

VEIPROSJEKT: Legger E134 utenom og under Kongsberg. **s.6**

TESTSENTER: Bruker 100 år gammel bro som testarena. **s.14**

FERGEFRI E39: Utfordrende fjordkryssinger på Nord-Vestlandet. **s.16**

Bro og tunnel

Tunnelprosjektet Rogfast:
Skal bli verdens lengste og dypeste undersjøiske vegtunnel. Når Rogfast åpner får vi en tunnel som er 26,7 kilometer lang og 390 meter dyp.



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
- NGU -

SAMFUNNSSIKKERHET

STARTER MED KARTLEGGING

NGUs kartlegging og flymålinger av forvitret og oppsprukket berggrunn er etterspurt når nye veg- og jernbaneprosjekt skal planlegges. Våre data bidrar til at tunneler kan bygges sikkert og kostnadseffektivt. NGUs kartlegging kan også avklare hvor det er skredfare, vise hvor det kan være fare for radon, og gi tryggere etablering av fiskeoppdrett og havbruksanlegg. Vår kartlegging øker din sikkerhet. www.ngu.no



I DENNE UTGAVEN

**Fjellsprenget**

Hvorfor velger vi stort sett sprengning når vi bygger tunnel i Norge? **s.8**

**Tunnelbygging**

Nye materialer kan revolusjonere måten vi bygger tunneler på. Materialet veier mindre enn en tiendel av betong. **s.12**

LES MER PÅ **SAMFUNNSUTVIKLING.COM****BIM**

Bruken av digitale bygningsinformasjonsmodeller i veiprosjekter gjør at prosjektene kan planlegges og bygges på en smartere måte.

Tunnelsyn mot sikrere veier

Etter kun halvannet år i drift har Norwegian Tunnel Safety Cluster (NTSC) allerede 97 bedrifter under sine vinger. Alle har forskjellige produkter og løsninger, men målet er det samme; å gjøre norske tunneler bedre og sikrere.

Tirsdag 27. februar har gradene bikket minus ti i Vagleveien 163 i Sandnes. Utenfor to gamle jernbanetunneler står 43 forventningsfulle klyngedeltakere. Anledningen er årets første deltakersamling, og første post på programmet er omvisning i jernbanetunnelene.

Den ene tunnelen skal etter planen bli en treningsarena for Rogaland brann og redning, og den andre skal innredes av klyngen, og brukes som demonstrasjonstunnel for klyngebedrifter. Det er derfor brennende aktuelt for deltakerne å se på fasilitetene.

– Dette er et typisk klyngearrangement. Her kobles ulike bedrifter sammen og det knyttes nye kontakter i bransjen. Ingen bedrifter kan gjøre alt. Våre arrangementer hjelper med å sette sammen hele verdikjeden, sier Helen Roth, Klyngeleder NTSC.

Vil blir globalt ledende

NTSC ble etablert i 2016. 69 organisasjoner gikk sammen om en arena-søknad, og de ble tatt opp som

klyngeprogram med en gang. Roth som har vært i spissen fra starten av opplevde en umiddelbar interesse fra tunnel-bedrifter, og antall deltakere steg raskt.

– Det er tydelig at en klynge innen tunnel var savnet, og flere og flere meldte kjøpt sin interesse og ville bli deltakere i klyngen, sier den daglige lederen.

Sikrere tunneler

I Norge finnes det cirka 1 100 veitunneler og rundt 800 jernbanetunneler, og NTSCs målsetting er tydelig. Med sine klyngeledere vil de bidra med å gjøre tunnelene sikrere, slik at det skjer færre ulykker.

– Vi skal utvikle en innovativ og bærekraftig klynge for bedrifter som vil kommersialisere løsninger for bedre tunnelsikkerhet på det nasjonale og internasjonale markedet, sier Roth.

Klyngen består av deltakere som alle har ulike innfallsvinkler knyttet til tunnel og tunnelsikkerhet.

– Vår deltakerliste består av alt fra konsulenter som sitter på prosjekter og tegninger, entreprenører som står for bygging av tunneler, automasjonsbedrifter som leverer

**Helen Roth**

Klyngeleder, Norwegian Tunnel Safety Cluster (NTSC)

teknologi og utrustning til tunnelene, drift og vedlikeholdsbedrifter, og nødetatene.

– Så våre deltakere kan levere tjenester til hele livsløpet til tunnelen, sier hun.

Roths jobb er blant annet å hjelpe bedriftene med søknadsprosesser, og med å finne midler til prosjektene deres. NTSC samarbeider tett med Statens Vegvesen og Nye Veier slik at veien mellom bedriftenes idé til at den blir satt ut i praksis blir kortere.

Det er ingen tvil om at klyngen

med deres medlemmer har fått til mye siden starten i 2016. Nå sikter de også mot verdensherredømme innen sitt felt.

– Målet vårt er å bli en ledende global aktør innen tunnelsikkerhet innen 2025, sier hun.

For læring og nye kontakter

I Sandnes har deltakerne nettopp kommet tilbake fra omvisningen i jernbanetunnelene, og endelig kommet inn i varmen igjen. Etter ti minusgrader ute, smaker nok den varme kaffen ekstra godt. Neste på programmet er informasjon om NTSCs nye prosjekter. Esmail Ahmad har satt seg på bakerste rekke i salen. Han er key account manager i Rapp Bomek, som er en av deltakerne i klyngen.

– Rapp Bomek har jobbet med tunneler før, men vi prøver for alvor å komme inn i tunnelmarkedet nå. Dette er grunnen til at vi meldte oss inn i klyngen for halvannet år siden. Rapp Bomek er med i NTSC for å lære, knytte kontakter i bransjen og gjøre bedriften mer synlig på dette feltet, sier Ahmad.

Ahmad forteller at klyngearrangementer er nyttige for Rapp

Bomek, og at de har vært medlem i NTSC siden det startet i 2016.

Johnson Controls/Tyco Fire Protection Products er også en av de totalt 97 deltakerne som nå utgjør NTSC. De har 120 000 ansatte over hele verden, og tilbyr blant annet brannsikringssystemer, som sprinkler og deteksjonsløsninger til tunneler.

Vil være med å påvirke

– Vi er med i NTSC for å holde oss orientert på markedet og på utviklingen av nye løsninger for tunnelsikring. Ved å delta kan vi også være med å påvirke. Vi synes det er et interessant og samlet tiltak hvor man møter mange andre med samme interesser, og hvor man går sammen for å oppnå noe konkret når det gjelder tunnelsikring. Det er også en viktig arena med tanke på samarbeidspartnere og oppdragsgivere, sier Knut Linrud, forretningsutvikler i Johnson Controls/Tyco Fire Protection Products.

Helen Roth har klare tanker om hvorfor klyngen er så viktig:

– Vi skal sammen med våre deltakere bidra til å bygge sikrere og billigere tunneler. ■

Følg oss på



facebook.com/MediaplanetNorge



@MediaplanetNO



@Mediaplanet_no



Resirkuler gjerne avisen

Prosjektleder: **Jesper Thoresen** (jesper.thoresen@mediaplanet.com) Adm.dir.: **Sebastian Keta** Produksjonsleder: **Emma Wirenhed** Forretningsutvikler: **Tor-Olav Borgen** Designer: **Emma Wirenhed** Distribusjon: **Aftenposten**, Mars 2018 Trykkeri: **Schibsted Trykk** Mediaplanet kontaktinformasjon: Tel: **22593000** E-post: **redaksjonen@mediaplanet.com** Forsidebilde: **Norconsult**



BÆREKRAFTIG BETONG NÅ TRAFIKALE UTFORDRINGER SKAL LØSES

Mindre vedlikehold, varer lengre og er over tid mer miljøvennlig.

unicon
CEMENTIR HOLDING



Miljøsertifisert i NS-EN ISO 14001

unicon.no

BMO Entreprenør AS

er en av Norges største aktører innen rehabilitering av bruer, kaianlegg, damanlegg og andre betong- og stålkonstruksjoner. Vi har siden 1993 utført arbeider på utallige anlegg i hele landet.



VÅRE SATSNINGSOMRÅDER:

- Betongrehabilitering
- Overflatebehandling av stål
- Bygging av mindre betongkonstruksjoner
- Asfaltmembraner
- Brufuger
- Injisering
- Rekkverksmontasje
- Dykkerarbeider



Tlf.: 32 77 09 30
Besøksadr.: Industriveien 1
Postboks 574, Kongsberg

SE VÅRE NETTSIDER: bmo.no



Elektro

Mesta Elektro er landets ledende elektroentreprenør på bygging, rehabilitering og vedlikehold av tekniske installasjoner i tunneler.

Vår landsdekkende prosjektavdeling gjennomfører noen av de mest komplekse tunnelprosjektene over hele landet.

I tillegg til prosjekter som Ringvei Vest II i Bergen og rehabilitering av Ekeberg- og Svartdalstunnelene i Oslo, inneholder referanselisten mange små og store prosjekter.

Tunnelsikring

Mesta Spesialproduksjon er en av landets ledende aktører innen fjell- og tunnelsikring, og utfører alle typer tunnelsikringsarbeider og vann- og frostsikring i gamle og nye tunneler.

Mesta har solid kompetanse og lang erfaring fra en lang rekke tunnelsikringsprosjekter, og disponerer en moderne maskinpark.

Vi kartlegger og utvikler løsninger i samarbeid med kunden.

Mer informasjon og kontaktinformasjon finner du på mesta.no





FREMTIDEN ER HER – HØYTEKNOLOGISK TUNNELPROSJEKT I NORGE

På byggeplassen for det nye prosjektet som baner vei for byggeprosjekter i Norge

I det majestetiske landskapet i Nord-Norge, under føttene til sommerturistene og i møte med de krevende vinterforholdene, skaper PNC Norge AS en ny vei som skal gå gjennom to fjell og over en innsjø. Dette er det første tunnelprosjektet av denne typen for PNC i Norge, og de samarbeider med Sandvik for å løse oppgaven.

Etter en kort flytur fra Bodø lander et propellfly med 30 seter mykt i Mo i Rana. Flyplassen i den lille industribyen er liten, og den er omgitt av høye fjell og blå fjorder. Mange hundre camping- og fotturister tar turen hit hver sommer for å oppleve midnattssolen, gå i fjellene, svømme, seile, fiske og nyte atmosfæren. Hovedveiene er svingete og så smale at enhver sjåfør blir nervøs når de store lastebilene kommer rundt svingen.

Det er en slik vei PNC skal oppgradere – fylkesvei 17. Dagens kystvei har begynt å bli ustabil, og på det smaleste punktet går den under Liafjellet, et høyt og bratt fjell. Selv om den er vakker, er det ikke uvanlig at den stenges på grunn av

snøskred om vinteren. Da blir både innbyggerne og næringsvirksomheten lenger nord sperret inne. Da er fly og båt den eneste transportformen, og de er også ofte forsinket eller innstilt på grunn av dårlig vær.

Prosjektleder Norbert Hoerlein styrer prosjektet med energisk selvtillit. Hoerlein har arbeidet i tunnelindustrien i 20 år, stort sett i Østerrike og Tyskland. Dette er både hans og PNCs første tunnelprosjekt i Norge. «Prosjektet består av en 5 km lang strekning som skal gå gjennom to fjell, 1800 m gjennom Liatind, samt en 400 m lang tunnel gjennom Bakliholtan. Det skal også bygges en bro over Olvikvatnet», forklarer han. Veien skal være hele 8,5 meter bred, noe som er mye bedre for de store lastebilene. Den skal også legges utenom de bratte fjellene for å unngå snøskredproblematikken. Dette er faktisk et relativt lite prosjekt for PNC-gruppen med en total kostnad på rundt 330 millioner kroner, men det gjør det også til det perfekte prosjektet for selskapets første oppdrag i Norge.

Arbeide med Sandvik

I forkant av dette prosjektet hadde PNC allerede kontakt med Sandvik-forhandleren Avesco og Sandvik fra tidligere prosjekter. Siden prosjektet i Norge krever en kraftig og pålitelig borerigg, fant de ut at Sandvik DT1131 ville være den perfekte maskinen. På byggeplassen bruker de den nyeste boreteknologien, Jumbo og iSure sammen med Sandviks borstål, noe som har gitt en prisgunstig, nøyaktig og rask bore- og sprengningsprosess. «3D skanneren gjør at vi ikke trenger en landmåler før hver eneste sprengning. Maskinen borer raskt gode og nøyaktige hull, og den blir ikke ødelagt.» Hoerlein sier: «Det var smart å velge Sandvik.» Han skryter også av det gode lydanlegget i tunnelrigger. «Det er ganske enkelt et supert arbeidsmiljø.»

Sandviks teknologi er tilpasset en ny generasjon ingeniører. «De unge operatørene har vokst opp med Playstation og iPhone. De er veldig interessert i data og å forske på nye verktøy.» Disse «digitale innfødte» som Hoerlein beskriver, bruker virkelig den tilgjengelige teknologien. Utdanning og

automatisering er fremtiden, forteller han. «Dataene og ingeniøren.» Når de samarbeider, gir det bedre sikkerhet, dokumentasjon og den nøyaktigheten som kundene forventer.

Forholdet mellom menneske og maskin er viktig, sier han. «Maskinene sender ut store mengder informasjon, men den er helt verdiløs hvis man ikke har gode teknikere, ingeniører og operatører som forstår den. Du kan kjøpe de nyeste maskinene og den nyeste teknologien, men hvis du ikke bruker dataene, borer du på samme måte som for 30 år siden.» Hoerlein forteller at dyktige og erfarne ingeniører tidligere ble slukt av papirarbeid. De satt på kontoret og fylte ut skjemaer, og de brukte verdifull tid som de heller kunne brukt på å finne kreative løsninger. «Med denne nye teknologien kan det gjøres med et klikk. Nå har ingeniøren tid til å faktisk arbeide med dataene.»

Prosjektet har testet ut Sandvik iSure-programmet, og Hoerlein forteller at det gjør det enklere å holde oppdragsgiverne oppdatert og fornøyde, samtidig som det forsterker tilliten mellom oppdragsgiver og entreprenør. Han mener dette er en transparent måte å arbeide på, og teknologien bidrar til å forenkle prosessen. «Vi kan kommunisere nøyaktig informasjon om prosjektet på en lettfattelig måte, og på den måten kan vi også finne løsninger i fellesskap.»

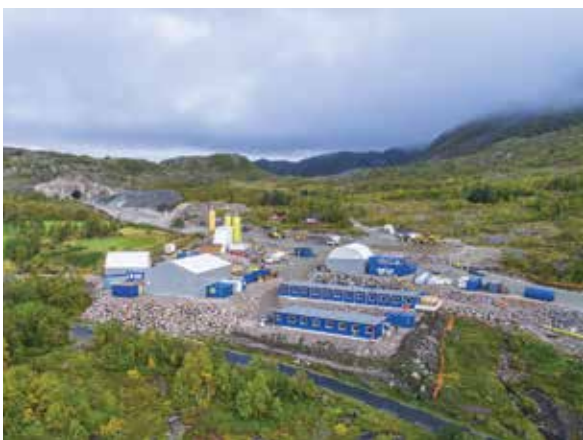
I dette prosjektet nevner Hoerlein at de aldri har hatt problemer med maskinen og datasystemets stabilitet. Det har aldri krasjet eller falt ut under bruk, noe som gir ekstra pålitelighet. «Systemet er helt stabilt», sier han. Men det stopper ikke der. Ved oppgaver som for eksempel bolting, kan iSure-systemet brukes til å måle boltenes nøyaktige posisjon, som igjen kan leveres til kunden som 3D-modeller med en meget høy nøyaktighet. «Vi er vant med at en landmåler må måle opp titusenvise av bolter og gjette hvor enden sitter i fjellet.» Han fortsetter: «Dette er fremtidens løsning.»

Norge – det nye landskapet

De vanligste bergartene her er gneis og glimmerskifer. Gammelt og solid fjell, perfekt for tunneler. Maskinen borer 5 m sprengninger om gangen, en stor forskjell fra sprengningene på 1–2 m som Hoerlein er vant til fra Mellom-Europa. «Det er derfor teknologien er så viktig her», forklarer Hoerlein. «I Østerrike og Tyskland, hvor man bare kan bore én meter om gangen, kan ikke én eksplosjon gå alt for galt. Men hvis man borer på øyemål i Norge, kan man raskt havne en meter unna planlagt tunnellop. Vi trenger elektronikk for å sikre nøyaktigheten.»

Innvendig sprøytes tunnelen med betong som inneholder stålfiber, og det brukes systematisk bolting med 3–4 meter lange stålbolter med plastbelegg, som blir innstøpt.

Fjellene er kanskje solide, men det norske landskapet byr på unike utfordringer. «Vi er vant til å arbeide i snø og fjell i Østerrike. Men det som er interessant her, er at vi er på et avsidesliggende sted. Hoerlein sier: «Av og til kan det være vanskelig å få tak i utstyr og reservedeler så raskt som vi trenger. Når utstyret må importeres fra EU og fortolles i Norge, kan det ta to uker før vi får det. Derfor trenger vi dyktige ingeniører, erfarne personer på verkstedet og flinke prosjektledere, og vi må samarbeide med lokale bedrifter og



underleverandører. Det gjør det både enklere å løse problemer og å få et godt forhold med eksisterende bedrifter i Norge.»

Å bli integrert og en del av den norske tradisjonen er viktig for PNC. Selv om halvparten av arbeiderne er norske – representerer arbeidsstokken syv land. Medarbeidere som ikke snakker norsk, får tilbud om å lære det. «Det er viktig å tilpasse seg

landets kultur. Til gjengjeld deler vi vår erfaring fra tunnelprosjekter, infrastrukturprosjekter og problemløsning.» Hoerlein forteller at PNC håper å kunne tilby både jernbaner basert på flytende fundament samt bygging av broer og tunneler i Norge for å bidra til å oppfylle landets behov for bedre infrastruktur. «Vi har ingen planer om å bare fullføre prosjektet og så forsvinne. Dette er en investering i både landets og bedriftens fremtid.»

Sandvik Norge AS
Sanitetsveien 1
2013 Skjetten

Telefon: 63 84 81 00
E-post: info.no.smc@sandvik.com
Web: rocktechnology.sandvik



E134 fra Damåsen til Saggrenda

Et ønsket prosjekt, men en krevende nabo

E134 fra Damåsen til Saggrenda bygges ut med 13 kilometer ny motorvei utenom og under Kongsberg sentrum. Et stort og krevende prosjekt som også innebærer bygging av flere tunneler og bruer.

Den viktigste effekten av dette prosjektet er at vi legger E134 utenom og under Kongsberg sentrum. Det vil føre til trafikkavlastning, det bedrer miljøforholdene, trafiksikkerheten blir bedre, det samme blir fremkommeligheten og ikke minst gir dette prosjektet Kongsberg nye muligheter, både med hensyn til byutvikling og fortetting. Derfor er dette et ønsket prosjekt, men mange blir berørt av at vi har så omfattende anleggsvirksomhet og derfor er det nok ingen underdrivelse å si at vi er en krevende nabo, smiler Tom Hedalen, som er prosjektleder for E134 i Statens vegvesen.

Sideveissystemer og tunneler
I tillegg til hovedprosjektet blir det også bygget cirka 15 kilometer med sideveissystemer i form av gang- og sykkelveier og lokale veier.

- Disse er viktig i et helhetlig perspektiv for å få hele veiløsningen til å fungere. Men det har også med beredskap å gjøre, blant annet fordi det er flere tunneler på strekningen vi bygger ut. Dersom noen av disse tunnelene må stenge på grunn av vedlikehold eller ulykker, så trenger vi omkjøringsveier som er gode nok til å ta unna trafikken, sier Hedalen.

På hele strekningen er det totalt fire tunneler. Den to kilometer lange Kongsbergtunnelen er en toløps tunnel, det samme er Svartåstunnelen som er cirka halvannen kilometer lang. De to andre tunnelene er fra 300 - 500 meter lange og bygges med et løp, men med gjennomgående midtdeler av trafiksikkerhetsmessige hensyn.

Teknisk avanserte tunneler

I tunnelene er det en rekke tekniske løsninger som må fungere både med tanke på ventilasjon, belysning og ikke minst overvåking.

- Hele veisystemet vi bygger er overvåket av kameraer. Signalene fra veisystemet og tunnelene går til vegtrafikkentralen i Porsgrunn, som kan styre veisystemet og tunnelene. Hvis det skjer uventede hendelser inne i tunnelen kan de for eksempel stenge av innkjørselen, sier han.

I tunnelene med doble løp fungerer de parallelle tunneløpene som rømningsveier for hverandre, slik at hvis det skjer noe som krever evakuering i det ene løpet, kan evakueringen skje via det andre tunneløpet. Inne i tunnelene er ventilasjonsanleggene utstyrt med blant annet gassmålere for å regulere ventilasjonen riktig.

- I noen tunneler må man også

«Dette prosjektet gir Kongsberg nye muligheter både med hensyn til byutvikling og fortetting.»

ha pumper, det trenger ikke vi i de tunnelene som vi bygger på denne strekningen, men vi bygger oppsamlingssteder for olje, bensin og vann. Det vil ledes til store tanker som er etablert utenfor tunnelen, og samles opp der. Rensebassengene er store, og det største kan fange opp cirka 500 kubikkmeter vann. Det tilsvarer volumet til full vask av tunnelen, og en eventuell tankbilulykke.

Flere bruer i prosjektet

På østsiden av Kongsberg har det vært vanlig å bruke limtre i overgangsbruene. Når det skulle bygges en overgangsbru over E134 i dette området, ble derfor materialvalget limtre. Forøvrig i prosjektet er det brukt betongbruer.

- Den mest spektakulære av betongbruene er nok Saggrenda bru, som er en buebru. Denne

brutypen er det ikke så vanlig at vi bygger i dag, men akkurat i dette området er denne typen bruer mye brukt, så derfor valgte vi den samme typen der også, forklarer Hedalen.

Prosjektets naboer

Før prosjektet startet ble mange av husene som ligger inntil anleggslinjen kontrollert for eventuelle sprekkdannelse og skader. I tillegg ble det satt ut måleutstyr som måler rystelser.

- Når vi får påståtte skader på hus som følge av våre arbeider, sender vi ut uavhengige konsulenter som registrerer skadene og vurderer hvorvidt skaden har oppstått som følge av våre arbeider. Vi har også registrert drikkevannsbrønner, hagebrønner og energibrønner, skjer det endringer her, så gjør vi på samme måte for å avdekke om vi er ansvarlige for endringene, fortsetter han.

Da vegtraséen ble planlagt var det 16 boliger som lå i veien for prosjektet, disse ble innløst før prosjektstart. I tillegg har 120 støyutsatte boliger fått gjennomført ulike støybegrensende tiltak som lydisolering og nye vinduer.

Det var også mye eiendom som måtte erverves, siden grunnen som Vegvesenet bygger veien på enten må eies av kommunen,

fylkeskommunen eller av Staten.

- I det hele tatt er det veldig mange prosesser som vi må arbeide med i forkant av et slikt prosjekt også, og derfor kreves det som regel god tid til planlegging i slike vegprosjekter som dette.

- Nå som vi er i full gang med anleggsvirksomheten, legger vi stor vekt på informasjon til alle naboer som blir berørt på en eller annen måte underveis i prosjektet. Det er viktig å informere om de store linjene, men også hvis vi for eksempel må grave over en innkjørsel, eller ta vann og avløp en halv dag, sier han.

Prosjektet er i rute

E134 fra Damåsen til Saggrenda startet i 2015 og ferdigstilles høsten 2019, og i følge prosjektlederen tyder alt på at prosjektet lander til riktig tid og innenfor de gitte økonomiske rammene.

- Prosjektet har vært utfordrende, særlig fordi vi må ta hensyn til mye samfunnskritisk infrastruktur underveis, men det ser ut til at også resten av prosjektet kommer til å gå som planlagt, avslutter Hedalen. ■



Les mer om prosjektet på samfunnsutvikling.com



E134 ved Kongsberg ferdigstilles høsten 2019

Arbeidsfellesskapet Bertelsen & Garpestad, Metrostav og HAG Anlegg (nå en del av NRC Group) har oppdraget med utbyggingen av den tredje og siste store parsellen på E134-utbyggingen ved Kongsberg. Prosjektet vil blant annet bidra til bedre fremkommelighet og trafiksikkerhet, redusert kjøretid og muliggjøre ytterligere utvikling av Kongsberg. Parsellen E30 Trollerudmoen-Saggrenda som arbeidsfellesskapet har ansvaret for gjelder bygging av 4,7 km ny tofeltsveg med midtdeler og forbikjøringsfelt (1,2 km). Dette inkluderer blant annet:

- Moanetunnelen og Vollåstunnel på ca 750 m tilsammen med tunnelportaler
- 3 kulverter
- 4 bruer hvorav den ene er store Saggrenda bru på 310 m
- Tekniske bygg og støttemurer
- 500.000 m³ med sprenging, 45.000 tonn asfalt med mer




Bertelsen & Garpestad er ansvarlig for veg i dagen, Metrostav er ansvarlig for tunnelene og to kulverter, NRC Group er ansvarlig for alle andre betongkonstruksjoner inkl Saggrenda bru. Kontrakten med Statens vegvesen har en verdi på 643,5 millioner eks mva. Arbeidet startet i januar 2017 og skal ferdigstilles høsten 2019.



Et stort prosjekt. E134 fra Damåsen til Saggrenda startet i 2015 og ferdigstilles høsten 2019. På hele strekningen er det totalt fire tunneler, og det bygges flere broer.

Vår kunnskap bidrar til et
mer verdifullt samfunn



E134 Kongsberg bru over Numedalslågen. ill. Norconsult

Norconsult hjelper deg å løse de vanskeligste oppgavene gjennom samhandling og teknologiske nyvinninger. Vår tverrfaglighet garanterer for anlegg som oppfyller kravene til funksjon, sikkerhet og økonomi. Vi bruker BIM som verktøy innen alle våre markedsområder og vi driver anleggsbransjen fremover og inn i den virtuelle verden – med moderne kompetanse og innovativ tilnærming.

Alt vi gjør påvirker noens hverdag, og alt vi gjør bidrar til et mer verdifullt samfunn for de som lever der.

▼
www.norconsult.no

Sprengne eller bruke tunnelboremaskin? Slik bygger man tunnel i Norge



Stort sett blir de fleste tunneler og bergrom tatt ut ved hjelp av sprengning nå for tiden. FOTO: TOMAS MOSS

Norsk forening for fjellsprenningsteknikk skaper den viktigste kunnskapsarenaen for norsk tunnelbransje. Først og fremst er nok foreningen velkjent blant bransjen selv.

Foreningens formål er i hovedsak å arbeide for bedre utnyttelse av berggrunnen, og videreutvikling av bergteknologi. Videre er det viktig for oss å spre kunnskap om norske tunneler og annen bruk av berggrunnen utover egne rekker, og i denne artikkelen ønsker vi å besvare to viktige spørsmål vi ofte får.

1. Hvorfor velger vi stort sett sprengning i Norge?

Norsk forening for fjellsprenningsteknikk (NFF) har siden 1971 samlet inn data knyttet til driving av tunneler og bergrom. Vi får



FOTO: NFF

Tone Nakstad

Generalsekretær i Norsk forening for fjellsprenningsteknikk

mange spørsmål knyttet til hvorfor vi ikke bruker en såkalt tunnelboremaskin (TBM) oftere enn vi gjør. Stort sett blir de fleste tunneler og bergrom tatt ut ved hjelp av sprengning nå for tiden. Før vi går nærmere inn på dette er det greit å få med seg litt fakta knyttet til temaet.

I 2017 tok vi ut hele 7,8 millioner kubikkmeter med fast fjell. Det største volumet tas ut i forbindelse med bygging av veier, med jernbane som en god nummer to. Takket være to jernbanetunneler, Ulriken og Follobanen, har det vært en kraftig vekst i antall kubikkmeter som tas ut med TBM i 2017. Totalt sto disse to prosjektene for 1,7 million kubikkmeter, altså bare litt over 20 prosent. Det er takket være de cirka 20 entreprenørene som jobber med driving av tunneler i Norge, at vi kan utarbeide denne statistikken.

Sprengning eller boring?

Så tilbake til spørsmålet om sprengning versus tunnelboremaskin (TBM):

Den høye hardheten på grunnfjellet i Norge gjør det vanskeligere å bore, enn i bergarter som er relativt sett mykere. Samtidig gjør den

høye hardheten det lettere å bryte fjellet med sprengstoff.

Ved bruk av TBM får man et sirkelformet tverrsnitt, og det er ikke alltid optimalt i forhold til ønsket tverrsnitt som for eksempel på veitunneler

TBM-en er nesten som en slags fabrikk, og den tar forholdsvis lang tid å montere til hvert prosjekt. Det krever altså en viss lengde på tunnelen for at det skal lønne seg.

2. Er ikke tunnelbransjen ganske gammeldags og manuell?

Det er riktig at tunnelyrket har lang tradisjon i Norge. Allerede på 1600-tallet begynte vi å lete etter sølv i Kongsberg gruver, og på slutten av 1800-tallet bygde vi det første vannkraftanlegget i fjell, og de første jernbanetunnelene på Bergensbanen. Dette er likevel ikke en gammeldags bransje. Tvert imot har den lange tradisjonen lagt et

godt grunnlag for videreutvikling og nyvinninger i bransjen.

Nøyaktige 3D-modeller

Det vil bli for mye å redegjøre for alle de digitale løsningene vi bruker ved tunneldriving i dag. For å nevne noe kan de fleste bormaskiner styres automatisk ved støtte i digitaliserte borplaner, enten det gjøres ved sprengning eller TBM. Vi kan også måle ulike forhold i berget mens vi borer i berget, og dette kan man egentlig logge seg på å se på i reell tid så lenge man har nettilgang. Dette gjelder også maskinene som brukes ute for planering og etterarbeid på de store anleggene. Fliseguttene er nå byttet med jenter og gutter som styrer maskinene etter nøyaktige 3D-modeller, og dronene er for lengst tatt i bruk for oppmåling og scanning både før, under og etter prosjektene våre er ferdigstilt. ■

En sikker medspiller



Spunt og pelearbeider Boring – Sprøytebetong

Bølerveien 61, 2020 Skedsmokorset
www.entreprenorservice.no
 Tlf: 67 17 30 00

DRAMMENSMATTA EXTREME™

Ny revolusjonerende sprengningsmatte

Det er den mest Xtreme sprengningsmatte på markedet og tåler store påkjenninger. Forsterkningene ligger inni matte og det blir dermed mindre risiko for å kutte eventuelle signaler til tennere.

905 52 232



One Seven®
 extinguishing
 systems can be
 easily tailored
 to many
 circumstances

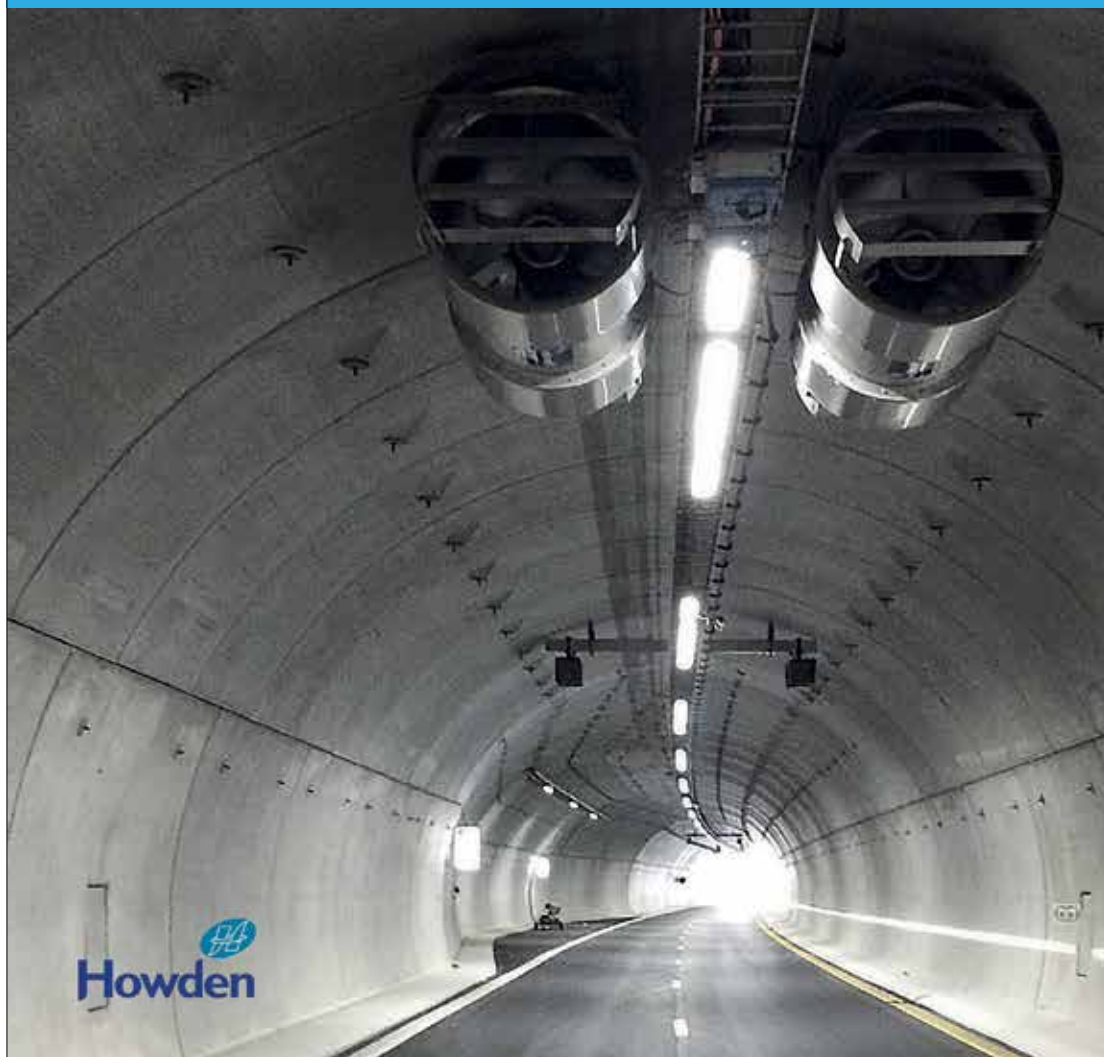
www.oneseven.com

Kontakt in
 Nordic countries
 Nordic Fire &
 Rescue Service
www.nfrs.net
 +47 6398 1632

Recycling
 Tunnels
 Production
 Tanks
 Loading decks
 Transformers



Totalleverandør av tunnelventilasjon



Når kunnskap og kvalitet står i sentrum

Energima er Norges ledende totalentreprenør for ventilasjonssystemer for vei og bane.

- Impulsventilatorer
- Sjaktventilasjon
- Prosjektering, analyser, brann, reparasjoner
- Komplett serviceapparat med moderne utstyr
- Simulering, funksjonstester og beredskap

Referanseprosjekter:

E39 – Rv. 13 - Ryfast-forbindelsen
E18 Ekeberg- og Svartdaltunnelen
E6 Bjørnegårdtunnelen, E18 Bommestad–Ski, E6 Biri–Otta,
E6 Minnesund–Stange, Rv.15 Ulven–Sinsen, T-forbindelsen Karmøy,
E6 Øyer, E18 Bjørvikatunnelen, E16 Lærdaltunnelen

energima.no/tunnelventilasjon
Telefon 22 51 10 20



Betong er fremtidens byggemateriale for sikring og bygging av varig infrastruktur som tunneler, broer, veier og kaianlegg.

Tunnelhvelv av buede elementer gir trygge tunneler, mindre utsprengning og plass for skilt. Fra 5 fabrikker samt over 40 stasjonære og mobile betongblandeverk, leverer vi elementer, peler, ig-betongrør, VA-kummer, kabelkanaler og trekkekummer i hele landet.

Tlf 53 77 52 00 mail@olenbetong.no www.olenbetong.no



VEIEN TIL VERDENSREKORD

24. januar i år smalt siste salve i Ryfylketunnelen – og drivingen av verdens lengste og dypeste undersjøiske veitunnel var ferdig.

Å sette verdensrekord har vært utfordrende, men vi har håndtert alle hindringer gjennom et konstruktivt samarbeid med Statens Vegvesen. I tillegg har vi skaffet oss nyttig erfaring med bruk av elektrisk transportbånd for å transportere ut tunnelstein. En slik erfaring tar vi med oss til fremtidige prosjekt – både for å spare klimaet og bedre arbeidsmiljøet i tunnelen.

Marti har samarbeidet tett med lokale leverandører og vi er stolte av å slå fast at nesten 600 millioner kroner er lagt igjen i regionen rundt.

Nå er vi klare for nye utfordringer – og verdensrekorder.



Marti AS Entreprenør
Karenlyst allé 8b,
0278 Oslo
+47 23 12 06 55

www.marti-norge.no

ROGALAND

Gigantprosjekt med usedvanlige utfordringer

Den 4. januar gikk den første salven av i tunnelprosjektet Rogfast. Det markerte starten på byggingen av det som skal bli verdens lengste og dypeste undersjøiske vegtunnel.



Rogfast. Tunneler og kryss under Kvitsøy. ILLUSTRASJON: NORCONSULT

SPONSET ARTIKKEL

Norconsult



Ryfylketunnelen, som vi holder på å bygge nå, setter verdensrekord når den blir ferdig. Den er 14,4 kilometer lang og 290 meter dyp. Men når Rogfast åpner får vi en tunnel som er 26,7 kilometer lang og 390 meter dyp, så vi setter stadig tunnelrekorder i Rogaland, sier prosjektlederen for Rogfast, Thor Geir Espedal i Statens Vegvesen.

Prosjektet ble endelig godkjent i mai 2017. Deretter begynte kontraheringen av de aller første arbeidene, som startet opp i begynnelsen av januar.

- Nå er vi i gang med det vi kaller forberedende arbeider, der vi blant annet holder på etablere en tverrslagstunnel. Dette blir en transporttunnel som vi bruker for å komme raskt inn til hovedtunnelen. Den bidrar også til at vi kan drive selve hovedtunnelen i begge retninger samtidig, og på den måten sparer vi en del byggetid, fortsetter han.

Arbeidene har startet på nordsiden, mens kontrakt for arbeidene som skal starte i sør blir underskrevet i løpet av mars måned.



FOTO: ØYVIND ELLINGSEN

Thor Geir Espedal

Prosjektledere for Rogfast i Statens Vegvesen

Utenfor standarder

Byggetiden er beregnet til cirka åtte år, med åpning av ferdig tunnel i 2026. I forkant kreves det først et grundig planleggingsarbeid, deretter et stort anleggsarbeid. Prosjektet er langt fra noe A4-prosjekt:

- I Vegvesenet har vi stort sett standarder og beskrivelser for det aller meste, men Rogfast faller utenfor veldig mange av disse standardene, siden det skal gjøres særskilte vurderinger for tunneler som er lenger enn ti kilometer. Det er spesielt med tanke på sikkerheten at vi gjør disse vurderingene. Vi bygger tunnelen med innslag av det vi kaller avbøtende tiltak, det betyr for eksempel at tverrsnittet på tunnelene er en meter større

enn normalt, sier Espedal.

Det skal bygges to parallelle tunnelløp, som begge vil få to kjørebane. For hver 250 meter blir det nødutgang til nabotunnelen, som kan brukes i en eventuell evakueringsituasjon. For hver halve kilometer etableres det havari-lommer.

I et hundreårsperspektiv

Både i vegger og tak blir det lagt inn betongelementer, for denne tunnelen dimensjoneres for en levetid på hundre år.

- Rehabilitering av en tunnel som dette er en veldig krevende og omfattende oppgave. Derfor er det viktig at vi bygger Rogfast med en standard som gjør at levetiden blir

Vår kunnskap bidrar til et mer verdifullt samfunn





**NORCONSULTS UTFORDRINGER I PROSJEKTET**

■ Tunnelens lengde på 27,3 km er utenfor håndbøkenes standardklasser. Det er utarbeidet mange nye gjennomtenkte løsninger vedrørende trafikksikkerhet.

■ Hele prosjektet er prosjektert i 3D. Alt arbeidsgrunnlaget i byggeperioden hentes fra stikningsriktige 3D-fag modeller. Omfang for tegninger er betydelig redusert.

■ På grunn av tunnelens lengde skal det brytes opp med monotonidempende tiltak. Dette gjøres ved bruk av veikunst knyttet til spesiell lyssetting, i kombinasjon med endret tunnel-overflate.

■ For å ivareta tilfredsstillende luftkvalitet gjennom hele tunnelen, blir luften skiftet ut på tre plasser. Dette skjer gjennom egne ventilasjonssjakter/tunneler opp i dagen. De lengste sjaktene er på 260 m.

■ Prosjektet var tidlig ute med å prioritere miljø- og bærekraft høyt. Det er lagt ned et betydelig arbeid for å finne bærekraftige løsninger som gir redusert material- og energiforbruk i drift og byggefase.



lengst mulig, og at vedlikeholdsbehovet blir så lite som mulig.

Krevende forundersøkelser

På grunn av den store dybden er det krav om en bergoverdekning på minimum 50 meter.

- Det er sjelden at tunneler strekker seg så langt under lange havstrekninger, og vi har tatt i bruk både seismikk og kjerneboringer for å bli bedre kjent med grunnen. Vi har også gjort boringer fra skip for å hente opp prøver fra de dypeste partiene. I tillegg til det vil vi benytte en metode der vi gjennomfører seismiske undersøkelser fra selve tunnelstuppen. Det har aldri blitt gjort tidligere i Norge, men nå har vi kjøpt inn nødvendig

utstyr og lært opp et par geologer som skal gjøre disse undersøkelsene etterhvert som prosjektet går fremover, forklarer Espedal.

Veikunst bryter monotonien

Å kjøre i et nesten tre mil langt tunnelsystem med grå vegger kan fort føles monotont. For å bryte denne monotonien skal det derfor etableres flere soner som skiller seg fra den vanlige tunnelen:

- Det som ligner mest på det vi skal gjøre er Lærdalstunnelen. Den er 24 kilometer lang, og der har de lagt inn tre bergrom med spesiell belysning. Vi skal gjøre noe av det samme, og bygge inn spesielle effekter enten i form av bergrom, spesiell belysning eller andre ting

som bryter monotonien. Dette har en god sikkerhetsmessig effekt, og vi har samarbeidet med NTNU om akkurat dette, sier han.

I Rogfast blir det etablert to bergrom i hvert tunnellop, det vil også bidra til at sjåførene kjenner seg igjen og vet hvor langt de har kommet.

Ventilasjonssjakter

Det finnes gode modeller for å beregne luftkvaliteten, men det kreves omfattende tiltak i form av sjakter for å sikre at luftkvaliteten blir god nok i praksis.

- I tunnelen blir det etablert totalt seks ventilasjonssjakter, tre for tilluft og tre for avtrekk. Noen av sjaktene går vertikalt, mens andre

er skråsjakter. Skråsjaktene bruker vi som transporttunneler i byggefasen, men de blir ventilasjonssjakter når anleggsperioden er over og tunnelen settes i drift.

Bruker tradisjonell teknologi

Først og fremst er det dimensjonene som gjør Rogfastprosjektet så spesielt, teknologien de benytter for å drive ut og for å bygge tunnelen er imidlertid velkjent:

- Jeg får ofte spørsmål om hvorfor vi ikke benytter tunnelboremaskiner, men vi har valgt tradisjonelle metoder isteden. En av årsakene er at volumet vi måtte ta ut med tunnelboremaskiner ville blitt mye større, massene ville blitt mer finmalte og vanskeligere å

deponere, og ikke minst kunne konsekvensene hvis noe uforutsett skulle skje i anleggsfasen blitt mye større. Derfor har alle ekspertene anbefalt oss å bruke boring og sprengning isteden.

- Vi står foran mange krevende utfordringer, men det er nettopp det som gjør dette prosjektet fantastisk spennende å arbeide med, sier Espedal til slutt. ■



Les mer om prosjektet på www.norconsult.no



E39 Rogfast. Tunneler og kryss under Kvitsøy

Verdens lengste undersjøiske vegtunneler finner du i Rogaland

Norconsult prosjekterer E39 Rogfast. Ved åpning blir denne verdens lengste, dypeste og blant de sikreste vegtunneler.

E39 Rogfast inngår i nasjonal satsing på fergefri E39 fra Kristiansand til Trondheim. Prosjektet omfatter planlegging og prosjektering av E39 Rogfast fra Harestad, Randaberg kommune til Laupland, Bokn kommune (tunnel). Norconsult bidrar innen 24 fagområder.

Modellbasert prosjektering i 3D og BIM: Prosjektet er fullt ut prosjektert i stikningsriktige fagmodeller i 3D. Det er benyttet 3D/BIM i prosjekteringen for tverrfaglige modeller som sikrer en høyere kvalitet på ferdigbygd anlegg. BIM vil her også kunne kobles mot elektro og senere driftsfasen.

Trafikksikkerhet: To-løps tunnel med rømningsveier og effektiv ventilasjon, lyssetting og veikunst som holder sjåføren fokusert og sikrer en god kjøreopplevelse, samt ivaretar trafikksikkerheten.

Miljø: Strukturert arbeid med bærekraft. Særlig vekt på reduksjon av material- og energiforbruk i anleggsperioden og i ferdig anlegg

Innovasjon: Verdensrekorder i dybde og lengde for undersjøiske vegtunneler stiller strenge krav til innovative tekniske og økonomiske løsninger.



En familiebedrift. Foran Kirkeheitunnelen i Mandal. Fra venstre, Rolf, Terje, Kenneth og Glenn Jakobsen.



Brannsikkerhet. – Materialene i tunnelen må ikke øke risiko for personskade, sier Arild Petter Søvik som er daglig leder i Søvik Consulting.

Nye materialer kan revolusjonere måten vi bygger tunneler på

— SPONSET ARTIKKEL —



Tradisjonelt har tunnelvegger og tak bestått av PE-skum oversprøytet med betong. Nye produkter er under utvikling. Produkter som har god isolasjonsevne, er brannbestandig og veier mindre enn en tiendel av betong.

Tunneler må konstrueres og bygges på en slik måte at de tåler frost og vann, er trafikksikre og brannbestandige, i tillegg til å ha en varighet på minimum 50 år.

- Vi har hatt flere tilfeller der store kjøretøy har tatt fyr i tunneler de siste årene. Det har vært to branner i Oslofjordtunnelen, to branner i Gudvangatunnelen og en meget stor brann i Skatestraumtunnelen, i tillegg til flere andre store

branner. De store brannene viser med all tydelighet at store kjøretøy som brenner representerer en stor brannlast, og kan gi alvorlige konsekvenser for både person-sikkerhet og konstruksjon. Materialene i tunnelen må derfor ikke øke risiko for blant annet personskade, sier Arild Petter Søvik som er daglig leder i Søvik Consulting.

Dersom en bil kjører i tunnelveggen, bør også materialet i tunnelene håndtere slike belastninger, uten at følgeskadene av uhellet blir for stort.

- Når store kjøretøy møtes inni tunnelene blir materialene utsatt for et stort trykk som materialet må takle. Videre er det viktig å benytte materialer og metoder for installasjon som fører til en mer kostnadseffektiv bygging av tunneler, og miljøaspektet er også viktig i et slikt regnskap. Det er med andre ord mange ting som påvirker hvilken type løsninger som egner seg best som vann- og frost-

sikringsløsning i tunneler, fortsetter Søvik.

Norsk patent

Foamrox er et familieeid selskap som i løpet av de siste syv årene har utviklet og spesialisert seg på brann-, vann-, og frostsikring. Materialet de har kommet frem til kan formes og tilpasses og kan brukes i miljøer der det er behov for vanntette løsninger eller løsninger som er brannsikre.

- Faren vår har utviklet Foamrox-materialet i mer enn syv år, men det var for rundt tre år siden at broren min og jeg startet eget selskap og lisensierte produktet. Da henvendte vi oss først og fremst mot tilbehørsmarkedet i form av ulike installasjoner inne i tunnelene. Blant annet har vi levert brannskap i dette materialet, og fordelene er mange. Foamrox har en egenvekt på bare åtte prosent i forhold til hva betong veier. Det ligger også en miljøgevinst i det

«Foamrox har en egenvekt på bare åtte prosent i forhold til hva betong veier. »

å slippe å benytte betong. Tilbehør som nødstasjoner, rammer og kabelgater er de produktene vi har startet å selge, men potensialet er stort, sier Glenn Jakobsen som er salgs- og markedssjef i Foamrox.

Kontinuerlig utvikling

Å starte med tilbehør i tunneler har vært et bevisst valg for å gjøre produktet kjent i markedet. De har også gjort simuleringer på hvordan materialet fungerer i større konstruksjoner.

- Vi har testet og gjort ulike

prøver med en tverrslagstunnel. Simuleringene viser at det er mulig å bruke Foamrox også i vegger og tak i store tunneler. Nå arbeider vi med å utvikle et totalkonsept der du i realiteten kan fjerne all betongen og PE-skummet, og benytte Foamrox isteden. Dette konseptet har vi laget for å vise hvordan Foamrox kan brukes litt frem i tid, fortsetter Jakobsen.

Siden materialet er så mye lettere enn betong, vil kostnadene til transport gå ned. Det vil også være mulig å lage prefabrikerte løsninger som produseres på fabrikk og monteres ute på anlegget. Foamrox kan med andre ord bidra til å forandre måten vi bygger fremtidens tunneler på. ■



Les mer om materialet på www.foamrox.no



BETTER FASTER LIGHTER GREENER

"Foamrox har med sine produkter og materialsammensetninger et unikt utgangspunkt for å vesentlig kunne endre vår tilnærming til utrustning og innredning av tunneler."

Stian Lystad, Ncc

"Har vært i "bransjen" i 30 år. Dette er et stort skritt i riktig retning"

Are Omdal, Scanmatic Elektro



ICU

ICU-skalljakken gir deg optimal beskyttelse mot vær og vind med fantastisk komfort og suveren bevegelsesfrihet. Mykt, 3-lags Helly Tech® Performance-materiale med påtrykte reflekser, ventilasjonsglidelåser og en justerbar hette gir deg alt du trenger.



ALIVE
SINCE / 1877



 **TRUSTED BY
PROFESSIONALS**



NYHETER

Hell testarena. På Hell, utenfor Trondheim, har NTNU flyttet en bru som er over hundre år gammel. I samarbeid med Bane NOR bruker de brua som en testarena. FOTO: NTNU



Leter etter nye inspeksjonsmetoder

Visuell inspeksjon har vært den vanligste metoden for å kontrollere brukonstruksjoner. Ved NTNU forsker de på nye målemetoder. De blir mer nøyaktige, siden resultatene tallfestes.

Det har vært et stor etterslep på vedlikehold av norske bruer både på vei og bane, men allikevel er det mange gamle bruer som har tålt det manglende vedlikeholdet fordi de gamle bruene hadde en større robusthet.

- Bruene vi bygger i dag er designet under mer kontrollerte forhold der det gjøres grundige beregninger av laster, slitasje og materialstyrke. Siden vi har all denne kunnskapen, kan vi også tillate oss å minske marginene, forklarer Anders Rønquist og Ole Øiseth som er henholdsvis professor og førsteamanuensis på institutt for konstruksjonsteknikk ved NTNU.

De arbeider med et prosjekt der de utvikler nye teknikker og analyseverktøy som kan brukes i forbindelse med inspeksjoner og vedlikehold.

Visuell inspeksjon

Inspeksjoner av bruer blir gjerne

gjort ved hjelp av visuelle inspeksjoner. For at inspektørene skal kunne utføre denne jobben er det nødvendig å bygge store stillaser rundt bruene, slik at de kommer til over alt på konstruksjonen, og kan se hvilken tilstand de ulike delene av brua har.

- I dag arbeider vi med å videreutvikle og forbedre de analyseverktøyene som allerede finnes, og vi tar også i bruk nye sensorer i dette arbeidet. Det ideelle for oss, for eksempel når vi gjør inspeksjoner på en jernbanebru, er å starte analysene fra skinnegangen. Ved hjelp av forskjellig verktøy, som hammere, slegger og måleapparater, kan vi måle responsen til materialene i brua. Da kan vi også finne ut om det finnes knutepunkter i brua som har svakheter. Målsetningen vår er å bruke minimalt med ressurser på å sjekke tilstanden til bruer på den tradisjonelle måten, forklarer Rønquist.

Testsenteret på Hell

På Hell, utenfor Trondheim, har NTNU etablert det de kaller "Hell testarena". Dit har de flyttet en bru som er over hundre år gammel. I samarbeid med Bane NOR bruker



Anders Rønquist

Professor på institutt for konstruksjonsteknikk ved NTNU

de brua som en testarena:

- Denne brua kan vi gjøre akkurat hva vi vil med, sier Rønquist.

- Både mastergrads- og doktorgradstudenter bruker den i sitt forskningsarbeid. Et av verktøyene de benytter er en stor slegge med en kraftsensor. Når vi slår med denne slegga i brua, vet vi hvor mye kraft vi bruker, og brua begynner å riste. Disse ristingene er målbare og setter oss i stand til å stadfeste knutepunkter som fungerer som de skal og finne knutepunkter som det er noe galt med. I dag baserer



Ole Øiseth

Førsteamanuensis på institutt for konstruksjonsteknikk ved NTNU

mye seg på visuell inspeksjon, mens vi mener at det ligger et stort potensiale i å bruke moderne måleteknologi som støtte til slike inspeksjoner, tilføyer Øiseth.

Når styrken til en konstruksjon kan måles, kan også tilstanden tallfestes. Det gjør at vurderingene blir sikrere enn ved visuelle inspeksjoner. I tillegg til bruk av slegge, benytter de også kameraanalyser og måling av belastningsnivået på enkeltkomponenter som bjelker og plater i brukonstruksjonen.

- Vi arbeider også kontinuerlig

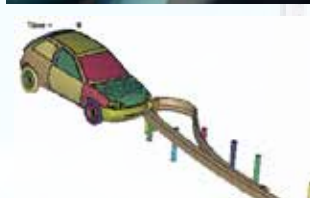
med å vurdere beregningsmodellene vi benytter slik at de stadig blir bedre. Det er viktig for vi ønsker jo ikke at vi ender opp med å rive en bru fordi beregningsmodellen var feil.

Master- og doktorgradstudenter Det var høsten 2016 at brua ble flyttet til testarenaen og ved NTNU har de i hvert fall en tiårshorison på å bruke brua:

- Vi opplever stor nytte av denne testbrua. Blant annet benytter vi den til å sammenligne resultater av målinger fra andre bruer. Så lenge vi har så stor nytte av den vil vi nok la den stå der, men vi har også forberedt hele testarenaen på en slik måte at den dagen vi ønsker å la brua kollapse, så kan vi gjøre det, sier Rønquist.

I dag er det seks studenter på master- og doktorgradsnivå som arbeider konkret med disse problemstillingene.

- Dette er forskningsbasert undervisning der formålet er å foreta målinger for å kvantifisere, og sette tall på, hvordan tilstanden til bruer er, i stedet for å nesten utelukkende basere vurderingene på visuell inspeksjon, avslutter Øiseth. ■



DIN LEVERANDØR AV:

- » NDT og visuell inspeksjon
- » FROSIO-inspeksjon
- » Droneinspeksjon
- » Tredjepartsoppfølging for byggherre
- » Design/modifisering av vegrekkverk iht. regelverk
- » Brodesign og -forsterkning



www.forcetechnology.no

**Innovative
konstruksjoner som
forbinder mennesker.**

Spesielle situasjoner krever innsats fra hver enkelt. Også i bygg- og anleggsbransjen kan store utfordringer kun mestres med høyeste presisjon. PNC gjør dette mulig og skaper nye forbindelser. porr-group.com

PNC



Trust
Quality
Progress

kiwa

Vi kan tunnelsikkerhet

- Beredskapsøvelse og praktisk brannøvelse
- Konsekvensanalyser

Mer info: tlf. 411 41 007 • synnove.loberg@ti.no • www.teknologisk.no

BRO OVER FJORD

Sulafjorden. Brua over Sulafjorden blir 4,2 kilometer lang.

FOTO: STATENS VEGVESEN

Utfordrende fjordkryssinger på Nord-Vestlandet

Flere av fjordene som må krysses for å gjøre E39 fergefri, byr på store utfordringer for de som planlegger dem. Dybden på fjordene, lengden på bruene og tøffe værforhold gjør at ingeniørene må løse fjordkryssingene på nye måter.

- Jeg er prosjektleder for kryssingen av Sulafjorden, Halsafjorden og Vartdalsfjorden. Disse fjordene er litt forskjellige. Halsafjorden er to kilometer bred, og ligger i et ganske beskyttet fjordsystem med lite strøm og vind, men den er hele 500 meter dyp. Sulafjorden er tre kilometer bred ytterst og fem kilometer bred innerst, den er 420 meter dyp og er ekstremt værutsatt med storhavet rett inn, for her er det ingen skjærgård som skjermer fjorden, sier Jørn Arve Hasselø som er prosjektleder for E39 i Statens Vegvesen.

Data om vind, vær og strøm
Vegvesenet har utviklingskontrakt med Meteorologisk Institutt, som har hjulpet dem med å avgjøre hvor de bør gjøre målinger slik at de får representative data. Fugro

Norway gjør undersøkelser for å måle bølger, strøm og saltinnholdet i vannet, noe som er viktig i for å vite hvor mye oppdrift det er i vannet. Det er også satt opp master på 50 og 100 meter for å måle vindforholdene.

Grundige studier

- Da prosjektet startet for rundt tre år siden så vi på hvilke brutyper som kunne egne seg for de forskjellige fjordene. Dette var basert på en mulighetsstudie i forhold til alle kjente data om vær, vind, bølger, strøm- og bunnforhold. Vi brukte også kart og sjøkart for å avdekke hvilke egenskaper de forskjellige fjordene hadde, forklarer Hasselø.

Siste fasen

Mulighetsstudien avdekket hvilke nye grunnlagsdata ingeniørene trengte og hvilken bruteknologi de må utvikle for å realisere de ulike brutypene som kan være aktuelle.
- Det kan være sammensetning av tidligere kjente bruteknologier og utvikling av ny teknologi. Dette arbeider vi med nå, før vi starter med den siste fasen som er beregning og analysefase av bruene.

Blant annet har vi funnet ut at vi

må bruke to brukasser når hengebruspennene blir så lange som i disse prosjektene. Det blir for tungt å etablere fire kjørefelt på én brukasse. Da får vi også helt nye aerodynamiske utfordringer, men disse er vi ferdig med å løse, blant annet ved hjelp av forsøk i vindtunneler. Når vi finner det endelige designet vil det være mulig å bygge hengebruer med et spenn som er lenger enn 2 000 meter. Så lange hengebruer er det ingen som har bygd for, fortsetter han.

Store bruspenn

Brua over den to kilometer brede Halsafjorden kan enten bli bygd i ett spenn med et brutårn på hver side av fjorden, eller ved å benytte en konstruksjon med et flytende fundament på midten.

- Brua over Sulafjorden derimot er 4,2 kilometer lang. Der vurderer vi to hengebruspenn, hver på 2 000 meter og et fast fundament på midten. Fundamentet vil stikke 420 meter ned under havoverflaten. Alternativ konstruksjon her kan være å bruke et rørbrukonsept på strekkstagfundamenter under vann.

- Det er utrolig spennende å

få være med å gjøre et bidrag i å utvikle slike fjordkryssinger som dette. Derfor må vi både være veldig optimistiske og ha mye energi. Vi må også være veldig

grundige og hele tiden være på jakt etter å finne ut hva vi ikke vet, og samtidig være så ydmyke at vi bruker nok tid og ressurser på det, avslutter Hasselø. ■

Prosjektleder for E39 i Statens Vegvesen, Jørn Arve Hasselø på toppen av tårnet på E39 Gjennessundbrua (hengebru) FOTO: STATENS VEGVESEN



Fugro Norway AS har gleden av å levere målinger og analyser av meteorologi, oseanografi, geofysikk og geoteknikk i forbindelse med fjordkryssningsprosjektene i Sulafjorden, Vartdalsfjorden og Halsafjorden. Selskapet har også vært involvert i prosjekter i andre fjordkryssinger for E39.



www.fugro.com

Noreie-Anlegg as

HVITTING AV TUNNELER

Vi har hvittet tunneler, fjellanlegg og parkeringshus i 35 år – uten en eneste reklamasjon.

Vi leverer 10 års garantid på våre jobber.

Noreie-Anlegg as

P.BOX 108, N-8088 BODØ

Tlf: 916 25 983/915 14 034

E-post: roger@noreieanlegg.com

VEGVEDLIKEHOLD - TUNNEL - FJELLANLEGG - INJESERING BETONG
10-års malesystem for mur og stål siden 1978



Queensferry Crossing i Skottland: - Før bruelementene møter hverandre står de fritt ut i luften, og det har heller aldri før blitt bygget en bru som er så stor at det frie spennet har blitt like stort som i dette tilfellet. Derfor fikk vi faktisk et sertifikat fra Guinness rekordbok for akkurat dette, sier Lars Thorbek i Rambøll. FOTO: GRAEME PEACOCK, TRANSPORT SCOTLAND

Derfor havnet denne brua i Guinness rekordbok

Rambøll er involvert i bru- og tunnelprosjekter over hele verden. I september åpnet Queensferry Crossing, nord for Edinburgh i Skottland, og i månedsskiftet mars/april åpner Farrisbrua ved Larvik. Rambøll har designet begge bruene.

SPONSET ARTIKKEL

RAMBØLL

- Queensferry Crossing er et helt spesielt sted for oss som er interessert i bruer, sier Lars Thorbek som er Global Division Director Major Crossings i Rambøll.

- Her er det tre bruer i dag. Den gamle, og helt spesielle, jernbanebrua Forth Bridge som sto ferdig i 1890. Ved siden av ligger Forth Road Bridge, en hengebrua fra 1964, og den siste skråstagsbrua som er designet av oss, og som ble åpnet av dronning Elisabeth i september 2017. Dette er det eneste stedet i verden der du kan stå å se på tre store bruer som er bygd i tre forskjellige århundrer, fortsetter han.

Skråstagsbru med tre pilarer

Det er mer enn 20 år siden man oppdaget problemer med kablene på den gamle hengebrua, årsaken var korrosjon. Et av alternativene var å se på muligheten for å skifte ut kablene, noe som har blitt gjort på andre hengebruer, men i 2006, bestemte man at det skulle bygges en ny bru.

I 2011 ble det skrevet kontrakt



Lars Thorbek

Global Division Director
Major Crossings i Rambøll

med entreprenører og da startet byggingen av nye Queensferry Crossing.

- Dette er en skråstagsbru med tre pilarer, og det er litt spesielt. Men det som er ekstra spesielt er at kablene krysser hverandre på midten. Årsaken har en ingeniørmessig forklaring, det gir nemlig brua større stivhet, og det er første gang det er bygget en slik bru i verden. Det finnes bruer med tre tårn, men da har man gjerne løst det på en litt annerledes måte enn i dette tilfellet, forklarer Thorbek.

Når man bygger en skråstagsbru,

bygger man seg utover fra tårnene med bruelementer og kabler.

- Før bruelementene møter hverandre står de fritt ut i luften, og det har heller aldri før blitt bygget en bru som er så stor at det frie spennet har blitt like stort som i dette tilfellet. Derfor fikk vi faktisk et sertifikat fra Guinness rekordbok for akkurat dette, og det syns vi var ekstra artig, tilføyer han.

En elegant konstruksjon

På andre bruer står gjerne pilarene på begge sider av kjørebane. På Queensferry Crossing står det bare ett tårn, og det er plassert midt mellom kjørebane. Det gjør at det bare er ett sett med kabler som sitter i midten, i stedet for på utsiden på begge sider av brua, som på mange andre bruer.

- Dette arkitektoniske grepet er med på å gi brua et slankt uttrykk. Rent visuelt kan den se ganske spinkel ut, men samtidig er den veldig elegant, og den er et godt eksempel på nordisk enkelt design. Brua fremstår som et utrolig flott landemerke og skaper en fin balanse i forhold til de to andre bruene. Også de som ikke er ingeniører kan nok la seg imponere over disse tre bruene som ligger ved siden av hverandre, og som virkelig gir et

«Brua fremstår som et utrolig flott landemerke og skaper en fin balanse i forhold til de to andre bruene.»

bilde av hvordan ingeniørkunsten har forandret seg gjennom tidene, smiler Thorbek.

Løser trafikkproblemene

Den totale lengden på brua er på 2 500 meter. Den består av fire kjørebane og et nødspor, som med tiden kanskje skal benyttes som kollektivfelt, men foreløpig går all kollektivtrafikk på den gamle hengebrua. Dersom det oppstår trafikkulykker eller andre hendelser på nye brua kan man enkelt føre trafikken over på den gamle brua som en avlastning.

- Før var det nesten alltid problemer med trafikkavviklingen på den gamle brua, men nye Queensferry Crossing har løst disse trafikkproblemene.

Designet Farrisbrua

I månedsskiftet mars/april åpner den nye Farrisbrua på E18 ved Larvik. Da blir det sammenhengende firefelts motorvei gjennom hele Vestfold. Også i dette prosjektet har Rambøll hatt en sentral rolle både med forstudiene og det endelige designet.

- Denne brua er også enkel i designet, men tar seg samtidig veldig flott ut. Det vil nok også gi en veldig spesiell opplevelse når du kommer ut av tunnelen, inn på broen og så fortsetter inn i neste tunnel igjen, sier han.

Queensferry Crossing og Farrisbrua er to store prosjekter, men de illustrerer bare litt av Rambølls omfattende virksomhet:

- Vi har mange ulike prosjekter over hele verden, blant annet holder vi på med bruer i Vancouver og Montreal, og har et annet prosjekt i Panama. Det kommer også mange spennende prosjekter i Norge, blant annet med fergefri E39, og det håper vi også å ta del i, sier Thorbek avslutningsvis. ■



Les mer om bruprojektene på:
www.ramboll.no

BIM



Prosjekter kan planlegges bedre. illustrasjon fra Fellesprosjektet E6 Dovrebanen.

Digitalisering av veiprosjekter

Bruken av digitale bygningsinformasjonsmodeller i veiprosjekter gjør at prosjektene kan planlegges og bygges på en smartere måte. Resultatet er bedre kvalitet, raskere gjennomføring og økonomiske gevinster.

Mange har nok en oppfatning av at byggebransjen var mye tidligere ute med å bruke digitale bygningsinformasjonsmodeller (BIM), enn man var innenfor samferdselssektoren, men det stemmer ikke helt.

- Allerede i 2005 startet de første endringene i hvordan vi arbeider når vi prosjekterer veier. Da startet vi en prosess med å se på arbeidsmetodikken fra å utelukkende arbeide tegningsbasert til å arbeide og levere modellbasert. Inspirasjonen kom fra blant annet byggebransjen. Siden den gang er det gjennomført en rekke samferdselsprosjekter, både for vei og bane, hvor man har brukt modellbasert prosjektering. Parallelt med dette har Statens vegvesen utarbeidet en håndbok som danner premissene for hvordan vi skal utføre dette i prosjektene. Den første håndboken kom i 2012 og har senere blitt revidert flere ganger, sier Torbjørn Tveiten som er 3D-ansvarlig i ViaNova Plan og Trafikk.

I dag arbeider man i henhold til det som er beskrevet i håndbøkene i alle større veiprosjekter. Det betyr at store deler av prosessene utføres med digitale modeller som et nav i samarbeidet.

Færre feil, bedre kvalitet

En viktig gevinst ved å arbeide modellbasert er at mulighetene for å gjøre feil blir redusert.

- Prosjektene involverer mange fagaktører og ved å benytte den samme modellen når de prosjekterer, reduseres sjansene for at det oppstår tverrfaglige konflikter. I dag er det gjennomført prosjekter der man har klart å bygge anlegg uten at det har oppstått noen tverrfaglige konflikter på prosjekterte data. For å få til dette må alle arbeide prosessbasert og være

flinke til å samhandle, sier Arve Lønes som er BIM-seniorrådgiver i Multiconsult, og leder i Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) sin BIM-ekspertgruppe.

Ved å arbeide modellbasert blir kommunikasjonen mellom de ulike partene i prosjektene bedre, og det blir også enklere å forstå det som planlegges.

- Vi har hatt en periode der vi var veldig fokuserte på selve teknologien og verktøyene. Det trinnet er vi forbi. Nå arbeider vi mye mer med hvordan vi kan skape god kommunikasjon og samhandling, slik at prosessene fra planlegging og prosjektering til selve byggingen blir best mulig i alle ledd. Målet er å redusere feil, mangler og konflikter mellom aktører, fortsetter Lønes.

- Det kan hende at vi bruker noe lenger tid på selve prosjekteringen, men dette tas igjen i godt monn både med tanke på tid og kostnader når ting skal bygges. Årsaken er at kvaliteten på det som er prosjektert på denne måten blir så mye bedre, tilføyer Tveiten.

På sikt er formålet å gjennomføre heldigitale, tegningsløse prosjekter.

Hele livsløpet

De digitale modellene som benyttes under planlegging, prosjektering og bygging blir også en del av dokumentasjonen på det ferdige prosjektet i form av en "as built" digital modell.

- Den modellen skal så leve videre i et drifts- og vedlikeholdssystem. Når modellene lagres digitalt, kan man også med enkelhet hente opp den opprinnelige modellen og arbeide videre på den. Det er effektivt hvis man for eksempel skal rehabilitere en rundkjøring, tunnel eller noe annet senere, forklarer Tveiten.

Et paradigmeskifte

Innføringen av digital teknologi i form av BIM endrer hele arbeidsmetodikken og representerer på mange måter et paradigmeskifte i bransjen.

- Det er de store offentlige lokomotivene som er pådrivere i denne utviklingen. Statsbygg, Forsvarsbygg og Helseforetakene har vært pådrivere for byggebransjen, Nye Veier og Statens Vegvesen for veiprosjekter og Bane NOR for jernbanen. Det er veldig positivt, for da får vi ressurser som gjør at hele bransjer kan utvikle seg videre og stadig bli bedre, sier Lønes til slutt.



Arve Lønes
Leder RIF,
BIM ekspertgruppe



Torbjørn Tveiten
3D-ansvarlig, ViaNova
Plan og Trafikk


Miljø & Støyskjerm
Sørbråtenveien 10, 1449 Drøbak
Mobil: +47 992 54 312
Mail: post@miljoogstoyskjerm.no

STØYSKJERMER



3 DAGERS LEVERING
FRI RÅDGIVNING ON SITE



Tromsøysundtunnelen



Isfjelltunnelen



Larsberggtunnelen

Tryggere tunneler med CemPro Whitecoat

CemPro Whitecoat er en gjennomfarget hvit mørtel til å sprøyte på tunnelvegger. Dette gir lysere og tryggere tunneler. CemPro Whitecoat er utviklet i samråd med Statens Vegvesen og er i henhold til Statens Vegvesens trafiksikkerhetstiltak, samt universell utforming.

Les mer på cempro.no

- Hvit og gjennomfarget mørtel*
- Rengjøres med høytrykk i henhold til håndbok R510, uten bruk av kjemikalier*
- Hindrer inntrengning av salt, olje, støv ol. i overflaten*
- Lang levetid, uten misfarging*
- Vannavstøtende, men diffusjonsåpen*
- Tåler fryse-/tinevekslinger*
- Vedlikeholdsvennlig*
- Karbonatiseringsbremsende*

Kontakt oss for mer informasjon og demo
Tlf 90 76 69 74 erling.kringberg@cempro.no
www.cempro.no

 **CemPro**



Bewusst bauen.



StoConcrete Protect Tunnel

Reduserte vedlikeholdskostnader og økt trafiksikkerhet

Et nytt innovativt belegg for tunellvegger og -tak muliggjør reduserte vedlikeholdskostnader og korte avstengningstider. Overflaten beskyttes effektivt, og kun vann trengs ved rengjøring. Belegget bidrar også til økt trafiksikkerhet i tunnelen grunnet den lyse, ikke-reflekterende overflaten.

StoPox TU 100

Det nye slitesterke belegget StoPox TU 100 beskytter mot klorider og inntrengende vann samt vannoppløselige forurensninger. Smuss har vanskeligheter med å feste seg, hvilket reduserer behovet for rengjøring og vedlikehold. StoPox TU 100 kan fås i de fleste RAL-farger.

StoPox TU 100	Verdi	Standard
Våtslitasjebestandighet	0,6 µm (klasse 1)	EN 13300
Rengjøringsevne	Meget god	EN 11998
Glansgrad	40-60 GU	EN ISO 2813
Brannklasse	Klasse C-s3, d2 / Klasse B1	EN 13501-1 / EN 4102



For ytterligere informasjon, kontakt Sto Norge AS
Telefon: 66 81 35 00 | E-post: info.no@sto.com

www.sto.no