

byområder eller store vei- eller byggeprosjekter. Det tas ut store mengder masse, derfor er det viktig at uttakene ligger nærmest mulig forbruksstedene, slik at trafikkmengde, veislitasje og CO₂-utslipp blir så lavt som mulig. I tillegg spiller kvaliteten på massene en rolle. Det hjelper ikke å finne et uttakssted med få arealkonflikter dersom kvaliteten på massene ikke kan oppfylle kvalitetskravene som stilles til råstoffet. Dermed skaper slike uttak, enten det er snakk om nyetableringer eller videreføringer av igangværende virksomhet, gjerne arealkonflikter. De fleste forstår at massene må komme fra et sted, men ingen vil ha uttaket i nærheten av seg (NIBY-syndromet: "Not In My BackYard").

I følge Plan- og Bygningsloven har kommunene ansvaret for arealforvaltning. Det finnes en rekke regionale og statlige føringer som kommunene må forholde seg til, ikke minst når det gjelder miljøvern og naturmangfold. Når det gjelder tilgang til byggeråstoffer, er det vanligvis liten interesse for dette temaet hos planmyndigheter lokal, regionalt og nasjonalt. Det har vært lite med overordnede retningslinjer når det gjelder tilgang til byggeråstoffer, men dette kan endre seg.

KVALITET

NGU har etablert og utvikler en nasjonal database over pukk og grusforekomster. 8900 forekomster av grus og 1300 forekomster av pukk har blitt kartlagt og kvalitetsvurdert. Ulike mekaniske og kjemiske tester har blitt brukt for å vurdere egnethet som tilslagsmateriale i veg, asfalt og betong. Basert på vurderinger av arealbruk, kvalitet og kvantitet har forekomstene deretter blitt verddivurdert som enten meget viktige, viktige eller mindre viktige for den lokale forsyning av byggeråstoffer. Denne vurderingen har vært tenkt brukt i kommunenes arealplanlegging.

Fra og med 2006 har NGU og DMF i samarbeid utarbeidet en årlig mineralstatistikk og bergindustriberetning. Denne baseres på innsendte tall fra produksjonsbedriftene og oppsummerer blant annet nasjonens samlede uttak av byggeråstoffer. I 2011 omfatter statistikken 449 grusprodusenter og 500 pukkprodusenter. Tallene viser at det ble solgt 77 millioner tonn grus og pukk i 2011 fra kommersielle uttak, til en samlet verdi av over 4,7 milliarder kroner. Ca. 42% av produksjonen gikk til veiformål, 29% til betongproduksjon, resten til andre formål. Omlag 21,5 millioner tonn ble eksportert, resten ble brukt innenlands. Sannsynligvis er dette et konservativt estimat, fordi masser fra en del anleggsvirksomhet ikke er tatt med.

FORBRUK

Mineralstatistikken viser fylkesvise oversikter over produsert materiale, og gir en del interessante data. Ser man bort fra eksportpukkverkene på Vestlandet, er mye av produksjonen naturlig nok knyttet til store befolkningssentra. *Libach (2012)* indikerer at i Oslo og Akershus alene ble det brukt ca. 7,2 millioner tonn grus og pukk i 2010.

Det er også gjort beregninger på hvor langt ett lass med pukk eller grus transporteres fra produksjonssted til forbrukssted. Se figur 1 og 2.

Figur 3. Fylkesvis verdifastsettelse av nasjonalt og regional viktige sand-, grus og pukkforekomster. Etter *Erichsen (2012)*

VERDIVURDERING OG IN-SITU VERDIER

I forbindelse med utarbeidelsen av mineralstatistikken har det i de siste årene vært laget oversikter over **nasjonalt og regionalt viktige forekomster**. For pukk og grus har det eksistert ett sett skjønnsmessige kriterier i flere år. I 2012 arbeides det med å utarbeide ett sett kriterier for forekomster av pukk, grus, naturstein, industrimineraler og malm. Et utkast til kriterier er gitt i tabell 1, 2 og 3:

	Forslag: Kriterier for forekomster av nasjonal interesse
	Forekomster som oppfyller ett eller flere av kriteriene under:
1.	Mineralforekomster som har et bekreftet eller sannsynlig, betydelig framtidig verdiskapingspotensial, herunder:
	- forekomster med sannsynlig in situ-verdi på mer enn 1000 mill kr. - forekomster av byggeråstoffer med potensial for eksport av mer enn 100.000 tonn pr. år. - område med svært stort potensial for funn (klare og begrunnede indikasjoner for å finne forekomster som vil kvalifisere til punkt 1)
2.	Mineralforekomster som har unike kvaliteter som gjør dem særlig egnet til foredlende industri, herunder:
	industrimineraler og spesialmetaller av særlig høy kvalitet.
3.	Store mineralforekomster som har unike kvaliteter som byggeråstoff, herunder:
	- pukk- og grusforekomster med unike fysiske og mekaniske egenskaper etter nærmere definerte standarder. - natursteinsforekomster med unike egenskaper som gjør dem attraktive i det internasjonale markedet. - kalksteinsforekomster med unike egenskaper til bruk i spesielsement.
4.	Forekomster av strategisk viktige eller "kritiske" råstoffer, herunder:
	- forekomster av mineraler på EUs liste over kritiske råstoffer som utnyttes eller har potensial for framtidig utnyttelse. - forekomster av metaller og industrimineraler som har dokumentert eller sannsynlig framtidig betydning som råstoff til andre viktige samfunnsområder.
5.	Mineralforekomster som er svært viktige for Norges nasjonale infrastruktur, herunder:
	- naturstein-, grus- og pukkforekomster som er særlig viktig for forsyninger til større befolkningssentra i Norge - forekomster som er særlig viktig i miljøsammenheng, inklusiv kalking av vassdrag, behandling av avgang og binding av CO₂.

Tabell 1: Forslag til kriterier for forekomster av nasjonal interesse. Når det gjelder kvalitetskriterier for pukk (punkt 3 i tabell), foreligger det mer detaljerte beskrivelser.

	Forslag: Kriterier for forekomster av regional interesse
1.	Mineralforekomster som har et bekreftet eller sannsynlig framtidig verdiskapingspotensial med in situ-verdi mellom 100 og 1000 mill kr.
2.	Forekomster med manglende alternativer i nærheten, miljøperspektiv etc.
3.	Mineralforekomster som er særdeles viktig for regional infrastruktur, herunder:
	- industrimineral-, naturstein-, grus- og pukkforekomster som er særlig viktig for forsyninger innen en region. - forekomster som er viktig i miljøsammenheng, inklusiv kalking av vassdrag, behandling av avgang, m.v.

Tabell 2: Forslag til kriterier for forekomster av regional interesse.

	Forslag: Kriterier for forekomster av lokal interesse
1.	Mineralforekomster som er viktig for lokal infrastruktur, herunder:
	muresteins-, grus- og pukkforekomster som er viktig for forsyninger innen en kommune eller et annet geografisk avgrenset område.

Tabell 3: Forslag til kriterier for forekomster av lokal interesse.

Alle registrerte forekomster av pukk og grus er allerede vurdert ut fra disse kriteriene, for de øvrige ressurstypene vil dette bli gjort i løpet av 2012-13. Det er i alt registrert 109 nasjonalt viktige og 87 regionalt viktige pukk- og grusforekomster. Disse sto for ca. 73% av den totale produksjonen av pukk og grus i Norge i 2011. For forekomster som er klassifisert som nasjonalt viktige, vil det i løpet av 2013 foreligge et beslutningsdokument som beskriver hvilke kriterier man har basert vurderingen på. Dette beslutningsdokumentet vil DMF bruke i sin dialog med kommuner om forvaltning av disse forekomstene.

NGU arbeider også med å beregne verdier av nasjonalt og regionalt viktige forekomster (*Erichsen, 2012*). En foreløpig konklusjon er at verdien av nasjonalt og regionalt viktige forekomster av grus og pukk vil ligge et sted mellom 450 og 500 milliarder 2011-kroner. Figur 3 viser en fylkesvis fordeling av disse ressursene.

Med en oversikt over årlig forbruk og bedriftenes ressurser og reserver, er det mulig å beregne en levetid for forekomstene. Landet sett under ett har ressurser for over 100 år fram i tid. Men det er store regionale forskjeller. Spesielt i pressområdene kan det snart oppstå knapphet på råstoff som grus til betongformål og pukk av god kvalitet til veiformål.

PLANSYSTEMET

Etter plan- og bygningsloven er det i første rekke kommunen som gjennom planleggingen former det fysiske miljø og sikrer kvalitet og muligheter for utbygging og vern ut fra egenart og lokale forutsetninger. Hver enkelt kommune har ansvaret for å legge forholdene til rette for den konkrete planlegging (kommuneplan og reguleringsplan) etter loven. Dette gjelder også arealer som har forekomster av mineralske råstoffer.

Kommunal arealplanlegging skal skje innenfor rammene av nasjonal politikk. For å sikre nasjonale og viktige regionale interesser har statlige fagmyndigheter og fylkeskommunen rett til å fremme innsigelse mot kommunale planer. I slike tilfeller kan ikke kommunen sluttbehandle planen uten at planen blir endret, eller at en gjennom dialog kommer fram til en akseptabel løsning. I de fleste tilfellene skjer en slik avklaring lokalt. Dersom dette ikke er tilfelle, skal saken avgjøres i Miljøverndepartementet.

Det regionale plansystemet er et samlet system for offentlig planlegging i fylkene, som omfatter regional planstrategi, regional plan og regional planbestemmelse. Disse vedtas av fylkestinget som er regional planmyndighet.

FORVALTNING AV MINERALRESSURSER

Samfunnet har fram til nå hatt lite fokus på forvaltningsoppgavene knyttet til deler av mineralressursene (spesielt byggeråstoff). Til sammenligning finnes det et omfattende offentlig forvaltningsapparat som ivaretar andre typer naturressurser og arealbruk som skogbruk, jordbruk og verneområder. Dette har medført at viktige mineralforekomster ofte er neglisjert i arealforvaltningen, til tross for at de kan ha en stor framtidig verdi.

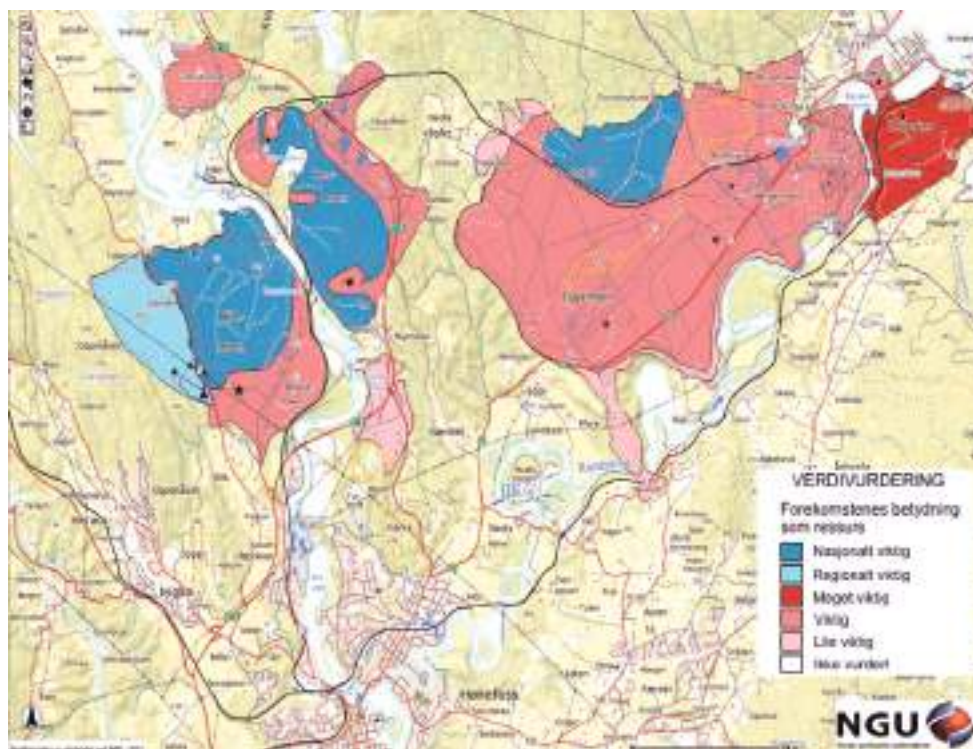
DMF har som statlig fagmyndighet innsigelsesrett i plansaker (kommuneplaner, reguleringsplaner) som berører mineralske ressurser. Godkjente planer og vedtak etter plan- og bygningsloven er nødvendig for å kunne foreta fysiske terrenginngrep. I tillegg må uttakene ha nødvendig tillatelse etter særlov (mineralloven), som DMF forvalter.

For å fremme en bærekraftig utvikling har plan- og bygningsloven av 2008 fått nye bestemmelser om at det hvert fjerde år skal utarbeides et dokument med nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging. I veileder T-1497: Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging heter det: "...Regjeringen forventer at planleggingen synliggjør mineralressurser av nasjonal og regional betydning slik at disse kan ivaretas på en måte som ikke er til hinder for fremtidig verdiskapning...".

Dette vil tvinge fram et sterkere fokus på mineralske råstoffer i kommunale og regionale planer. DMF har innsigelsesrett i saker som omhandler forekomster av nasjonal og regional interesse. Tanken er å bruke beslutningsdokumentet som NGU utarbeidet for de viktigste forekomstene, i dialogen med de berørte kommunene.

Uavhengig av dette, har enkelte fylker nå startet arbeidet med regionale forsyningsplaner for byggeråstoff. Her har Rogaland kommet et godt stykke på vei, og Akershus planlegger lignende utredninger. Rogaland fylkeskommune har vedtatt "Fylkesdelplan for byggeråstoffer på Jæren" i 2006, og "Regionalplan for byggeråstoffer i Ryfylke" er i ferd med å bli fullført. Både NGU og DMF har deltatt i prosjektgrupper.

NGU ønsker også å bidra til at eksisterende data om verdivurderinger blir tatt i bruk. Figur 4 viser kartinnsynet i pukk- og grusdatabasen. I tillegg til kartinformasjon inneholder også basen kvalitative og kvantitative data om råstoffets egenskaper og egnede bruksområder.



Figur4: Skjermdump med kart fra NGUs databaser (tilgjengelige på www.ngu.no), der grusavsetningene på Kilemoen og Eggemoen ved Hønefoss er verdivurdert. Ulike deler av forekomstene har fått ulik verdisetting.

OPPSUMMERING

Tilslagsmaterialene sand, grus og knust fjell (pukk) er i dag blant de viktigste innsatsfaktorene i bygging av infrastruktur i Norge. Hver innbygger i landet bruker i gjennomsnitt ca. 12 tonn årlig, og råstoffene bør være "kortreiste"

Selv om byggeråstoffer er viktige ressurser for samfunnet, er forvaltningen av dem lite påaktet, og betydningen de har for samfunnet, undervurdert. NGUs databaser og verdivurderinger, Mineralstatistikken, som gis ut av NGU og DMF, samt DMFs forvaltning av denne informasjonen vil forhåpentligvis gjøre situasjonen bedre.

Mineralressurser som er regionalt og nasjonalt viktige, trenger ikke å være viktige lokalt. Det er derfor viktig at regional planmyndighet sørger for at det utarbeides regionale planer for forvaltning og utnyttelse av mineralressurser som går ut over den enkelte kommunes grenser.

En målsetting bør være at flere fylker utarbeider egne regionalplaner (tidligere fylkesdelplaner) der tilgang på nødvendig byggeråstoff blir tema.

REFERANSER

Erichsen (2012): Byggeråstoffene sand, grus og pukk i Norge. Verdifastsettelse av forekomster av nasjonal og regional betydning. NGU- rapport in prep.

Libach (2012): Ressursutfordringer for byggeråstoffene pukk og grus i Oslo og Akershus 2010. NGU- rapport nr. 2012.009

Neeb (2012): "Mineralressurser i Norge 2011. Mineralstatistikk og bergindustriberetning". NGU og Dirmin, Publikasjon nr. 1 2012

7.1 VEAS-TUNNELEN – 35 ÅR OG ENDELIG TETT!

The VEAS sewage tunnel – 35 years old and finally watertight

Dr.ing. Lars Bjerkeli, Avdelingsleder Skanska Norge

SAMMENDRAG

VEAS tunnelen er en boret fjelltunnel som fører kloakk fra Oslo Vest og ut mot renseanlegget i Asker kommune. I Majorstua-området har det vært grunnvannsslekkasjer inn i tunnelen gjennom en årrekke. Ved hjelp av GRP-rør (diameter 2,35m) omstøpt med betong tettet Skanska 1150 meter av den mest kritiske delene av tunnelen i 2012.

SUMMARY

The VEAS tunnel is a drilled rock tunnel leading sewage from Oslo West towards the treatment plant in the municipality of Asker. In the Majorstua area groundwater had leaked into this tunnel for years. With the help of GRP piping (diameter 2,35m) cast into concrete, 1150 meter of the most critical part of tunnel was made water tight by Skanska during 2012.

1. INNLEDNING

Avløpsvann fra Oslo føres til VEAS renseanlegg i Asker gjennom en fullprofilboret tunnel som går under Majorstua. Tunnelen ble bygget på slutten av 1970-tallet, og til tross for forinjeksjon, utstøping og etterinjeksjon har tunnelen ikke vært tilstrekkelig tett. Dette har medført redusert poretrykk i grunnen, og fare for setningsskader på bebyggelsen i området.

Med dette som bakgrunn utlyste Oslo kommune Vann- og avløpsetaten (VAV) i 2009 en anbudskonkurranse med det formål å tette tunnelen over en lengde på, 1150 meters og dokumentere dette ved hjelp av et poretrykkmålesystem.

Det var opptil tilbyder å angi tettemetode. VAV stilte følgende funksjonskrav til løsningen:

- Tunnelen skal være tilstrekkelig tett både på tvers av og langsetter tunnelkonturen til at de oppsatte poretrykkskravene oppnås
- Poretrykkskravet var trykk tilsvarende 10m vannsøyle etter 5 år, og at 70% av dette kravet ble oppnådd etter 1 år.
- Krav til levetid skal være 100 år
- Tettingen skal tåle et utvendig vanntrykk tilsvarende 50m vannsøyle
- Krav til minimum diameter 2,20 meter
- Ved ekstrem nedbør kan tunnelen settes under vann igjen og må derfor kunne rommes på 12 timers varsel

Figuren under viser plasseringen av den aktuelle tunnelstrekningen



Fig. 1.1 Plassering av VEAS tunnel

2. METODEVALG FOR TETTING

Skanska valgte å tilby en metode med tetting ved bruk av glassfiberarmerte plast rør (GRP-rør). Rørene hadde en ytre diameter på 2,35m som var tilpasset den trangeste delene av tunnelen. GRP-rørene fungerer i praksis som en tett membran med hensyn til radiell tetting. Ved å støpe ut med betong mellom fjellet og GRP-røret oppnår man tetthet mot vanntransport langssetter tunnelen. Samtidig gir betongen nødvendig sidestøtte til GRP røret for å unngå knekking.

VAV anså tetting med GRP rør som den sikreste metoden med hensyn til de funksjonskriteriene som var satt, og Skanska ble tildelt kontrakten i november 2011.

3. HOVEDUTFORDRINGER, PLANLEGGING OG FORBEREDENDE ARBEIDER

HMS: En hovedutfordring med å jobbe i en avløpstunnel er HMS. Et omfattende vaksinasjonsprogram ble gjennomført for de personene som skulle jobbe nede i tunnelen. I tillegg ble det gjennomført en rekke hygienetiltak i forbindelse med arbeidet.

Tilførselshull: For å få logistikken til å gå opp ble det klart at betongen måtte pumpes ned i tunnelen, og tilføres fra motsatt kant i forhold innkjøringen fra Frognerparken. Dette for å unngå konflikt under inntransportering av GRP-rørene. Det ble derfor boret tilførselshull ned i tunnelene fra gateplan langs tunneltraseen.

Betongresept: Betongen som ble brukt for omstøp av GRP-rørene måtte pumpes fra gateplan og ned i tunnelen, en total strekning på opptil 400 meter. I tillegg var det ikke mulig å vibrere betongen under utstøping nede i tunnelen og den måtte kunne flyte opptil 24meter uten å

separere. Et omfattende utviklingsprogram som inkluderte fullskala pumpeforsøk ble gjennomført for å kvalifisere en robust betongresept som tilfredsstilte disse utfordrende kravene.

Rørtransport: Fremdriften av tettearbeidene i tunnelen var helt avhengig av en effektiv og pålitelig transport av GRP-rør inn i tunnelen. Rørene hadde en lengde på 4 meter, og veide ca 2 tonn. Et eget kjøretøy ble utviklet av AMV for dette formålet.



Figur 3.1: Rørtransportvogn

4. GJENNOMFØRING

Montasje av rør startet innerst i den 1150 meter lange etappen som kontrakten omfattet. Hver støpetappe var ca 48 meter. Betong ble pumpet ned fra gateplan og ble tilført annulusen mellom GRP-rør og fjell gjennom borede hull i toppen av GRP-røret, se figur 4.1.



Figur 4.1 Skjematisk oppsett for pumping av betong

5. SLUTTRISULTAT – DOKUMENTASJON

For å kunne dokumentere oppbygging av poretrykk (heving av grunnvannsstand) over tunnelen er det montert i alt 20 poretrykksmålere i taket på GRP-rørene langs tunnelstrekningen.

Målerne registrerer poretrykket (vanntrykket) lokalt i fjellet ved hver måler. Systemet skal driftes i 10 år. Målingene viser at tetting av tunnelen har vært svært vellykket ettersom poretrykkskravet (minimum trykk tilsv. 10m vannsøyle) for 2017 allerede var innfridd en uke etter overlevering av tunnelen. Se diagram under.

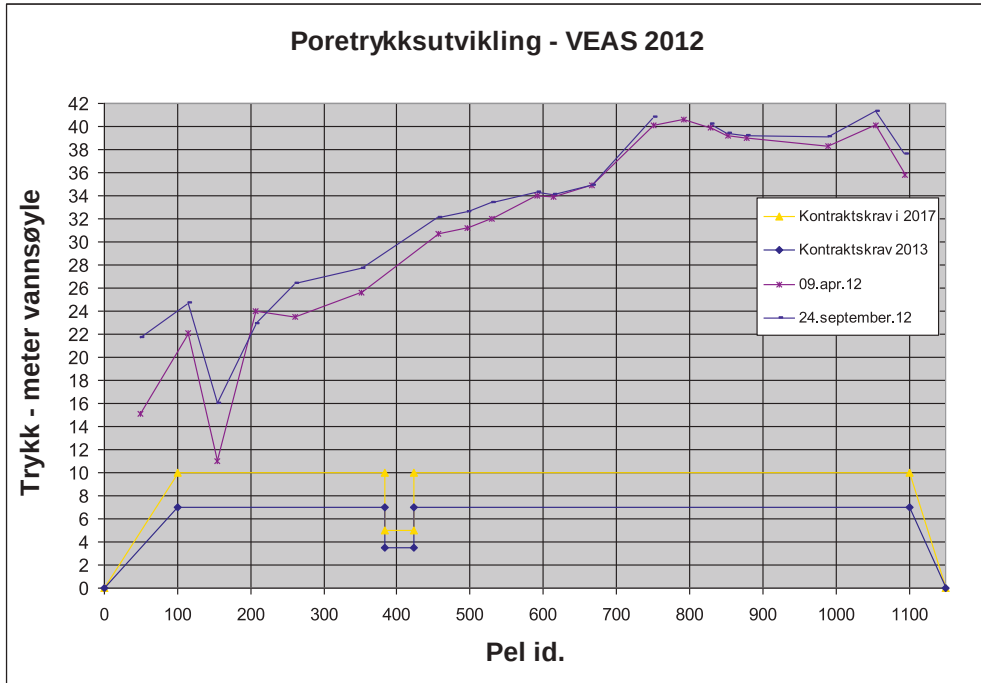


Fig. 5.1 Poretrykksutvikling langs den tunneltraseen som er tettet

Ivar Hol
Statens vegvesen

HISTORISK KVARTER – KÅSERI OM TROLLSTIGEN

Innlegget gitt muntlig på konferansen uten utgivelse av skriftlig referat.

Sivilingeniør Heidi Berg
ViaNova Systems AS

NYTT FRA AKTIVITETEN I NFF

Innlegget gitt muntlig på konferansen uten utgivelse av skriftlig referat.

FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK
BERGMEKANIKK/GEOTEKNIKK 2012

**VANNTETT PERMANENT TUNNELKLEDNING MED
SPRØYTEBETONG OG SPRØYTBAR MEMBRAN.
STATUS FOR PÅGÅENDE FORSKNINGSPROSJEKT**

**Waterproof permanent tunnel lining with sprayed concrete and bonded membrane.
Status for ongoing research project**

PhD kandidat Karl Gunnar Holter
Institutt for Geologi og Bergteknikk,
NTNU

SAMMENDRAG

Vanntett tunnelkledning med fibermarmert sprøytebetong og sprøytbar membran undersøkes for mulig anvendelse som permanent tunnelkledning i veg- og jernbanetunneler i Norge. Undersøkelsene er organisert som et PhD prosjekt ved Institutt for Geologi og Bergteknikk ved NTNU i Trondheim. Hovedmålsetningen er å gi en anbefaling om egnethet av en slik tunnelkledning ut i fra tunnelkledningens funksjon og bestandighet. Undersøkelsene er orientert mot forhold som ansees å være spesielle for Norge og som ikke i god nok grad dekkes av erfaringer fra Mellom-Europa med denne typen tunnelkledning. Hovedorienteringen til dette forskningsprosjektet er fullskala feltforsøk kombinert med utvalgte laboratorieundersøkelser. Det er etablert to forsøksfelt med tunnelkledning med sprøytbar membran og sprøytebetong ved prosjekter som er under bygging, hhv. Fellesprosjektet E6-Dovrebanen ved Minnesund og T-forbindelsen ved Haugesund. I tillegg benyttes den nylig ferdigstilte Gevingåstunnelen som forsøksobjekt. Feltforsøkene har flere hensikter. De viktigste er demonstrasjon av vanntetthet, verifisering av vanntrykkssituasjonen på sprekker i den umiddelbare bergmassen rundt tunnelkledningen, foreta in-situ målinger for testing av kulde/varmeutveksling mellom bergmassen og tunnelrommet, samt når det er hensiktsmessig foreta prøvetaking og laboratorieundersøkelser av tunnelkledningene.

SUMMARY

Waterproof tunnel lining with sprayed concrete and bonded membrane is being investigated for possible use as final lining in Norwegian rail and road tunnels. The investigation scheme is organized as a PhD programme at the Department for Geology and Mineral Resources Engineering at NTNU in Trondheim. The main goal is to provide basis for recommendations regarding suitability of such a tunnel lining based on the function of the lining and its expected durability. The investigations are aimed at issues which are considered special and typical for Norway and which are not sufficiently covered by the experiences from central Europe with this tunnel lining method. The main orientation of this research project is full scale site investigations combined with selected laboratory investigations. Two site

investigation sections have been established at tunnel projects currently under construction; namely the E6 highway-Dovre rail line joint project near Minnesund in eastern Norway and the T-connection subsea road tunnel project near Haugesund in western Norway. In addition the recently completed Gevingaas rail tunnel near Trondheim in central Norway is being used as a test site. The site investigations have several purposes. The most important are demonstration of waterproofing, verification of the waterpressure in the immediate rock mass around the tunnel lining, conduct in-situ measurements of the heat flux between the rock mass and the tunnel space at low temperatures and conduct sampling and laboratory testing of the tunnel linings when it serves the purpose

INNLEDNING — AKTØRER I PROSJEKTET

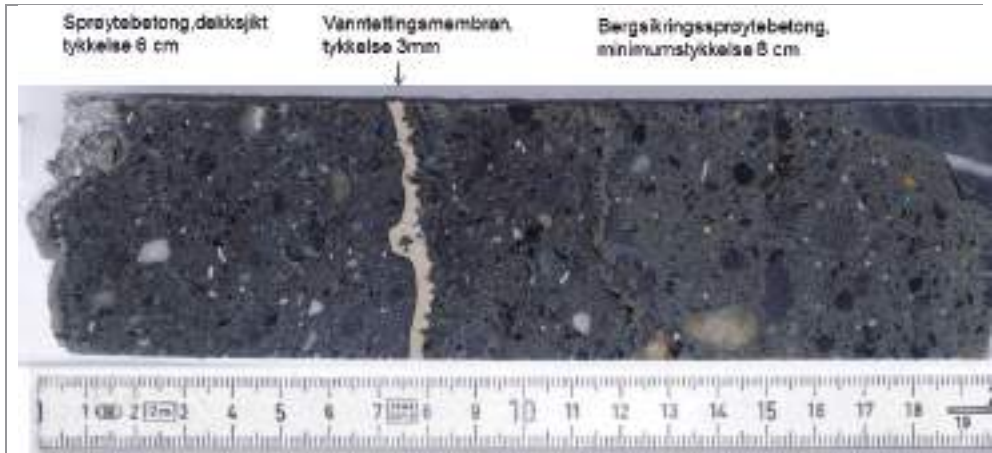
Dette forskningsprosjektet er planlagt på grunnlag noen positive erfaringer i Norge med bruk av sprøytebetong i kombinasjon med fiberarmert sprøytebetong til vanntett tunnelkledning. De senere års erfaringer med denne metoden i Mellom-Europa har ført til en forbedring av tekniske utførelsesdetaljer og forståelse av denne tunnelkledningens funksjon spesielt i forhold til hydrogeologiske forhold i berggrunnen. Derfor har to kommersielle aktører tatt initiativ overfor Jernbaneverket og Statens Vegvesen til dette forskningsprosjektet. Statens Vegvesen og Jernbaneverket stiller lokaliteter på tunnelprosjekter til disposisjon for feltforsøkene, og bidrar med finansiering av forsøkskostnadene. Fra leverandørsiden er BASF Construction Chemicals Europe AG hovedsponsor. Minova International GmbH bidrar også med membranteknologi til forsøkene. I tillegg stiller SINTEF Byggforsk Bergteknikk frostlaboratoriet i Trondheim til disposisjon. Prosjektet støttes også finansielt av Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk.

MÅLSETNINGER

Hovedmålsetningen med dette forskningsprosjektet er å foreta en realistisk vurdering om sprøytebetong og sprøytebetong membran kan brukes til vanntett permanent tunnelkledning i veg- og jernbanetunneler i Norge. De spesielle forholdene for norske bergtunneler sammenliknet med forholdene i Mellom-Europa der denne tunnelkledningsmetoden har vært benyttet er utgangspunktet for undersøkelsene. Betydelig reduksjon i byggekostnad kan oppnås med denne tunnelkledningsmetoden sammenliknet med alternative tunnelkledningsmetoder som f.eks. plaststøpt betongkledning med foliemembran i sprengte tunneler eller segment-tunnelkledning i borede tunneler. En viktig delmålsetning er derfor å identifisere realistiske bruksområder og begrensninger for metoden. Dette gjelder spesielt i forhold til bestandighet ved frostpåkjenning og muligheten til videreføre norsk bergsikringsfilosofi med fiberarmert sprøytebetong og bergbolter som permanent tunnelkledningsmetode.

TEKNISK BAKGRUNN

Sprøytebare membraner til vanntetting av sprøytebetongkledninger i underjordsanlegg har vært utviklet over de siste ca 12 årene. Grunnprinsippet med denne tunnelkledningsmetoden er å gjøre en sprøytebetongkledning vanntett ved at en vanntett membran påsprøytes bergsikringen. Et dekkjikt av sprøytebetong påføres vanntettingsmembranen. Derved etableres en mekanisk kontinuerlig sandwichkonstruksjon med "hel ved" uten luftgap eller spalter. Figur 1 viser detaljert systemoppbyggingen av denne tunnelkledningstypen.



Figur 1. Utsnitt av borkjerneprøve fra sprøytebetongkledning med sprøytebar vanntetningsmembran.

Denne tunnelkledningskonstruksjonen har vanntettingsegenskaper både på tvers av membranen og langs grenseflatene mellom betong og membran. Det spesielle med dette vanntetningskonseptet er at membranen representerer en udrenert vanntetting. Den viktige konsekvensen av dette er at det kan oppstå et vanntrykk i berggrunnen på innsiden (bergsiden) av membranen. Hvis ikke det tilrettelegges for noen drenering i konfigurasjonen av tunnelkledningen, vil et vanntrykk tilsvarende det hydrostatiske trykket kunne forekomme. Typiske materialparametere for membranen er vist i tabell 1 nedenfor.

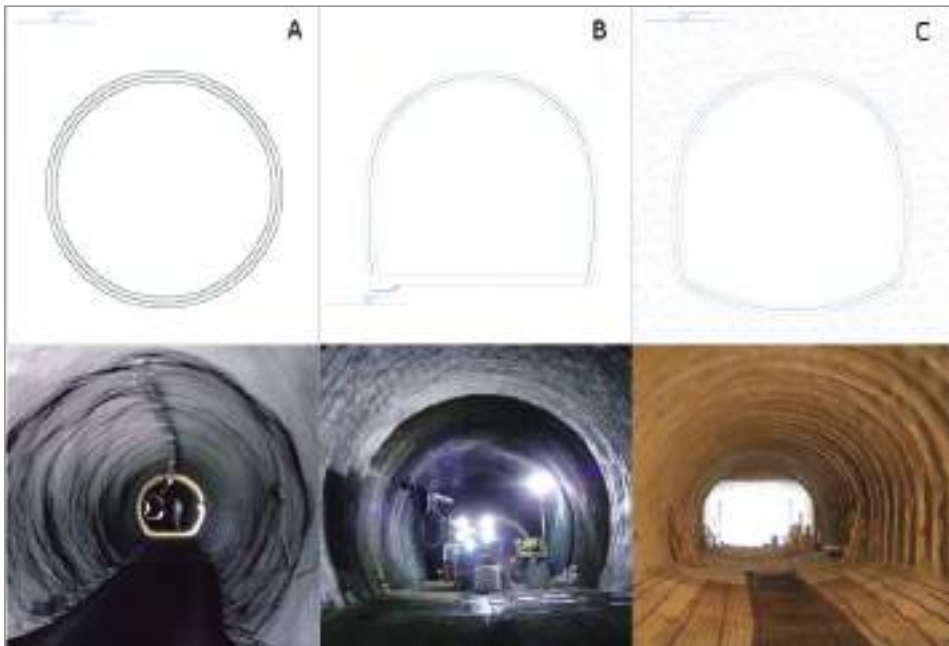
Parameter	Minimumskrav	Typisk variasjonsområde
Membrantykkelse	2 mm	3 -5 mm
Strekkfasthet ved grenseflater til sprøytebetong	0.5 MPa	0.5 – 1.2 MPa
Skjærfasthet ved grenseflater til sprøytebetong	0.5 MPa	1 – 4 MPa
Tøyning av membran ved brudd	100%	

Tabell 1. Typiske materialparametere for en sprøytebar vanntetningsmembran

Denne metoden har benyttet på en rekke mindre underjordsanlegg i Europa, samt på noen få større anlegg, med godt teknisk resultat. Erfaringer viser at de bygningstekniske operasjoner for å etablere denne konstruksjonen er noe sensitive for mangelfulle rammebetingelser og manglende kvalitetskontroll. Denne metoden forutsetter også en aksept av fiberarmert sprøytebetong som permanent konstruksjonsmateriale til tunnelkledning. Disse forhold har vært medvirkende til at sprøytebare membraner i underjordsanlegg ikke har vært brukt i noe større systematisk omfang. I Norge har sprøytebar membran og fiberarmert sprøytebetong vært benyttet til permanentsikring av en jernbanetunnel i et systematisk omfang (Nermoen et al. 2010).

Erfaringer med sprøytbare membraner i ulike geologiske og hydrogeologiske situasjoner

De siste ca 6 årene har detaljer innen utførelsesteknikk og kvalitetskontroll under utførelse bidratt til at flere prosjekter i ulike geologiske og hydrogeologiske situasjoner har vært gjennomført med sprøytbare membraner med vellykket teknisk resultatet. En enkel oversikt over noen av disse prosjektene er gitt i figur 2 og tabell 2 nedenfor.



Figur 2. Tre ulike tunnelkledningstyper der sprøytbar membran er benyttet til vanntetting. A: Heldekkende vanntetting i sirkulært TBM boret profil med hydrostatisk trykk (Giswil, Sveits, Meier et al. 2005) , B: Vanntetting av vegger og heng med sirkulært profil. Svakt berg (sandstein) over grunnvannstand (Hindhead, UK, Holter et al. 2010), C: Heldekkende vanntetting i semisirkulært profil med hydrostatisk trykk, svakt berg med svært lav bergoverdekning med overliggende vannmettede sensitive løsmasser (Lausanne Métro, Sveits, Holter et al. 2010).

Spesielle forhold for tunneler Norge

Norske forhold for tunnelkledning er forskjellige fra mellom-europeiske i to viktige henseende. I Norge benyttes sprøytebetong i de fleste tilfellene til bergforsterkning og ikke til et konstruksjonsmessig bærende element. Til bergforsterkningsformål i oppsprukket hardt berg er det normalt ikke påkrevet med en sirkulær geometri på den endelige sikringskonstruksjonen. Derfor kan man akseptere en ujevn geometrisk overflate av tunnelkledningen uten at det får noen konsekvenser for funksjonen av tunnelkledningen. I svakt berg og svakhetssoner er imidlertid tunnelkledningens geometri av betydning. For en stor del vil derfor tunnelkledninger i Norge ha ujevn geometri og relativt lav sprøytebetongtykkelse, som oftest i størrelsesorden 8-12 cm med moderne krav.

Viktig rammebetingelse for tunnelkledning	Giswil rømnings-tunnel (CH)	Hindhead veg tunnel (UK)	Tunel de Viret, Lausanne Métro (CH)	Forventet i Norge (normalt)
Drenert / udrenert	Udrenert	Globalt drenert	Udrenert	Globalt drenert
Grunnvannstand over tunnelnivå [m]	10 - 40	0	10 - 40	0 - 200
Pålastnings-situasjon i tunnelkledningen	Hydrostatisk vanntrykk, globale spenninger	Globale spenninger, svake sandsteiner	Hydrostatisk vanntrykk, globale spenninger,	Globalt passiv, lokale punktlaster
Tunnelklednings-geometri	Sirkulær, kontinuerlig tunnelkledning i hele konturen (TBM)	Semisirkulær i heng og vegger, flat saale	Semisirkulært i hele konturen	Irregulær sprengt kontur, ikke kledning såle,
Sprøytebetong-tykkelse	10 cm	35 cm	43 cm	8 – 20 cm

Tabell 2. Sammendrag av de viktigste forhold fra tre Europeiske referanseprosjekter (vist i figur 2), sammenliknet med typiske forventede forhold i norske trafikk tunneler.

Det andre viktige forholdet som er spesielt i Norge sammenliknet med mellom-europeiske forhold er det kalde klimaet om vinteren. Tunnelkledninger i Norge vil for en stor del være utsatt for frostbestandighetsproblematikk.

FORSKNINGSPLAN

Bakgrunn

Erfaringene fra prosjekter i Mellom Europa med denne tunnelkledningsmetoden er ikke uten videre overførbare til norske forhold. De to viktigste betenkelighetene er en eventuell vanntrykkssoppbygning i den umiddelbare bergmassen bak tunnelkledningen og bestandigheten av tunnelkledningen i soner med frostpåkjenning. En vanntrykkssoppbygning bak tunnelkledningen vil generelt være å betrakte som negativ siden den kan ha en destabiliserende virkning i den umiddelbare bergmassen. Norsk bergsikringsfilosofi betrakter den umiddelbare bergmassen som drenert, og inneholder ingen dimensjonering av bergsikring som tar hensyn til vanntrykk. Frostpåkjenning av denne typen tunnelkledning har man ingen erfaring med fra prosjektene i Mellom-Europa. Betenkeligheten vil være hvordan membranens vanntettingsegenskaper og de mekaniske egenskapene til sandwichkonstruksjonen påvirkes av fryse- og tine sykler over mange år. Disse betenkelighetene er godt begrunnet og formulert i RAMS- og LCC analysen som er utført for vann- og frostsikringen av Gevingåstunnelen i 2010 (DNV, 2010).

Strategi

Hovedstrategien i dette forskningsprosjektet er å undersøke om bruk av sprøytebar membran til vanntetting kan føre til noen påviselige negative konsekvenser i forhold til dagens bruk av bergsikring med fiberarmert sprøytebetong. Vanntrykkssituasjonen bak tunnekledningen og tunnelkledningens vanntetnings- og materialtekniske forhold som kan påvirkes ved repetert frysing og tining er de viktige i denne sammenhengen. Det ansees også som viktig å undersøke hvilket omfang av frostbelastning av tunnelkledningen som virkelig kan finne sted. Kort sammenfattet kan strategien formuleres slik:

- Analysere vanntrykksforhold bak en vanntett udrenert tunnekledning som har drenering gjennom berget inn i sålepartiet i tunnelkonturen
- Analysere hvilke frysescenarier som opptrer på ulike dyp i tunnelkledningen (isotermer, typiske sykler) med ulike lufttemperaturer og vindhastigheter i tunnelrommet
- Analysere endringer i sandwichkonstruksjonens viktige egenskaper (vanntetthet, kritiske mekaniske parametre)

Hypoteser

For de tre ovennevnte forholdene er det etablert foreløpige hypoteser som vil bli testet. Hovedhypotesene kan sammenfattes slik:

1. Drenering av bergmassen gjennom sålepartier ved bruk av udrenert tunnelkledning i vegger og heng: I en oppsprukket bergmasse vil en udrenert tunnelkledning i vegger og heng ikke føre til noen vanntrykksoppbygning ved tunnekledningen så lenge sålepartiet ikke har noen vanntetting og kan drenere.
2. Inntrengning av isotermer i tunnelkledningen og bergmassen som skyldes lave temperaturer i tunnellufta vil kun i begrenset omfang føre til temperaturer i tunnelkledningen som fører til frostskade
3. Ved en viss frostbelastning forventes det påviselige skader i tunnelkledningen i form av reduserte mekaniske styrkeforhold som heft i grenseflatene mellom betong og membran, reduksjon av membranens vanntetthet og elastisitet, samt reduksjon i sprøytebetongens styrkeparametre

Typer undersøkelser

Følgende undersøkelser er planlagt som en del av dette forskningsprosjektet:

1. In-situ hydrogeologiske undersøkelser. Det utføres målinger av vanntrykk i bergmassen i ulike avstander fra tunnelkonturen i borhull, samt målinger av hydraulisk konduktivitet i korte seksjoner av borhull.
2. In-situ målinger av temperaturer i bergmasse og tunnelkledning inn til ca 2 m dyp i bergmassen med naturlig nedkjøling fra tunnellufta i kuldeperioder
3. Målinger av temperaturer i bergmasse og tunnelkledning i stor skala i frostlaboratorium, prøvetaking av tunnelkledning for materialtekniske undersøkelser
4. Kontrollert frostbelastning av prøver av tunnelkledning i liten skala (spesiell fryseboks) samt detaljundersøkelser av materialtekniske egenskaper av membran-betong sandwich

konstruksjonen

ETABLERING AV FORSØKSFELT

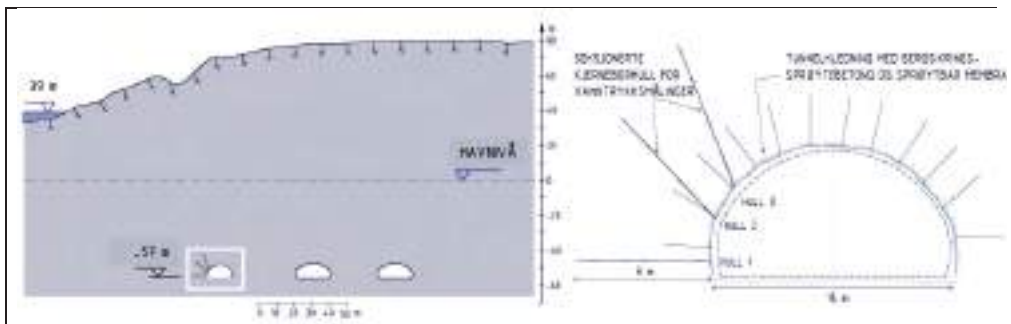
For feltundersøkelsene er det etablert to fullskala forsøksstrekninger med tunnelkledning med sprøytebetong og sprøytebar membran. Disse forsøksstrekningene er etablert ved prosjektene T-forbindelsen ved Haugesund og Fellesprosjektet E6-Dovrebanen ved Minnesund. I tillegg blir Gevingåstunnelen (jernbane) benyttet som undersøkelsesobjekt.

Forsøksfelt T-forbindelsen

Forsøksfeltet på T-forbindelsen ligger i et bergrom som vil bli benyttet til installasjon av ventilatorer. Plasseringen av forsøksfeltet er vist i figur 3.



Figur 3. Plassering av forsøksfelt for tunnelkledning med sprøytebar membran og sprøytebetong på T-forbindelsen i ventilasjonskaverne. Det antydde vertikalsnitt gjennom rundkjøringen og forsøksfeltet er vist i figur 4.



Figur 4. Vertikalsnitt med hhv. oversikt og detaljer for forsøksfelt T-forbindelsen

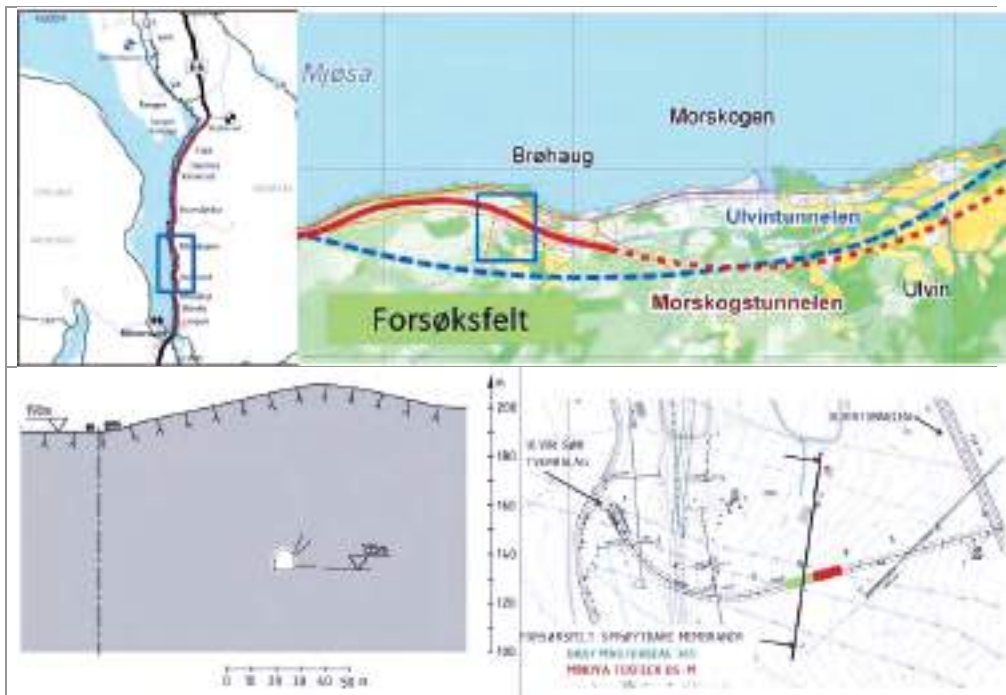
Forsøksfeltet ligger på ca 57 m dyp under havnivå under en øy. En innsjø ligger på ca 39 m.o.h. tilnærmet rett over forsøksområdet. En kan derfor forvente hydrostatisk metning av bergmassen. Derfor gir dette forsøksfeltet gode rammebetingelser for undersøkelser av vanntrykksituasjonen i bergmassen og en eventuell drenering rundt tunnelkonturen. Lekkasjesituasjonen i ventilasjonshallen var fordelaktig med tanke på påføring av sprøytebar membran. Det var ca 25 mindre enkeltlekkasjer og fuktflekker i konturen. Disse ble registrert med LiDAR scanning. LiDAR scanning er også benyttet for å verifisere tykkelsen av dekkjiktspøytebetongen, samt det tekniske resultatet av den endelige overflaten med tanke på lekkasjer. Forsøksfeltet dekket ca 700 m² i ventilasjonshallen. Vanntetningsmembranen ble utført fra såle til såle og gav et bra resultat. Noen få enkeltlekkasjer ble fjernet ved

etterinjeksjon.

For forsøksfeltet på T-forbindelsen ble beslutning om dette forsøket gjort ca 1 år etter at bergrommet var drevet og sikret. En utjevningssprøytebetong med tykkelse ca 3-4 cm ble lagt på bergsikringsoverflaten for å oppnå egnet detaljruhet for den sprøytbare membranen.

Forsøksfelt Ulvin tverrslag sør, Fellesprosjektet E6-Dovrebanen

Forsøksfeltet på Fellesprosjektet er etablert i det ene driftstverrslaget (Ulvin sør) til den nye Ulvintunnelen (jernbane).



Figur 5. Forsøksfelt Ulvin, Fellesprosjektet E6-Dovrebanen ved Minnesund.

For dette forsøksfeltet blir det også foretatt hydrogeologiske undersøkelser i den umiddelbare bergmassen. På bakgrunn av observasjonen i nærliggende grunnvannsbrønner forventes ikke at man kan oppnå hydrostatisk metning og derved påvise en eventuell vanntrykksforløp inn mot tunnelen. I en umettet hydrogeologisk situasjon vil det likevel være av betydning å påvise om det forekommer en eventuell vanntrykksøkning inn mot den udrenerte tunnelkonturen.

Forsøksfeltet i Ulvintverrslaget blir tilrettelagt for undersøkelser av frostinntrenging i tunnelkledningen og bergmassen. Dette blir gjort med instrumentering med termiske sensorer på ulike dyp fra tunnelveggen og innover i bergmassen, slik at isotermer som funksjon av tid ved frostbelastning kan logges. For nedkjøling av bergmassen blir det tilrettelagt med et spesielt ventilasjons- og portarrangement slik at kald luft fra dagen benyttes i veksling med varm returluft fra tunnelstiffen.

Feltforsøket i Ulvintverrslaget ble besluttet i oppstartsfasen av drivingen av tverrslaget høsten 2011. Derfor ble arbeidene med etablering av forsøksfeltet foretatt på tidskritisk linje for tunneldrivingen. Det ble utført forinjeksjon og kontursprengning over hele forsøksfeltets lengde. Resultatet av kontursprengningen var ikke spesielt bra, og det ble påført betydelige tykkelser sprøytebetong for å oppnå egnet jevnhet av bergsikringsoverflaten for sprøytebar membran. Resultatet av forinjeksjonen var at man ikke fikk noen større enkeltpunktlekkasjer, hvilket var hensikten.

Det er utført to delstrekninger på dette forsøksfeltet hver med lengde ca 30 løpemeter i tunnelen. Det er benyttet to ulike membranprodukter fra to leverandører, hhv. BASF Masterseal 345 og MINOVA Tekflex DS-M. Feltet med Masterseal 345 ble helt tett, mens feltet med Tekflex DS-M viste noen enkeltlekkasjer som syntes å følge riss i sprøytebetongen. Disse lekkasjene lot seg fjerne med etterinjeksjon. Forsøksfeltet med Tekflex DS-M fremstår som tørt men med noen få fuktflekker.



Figur 6. Forsøksfelt tverrslag Ulvin syd. Venstre foto: vannlekkasjesituasjon i tunnelkonturen etter utført bergsikring, før påføring av vanntetningsmembran. Høyre: pågående sprøytearbeid med vanntetningsmembran.

Arbeidsmiljøundersøkelser

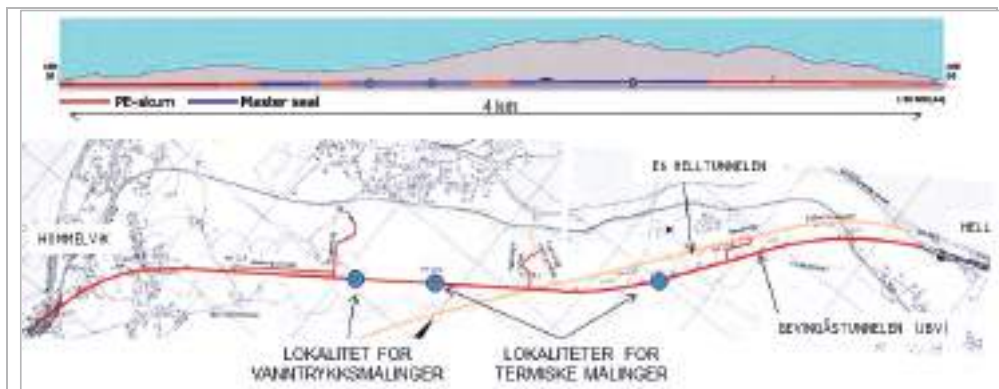
Påføring av vanntetningsmembran på samtlige forsøksfelt, inklusive Gevingaastunnelen har vært foretatt med handsprøyting etter tørrsprøytemetoden. Det var derfor av betydning å undersøke arbeidsmiljøet med tanke på støvproblematikk for denne typen utførelse av vanntetningsmembran. Støvmålinger ble utført med assistanse av Statens Arbeidsmiljøinstitutt STAMI under sprøyting av vanntetningsmembran i forsøksfeltet i Ulvintverrslaget. Det ble målt respirabelt og torakalt støv på personer med tre forskjellige arbeidsfunksjoner under utførelsen: pumpeoperatør, dysefører og plattformoperatør/dysehjelpemann. Måleverdiene for støv er generelt høye. For respirabelt støv ligger middelverdiene litt under administrativ norm som er 5 mg/m^3 . For torakalt støv (støv som ikke trekkes ned i lungene) er det ingen administrativ norm. Spesielt for dysefører og pumpeoperatør er støveksposeringen betydelig. Disse måleresultatene tilsier at utførelsesteknikken bør forbedres med tanke på støvproblematikk.

	Torakalt støv (mg/m ³)					Respirabelt støv (mg/m ³)			
	N	Gjennomsnitt	Median	Min	Maks	Gjennomsnitt	Median	Min	Maks
Plattformbilfører	4	4.26	9.00	4.23	15.78	2.05	1.79	0.55	4.09
Dysefører	4	9.71	8.44	0.95	21.03	4.15	3.48	0.58	9.06
Pumpeoperatør	4	9.50	9.00	4.23	15.78	3.97	3.54	1.10	7.70

Tabell 3. Resultater fra støvmålinger foretatt under utførelse av sprøytebare membraner i forsøksfelt Ulvin tverrslag sør november 2011.

Forsøksfelt Gevingåstunnelen

Gevingåstunnelen ble bygget i perioden 2009-2011 og er en 4 km lang enkeltsporet jernbanetunnel. Ca 1.85 km av tunnelengden er bygget med endelig tunnelkledning med fiberarmert sprøytebetong og sprøytebar vanntettingsmembran. I denne tunnelen er tunnelkledningen med sprøytebetong og sprøytebar membran utført i en normal enhetspriskontrakt for tunneler.



Figur 7. Gevingåstunnelen. Lengdesnitt og plan med angivelse av forsøkslokaliteter.



Figur 8. Gevingåstunnelen. Venstre: fra byggefasen med påføring av vanntettingsmembran.

Høyre: fra en forsøkslokalitetene i den ferdige tunnelen.

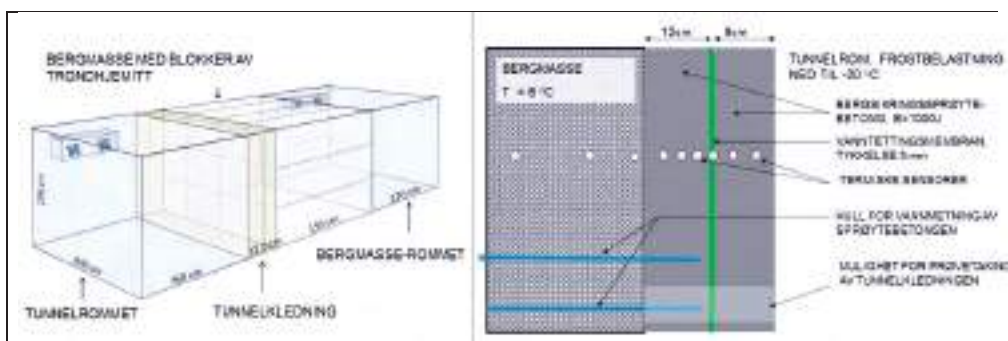
Det blir tilrettelagt for termiske målinger i ulike dyp i tunnelkledningen i to profiler.

Ventilasjonssystemet i tunnelen vil bli benyttet til å oppnå nedkjøling av tunnelkledningen i perioder med sterk kulde. Denne tunnelen kan også benyttes til prøvetaking av tunnelkledningen for detaljerte undersøkelser av membran-sprøytebetong konstruksjonen dersom man finner det hensiktsmessig.

LABORATORIEUNDERSØKELSER

Fullskala fryseforsøk

Fullskala laboratorieundersøkelser av tunnelkledning med sprøytbare membraner blir foretatt i frostlaboratoriet ved SINTEF Byggforsk Kyst- og Havneteknikk i Trondheim. Dette laboratoriet ble etablert 2009 i forbindelse med undersøkelser av denne typen tunnelkledning til Gevingåstunnelen.



Figur 9. Frostlaboratoriet i Trondheim. Venstre: oversikt og oppbygning av laboratoriet. Høyre: snitt med detalj av tunnelkledningen som er etablert på tunnelrom-siden av bergmassen

Dette arbeidet er rapportert av Vassenden 2010. Forsøkene som ble gjort i frostlaboratoriet i 2010 viste god overenstemmelse mellom teori og målte resulater for frostinntrengning i berget. Forsøkene i 2010 ble imidlertid gjort i tørr tilstand, dvs at ingen vannmetning av tunnekledningskonstruksjon var foretatt. Det ble heller ikke foretatt noen undersøkelser av tunnekledningens egenskaper før eller etter forsøket. Foreløpige undersøkelser av tunnelkledningene med sprøytebetong fra Gevingaastunnelen og Ulvintverrslaget i dette forskningsarbeidet viser høye verdier for kapillær porøsitet og kapillær vannmetningsgrad. Vannmetningsgraden av betong er av stor betydning for opptreden av frostskafer (Fagerlund 1977). Derfor planlegges forsøkene i frostlaboratoriet med noe forandrede forsøksparametere i forhold til forsøkene som ble utført 2010. De viktigste forsøksparametrene er:

- Detaljert termisk instrumentering over hele tunnelkledningens tykkelse
- Tilrettelegging for vannmetning av betongkledning på innsiden av membranen
- Testing av i alt 4 membranprodukter fra i alt to leverandører
- Kjøring av presise steglaster med frysing og tining
- Kjøring av 3 ulike frost- og tine belastningsserier, med suksessivt lavere minimumstemperaturer for hver serie
- Prøvetaking og laboratorieundersøkelser av tunnelkledningen etter hver serie.

TIDSPLAN

Dette forskningsprosjektets planlagte tidsramme er september 2011 til desember 2014. De hydrogeologiske undersøkelserne forventes komplettert sommeren 2013. Feltundersøkelsene med varme/kulde-utveksling i tunnelkledninger forventes gjennomført vinteren 2012-2013, med en mulighet til kompletterende undersøkelser vinteren 2013-2014. Undersøkelsene i frostlaboratoriet i Trondheim planlegges gjennomført innen våren og sommeren 2013.

REFERANSER

- DNV Det Norske Veritas. 2010. RAMS and LCC analyser for vann- og frostsikring av Gevingåsen jernbanetunnel. DNV rapport no 2009-1968 for Jernbaneverket.
- Fagerlund, G. 1977. The critical degree of saturation method of assessing the freeze / thaw resistance of concrete. *Materials and Structures* No 10, pp 217-229
- Holter, K.G., Bridge, R. & Tappy, O. 2010. Design and construction of permanent waterproof tunnel linings based on sprayed concrete. *In Proc. 11th Int'l Conference Underground Constructions. City and Transportation Tunnels – Zlámál, Butovič and Hilar (eds)* pp 121-126. Czech Tunnelling Association, Prague
- Meier, W., Holter, K.G., Hausermann, S. 2005. Waterproofing of an emergency escape tunnel by employing an innovative sprayable membrane; The Giswil highway tunnel project Switzerland. *In: Proc ITA-AITES World Tunnel Congress. Underground Space Use: Analysis of the Past and Lessons for the Future - Erdem, Solak (eds).* A.A Balkema, London, pp 571-574
- Nermoen, B., Grøv, E., Holter, K.G. & Vassenden, S. 2011. Permanent waterproof tunnel lining based on sprayed concrete and spray-applied double-bonded membrane. First orwegian experiences with testing under freezing conditions, design and construction. *In Proc 6th Int'l Conf. on wet-mix sprayed concrete for rock support.* Tapir. Oslo
- Vassenden, S. 2010. Frostlaboratoriet – testing av varme/kuldeutveksling mellom tunnel og omkringliggende bergmasse. Masteroppgave Institutt for Geologi og Bergteknikk, NTNU

Voss - Arna

Plansamarbeid mellom Jernbaneverket og Statens vegvesen

Fjellsprengingsdagen 2012

Plan- og utviklingsdirektør Lars Chr. Stendal, Jernbaneverket

Sjefingeniør Arnfinn Ansok, Statens vegvesen





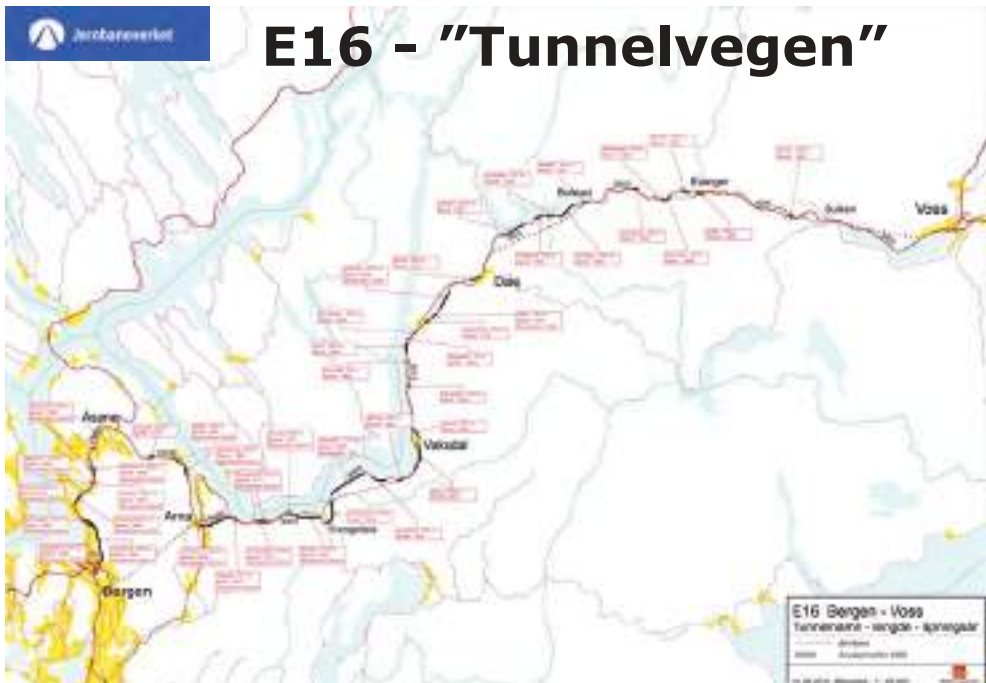
Situasjonen i dag...

- Ein veg med stor trafikk, dårleg standard og mange ulukker
- Eit jernbanenett med dårleg kurvatur, redusert fartsnivå og manglande kapasitet

vagvesen.no



E16 - "Tunnelvegen"



vagvesen.no





Forfallet set spor!

vagvesen.no

Statens vegvesen



Alltid arbeid på vegen!



vagvesen.no

Statens vegvesen

Stengingssyndromet sine skuggesider



vegvesen.no


Statens vegvesen

Stengingstal (Hordaland)

Tal frå 2009 (VTS-tal):

Totalt 205 stengingar, berre knytt til tunnelane

Dette utgjør: 920 timer = 38 døgn

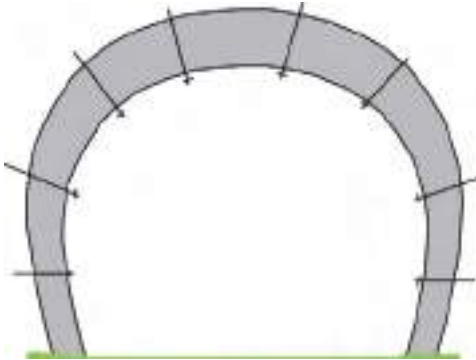
I 2010 var det stengd 44 døgn

vegvesen.no

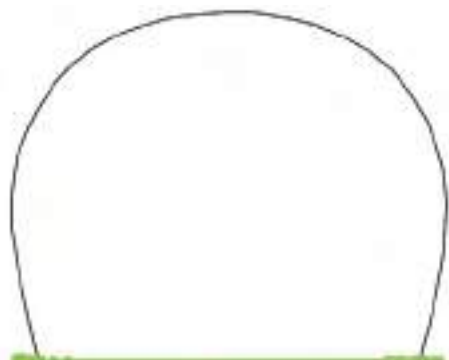

Statens vegvesen

Kva modell vel oss?

Strossing og utbetring?



Byggje nytt?



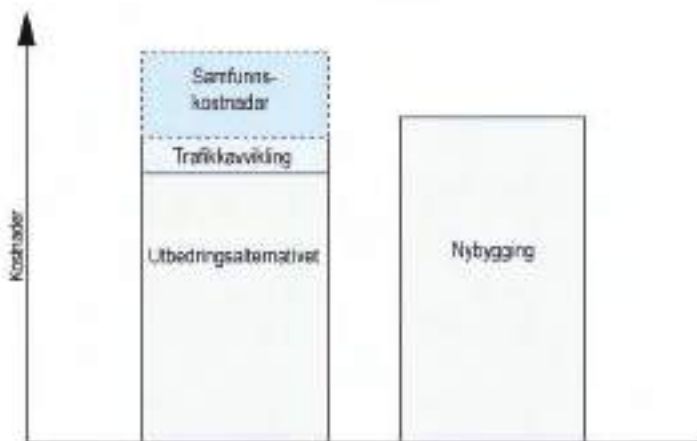
Eit mangslongent reknestykkje!!

vagvesen.no

Statens vegvesen

Tunnelopprustning

Det billigaste vert gjerne det dyraste!



vagvesen.no

Statens vegvesen

Ulukkessituasjonen



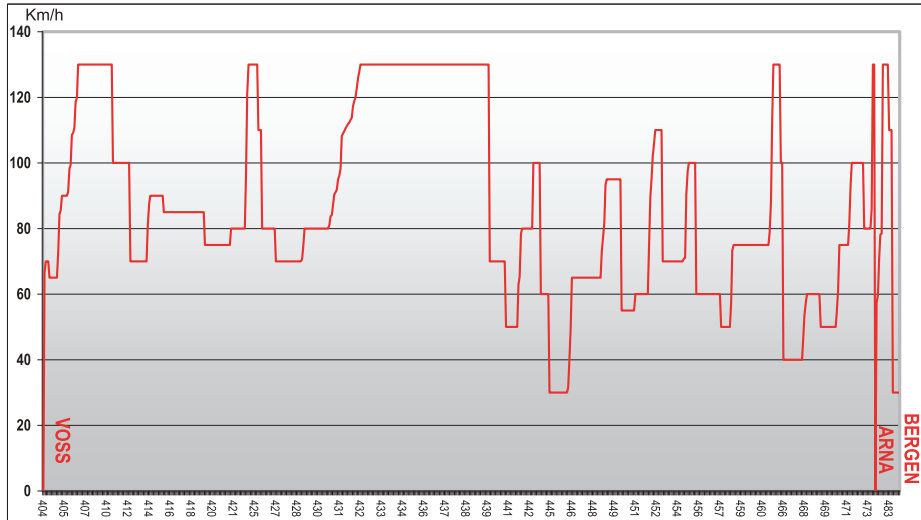
vegvesen.no


Statens vegvesen

Utfordringane er store på vegen, men jernbanen har også sitt å stri med.....



Fartsprofil anno 2012!!



Eit jernbanespor som ikkje lenger held mål.

vagvesen.no



Ras og avsporing



vagvesen.no





jernbaneselskapet

Same trasè som i 1883



vegvesen.no



Statens vegvesen



jernbaneselskapet

**Eit krafttak må til -
for både veg og bane!!**

vegvesen.no



Statens vegvesen



Samarbeid er nærliggjande - og potensialet er stort....



vagvesen.no



...med

- Mange uløyste oppgaver for begge etatar
- Trong topografi og begrensa areal på same arena krev samhandling
- Evakueringsproblema knytt til tunneldelen er ei felles utfordring – og eit mogleg samarbeidsområde
- Samarbeid i anleggsfasen kan gje samfunnsmessige gevinstar

vagvesen.no





Planprosess og samarbeid

- **Haut 2010:** Innleiande samtalar mellom SVV og JBV
- **Vår 2011:** Tverrfagleg gruppe sett ned med KVV-prosess som mål
- **Des. 2011:** Søknad om felles KVV-prosess sendt VDR/Samf.dep
- **Feb. 2012:** Bestilling/klarsignal frå Samf.dep til oppstart av KVV-arbeid
- **Mai 2012:** Prosjektplan sendt VDR og Samf.dep.
- Arbeidet er godt i gang
- Etatane reknar med å leggje fram hovedrapporten i **siste del av 2013**

vagvesen.no



-og med tru på at
dette skal bere frukter...

vagvesen.no





...takkar vi for oss!



**HVORDAN KAN KOMPETANSE UTNYTTES BEST MULIG? ER DET SAMSVAR
MELLOM BESKRIVELSESTEKSTER OG OPTIMALE TEKNISKE OG
ØKONOMISKE LØSNINGER?**

CHALLENGES RELATED TO HOW TO DESCRIBE CONTRACTUAL WORK IN
ORDER TO OPTIMIZE RESULTS AND ECONOMICAL SOLUTIONS –HOW TO
INVOLVE COMPETANCE AT ALL LEVELS IN THE PRODUCTION CHAIN.

Ruth G Haug. LNS

SAMMENDRAG

Foredraget legger til grunn at bransjen i denne sammenhengen består av byggherrer, rådgivere, entreprenører og leverandører som alle er viktige aktører i produksjonskjeden i anleggsbransjen. Det legges også til grunn at det er en vilje og ønske blant aktørene om å bidra til bygging av viktige samfunnsobjekter på en best mulig måte. Selv om grupperingene hver for seg er dyktige, er det fortsatt et enormt forbedringspotensiale i samspillet knyttet til disse grupperingene for at bransjen som helhet framstår som ettertraktet og dyktig. Selv om «menigheten» vet at det er fantastisk mye god ingeniørkunst som utrettes, vil mediebildet helst fokusere der det går galt. Hvordan framstår vi mer attraktive?

En forutsetning for godt samspill er at aktørene, les menneskene, i dette spillet, snakker godt sammen, har god kompetanse og har gode og tydelige nok rammebetingelser og spilleregler. I min forståelse er det viktig å fokusere på viljen til samhandling som det mest grunnleggende. Mangler dette vil neppe verken nye eller tradisjonelle kontraktsformuleringer og jurister føre til bedre tekniske løsninger, selv om god kompetanse gir godt utgangspunkt.

En annen utvikling er det man kan kalle en teoretisering eller byråkratisering av bransjen. Byggherrene vil gå i retning av rene bestiller organisasjoner, rådgiverne er i stadig mindre grad ute i prosjektene, entreprenørene har lite handlingsrom og kommer sent inn i bildet for å bidra til gode, byggbare løsninger og leverandørene utsettes for stadig tøffere prispress. Hvordan ivaretas fagkompetansen under såpass harde vilkår? Er entreprenørene redusert til en «spade» som kun etterspørres for gjennomføringskapasitet? Det kan stilles spørsmålsteget ved hvor innovasjon, utvikling og faglig stolthet skal finne sted. Det legges også til grunn en hypotese om at bransjen har endret seg kraftig over de siste 3 tiår, hvor makt, kunnskap og prestisje har flyttet seg fra utførende til byggherreorganisasjonene. Bør dette bildet balanseres bedre? Den grunnleggende kultur i bransjen er løsningsorientert og handlingsfokustert. Hvordan ivaretas og utvikles denne kompetansen under stadig trangere kår?

Beskrivelsestekster skal gi grunnlag for å forstå hva som skal bygges, fornuftig prising, gjennomføring og risikovurdering i tradisjonelle utførelseskontrakter. I mange år har tradisjonen vært at et enklart tekst møtes med enda mer tekst og detaljer. Ikke alltid følger beskrivelsene med på den utviklingen som skjer. I skjæringspunktet mellom de ulike grupperingers kompetanse, ligger det mange uforløste muligheter. Foredraget vil belyse noen eksempler.

Foredraget har til hensikt å stille spørsmålstegn ved elementer i dagens praksis når det gjelder bruk av kompetanse i alle ledd i en produksjonskjede, og om den kompetansen som finnes i ønsket grad får utvikle og utfolde seg til beste for gode samfunnsprosjekter

ST.GOTTHARD-TUNNELEN – CORE CHALLENGES IN THE HEART OF THE ALPS

Author: Dipl.-Ing. ETH Olivier L. Böckli, Head Tunnelling, Implenia Tunnelling

Co-Author: B.Eng. (FH) Philip Müller, Technical Assistant, Implenia Tunnelling

SUMMARY

The 57 km long Gotthard Base Tunnel will be the world's longest railway tunnel. Implenia is Switzerland's leading construction company and is the leading contractor in 3 of the 5 total sections.

This article will give feedback on our experience regarding several technical and logistical challenges and on how the construction time could be shortened by one year.

One major goal of the project owner was to improve the project's safety measures and keep the project on an innovative level. In this respect many investments have been made since the project started. The construction companies had to develop smart technical solutions with the objective of reducing the construction time.

The main questions concerning the construction period were: is it possible to work in parallel instead of sequentially (mainly excavation and inner lining) with the result of having to manage a considerable number of construction sites at the same time in one tunnel; what is the best possible mucking system and how can the inner lining be realised by simultaneous excavation works?

GENERAL INFORMATION

Implenia is the leading construction and construction service company in Switzerland and it is organised in the following 4 divisions: Corporate Centre, Real Estate, Infrastructure Construction and Industrial Construction. The Industrial Construction division, which operates internationally, is composed of three Business Units: Prime Buildings, Tunnelling and Implenia Norge. The tunnelling section of Implenia incorporates all kinds of jacking, boring, blasting and builds all types of tunnels and caverns; such as railway tunnels, road tunnels, power plants, service tunnels, ventilation and access shafts, including both new construction and modernisation works for all kind of tunnels.

In summer 2011, Implenia acquired the prosperous and well established Betonmast Anlegg AS and launched Implenia Norge AS in autumn. Since then, a successful and fertile cooperation

between the Tunnelling and Norge business units has been developed and a friendship with a common spirit has arisen from this.

THE “GOTTHARD BASE TUNNEL” (GBT) PROJECT

In order to meet the needs of our continuously growing society and everything that is attached to this development (growth of needs for goods and services, transportation, etc.), the Swiss government took the decision in 1989, 1991 and 1992 to realise this project. The ground-breaking ceremony took place on 4th November 1999.

After its completion, it will be the world’s longest railway tunnel with the following key figures: The western tube will be 56,978 m long and the eastern tube 57,091 m. With all crossway sections and connection galleries, it will have a total length of 153.3 km.

The breakthrough from the eastern tube took place on 15th October 2010 and from the western tube on 23rd March 2011. The trains will be able to drive through the Gotthard tunnel at a speed of up to 250 km/h and the duration of travel from Zurich to Milan will be shortened by 1 hour. The railway will regain competitiveness with respect to the car and even aircraft.

The following facts underscore the necessity of the GBT:

- Increasing passenger and freight traffic in Central Europe
- Increasing traffic to and from Eastern Europe
- Transalpine traffic to rise from 20 million tons to 40 million tons per year
- Existing roads and the railway system are at their capacity limits
- Need for refurbishment of existing roads and railway
- Need to transfer freight traffic from road to rail
- Need to interconnect with European high-speed railway system

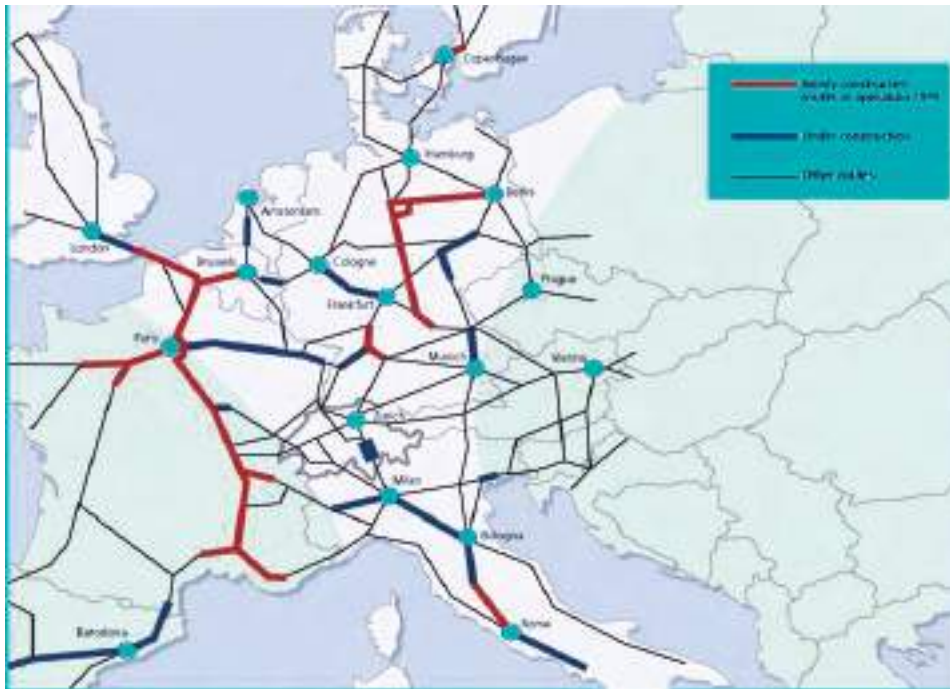


Figure 1: European High-speed Railway System

The 57 km long Gotthard Base Tunnel (GBT) consists of two parallel single-track tubes with an excavation diameter ranging from 8.8 to 9.5m, which are interlinked by means of cross-passages every 312m. Two multifunction stations (MFS) are located in the sections Sedrun and Faido, at a distance of one-third and two-thirds of the overall tunnel length. These will be used for the diversion of trains to the other main tube via tunnel crossovers, for the housing of technical infrastructure and equipment and for potential emergency stops.

To reduce construction time, the GBT has been divided into five sections and was excavated from several sites simultaneously. The tunnel was excavated not only from the two portals, Erstfeld in the north and Bodio in the south, but also from three intermediate attacks, with their corresponding access tunnels in Amsteg and Faido and two vertical 800 m deep shafts in Sedrun.

One of the main challenges was the realisation of the Inner Lining parallel to the excavation works, which will be explained in the article “Parallelism of excavation and inner lining”.

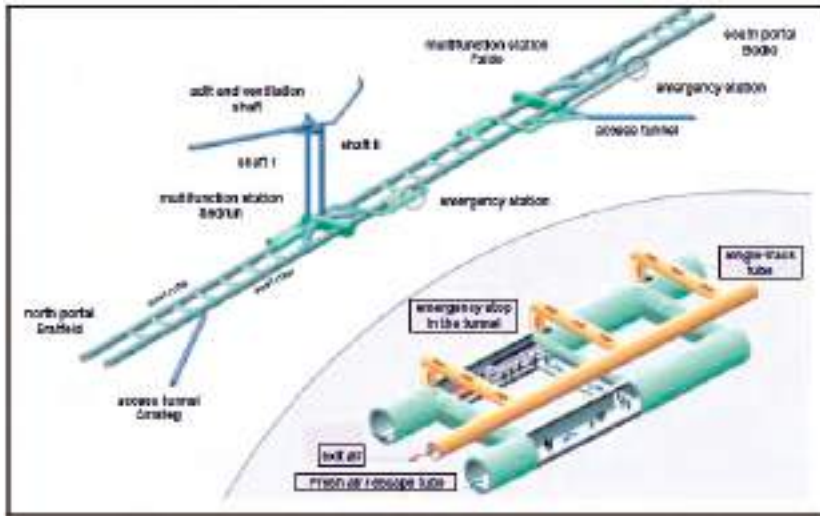


Figure 2: Gotthard Base Tunnel, tunnel system and emergency stop

The whole underground system includes a total of 151.8 km of galleries and tunnels, of which 66.3 km or 43.7% has been excavated by tunnel boring machines (TBM), and 85.5km or 56.3% by the drill-and-blast method.

Today, it is only possible to transport a total train weight of 1, 400 tons maximum through the Alps via railway using two locomotives, because the inclination of the railway is too steep to lift the weight. Once the GBT is completed and opened for trains, one train could transport a total weight of 4,000 tons.

In order to maximise the possible transportation weight and to displace road traffic onto rail tracks, the Swiss rail system needed to expand; in particular, several lines needed to be developed, as shown in Figure 3.

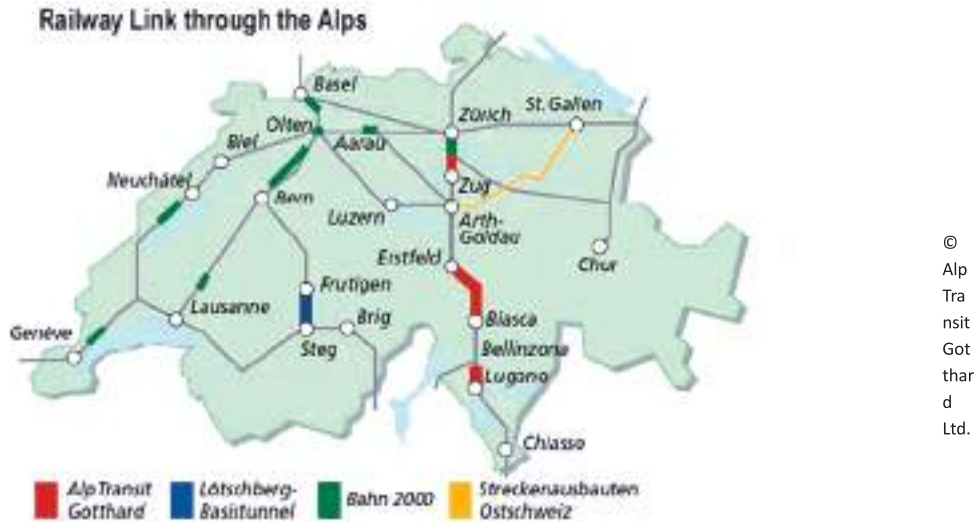


Figure 3: New Railway Link through the Alps (NRLA)

CHALLENGES OF THE GBT: PARALLELISM OF EXCAVATION AND INNER LINING

The lot combination of the two sections of Bodio and Faido was offered as a variant. In contrast to the schedule in the case of individual lots, it provides for the driving of the 2 sub-sectors of Bodio and Faido in succession using only 2 tunnel-boring machines (instead of 4). This variant was subsequently selected. This involves a high level of parallel tunnelling and lining installation work and therefore, in particular, the necessity of performing lining installation as tunnelling continues, in order to meet the specified completion deadline. In other words, the lining installation worksites for the East and West Bores will follow TBM tunnelling operations with a lag of a few kilometres.

Simultaneous tunnelling and lining installation presents special challenges to the site logistics and necessitates tailor-made working solutions. These topics are examined below. The overall construction sequence and schedule are first discussed briefly in order to provide an improved picture of the complex interdependencies which prevail in some cases here.

PROJECT COSTS

The estimated final costs are (status: 2010) 12 billion Swiss Francs.

In July 2006, the client, AlpTransit Gotthard Ltd., numbered the project costs at a total amount of 8.035 billion CHF, which already represents a 21.3% cost overrun compared with the planned and approved budget of 1998.

The main reason offered to explain the additional costs was general improvements to the project regarding increased safety standards. The requirements for railway and security techniques have risen since the planning and beginning of the project and had to be adapted. Thus, other improvements that are advantageous for the environment and the population have been realised during the project.

The geological conditions play an important role, too. If the geology changes a lot and the working circumstances change very negatively, the contractors have additional expenses that have to be regulated.

The Swiss Federal Office of Traffic lanced an economic efficiency study in 2010 which calculated an annual profit of 4 million CHF for the infrastructural operations and an annual profit of 71 million CHF for the passenger transportation.

The cost-benefit analysis shows a total profit of 18 million CHF with the resulting costs included.

GENERAL CONSTRUCTION SEQUENCE

As initially mentioned, it is not possible to wait with the installation of the tunnel lining in this case until completion of TBM excavation works. Instead, because of the required completion date, the tunnel lining work must follow the face at a lag of a few kilometres. The actual distance depends on various boundary conditions. In addition, drill and blast excavation of the transverse galleries, which are to be driven from the East Bore at intervals of around 300m, will be conducted between the TBM face and the lining installation worksite.

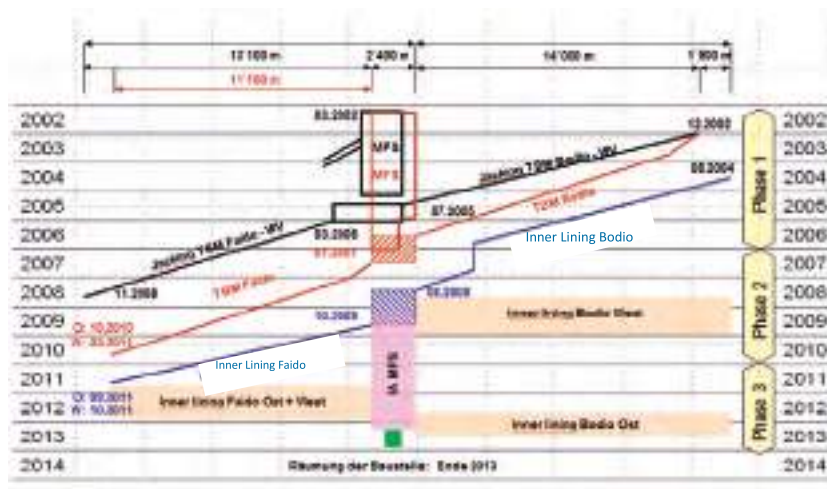


Figure 4: Schematic view of the construction schedule; comparison with original contractual schedule

The general construction sequence is based on the procedure of excavating the Faido multifunction station (MFS) simultaneously with the TBM tunnelling operations in the Bodio sub-sector in the initial construction phase. After the TBM's breakthrough into the Faido MFS, this machine was partially dismantled and passed through the multifunction station, in order, during a second phase, to drive the Faido sub-sector, using new and larger cutter heads, up to the lot boundary at Sedrun. The third and final phase comprises, after completion of excavation, the completion of the on-going concreting work in the single-track tunnels and of the multifunction station up to the stage-by-stage hand-over of the tunnel bores to the client (Figure 4).

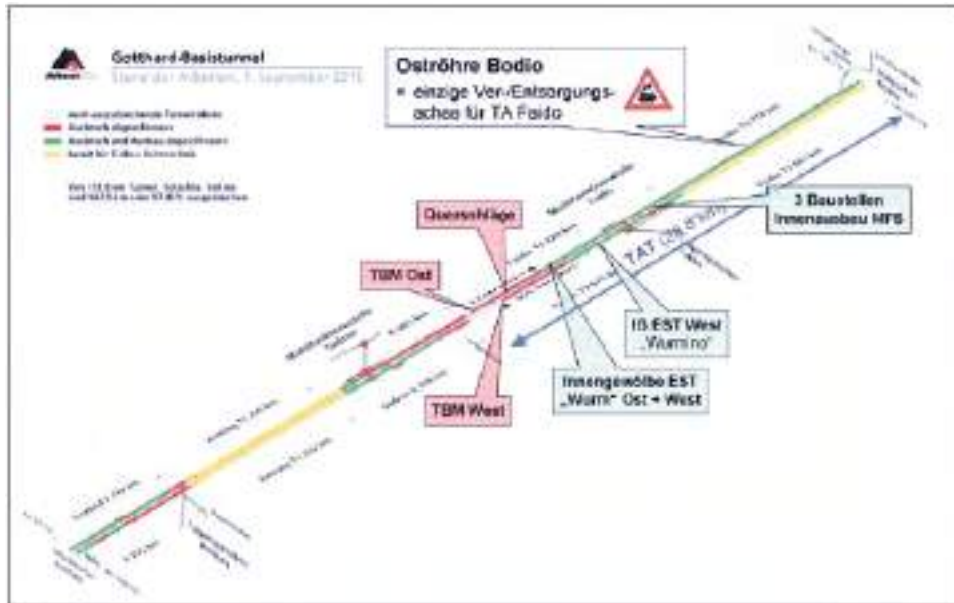


Figure 5: The East Bore at Bodio; as of Phase 2 the only supply axis for work in the Faido sub-sector (example: status in September 2010)

As a result of bench work in the West Bore at Bodio and subsequent hand-over of the bores to the client (for installation of rail equipment by other contractors), only the East Bore at Bodio is available as of the start of the second construction phase for rail-based transport movements to and from all the sub-sites of the Faido sub-sector (Figure 5). The rail link to the Faido sub-sector will be permanently interrupted during the third phase, due to the installation of the bench in the East Bore at Bodio.

The particular challenge posed by the lining installation worksites is the fact that the supply lines for TBM-tunnelling operations and for the transverse gallery site (cooling/utility water, power, communications) must be routed “in operation” through the working area. For this purpose, the

lining installation worksites in both bores, with all the necessary sub-systems, are mounted in sequence over a length of around 600m on corresponding installations (so-called “worms”), which simultaneously function as a pipe gantry.

Innovation: the lining installation units (“worms”)

There were 3 essential requirements which had to be taken into account in the planning and execution of the lining installation unit:

- The installation had to permit double-track passage of trains throughout its length, 1 of the 2 tracks generally being occupied by the concreting and materials trains for the lining installation worksite itself.
- It had to be possible to perform all operations for the installation of the tunnel lining on a cycle of two 12m lining blocks per day (equals 24m/working-day).
- It was necessary to route the supply lines for the TBM operations and for the transverse gallery site, i.e. the supply and return lines for cooling-water, the 24kV medium-voltage cable and the communications lines, away from their mountings on the side walls before reaching the lining installation worksite, then through the site itself, and suspend them again on the sides of the finished tunnel lining. This was to be accomplished in such a way that these lines remained continuously in operation wherever possible.



Figure 6: The east “worm” near the Faïdo MFS; preceding and trailing shuttering systems, “elbow joint”

Implications for the muck-removal concept for TBM-tunnelling

Belt-conveyor solutions have been used for many years in modern tunnel construction for muck removal from long drives, both in mechanised and conventional tunnelling. For this reason, a detailed study was performed for this project, too, in order to determine whether this solution could be used here.

The lining installation worksites progressing simultaneously with TBM tunnelling proved at an early stage to be the basic critical factor in the solution. On the one hand, the available unobstructed profile in the vicinity of the lining formwork systems would make the additional inclusion of a horizontal conveyor impossible. In addition, “bypassing” of the lining installation worksite by the transfer belts installed in the transverse galleries to the respective other tunnel bore would be significantly complicated by the fact that the lining installation worksites in the 2 bores would be practically at the same position in the tunnel, and progressing at high rates, since it would be necessary to relocate the belt-conveyor systems virtually at monthly intervals.

The lining installation worksites are thus the definitive factor in determining that muck removal from the TBM operations by rail is to be preferred over a belt-conveyor solution.

Interdependencies

The interdependencies requiring steering and coordination are numerous:

- Parallel production in 2 main tubes
- Parallel production of excavation works and inner lining
- Parallel works of the main contractor and numerous subcontractors and suppliers

In this context, particularly the supply and disposal for the numerous team players is a major challenge. The time-critical path must always be in the foreground in all decisions in order to avoid overall time scheduling problems. Unpopular decisions by the disposition officers are not uncommon, and it is important that the decisions, which are based on the overall site, be taken on time and be implemented consistently.

Rail-based transportation

Logistics is responsible for the assurance of transportation to and from the entire site. In addition to handling muck, concrete and construction materials, special site dispatchers also co-ordinate passenger traffic and maintenance work on the rail and drainage facilities.

Around 50 train formations, with a total of 70 locomotives and more than 350 wagons, are in use on the site. On a daily average, 1 train movement takes place approximately every 6 minutes. Management of this extensive and complex rail traffic is accomplished from a central Train

Control Centre, from which every individual train movement in the highly ramified and fully automated rail system is supervised and controlled on monitor screens (Figure7).



Figure 7: The central train control facility at the Bodio work yard

Arrangement of tracks in the tunnel cross-section

Supply and disposal logistics for TBM tunnelling, the transverse gallery site, the 2 lining installation worksites and also other sites for lining installation at the MFS, is accomplished by rail. During the second phase of construction (Section 2.3), the rail system for the site as a whole reached a maximum length of 125km, with more than 200 sets of electrically operated points!

Two tracks per tunnel bore are vitally necessary so that other worksites can be operated simultaneously to the rear of TBM operations, 1 track functioning as the “working track” at worksites, and 1 track as a through running track. The 2 tracks, each of 900mm gauge, are arranged in such a way that the 2 inner rails themselves produce a gauge of 900mm. This ensures, on the one hand, that the rolling stock, with an unobstructed clearance of 1.6m, can pass and, on the other hand, that the “centre track” can be used without further conversion as a track for the bench work. Two further, separate rails (“formwork-car rails”) are installed outside the 2 running tracks for the TBM back-up system, the lining installation units (“worms”) and all other mobile, rail-mounted installations.

The influence of the rail system on floor design and the installation sequence for the tunnel lining

For stability and space reasons, it was necessary to modify the original design of the floor, which is laid in the sector occupied by the TBM back-up system, by widening it by around 20cm on both sides, in order to permit installation of the “outboard” formwork-car rails. The floor cross-section thus now includes the so-called “kickers” on both sides, which serve as the stop for the lining base formwork systems. The lining bases are concreted prior to the lining itself up to a height of around 1 m at the lining installation worksite in a separate operation (so-called “collars”), in order to permit subsequent pivoting in and out of the side segments of the lining formwork systems, which would not have been possible without this intermediate operation, due to the formwork-car rails.

Crossovers and single-track sections

Since they occupy 1 of the 2 tracks, the transverse gallery site, the lining installation worksites and all “itinerant worksites”, such as track maintenance, tunnel cleaning, electrical installation, surveying, etc., create single-line sections which the supply/disposal trains for all other sites must be able to traverse in “single-line working”. Double crossovers (left and right) are installed throughout the length of the tunnel at intervals of around 1km, in order to permit bypassing of the occupied sections of track, using the other track.

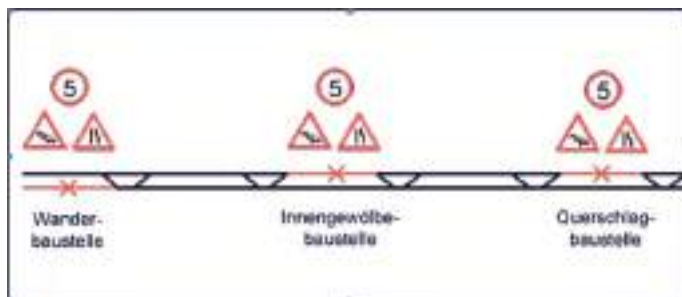


Figure 8: Diagram of track system showing cross-overs and the influence of single-line sectors on train operation

The single-track sections, due to the single-line working they require, significantly reduce the track system’s haulage capacity. In addition to the waiting times caused by trains in the opposite direction, a speed limit of 5km/h is mandatory (instead of the maximum speed of 24km/h otherwise in effect) when passing these worksites (Figure 8).

REVISIONS AND MAINTENANCE

The fact that the threat case of blocky and unstable front face of high intensity occurred on much more of the track than anticipated caused additional stops of the TBM to perform heavy maintenance work on them.



Figure 9: Maintenance of the cutter head of the western TBM during the Christmas/New Year break, 2010/2011

For the Faido section alone, a total of 10 complete cutter-head servicings had to be done, which included the replacement of wear plates, thrust wedges, stone size-limiters, cutters etc.

The increased construction time of 12 years also led to problems and challenges concerning the inventory (in part, over 18,000 hours of operation for locomotives), which mainly had to be resolved by logistics: device management, scheduling of maintenance and inspection intervals, provision of replacement equipment, transportation of equipment and spare parts from the tunnel and into the tunnel are only mentioned as examples.

CHALLENGES DURING THE EXCAVATION

Deformation and Re-profiling Measures in the West and East Tube

The main hazards were defined as a clamping and/or blocking of the TBM and/or the back-up installations, a failure of the rock support and an undersized remaining cross-section due to insufficient deformation space.

The drive of the east tube was started first with a relatively rigid rock support. Already after only a few metres though, the rock support was damaged (deformed steel arches, shotcrete failure, Figure 10) due to deformation. The TBM had entered a totally unexpected zone of squeezing rock 200 metres in length.



Figure 10: Deformed steel arch, eastern tube

The rock support had to be adapted. A heavy but flexible support type consisting of yielding steel arches with friction clutches, steel anchors and shotcrete with longitudinal convergence slots (with styrofoam inserts) was chosen and successfully applied. This rock support type assured an advance rate high enough to prevent a blocking of the cutter head.



Figure 11: Longitudinal convergence slot with Styrofoam insert

The west tube TBM was started in October 2007. In December 2007, the first cracks developed in the rigidified shotcrete of the eastern tube on the level of the western TBM, about 600m behind the face. The subsequent drive led to a failure of the rock support in the eastern as well as the western tube over a length of several hundred metres.

In the eastern tube, not only the vaults were destroyed, but also the insitu-cast concrete blocks of the invert were heaved and torn. The transport logistics for the eastern advance could be maintained, as the vault was stable. A speed reduction was necessary, however, for the trains on the deformed track.

In the western tube, the situation was more critical. The back-up installations were in danger of jamming due to the deformation and the invert was demolished. To ensure the trailing of the back-up installation, the shotcrete had to be removed by a cutting hammer under tight conditions in some places (Figure 12).



Figure 12: Back-up installation – deformation

Under these difficult working conditions, the advance rates decreased to a minimum of 1 m/d. The average advance rate slowed down to 3–5 m/d instead of the previous 11m/d. Advance rates which are too low also increase the risk of a blocking of the TBM head due to deformations. Maintenance time was thus optimised to maximise the excavation time.

In order to explain these processes, extensive numerical calculations and back analyses were done. The calculation results showed that the geological conditions were worse than originally predicted. In addition, the transition zone between an unfavourable flat rock layer and steeper layers of Lucomagno gneisses (the Chièra syncline) was located in a zone about 500m further north with a higher overburden. Thus, a higher rock pressure had to be carried by a weaker rock

than predicted. Against all expectations, the tunnel tubes were interacting due to the difficult geological conditions. The excavation works in the tubes were influencing one another.

The damage to the temporary support and the sole already built had become too severe and long stretches of lower profile in two tubes each had to be rehabilitated over a length of more than 200m. As a consequence, a detailed action plan was developed as a guideline for the re-profiling works in the tunnel tubes. Different phases and renovation levels were defined for vault and invert, whereby the major distinction was made between a partial or a total renovation and a reinforced or a non-reinforced lining (Figure 13).



Figure 13: Re-profiling

Diagonal cross-passages were excavated to provide access for train logistics through one tunnel while the second tunnel was under repair. This allowed for a total closure of the tunnel under renovation and a more effective working process.

The tunnel was enlarged in places where the displacements had produced an unacceptable under profile, and the support was reinforced. Furthermore, the deformed invert was replaced.

In the eastern tube, the repair work started in March 2009 and was finished in September of the same year. The work in the western tube began at the end of September 2009 and was completed in June 2010.

Driving of the Piora syncline

On their way to Sedrun, the TBMs had to pass through the Piora syncline with an overburden of about 1,800 m. It was a key point in the geology of the GBT, since the structure and extent of the Piora syncline were initially unclear.

The Piora syncline is a Triassic deposit of dolomite within the Gotthard massif, which is embedded between Lucomagno gneiss and Medelser granite. It extends over a distance of about 145 m, including the border zone. Above base tunnel level, the dolomite is disintegrated into a matrix of fine sand and solid Dolomite blocks in water. Extensive exploration was necessary in order to ascertain the actual conditions for the tunnel construction at the base tunnel level. This exploration was realised by means of a 6 km long exploratory gallery reaching close to the Piora syncline and being situated 300 m above GBT level.

Four inclined test bores executed from the Piora exploratory gallery down to GBT level indicated that the geology at that depth was characterised by solid Dolomite-Anhydrite formations without any water pressure or circulation (Figure 14).

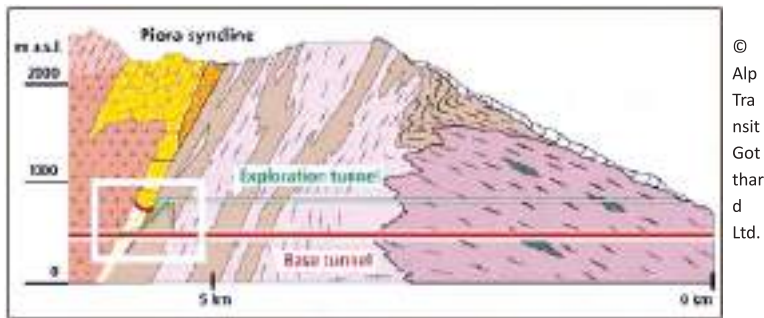


Figure 14: Investigation of the Piora Syncline

A geological model was elaborated to demonstrate the findings of the exploratory bores, which showed the basin to be a solid carbonic Triassic formation with occasional lentils of anhydrite or gypsum. The fissures in the rock were filled with gypsum preventing a major water inflow. Geologists deduced from these findings that a gypsum cap must have formed through the transformation of anhydrite to gypsum under the presence of water between the formations at exploratory drilling level, which include sugar-grained dolomite, and the formations at base tunnel level, so that any circulation to a lower level was prevented due to the bottom of the nearby valleys.

Therefore, favourable tunnelling conditions could be expected for the excavation of the Piora syncline. However, the fault zone had to be handled with care and due respect. Therefore, comprehensive investigation and monitoring measures were planned, as the investigation

drillings from the exploratory tunnel were at a few 100 metres' distance from the main tunnel profile.

The action plan included special event scenarios and appropriate measures for the driving through the Piora syncline, as local geological discontinuities were still possible. One possible event scenario was a jamming of the TBM due to heavy squeezing deformation. Finally, this led to an increased excavation diameter of the TBM (shifting to 9.5 m) to allow for possible deformation and the necessary increased thickness of the rock support and final lining.

Both TBMs were stopped prior to their entrance into the Piora syncline for a complete overhaul. During these stops, a long preventer-protected core drilling was performed in the first tube in the direction of the advance (Figure 14) by TIMDrilling. Drillings of up to 300 m could have been performed in ground with high water pressure. Nevertheless, the probability of a water inflow was extremely low. The drilling results were compared with the previous ones and the investigation findings. The supporting elements (TH 44 flexible steel arches, shotcrete and mesh) which had to be applied along the entire track within the Piora syncline were adapted accordingly.



Figure 15: Eastern TBM in the Piora Syncline

Afterwards, the TBM drive was started. There was no water inflow registered and the dolomite was compact (Figure 15). The zone did not present any major problems. The radial deformations reached only 4 cm and never exceeded the predicted degrees. Thus, the excavation of the Piora syncline could successfully be completed in October 2008. The average advance rates were nearly 10m/day.

Breakdown in the West Tube

During the night of 3rd March 2010 to 4th March 2010, the TBM in the western tube entered a steep fault zone (thickness 6 m) consisting of kakirite, cataclasite and broken rock of the Tenelin zone. An unexpected breakdown happened in front of the cutter head. The mucking train was filled after 80cm already instead of the normal 2m of excavation.

The eastern tube TBM had passed through the Tenelin zone a few months earlier without major problems.

The first measures taken were a change in the rock support and the installation of steel arches and shotcrete. A careful attempt to continue the drive was made. The zone was dry and the rock conditions over the last metres excavated were stable. There was no pressure on the shield and no rock burst phenomena were observed.

During the attempt to continue with the excavation works, the TBM conveyed some hundred cubic metres of muck, but did not make any progress. The cohesionless breakdown material was filling the whole cutter head and the drive came to a standstill (Figure 16). The cutter head was filled with loose material.



Figure 16: Standstill of the West Tube TBM

The “TBM” working group met on 5th March to take a look at the breakdown and to decide on the measures to be taken. An investigation drilling campaign was undertaken to explore the geometry of the fault and of the developed cavity. About 1,300m of investigation drillings were executed in the following days. Furthermore, a protective shield of spits (several layers with a total of 1,100m) and a 55m³ concrete seal above the spits were put in place. The spits were perforated in order to inject mortar grout (in total 39m³) to stabilise the loose ground.

After the measures were taken, an attempt was made again on 12th/13th March to enter the breakdown area and to drive through it. The attempt was not successful. A large amount of loose material was conveyed again, but the TBM could not advance. The driving was finally stopped. A second investigation drilling campaign was undertaken. The cavity was larger than originally expected. The volume amounted to about 2,700m³ with a height of up to 40m.



Figure 17: Grouting work from the niche

The working group “TBM” decided to implement grout injections from a niche to solidify the loose ground in the east tube and to drive a counter-attack. All the necessary measures were mentioned in the action plan. As a consequence, this preliminary preparation enabled a short reaction time. The using of spits, the cross-section of the counter-attack as well as the needed rock support, the members of the working group “injection”, the required size of the injection niche, the grouting equipment including on-site tests and the ecological compatibility of the grout material were described in detail.

The grouting works included 3,500m of drilling, 103m³ of gel injections and 120m³ (corresponding to 70 metric tons) of cement grouting and began with the excavation of the niche in the east tube in March 2010 and were successfully completed in June 2010 (Figure 17). The

excavation of the gallery for the counter-attack reached the blocked TBM in the west tube in July 2010. The TBM could be freed and the drive was restarted two days later (Figure 18). By the end of July, the TBM had passed the zone. The measures to free the west tube TBM needed a total of about 20 weeks' time.



Figure 18: Successful restart of the West Tube TBM

Water Inrush at the East Tube

The TBM in the eastern tube was faced with large quantities of inflowing water at the beginning of June 2010, while the western tube was blocked in the breakdown. The inflow of water amounted to a maximum of 92l/s.

Thanks to the investigations, the problem had been detected before the TBM entered the zone. The results of the investigation measures (percussive drilling, temperature measurements) were indicating an aquiferous zone at about 80m in advance. The TBM was stopped 20m in front of the zone and drainage bores (according to the action plan) were executed. Once the drainage measures were taken, the excavation work was continued.

As the overburden is more than 2,000metres, water pressures can reach up to 200bar. Therefore, the drainage of the zone is of utmost importance. The TBM drive should not approach water under high pressure, as this could result in a bursting of the rock between the water-carrying zone and the tunnel face. Therefore, the reduction of the water pressure by means of drainage drills becomes an important safety factor.



Figure 19: Inrush of water in the East Tube

The water temperature was about 48C. It became a major task to control the climate and to cool down the temperature at the working places to the required maximum 28C dry temperature. The condition for the workers became difficult. Appropriate measures had to be taken to guarantee an evacuation and diversion of the water to the portal as well as a cooling of the same before it was fed into the local river.

Unstable and Blocky Front Face

In zones with a high overburden, especially by the end of the two drives in the Medelser granite, an unstable and blocky front face caused some problems during excavation. The TBM couldn't work in the usual, intended manner by breaking out "chips" with the disks. Due to the blocks breaking out (up to 5 m³, Figure 20), the TBM worked more as a "stone crusher". The stability of the tunnel wasn't endangered by this phenomenon, but it caused major damage to the cutter heads of the TBMs and the conveyor belt of the backup.

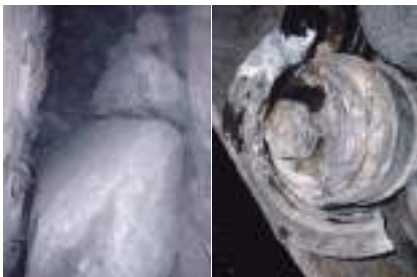


Figure 20: blocky front face with a crushed disk

For both drives, flat cutter heads were used. The discussion whether a flat cutter head or a convex cutter head would be more appropriate for this case couldn't be finalised. In the case of the Gotthard base tunnel, especially for the Faïdo section, unstable and blocky front faces of high intensity were predicted on only about 200 m (less than 2%) of the total 12 km to be excavated. Contractually, the TBM had to be designed for prevailing threat cases. Accordingly, the drill-head design was based on the prognosis of the remaining 98% of the track (where a convex cutter head would have been less than optimal).

CONCLUSIONS

Recent experience on the Gotthard Base Tunnel shows significantly higher advance rates for long TBM drives than for conventional tunnelling. This is still the case when isolated fault zones cause longer standstills for the TBM drive. With regard to the cost effects, no direct experience has been gained due to the fact that there is no situation on the Gotthard Base Tunnel where one tube will be excavated by TBM and the other by conventional tunnelling. Experience on the Lötschberg Base Tunnel shows only a small difference in cost between the two methods. A well-organised conventional drive allows mastering of large deformations and thereby mastering of high pressures in squeezing conditions. The response to changing rock conditions is easier and faster with conventional tunnelling, as the above examples show. The application of auxiliary construction measures for ground improvement (grouting), ground reinforcement (fore-piling, face anchoring) and dewatering is much easier for conventional tunnelling than for TBM excavation. A TBM drive is technically and economically not feasible in very difficult rock conditions, as demonstrated in Sedrun North and the Faïdo multifunction station. Most of the above-mentioned examples had a significant impact on the construction costs and construction time. So far, in all cases, a satisfactory solution could be found for both parties.

All the challenges, mainly caused by unpredictable geological conditions, could be handled and managed thanks to the extensive preparation of the TBM drives and the careful implementation of all necessary measures. The consistent risk management of AlpTransit Gotthard Ltd. has taken into account all possible risks. Based on this risk analysis, the measures and actions to control these risks were prepared in the action plan.

The client's formation of a "TBM" working group with representatives from AlpTransit Gotthard Ltd., the designer, the contractor as well as experts has allowed for a close follow-up and a short response time. As designated in the action plan, additional installations and material were stored on site to enable a fast reaction.

The experience gained during the TBM drives between Faïdo and Sedrun has shown that these decisions were appropriate. This successful completion was only possible due to the good

cooperation between AlpTransit Gotthard Ltd., the contractor, the Gotthard Base Tunnel South (IG GBTS) joint-venture and all other experts and professionals involved.

The tunnel boring machines from Herrenknecht, which were employed in this project, have fully proven to be the right choice, both on the part of the project author and the contractor. The contractor, AlpTransit Gotthard Ltd. and the engineering joint venture IG GBTS were able to jointly manage even extremely difficult ground conditions with these TBMs in a relatively short time and with a reasonable amount of additional effort. The decision taken to excavate the multifunction station by conventional method (and to pull the TBMs through the MFS over a distance of 2.5 km) has also proven right, as the convergence occurring in this area would have exceeded the possibilities of a TBM advance or led to huge additional expenses.

Thus, TBM advance rates were achieved, which could not have been reached by far using conventional tunnelling methods. For the financial arrangements regarding fault zones, amicable solutions could be found. In the end, it can be stated that for the 57 km long GBT project, the tunnel metres excavated by TBM were much cheaper than metres excavated by conventional method would have been.

Lining installation (installation of the inner shell) should be started in tunnel projects, whenever possible, only after completion of the tunnelling works, as it simplifies supply/disposal interfaces and eliminates cross-influences and obstructions. In addition, there are no restrictions to the selection of the logistic solutions. The fact that the lining installation worksites were trailing behind the tunnel drives at a distance of only a few kilometres in this project made a belt-conveyor solution impossible. In the end, this led to the selection of a cost and labour-intensive rail-based muck removal system. Furthermore, it would be recommendable for future tunnel projects with similar logistical interdependencies and the possibility of unexpectedly severe deformations (or invert heaving, for example) to reflect upon a “pre-emptive” inclusion of site-logistical transverse galleries, as a “completion date observing provision”, already at project planning stage.

For large-infrastructure projects, an effective and efficient logistic system is a high-priority topic. Such long-term projects of several years up to decades, which are usually run in continuous operation, should be organised and led more like a company than like a typical construction site. This would have beneficial effects starting with personal aspects of organisation (motivation and career planning, staff turnover and rotations) to financial concerns, especially regarding the equipment pool (depreciation period, replacement investments).

KARGI HYDROPOWER PLANT TYRKIA- DRIVING AV 11,5 KM LANG OG 9,8 M DIAMETER TUNNEL MED NY ROBBINS DOUBLE SHIELD TBM**Kargi Hydropower Plant, Turkey- tunneling of 11.5 km / 9.8 m diameter tunnel with new Robbins Double Shield TBM**

Siv.ing Øystein Lilleland, Vice President Head of Projects, Statkraft South East Europe
Siv.ing Marit H. Flood, Senior Vannkraftingeniør, Statkraft South East Europe

SAMMENDRAG

Statkraft Internasjonal driver i dag utvikling av vannkraftprosjekter i 13 land verden rundt og har i løpet av en drøy 10 års periode blitt en betydelig internasjonal aktør, den nest største vannkraftprodusenten etter norsk målestokk. Statkraft Internasjonal driver nå med årlig profitt.

Kargi vannkraftprosjekt i Tyrkia er del av en vannkraftportefølje, 100% eid av Statkraft. Kraftverket, inkludert 11,5 km (ca. 100 m²) tilløpstunnel, ble i utgangspunktet forespurt som konvensjonelt drevet og sikret, men den Tyrkiske entreprenøren Gülermak vant tilbudskonkurransen med sitt Robbins double shield TBM alternativ. Med alternativt bud tok de også på seg større framdriftsansvar og unngikk lange tverrslagstunneler. TBMen har hatt framdriftsproblemer i den geologisk utfordrende del av tunnelen, og mitigerende tiltak er iverksatt ved blant annet konvensjonell drift fra den andre siden (reservoarsiden). Dette har medført at Statkraft har kunnet iverksette strategi om overføring av norsk tunnelmetodikk (NTM) med en viss suksess så langt. TBM erfaringene er mer blandet og denne artikkelen analyserer noen av erfaringene så langt og hvor vidt problemene kunne vært unngått. Konklusjonen så langt, men ennå prematur, er at Statkraft trolig ville hatt bedre framdriftsmessig status for hovedalternativ med konvensjonell tunneldrift basert på NTM.

SUMMARY

Statkraft International has hydropower developments in 13 countries around the world and has within the later ten years grown rapidly, becoming a substantial international hydropower Owner, the second largest if compared to Norwegian Hydropower Companies. Statkraft International is now a profitable business.

Kargi Hydropower Project in Turkey is part of a Turkish portfolio 100% owned by Statkraft. The power plant, with 11,5 km headrace tunnel (approximately 100 m²), was originally tendered as a drill & blast tunnel, but the Turkish contractor Gülermak won the bid with their Robbins double-shield TBM alternative, taking on more of the progress risks and avoiding long access and adit tunnels. The double shield TBM has had progress problems in the challenging part of the geology, and mitigation has been started with drill & blast from the upstream side, allowing Statkraft to implement strategy on Norwegian Tunneling Method (NTM) philosophies with a certain success so far. The TBM experience are more mixed, and

this article analyses some of the experiences so far, and if the problems could have been avoided. The conclusion so far, but yet premature, is that Statkraft would have had better progress status with the original Drill & Blast main alternative (NTM).

INNLEDNING

Statkraft startet tidlig på 90 tallet med å se på mulig vekst utenfor Norge. Starten var en forsiktig satsing som startet i tidlig på første halvdel av 90-tallet, med Nepal og Khimti (idriftsatt rundt år 2000), samt Laos og Thien Hienbon (idriftsatt 1998). For Statkraft ble dette en viktig erfaring for senere internasjonal utvikling. I 2002 ble SN Power etablert, sammen med NORFUND i et 50/50 Joint Venture selskap for å se på videre internasjonal satsing i vekstmarkeder. I 2005 ble det etablert et eget satsingsområde innenfor Statkraft for ny vannkraft/fornybar energi i tilknytning til det europeiske kraftmarkedet. Dette var en naturlig utvidelse av virksomheten, etter Statkraft solgte sine andeler i Sydkraft til EON, i bytte mot vannkrafteiendeler og aksjer i EON, som ga Statkraft en større portefølje i Europa.

Statkraft International inkluderer i dag forvaltning av 60% eierskap i SN Power Invest, Thien Hienbon i Laos og Kihmti i Nepal. Foretningsområdet Statkraft Sørøst Europa eier og utvikler ny vannkraft i Tyrkia og Albania.



Figur 1 Statkraft Internasjonal sine vannkraftaktiviteter

Virksomheten strekker seg over 13 land globalt, og i porteføljen er det nå en samlet produksjon, operativ og under bygging, på rundt 10 TWh. Det er en vedtatt strategi å vokse videre. Internasjonal virksomhet representerer nå en størrelse som tilsvarer nummer 2 i Norge, målt i produksjon.

Forretningsområde Sørøst-Europa har ferdigstilt et kraftverk i Tyrkia (Cakit 20 MW), har to større prosjekter under bygging hvorav vi er midt i gjennomføringen av et stort RoR ("Run of River") prosjekt, Kargi HEPP (102 MW) i Kizilirmak, Tyrkias lengste elv.

Kraftverkstunnelen er lang, har betydelig diameter og det er en "lurvete" geologi. Cetin (517 MW) sørøst i Tyrkia er det tredje prosjektet hvor dammen er største element og man nylig er kommet i gang. Dette prosjektet vil vi ikke omtale nærmere her.

Denne artikkelen ser på hvordan Statkraft som norsk aktør og 100% prosjekteier har tilnærmet seg investeringen primært i forbindelse med tunnelarbeider, og hvordan vi med norsk prosjektfilosofi og tunnelmetodikk har lyktes så langt.

BESKRIVELSE AV KRAFTVERKET



Foto 1 Kargi, kraftstasjonsområde oktober 2012

Installasjoner/tekniske data	Beskrivelse	Størrelser
Driftsdata/hydrologi	Magasin ca.15 timer full produksjon Maks driftsvannføring Midlere årlig produksjon	8 mill m ³ 167 m ³ /s 470 GWh
Damtype	Løsmassefundamentert jordfyllingsdam med frontal tettesone (impermeabel duk).	Lengde 500 m Høyde 13,5 m
Flomløpskonstruksjon	Betong kanal, fundamentert på fjell	Segmentluker 7stk, b/h = 10m/8 m Fisketrapp og minstevannsføringsluke
Tilløpstunnel	11,5 km, ca. 3 km betongutstøpt 8,5 km sprut og bolt	TBM diameter 9,8 m Ferdig segment linet: 8,6 m D&B tverrsnitt: 95 m ²
Kraftstasjon	I dagen, med utløpskanal inn utløp i nedstrøms reservoar (Boyabat)	
Turbiner	2x 51 MW Francis	102 MW
Transmisjonslinje	154 kV	13,7 km
Utbyggingskostnad		250 MEUR



Figur 2 Layout anleggsområde

TRAVEL UTVIKLINGSFASE TIL INVESTERINGSBESLUTNING

Statkraft lykkes i konkurranse å kjøpe opp en portefølje på 7 vannkraftkonsesjoner i Tyrkia, primært innvilgete konsesjoner (lisenser), som ble redusert til 3 etter forhandlinger. Konsesjonene var kjøpt i første privatiseringsrunde i Tyrkia, og var delvis utviklet gjennom forstudier til ulike modenhetsnivå, der et av kraftverkene var 50% ferdigstilt (Cakit). Overtakelse av porteføljen skjedde juni 2009.

Cakit, under utbygging, ble naturlig nok første prioritet. Det var om å gjøre å komme i best mulig inngrep med og få kontroll over prosjektet. Spesiell fokus ble lagt på å definere tilleggskrav rundt driftsmessige forhold. Vår driftserfaring var viktig for å legge det så tett opp mot operasjonelle krav i Statkraft som mulig. Et prosjekt som er 50% ferdig er uansett vanskelig å foreta dramatiske endringer med, så fokus gikk på risikoreduserende tiltak og på å få mest mulig kontroll på tidsplan og budsjett for gjenværende fase. Ekstremt viktig var så langt som mulig også å unngå forstyrrelser i eksisterende organisasjon, samt å benytte prosjektet til å få kulturell læring og brobygging. Vi kom i mål på tid, kost og budsjett i 2010 og fikk implementert en del optimalisering ved å ta vekk full betonglining i en del av tunnelsystemet med betydelige besparelser, samt at vi hadde bygget gode relasjoner med selskapets ansatte som også ble med videre i Statkraft Sørøst Europa.



Foto 2 Cakit kraftverk

Denne erfaringen var viktig for parallell utvikling av Kargi som var på et tidligere utviklingsstadium. Vi ble noen erfaringer rikere, og fikk tydeliggjort en del kulturelle (tekniske og styringsmessige) forskjeller. Denne læringen ble vesentlig for å treffe riktige prosjekt- og anskaffelsesstrategi for Kargi som også var et vesentlig større prosjekt.

En stor utfordring med porteføljen er lovgivningen i Tyrkia som innvilger konsesjon med gyldighet på 49 år fra innvilgelsesdato og i tillegg setter en tidsfrist for å starte og ferdigstille bygging. Dette i motsats til i Norge der det gis tidsramme for å starte bygging og konsesjonstid fra når man idriftsetter kraftverket. Siden konsesjonene var innvilget da vi overtok, og tiden hadde begynt å løpe, var marginene i tid krevende både for Kargi og Cetin. Det gjorde at vi måtte prioritere tøft, og valgte ut områder med størst økonomisk betydning. Vi tok ledelse over prosessene og innenfor mulighetene som var til stede uten å forsinke prosjekteringen av prosjektene for mye, implementere en del av norsk metodologi, ikke minst på tunnelsiden.

Ikke uventet, er utgangspunktet i Tyrkia at man betongutstøper bort imot alt av tunneler. I mange tilfeller vil det være riktig, siden det er tidvis meget utfordrende geologi i landet. Sprut- og boltsikring er tidligere benyttet på prosjekter med god geologi på Svartehavskysten, men like fullt er rådende tankegang at betongutstøpte tunneler er det som fungerer.

Fokus på optimalisering av vannkraftanlegg og reduksjon av kostnader syntes ikke å ha vært framtreddende på samme måte i Tyrkisk tradisjon som det har vært i Norge. Dette har trolig sammenheng med at Tyrkia som statlig utbygger (Directorate of State Hydraulics, DSI) i stor grad fokuserte på at det skulle være kvalitet mens tid og kostnad historisk ikke har vært så viktig. I tillegg ble finansiering av prosjektene gjort delvis gjennom årlige bevillinger, og det ble dermed ikke fokusert på flerårige prosjektbudsjetter og tid. Dette synes også å være litt av utfordringene mot konsulentmiljøene som lett faller tilbake på "DSI-tankegang". De dimensjonerer ofte konservativt og rett og slett lager prosjektene unødvendig dyre.

Med et slikt utgangspunkt var det derfor en viktig strategi å finne ut hvordan vi skulle få til kostnadsoptimaliseringer, og hvordan vi kunne få aksept både hos våre konsulenter og godkjennende myndigheter for løsninger bygget på norsk tankegang. For Kargis del var det naturlig å fokusere på tunnelutformingen siden den er den klart største kostnadsbæreren og risikofaktoren for prosjektet.

Grunnlaget for Kargi var en forstudie som viste en fullt utstøpt tunnel og en kraftstasjon i dagen med en turbin på 102 MW.

Av driftsmessige forhold endret vi konseptet til to turbiner, som også muliggjør kjøring under framtidig vedlikehold uten at man taper vann og inntekt. I tillegg sikres muligheten for mer fleksibel drift. Videre startet vi en prosess med analyse av geologien basert på gjeldende studier, og utvidet med nye kjerneboringer basert på sammen med vår tyrkiske konsulent og hjelp av Arild Palmstrøm, Rockmass. Et sentralt punkt å komme bort fra den prosjekterte totalt betongutstøpte tunnelen til bruk av sprøytebetong og bolt, der geologien tilsier at det er tilstrekkelig.

Kartleggingen konkluderte med at betydelige deler av tunnelen kunne etableres med bruk av sprutbetong og fjellbolt, men det måtte jobbes en god del med å etablere aksept for dette.

Fra Cakit hadde vi lært en meget viktig ting: Sprutbetong er kun for temporær sikring i Tyrkia. "Det skal jo utstøpes etterpå likevel". Med andre ord, sprutbetong blir ikke sett på som en permanent god beskyttelse i tunneler. Dette gjør at tyrkiske aktører heller ikke har utviklet særlig raffinert tankegang rundt blandingsresepter, ei heller utførelse. Prelltap på rundt 20-30 % har vært relativt normalt.

I slutten av forprosjektet og ved etablering av designbasis, hadde vi et kraftverkskonsept der vi hadde etablert betydelige besparelser ved flere designoptimaliseringer, spesielt ved å gå fra 11,5 km betongutstøpt tunnel, ned til ca. 3 km, mens resten var forutsatt sikret etter behov med sprutbetong og bolter primært. I tillegg var det lagt in Statkraft sine standarder i maskinutrustning og styringssystemer.

ANBUDSFASEN

Anbudsstrategien tok utgangspunkt i FIDIC kontraktsstandarder og Statkrafttilpasset versjon:

- "Yellow book" på maskin/elektro (normal EPC, som benyttes i Norge)
- "Red book" (tilsvarende enhetspriskontrakt) på bygningsmessige arbeider, tilpasset tyrkiske kontraktsstandarder, slik at vi tilpasset oss rimelig godt til det tyrkiske kontraktsmarkedet.
- Splitte byggkontrakten i to, der vi skilte ut tunnelarbeidene for om mulig få en rendyrket tunnelentreprise og bedre mulighet for direkte styring
- Gå ut på det internasjonale markedet med prekvalifisering, "shortlisting" og evaluering av tilbydere.
- Med basis i bra tilfang av kompetanse lokalt, ble det satset på å bygge eget prosjektteam fra eierside med hovedsakelig tyrkiske Statkraftansatte, og uten å sette bort styringen på kontrakt.

Prekvalifiseringen viste at det stort sett var tyrkiske entreprenører, enten alene eller i samarbeid med noen av de store europeiske, som gikk videre til neste runde. Over 40 entreprenører ble prekvalifisert.

Statkraft eier anlegget 100%, og finansieringen kommer over egen bok. Vi står derfor helt fritt til å utforme egen strategi, og slipper å ta hensyn til partnere eller prosjektfinansinstitusjoner. Dette er også en relativt unik posisjon, og har knapt vært tilfelle for en norsk kraftutbygger utenlands tidligere.

Med en slik bakgrunn hadde vi som utgangspunkt at vi ville forsøke å få til norsk filosofi i tunneldrift og sikring.

Det ble valgt å beskrive hovedkonseptet i anbudet som konvensjonell boring og sprengning. Første 8 km av tunnelen tillot i henhold til geologien stor grad av sprut- og boltsikring, mens nedre del på 3-3,5 km måtte støpes ut.

Det ble derfor tenkt ut følgende strategi for forhandlinger og avklaringer med tilbydere:

- Vektlegge sterkt våre forventninger til tunneldrift. Selge inn driftsmetodikk og forklare norsk metodikk, inklusive alle deler av en syklus
- Forklare viktigheten av sprutbetongkvalitet, både delen som går på blandingsresept, adekvat utstyr og utførelse

Som man vet er det ikke gitt at det som blir beskrevet blir lest for godt, og med bakgrunn i erfaringene antok vi at det ble viktig å ha en solid prosess for å sikre oss at tilbydere vi forhandlet med, med sikkerhet forsto grunnlaget.

Vi styrket derfor vårt eget tekniske forhandlingsteam med erfaring fra norsk entreprenørside. Olav Woldmo fra Woldmo Consult på sprutbetong, Sigve Rusdal og Tormod Stigen fra Skanska på tunneldrift for øvrig. Under forhandlingsperioden på to måneder, ble det gjennomført flere tekniske avklaringsmøter og det ble helt tydelig at det var et relativt stort gap mellom tyrkisk og norsk praksis.

Fra vårt ståsted var det følgende viktige mangler i tyrkiske metodebeskrivelser:

- Tunneldrift basert på toppstøll og pall ved litt størrelse på tverrsnittet
- Kun bruk av to boms rigger med 3,5-4 m borlengder
- Ikke gjennomført tenkning rundt effektivitet ved lasting/lossing
- Kun basert på v-cut drift

Samtlige entreprenører viste en relativt svak daglig framdrift i sine anbud.

Det ble gjort en svært god jobb fra våre innleide spesialister i å gå gjennom norsk metodikk, ved datastyrt boring, parallellkutt, 5 meter salvelengder, hjullaster med sidetipp i 100 m² tverrsnitt, etc. Gjennom tekniske klarifiseringsrunder ble tilbydere fortalt hvordan syklustider kunne reduseres betydelig.

Neste ledd i strategien var at vi med valgt entreprenør ville forsøke å etablere en videreføring av erfaringsoverføring. Med en filosofi om at dersom vi fikk testet ut parallellkutt, og basert på

ekstrakrav i utstyrlisten få inn nytt utstyr, ville dette bli selvgående når en fikk se framdriftsresultater i praksis.

Statkraft hadde vurdert og drøftet bruk av TBM for tunnelen, men hadde kommet til at tradisjonell drift ville være det riktigste og gikk derfor ut med bare det i forespørselsdokumentene. Det var imidlertid åpnet for alternative løsninger. Relativt uventet kom det likevel inn et alternativt tilbud på fullprofilboring. Dette alternativet var altså ikke beskrevet fra vår side, og innebar at entreprenør tok på seg en større framdriftsrisiko, med forutsetning om ikke-betydelige avvik i geologiske forutsetninger.

Grunnet betydelig variasjon i geologi fra svært dårlig til godt fjell, var det en vis skepsis til om man kunne få en TBM-type som taklet begge forhold. Leveringstid for en ny TBM trodde vi i utgangspunktet ville være altfor lang til at det kunne konkurrere med konvensjonell metode. Forhandlingsteamet hadde naturlig nok heller ikke TBM-ekspertise på plass, og det ble derfor bedt om at entreprenøren redegjorde nøye for både hvordan TBMen skulle spesifiseres, hvilken type, og at leverandør av TBM skulle redegjøre for gjennomføring.

Den tyrkiske entreprenøren Gülermak leverte tilbud som inkluderte en double shield maskin fra Herrenknecht, med en tidsplan som viste at de ville overlevere prosjektet klart til vannfylling i slutten av 2013. I forbindelse med redegjørelse av tilbudet, stilte Herrenknecht topptungt for en dags gjennomgang av maskinen, hvordan den ville takle geologien som beskrevet og hele logistikken med drivemetodikk, utstyr mv. Det ble redegjort for at en double-shield TBM alt i alt vil være egnet, selv om de første 2-3 km hvor fjellkvaliteten er dårlig ikke er optimalt for en double shield, men best i den delen det er godt fjell.

Like før kontrakt ble underskrevet, fikk vi noen utfordringer i sluttforhandlingene med beskjed om at Herrenknächt var ute og Robbins var kommet inn som ny underleverandør. Dette var kritisk informasjon som vi ikke kunne godkjenne uten en ny avklaringsrunde, der Robbins på samme måte som Herrenknächt måtte redegjøre for TBM og gi ny metodebeskrivelse basert på deres maskin. Robbins maskinen har noen forskjeller, den er kraftigere utstyrt og selve borhodet er noe annerledes utformet, men ut over dette var maskinene og konseptet stort identisk.

Tiden var en utfordring, med tunnel på kritisk linje. Robbins markedsførte at de var i stand til å produsere og levere en ny maskin på 10,5 mnd, ved hjelp av OFTA-prinsippet (On Site First Time Assembly), som skiller seg fra andre leverandører ved at de setter sammen maskinen på site første gang. Dette sparer de tid på i forhold til å sette den sammen i fabrikk, for så å demontere i moduler egnet for transport. Med denne tidsplanen ville de etablere en mulighet for å nå ferdigstillelse i slutten 2013.

Tekniske data	Beskrivelse	Størrelser
Type	Ny double shield Tunnel Boring Machine (TBM). Rigg for segmentlining Spruterigg og bolterigg Mulighet for forinjeksjon og prøveboring foran stuff	Dia 9,88 meter Lengde: 160 m Vekt: 2600 tonn
Kapasiteter	-Kapasitet gj.snitt drift m/lining - med sprut og bolt - Motordrift	18 m/dag (klasse4/5) 30 m/dag (kasse 1-3) 14x370kW

Tekniske data	Beskrivelse	Størrelser
	- Cutter Head torsjonskraft	22.300 kNm/1,9 RPM 8.475 kNm/5,0 RPM
	- Torsjon (Brake torque)	33.450 kNm/1,9 RPM
	- Hoveddrivkraft (main thrust)	52.040 kN
	- Maks kapasitet (emerg. max thrust)	67,879 kN
	- Reservedrivkraft (auxiliary thrust)	93.000 kN
	- Nøddrivkraft (emergency thrust)	121.300 kN
	- Forankringskraft per gripper	71.500 kN
	- Trykk per gripper pad	6 MPa
Transportbånd	Kapasitet	1.500 tonn/time
	Brannsikkert	
Elektrisk system	Motor cutter head	
	-Primærspenning	20.000 V
	-Transformator	1x2.000 kVA

STATUS GJENNOMFØRING

Prosjektet hadde investeringsbeslutning i Statkraft i november 2010. Kontrakt ble endelig signert 14. Januar 2011, og igangsetting av arbeidet startet samme måned. Noen av aktivitetene kom sent i gang, da det var tungt å få endelig ”forestry permit” lokalt, og entreprenør fikk tilgang på noen områder noe forsinket.

Siden entreprenør ble gitt noe senere tilgang til områder innledningsvis i 2010 ble det enighet om forskyvning av enkelte milepeler i kontrakten, men uten konsekvens for sluttmilepel. I mellomtiden hadde vi greid å få inn en god del besparelser på den massive svingesjakten, som inkluderte betydelig reduserte gravevolumer. Dette ble tatt inn i forhandlingene med entreprenør, slik at samlet pakke med noe redusert omfang og en viss økonomisk kompensasjon også hadde en ny forpliktet sluttmilepel som ikke var forskjøvet.

Utover høsten 2011 gikk arbeidene relativt greit, og det var skapt en god samarbeidsplattform på anlegget, siden en rimelighet utvist i forbindelse med tid og kost fra sommeren skapte bedre relasjon. Men det viste seg etter hvert at TBM ikke ville være klar til oppstart etter plan 1. desember 2011. Det ble problemer med TBM leveransen, og en av grunnene til forsinkelsene var at det hadde blitt uventede tollklareringsproblemer for utstyret. Entreprenøren mente de hadde klarert alt i avtaler med tollvesenet, men det viste seg at de etter hvert ble store problemer og på det meste var det 46 trailere med TBM deler som ventet på tollklarering. I tillegg så var det nok betydelig forsinkelse på en del av leveransene fra Robbins.

Start montasje av TBM startet desember 2011, og TBM ble klar for boring 12. Mars 2012, 3,5 mnd etter kontraktens milepel.



Foto 3 TBM under sluttmontasje

Entreprenør mente fremdeles de skulle holde framdrift, og la fram en forseringsplan med daglig framdrift på 20 m i dårlig fjell og 25 m i godt fjell.

Den første måneden gikk det sakte, med bare vel 3 meter pr dag i gjennomsnitt. Så i april, før hele maskinen hadde kommet inn i tunnelen, kjørte TBMen seg fast, og en by-pass ble laget ved hånddrift for å komme fram til skjoldet. Dette tok 6 uker.



Foto 4 TBM på vei inn i tunnelen

Etter dette var det åpenbart at forsinkelser ikke ville være til å unngå uten mitigerende tiltak og da foreslår entreprenør å drive konvensjonelt fra oppstrøms side, Underentreprenør ble engasjert og mobilisert i løpet av 4 uker, og drift kom i gang i slutten av juli i år.

Det viser seg etter hvert at TBMen ikke får opp forventet framdrift, selv om opp til 25 meter på enkeltdager er oppnådd, inkludert full betonglining, er andre dager helt uten framdrift. I tillegg ser vi tilløp til fastkjøring flere ganger

Pr. i dag har det blitt drevet ca. 1,2 km med TBM, det gjenstår ca. det dobbelte i dårlig geologi og 6 km i godt fjell (Det påregnes ca. 2,5 km drevet konvensjonelt fra andre side). For konvensjonell drift er framdriften meget god. Dette omtales i det følgende.

Med den kunnskap vi har i dag, og hva vi ser av "performance" fra TBM og mannskap, mener vi at det ligger an til ca. et halvt års forsinket tunneldrift. Tiden tapt for leveranse av TBM greier ikke å forseres, selv med konvensjonell drift fra andre side. Totalt ser vi ca. 6 mnd forsinket oppstart av kraftverket, men selv irednet kostnader med tidstapet synes prosjektbudsjettet å holde.

GEOLOGIEN

Geologisk kartlegging og prøveboring var startet opp når Statkraft overtok porteføljen fra Global. På dette tidspunktet hadde vi trukket inn Arild Palmstrøm for analyse av det som var gjort, samtidig anbefalte ekstra undersøkelser innenfor den tidsrammen vi hadde til rådighet. Det ble gjort en del ekstra boringer i stasjonsområdet av hensyn til å finne best beliggenhet for tunnel og kraftstasjon i dagen. Prosjektområdet ligger like ved den nord-anatoliske forkastningssone og det er et jordskjelvutsatt område. Dette medvirker til en kompleks og i utgangspunktet utfordrende geologi.

Geologisk rapport som ble lagt ved tilbudsforespørsel viser i grove trekk følgende forhold:

- Av 11,5 km tunnel, vil ca. 8,5 km gå i relativt gode forhold med andesitt/basalt med noen dårligere soner, men i stor grad innenfor bergklasse 2-3.
- 2-3 km (nærmest kraftstasjon) gå i meget dårlig fjell, i stor grad klasse 5 med komplekse strukturer og vanskelige bergforhold.



Figur 3 Geologisk lengdeprofil i tilbudsforespørsel

Naturlig nok kommer geologiske forhold opp som en faktor når TBMen har fått problemer. Entreprenør hevder raskt at geologi ikke er som forutsatt og at dette er årsak til problemene.

Det viser seg imidlertid at tidvis er vi klart i klasse 4 fjell, og delvis i klasse 5 fjell. Det skal uansett sikres fullt ut med betonglining, hvilket ikke tilsier betydelige avvik fra beskrevet.

Likevel er vi gang med tilleggsundersøkelser, da vi innser at der vi er i overgang mellom klasse 3 og 4 i det som opprinnelig planlegges med systematisk bolting og spruting, vil bli gjenstand for diskusjon om hvor vidt det vil være behov for betonglining. Det er derfor tatt høyde for at det kan bli mer enn tre km betonglining, og det ble bestilt en ekstra km med elementproduksjon i forkant for eventuelt å ta høyde for dette.

Foreløpige tilleggsundersøkelser, kombinert med erfaring fra konvensjonell drift på oppstrøms side, tilsier noe mer klasse 2 og 3, og mindre klasse 1 fjell. Ergo har det vært en noe optimistisk vurdering av geologien totalt sett i geologisk rapport, men i dårlig bergparti er det heller litt bedre så langt, og overordnet geologi kan ikke forklare problemene som TBMen har i dag.

BYGGHEREVURDERINGER- SÅ LANGT

Det er interessant å registrere at dersom vi hadde gått for vårt hovedalternativ i anbudet, med konvensjonell drift, hadde vi med meget moderat vurdering av framdrift sannsynligvis vært på plan. Vi gjorde en nøyе vurdering av risiko knyttet til alternativt tilbud og vår totale vurdering kan oppsummeres slik:

- Tyrkiske entreprenører generelt har ikke sterke referanser på konvensjonell tunneldrift. Risiko i utførelse med hensyn på framdrift kvalitet og erfaring. Alternativt tilbud på TBM med attraktiv pris og entreprenør med solid referanse, samt at entreprenør selv tar på seg betydelig større framdriftsrisiko gjorde at vi endte med å gå for TBM løsning.
- Ingen entreprenører hadde adekvat utstyr (kun to-boms rigger, feil lasteutstyr, topstoll og pall, korte salver og v-kutt) for konvensjonell drift, og mye innsats ble påregnet nødvendig for å sikre effektiv tunneldrift. Naturlig nok ble dette betraktet som en høyere gjennomføringsrisiko, og ga bedre posisjon for TBMM alternativ.
- Det bør nøyе vurderes hvor vidt double-shield er egnet når man er i dårlig fjell. Påstander om at double-shield nå takler betydelig annerledes fjell i tillegg til hardt berg bør nøyе vurderes. Det er forskjell på dårlig fjell og dårlig fjell
- En meget viktig faktor er leirinnhold. For mye leirpartikler i fjellet bidrar til at det blir en sig masse som kleber seg fast til borhoder og til "buckets". Dette er spesielt vanskelig med vår double-shield fordi det er relativt tett mellom borhoder og selve frontskjoldet. Det er også vanskelig å komme til. Det er lagt til rette for en dispenser av glidemiddel på borhodet, men den har ikke fungert som tiltenkt.
- Ekstremt viktig å sikre seg at det heler tiden sørges for at det arbeides proaktivt på stuff, og at berget kartlegges og analyseres tilstrekkelig til at man unngår overraskelser. Vi mener at mange framdriftsstopp og en del nedetid kunne vært unngått med bedre planlegging og analyse av prøveboring



Figur 4 Reell geologi- kartlegging fra TBM som viser tidvis bedre geologi enn beskrevne klasse 5.

Vi har foreløpig ikke sett at lærekurven har utviklet seg som forventet, etter normal "famling" de første ukene og inntil maskinene lærer maskinen å kjenne.

Entreprenøren har bred erfaring fra TBM-tunneler, og har gjennomført imponerende anlegg i T-baneutbygging i Istanbul og andre steder. De er sterke på maskinside, og er flinke til å sikre god oppfølging fra Robbins. Likevel har det sviktet en del på Robbins leveranseside, samt at tollklareringen sviktet. Dette hadde imidlertid også sammenheng med endringer i organisering i tollvesenet som kom som en overraskelse for entreprenøren, og som ikke fullt og helt skyldes entreprenørens mangel på oppfølging.

Entreprenøren har derimot hatt problemer med double-shield TBM i disse fjellforholdene. Dette skyldes til dels feil maskin, samt en del forhold rundt det operasjonelle:

- Entreprenør har satt seg for lite inn i reelle geologiske forhold og fram til nå gjort for lite for å kartlegge foran stuff. Man startet boring uten prøveboringer foran stuff, siden utstyret faktisk ikke var levert til anlegget tidsnok. Ved første fastkjøring var det ikke gjort prøveboring.
- Siden entreprenør var forsinket med oppstart, ble det stadig tatt litt for store sjanser og "pushet" for mye på framdrift, når avlesinger av maskindata tilsa at man burde kjøre roligere.
- Undervurdering av problemene med leirinnhold i fjellet. TBMen takler dårlig leire. Dette kleber seg fast i borhode, i "buckets", og uten tilstrekkelig rengjøring medfører at hele systemet stanser.
- Planlagte vedlikeholdsskift og reparasjoner har ikke vært mulig å gjennomføre innenfor fire-timers skiftene. Dette har medført mye nedetid da en skulle hatt boring og derved redusert gjennomsnittlig framdrift.
- Relativt mange mekaniske problemer med TBMen i startfasen, og derved mye vedlikehold.

Oppsummert ser vi at mye småstopp og den lengre stoppen kunne vært unngått dersom man hadde bedre vurderinger i forkant. Lærekurven etter første lengre stans har heller ikke utviklet seg helt som ønsket, og en del av dette skyldes nok at maskinen ikke takler dårlige fjellforhold godt og at det derfor er enda utfordrende å unngå problemer foran stuff. Vi kommer omsider inn i bedre fjell. Da antar vi at maskinen kommer til sin rett og vi får en god framdrift, med en maskin tilpasset forholdene.

HVA HAR VI LÆRT OG HVA MED KONVENSJONELL DRIFT

Vår strategi har vært svært tydelig på å ta med oss det beste fra norsk tunnelfilosofi inn i Tyrkia, og implementere kostnadsbesparelser og effektivitet i prosjektgjennomføring med bevissthet om at vi opererer i en annen kultur. Siden det gikk fra konvensjonell tunneldrift til TBM ble denne strategien noe endret, men vi har fremdeles fjellsikringsdel i godt fjell og konvensjonell drift fra oppstrøms side grunnet framdriftsproblemene med TBM. I tillegg vil prinsippene være viktige for sprut og bolt fra TBM når vi kommer i godt fjell. Kvaliteten på sprutbetong er eksempelvis kommet på et helt annet nivå allerede, og det kan være gevinster å hente på utførelsen av tyngre sikring fra TBM.

Hovedkonklusjonen er at vi har lyktes langt på vei med tekniske optimaliseringsgevinster områder som innebærer store besparelser. Vi har lyktes i å implementere overføring av kompetanse på sentrale områder i konvensjonell drift, i et marked vi er avhengige av både lokale leverandører og ikke minst konsulenter med en annen teknisk kultur og tradisjon.

Det er åpenbart at dette er vanskelig å få til uten at man er veldig klar over kulturelle forskjeller og hva som skal til. Det nytter ikke, selv om vi er 100% i føringen, å tvinge inn tekniske løsninger uten at det forankres hos leverandører og utførere. Derfor tror vi at praktisk tilnærming, med å benytte norske spesialister fra entreprenørbransjen og vise i praksis hvordan man kan bore en parallellkuttssalve, hvordan spruting skal gjøres med riktig resept, for å unngå prelltap etc. Når man ser at dette gir gevinster, vinner man respekt og sakte men sikkert ser vi at det tas eierskap til mer effektiv metodikk. For de lokale entreprenørene blir det interessant når de ser økonomiske gevinster av eksempelvis betydelig reduksjon i prelltap og framdriftsøkning med mer enn 20-30%.

Når Gülermak startet konvensjonell drift i slutten av Juli, tok vi tak i opprinnelig gjennomføringsstrategi og for det første satte krav til at underentreprenør skulle stille med en tre boms rigg, samt at sprutbetong skulle ha god kvalitet og at vi ville overføre en del norsk tunnelsikringspraksis, som uansett vil gjøres gjeldende når TBM kommer over i godt fjell. Etter famlende start med v-kutt, leide vi inn Svein Jonsson og Svein Sandvik fra AF for om mulig å trekke underentreprenør til Gülermak i retning av parallellkutt, og ikke minst sikre at sprutbetongen ble påført riktig og hadde kvalitet etter våre beskrivelser og for en permanent situasjon. Vi har to "NTM" Ingeniørgeologer på anlegget som følger opp kontinuerlig, Victor Isaksen og Atli Ingimarsson innleid gjennom Sweco. Det er det meget hyggelig å konstatere at vi har oppnådd resultater etter famlende begynnelse og lav framdrift. Periodevis driver vi 50 meter per uke i klasse 2-3 fjell, og har etablert et godt samarbeid på stuff. Denne framdriften er helt klart et resultat av de innledende bestrebelsene, og bidrar til at vi nå har posisjonert NTM i Tyrkia på et stort prosjekt.

Det gjenstår imidlertid fremdeles mye potensial for effektivitetsforbedringer:

- Datastyrt boring- ikke implementert i Tyrkia
- Fremdeles stor forkjærlighet for bruk av to-boms rigger
- Standard med 3,5- 4 meter materlengde/borstål i Tyrkia (naturlig ved V-cut). Ved overgang til parallellkutt kan dette økes til 5 meter.
- Bruk av armeringsnett med sprut i stedet for stålbuer gjennom svakhetssoner.

Videre bør det nevnes at vi etablerer stor kvalitetsforbedring på sprutbetong. Når TBMen kommer inn i godt fjell, vil det bli overgang til bruk av sprut og bolt. De erfaringene man gjør seg på konvensjonell drift vil garantert bidra til bedre effektivitet når vi skal drive fullprofil og konvensjonell sikring i det gode fjellet.

Som en avslutning er det hyggelig å kunne bemerke at deler av vårt norske fjellsprengningsmiljø, som er representert i denne sal, helt klart har bidratt til at vi har lyktes med en del av vår strategi for teknologioverføring. Samtidig tror vi også at vi har gitt en mulighet for leverandører for et mulig innpass i et stort marked. Statkraft er derfor meget åpne for å bruke våre prosjekter som mulig inngangsport for eksempelvis implementering av datatstyring i borrhorer, eller forbedret sikringsmetodikk i tunneler. Vi vil framover være aktive i forhold til det norske fjellsprengningsmiljøet, og vi vil være åpne for samarbeid med de som ønsker å bidra til videre utvikling av det vi daglig får bevist representerer internasjonal toppklasse i effektivitet og teknologi.

**OVERGANGSORDNINGEN FOR SPRENGNINGSSERTIFIKATER NÆRMER SEG
SLUTTEN
STATUS/UTFORDRINGER/REGELVERK**

Frode Mosenget Andersen, Opplæringskonsulent, Maskinentreprenørenes Forbund

SAMMENDRAG

Overgangen til nye sertifikater innen bergsprengning er nært forestående. Alle virksomheter som driver med bergsprengning skal etter 31.12.2012 ha et tilstrekkelig antall personer ansatt med bergsprenger sertifikat og bergsprengningsleder sertifikat.

Bransjerådet for fjellsprengning har de siste tre årene gjennomført over 65 kurs for bergsprengningsledere. Vi vil benytte anledningen til å takke de over 1730 personene som har deltatt på kursene. Vi har fått mange positive tilbakemeldinger på at deltakerne har vært med på å lage gode faglige diskusjoner på kursene våre.

Vi vil også takke alle foreleserne vi har brukt. Uten innsatsen fra dem ville vi ikke klart denne store oppgaven.

Vi må også takke de resurspersonene som spesielt har vært brukt til å utvikle materialet til overgangskurset.

Til sist men ikke mist vil vi takke følgende foreninger for arbeidet med utvikling og gjennomføring av overgangsordningen:

Norsk forening for fjellsprengningsteknikk (NFF),
Entreprenørforeningen for bygg og anleggsteknikk (EBA),
Norsk arbeidsmannsforbund (NAF)
Maskinentreprenørenes forbund (MEF)

SUMMARY

The transition to new certificates in rock blasting is imminent. All businesses involved in rock blasting must within 31/12/2012 ensure a sufficient number of persons employed in rock burst and rock blasting certificate management certificate.

Industry Council for blasting has the past three years completed over 65 courses for rock blasting leaders. We will take this opportunity to thank the over 1730 people who participated in the courses. We have received much positive feedback from the participants involved in creating good discussions on our training courses.

We would also like to thank all speakers we have used. Without the efforts from you we would not have managed this huge project..

We must also thank the resource persons who have contributed to develop the material used in this transition course.

At last but not the least, we thank the following organizations for their work in the development and implementation of the transition plan:

Norsk forening for fjellsprenningsteknikk (NFF),
Entreprenørforeningen for bygg og anleggsteknikk (EBA),
Norsk arbeidsmannsforbund (NAF)
Maskinentreprenørenes forbund (MEF)

INNLEDNING

Fjerde januar 2010 kom endringene i forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff. I denne forskrift kom kravene om nye sertifikater innen bergsprengning i Norge. Andre endringer var blant annet krav til erverv samt lager og søknad om denne.

Det er i denne forskrift beskrevet overgangsordninger med en utfasing av C sertifikater innen utgangen av 2010. Personer med et A og B sertifikat kunne søke om et sertifikat som bergsprenger ved å dokumentere at man har benyttet sertifikatet. I tillegg kunne personer med et A sertifikat søke om bergsprengningsleder sertifikat dersom man gjennomførte et overgangskurs.

Kravene om at alle virksomheter som skal utføre bergsprengning skal ha et tilstrekkelig antall ansatte med sertifikat som bergsprenger og bergsprengningsledere innføres fra 31.12.2012. Sprengningssertifikatene i Norge bygger på fag utdanning innen anleggsfagene. Man kan også tilegne seg sertifikatene ved å gjennomføre teknisk utdanning.

Bransjerådet for fjellsprenning har ansvaret opplæring av bergsprengningsledere i forbindelse med overgangsordningen. Bransjerådet har også videre ansvaret for kurs for bergsprengningsledere og teknisk sprengningskyndige samt gjennomføring av bergsprengningsprøver.

Det er DSB som utsteder sertifikater.

STATUS

Det er pr 22.11.2012 gjennomført 64 bergsprengningsleder overgangskurs. På disse kursene har 1559 personer fått mulighet til å søke om bergsprengningsleder sertifikat. Innen fristen 31.12 2012 er det planlagt 69 antall kurs med 1714 antall personer.

Det er også gjennomført et ordinært kurs for bergsprengningsledere med 25 deltagere.

Dette betyr at Bransjerådet for fjellsprenning har gjennomført opplæring for 1739 personer som kan søke om bergsprengningsleder sertifikat.

Når det gjelder bergsprengningsprøver har 188 personer bestått slik at de kan søke DSB om bergsprenger sertifikat.

2010: 21 prøver gjennomført 18 bestått.
 2011: 67 prøver gjennomført 60 bestått.
 2012: 112 prøver gjennomført 110 bestått.

Rekrutteringen til bransjen er økende. En forutsetning for dette er økningen i antall lærlinger innen fjell og bergverksfaget. I 2009 var det 26 lærlinger innen dette faget dette antallet har økt til 65 i 2010 og 88 i 2011. Tallene for 2012 er ikke kommet enda men vi regner med at dette tallet fortsatt er økende.

UTFORDRINGER

Rekrutteringen til sprengningsbransjer er god men mange spør seg om den er god nok. Vi har en sertifikatorordning i Norge som bygger på fagbrev. Det er derfor viktig at vi som bransje er aktive når det gjelder rekruttering. Bransje organisasjonene arbeider mye med dette. Vi er på besøk på skoler samt på messer rundt i landet. Sprengningsbransjen er avhengig av at bedriftene våre tar inn lærlinger innen anleggsfagene og spesielt Fjell og bergsprengningsfaget for å få god rekruttering i fremtiden.

En viktig faktor for rekruttering er hvordan bransjen blir sett på av omverdenen. Forskriftendringen i seg selv har gjort at vi har fått fokus på seriositet bransjen. Den legger vekt på et virksomhetsansvar hos utførende. Forskriften stiller også krav til bestiller av bergsprengningsarbeid. Bestiller har at påseansvar når det gjelder sikkerhet samt at regler og rutiner rundt håndtering og bruk av eksplosjonsfarlige stoffer blir fulgt.

Bransjerådet for fjellsprenghing har fokus på dette. I den forbindelse kan nevnes at Norsk forening for fjellsprenghingsteknikk (NFF) har utarbeidet en bestiller håndbok. Maskinentreprenørenes forbund (MEF) legger inn rutiner for bestiller i sitt kvalitetssikringssystem slik at alle store deler av anleggsbransjen får fokus på dette.

Bransjerådet for fjellsprenghing og dens medlemmer vil videre arbeid for at de reglene som er beskrevet i Lover og forskrifter blir fulgt. Dette er viktig for å skape like konkurransevilkår.

FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK
BERGMEKANIKK/GEOTEKNIKK 2012

**ER SAMHANDLINGSFASEN VERDT INVESTERINGEN?
OM SAMHANDLING I FELLESPROSJEKTET E6-DOVREBANEN, FP2**

Is the interaction process worth the investment?

Experiences from the interaction process from Fellesprosjektet (joint project) E6-Dovrebanen, FP2.



Forfattere/authors:

Siv. Ing. Elin Hermanstad Havik, Byggeleder Statens vegvesen

Siv. Ing. Jørn Gjennestad, Anleggsleder JV Veidekke Hochtief

Siv. Ing. Erik Frogner, Oppdragsleder prosjektering, Norconsult

Prosessleder Ellen Melander, Norconsult

SAMMENDRAG

Samhandlingsfasen ble innført som et krav i entreprisekontrakter i regi av Statens vegvesen i 2010 og er således et relativt nytt begrep i forbindelse med norsk vegutbygging. Samhandlingsfasen i forkant av byggestart ble innført for å legge til rette for å fremme samarbeid og effektivitet mellom kontraktspartene. Denne artikkelen redegjør for samhandlingsfasen som ble gjennomført for en av parsellene (FP2) i Fellesprosjektet våren 2012. Byggherre er Statens vegvesen og Jernbaneverket, Entreprenør er JV Veidekke Hochtief og prosjekterende rådgiver er Norconsult. I løpet av samhandlingsfasen ble det avholdt 4 samlinger à 2 dager, med 50-60 deltakere fra byggherre, entreprenør og prosjekterende rådgiver. I samlingene diskuterte deltakerne hvordan man best kan samarbeide gjennom byggeperioden. Kontraktsforståelse, endringshåndtering, dialog og kommunikasjon var noen av temaene som ble diskutert. Gjennomgang av fremdrift, HMS og tekniske løsninger var andre. Fellesprosjektet er et omfattende og komplekst prosjekt som valgte en grundig samhandlingsfase for å legge et solid grunnlag for samarbeid fra start.

SUMMARY

In 2010 the Public Roads Administration introduced The interaction process as a requirement in construction contracts. The interaction process is thus a relatively new concept related to Norwegian road construction. The purpose of the interaction process prior to construction start up is to facilitate cooperation and efficiency between the contracting parties all through the project. This article explains the interaction process, which was conducted in spring 2012 for one of the allotments (FP2) in the Fellesprosjektet, The Joint Project. The builder is The Norwegian Road Authorities and The National Rail Authorities. The contractor is JV Veidekke Hochtief and the engineering consultant is Norconsult. The interaction process contained 4 workshops each of 2 days, with 50-60 participants from the builder, contractor and engineering consultant. During the workshops the participants discussed the best way to cooperate during the construction period. Contract, additional work, dialogue and communication were some of the topics that were discussed. Planned progress, HSE and technical solutions were others topics. Fellesprosjektet is a comprehensive and complex project that chose a thorough interaction process to ensure a solid foundation for cooperation from the start.

Denne organisasjonen består i dag av ca 150 personer. Disse personene er lokalisert på flere steder, men hovedtyngden sitter på ett felles prosjektkontor på Minnesund. Hver parsell, samt Jernbaneteknikk og Elektro/SRO har sin egen utbyggingsorganisasjon.

Denne artikkelen omhandler parsell FP2 Brøhaug-Strandlykkja.



Figur 2: Oversiktskart Fellesprosjektet med parsellene FP1 (rød), FP2 (gul) og FP3 (blå)

PARSELL FP2

Arbeidsfellesskapet

Utførende entreprenør på entreprise FP2 Brøhaug - Strandlykkja er JV Veidekke Hochtief ANS. Dette er arbeidsfellesskap som har blitt dannet for dette prosjektet. Arbeidsfellesskapet består av den tyske entreprenøren Hochtief Solutions AG og Veidekke. Fra Veidekke så er både norske Veidekke Entreprenør AS og svenske Veidekke Entreprenad AB part. Årsaken til at dette prosjektet blir utført i arbeidsfellesskap er i hovedsak de tekniske løsningene, og at hvert firma kommer inn med sin tekniske ekspertise. I tillegg så er det et svært stort prosjekt, og arbeidsfellesskapet vil sikre en god tilgang på ressurser.

Prosjektet er organisert i tre blokker etter fag. Det er tunnel, masseflytting og konstruksjoner i dagen. Det er i tillegg en stor stab, som vil støtte produksjonen og sikre planlegging, SHA og YM, KS og økonomisk oppfølging. Det vil være opp mot 60 funksjonærer og totalt sett vil det være 300 arbeidere i sving på det meste. Hochtief bidrar i hovedsak innenfor tunnel, men har flere funksjoner også i staben. Alle parter skal uansett ha et eierskap i alle elementer. Det er mange nasjoner som er involvert, så det blir en ekstra utfordring å sikre god kommunikasjon. Internt går det mye på engelsk, men kommunikasjonen med byggherre foregår på norsk, slik kontrakten krever.

For å sikre en god prosjektgjennomføring er det viktig at arbeidsfellesskapet vil fremstå som en enhet. Samhandling er derfor viktig også internt, og sammen med kunde og rådgiver. Det vil være en styrke for prosjektet dersom hvert av moderfirmaene kan bidra til å fremme arbeidsfellesskapets samlede ekspertise og gjennomføringsevne. Kulturforskjellene vil alltid

kunne sees på som en belastning, men hvis man får ut det beste fra hver part vil prosjektet komme styrket ut av det.

Fremdriften i prosjektet er svært stram. Det har derfor vært nødvendig med en stor mobilisering for å komme i gang med arbeidene. Vi vil i løpet av vinteren oppnå den høyeste produksjonen, hvor det vil være stor aktivitet på alle hovedelementer. I tillegg til en del tekniske utfordringer er volum og stram fremdrift en av hovedutfordringene.

NÆRSPRENGNING E6/DOVREBANEN

Sprengning i dagen er en viktig og sentral aktivitet. Til sammen er det på FP2 ca 400 000 fm³ som skal sprenges, utenom tunnelene. På grunn av nærhet til 3. part, spesielt med vei og jernbane, så er det svært viktig med et godt planlagt sprengningsopplegg. Det er i prosjektet lagt vekt på en god samhandling og oppfølging fra byggherre. Det er også avsatt midler for bruk av en uavhengig ekspertgruppe for å sikre en god og trygg gjennomføring.

I prosjektet så vil E6 utvides til 4-felt i 5,6 km. Utenom det som går i Morskogtunnelen, så vil dette gjøres ved å utvide dagens trasé. For å utføre dette må det i stor grad sprenges svært nær eksisterende E6, som skal holdes åpen for trafikk under hele gjennomføringen. Ved hver salve er det tillatt å stoppe trafikken i inntil 20 minutter. De høyeste skjæringene er 20 m, som er en stor utfordring der avstanden til vei er liten. Salvene blir i hovedsak sprengt i stor pallhøyde, men med begrenset volum. Det er viktig at en har lastekapasitet slik at veien blir ryddet på avgitt sperretid, og at ikke trafikk settes på før røys og skjæring er tilstrekkelig sikret.

Det er i volum mindre sprengning langs Dovrebanen, men enkelte steder skal det sprenges svært tett inntil spor. Det er allerede regulerte togfrie tider hver dag, og det er også totaltbrudd over flere dager, helst i forbindelse med enkelte helger. Sprengning legges til disse tidspunktene. Det er likevel viktig at sprengning planlegges slik at jernbaneunderbygging, spor og kontaktanlegg ikke blir skadet.

TUNNELDRIFT

I FP2 er det store volum med tunnel som skal drives på kort tid. Det skal sprenges 4 km tunnel med tverrsnitt 125 m² for dobbeltsporet jernbane. I tillegg skal E6 føres 2,3 km i 2 løp T9,5. Samlet volum tunnelsprengning vil være ca 800 000 fm³. Det er derfor svært høy aktivitet, med opp til 9 stuffer i drift på samme tid. Det er i hovedsak gode fjellforhold så det sikres i hovedsak med sprøytebetong og systematisk bolting, angitt etter bergklasse. Det er stedvis i bestemte soner angitt behov for injeksjon.

Vann og frostsikring i jernbanetunnelen vil bli utført med en ny metode her til lands. Opplegget stammer fra måten tunnelene blir sikret på i blant annet Sentraleuropa. Det blir montert en membran direkte på sprøytebetongavrettet fjellkontur, som igjen sikres med en 300mm kontaktstøp. Kontaktstøpen, også kalt linning, skal i hovedsak være uarmert. Armering vil kun brukes ved nisjer eller andre geometriendringer, eller der fjellforholdene må sikres utover de normale sikringsmetodene. Hensikten og målet med å utføre vann og frostsikring på denne måten er lang levetid og lite vedlikehold.

Linning, er nå i startfasen. Arbeidet vil bli ledet av Hochtief, som har stor erfaring fra slike løsninger i Europa. Når arbeidet har kommet i gang vil det støpes en etappe per døgn.

Betongkvalitet er derfor svært viktig, både med riktig kvalitet og at liten variasjon kan tillates. Hver blokk lengde på 12m vil ta opp mot 150m³ med betong.

Liningkonseptet har for tunneldrivingen medført ekstra krav og fokus på kontursprengning. Det er hensiktsmessig å sprengne en så god og riktig kontur for å begrense tykkelse av betong i kontaktstøpen. Det er i egne poster angitt spesielle krav til konturboring og ladning.

Erfaringer så langt viser at det er mest å hente på en nøyaktig og riktig boring. Det er da også viktig at en borer konturrastene partallet, og stoffen krummes. Ladning i konturrastene blir redusert, og det er også utført forsøk med elektroniske tennere. Metoden og effekten for å sikre en god kontur og redusere overfjell, arbeides det med kontinuerlig. Resultatene vil bli evaluert.

SAMHANDLINGSFASEN

Bakgrunn

Da Statens vegvesen reviderte sin håndbok 066 (mal for utarbeidelse av konkurransegrunnlag i utførelsesentrepriser) i 2010 ble det satt inn krav om å gjennomføre en samhandlings- og utviklingsfase før byggestart på alle byggeprosjekter. I forkant av revisjonen utarbeidet Vegdirektøren, rådgivere og entreprenører et opplegg for samhandling for å bidra til utvikling av gode samarbeidsformer knyttet til ulike typer utbyggingskontrakter. Målsettingen med dette arbeidet var å skape tillit og gode relasjoner mellom aktørene i markedet og forutsetninger for forbedring av transportsektorens og bransjens produktivitet på lang sikt. Et annet mål var å bidra til effektivitetsforbedring slik at transport- og anleggssektoren oppfattes som en viktig og respektert samfunnsbygger i markedet.

På bakgrunn av dette har Statens vegvesen utarbeidet en mal for samhandling med forslag til punkter som skal tas opp i samhandlingsfasen. Punktene er:

Samhandlingsfasens innhold

- Eget oppstartsmøte SHA og YM
- Utvikling av felles mål for prosjektet
- Utvikling av felles kontraktsforståelse
- Utvikling av samhandlingsprosedyrer, med krav og forventninger til partene
- Utarbeiding av prosedyrer for involvering av alle aktører (inkludert rådgivere, underentreprenører, m. fl.)
- Avklaring av organisering, roller og ansvar
- Avklaring av prosedyrer for konfliktløsning
- Avklaring av prosedyrer for kvalitetssikring, sikkerhet/helse/arbeidsmiljø (SHA) og ytre miljø (YM).
- Avklaring av rutiner og krav til dokumentasjon, rapportering, etc.
- Gjennomgang av arbeidsoperasjoner, felles forståelse for omfang, krav og oppgjør
- Utvikling av åpen kommunikasjon
- Gjennomgang og optimalisering av fremdrift
- Analyse og fastsettelse av konkrete utviklingsmuligheter og utviklingsmål

Figur 3: Samhandlingsfasen innhold

Samhandlingsfasen sees på som et oppstartsmøte der partene skal bli kjent med hverandre og med prosjektet. En viktig forutsetning for prosessen er også at fordeling av ansvar og risiko nedfelt i kontrakten ikke endres. Vederlag for deltagelse i samhandlingsfasen dekkes av byggherren etter avtalte timerater.

Erfaringer fra samhandling i andre prosjekter

Etter at samhandlingskravet ble innført er det gjennomført samhandlingsfaser i denne formen i enkelte, men relativt få prosjekter. Som en del av forberedelsene til prosessen for parsell FP2 hentet vi inn erfaringer fra noen av disse, blant annet utbygging av E39 Høgsetttunnelen/Rv. 70 Eikrentunnelen (StorKriFas). Vegdirektoratet v/Jan Eirik Henning ble også kontaktet for erfaringer. Noen fellestrekk for en vellykket samhandlingsfase er følgende:

- Det er viktig å bruke nok tid til samhandlingsfasen
- Viktig med bred deltakelse fra alle parter
- Forankring hos og involvering av partenes ledelse
- Samhandlingsfasen bør gjennomføres før rigging og produksjon og helst arrangeres et annet sted enn anleggskontoret
- Middag/overnatting er et viktig sosialt element for å bli kjent og knytte relasjoner
- Det er en fordel å bruke en ekstern prosessledelse
- Partene bør være åpne for å diskutere og ha en positiv innstilling
- Det er viktig med god dokumentasjon og referering fra samhandlingsfasen

MÅLET MED SAMHANDLINGSFASEN

Bli kjent med prosjektet og hverandre

Ett av målene med samhandlingsfasen er å bli kjent med involverte parter og med prosjektet. Ved å diskutere prosjektrelaterte tema involveres deltakerne raskt i prosjektet og dets utfordringer og problemstillinger. Samtidig blir deltakerne bedre kjent med hverandre, både gjennom faglige diskusjoner og sosialt samvær, som ofte senker terskelen for å ta opp spørsmål og avklaringer når prosjektet er i gang.

Hvordan samarbeide best mulig i prosjektgjennomføringen

Gjennom samhandlingsfasen diskuterer deltakerne hvordan man best skal samarbeide i prosjektgjennomføringen. Man etablerer et sett med omforente kjøreregler eller prosedyrer for blant annet kommunikasjon og involvering, konflikthåndtering og endringer. Det legges vekt på bred deltakelse fra de involverte partene, og at samhandlingsfasen prioriteres fremfor andre arbeidsoppgaver.

Forankre samhandlingsfasen i ledelsen hos begge parter

Det legges også vekt på deltakelse fra ledelsen hos begge parter for å forankre prosessen. Eierskap til samhandlingsfasen er et viktig aspekt av prosessen. Derfor

legges det opp til at både byggherre, rådgiver og entreprenør aktivt deltar i planleggingen og gjennomføringen av samlingene.

Etablere omforente prosedyrer og kjøreregler for godt samarbeid

Gjennom samhandlingsfasen er det mål å etablere omforente prosedyrer, rutiner og kjøreregler for samarbeid. Dette innebærer blant annet å utvikle samhandlingsprosedyrer med de krav og forventninger partene har til hverandre. Videre innebærer det å utvikle prosedyrer for dokumentasjon og hvordan man skal involvere de ulike aktørene i prosjektet, samt hvordan man skal håndtere kvalitetssikring, sikkerhet/helse/arbeidsmiljø og ytre miljø. Dessuten skal det utvikles kjøreregler for konflikthåndtering og diskuteres hvordan man best kan få til en god kommunikasjon og dialog.

SAMHANDLINGSFASEN FOR FP2

I Fellesprosjektet ble det gjennomført separate samhandlingsfaser for de tre parsellene hvor Norconsult ledet to av dem (FP2 og FP3). Denne artikkelen beskriver samhandlingsfasen for parsell FP2 Brøhaug-Standlykkja.

Forberedelser

Partene gjorde en grundig planleggingsprosess i samarbeid med ekstern prosessleder Ellen Melander fra Norconsult. Designet på prosessen ble basert på tidligere erfaringer fra andre prosjekter og en prosessuell tilnærming med stor grad av deltakelse, involvering og variasjon. Det ble avholdt egne møter før hver samling hvor man diskuterte opplegget og formen og kom frem til en omforent agenda. Selv om mye av de praktiske forberedelser håndteres av den eksterne prosesslederen er det viktig at partenes ledere har eierskapet til samhandlingsfasen og samlingene. Første samling ble arrangert allerede 2 dager etter kontraktssignering, så en viss «tjuvstart» på forberedelsene var nødvendig.

Omfang

Samhandlingsfasen for parsell FP2 i Fellesprosjektet ble gjennomført i løpet av mars 2012. Det ble gjennomført 3 samlinger á 2 dager hvor omkring 50-60 deltakere var til stede på hver av samlingene. Underveis i prosessen ble det bestemt å avholde en fjerde samling et par måneder etter byggestart. Den fjerde samlingen ble holdt i juni 2012.

Hvis en regner om timeverkene fra forberedelser og deltakelse samt kostnader til lokaler etc beløper dette seg til totalt ca 4 MNOK for samhandlingsfasen på FP2.

Utfordringer

En av utfordringene for samhandlingsfasen var kompleksiteten i prosjektet med mange aktører, samt mange deltakere på samlingene. Partene valgte derfor å bruke god tid på prosessen gjennom 3+1 samling. Det var dessuten noen språkmessige utfordringer knyttet til samhandlingsfasen i forhold til å inkludere fem tysktalende deltakere fra Hochtief. Det ble derfor diskutert om man skulle kjøre hele samhandlingsfasen på engelsk. Partene kom derimot frem til at det ville kunne legge bånd på diskusjonene og valgte heller å oversette deler av presentasjonene til engelsk/tysk og ha en sidemann som kunne oversette underveis i samlingene. I de gruppene det var aktuelt ble diskusjonene ført på engelsk.

En utfordring ift å engasjere alle deltakerne på slike samlinger er den store spredningen i kjennskap til prosjektet. Enkelte har jobbet med prosjektet i flere år, mens andre hører om prosjektet for første gang. Et stikkord her vil være deling av kunnskap, med mål om å få flest mulig opp på en felles plattform i prosjektet.

Partene

Byggherre i Fellesprosjektet FP2 er som nevnt Statens vegvesen og Jernbaneverket. Elin Hermanstad Havik (SVV) er byggeleder og Magne Storrønning (JBV) er assisterende byggeleder. Entreprenør er et Joint Venture mellom Veidekke og Hochtief. Jørn Gjennestad (Veidekke) er Anleggsleder, mens Johann Schöndube (Hochtief) er NK Anleggsleder. Rådgiver er Norconsult med Erik Frogner som oppdragsleder og Einar Rønnes som ass. oppdragsleder.

Deltakere

Det ble invitert bredt hos begge parter, samt fra rådgiver i forhold til deltakelse. Både byggherre og entreprenør ønsket at så mange som mulig skulle delta i samhandlingsfasen. Man prøvde samtidig å matche hverandres funksjoner i prosjektorganisasjonene i forhold til fag og rolle i prosjektet. Rådgiver deltok med 6-8, entreprenør med 15-25 og byggherren med 20-25. Fra entreprenøren deltok det også personer som i utgangspunktet ikke skulle mobiliseres før senere i prosjektet, dette er positivt. Tilrigging på prosjektet ble fra JV Veidekke Hochtief sin side utført av ressurser som ikke skulle delta i samhandlingen. Videre var det også innslag av deltakelse fra bas/fagarbeidernivå, dette beriker diskusjonene innen produksjon/teknikk og vil også kunne virke positivt ift eierskap. For å sikre forankring og eierskap også over anleggs-/byggeledelse ble det i tillegg lagt vekt på at øverste ledelse i prosjektet fra begge sider deltok. Fra entreprenøren deltok både distrikts- og regionsleder på deler av samlingene.

FORM OG INNHOLD

I alle samlinger ble det lagt opp til en variasjon mellom presentasjoner og gruppediskusjoner. Både byggherre, rådgiver og entreprenør holdt innlegg og innledninger knyttet til de ulike temaene. Det ble også holdt eksterne innlegg. I tillegg ble mange av gruppediskusjonene presentert i plenum for å inkludere alle deltakerne. Det ble holdt en relativt stram regi fra prosessleders side, men hele tiden med rom for justeringer. Alle samlingene ble avholdt på hotell i Gardermoen området, hvor de fleste deltok på middag og overnattet.

Samling 1

Innledningsvis i første samling la vi stor vekt på å bli kjent, både gjennom presentasjoner og diskusjoner. Vi informerte grundig om samhandlingsfasen både i forhold til form og innhold i og med at dette er relativt nytt i bransjen. I løpet av samlingens første dag fikk både byggherre, entreprenør og rådgiver presentert sine organisasjoner generelt, og prosjektorganisasjonen spesielt. Her fikk deltakerne kjennskap til bakgrunn for utbyggingen og en helhetlig oversikt over prosjektets innhold. Man gikk så over til å se på overordnede utfordringer og fremdrift i prosjektet og hva disse ville innebære. Dette ble diskutert i gruppene og presentert og diskutert i plenum. I den første samlingen ble så prinsipper for god kommunikasjon og dialog, samt involvering presentert og diskutert. Forventninger og mål for samhandlingsfasen og prosjektet ble diskutert i grupper og nedfelt i en punktliste. Dette utgjorde

omforente kjøreregler for samhandling og mål for prosjektet. Diskusjonen synliggjorde samtidig hvilke forventninger partene hadde til hverandre. Som avslutning på programmets første dag av samlingen var det lagt inn en guidet tur på flymuseet før vi var samlet til middag og sosialt samvær.



Figur 4: Fra samhandlingsfasen FP2

Når om lag 60 personer møtes for første gang og skal bli kjent er en av utfordringene å få dette til på en rask og smidig måte. Vi løste dette ved å legge vekt på at alle deltakere fikk presentert seg. De ble dessuten satt i mindre grupper som var bestemt på forhånd. Ved sammensetning av gruppene var målet å blande representanter fra partene og samtidig sette sammen de som hadde felles fagfelt eller parallelle roller i prosjektet. Vi så at dette fungerte godt og at det relativt raskt ble en god stemning rundt bordene. Selv om programmet var kompakt la vi også inn en del pauser for å legge til rette for relasjonsbygging og gode pausesamtaler. Vi la også vekt på å skape en god og hyggelig stemning ved middagen på kvelden. I løpet av første samling merket vi oss at flere var utålmodige på å komme i gang med de tekniske diskusjonene – det som tradisjonelt er hovedfokus i oppstartsmøter. Dette ønsket fikk deltakerne utløp for på dag 2 da vi tok fatt på diskusjonen om overordnede utfordringer i prosjektet.

Mellom Samling 1 og 2 var det avtalt en felles befarings tur på strekningen hvor deltakerne hadde planlagt noen fokusområder.

Samling 2

Etter å ha dannet grunnlaget for å bli kjent i første samling, ble neste samling konsentrert om tekniske prosjektrelaterte temaer. Norconsult hadde en grundig gjennomgang av 3D/BIM løsninger i prosjektet som ble godt mottatt. Deltakerne fikk både presentert en visuell gjennomgang av strekningen, samtidig som Norconsults representant gjennomgikk den tekniske håndteringen av 3D verktøyet og samordningsmodellen. I etterkant ble det diskutert hvordan dette kunne brukes ute på byggeplassen. Videre hadde vi en gruppediskusjon om optimalisering og eventuelt videreutvikling av løsninger. Deltakerne pekte seg her ut enkeltområder langs strekningen som de mente det var knyttet spesielle utfordringer til, og kom med forslag til løsninger og tiltak. Dette ble presentert i plenum for å inkludere alle deltakerne i problemstillingene. Deretter presenterte JV Veidekke Hochtief sin løsning for tilrigging, med planer for blant annet anleggskontor, massedeponi og anleggsveier. Massetransport og masselogistikk var også et tema som ble gjennomgått og diskutert. Avslutningsvis i samling 2 ble det holdt flere informasjonsbolker - om trafikkavvikling, sikkerhet og hvite tider, samt overvannshåndtering og SHA og plan for ytre miljø. Her ble utfordringer knyttet til disse temaene diskutert både i grupper og i plenum. Vi tok også opp igjen kjørereglene for samhandling og mål for prosjektet fra forrige samling for å avstemme og justere dem.

Samling 3

Vi åpnet samling 3 med en bolk om kontraktsforståelse og endringshåndtering. Innledningsvis i samhandlingsfasen ble deltakerne enige om ikke å diskutere kontraktuelle og juridiske problemstillinger i detalj, så her åpnet vi opp for avklaringer av kontraktsspørsmål på overordnet nivå. Derimot diskuterte deltakerne hvordan prosjektet best skal håndtere endringer og kom frem til en punktliste for dette. Partene hadde blant annet en omforent forståelse av å håndtere endringer på en mest mulig smidig og effektiv måte som ivaretar begge parter interesser så godt som mulig. Videre i samlingen ble håndtering av grunnnerverv presentert og diskutert før deltakerne gikk over til å diskutere konfliktløsning. Erfaringer med konfliktløsningsråd fra utbygging av Bjørvika og Ulven-Sinsen ble presentert. Deltakerne diskuterte så hvordan de best kan unngå konflikter i prosjektet og hva de ønsket å gjøre dersom konflikt oppstår. Åpen dialog og håndtering på riktig nivå var noen av de omforente punktene som kom frem av diskusjonen. Dag 2 av samlingen åpnet vi med en gjennomgang av dokumentasjon og rapportering med en demonstrasjon av hvordan e-room fungerer. E-room brukes som en felles plattform i prosjektet. Utfordringer og tiltak knyttet til systemet ble diskutert i etterkant. Videre presenterte entreprenør sin kvalitetsplan og plan for HMS og YM (ytre miljø), samt planlagte skiftordninger. Her ble det gjort avklaringer underveis. Programmet ble avsluttet med en lengre bolk hvor faggruppene fikk fritt spillerom til å diskutere utfordringer, arbeidsopplegg og gjøre avtaler etter behov. Her ble det gode og engasjerte løsninger. Enkelte grupper tok for seg tegninger og fremdriftsplan, diskuterte løsninger og muligheter. Andre gjorde konkrete avtaler om hvordan samarbeidet og konkrete arbeidsoppgaver skulle håndteres. Tilbakemeldinger viste at dette var et vellykket grep hvor gruppene fikk muligheten til å snakke sammen om detaljer uten at diskusjonen ble styrt. Innen de ulike faggrupper ble det også avtalt videre møtestrukturer.



Figur 5: Gruppearbeid er en viktig del av samhandlingsfasen

Samling 4

Den fjerde samlingen ble gjennomført noen måneder etter byggestart etter partenes ønske. På denne samlingen var det noen færre deltakere, da en del var opptatt på anlegget. Målet med denne samlingen var å ta temperaturen på prosjektet og få en status på hvordan prosjektgjennomføringen hadde gått så langt. Det var også et mål å se om de omforente kjørereglene fra samhandlingsfasen fungerte i praksis. Byggeleder og anleggsleder åpnet samlingen med hver sin gjennomgang av status i prosjektet sett fra deres ståsted og hvilke utfordringer de så på det daværende tidspunktet. Her var begge parter omforent på at samarbeidsklimaet var godt. De pekte begge på fremdriftsmessige utfordringer som de sammen hadde behov for å avklare. Videre hadde vi en diskusjon om hvor skoen trykker. Her kom deltakerne med innspill til områder der de så spesielle utfordringer som de foreslo løsninger på. Vi diskuterte dessuten kort om det var utfordringer knyttet til organisering, fullmakter og samarbeid. Deretter tok vi frem de omforente kjørereglene for kommunikasjon og dialog og diskuterte i hvilken grad disse ble etterlevet. Her åpnet vi opp for å justere kjørereglene, men det viste seg at deltakerne ønsket å la dem stå. Som en hyggelig avslutning på dag 1 ble mållarket med mål og forventninger til prosjektet, signert av partene i en hyggelig, sosial markering. På dag 2 av denne siste samlingen tok vi opp igjen flere temaer fra tidligere samlinger og fikk en statusgjennomgang. Disse var e-room og dokumentasjon, 3D/BIM og SHA. Dette gjorde vi for å sjekke ut om det etter byggestart var spesielle utfordringer som måtte adresseres. Avslutningsvis i samlingen utarbeidet en felles handlingsplan/aksjonsliste for å korrigere kursen der partene følte dette trengtes for en optimal videre samhandling og prosjektgjennomføring.

Samhandlingsdokumentet

Som et referat fra samhandlingsfasen ble det utarbeidet et samhandlingsdokument. Samhandlingsdokumentet oppsummerer diskusjoner og ideer/innspill fra de ulike samlingene, samt omforente mål, kjøreregler og aksjoner. Videre inneholder dette dokumentet alle presentasjonene fra samlingene i tillegg til målark, bilder, deltaker/kontaktinformolister etc.

Evaluerings etter samlingene

Vi valgte å evaluere samhandlingsopplegget etter hver samling for å få innspill i forhold til eventuelle justeringer. Det kom svært få innspill som ga oss grunnlag for å justere kursen som partene hadde staket ut. Likevel ga dette oss en trygghet på at vi hadde åpnet for deltakernes synspunkter og mulighet til å forandre form og innhold. Gjennomgående ga deltakerne høy score på nytteverdi. Ikke overraskende ga de uttrykk for en utålmodighet med å dukke ned i de tekniske diskusjonene, men var samtidig meget godt fornøyd både med å bli så godt kjent med de andre i prosjektet og planer for prosjektgjennomføring. De fleste ga dessuten uttrykk for en tilfredshet med å få kontakt med de innen sitt fagfelt eller på sitt nivå som de videre skal samarbeide med.

ERFARINGER OG ANBEFALINGER

Byggherres erfaringer med samhandling

I og med at samhandlingsfasen startet så kort tid etter kontraktsignering, var det helt avgjørende for ett godt resultat at vi hadde egen prosessleder fra Norconsult til å dra oss gjennom dette, og stå for mesteparten av organiseringen.

Hos byggherren var det varierende kjennskap til prosjektet fra deltagerne, og tilbakemeldingene er gode når det gjelder nytteverdien av en slik samhandlingsfase der man får god oversikt på kort tid over hva som skal bygges.

Sett fra byggherrens side var det optimalt med to-dagers samlinger med overnatting og middag i løpet av kort tid. Man blir godt kjent med alle parter, og legger ett godt grunnlag for videre godt samarbeid. Man får også veldig tidlig knyttet ett ansikt til de personene man skal jobbe med, noe som gjør at det er lettere å kommunisere.

Byggherren følger entreprenørens struktur i organisasjonen, og blokkmøtene (møter i hver blokk/fagfelt mellom byggherre, rådgiver og entreprenør) ble «født» i løpet av samhandlingsfasen. Dette forat der man sammen kan diskutere det som skal gjøres, og evt. avklare uoverensstemmelser/misforståelser tidlig tror vi som byggherre er veldig nyttig.

Entreprenørens erfaringer med samhandling

Samhandlingsfasen startet kort tid etter at kontrakt var signert. Dette er en fase hvor entreprenøren er svært opptatt av mobilisering, tilrigging, forhandling med underentreprenører og leverandører osv. Det var også en tid hvor arbeidsfellesskapet skulle etableres formelt, som et ansvarlig selskap. På grunn av dette var det i denne tiden en skepsis fra flere i JV Veidekke Hochtief for å bruke så mye tid på samhandling med byggherre og rådgiver. Skepsisen ble mindre og forsvant ettersom samlingene ble gjennomført. Det ble for flere deltagere, som ikke hadde kjennskap til prosjektet, en nyttig innføring i hva som skal bygges.

I og med dette prosjektet blir utført i et arbeidsfelleskap av en norsk og utenlandsk entreprenør, så har samhandlingsfasen derfor vært nyttig også for å få en felles forståelse internt for samspeilet med byggherre og rådgiver. JV Veidekke Hochtief synes også det har vært bra å få presentere seg, og håper vi allerede da fikk vist litt av styrkene hver av partene bringer inn i prosjektet. At liningkonseptet er en ny teknisk løsning i Norge, både for byggherre, rådgiver og entreprenør, gjør samhandling mellom partene enda viktigere for å sikre et godt resultat. Det er en suksessfaktor at alle kan bidra med å bringe fram utfordringer og erfaringer en har fra lignende metoder. Entreprenøren synes også at det er viktig at det tidlig kom fram informasjon om enkelte endringer fra konkurransegrunnlaget, og tror dette har bidratt til å løse noen utfordringer dette har medført.

Det mest synlige resultatet fra samhandlingsfasen var at det ble etablert et grunnlag for hvordan kommunikasjonen skal foregå mellom partene. Spesielt med tanke på å få avstemt hvilke nivåer i organisasjonene som skal kommunisere med hverandre, og hvordan slik kommunikasjon skal dokumenteres og eventuelt formaliseres.

JV Veidekke Hochtief ser i dag at samhandlingsfasen har vært nyttig. Det er dog viktig at byggherre gir god informasjon om at et slikt program skal gjennomføres allerede i konkurransegrunnlaget, slik det er gjort på FP2. Hvis ikke vil fort kostnadene en slik samhandling medfører kunne forstyrre motivasjon for å gjennomføre et ønsket opplegg.

Rådgivers erfaringer med samhandling

Norconsult har hatt stor nytteverdi av å få delta såpass integrert i samhandlingsfasen. Det å bruke dette som en legal arena hvor en kan diskutere åpent også direkte mellom prosjekterende og utførende ift erfaringsutveksling, byggbarhet i løsninger etc vil trolig gavne alle involverte parter. Videre har fagansvarlige hos rådgiver fått opprettet direkte kontakt og blitt kjent med de riktige personer både hos byggherre og entreprenør, noe som har resultert i lavere terskel og smidigere problemløsning senere i prosjektgjennomføringen.

Prosessleders erfaringer med samhandling

Det har vært en glede å lede samhandlingsfasen for FP2 både i forhold til møte med mange trivelige og positive fagfolk, og i forhold til å ta fatt på utfordringen med å få så mange deltakere til å samhandle på en effektiv og samtidig god måte. Et stort pluss var det at toppledelsen fra begge aktører var til stede ved flere av samlingene, noe som ga en solid forankring og eierskap. Det ble visket meg i øre fra flere av deltakerne at de synes toppledelsens deltakelse ga et viktig signal om prosjektets og samhandlingsfasens viktighet.

Vi brukte en variasjon av gruppediskusjoner, presentasjoner av gruppenes arbeid i plenum og felles diskusjoner. Deltakerne fikk selv mulighet til å presentere sine diskusjoner i gruppene og inkluderte således resten av forsamlingen. Dette er både et pedagogisk grep og en måte å bli bedre kjent med hverandre på.

Vanskelig tema

Enkelte ser på konflikthåndtering, kommunikasjon og endringshåndtering som litt vanskelige temaer. Dette ønsket vi å gjøre noe med. Derfor startet vi hver av disse bolkene med en presentasjon med en positiv vinkling. Den etterfølgende diskusjonen dreiet seg om utfordringer knyttet til temaet og hva som kan gjøres for å møte disse. Forslagene som kom ble nedfelt i omforente kjøreregler som reflekterte deltakernes egne innspill.

Gruppesammensetning

Vi brukte en del tid på å planlegge hvordan gruppene skulle settes sammen fra samling til samling. På de første samlingene valgte vi å blande deltakere ut fra fag og roller i prosjektet med vekt på at representanter for byggherre og entreprenør skulle bli godt kjent. I en av samlingene valgte vi å gruppere helt etter fag. Ut fra programmets punkter mener vi at dette var en fornuftig løsning. Samtidig ble deltakerne kjent med flere andre prosjektkolleger på denne måten.

Tilpassede samhandlingsfaser

Norconsult har etter hvert fått en stor portefølje på samhandlingsfaser i ulike prosjekter. Prosessleder Ellen Melander ledet også samhandling på naboparsellen FP3 der Hæhre er entreprenør og Cowi er rådgivende konsulent. Parsell FP3 har mange av de samme utfordringene som FP2, og opplegget ble gjennomført over samme lest dog med noen tilpasninger etter partenes ønsker. Samhandlingsfasen for begge parseller var omfattende prosesser med 4 samlinger á 2 dager, med 40-60 deltakere. Samhandlingsfasen reflekterte samtidig omfanget et stort og komplekst prosjekt på 1,6-1,8 MRD per parsell. Norconsult har også gjennomført samhandlingsfaser på mindre prosjekter som utbygging av Rv 3 fra Åsta til Rena med en ramme på 200 MNOK. Her var 20 deltakere samlet i 2 todagers samlinger. Samhandling er også gjennomført for oppgradering av Mosseporten og St. Hansfjelltunnelen i Fredrikstad, med en utbyggingsramme på 30 MNOK. Her var 6-10 personer samlet i 2 dager. Variasjonen i prosjekter med ulike utbyggingsrammer og omfang på samhandlingsfasen og deltakere tydeliggjør viktigheten av å tilpasse opplegget og formet etter det enkelte prosjektets behov. Utgangspunktet for alle prosessene har vært den kontraktsfestede listen av punkter man skal gjennom i samhandlingsfasen. Ut fra denne listen har vi lagt stor vekt på å tilpasse opplegget, i samarbeid med partene, for å komme frem til et opplegg som passer det enkelte prosjekt på en best mulig måte.

Felles erfaringer og anbefalinger

- Samhandlingsfasen er ingen garanti for suksess og godt samarbeid men etablerer en solid grunnmur for videre samarbeid og samhandling i prosjektgjennomføringen. Alternativet er verre.
- Relasjonene som ble bygget i denne fasen har vært nyttige, og har vært med å redusere konfliktnivået når det etter hvert har strammet seg til innen enkelte områder.
- Samhandlingsfasen er en god arena for å få flest mulig involverte opp på en felles plattform.
- Samhandlingsfasen godt egnet til å etablere noen kjøreregler for hvordan vi skal ha det sammen.
- Ekstern prosessleder fordelaktig, men eierskapet må beholdes av partenes ledere. Kvalitet og nytteverdi styres i stor grad av positiv innstilling og innlevelse fra deltakerne.

- Kveldsøkta er også et viktig bidrag for å bli kjent og medvirke til en lavere terskel ved senere behov for kontakt.
- Hovedtrekkene i en fungerende møtestruktur ble utviklet og etablert i samhandlingsfasen.



Figur 6: Erik Frogner (Norconsult), Jørn Gjennestad (JV Veidekke Hochtief), Elin Hermanstad Havik (Statens vegvesen) og Ellen Melander (Norconsult)

JA: Samhandlingsfasen er verdt investeringen!!

Fellesprosjektet FP2

Sammenstilling av gruppebesvarelser fra Samhandlingsfasen våren 2012



Innhold
1) Mål for prosjektet
2) Kjøreregler for prosjektgjennomføringen

Overordnet mål: FP2 skal bli årets anlegg!

Dette skal oppnås gjennom 6 fokusområder

HMS/YM

Vi skal ha null skader med fravær.

Anleggsarbeidet skal ikke føre til miljøkonsekvenser.

Omdømme

Prosjektet skal ha godt omdømme, og gi god og positiv PR for alle parter.

Samarbeid og kommunikasjon

Vi skal samarbeide, involvere, og ha konstruktiv og åpen dialog, på hvert nivå og mellom nivåer.

Vi skal ha jevnlig samarbeidsmøter hvor vi evaluerer samhandlingen i prosjektet.

Teknikk & teknologi

Vi gjennomfører et pionerprosjekt innen vann og frostsikring av tunnel!

Prosjektet skal være best hittil på bruk av 3D!

Kvalitet og fremdrift

Vi skal levere riktig kvalitet til rett tid!

Økonomi

Alle parters økonomiske mål skal nås.

Kjøreregler prosjektgjennomføringen

Vi opptrer profesjonelt gjennom å

- ha respekt for rammebetingelsene
- 'plan ahead'
- ha et profesjonelt forhold til naboer og publikum

Vi tar vare på hverandre ved å

- sette sikkerhet først
- holde avtaler og
- fokusere på sak, og ikke person
- være tydelige, åpne og ærlige
- vise hverandre gjensidig respekt

Vi har riktig kommunikasjon og informasjonsflyt eksternt og internt gjennom

- åpen dialog gjennom hele anleggsfasen
- korte beslutningsveier
- all skriftlig dokumentasjon på norsk

Vi har kontinuerlig samhandling der vi

- er åpne for nye innspill og løsninger
- fokuser på involvering og opplæring

Vi har smidige og korte beslutningsveier, gjennom

- entydige ansvarsmatriser hos alle parter
- at partene har evne og vilje til å ta avgjørelser på hvert nivå
- klare mandater
- entydige konklusjoner.

Vi skal nå våre HMS-mål gjennom ekstrem ryddighet!