eeg'n i Kristiansand

Ny fergekai i Kristiansand var klar for overlevering. Snor skulle klippes. Eeg'n var invitert. I det han kom spaserende med byens ordfører, rådmann, byggekomite og andre lokale notabiliteter over byens torg i retning kaianlegget ble han praiet av en av byens sønner som bar synlige tegn på anstrengende livsførsel: Hei Eeg'n huser du meg? Har du en tier? Hvorpå Eeg'n bladde opp. Nei-nei var kommentar fra lokalt hold, han drikker! Å sa Eeg'n, drikker han? Da må han sannelig få en tier til.

og med var svelleleire osv. Det var da spørsmål om kamstålarmerte sprøytebetongbuer kunne benyttes, eller om full utstøping var eneste trygge alternativ.

Kamstålarmerte 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.

Avlslutningsvis må det nevnes at flere i miljøet er betenkt over ensidig og omfattende bruk av sprøytebetong på norske anlegg. Teknologien som ble tatt i bruk for vannkraftutbyggingen ble nokså lettvint tatt i bruk på andre områder. Internt i vårt miljø har det nok vært populært å servere kritiske bemerkninger om andre lands bruk av utstøpt betong som permanent sikring i sine kommunikasjons-anlegg. Dette synet er i ferd med å nyansere seg.

Arbeidsforhold

Eivind Grøv og Aslak Ravlo

Ved åpning av Fjellsprengningskonferansen tirsdag 20. november 1997 gjorde formann i styret for Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk NFF kjent at Gullfeiselen 1997 tildeles Den Norske Tunnelarbeider. Gullfeiselen er en utmerkelse som NFF deler ut for fremragende innsats for norsk bergteknologi. Den kan deles ut til personer, bedrifter, institusjoner og prosjekter som har utmerket seg med en innsats for å fremme norsk bergteknologi. Styrets daværende formann Terje Røren sa i sin tale at de fremragende resultater som er oppnådd innen tunneldriving i stor grad skyldes mannskapene. Pågangsmot, påpasselighet, kompetanse og oppfinnsomhet er ord som beskriver gruppen.

Når foreningen valgte å hedre tunnelarbeiderne var det uten forkleinelse for andre grupper i bransjen. Samarbeidsforholdene mellom ulike parter i arbeidslivet påvirker viktige faktorer som trivsel, medvirkning, kvalitet og resultater generelt. Vi mener at kompetanse og gode samarbeidsforhold som utløser initiativ er typisk for arbeidsforholdene i bransjen i dag. Slik har det ikke alltid vært.

Våre første tunnelarbeidere var gruvearbeidere. Det startet på Kongsberg så Røros og Løkken. Enkle hjelpemidler, mest muskelkraft og egentlig rovdrift på mennesker. For folk på stuff kunne få måneders arbeidsinnsats gi helsen varig men. Arbeid i dagen var bedre for helsen, men også med andre utfordringer. Norsk litteratur har nok av skildringer om arbeidsforhold som i dag anses som både uverdige og brutale.

Gjennom sin dikting og sitt forfatterskap har Johan Falkberget gitt etterfølgende generasjoner muligheten for å kunne lære om og forstå denne del av vår kulturhistorie, kulturhistorie som har hatt stor betydning for den nasjonen Norge er i dag. En kulturhistorie som for mange nok er fremmed og som neppe ville vært kjent på samme måte om ikke Falkberget hadde brakt denne kunnskapen.

Johan Falkberget, født i 1879 og oppvokst i Rugeldalen like nord for bergstaden Røros, fikk tidlig kjenne bergmannens harde arbeidsliv på kroppen. Født inn i en bergmannsfamilie som han var, hans far var ertzscheider i gruven Christianus Sextus som inngår i det som heter Nordgruvefeltet på Røros, startet også Johan sin yrkeskarriere som 9-åring i gruvene og lærte blodslitet å kjenne ved å arbeide i gruvene gjennom 20 år. Skolegang på den tiden var et privilegium som var forbeholdt de pengesterke, men for Johans familie var behovet for arbeidskraft og penger stort. For å avkoble tankene fra det dagligdagse slit, begynte Falkberget å skrive etter at arbeidsdagen var over. Det var dette som startet hans liv som forfatter. Den unge forfatteren skriver om det han selv har erfart, og hva han mener om de sosiale forholdene mellom arbeidere og embetsmenn. Johan skildrer hvordan verkseiere og embetsmenn utnyttet arbeidere og fattige småfolk. Han beskrev svært detaljert og realistisk de slitsomme og nærmest uoverkommelige forholdene arbeidere og småfolk levde.

"Jeg er bergmannen, gruvegesellen. Jeg er av det vesen, følelse – min diktning, min forskning er bergmannens, og mitt syn er vel også hans. Når man er runnet av en 300-årig bergmannsslekt, er det nokså naturlig."

Slik betraktet Johan seg selv, sin diktning og forfatterstatus til tross, han var talsmann for bergmannens liv og vesen.

I sin dikting fører Falkberget sine lesere gjennom utviklingen på 1600-1700-1800 tallet. I *An-Magritt* kan vi lese om tiden da gruveaktivitetene startet i Røros og området rundt, med etablering av smelteverk og annen nødvendig infrastruktur øynet befolkningen et håp, et håp om å komme ut av den stadig tilbakevendende fattigdommen som fulgte å drive gårdsbruk på den tiden i det hardføre Røros-klimaet. Det endte med lokalt 'Klondyke' der folk forsømte gårdene sine, solgte unna det de hadde for å kjøpe for eksempel trekkdyr for å kjøre køl og malm til smeltehyttene. Eksemplene er mange på folk som ikke får lønningene sine, men godtroende og fulle av håp og pågangsmot forkaster de muligheten for at dette kan skje dem selv. Massenes skrik etter penger overdøver alt i samfunnet. Det de hadde håpet og trodd kom aldri og folk har det like dårlig som tidligere, armod og sult preger igjen hverdagen. Det de ikke mister er imidlertid håpet som gjør at de år etter år fortsetter, selv om lønningene uteblir. En sjelden gang iblant kommer det penger til smeltehyttene.

Siden gruvedrift var en ny type arbeid som var uprøvd for befolkningen medførte det også en ny levestil de måtte tilegne seg. Bondens liv var i naturens uberegnelighet, noe de hadde en viss erfaring å leve med. Fra å bekymre seg over været og avlingene, begynte folk å oppleve en sky av bekymringer for hvor de skulle få sitt neste måltid fra, og med en evig redsel for hvor lenge den gode eller vonde, det hadde ikke rørosingene innsikt i eller kontroll over. Bergmennenes liv blir også preget av kulde, hunger og fattigdom.

Utover i det påfølgende århundre er det håpet om bedre dager som holdt tidligere generasjoner oppe og gav små gleder i dagliglivet, borte. Arbeidet fra dag til dag dreier seg nå kun om den evige og uovervinnelige kampen for det daglige brødet. Folk har etter hvert erfart at bergverket ikke fører med seg rikdom og evig solskinn. Bergverksfolket har tilvendt seg tanken om at bergverksdrift ikke var slik som de hadde forhåpninger til, det var kun hardt arbeid.

I noen av bøkene treffer vi fjellbønder som har fått sin tilvante tilværelse forandret og levebrødet sitt ødelagt. Skogen snaues for å skaffe brensel, røyken fra anleggene forurenser fjellufta, fugl og dyr drives på flukt, for nå er det først og fremst gruvene som gir dem levebrødet. Heldige var de som kunne beholde et drivkraftig småbruk og veksle mellom dette og gruvearbeidet.

Det var en hard og nådeløs verden gruvearbeiderne og deres familier levde i. Samfunnet var dog preget av gleder man ikke kunne kjøpe for penger og gleder fra andre menneskers vennlighet. Den vi en dag gir vår siste brødskalk til, vil kanskje en annen dag returnere tjenesten. Kan hende var det i dette miljøet begrepet solidaritet stammer fra.

I *Den fjerde nattevakt* er handlingen lagt til slutten av 1800-tallet. I tillegg til den menneskelige elendigheten var også hungeren etter å høre presten forkynne om kristendommen stor. Det å høre at det virkelig fantes en annen verden, langt mer barmhjertig og god enn denne, var sårt tiltrengt trøst for de lidende sjelene i menigheten. Prekenen var på mange måter gruvearbeidernes høydepunkt, noe de så frem mot. Dette var på mange måter deres sjanse til å ta en velfortjent pause fra alt slitet, og ikke minst deres viktigste kilde til lærdom. Her ble de oppmuntret av velvalgte ord slik at de kunne ta fatt på, og møte det strevsomme livet som gruvearbeidere.

Gjennom hans dikterskap ser vi hvilket tilbakevendende tema industrialiseringen i samfunnet er, og de konsekvensene den bringer med seg også i bergverkskulturen. På 1600-tallet da bergverkene startet opp var industrialiseringen et ukjent fenomen. Vi

ser imidlertid hvor fort bonde- og fjellkulturen viker for den skandinaviske og dels tyskpregede gruvekulturen. Denne brakte med seg nye høytider, egne yrkesregler og noe av det religiøse måtte dels vike for gruvekulturens egne skikker.

I fortellingene kan vi også lese om betydningen av dialekter i samfunnet på Røros og omegnen. Av Rørosingene finner vi at de med den mest utpregede dialekten ofte er de som står lavest på den sosiale rangstigen. Dialektene er med på å sette preg på persongalleriet i samfunnet. Dansk preger kirkens og liturgiens språk, og blir talt av de fornemme. Også svensk kommer etter hvert sterkere inn i språket. Ett inntog av tyske arbeidere og gruve-eksperter bringer med seg tyske gruveuttrykk som fortsatt lever i tunnel- og gruveindustrien i Norge den dag i dag.

Falkberget visste svært godt hvordan det å være arbeider i små kår var. Det var livet på Røros som preget han selv som menneske, som forfatter og bøkene hans. I bøkene skildret han samholdet blant bergmennene og deres drøm om en lysere framtid – på en svært levende måte. Johans familie fikk dårlig utbytte fra gården Falkberget ved Rugelsjøen, selv om familien godt visste hvordan man kunne utnytte ressursene sine. Faren prøvde deretter å forsørge sin familie som gruvearbeider. Det var derfor fattige og trange kår som Johan Falkberget vokste opp med. Dette ble grunnlaget for hans forfatterskap. Og det er også en troverdig kilde for vår kunnskap om bergmannens liv som skal videreføres til kommende generasjoner.

«Min fars bergmannslampe ble min arvelodd. I lyset fra den har jeg tydet historiens bokstav bak århundrene. Hans lampe har vært 'mitt seende øye' når jeg retter den mot min egen tid og dens mennesker.»

Restene etter Christianus Sextus i Nordgruvefeltet. (Foto ukjent)

Barnearbeid var nokså vanlig i Norge langt ut på 19-hundretallet. Mest i virksomheter som tobakkfabrikker, bryggerier, hjemmeindustri og jordbruk. Vi tror det var mindre innen bygg- og anlegg, men Plukkhusryss var et begrep i gruveindustrien. Fra en folketelling fra 1912, bare 50 år før NFF ble stiftet, viser at "at man enkeltvis anvender Børn under 10 Aars Alderen, men dette er sikkerlig sjeldent". Bergverksstatistikken opplyste at 169 barn under 15 år arbeidet ved norske bergverksanlegg.

Skeiding dvs. arbeid med å skille gråstein fra malm var vanlig arbeidsoppgave for "ryss"

Da barnearbeid ble regulert og delvis forbudt var det som alltid ulike interesser og synspunkter som skulle forsvares. Deler av næringslivet argumenterte med konkurranse-situasjonen og behovet for billig arbeidskraft. Familier i fattigdom hadde behov for inntektene fra barnearbeiderne for at familien skulle overleve. Derfor protesterte foreldre mot de nye reglene.

Dagens arbeidsliv er regulert gjennom ulike lover og bilaterale avtaler. Sentralt står Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern (arbeidsmiljøloven) og Forskrifter hjemlet i loven. Arbeidsmiljøloven har en lang utvikling bak seg. Det startet med vern mot ulykker og restriksjoner for bruk av ulike kjemikalier som kunne medføre helseskader. I 1956 kom det en lov som regulerte vernearbeid og ga et begrenset oppsigelsesvern. Ny lov i 1977 ble en forløper for dagens omfattende Arbeidsmiljølov av 2005. Formålet er ambisiøst og har med godord som helsefremmende, meningsfylt arbeidssituasjon og gode samarbeidsforhold.

Mer detaljerte regler dekkes av overenskomster som er fremforhandlet mellom organisasjoner i arbeidslivet. I sum dekker dokumentene helsemessige (arbeidsmiljø), sosiale (arbeidstid, boforhold, likestilling og mer) og regler rundt personlig økonomi (timesatser, akkord, godtgjørelser for ulike forhold).

Da foreningen ble stiftet ble anlegg innen veisektoren i hovedsak utført av Statens vegvesen med egne krefter. NVE bygde store deler av Statens heleide vannkraftprosjekter i egen regi med interne krefter. Arbeiderne var dekket under egen tariffavtale for offentlige anlegg.

Interværet kan fortsatt være utfordrende, men husværet er godt.

Som et innblikk i utviklingen av arbeidsforholdene innen gruve- og anleggssektoren i siste 50 år har vi sett på de aktuelle Overenskomster. Norsk Arbeidsmandsforbund stiftet 1898, senere tilsluttet LO, representerte den gang som nå arbeidstakersiden. I 1963 var arbeidsgiverne organisert som Entreprenørenes- henholdsvis Bergverkenes Landssammenslutning begge tilsluttet Norsk Arbeidsgiverforening. Nå i 2012 heter det Byggenæringens Landsforening henholdsvis Norsk Industri (Bergindustrien) begge tilsluttet Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO)

I 1963 omfatter overenskomsten på bergsiden 23 selskaper. De store dagbruddene i Kirkenes, Rana og Tellnes er fortsatt i drift. Sydvaranger og Rana med ny eier- og ny driftsstruktur. De øvrige gruveselskapene drev fortrinnsvis underjordsdrift etter metaller. Mange er for lengst borte. I dag dekker overenskomsten et videre spekter av virksomheter med bl.a. malm, skifer, mineraler, pukk stein og grusindustri.

Omfanget av Overenskomsten for bygg- og anlegg har på anleggsvis vis fått en romslig og enkel definisjon, nemlig alt arbeid utført av medlemsbedriftene unntatt arbeidsområder dekket av særskilte tariffavtaler.

Utviklingen i overenskomstene over 50 år gjenspeiler samfunnsutviklingen. Ordinær arbeidstid er redusert med ca.17 %. Timesatser (minstelønnssatser) er økt med 2700 %. Konsumprisindeksen har i samme periode hatt en økning på ca.1000 %. og kjøpekraftsberegninger fra Statistisk Sentralbyrå viser både at vi i gjennomsnitt har gode inntekter sammenlignet med omverdenen, men også at vi bor i land med høyt kostnadsnivå.

Overenskomsten for Bergverkene av 1961 viser at pensjonsordning var et aktuelt diskusjonstema. Den skulle gjelde for arbeidere mellom 65 og 70 år som jobbet under dagen. På vanlig vis ble det nedsatt en komité for å bearbeide saken. På anleggssiden forelå en protokoll om pensjoner som viser at fra 1. januar

1962 er det en tariffestet plikt med innskuddsbasert pensjonsordning. (ukentlig premie kr 5,- der arbeidsgiver dekker 2/3 og arbeidstaker 1/3). 50 år senere er det for lengst innført avtalefestet pensjonsordning (AFP) fra 62 år og en sluttvederlagsordning.

Innkvartering på anlegget var et viktig spørsmål for anleggsarbeiderne. *"Dersom arbeiderne ikke i rimelig avstand fra byggeplassen kan skaffe seg husvære holder anlegget brakker som skal være i forsvarlig stand.*

Standardkrav var knyttet til anleggets varighet. For brakker som forutsettes bebodd i minst et år står det bl.a.:

- *ikke mer enn to mann pr. soverom, -egen køye, -felles vaskerom.*
- *4-manns mobil-brakker kunne brukes i en riggperiode.*
- *for veianlegg og generelt for anlegg med kortere varighet kan 4-manns brakker brukes.*

Dagens regler foreskriver en langt bedre standard. De generelle regler er del av overenskomsten mens detaljene fremgår av bilag til overenskomsten. Kravene varierer noe avhengig av antall personer som innkvarteres:

- *obligatorisk standard angir enkeltrom,*
- *for liten innkvartert gruppe skal det være hybelenhet for med fullt sanitæropplegg, tekjøkken og møbler.*

I festlig lag blir det lett en slags nostalgisk romantisering rundt livet på anlegg i tidligere tider, rundt busen, den røffe omgangstonen, om kneppen med kvinnelig kjøkkenpersonell og ikke minst om markante personer som har sagt eller gjort det spesielle. Vi tror på det meste. Glemt blir slitet, langvarig fravær hjemmefra og alle sosiale problemer.

For bygge- og anleggsbransjen er anbud og priskonkurranse en sentral del av hverdagen. Bra metode, effektivt utstyr og dyktige operatører er viktig.

Anleggslivet anno 2013 er fortsatt hardt med stramt tidspress. Det skal ytes mer, det skal bygges raskere, spesifikasjoner er detaljerte, krav til formaliteter øker, det samme gjør både krav til arbeidstakerne og til rammen rundt arbeidssituasjonen.

Boforhold og lønnsbetingelser er i slik sammenheng et viktig aspekt. I 1962 ble salg av privatbiler frigitt. Det gikk ikke mange år før store deler av arbeidsstokken kunne bo hjemme eller ble ukependlere. Med oljealderen og plattformer i sjøen kom ny skiftordning. Det tok tid før dette ble akseptert for anlegg på land. Nå er det nokså vanlig arbeidsordning på større anlegg. I dagens overenskomst inngår Rammeavtale om arbeidstidsordning og Rammeavtale for innarbeidingsordninger på land. På gitte forutsetninger aksepteres 12 timers arbeidsdag med effektiv arbeidstid på 10,5 timer. Det resulterer i at arbeidsplassen blir et arbeids og sovested mens innarbeidet tid gir en sammenhengende friperiode på 9 dager og mulighet for pendlerreise nærmest uansett avstand.

Ferier er regulert gjennom ferieloven mens overenskomsten har fått regler om sluttvederlag og pensjonsordninger, likestilling, innvandrere, skolering i verne- og miljøarbeid og om korte velferdspermisjoner som dekker ulike forhold som vi i dag finner rimelig, men som få år siden ville ført til hoderysting.

Realistisk illustrasjon av arbeidsforholdene på Svalbard slik det engang var (Svalbard museum)

Stufflaget har ny salve klar. (f.v) Tor Heggli, Per Heggstad og Steve Kristiansen. Bildet er fra Sjøskogen våren 2012. Foto: Ruth G. Haug.

Overenskomsten inkluderer ord som barnehager, fødsler, amming, konferansetimer og mer.

NFF har gjennom Internasjonal komité vært opptatt av omverdenen qua teknologi. Deler av komiteen representerer dessuten bedrifter som har kommersielle interesser rettet mot omverdenen. I dag er det åpne grenser med fri bevegelse for kapital, varer, tjenester og arbeidskraft innen store deler av Europa. Arbeidskraft og selskaper fra andre land deltar i stigende grad på vår hjemmearena. Dette gir nye utfordringer og forhåpentlig også nye muligheter. Foreningen gjennomførte høsten 2012 en diskusjonsmøte om utsiktene. Der sa en av våre kjente entreprenører at industrien tilpasser seg raskt, skal det kunne skje uten tapere er like rammevilkår en viktig forutsetning.

HMS ved NFFs 50-årsjubileum

Tom Myran

INNLEDNING

Tunneldrift, gruvearbeid og andre underjordsarbeider har alltid blitt sett på som en "tøff" bransje, med høy ulykkesfaktor og alvorlighetsgrad. Støv, gasser fra dieseldrift og sprengning, sotpartikler, oljetåke, radon og radondøtre, støy, vibrasjon, forskjellige kjemikalier, blokkfall, tunge og ukomfortable arbeidsstillinger med armene over hodet, temperatur, reduserte lys- og siktforhold, eksplosjonsfare, trafikkuhell m.m. er typiske belastninger. Man kan gjerne si at den karakteristiske "fjellsprengeren" gjennom årenes løp når det gjelder eksponering har vært utsatt for "the royal straight flush". Den generelle tendensen i bransjen har i HMS-sammenheng de siste ti-årene blitt sett på som sikrere men ikke sunnere.

Begrepet "HMS", eller i utvidet versjon – Helse, Miljø og Sikkerhet, er et begrep de fleste arbeidstakere og arbeidsgivere har kjennskap til og er fortrolige med. HMS omfatter helse, miljø og sikkerhet i alle arbeidssammenhenger. HMS-begrepet er forankret i forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften). HMS omfatter også ytre miljø og andre sikkerhetsaspekter enn arbeidstakernes sikkerhet, helse og velferd.

Begrepet "SHA" (sikkerhet, helse og arbeidsmiljø) ble introdusert i den første utgaven av forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser (byggherreforskriften) som utkom i 1995. Byggherreforskriften beskriver hvordan byggherre skal ivareta arbeidstakernes sikkerhet, helse og arbeidsmiljø gjennom prosjektering og gjennomføring av bygge- og anleggsarbeider. Begrepet SHA benyttes bare for denne typen arbeidsplasser.

Tom Myran

Helseaspektet (HMS) er derfor en utfordring som kontinuerlig må fokuseres både hva angår kartlegging og dokumentasjon. Dette gjelder både yrkeshygienisk og medisinsk, samt innsats og oppfølging på tiltakssiden. Dette gjelder ikke minst hva angår ventilasjon. Ventilasjon, dvs. tilførsel av frisk til rett sted til riktig tid og i riktig mengde, er den viktigste enkeltfaktor som må oppfylles for å kunne utøve arbeidsaktiviteter under jord.

"Kravet" om stadig redusert byggetid på anleggssiden, har ført til økt mekaniseringsgrad og automatisering. Dette har i mange tilfeller ført til redusert fysisk belastning, mens derimot den psykiske belastningen kan ha økt. Økt produktivitet fører generelt til at mengde luftforurensning produsert pr tidsenhet også har økt.

Ulykker knyttet til fjellsprengningsaktiviteter kan være fatale. Ulykker som fører til skade på mennesker, materiell og ytre miljø kunne ofte vært unngått. Ikke desto mindre vil den typiske "fjellsprengeren" ofte si at han har og har hatt en god arbeidsplass og et godt arbeidsmiljø. Det gode arbeidsmiljøet lar seg altså ikke nødvendigvis fange opp bare gjennom målbare faktorer.

Utfordringene innen berg- og anleggsbransjen gjør det nødvendig med stor oppmerksomhet på helse og miljø. Det aller viktigste aktørene kan gjøre er å investere i informasjon basert på den kunnskapen vi allerede har.

Rallarmentaliteten hadde mange uønskede helsekonsekvenser, og den har vært tung å legge bak seg, om vi i det hele tatt er kvitt den. Arbeidskulturen som dominerte på anlegg så vel som i gruver helt frem på 1970-tallet fikk som konsekvens dårlig hørsel, lungesykdommen silikose, og tap av en finger eller to. Slik sett var dette en mentalitet og en kultur som var dramatisk forskjellig fra annen industri. Forklaringen er sannsynligvis at arbeidstakerne satte stor pris på jobben sin. De var sin egen visegutt, sin egen avdelingsleder og sin egen direktør. De utførte mange oppgaver og hadde stort ansvar. Det ga en ærbødighet for yrket. De var stolte.

HISTORIKK

Bergverkene

Siden yrkesbetegnelsene ”slusk”, ”rallar” og ”bus” først kom inn i vår historie tidlig på 1800-tallet er det naturlig å begynne historikken om bruk av stein og bergarter, samt uttak av mineraler og metaller helt tilbake til ”urtiden” da begrepene ennå ikke var etablert. Betegnelsen ”fjellsprenger” kom først inn i ”moderne” tid.

Hele vår sivilisasjon startet med at menneskene begynte å grave hull i bakken, hvor man hentet ut bergarter, metaller og mineraler. Siden tidenes morgen har man fortsatt med dette. Metaller og mineraler griper inn på alle felt i menneskenes hverdag, og vi er totalt avhengig av dem. De dannet en viktig basis for vår utvikling, vår levestandard, og frem til dagens velferdssamfunn. Uten mineralene disse ”bergarbeiderne” har skaffet oss ville vi befunnet oss på et helt annet og primitivt stadium. Vi tar det meste fremskaffet fra mineraler for gitt, det være seg tannpastaen, mobiltelefonen eller farge-TV’en, og ser ikke forbindelsen bakover til starten, nemlig til de første historiske uttak av metaller og mineraler – fra urtidens ”slusk” og ”rallar” og til dagens moderne fjellsprenger.

Utvinning av mineraler og malmer i Norge har en lang og tradisjonsrik historie. Fra de første bosetninger og bruk av steinredskaper, frem til utvinning av gull, jern og kobber for flere tusen år siden, til sølv på Kongsberg og kobbermalm på Røros og Løkken på 1600-1700 tallet, og til dagens moderne uttak av stein, malm og mineraler.

Norges Fjeld skal betale Norges gjeld. Gjelden er for lengst betalt, og bergindustrien, slik den kjennes i sin klassiske form, var sterkt delaktig i dette. Forbruket av stein/malm/mineral er i dag ca 18 tonn pr nordmann pr år, hvorav pukk og grus alene utgjør over 10 årstonn pr person.

Bergindustrien skapte aktivitet og oppgang som fikk positive virkninger langt utenfor der gruvedriften foregikk. Medaljens bakside ble ikke synlig før senere. Det var først langt opp i vår tid at det begynte å komme indikasjoner på at gruvedriftens produksjon og utslipp av giftige stoffer, væsker og gasser også kunne føre til skade på både folk og natur. I dag har vi i stor grad kunnskap og dokumentasjon om hva som er skadelig og hva som ikke er det.

Men virkninger av forurensninger, og da særlig arbeidsmiljøskader, var egentlig kjent meget tidlig. Allerede i papyrusskrifter er det beskrevet slit og sykdom knyttet til bergverksdrift. Yrkeshygienisk forskning begynte derimot ikke før omkring 1500-tallet med blant annet et verk av Agricola: ”De Re Metallica” som ble utgitt i 1556. Her ble det beskrevet en dødelig lungesykdom som rammet arbeiderne i gruvene Schneeberg og Joachimstal i grensefjellene mellom Tsjekkia og Slovakia. Sykdommen rammet opptil 70 % av de som arbeidet i

Bedring av arbeidsmiljø for arbeid under jord er viktig og opptar NFF. Flere av foreningens prosjekter og rapporter gjelder helse. Bildet viser forsiden på teknisk rapport nr.02 fra 2001.

gruvene. Dette var en sølvforekomst med betydelige innslag av radioaktive mineraler og arsenmineraler. Først mye senere fant man ut at dette kunne føre til store mengder radongass under jord.

Opprinnelig trodde man at denne "bergsyken" skyldtes metallisk støv, men den ble senere diagnostisert til å være primær lungekreft knyttet til eksponering for radon og radondøtre. I "De Re Metallica" står nevnt at kvinner i det spesielle gruveområdet i Karpatene ble gift opptil syv ganger fordi deres gruvearbeidende ektemenn døde av bergsyken.

Til beskyttelse mot det farlige støvet anbefalte Agricola bruk av "ventilasjonsmaskiner" for å rense luften, og tildekning av arbeidernes ansikter med et løstsittende slør. I dag vet vi at et "løstsittende slør" ikke er nok hverken mot støv eller radon, men Agricola var inne på noe vesentlig når han anbefalte bruk av støvmasker og "ventilasjonsmaskiner".

Som en følge av den industrielle revolusjon i Europa økte behovet for nye bergartsprodukter og mineraler. Tidlig på 1800-tallet ble det registrert at bruk av sandstein (inneholder mye kvarts) innebar en risiko. Eksempelvis publiserte Thackrah i 1831 observasjoner om at arbeidere i Sheffields stålindustri som slipte kniver i tørr oppknust sandstein sjelden ble eldre enn 30 år. Derimot ble det observert at en kontrollgruppe som slipte kniver i oppknust sandstein tilsatt vann hadde en levealder som var nesten 20 år høyere.

På den tiden ble det også registrert stor forskjell i forekomst av lungesykdommer avhengig av hvilke bergarter som var dominerende der man arbeidet. De som arbeidet i kalkgruver utviklet ikke sykdom, mens de som arbeidet i gruver med sandstein ble syke. Først trodde man at denne forskjellen hang sammen med forskjeller i det relative vanninnholdet i de forskjellige bergrom og bergarter. Senere ble det klart at forskjellen i utvikling av sykdom (silikose) hang sammen med innholdet av kvarts i bergarten. Midt på 1800-tallet ble det fastslått at høy forekomst av silikose var knyttet til høy eksponering av kvartsstøv. Dette ga seg eksempelvis utslag i fire ganger høyere dødelighet blant gruvearbeidere i kopper- og tinngruvene i Cornwall enn i gruver i Storbrittania i samme periode.

På slutten av 1800-tallet var kunnskapen om pneumokoniose (støvlungesykdom) etablert som egen medisinsk disiplin.

Fra gammelt av ble malm og berg brutt med enkle håndredskaper, hammer og feisel, som såkalt kaldkiling. I hardt fjell var det lettere med såkalt fyrsetting, der ved ble stablet opp mot fjellet og tent på. Varmen fra bålet, og i noen grad kombinert med at man pøste på vann, førte til at fjellet sprakk opp. I dypere gruver var det ofte mye røyk på grunn av bålbrenningen, og her prøvde man ulike ventilasjonsteknikker. De var ikke alltid like effektive, og bl.a. i Kongsberg-gruvene kunne stillestående luft ved fyrsetting danne den fryktede "stank" som var en vanlig årsak til dødsulykker.

Arbeidsmiljømessig var innføringen av krutt i gruvene en stor forbedring. Kruttsprengning var kjent på Kongsberg sølvverk allerede 1643, men kom først mer

systematisk i bruk i 1659. I 1655 ble kruttsprengning anvendt i Lilledal kobbergruve i Sunnhordaland. Røros Kobberverk, som hadde lite trevirke til fyrsetting, begynte å bruke krutt noen år senere, mens på Kongsberg ble kruttsprengning først vanlig fra 1730-tallet. På 1830-tallet ble svartkruttlunten utviklet, og tenningsarbeidet ble derved sikrere.

På 1860-tallet begynte man å bruke bor av stål med langt bedre kvalitet enn tidligere.

På samme tid oppfant Alfred Nobel dynamitten og i 1864 den første primitive fenghetten. Sprengstoffet sprenggummi kom i 1875, og gummidynamitten allerede i 1880. Derved var grunnlaget lagt for en "mekanisering" og en klar produktivitetsøkning i gruvene.

Barnearbeid var vanlig ved en del gruver. Johan Falkberget arbeidet som ung gutt som "vaskarryss" på Christianus Sextus og Kongens gruve på 1890-tallet. Det er interessant å konstatere at gruvearbeiderne allerede i 1893 satte i gang en underskriftskampanje for å få Stortinget til å vedta en dispensjon fra Fabrikktilsynslovens (1892) bestemmelser om barnearbeid.

Fortsatt skjedde det mange dødsulykker i gruvene. Bergmesteren for Nordenfjeldske

distrikt kunne i beretningen for årene 1912-13 rapportere om hele 7 dødsulykker. I alt omkom 20 arbeidere ved ulykker i gruvene bare i denne perioden.

Allerede før og under 1.verdenskrig var gruvearbeiderne mistenksomme, og mente gruvestøvet var en trussel mot helsa ved at man fikk en form for tæring eller tuberkulose. Både Folldal og Løkken Grubearbeiderforening krevde at tørrboring med bormaskiner skulle forbys og vannboring innføres. Bergmestrene, som utførte inspeksjonsarbeidet i gruvene for Arbeidstilsynet, fulgte utviklingen nøye, og deres vurdering var sammenfallende med gruvearbeidernes. Ble det i tillegg påbudt å bruke vatt-, filt- eller gassmasker ville man redusere sykdomsfaren ytterligere, ble det hevdet. Arbeidsgiverne var noe mer tilbakeholdne med hensyn til helsefaren. Men i 1916 ble det vedtatt at maskinell tørrboring var skadelig, men på grunn av krigen ble det ikke iverksatt noen tiltak mot støvproblematikken. Først på 1930-tallet snudde arbeidsgiverne, og støvproblematikken og silikosen ble tatt på alvor.

Silikose – gruvearbeiderens mareritt

Den sannsynligvis første beskrivelse av støvlungesykdom, pneumokoniose i Norge finnes i en publikasjon fra 1911 av "Sundhetsinspektør i Kristiania" Hj. Berner. Her beskrives stenlunger hos arbeidstakere i stenhuggerier og glass-sliperier. Det ble i årene etter århundreskiftet ved flere anledninger påpekt at det var grunn til å anta at silikose også fantes i Norge. Sjefinspektøren i Arbeidstilsynet, dr. O.Lorange gjorde en forespørsel til leger og sykehus om påvist silikose. Da forespørselen falt negativt ut tok han seks år senere, i 1932 på ny opp spørsmålet i det Medicinske Selskab i Oslo, hvor man konkluderte med at silikose ikke finnes, eller er i det minste sjelden i Norge.

Det første tilfelle av silikose i Norge ble meldt og beskrevet i 1933. I 1934 ble de første gruvesilikosene beskrevet. Men allerede fra 1929 hadde arbeidere angrepet av silikose rett til erstatning fra Rikstrygdeverket, slik som ved arbeidsulykker. Antallet i de forskjellige perioder var særlig den første tiden vesentlig et uttrykk for sykdommens forekomst i eksponerte, tidligere ikke kontrollerte grupper. Senere tilfeller er knyttet opp mot nye tilfeller i en også tidligere kontrollert gruppe.

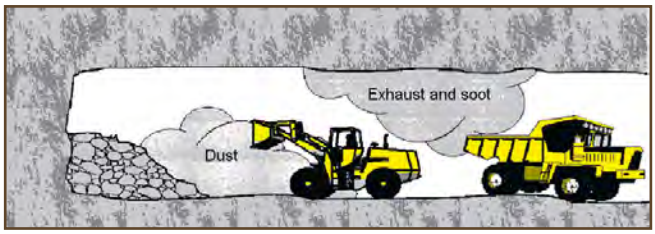
Undersøkelser de påfølgende år viste høy forekomst av silikose blant de undersøkte. Spørsmålet om teknisk forebyggelse av silikose ble tatt opp i 1936. Retningslinjer for kontroll og oppfølging av arbeids-

takere utsatt for kvartsholdig støv, stammer fra 1951. Silikose ble godkjent som erstatningsberettiget yrkessykdom i 1953.

De statistiske oppgaver over utviklingen av silikose i Norge er ufullstendig. Tallmaterialet er usikkert, og må mer oppfattes som en indikasjon på problemets størrelse enn som absolutte data. Det fremgår at de høyeste silikosetilfellene hadde vi før, under og etter krigen.

Frem til 1985 var det totalt innmeldt ca 4000 silikosetilfeller. Av disse kom ca 40 % fra bergverksindustrien og 8-10 % fra tunnel- og anleggsindustri. Statistikken før og etter 1985 er ikke direkte sammenlignbar pga endring i registreringsprosedyrer. Økningen ut over 80-årene er ikke nødvendigvis reell, men kan ha sammenheng med intensivert ettersporing i risikogrupper, økt interesse og bedre diagnostikk.

Ved Løkken gruve ble det mellom 1936 og 1959 påvist i alt 171 tilfeller av silikose. Totalt ble det i norske gruver frem til 1957 registrert ca 750 silikosetilfeller. Høsten 1937 gjorde bedriftsledelsen ved Knaben Molybdengruver forsiktige forsøk på å undersøke om det fantes silikose blant arbeiderne i gruva. Dette skapte grobunn for engstelse, som ble forsterket ved sterke oppslag i pressen. Avisen Sørlandet skrev: "Folk slutter på dagen og flykter fra Knaben. Rystende skildring av forholdene. Arbeiderne går på eget initiativ til undersøkelse – og alle har stenstøv i lungene! Det kan være selvmord å fortsette grubearbeidet, men de må gjøre det likevel". Direktøren hevdet at panikken ville holde seg så lenge engstelige sjeler bodde på brakkene og påvirket arbeidskameratene, og når produksjonen i gruva ikke allerede hadde stoppet helt opp, skyldtes det utelukkende at bedriften hadde fått tilsendt 12 mann fra Ålen i Sør-Trøndelag. De var vant til å arbeide i gruver og hadde ikke latt seg påvirke av stemningen ellers.



Bedre ventilasjon, krav til utslipp og drivstoff reduserer helseskader. Mye er gjort, men fortsatt kan vi forbedre forholdene.

I årsrapporten for Folldal Verk fra 1943 står nevnt at "silikosen" har tappet gruvene for ytterligere vante arbeidere…….. Silikosespørsmålet må derfor snarest tas opp til drøftelse på bred basis".

I flere ti-år var gruvestøvet og den sykdom ("tæring", silikose) som mange pådro seg den enkeltfaktor i arbeidsmiljøet som ble mest fokusert, og som også skapte mest engstelse. I de fleste gruver ble det boret tørt frem til midten av 1930-tallet. Deretter ble det forbud mot dette, og i verste fall risikerte man å få sparken hvis man ikke fulgte forbudet. Under ortlasting begynte man å bruke vannspyling før lasting begynte. Ofte var ventilasjonen ikke trukket helt frem på arbeidsplassen, og trykkluften representerte den eneste form for luftskiftning.

Ventilasjon og maskinell utvikling

I mange gruver var hovedventilasjonen frem til 1940-tallet basert på naturlig ventilasjon på grunn av stor høydeforskjell mellom dagåpningene, og utnyttelse av skorsteinseffekten. I perioder der temperaturen i gruva og dagen var tilnærmet lik, var luftskiftningen minimal, og luftkvaliteten deretter. Etter hvert begynte man å installere små ventilatorer for å få en bedre styring av luftstrømmen i gruva. Mellom nivåene ble det ofte ventilert via såkalte trekklurer, dvs. naturlig trekk gjennom små stigorter med kontakt mot dagen. Ofte var trekklurene i dagen forsynt med små tretårn for å sikre fri luftvei. Som hovedvifter ble benyttet et fåtall radialvifter plassert i ventilasjonsstigorter eller på hovednivå. Lokalt ble

benyttet luftdrevne eller elektrisk drevne aksialvifter i kombinasjon med små stive ventilasjonsrør.

De første årene etter krigen var revolusjonerende for gruveindustrien, også i arbeidsmiljøsammenheng. Skrapelasting med vinsjer var byttet ut med luftdrevne kastelastemaskiner. Håndlasting ble nå benyttet kun i sjakter eller på vanskelig tilgjengelige steder. All boring foregikk som våtboring for å dempe støvet, sixpence-luene var byttet ut med hjelmer, og karbidlampene erstattet med elektriske hodelykter. Lyddempende øreklokker, støvmasker av ulike typer og vernesko med solide tåhetter var blitt fast utstyr for alle gruvearbeidere. "Fordrerne", de som skjøv de tunge malmvognene fra brytningsplassene til tapningene eller sjakten, ble byttet ut med batteridrevne lokomotiver. Muskelkraften ble byttet ut med motorkraft på flere og flere områder, og produktiviteten pr mann og skift økte i løpet av få år til det mangedobbelte.

På 40-tallet begynte man med støvmålinger, og etter hvert også gassmålinger i gruvene for å kontrollere luftkvaliteten.

På slutten av 50-tallet begynte man i oppfaringen å bruke dieseldrevne lokomotiv, og i 60-årene kom de såkalte langhullsbormaskinene for stigortboring. Litt senere kom hydrauliske bormaskiner som gradvis avløste de luftdrevne maskinene. De var både mer effektive og miljøvennlige, da man fikk bort den helseskadelige oljetåken fra gruveluften. Samme arbeidsstokk kunne nå ta ut langt mer malm og stein pr dag enn ved håndlasting med brett og krafse 50 år tidligere.

Den 5.november 1962 skjedde eksplosjonsulykken i Kings Bay-gruven på Svalbard, der 21 gruvearbeidere omkom. Ingen annen enkeltbegivenhet i norsk bergverkshistorie har samlet sett hatt så stor betydning for ansvar og kontroll av arbeidsforhold, og ikke minst Arbeidstilsynets forhold til politiske myndigheter, regjering og storting, og for den interne organisering av tilsynet og samfunnsstyringen. I alt hadde virksomheten i Kings Bay siden 1945 kostet 71 menneskeliv og Statens totale tap var ca 70 millioner kroner.

Mot 1970-tallet gikk man over fra skinnegående laste- og transportutstyr til større dieseldrevne maskiner. Overgangen til den nye drivemåten gjorde at man fikk en generell nedgang i luftforurensinger som støv og oljetåke, men derimot en økning i mengde avgasser og sotpartikler.

De siste par-tre 10-årene har automatisering og mekanisering klart ført til en reduksjon i fysisk belastning for fjellsprengeren, mens de psykiske belastningene er mer dominerende i dag enn tidligere. På grunn av stadig økende produktivitet er mengden luftforurensninger produsert pr tidsenhet økt betydelig de senere år, hvilket lett kan føre til redusert luftkvalitet og høye eksponeringsnivå dersom det slurves med oppfølgning i tiltaksfasen. Det er derfor viktig at den ønskede tekniske utvikling blir balansert av nødvendige og hensiktsmessige tiltak på HMS-siden. I motsatt fall vil dette resultere i en negativ utvikling, der visse grupper arbeidstakere blir mer utsatt enn andre. Dagens forebyggende arbeidsmiljøproblematikk dreier seg generelt ikke om å finne nye problemer, men om hva man skal gjøre med det man har. Støv, støy og vibrasjon har vært dominerende miljøfaktorer for gruvearbeideren gjennom mange år. I perioden 1989-94 var nettopp støv, støy og vibrasjon årsak til tre av fire yrkessykdommer i gruveindustrien.

Ser man utviklingen på arbeidsplassen til gruvearbeideren over de siste 20-30 årene, er arbeidsplassene i dag blitt teknisk sikrere – men ikke sunnere. Dette representerer den store utfordringen innen HMS for fjellsprengerne ved inngangen til et nytt århundre.

HISTORIKK

Anleggsdriften

Sammenlignes anleggsdriftens og bergverkshistoriens utvikling og betydning sett med HMS-briller er det skrevet langt mer om bergverk enn om fjellanlegg. Allerede for mange hundre år siden foregikk det "anleggsarbeid" for å dekke behov for stein til etablering av byområder, bygging av veier, moloer, havner, broer, fyllinger, kanaler for tilførsel av vann, dammer etc.

Under etablering av bergverkene på 1600-tallet var det stort behov for vann. Allerede på Kongsberg Sølvverk (1623-1958) ble rennende vann benyttet som kraftkilde, ved siden av mannen og hesten. Det ble bygd 60 damanlegg, 120 maskinanlegg og rundt 10 mil med vannrenner. Vannet var en billig ressurs som eide kjempekrefter. Vannet skulle jo renne et sted, og saktens kunne det ta en tur innom et vasshjul eller to. Disse kunne ha en diameter på 12 meter. Vasshjulet hadde også som formål å skaffe energi til å pumpe vann ut av gruvene. Denne "vasskonsten"- et pumpeverk med overfalls vannhjul som kraftkilde - var den første form for "maskinell" drift. Sølvverket drev over 300 gruver, noen av dem over 1000 meter dype. Det ble nedlagt rundt 450 000 av våre dagers årsverk. Samlet produksjon var ca 1350 tonn sølv. Kongsberg Sølvverk er sett fra vår tid således et minnesmerke over en epoke da det teknologiske nivået var beskjedent, energien var urasjonelt utnyttet, og arbeidskraften var billig. Sett ut ifra sin samtid var Sølvverket en bedrift med høyt teknologinivå, avansert energiutnytting og høyt lønnsnivå.

Også ved Rørosgruvene ble "vasskonsten" tidlig innført. Mye av dette "anleggsarbeidet" ble gjort av gruvenes egne ansatte. Fortsatt hadde ikke rallaren eller anleggsslusken meldt sin ankomst. Men både rallaren, dynamitten og fjellsprengeren var på vei, og skulle snart sette sitt tydelige preg på den kommende gruve- og anleggsvirksomheten.

Mot slutten av 1880-tallet var jernbanen blitt det viktigste samferdselsmiddel på land. I vårt kuperte fjellterreng ga jernbanebygging under jord og i dagen store utfordringer bl.a. innen arbeidsmiljø (støv, gass, støy, vibrasjon) og tungt fysisk arbeid. Ofotbanen, Bergensbanen, Sørlandsbanen, med sine lange tunneler, og ikke minst Gravhalstunnelen (1895) som med sine 5311 meters lengde 930 m.o.h. var Europas lengste tunnel nord for Alpene. På Sørlandsbanen ble det bygd tunneler på over 7 km. Håndboring ble erstattet med trykkluftdrift, med langt høyere borsynk. Dette var et stort fremskritt for norsk fjellsprengningsteknikk. Det ble også forsøkt elektrisk boring uten at dette ble noen suksess.

Bergensbanens høyfjellstrekninger og mange og lange tunneler med svært tøft arbeidsmiljø med helårsdrift i et arktisk klima, førte til rallarens og sluskens inntog.

Mye dynamitt gjorde steinmassene "småfallen" (finsprengt), noe som var en fordel når man håndlastet med krafse og brett. Ventilasjon var viktig og en utfordring, ikke minst fordi arbeiderne fikk "ladden" (sprenggassene) over seg. Da ble de kvalme og bevisstløse båret ut i dagen, men kviknet fort til igjen da de kom ut i frisk luft.

Mye av bormaskinutstyret før første verdenskrig var tungt og uhåndterlig. At de nye maskinene var lette og med god ytelse var fordelaktig for produktiviteten. Men med økende produksjon ble det produsert mer stein, støv og støy pr tidsenhet. Med mange maskiner og rask fremdrift ble det også økte krav til ventilasjon. På 40-tallet ble det på flere tunnelanlegg lagt inn Ø 50 cm rør og ventilatorer med kapasitet på 6000 m^3 pr time som ren trykkluftventilasjon. På flere anlegg på denne tiden ble det rapportert om at CO og andre farlige gasser stadig ble målt, uten å finne farlige konsentrasjoner. Hva man her mener med "farlig", og hvilke "grenseverdier for luftkvalitet" som ble brukt, kan man saktens lure på? Tidlige-

re håndlasting ble erstattet med maskinlasting og utstyr spesialbygd for tunnel. På Mår kraftanlegg (drevet på 40-tallet) var man oppe i 42 meter pr uke i den 20-24 m^2 store tilløpstunnelen.

Utviklingen av borutstyret ble etterfulgt av forbedringer på sprengstoffsiden. Dynamitt var dominerende i norske fjell i etterkrigstiden til ut i 60-årene. ANFO (ammoniumnitrat blandet med mindre mengder dieselolje) ble introdusert. Dette var langt billigere enn dynamitten, og også sikrere. Gruvene var her først ute. Rundt 1960 kom slurry'en. Mens dynamitt er basert på TNT, ANFO på ammoniumnitrat, er slurry basert på ulike brennstoffer som TNT, ammoniumpulver eller kombinasjoner av stoffer. Slurry ble kalt det "miljøvennlige" sprengstoffet. Selv om slurry riktignok ga mindre helseskadelige sprenggasser enn sprengstoffer brukt tidligere, var begrepet "miljøvennlig" noe uheldig.

Etter at jernbanebyggingens første epoke "tok slutt" etter århundreskiftet, kom nye utfordringer for fjellsprengerne, nemlig vannkraften, med sine tunneler, dammer og kraftanlegg.

Dette varte i mange ti-år, før en ny utfordrende sektor dukket opp, nemlig vegsektoren ble interessant fra 1920-tallet. Her ble det ikke sprengt så mye tunnel. Det var billigere å stikke veien rundt. Etter hvert ble det behov for mer steinmaterialer i overbyggingen. Men fortsatt sprengte man fjell med håndrift, som var vanlig på mindre anlegg i mellomkrigsperioden. Først på begynnelsen av 1940-tallet begynte man å ta maskinboring i bruk i vegsektoren, og etter hvert i alle typer fjellanlegg.

Først etter 2.verdenskrig ble det en mer målrettet utvikling innen fjellsprengningsteknikken. Men søkelyset var fortsatt hovedsakelig satt på tekniske og økonomiske aspekter, og i mindre grad på de menneskelige aspektene. Norske fjellsprengere lå på et teknisk høyt nivå. Derimot var det dårligere med info og erfaringsutveksling mellom de ulike instanser (entrepenører, offentlige etater og bergverk).

På 1950-tallet ble det stadig fokusert mer på større tverrsnitt, økt inndrift, og bedre miljø. Utover 1960-tallet gjorde dieseldriften sitt inntog på tunnelanleggene med tyngre hjulgående utstyr både til lasting, transport og boring. I gruvene i Norge derimot ble ikke dieseldrift, med unntak av små dieselok, innført før midt på 70-tallet. Med dieseldriftens inntog under jord tvang det seg frem større fokus på ventilasjonssiden.

Den 20. november 1963 ble den første Fjellsprengningskonferansen, eller Høstkonferansen som den etterhvert ble kalt, arrangert. Et svært viktig forum for erfaringsutveksling for fjellsprengerne var derved etablert, til stor glede og nytte for bransjen. Både selve foredragene, det sosiale tilsnittet og det årvisse kompendiet ble et viktig infoorgan i årene fremover. Ikke minst gjennom en stadig større fokusering på tema som arbeidsmiljø/HMS, luftforurensning, ventilasjon, sammenhenger mellom eksponering og helse m.m. gjorde kompendiet til et nyttig oppslagsverk for studenter og bransje.

I 1969 var hele programmet for Fjellsprengningskonferansen det året viet fullprofilboring (TBM). Her så norske tunnelfolk en gyllen mulighet til å drive tunnel uten sprengstoff. TBM var i noen grad allerede benyttet for driving av ventilasjonsstigorter med lite tverrsnitt i gruver i Norge. I 1972 ble så den første TBM-maskinen (Ø 1,8 m) satt i drift av Jernbeton for driving av en horisontal kloakktunnel utenfor Trondheim. 70-årene var gjennombruddet for TBM. En rekke interessante og utfordrende TBM-prosjekter ble gjennomført, og de neste 10-årene etablerte Norge seg i verdenstoppen i bruk og erfaring med TBM. Eksempler er Madam Felle i Bergen (vegtunnel ? m^2), kraftverkstunneler, og etter hvert TBM-tunneler i utlandet.

Men 1970-årene må også kunne kalles "det 10-året norske fjellsprengere gikk undersjøisk". Stikkordet var undersjøiske tunneler. En rekke store og grensesprengende undersjøiske vegtunneler ble igangsatt, både hva angår lengde, dyp under overflaten, fall/stigning. Som en konsekvens av dette følger arbeidsmiljøets spiralsyndrom; økt mekanisering og automatisering fører til økt produksjon av berg pr tidsenhet (økt mannskifteffekt) som igjen generelt også medførte økt produksjon av "forurensninger" pr tidsenhet. Når tilsynsmyndighetene i tillegg skjerpet kravene (reduserte administrative normer og andre grenseverdier) til luftkvalitet/forurensninger krevde dette nytenkning innen ventilasjon og andre tiltak som bransjen vår er helt avhengige av å ligge i forkant med å utvikle.

LOVVERKET OG UTVIKLINGEN

Den første loven som hadde som intensjon å sette "arbeidervern" på dagsorden kom i England i 1802. Norges første "primitive" arbeidervernlov kom i 1892 (Lov om tilsyn med arbeid i fabrikker). Den var mer opptatt av det elementære arbeidervern enn å redusere risikoen for dødsulykker. Den internasjonale arbeidstakerorganisasjonen (ILO – International Labour Organization) ble opprettet i 1919. Krav om 48 timers uke samt regler for overtid kom i Norge i lov av 1920. Lovverket omkring arbeidervernlovgivningen i Norge ble justert og skjerpet med jevne mellomrom. Men en totalrevisjon av loven skjedde først i 1936 og så i 1956.

I 1949 ble 40 timers uke, inkludert faringstid, innført for gruvearbeidere i Norge. For tunnelarbeidere ble dette gjort gjeldende i 1962, 13 år senere.

På slutten av 1960-tallet var det stor interesse for det ytre miljø. I 1969/1970 resulterte dette i en motreaksjon: en gryende vilje til også å ta opp problemer i det indre miljø, nemlig på arbeidsplassen. Gjennom interessen for det ytre miljø hadde bl.a. fagbevegelsen satt større fokus på kjemiske stoffer, og hvordan disse kunne påvirke og ødelegge natur og levende vesener. Fra et slikt utgangspunkt var det også naturlig å spørre hvordan arbeidsmiljøet og påvirkningen på arbeidstakerne var ved de bedrifter som slapp forurensningene ut i miljøet rundt oss.

Interessen for miljøspørsmål økte. Synet på arbeidsmiljø og arbeidervern endret seg. Dette hadde sammenheng med økt mekanisering, moderne teknologi, stigende levestandard og ikke minst moderne massemedias tendens og evne til å dramatisere og påvirke en opinion. Arbeidstakerne var blitt mer skolerte og oppmerksomme på hva som representerte risiko og helsefare i deres arbeidsmiljø. Landsorganisasjonen i Norge (LO) hadde siden begynnelsen av 1970-tallet vært aktive for å bedre arbeidsmiljøet. Det er likevel interessant å konstatere at arbeidsmiljø ikke var noen sak på LO-kongressen i 1969, mens arbeidsmiljø var en hovedsak på kongressen i 1973. I mellom de to kongressene inngikk LO og daværende NAF (Norsk Arbeidsgiverforening) i 1972 for første gang en avtale som skulle bedre arbeidsmiljøet i NAF's medlemsbedrifter. Det var derfor et stort gjennombrudd for en ny og bedre forståelse av viktigheten med et godt arbeidsmiljø da avtalen fra 1972 resulterte i innføring av den nye arbeidsmiljøloven i juli 1977.

Siden 1977 har den store utviklingen i arbeidslivet med nye produksjonsmetoder og stadig nye stoffer og materialer, på mange måter endret risikoforholdene på de enkelte arbeidsplasser. Vi har også fått økt kunnskap om uheldige følger av langtidspåvirkninger i arbeidsmiljøet og stressfremkallende forhold. Begrepet "miljø" er kommet i fokus for vår interesse Arbeidervernproblemene er således ikke av ny dato, men det er først i de senere 10-årene at dette virkelig er tatt på alvor.

Internkontrollforskriften ble innført i 1992. Hensikten var å promotere helse og et godt arbeidsmiljø, samt bedre sikkerheten.

Fra 1. januar 1997 har en revidert utgave av IK-forskriften vært gjeldende. Den reviderte utgaven har fått navnet "Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontroll)". Den gjelder alle virksomheter som sysselsetter arbeidstakere. Internkontroll er i den reviderte forskriften definert som alle systematiske tiltak en virksomhet iverksetter for å sikre overensstemmelse med helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen. Forskriften plasserer et særlig ansvar hos den som er ansvarlig for virksomheten, noe også forskriften fra 1992 gjorde. Dette ansvaret innebærer også at alle medarbeidere i bedriften involveres og engasjeres i HMS-arbeidet. Myndigheten forventer at det nøye vurderes hvilke lover og forskrifter som gjelder for bedriften, at disse anskaffes og at bestemmelsene gjennomgås med alle ansatte som berøres av dem.

Arbeidsmiljøloven av 1977.
Kartlegging og dokumentasjon
Både før og ikke minst etter at Arbeidsmiljøloven ble innført i 1977 så både bergverk og entreprenører det nødvendig å gjøre sitt ytterste, særlig i forbindelse med sine fjellsprengningsprosjekter, å bidra proaktivt for å oppfylle intensjonen i lovverket. Ikke minst ble det satt mer systematisk fokus på kartlegging og dokumentasjon av luftkvalitet, ventilasjon og andre viktige HMS-faktorer.

Rundt 1970 begynte det bergtekniske miljøet ved NTH i Trondheim å ta opp problemstillinger rundt status for arbeidsmiljø i bergindustrien. Det ble igangsatt en dr.grad innen feltet "Gruveatmofære og Gruveventilasjon" (Tom Myran), som ble støttet av Bergforskningen og NTNF (Forskningsrådet). Avhandlingen ble levert i mai 1974. Det ble umiddelbart etablert stor aktivitet (NTH og SINTEF) innen yrkeshygiene (helse og miljø) ved bergverk og etter hvert også på entrepenørsiden. Avansert utstyr for kartlegging i felt og analyser i lab ble kjøpt inn. Det ble gjennomført omfattende kartlegging av HMS over hele landet både som oppdrag for bedriftene, og som forskningsoppdrag.

Ca i år 2000 ble det rundt medisineren Bente Ulvestad (dr.med.) bygd opp et slagkraftig miljø med kartlegging av HMS rundt fjellsprengerens arbeidsmiljø (anleggsindustrien). Hun startet sitt virke som bedriftslege hos Selmer, og har senere arbeidet både i Mesta og Stami.

NFFs hederspris Gullfeiselen ble i 2010 tildelt Bente Ulvestad sammen med Tom Myran. Hun er den første med ikke-teknisk utdannelsesmessig bakgrunn som er tildelt Gullfeiselen. Året før ble Tom Myran også tildelt Bergindustriens hederspris Bergmannsstaven.

Fjellsprengningsmuseet
På Norsk Fjellsprengningsmuseum ved Hunderfossen er mye av norsk Fjellsprengningshistorie helt fra 1700-tallet samlet under vinklingen "Fra fyrsetting til fullprofilboring". Særlig er "fjellsprengernes" innsats fra tidlig i 1950-årene trukket frem i lyset. Anleggsprosjektene har vært mange og imponerende, og spenner over alle avskygninger av rallarens og sluskens liv og virke. Et mangfold av verdensrekorder er satt innen så forskjellig felt som inndrift, tunnellengder, fullprofilboring i hardt fjell, undersjøiske tunneler, Gjøvikhallen – verdensrekord i fritt spenn. Glemmes må heller ikke ventilasjonsutfordringer tuftet på HMS som ble løst ved driving av Gudvangen og Lærdalstunnelen – verdens lengste vegtunnel. Erfaringene for at dette lot seg gjennomføre var våre lange tradisjoner og pionerarbeid innen gruvedrift, kraftutbygging og behov for veger og jernbane i et landskap med topografiske hindringer.

LUFTFORURENSNINGER OG VENTILASON

Det er en kjensgjerning at kvaliteten på de 10-12 kubikkmeter (15 kg) luft vi puster inn hvert døgn er minst like viktig som de 2-3 kg mat og drikke som vi i løpet av det samme døgnet sender gjennom fordøyelsessystemet vårt. Dette gjelder både i arbeid og fritid. Spørreundersøkelser vi har foretatt blant

gruve- og tunnelarbeidere opp gjennom årene antyder at så mange som tre av fire frykter helseskade på grunn av langtidseffekter ved eksponering for støv, gass, sotpartikler, radon, støy mer enn risikoen for ulykker og belastningsskader. En vesentlig årsak til dette må antas å ha sammenheng med medias tendens og evne til å dramatisere og påvirke en opinion ved beskrivelser av årsak og virkning av ulike typer eksponering.

Den viktigste forutsetningen for å kunne utøve fjellsprengningsaktiviteter under jord er målrettet tilførsel av frisk luft i tilstrekkelig mengde, til rett tid og rett sted. Opp gjennom historien har nok ventilasjonskvaliteten vært fra det helt uakseptable og direkte helseskadelig til dagens luftkvalitet som tilfredsstiller de fleste krav tilsynsmyndighetene har satt.

Men hvor mye ventilasjonsluft tilføres egentlig til våre gruver og tunneler? I Lærdalstunnelen ble det under hele anleggsperioden tilført 3,5 ganger mer luft i tonn pr år enn det ble transportert ut stein av tunnelen det samme året. Det året man i Svea Nord på Svalbard produserte 4 millioner tonn kull ble det transportert 4,3 millioner tonn med luft inn og ut av gruva. Det vil si at i mange av våre bergverk og tunneler transporteres det mer luft i tonn pr år enn stein og mineraler.

Kronisk obstruktiv lungesykdom (KOLS) som samfunnsproblem dukket opp hos støvutsatte arbeidstakere allerede i 1952. Det store sykdomsomfanget vi ser i dag har sammenheng med røykevanene hos folk – og er derfor selvforskyldt i manges øyne. Det er imidlertid ikke hele sannheten. Av de ca 20 000 nordmenn som hvert år får KOLS er ca 15 % blitt syke pga. arbeidsmiljøet og eksponering for støv, gasser og kjemikalier. I dag er KOLS forventet å være verdens tredje hyppigste dødsårsak innen få år (Gemini, okt. 2007).

AVSLUTNING

Norske fjellsprengere utgjør i dag en høyt mekanisert og automatisert bransje med dyktige og skolerte arbeidstakere i alle ledd i organisasjonen. Tidligere tunge, manuelle og ulykkesbelastede arbeidsoperasjoner er langt på vei borte. Fysiske arbeidsbelastninger er redusert, mens de psykiske belastningene er økt heller enn avtatt. Forenklet sagt kan man si at arbeidsplassene er blitt sikrere men ikke nødvendigvis sunnere. Dette må sees i sammenheng med økt produktivitet noe som resulterer i økt produksjon av luftforurensninger pr tidsenhet.

Det er derfor i dag, og i fremtiden fortsatt viktig å ha kontinuerlig høy fokus på alle forhold knyttet HMS. noe som også i fremtiden vil kunne sikre et tilfredsstillende arbeidsmiljø for fjellsprengeren.

Referanser

- Frode Færøyvik: Fjellsprengeren i samfunnets tjeneste: Fra feisel til fullprofil. Oslo 1989. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk.

- Bergingeniørutdanning i Norge gjennom 250 år. Anne Kristine Børresen. Jan Th. Kobberød. Tapir 2007. ISBN 978-83-519-2213-S.

- Health and Safety in Norwegian Tunnelling. Norwegian Tunnelling Society. Publication No. 13.

- ISBN-Nr. 82-92641-01-7.

- Tom Myran og Knut Furuseth: Mineraler, bergarter og malmer. Mineralogi og risiko for lungesykdom. Teknisk/medisinsk rapportserie. Delrapport 3. SINTEF Bergteknikk. Juli 1992.

Fjellsprengningskonferansene og det sosiale aspektet

Reidar Kristian Bjerkan

Reidar er Sivilingeniør, har omfattende erfaring fra bergsprengning, spesielt innen veibygging. Han deltok som foredragsholder allerede på foreningens første konferanse i 1963. Tema var presplitting med erfaringer fra bygging av ny RV 1 (E6) i Østfold og innfartsvei til Moss. Reidar er varm tilhenger av Forsvaret og norske verdier og han har både stemme og figur som kvalifiserer til oppgaven som Toastmaster på festmiddagen. Etter 30 års tjeneste kunne han torsdag kveld 20.november 2008 ca kl 22:00 takke av etter vel gjennomført oppdrag med tittel "Toastmaster NFF Emeritus". Dette foregikk til akkompagnement ved Egil Vedner på trompet som ved samme anledning avsluttet en mangeårig innsats for foreningen som styremedlem, formann og til slutt lang tjeneste som trompetist ved festmiddagen.

At det sosiale aspekt settes høyt i vår forening er ikke det spor merkelig. Medlemsmassen, kunnskapsrik og kompetent; yrkesmessig med fokus på prosjekter knyttet fjell (eller berg om du vil) og infrastruktur generelt. Prosjektrealisering tar lang tid. Utholdenhet er nødvendig og en rimelig porsjon humor kommer godt med. Saftige vitser, fine sanger og viser fra rallare og andre poeter gjennom de seneste tre århundre.

Høstkonferansen med høyt faglig nivå har utmerket seg som det viktigste arrangementet både for NFF og innen Tekna. Det sosiale aspektet ved arrangementet har etter min oppfatning bidratt til den positive utvikling i foreningen. I starten var vi vel et par hundre deltagere. Det økte hurtig til 400 - 500 – 600 – 700, jeg husker at vi en gang var hele 900 deltagere og da ble det trangt.

Deltagerne jobber innen ulike disipliner i vår sektor, det er berikende og bedrer forståelse og respekt for kolleger fra de ulike felter innen bransjen. Fint og varig vennskap kolleger imellom, opplever vi som har deltatt noen år, gjerne også hyggelige minner og samtaler ved middagen, i lunsjen og fra vandrehallen.

Høsten 1963 gjennomførte vi den første fjellsprengningskonferanse i Ingeniørenes Hus i Oslo. Allerede fra starten tok vi tak i det sosiale aspekt med brask og bram og festmiddag. Litt famling riktignok, først med tradisjonell "fin" servering med viner, særlig rød. Kokkene på Hotel Bristol var noen år senere skeptisk til vårt forslag om anleggsmeny, men gjennomførte likevel med stil. SAS-hotellet fulgte opp så nå har vi spist "erter-kjøtt og flesk med Napoleonskake og høvelige liquider" siden 1976.

I de første årene var toastmaster-tjenesten basert på et ambulerende opplegg. En enkelt gang var det faktisk to som toastmastret samtidig, det gikk ikke så bra. Gjennom erfaring finner man som regel en brukbar løsning. Jeg ble oppsøkt av Anders Heltzen som ba meg stille som Toastmaster ved Festmiddagen da foreningen feiret sitt 25 års jubileum. Jeg sa ja, og siden har jeg holdt på. Motto: "Tradisjon og Stil".

750 deltok i Fjellsprengningskonferansen

Med en nærmest usláelig rekord — hvor skal man få plass i èn sal til flere? — på 750 deltakere viste Fjellsprengningskonferansen sin levedyktighet også i de harde tider for anleggs- og gruvebransjene. Det glimrende arrangement ble ytterligere markert ved at deltakerne utrolig nok fikk den tykke blå boken med foredragene ved ankomsten. Vanligvis kommer slike kompendier lenge etter et arrangement, men denne gang klarte Tapir forlag i Trondheim å fremskaffe boken innbundet til tiden. Dagen før konferansen kjørte dr. ing. Tom Myran det hele i leiebil til Oslo!

Vi hadde valgt ut et særdeles interessant gruveforedrag for gjengivelse, men fikk illustrasjonene for sent — det hele kommer i neste nummer. Bildet over viser salen i Scandinavia Hotel, smekkfull så nær som de tradisjonelt tomme stolene foran — det er nordmanns vis! Det andre bildet viser tre gruvesjefer, fra v. Åke Ullatti, som holdt et meget interessant foredrag om LKAB Viscaria, Øystein Smemo i Norcem og Emil Fjeld i Titania.

Fjellsprengningskonferansen har i alle år hatt god oppslutning. Illustrasjonen ovenfor er fra 1970-årene. Den nylige avholdte konferanse nr. 50 hadde ca 830 deltagere.

Allsang var alltid populært. "Å, så svinger vi på seidelen igjen" var gjenganger. Middagens spesielle sanghefte har to sanger, Wergelands "Steinbrytervise" og Pelle Tordenbrags vise "Blant de svarte fjällen oppi höga nord…" med ukjent forfatter fra byggeperioden for Ofotbanen rundt 1904. Sangene fremføres dels a capella og dels med trompetstøtte. I 90-årene fikk vi med oss en gruppe "sangere". Det ble grunnlaget for "The Norwegian Rock Blasting Backing Group". Med varierende sammensetting av backing group er repertoaret begrenset til "Theodor" før maten og "D`er liddelig flaut da gitt" etter maten. Streng justis skal holde talerstolen ren for tvilsomme vitser. Det gikk stort sett greit.

Etter toastmasterens årvisse gjenfortelling av skytebashistorie nr. 1 og nr. 2 anser mange dette som fast del og tradisjon ved Fjellsprengningsmiddagen. Enkelte truet med å avsette toastmaster hvis disse ikke fortellingene var med. Ved konferansen i 2002 ble jeg bedt om å sette historiene på papiret. Det året ble fortellingen innledet med knallbonbon. Variant av fremføringen innebærer at forsamlingen bekrefter sitt nærvær med 3 ganger «Varsko Her!» med påfølgende «Fyr er det Her!» Jeg håper tradisjonen bevares.

Skytebashistorie nr. 1 Tidlig på 1800 tallet var vi ikke kommet lenger enn at vi benyttet feisel som vi slo jernboret ned i fjellet for å lage hull til svart-

kruttet. Mange skytebaser ergret seg over de små salver de fikk skutt på denne måten. I siste halvpart av 1800 tallet fikk vi imidlertid dynamitten i gave av Alfred Nobel, og på slutten av århundret både stål og luft-drevne bormaskiner. Kapasiteten økte og skytebasene likte seg bedre. De som imidlertid ikke fulgte med i oppløpet var veiingeniørene. Massebalansen var enda ikke oppfunnet, og det gode berget gikk oftest rett til sjøs i stedet for i fylling. Derfor går veitraséene ofte langs sjøen nordover i landet. Så var det skytebasen i Nord-Trøndelag som hadde ladet ferdig sin største halvskjæring som skulle på sjøen. Han gned seg i hendene før han ropte tre ganger "Varsku Her!" Deretter gned han seg i hendene igjen før han ropte "Fyr Er Det Her!" Han tente så lunta og kastet et siste blikk ut over sjøen før han skulle gå i dekning. Der fikk han se en mann som fossrodde for å komme seg unna. Skytebasen satte igjen hendene som ropert og ropte så høyt han kunne: "Ta Det Med Ro Mainn, Du è Ferdig Læll !"

Skytebashistorie nr. 2. Skytebasen Ola fra Selbu likte godt store salver. Imidlertid ble nok Norge for lite, da han ble mer og mer misfornøyd med salvestørrelsen. Han dro så til "Unaiten". Der var alt så stort hadde han hørt, så der måtte de sikkert skyte store salver. Han var borte en tre års tid før han igjen dukket opp i Selbu. Der satt han hver lørdag sammen med kameratene . Rullarøyk og karsk var menyen. De spurte og grov om alt det store han hadde utført "over der" og spesielt salvene. De ble ikke imponert og til slutt var det en av gutta som spurte: " Men gjor` du itj nå stær borti der ?" Da gikk det en jævel i Ola: "Jau, æ huske dein gangen æ sprængt ut tomta te` Chicago." Da ble gutta interessert: "Heile byn ?" Og Ola fortsatte: " Jau, heile byn. Æ lada i over fire måna, og da æ trøkt av så smaill det i trivukku !" Så var det en av gutta som hadde arbeidet i VS-gruppen, han visste at steinmassene reiser seg 60 % ved sprengning og at massene må kjøres bort: "Men massin da Ola, ker du gjor tå massin?" "Massin" sa`n Ola "det va itjnå problem, det kaille dæm de Vestindiske Øer i dag!"

Gløshaugenmiljøet og Fjellsprengningsforeningen

Einar Broch

Dersom du googler Gløshaugen får du ca 12 000 svar: "Gløshaugen er et område ca 2 km sørøst for Trondheim sentrum". På www.gløshaugen.no og du kan anskaffe deg smart T-shirt som bekrefter din posisjon som Forsker, Fysiker eller til og med Realist. Betegnelsen er meget populær og er knyttet til både sport, velvære og mye mer.

Området var inntil byutvidelsen i 1893 del av Strinda kommune knyttet til gårdene Elgeseter og Nardo. De første spor etter mennesker går tilbake til yngre jernalder. Vår forbindelse med området ligger på det mentale plan, til NTH og fra 1996 NTNU.

Professor Amund Bruland, dagens styrerepresentant fra Trondheimsmiljøet.

Professor i anleggsteknikk og havnebygging ved Norges Tekniske Høgskole Anton Brandtzæg holdt åpningstalen ved den første Fjellsprengningskonferansen i 1963. Den nyutnevnte professor i ingeniørgeologi ved NTH, Rolf Selmer-Olsen, holdt ved samme konferanse to foredrag, - et om svelleire i norske fjellanlegg og et om sprakefjell. En god del av tilhørerne hadde ervervet seg kunnskaper på platået. Så fra første stund var det et nært forhold mellom den nystiftede forening og det veletablerte akademiske miljø på Gløshaugen i Trondheim. Det har vel knapt vært noen Fjellsprengningskonferanse eller Bergmekanikkdag uten at minst en fra Gløshaugen

Mange av foreningens medlemmer minnes studietid i Trondheim. Kartutsnitt viser sentrale områder i denne sammenheng.

har hatt et innlegg. Det gjelder både fast ansatte NTHere som har berettet om pågående aktiviteter ved instituttene og erfaringer fra prosjekter i inn- og utland, og unge doktorgradskandidater og "diplomkandidater" som har berettet om sine studier.

Den første NTHer i Styret var Einar Broch som i 1971 kom inn "bakveien" som såkalt observatør i egenskap av leder av den nyopprettede Bergmekanikgruppen. Senere satt Torgeir Blindheim og Bjørn Nilsen i tilsvarende rolle i styret. Kai Nielsen ble det første ordinære styremedlem fra Gløshaugen. Han satt i perioden 1989 – 1991. Senere har Arne Myr-

vang, Bjørn Nilsen og Eivind Grøv bidratt både som styremedlem og formann. Professor Amund Bruland, NTNU er dagens Gløshaugnavn i styret, sist gjenvalgt i 2012. Med styreplass følger ansvar og arbeidsoppgaver. Foreningens faste komiteer ledes oftest av et styremedlem. Gløshaug-representanter har derfor ledet Internasjonal støttegruppe, Internasjonal komité, Utviklingskomité, Fagkomité, Skytebaskomité og har dessuten bidratt med foredrag og artikler eller som medlemmer i ulike ad hoc utvalg.

Allerede i 1977 la Foreningen for første gang et styremøte til Gløshaugen. Egil Vedner som den gang var formann i NFF, ansatt i et maskinfirma og svært oppsatt av bedre undervisning innen sitt fagfelt var initiativtager. Det ble et heldagsmøte og utvidet til kontakt med relevante personer på NTH innen foreningens fagfelt for å bli oppdatert på aktuelle aktiviteter ved instituttene. Et sidehensyn hadde bakgrunn i at NFF bevilget midler både til pågående forskningsprosjekt ved instituttene og til enkeltpersoner som for eksempel trengte støtte til utenlandsreiser. Senere er det blitt en tradisjon at foreningen hvert annet år har et styremøte i Trondheim kombinert med et kontaktmøte og oftest avsluttet i Palmehaven for å styrke både det faglige og det sosiale samhold.

Etter hvert har samarbeidet utviklet seg til nye områder. En naturlig del av dette er etterutdannelse. I mange år har det vært nært samarbeid mellom Gløshaugen-miljøet, Fjellsprengningsforeningen og NIF/Teknas kursavdeling for organisering og administre-

Fra undergrunnen. "De gamle" fryder seg.

ring av kurs. Det har blitt mange 2-3 dagers kurs under de tradisjonelle Kursdagene i januar. Et eksempel er *Ingeniørgeologiske undersøkelser, skråningsstabilitet, injeksjon og tung bergsikring*. Dette har i samarbeid med NFF utviklet seg til et eksamensrettet EVU kurs som går over to uker, vanligvis med en uke i Trondheim. Det nyeste av disse kursene er "Ingeniørgeologi for bygge- og anleggsledere i underjordsarbeider" som under Bjørn Nilsens ledelse har vært kjørt hele seks ganger i perioden 2007 – 2012. Det meget omtalte raset i Hanekleiv-tunnelen i julen 2006 aktualiserte betydningen av ingeniørgeologi for den utførende del av bransjen.

Ytterligere et nytt aspekt ble dekket da foreningen etablerte sin komité for Informasjon og samfunnskontakt. Først med Ruth Haug som komitéformann og nå i mange år med Heidi Berg i førersetet. En sentral del av komiteens arbeid gjelder kontakt med undervisning og studenter, deltagelse i arrangementer der utdannelse står i fokus og særmøter med studentgrupper. og studenter som deltagere på Fjellsprengningskonferansen. NFF ønsker samarbeid med hele spekteret av utdanningsinstitusjoner som står bransjen nær. Det har imidlertid så langt blitt til at kontakt med Gløshaugmiljøet dominerer.

Siden 2005 har komiteen arrangert bransjekveld for studenter ved Institutt for Bygg- og miljøteknikk henholdsvis Institutt for tekniske geofag. Bransjefolk stiller opp og forteller om sin hverdag i en spennende bransje. Dette har gitt interesserte studenter en ny mulighet til innblikk i fremtidig yrkesliv.

4. og 5. års studenter har også blitt invitert til den årlige Fjellsprengningsdagen. I tillegg til det faglige utbyttet av konferansen møter studentene NFF og spesielt Komité for Informasjon og Samfunnskontakt som også formidler kontakt med fremtidige arbeidsgivere. Komitéen har alltid et studentmedlem fra Institutt for bygg- og miljøteknikk.

Ikke alt skal være fag, i foreningens strategiplan står det bl.a. at *"NFF skal preges av trivsel, humør og engasjement."* NFF har også synliggjort bransjen ved å sponse Bodegaen under UKA, og dermed også fått utformet Bodegaen slik at Norsk forening for Fjellsprengningsteknikk kommer godt frem for de besøkende.

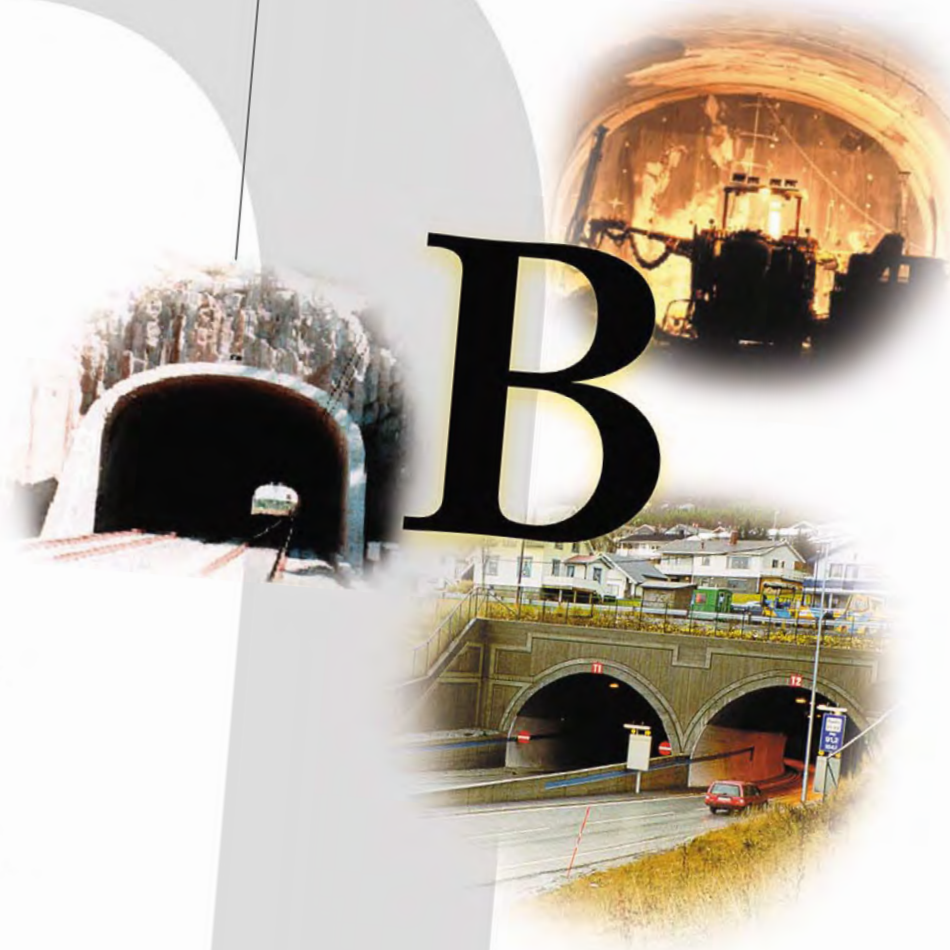
Yngres Nettverk er en nyskapning som ble etablert i 2009. Målsetting er nettverksbygging, faglig og sosialutvikling. Også her er det stort Gløshaugen innslag.

MILJØ- OG SAMFUNNSTJENLIGE TUNNELER

En rekke uheldige omstendigheter innen underjordsarbeid utløste prosjektet Miljø- og samfunnstjenlige tunneler. Vegvesenet og Jernbaneverket sto sentralt i prosjektet, men hele bransjen var engasjert. Et førtitalls delprosjekter ble gjennomført.

Rapport nr: 40

Befaring av eksisterende tunneler med lekkasjer. Vurdering av betydning for naturmiljø.



B

Intern rapport nr. 2349

Statens vegvesen

Tunneler i fremtiden - en titt i glasskulen

Håvard Østlid

Håvard er sivilingeniør, PhD innen geoteknikk og omfattende erfaring innen design av veianlegg, spesielt instrumentering. Han har lang fartstid i Vegdirektoratet, har i en årrekke deltatt aktivt i internasjonalt arbeid rettet mot fjordkryssinger, bl.a. i ITA's arbeidsgruppe for nedsenkede tunnelkonstruksjoner. Få om noen i dette landet er bedre orientert om tekniske muligheter for kryssing av fjorder, bukter og havstrekninger.

Det "å se inn i «krystallkulen" om fremtidens tunnelprosjekter er risikosport, det kan bli skivebom.
Vi er ikke engstelig for plagsom kritikk. Fremtiden for våre spådommer ligger ufarlig langt fremme.

Dagens lengste tunneler for transport av gods og mennesker

Lange tunneler både på land og under hav eksisterer.

- Den lengste er Seikantunnelen mellom Honshu og Hokkaido i Japan. Den er 53,9 km lang og går under Tsugaro-stredet. Skinnegangen ligger på det laveste 240 meter under vannflaten med ca 140 meter overdekning i berg.
- Kanaltunnelen fra Folkstone i England til Coquelles i Frankrike er 50,5 km lang. På det dypeste ligger den på – 75 meter. Den delen som går under sjø er noe lenger enn tilsvarende del av Seikan.
- Gotthard-Basis som øker jernbanens transportkapasitet gjennom Sveits åpnes for trafikk i 2016. Den blir 57 km lang og dermed inntil videre en ny nr.1
- Brenner-Basis fra Innsbruck(Østerrike) til Franzenfeste blir 55 km og kostnad er beregnet til 60 milliarder kr (2010-nivå) Prosjektet er del av forbindelsen München – Verona 425 km som etablerer den laveste passering av Alpene.
- Ny forbindelse mellom Lyon og Torino er delt i flere etapper og bedrer transportforhold mellom Frankrike og Italia. Grenseetappen i området Mont Cenis, vel kjent fra de store tunnelarbeider i 1860-årene, omfatter to lange tunneler knyttet sammen med en bro. Den lengste tunnelen Mont d'Ambin basis blir 53,1 km lang.

Det er egentlig ikke uløselige tekniske problemer med ekstremt lange tunneler, gjerne kloden rundt. Vanskeligheten er først og fremst økonomi og politikk.

Utfordrende prosjekter i tidligfase

Her går vi ikke til glasskulen, det er prosjekter som det arbeides med. For å holde oss til vårt nærmiljø:

- Rogfast skal bygges, som undersjøisk biltunnel er det et megaprosjekt og ny nr.1.
- Tunnel under Behringstredet er riktignok approbert i Russland, men må passere mange hindre før realisering. Selve kryssing under stredet blir en 103 km lang jernbanetunnel. Prosjektet forutsetter ytterligere enorme kommunikasjonsprosjekter på begge sider.
- Forbindelsen fra Punta Paloma (nær Tarifa) i Spania til øst for Tanger krever en tunnel på henimot 40 km. (et norsk firma utførte de vanskelige grunnundersøkelsene)
- Det er også gjennomført studier av forbindelsen fra Sicilia til Tunis. Avstand fra kyst til kyst er 160 km. Strekningen er forslått delt i etapper ved hjelp av "kunstige" øyer

- Vi overser våre norske lyntogdiskusjoner. Bortsett fra et par fjordkryss på Vestlandet gjelder dette tradisjonell teknologi. Utfordringene går på miljø, økonomi og politikk

I Asia er det ytterligere flere kjempeprosjekter som studeres.

Glasskulens indikasjoner

I våre hjemlige områder vil tunnelforbindelser mellom Sverige og Finland, henholdsvis Norge og Danmark komme til å bli diskutert i økende grad. Lengden av disse tunnelene varierer mellom 50 til 120 km. I tilbakelent sittestilling anses prosjektene moderat utfordrende teknisk sett.

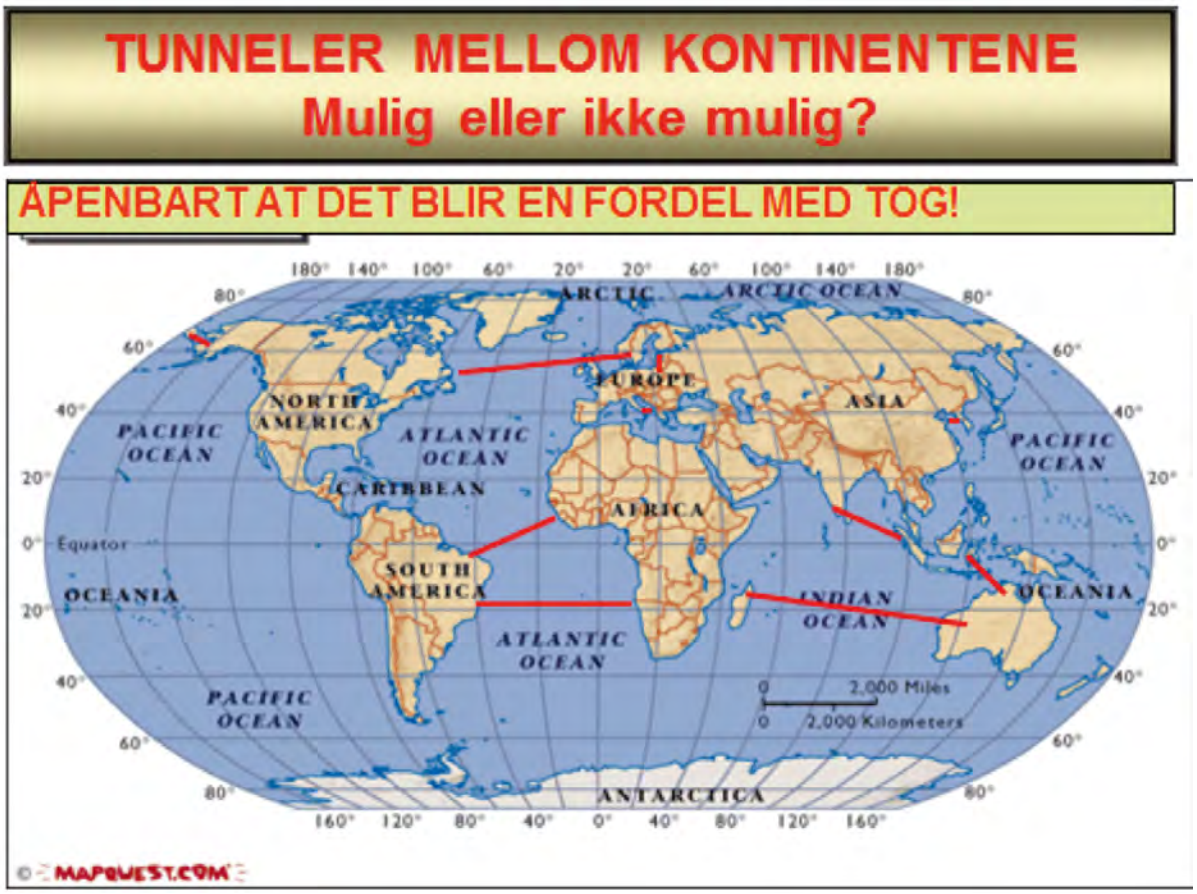
Ser vi på større lengder og dypere havstrekninger kan eksempler på fremtidige kryssinger være:

- under Adriaterhavet mellom Italia og Albania, avstanden er omkring 150 km
- de virkelig store avstandene mellom kontinentene på flere tusen kilometer ligger lengre frem

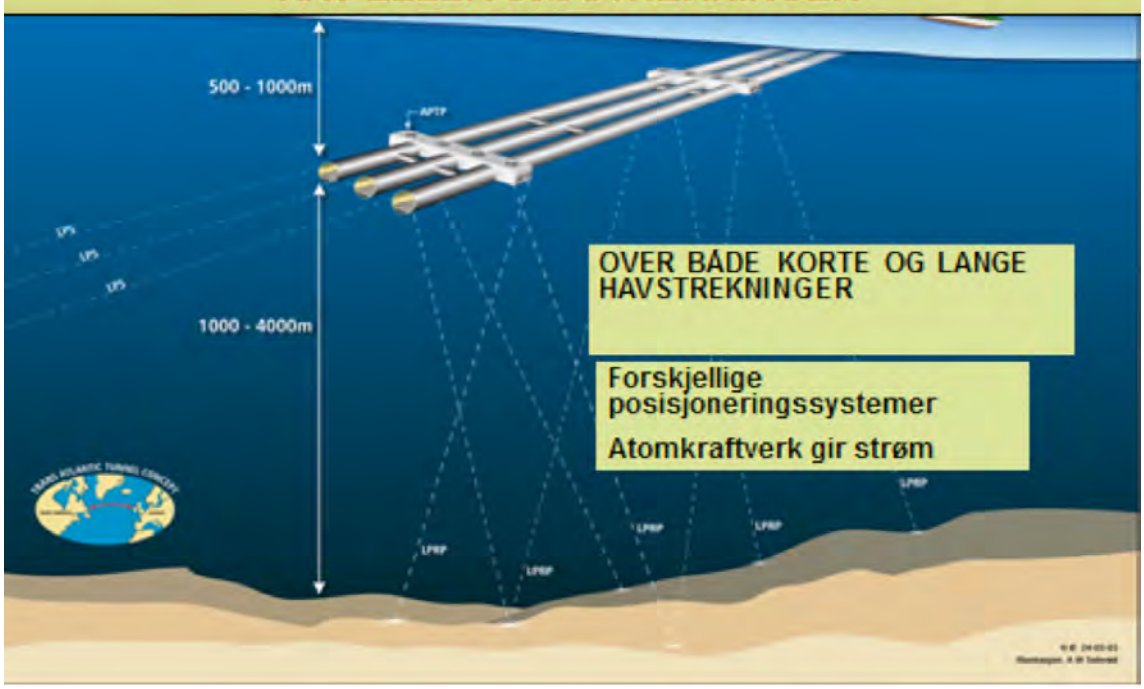
Det finnes mange innvendinger mot disse ideene, alt fra økonomiske via tekniske til politiske. Vi ser på de tekniske aspekter og lar inntil videre andre innvendinger ligge.

Kryssing av havstrekninger med vanndyp på noen hundre meter er en løsbar teknisk utfordring. Der vanndypene er flere tusen meter er det større utfor-

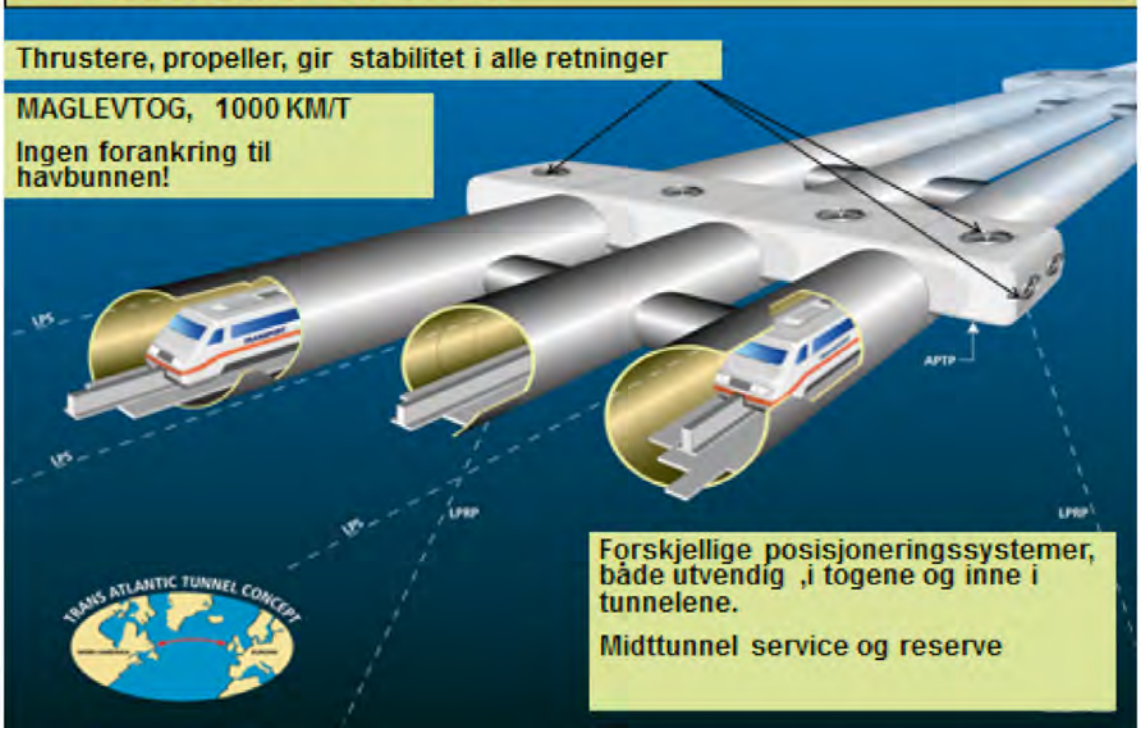
På skissen er noen av mulighetene antydet.



TUNNELER MELLOM KONTINENTENE ELLER LOKALE HAV ELLER SJØSTREKNINGER



TUNNELER MELLOM KONTINENTENE ELLER LOKALE HAV ELLER SJØSTREKNINGER



dringer. På tegningene under er det vist noen ideer om hvordan dette kan tenkes utført. Kanskje er det gjennomførbart om ikke mange tiår?

Tunnelen forlater land på en dybde av for eksempel 2-300 meter. Oppdriften som innvirker på tunnelen må utbalanseres. Det kan gjøres med ballast, ytre konstruksjonselementer eller en kombinasjon og metodene må tilpasses bunnprofilet. Med moderate havdyp kan dette mestres med pilarer eller strekkstag. Stål, betong eller nye kunststoffer er aktuelle materialer.

Når så dypet øker blir en svevende konstruksjon aktuell. Riktig posisjon sikres med thrustere, dvs. propeller som holder tunnelen på plass i alle retninger. Anvendbar teknologi er tilgjengelig og ulike varianter har vært i bruk flere tiår allerede. Ved togpassering tiltar posisjoneringsaktiviteten, thrusterne holder konstruksjonen i riktig leie mens aktiviteten minsker i trafikkmessig stille perioder.

En av utfordringene er å sikre tilfredsstillende nøyaktighet for at tog kan holde høy hastighet. Togene vil trolig baseres på et enskinne-system av fremtidig Maglev variant. Det kan tenkes utførelser med skinnesystem som stabiliserer bevegelser både horisontalt og vertikalt selv om tunnelene skulle bevege seg noe.

Alternativene som er vist på skissene over er uavhengig av tunnelengde og kan tenkes brukt mellom kontinentene og andre lange strekninger.[22]

Det finnes en rekke utfordringer ved ideene, vi nevner noen:

Sikkerhet
Byggeperioden kan karakteriseres ved spesialanlegg for prefabrikasjon, betydelig maritim innsats for transport og montasje. Driftsperioden de første årene vil trolig begrenses til fjernstyrt godstransport. Ordinær transport av personer vil innfases over tid. Tunnelsystemet består av tre identiske tunneler. Normal trafikk avvikles gjennom to tunneler. Vedlikehold kan utføres uten store konsekvenser for trafikkavviklingen.

Driftsystemer
Maglev er et enskinnesystem som allerede er i drift. Dagens hastigheter ligger i området 500 km/t. Strømbehovet for tog og thruster system vil bli stort. Det kan i dag dekkes av reaktorer plassert i bjelkesystemene. Det er lang erfaring med denne type kraftforsyning for ulike typer skip.

Hastighet
”Moderat” hastighet dvs. 5-600 km/t som oppnås i dag. Man kan forvente fortsatt utvikling av teknologi, redusert energibehov og økt kjørehastighet.

Hvor realistisk er så disse forslagene?
Transportvolum vil øke raskere enn det økt antall mennesker på jorden skulle tilsi. Kravene blir: Mer transport, raskere, billigere, strengere miljøkrav, mindre utslipp, energiøkonomisering osv. Realismen beror på tre dimensjoner; (i) politikk – (ii) økonomi – (iii) teknologi. Problemene antas først og fremst knyttet til (i) og (ii)

Fremtidsvyer på andre områder.

Klodens areal er fast mens fremtidig fordeling mellom land og vann diskuteres. Det ser ut til at både befolkningsvekst og urbanisering vil fortsette. Krav til infrastruktur kan sammenfattes i tre ord: Mer, Bedre, Sikrere. Det fører til en global forståelse om behov av mer og bedre bruk av undergrunnen. Vi som bor i et fjelland bør i slik sammenheng huske at verdens befolkningssentra oftest ligger på mektige lag med løse masser.

22 Flere har tenkt på dette. Kanskje du bør ta en titt på: http://www.youtube.com/watch?v=frYWTrEfPRs
(her spilte norske ingeniører en rolle) eller http://www.youtube.com/watch?v=OdBrrBhTiu0 som er fra en film årgang 1935

Metodene vil i overskuelig tid domineres av graving, pressing, boring og sprengning. Ulike skjæremetoder som i dag benyttes for spesielle oppgaver vil utvide sitt markedssegment. Vi har vært vitne til en voldsom teknisk utvikling av metodene og utviklingen vil fortsette i akselererende tempo tror vi. Pressing av rør dominerer sitt område. Boremaskiner behersker hele skalaen av diametre fra en knapp meter opp til ca 20 meter og dominerer fullstendig området med løsmasser og moderat hardt fjell. Sprengning vil fortsatt ha et godt grep der det gjelder hardt fjell og for de fleste oppgaver knyttet til ikke-sirkulære fjellrom.

Hva kan så plasseres under jord? Svaret er "alt".

- Rør og kabler for transport av alt, rent vann – avløpsvann – data – post – høy eller lavspent el - kjemikalier – olje - gass.
- Tunneler for utvinning av naturressurser. Ideen til bruk av tunneler for utvinning av naturressurser som ligger under havbunnen er gammel og diskuteres stadig. I fremtiden er det ganske sikkert at dette vil bli mer aktuelt både av miljømessige og andre årsaker. Noen hevder at lengden av tunnelene er et problem. Det er selvsagt ikke problemet, men en interessant utfordring. Drevet fra landsiden kan tunneler gå ut under havbunnen og hente inn olje, gass, mineraler eller hva som er ønskelig, avstander på flere hundre kilometer kan godt tenkes. Begrensningen ligger i alternative metoder, økonomi og tidsaspekt.
- Tunneler for akvakultur. Et interessant område er tunneler til havs og etablering av anlegg for oppdrett av fisk og annet under overflaten av fjorder eller åpent hav. Dette vil muliggjøre drift av slike anlegg uten at de synes på overflaten og redusere forurensning.
- Spesielle fjordkryssinger. Både i vårt land og ellers er det behov for å krysse både brede og dype fjorder. Dette kan gjøres ved at fjelltunnelen på land entrer fjorden på flere hundre meters dyp slik at kryssingen av fjorden kan utføres med en rørbro i betong eller stål som kan fundamenteres ned til fast grunn eventuelt sikres med strekkstag. En utforming hvor det brukes både strekkstag og pontonger i samme konstruksjon vil gi et langt stivere system som kan være ønskelig for jernbanedrift.
- Energi via tunneler til store dyp. Energi blir stadig viktigere. Varmeenergi finnes i overflod under oss. Det finnes mange prosjekter rundt om i verden som fungerer godt, men tunnelene når beskjedent dyp. Fremtiden vil gi oss både vertikale sjakter og lange tunneler på synk ned mot stadig høyere temperaturer. Fra et anlegg i dagen hentes vann med temperatur 200 - 2500C via tunnel med diameter 3-10 m ned til et dyp på henimot 10 km.
- Bergrom for "jordskrapere" (en slags nedoverrettet skyskraper). Det eksisterer planer for å bygge skyskrapere, jordskrapere flere hundre meter ned i jordskorpen som vil oppnå energibalanse selv ved større energikrevende aktivitet[23].
- Avledning av overflatevann ved store nedbørsmengder. Slike tunneler finnes allerede. Enkelte er bygget for flerbruks formål, under normale forhold for trafikkavvikling, ved store nedbørsmengder avledning av vann. Det spås at fremtiden betyr større nedbørsmengder, i tilfelle dette slår til øker behovet.
- Skipstunneler som forbinder seilingsleden mellom havstrekninger, ref forslaget til Stad Skipstunnel.[24]

Det er egentlig bare fantasien som setter grenser for hva man kan tenke seg, men det virker sannsynlig at tunneler mellom kontinentene blir etablert en gang i fremtiden. Hvem trodde for 40-50 år siden at det var mulig å bygge, installere og drifte de store olje-

23 Se for eksempel. http://www.dailymail.co.uk/news/article-2048395/Earth-scraper-Architects-design-65-storey-building-300-metres-ground.html

24 Se for eksempel http://no.wikipedia.org/wiki/Stad_skipstunnel

plattformene som nå står på store dyp mange steder rundt i verdenshavene?

Det er vel 50 år siden(1961) Gagarin ble det første menneske i verdensrommet. En teknisk prestasjon og samtidig en utfordring. Svaret kom i 1969 da Armstrong og Aldrin satte sine ben på Månen. På et annet område har datateknologien på få år overgått de villeste forventninger.

Tilbake til vårt eget fagfelt : Foreningens credo ”Problemer i dagen – løsning i undergrunnen” står seg godt.

Omtale av bokkomité og forfattere

Boken er forberedt av Kulturutvalget i Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk NFF. Kulturutvalget etablerte etter noen tid en engere bokkomité bestående av Per Bollingmo, Kaare Flaate og Aslak Ravlo. De ulike temaer er behandlet av medlemmer i foreningen eller personer knyttet til bransjen, alle med førsteklasses kompetanse innenfor de respektive temaområder.

AFTRETH, Per, Sivilingeniør med videreutdannelse 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 for få år siden.

BJERKAN, Reidar Kristian. Reidar er Sivilingeniør, har bred erfaring fra bergsprengning, spesielt innen veibygging. Han deltok som foredragsholder allerede på foreningens første konferanse i 1963. Tema var presplitting med erfaringer fra bygging av ny RV 1 (E6) i Østfold og innfartsvei til Moss. Reidar er varm tilhenger av Forsvaret og norske verdier og han har både stemme og figur som kvalifiserer til oppgaven som Toastmaster på festmiddagen. Etter 30 års tjeneste kunne han torsdag kveld 20.november 2008 ca kl 22:00 takke av etter vel gjennomført oppdrag med tittel "Toastmaster NFF Emeritus". Dette foregikk til akkompagnement ved Egil Vedner på trompet som ved samme anledning avsluttet en mangeårig innsats for foreningen som styremedlem, formann og til slutt lang tjeneste som trompetist ved festmiddagen.

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.

BROKHAUG, Bjørn. Sivilingeniør med befalsutdannelse 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.

BROCH, Einar. Sivilingeniør, Dr.Ing, Professor Emeritus NTNU. Einars virkefelt omfatter geologi og bergmekanikk med studier både i England og California. Einar har, i tillegg til sitt arbeid for foreningen, en omfattende ITA karriere bak seg. Einar deltok ved møtene i Oslo der ITA ble startet, ble senere medlem av ITAs Executive Council og President, og har på utmerket måte representert NFF i internasjonale fora. Einar var I en årrekke redaktør av fagtidsskriftet TUST.

EGGESTAD, Åsmund. Sivilingeniør med bygg og geoteknikk som hovedfag. Umiddelbart ansatt i NGIder Åsmund jobbet som rådgiver og forsker i 7 år før ansettelse som leder av Oslo kommunes geotekniske kontor. "Aftenposten kjenner byen best", få kjenner byens undergrunn bedre enn Åsmund. Etter et 3 års mellomspill ved NGI startet Åsmund geoteknisk seksjon i rådgivningsfirmaet Elliot Strømme 1981. I fusjonsbølgen som fulgte ble det først Berdal-Strømme i dag Norconsult.

FLAATE, Kaare. Bygningsingeniør NTH, 1953. MSc 1957 og PhD 1966 fra University of Illinois, USA. Arbeidet ved NGI i 1953-54. Fra 1954 til 1998 diverse stillinger i Statens vegvesen som geotekniker, leder av Veglaboratoriet, vegsjef i Møre og Romsdal og forskningsdirektør i Vegdirektoratet. Æresmedlem av Norsk geoteknisk forening. Kaare har i senere år bidratt til Vegvesenets forskning, er forfatter av en rekke tekniske artikler, forfatter/medforfatter av flere bøker både knyttet til faget og til personligheter innen faget. I NFF sammenheng har Kaare vært et sentralt medlem av Kulturutvalget siden 2004 og som det fremgår også medlem av redaksjonskomitéen og bidragsyter til jubileumsbok 2013.

GRØV, Eivind. Sivilingeniør - Sjefforsker SINTEF geologi og bergteknikk, Professor II NTNU. Eivind har erfaring fra privat rådgivningsvirksomhet og forskning/undervisning. Det gjelder oppdrag for vannkraft, tunneler og bergrom innenfor kommunikasjonsanlegg og oljevirksomhet, og relatert forskning med forundersøkelser, numerisk modellering, klassifisering av bergmasse og planlegging av bergsikring. Eivind har bidratt i foreningens komiteer, som styremedlem og formann, som foredragsholder og med artikler i foreningens publikasjoner. Eivind var foreningens ansikt i ITA i en årrekke, i arbeidsgrupper, som styremedlem og visepresident. Medlem Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA)

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, deltager i ITAs arbeidsgrupper, hyppig bidragsyter til foreningens publikasjoner og som foredragsholder.

HELTZEN, Anders M. Bergingingeniør. Anders Heltzen forbindes gjerne med Institutt for Fjellsprengningsteknikk der han i alle år var leder. For NFF er det like naturlig å tenke på Anders som foreningens første sekretær og leder av Fjellsprengningskonferansen fra 1963 til og med 1987 da han også ble utnevnt til æresmedlem. I 1994 ble det mer heder med utdeling av den nyetablerte Gullfeiselen og berømmet for sin innsats for foreningen og for faget. Studerte kjemi og geologi i Oslo fra 1940. Verksted-og gruvepraksis før opptak ved Bergavd. NTH i 43. Etter krigen ble det fortsatt berg i Trondheim med eksamen i 48. Karrieren inkluderer vitass, gruveing ved Rødsand Gruber, bergmester og hyttemester på Kongsberg, gruveing. Mofjellet og Søftesand gruver, senere Sulitjelma og deretter 2 år som forsker for Fjellsprengningsutvalget før det ble Kontor for fjellsprengningsteknikk i 1961. Da instituttet ble overført til NGI i 1982 fortsatte Anders i rådgivningsfirmaet Elliott Strømme frem til 1989. Med permanent interesse for faget er Anders fortsatt aktiv, nå som pådriver for sikringsinnsats av farlige fjell.

JANBU, Nilmar. Professsor Emeritus NTNU, Sivilingeniør NTH 1947, MSc 1949 og DrSc 1954 fra Harvard University, USA. Bonde & Co, Oslo, 1951-52. Leder av NGIs Trondheimskontor og foreleser ved NTH 1952-57. Entreprenør- og konsulentvirksomhet, Chicago, USA, 1957-59. Professor, Institutt for geoteknikk, NTH, 1959-91. Nær kontakt med miljøet rundt Terzaghi og Casagrande under post graduate perioder ved Harvard. Janbus undervisning og forskning har hatt stor betydning for det gode renommé som norsk geoteknikk har. Janbu har vært aktiv som gjesteforeleser i en rekke land, og har publisert mer enn 100 vitenskapelige publikasjoner. Nilmar Janbu er æresmedlem i Norsk Geoteknisk Forening, medlem av Norges Tekniske Vitenskapsakademi og Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab.

JENSSEN, Arnfinn. Offiser og Fortifikatør, utdannet ved Krigsskolen [No] og fortifikasjonslinjen fra Kungl. Militärhögskolan [Se]. Arnfinn har sin vesentlige yrkeskarriere i forsvarsbetonte enheter som Forsvarets bygningstjeneste (FBT), FBK og Forsvarsbygg. I 1997 ble Arnfinn beæret med St. Olavs medaljen for sitt vitenskapelige arbeid innen fagfeltet fortifikasjon og året etter med den amerikanske medaljen (US) for"Exceptional Public Service".

MYRAN, Tom. Bergingeniør, Dr.Ing. og professor innenfor fagområdet helse-miljø-sikkerhet relatert til gruvedrift og fjellsprengnigsteknikk. I foreningssammenheng har Tom en særlig posisjon både for sine kunnskaper om mineralstøv/silikose og helsefarlige avgasser fra maskiner, materialer og mangelfull ventilasjon, og evne til å formidle disse kunnskapene til bransjen. Hans innsats gjennom utallige foredrag og artikler har i høy grad bidratt til bedre arbeidsmiljø og dermed redusert risiko for alvorlige helseskader blant anleggsarbeiderne. Tom fikk foreningens hederspris Gullfeiselen år 2010. Året før mottok Tom også Bergindustriens hederspris Bergmannsstaven.

MYRVANG, Arne. Bergingeniør, Dr. Ing. og Professor Emeritus NTNU. Fagområdet er gruvedrift og bergmekanikk. Arne er en norsk ener innenn bergmekanikk med spesiell interesse for bergspenninger og kan vise til et omfattende bidrag til forskning, undervisning og faglitteratur innen fagfeltet. I tillegg til virksomhet på Gløshaugen, de fleste områder på vårt fastland der det foregår mineralutvinning, så nevnes både Svalbard og Australia. I NFF- sammenheng har Arne vært både styremedlem, komitéleder, formann og hatt andre tillitsverv.

PAULSRUD, Geir. I vår sammenheng er Geir en forfatter med avvikende faglig bakgrunn. Han er mag. art i etnologi og har en utdannelse med hovedvekt på kulturhistorie og bred yrkeserfaring innen museumsdrift. Geir har hatt ansvaret for å bygge opp Norsk Vegmuseum og styre museet i perioden 1985-2011. Han trakk seg fra denne lederstillingen 1. september 2011 for å kunne arbeide mer faglig med veghistoriske temaer. Av hans yrkesopplevelser nevnes samarbeidet med NFF og etablering av Norsk Fjellsprengingsmuseum med åpning i 2004. Geir er forfatter av artikler og bøker innen sitt fagfelt, her nevnes spesielt Vegmuseets årbøker.

PEDERSEN, Gunnar. Maskiningeniør. Påbegynte sitt virke i anleggsbransjen hos Atlas Copco i 1970 som Produktingeniør, senere Avdelingssjef og Markedssjef. Ved omorganisering av Atlas Copcos virksomhet i Norge i 1970 etablerte selskapet Atlas Copco Anlegg og Gruveteknikk AS med Gunnar som Administrerende Direktør. Gjennom 40 år og sentralt plassert, har han kunnet følge bransjens tekniske og markedsmessige utvikling i Norge og internasjonalt. Med et aktivt og teknisk velutviklet nasjonalt anleggsmarked som bakgrunn, har Gunnar med medarbeidere i betydelig grad bidratt til Atlas Copcos produktutvikling. I NFF-sammenheng har han i en årrekke deltatt i foreningens komitéer og konferanser. Det inkluderer også innsats som styremedlem i Stiftelsen NFSM.

RAVLO, Aslak. Sivilingeniør med tidlig forkjærlighet for betongkonstruksjoner. Aslak startet sin yrkeskarriere hos Ing. Arne Reinertsen Etter et mellomspill med spennbetong og prefabrikasjon ble det entreprenør-virksomhet hos Ing. F. Selmer AS. Mer tallarbeid, mer statikk, mer betong og enda mer berg. På byggeplassen ble det ansvar på alle kanter. Veier, bruer, vannkraft, bergarbeid, 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 og informasjonsvirksomhet.

ROHN, Helge. Sivilingeniør, fortifikatør, offiser med utdannelse fra Krigsskolen og Kungliga Militärhögskolan. 15 års tjeneste i Forsvaret fra Finnmark i nord til Libanon i sør som ingeniøroffiser på ulike nivåer, instruktør og operasjonsoffiser. Helge har 12 års erfaring som prosjekt- og prosjekteringsleder, bl a for forsvarsanlegg og fjellanlegg i Norge, Sør-Korea og De Forente Arabiske Emirater. På ledelsessiden har han vært adm. direktør for Fortifikasjon AS, Forsvarets Bygningstjeneste og Forsvarsbygg, samt leder for Norsk Folkehjelps program i Sør-Sudan. Han er for tiden ansatt som spesialrådgiver i Reinertsen AS.

ROMSLO, Nils Borge. Nils er sivilingeniør og har i sitt yrkesaktige liv vært ansatt i de største entreprenørselskaper i Norge, har vært byggherrens mann ved kraftutbygging i Setesdalen, deltatt i kraftutbygging i Aurlandsdalen, damansvarlig for kraftanlegg innen Hydro, jobbet i Hydros oljedel, har i en årrekke gjennom sitt eget selskap jobbet for ulike deler av AF Gruppen. I NFF-sammenheng har han dekket de fleste oppgaver gjennom komiteer og styret, vært foreningens formann, mangeårig desisor og ikke minst sentralt medlem av foreningens Kulturutvalg

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 forsvarsanleggog 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 Gullfeiselen1993.

SANDVEN, Rolf. Dr.ing/professor/sivilingeniør. Doktoravhandling innen geoteknikk om gjennomføring og tolkning av trykksondering med poretrykksmåling. Rolf har 25 års praksis fra NTNU og og var i denne perioden bl.a. fagleder for felt- og laboratorieundersøkelser, nettverksansvarlig for grunnundersøkelser, hadde hovedansvar for undervisning og forskning innen felt- og laboratorieundersøkelser, var leder og komitemedlem i fagkomiteer innen Norsk Geoteknisk Forening (NGF), den internasjonale geotekniske foreningen (ISSMGE), Standard Norge og det europeiske standardiseringsprogrammet CEN. Sesjonsleder, keynote lecturer og inviterte foredrag på forskjellige fagkonferanser og fagseminarer nasjonalt og internasjonalt. Siden 2007 rådgiver, ansatt i Multiconsult.

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 bransjeprosjekter 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 NFF s kulturutvalg nå også medlem i NFF.

SIMENSTAD, Helge. † "The decision is Lillehammer". Mange husker fortsatt Samanranchs stemme meddele at Lillehammer var tildelt arrangementet for den XVII Vinterolympiaden i 1994. Helge var på denne tiden teknisk sjef i Gjøvik kommune. Senhøstes 1989 ble det gjennomført en teknisk inspeksjon av svømmehallen som ligger i fjellet Hovdetoppen. Deltagere var blant andre Simenstad fra byggherren og Jan Anton Rygh fra teknisk rådgiver, selskapet Fortifikasjon. Under den påfølgende middagen nevnte Helge at Gjøvik nettopp hadde fått som oppdrag å arrangere et antall ishockey-kamper og kortbaneløp på skøyter for vinterolympiaden 1994. Jan Anton og Helge så lyset og muligheten for endelig å bygge en fjellhall med dimensjoner ut over det vanlige. Der og da ble de første skissene til en fjellhall tegnet på et stykke uegnet papir. Helge Simenstad ble senere en lokal pådriver og støttespiller for prosjektgruppen som bearbeidet prosjektet frem til byggevedtak, fulgte opp anleggsperioden og i mange år også både etterbruk og vedlikehold.

STRØM, Thorvald. Ingeniør og medeier i entreprenørselskapet Strøm og Hornemann (Thorvald Strøm og Ing. K.H.Hornemann). Bygging av tunnelene for Bergensbanen ble med få unntak utført av Jernbanen selv. Gravhalsen var et unntak. Etter anbudskonkurranse ble det tegnet kontrakt med nevnte entreprenørbedrift. Arbeidet ble ledet av Th. Strøm som senere i foredrag og artikler omtalte gjennomføringen og de tekniske og økonomiske resultater. Strøm var utdannet ingeniør og hadde erfaring fra store anlegg i utlandet før selskapet ble etablert. Artikkelen som er bearbeidet av Kulturutvalget ble formidlet til oss av Norsk Jernbanemuseum på Hamar ved daglig leder Bjørg Eva Aasen.

TØNDEVOLD, Erik. Sivilingeniør var ansatt NVE og senere Statkraft i nesten hele sitt yrkesaktive liv. Hans viktigste rolle var innsats på generalplankontoret med utbyggingsplaner for vannkraft. Dette innbar arbeid med konsesjonssøknader og oppfølging av den påfølgende politiske beslutningsprosessen. Erik har dessuten bidratt som forfatter av mange fagartikler. I foreningssammenheng kan pekes på faktaartikler om demonstrasjoner mot enkelte vannkraftprosjekter. Her nevnes spesielt "Før, under og etter Mardølaksjonen" fra 2007.

ØSTLID, Håvard. Sivilingeniør, Phd innen geoteknikk. Håvard har dessuten utdannelse fra Hærens Ingeniørhøgskole. Håvard har en vesentlig del av sin yrkeskarriere fra Statens vegvesen, både på anlegg, vegkontor og i vegdirektoratet. Dette inkluderer oppdrag i utlandet, spesielt Afrika. En betydelig del av hans innsats er knyttet til store FOU-prosjekter angående bruer, tunneler og i særlig grad konseptstudier av nedsenkede rørbruer. Håvard har i en årrekke deltatt i NFFs Internasjonale komité, i ITA og ITAs arbeidsgruppe for rørbruer (Working Group 11: Immersed and Floating Tunnels) og som forfatter I foreningens publikasjoner.

Nisser og Dverge bygge i Bjerge
En 50-års markering

Bergsprengning og anleggsvirksomhet i Norge har flere hundre års aktivitet bak seg. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk som dekker samme felt, er med sine 50 år knapt fullvoksen. Foreningen med medlemmer – dvs. bedrifter, etater, institusjoner og personlige – har imidlertid i denne perioden kunnet bidra til en enestående utvikling av landets infrastruktur og næringsvirksomhet.

Med oss kom gullalderen for utvikling av landets vannkraftressurser, med oss kom oljealderen, med oss kom en ny æra innen veibygging og moderne mineralutvinning, en ny giv for videreutvikling av jernbanenettet og mange andre områder der bergteknologi står sentralt. Ikke minst, i denne perioden ble datateknologi viktig del av vår hverdag.

Bokens innhold er en serie artikler som samlet gir kunnskap om viktige sider ved vårt arbeidsfelt; fundamentalt for et godt, effektivt og levedyktig samfunn. Forfatterne er kunnskapsrike personer fra vårt eget miljø. Språk og tilnærming til stoffet vil variere. Enkelte temaer kan være berørt av flere forfattere, kanskje også med uoverensstemmelser.

Innholdet kan karakteriseres ved bolker som dekker relevant historie, fagkunnskap, praktisk erfaring som grunnlag for ferdighet og kompetanse, bransjens innsats for utvikling av infrastruktur og næring, sosiale aspekter, miljøansvar, samarbeid og forståelse mellom alle parter som grunnlag for vellykket resultat. Boken avsluttes med dristige spådommer.

Boken er en gave fra foreningen til medlemmer og nærstående med takk for langvarig og god innsats for fremme av bergteknologi og vår forening.