

Fjellsprenger'n

Nr. 1 November 2008
19. årgang

PROFILEN:

**Kjell Stormo – danser
med kjemper**

**Farlig oppdrag
i Løsberga**

**Fjellet
overrasker stadig**
Intervju med ingeniørgeolog
Per Bollingmo

Et kundemagasin fra



INNHOOLD

Nytt fra Orica	s. 2	Ny teknologi for å kontrollere rystelser og luftsjokk	s. 23
Profilen: Kjell Stormo	s. 4	Valldalsdammen forsterket	s. 28
Nytte sertifikater for basene	s. 12	Farlig oppdrag i Løsberga	s. 32
Fjellet overrasker stadig	s. 16		

Ansvarlig utgiver: KNOT NILSEN | Dyno Nobel ASA, P.b. 94, 1300 Sandvika | Redaktør: THOR ANDERSEN | Tekst og foto: EINAR GJÆREVOLD | Grafisk utforming: TORILL HENNINGSEN

Kjære lesere,

ET HEKTISK ÅR går mot slutten. Året startet med høy aktivitet innen bransjen. Utover i året har aktiviteten avtatt noe, spesielt innen bygg. «Finanskrisen» bidrar til at investeringsviljen har tatt en negativ retning noe som merkes godt i den konjunkturefølsomme bygg- og anleggsbransjen.

Det er å håpe at det offentlige Norge setter fart på utbygging av lenge planlagte og etterlengtede vei- og jernbaneprosjekter slik at man unngår en altfor stor aktivitetsnedgang.

ORICA MINING SERVICES har de to siste år vært gjennom en prosess der vi har gjennomgått alle våre produkter på global basis. Formålet er å presentere produktene på en enhetlig måte

alle steder hvor våre produkter er tilgjengelig. Vi har bestemt å samkjøre navnene på produktene og leveringssystemene, slik at vi kan snakke samme «produktspråk» uavhengig av hvor i verden våre kunder befinner seg.

Produktnavnene for bulksystemer, patronerte produkter og tennmiddelsystemer vil få enhetlige navn som gjenspeiler vår globale produktstruktur.

Produktenes egenskaper vil ikke forandres, og vi vil fortsatt levere de samme produkter under de nye navnene

Kundene kan fortsatt forvente å få levert den høyeste grad av kvalitet, og tilgang til det siste innen produktutvikling

Enhetlige varemerker er utviklet for hver produktgruppe. Dette innebærer nye produktlogoer, ny emballasje og nytt informasjonsmateriell.



VED Å INNFØRE globale produktnavn vil det også bli enklere å få tilgang til erfaringer og ekspertise gjennom Orica Mining Services tekniske personell og våre «case studies» samt til den siste utvikling innen sprengningsteknikk fra Orica Mining Services sine globale forskningsentre.

Som du vil se fra informasjonssider i dette nummeret av Fjellsprenger'n er vi allerede i full gang med navnebyttet på våre bulkemulsjonssprengstoffer. Allerede 1. desember i år vil de nye navnene være å finne ute i markedet.

Navnebytte på våre øvrige produkter vil skje gradvis utover i 2009. Vi vil holde deg orientert via blant annet Fjellsprenger'n, våre internettsider og selvfølgelig gjennom kundebrev.

I denne forbindelse ønsker jeg å informere om våre nye internettsider som har fått en mye enklere navigasjon og en rekke nye funksjonaliteter som gjør det enkelt å få tilgang til informasjon, spesielt produktinformasjon. Webadressene er de samme som tidligere: www.oricamining.com eller www.orica.no

JEG VIL OGSÅ benytte anledningen til å ønske våre lesere en god jul og et aktivitetsfylt nytt år.

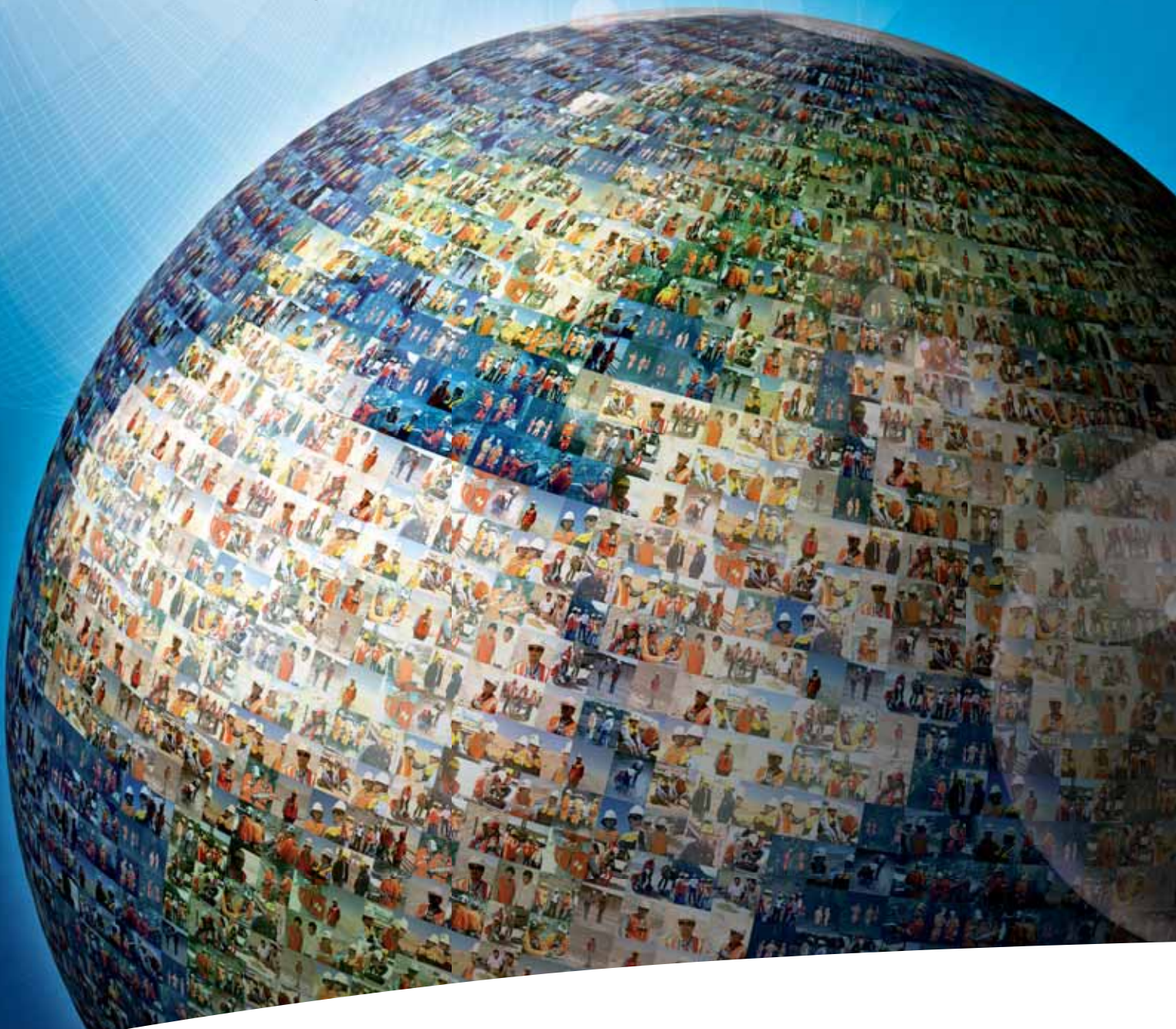
Knut Nilsen

Vice President Nordics

One Voice. One Goal

Vi i Orica Mining Services snakker med samme språk. I vår nye, globale produktprofil bruker vi ett produktspråk. Uansett hvor i verden du befinner deg, finner du de samme produktnavnene og egenskapene, slik at det blir enklere å utveksle erfaringer og kunnskap om sprenging. Målet er å tilby kundene det aller beste innenfor sprengingsprodukter, basert på teknologi og nyskaping fra verdens største sprengstoffprodusent.

That's the real Power of Partnership.



Hva skjer 1. desember?

Som omtalt i lederen står vi foran et navneskifte på våre produkter. Allerede 1. desember vil våre kunder se de nye på bulkprodukt og bulksystem navnene i markedet.



CentraTM

Leveringssystemet SME over jord vil få navnet *Sitemaster*.

Leveringssystemet SSE over jord vil få navnet *Euromaster*.

Leveringssystemet SSE under jord vil få navnet *Euroloader*.



CivecTM

De eksisterende Titanprodukter (emulsjonssprengstoffer) beregnet for bruk over jord vil få navnet **Centra**TM Gold med en etterfølgende tallkode som henviser til de forskjellige reseptene, på lik linje med Titan. Som eksempel vil Titan 9080 få navnet **Centra**TM Gold 80.

De eksisterende Titanprodukter (emulsjonssprengstoffer) beregnet for bruk under jord vil få navnet **Civec**TM Control.

Se for øvrig produktannonser et annet sted i bladet, og følg med på våre hjemmesider www.oricaminingservices.com eller www.orica.no

Våre nye internettsider

Designet, innholdet og funksjonaliteten på våre nye internettsider er bygget på tilbakemeldinger og idéer fra våre kunder, og erfaringer fra de gamle sidene. Den største forandringen er at sidene er konstruert for en stadig økende global aktivitet såvel for kunder som for Orica. Hvert land vil nå ha sine egne sider tilgjengelig på engelsk, og i de fleste tilfeller også lokalt språk. Sidene er tilpasset markedet i de enkelte land, som ved lansering teller rundt 60.

Nytt design og brukervennlig grensesnitt.

En global førsteside hvor man enkelt kan finne det land og språk som er aktuelt.

Enkelt å finne fram til produktinformasjon.

Abonnementsystem for oppdateringer av HMS- og teknisk informasjon.



www.oricaminingservices.com
www.orica.no



Vi har også i år valgt å gi et bidrag til Frelsesarmeens arbeid blant de mest vanskeligstilte i samfunnet. Vi tror dette er en fin erstatning for den tradisjonelle julehilsenen. På denne måten gir vi alle et bidrag til en liten lettelse av situasjonen for de som har kommet litt uheldig ut i livet.

GOD JUL



PROFILEN

Kjell Stormo | 59 år | Yrke: Senior gruveingeniør



Kjell Stormo – Danser med kjempes

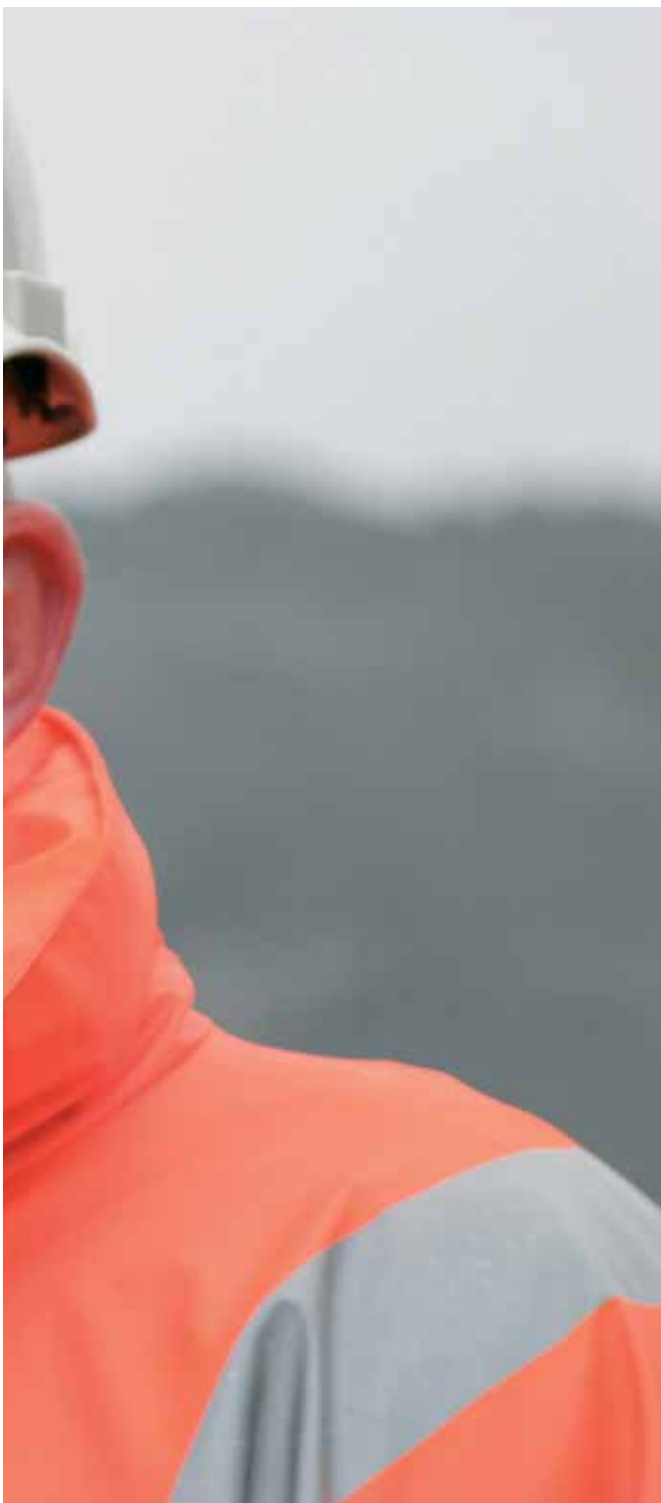
Titania lever opp til navnet sitt. Suksesshistorien til Norges største bergverk fortsetter. Nå er store utvidelser på gang. Men suksessen handler ikke bare om å gjøre norsk fjell til en del av internasjonal hverdag. Den handler også om å se menneskene i kulissene.

TEKST OG FOTO | EINAR GJÆREVOLD

Med en tilfreds murring tar den digre hjullasteren fart og forsyner seg av haugen med svart stein. To tusen hestekrefter spiller opp når lasteskuffen, som kan løfte 25 tonn i slengen, måker steinblokkene til værs og tømmer dem over i en skrubbulten tipptruck med bulder og brak. Størrelsen til tross, maskinen virker nesten yndig der den svinger seg rundt.

Det er ikke småtterier Kjell Stormo (59) har vært sjef for de siste to årene. Dagbruddet til Titania på Hauge i Sokndal kommune er et av de største bergverkene i verden som utvinner ilmenitt. Og definitivt det største bergverket i Norge.

– Jeg har vel aldri visst om annet enn gruver. Oldefar, bestefar og faren min jobbet i gruvene i Sulitjelma. Så flyttet far sørover for å begynne i sølvgruvene på Kongsberg, siden i molybdengruvene på Knaben. Der ble jeg født. Og da jeg var 17, begynte jeg her som sommerhjelp. Siden



Navn: Kjell Stormo
Født: 1949
Bosted: Hauge i Dalane, Sokndal
Jobb: Senior gruveingeniør. Tidligere gruvesjef
Utdanning: Statens Bergskole, 1971
Sivilstatus: Gift med Annlaug
Barn: 2 (sønn på 33, datter på 28)
Interesser: Jakt og fiske. Skisport, hytteliv og båtliv
Verv: Representerer Bergindustriens landssammenslutning (BIL) i Bransjerådet for fjellsprenging
Hører på: Pop og rock fra 1960- og 70-tallet. Stones, Beatles, Kinks, Elvis
Leser: Krim. Alt av Henning Mankell, Jo Nesbø, Stieg Larsson og Anne B. Ragde. Ellers reiseskildringer i blader og bøker
Ser på: Nyheter, naturprogrammer, debatter og sport
Spiser: Altetende, men veldig gjerne hvit fisk – torsk og saltsprengt uer
Drikker: Rød og hvit vin. Litt sterkere saker til kvelds på jaktturer
Kjører: BMW X3
Ferierer: Hytta på Spengereid.

Den 31 meter høye og 150 tonn tunge Bucyrus 49HR er Norges største borerigg på land. Den bruker en rotasjonsborekrone av samme type som oljeriggene i Nordsjøen. Maskinen borer 18–22 meter i timen, med et trykk på 40 tonn og 80 omdreininger i minuttet.



1971 har jeg vært på Titania. Her har sønnen min blitt elektriker og jeg har fått en maskinkjører til svigerdatter.

Gruva sitter i blodet til folk fra Sokndal i Sør-Rogaland. Stormo ville ikke ha valgt annerledes.

– Det er en fantastisk arbeidsplass. Ikke rart at mange blir her hele livet.

VINTERSOLA SKVETTER RØDFARGE på fjelltoppene rundt Tellnes i Dalane. Bare glimtvis, riktignok, før utsikten gror igjen av regn og tåke.

Vinteren er gjerne grå og våt på disse kanter.

Gruvesjefen med de bløte konsonantene har latt papirarbeid og telefoner være et par timer, og viser rundt i det menneskeskapte krateret på heia. Dette er han stolt av. Med en lengde på 2600 meter, en bredde på 500 og en dybde på 190 står det respekt av dimensjonene, selv i global målestokk.

– De siste ti årene har vi produsert 800–850 000 tonn ilmenittkonsentrat i året, forteller han. – Det utgjør åtte prosent av all ilmenittproduksjonen i



verden.

Dermed ligger Norge på en fjerdeplass internasjonalt. De første plassene har Australia inn tatt med 23 prosent, Sør-Afrika med 21 prosent og Canada med 16 prosent.

– Neste år går vi for 910 000 tonn, lover Stormo. – Etterspørselen er stor. Men rekorden fra gullåret 1989 blir nok stående. Da produserte vi 940 000 tonn.

Overskuddet gir gode skatteinntekter for Sokndal. I 2006 var det på 204 millioner kroner før skatt. Det kommer godt med i en småkommune som sliter med fraflytting. Gruva er stedets viktigste arbeidsplass og sysselsetter 250 personer, eller hver åttende sokndøl i arbeidsfør alder. I tillegg nyter andre næringer godt av at bedriften har vind i seilene.

I OVER HUNDRE ÅR har Titania sprengt titanholdig jernmalm ut av de kuperte dalstrøkene innafor Rekefjord og Jøssingfjord. De første seksti årene fra en reserve i Sandbekk, men siden 1960 fra forekomsten på Tellnes. Geologene mener at det ligger rundt 400 millioner tonn ilmenitt innkapslet i anortositten her, den knallharde bergarten som det golde Åna-Sira-massivet består av.

Det er den største ilmenitt-forekomsten i verden.

Døgnet rundt, i all slags vær, pågår virk-

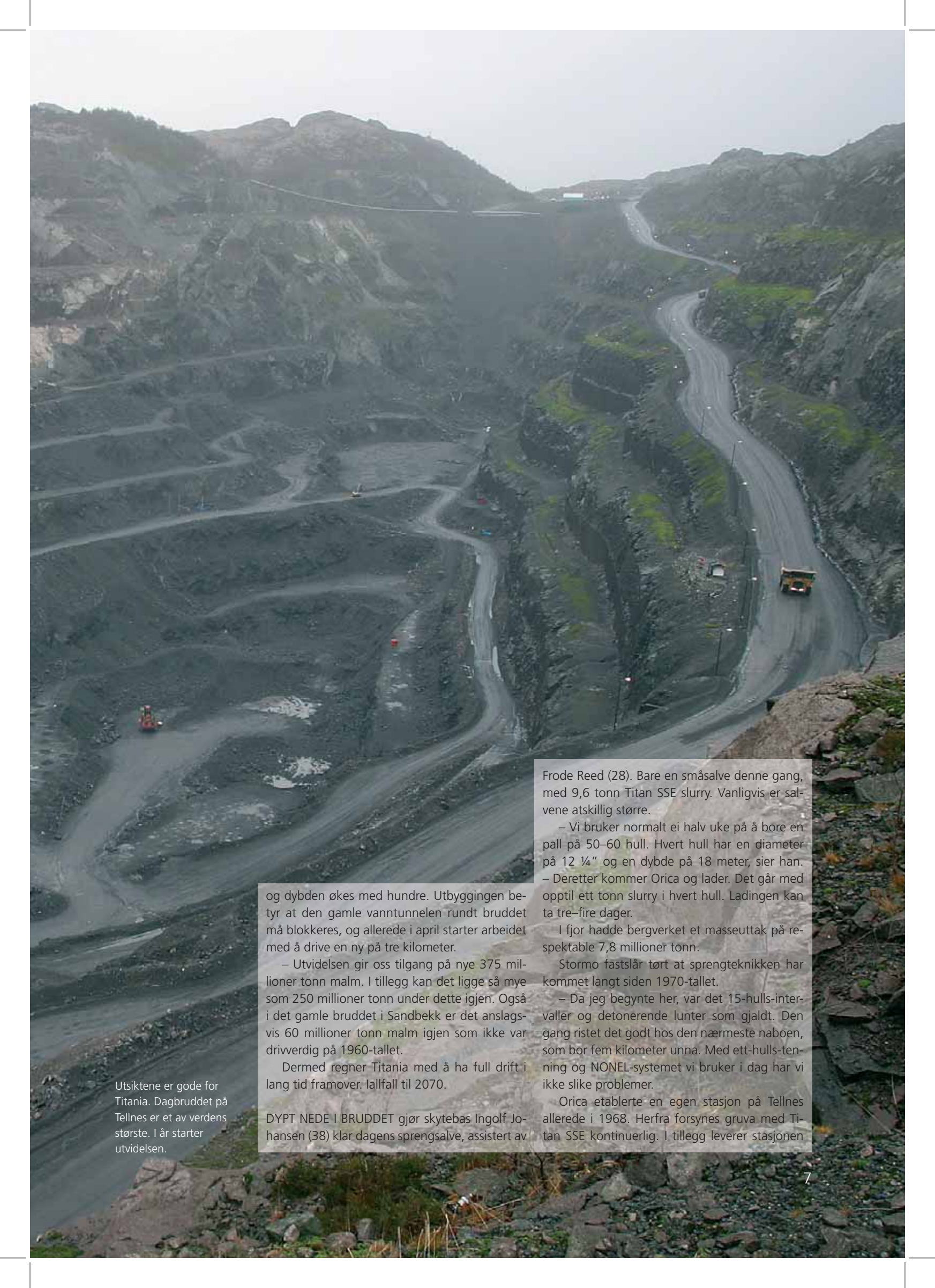
somheten i dagbruddet. En ustoppelig strøm av digre trucker frakter stein opp fra dypet og dumper den i knuseren på toppen. Bilene kan bære 180 tonn på ryggen, og blir skiftet ut annethvert år. Hjullasterne holder i ni.

Det er det amerikanske konsernet Kronos International Worldwide Inc. som eier gruveselskapet, men i praksis styrer Titania seg selv.

Siden 2005 har konsernet investert store beløp i å styrke maskinkapasiteten på anlegget. Det året kom nytt tyngdekraftutstyr på plass i prosessanlegget og dagbruddet fikk Norges største landbaserte borerigg.

–Og i fjor anskaffet vi oss et nytt oppredningsverk til 40 millioner kroner og en ny lastemaskin til 33 millioner, fullfører Stormo.

Målet er å øke produksjonen og samtidig holde driftskostnadene nede. Gruvesjefen anslår at de vil trenge investeringer på rundt 50 millioner kroner hvert år framover. For nå starter arbeidet med å utvide anlegget. Dagbruddet skal forlenges med 700 meter, mens bredden



Utsiktene er gode for Titania. Dagbruddet på Tellnes er et av verdens største. I år starter utvidelsen.

og dybden økes med hundre. Utbyggingen betyr at den gamle vanntunnelen rundt bruddet må blokkeres, og allerede i april starter arbeidet med å drive en ny på tre kilometer.

– Utvidelsen gir oss tilgang på nye 375 millioner tonn malm. I tillegg kan det ligge så mye som 250 millioner tonn under dette igjen. Også i det gamle bruddet i Sandbekk er det anslagsvis 60 millioner tonn malm igjen som ikke var drivverdig på 1960-tallet.

Dermed regner Titania med å ha full drift i lang tid framover. I allfall til 2070.

DYPT NEDE I BRUDDET gjør skytebas Ingolf Johansen (38) klar dagens sprengsalve, assistert av

Frode Reed (28). Bare en småsalve denne gang, med 9,6 tonn Titan SSE slurry. Vanligvis er salvene atskillig større.

– Vi bruker normalt ei halv uke på å bore en pall på 50–60 hull. Hvert hull har en diameter på 12 ¼" og en dybde på 18 meter, sier han. – Deretter kommer Orica og lader. Det går med opptil ett tonn slurry i hvert hull. Ladingen kan ta tre–fire dager.

I fjor hadde bergverket et masseuttak på respektable 7,8 millioner tonn.

Stormo fastslår tørt at sprengteknikken har kommet langt siden 1970-tallet.

– Da jeg begynte her, var det 15-hulls-intervaller og detonerende lunter som gjaldt. Den gang ristet det godt hos den nærmeste naboen, som bor fem kilometer unna. Med ett-hulls-tenning og NONEL-systemet vi bruker i dag har vi ikke slike problemer.

Orica etablerte en egen stasjon på Tellnes allerede i 1968. Herfra forsynes gruva med Titan SSE kontinuerlig. I tillegg leverer stasjonen



Tidligere gruvesjef Kjell Stormo viser fram en bit uforedlet ilmenittmalm og et glass med «destillert» titanoksidpigment.

120 tonn slurry skaper luft i luka når en storsalve fyker av på Tellnes.
Foto: Titania AS.



sprengstoff til andre kunder på strekningen Stavanger–Kristiansand. Og Stormo er godt fornøyd med samarbeidet.

– Jeg har vært kontaktmann mellom gruva og Orica i alle år. Vi er alltid blant de første som får ta i bruk nye teknikker, og Orica har fulgt opp og prioritert oss hele veien.

Som en av de første bedriftene i landet, holder Titania på å gå over til elektronisk sprenging – med utstyr levert av Orica.

– Vi har skutt noen prøvesalver og er godt fornøyd, forklarer Stormo. – Med elektronisk sprenging styrer vi salvene direkte fra PC-en, og kan bestemme nøyaktig hvilken verdi hver enkelt tenner skal ha. Det vil si hvor mange millisekunders intervaller det skal være mellom detonasjonene. Så kan vi kjøre en datasimulering av salven på forhånd. Lastbarheten er viktig her, og denne løsningen gir oss en veldig god kontroll med fragmenteringen.

MALMENS VEI FRA DAGBRUDET til verdensmarkedet er lang. Først frakter truckene steinblokkene til en grovknuser, som reduserer dem til pukk. Deretter blir massen sendt videre på bånd til to store siloer, hvor den lagres før den havner i oppredningsverket. Der malers steinen ned til pulver, og mineralene skilles fra gråsteinen. Resultatet er et svart steinpulver, ilmenittkonsentrat, som så blir sendt i vannrør opp til et tørkeanlegg i Jøssingfjord. Der blir det oppbevart i to nye siloer i påvente av utskipning.

Bare 18–19 prosent av malmen inneholder ilmenitt. Av 3,2 millioner tonn som blir sendt til oppredningsverket, sitter Titania igjen med ca 900 000 tonn ilmenittkonsentrat. Av dette igjen utgjør bare 44,3 prosent mineralet titanoksid, TiO_2 .

Fra Jøssingfjorden går mineralkonsentratet med skip til pigmentfabrikker i Tyskland, Polen og Tsjekia, Finland og Norge. De foredler malmen videre til ren titanoksid, det hvite fargestoffet som

Alt er stort på Titania. Her er gruvesjef Kjell Stormo foran en av sine siste anskaffelser. Den gigantiske Terex RH170E er Norges største lastemaskin. Monsteret veier 385 tonn og har her en forgraverskuffe på 18 kubikk. Graveren tok alene ut 2,6 millioner tonn fjellmasse i fjor.



vi finner igjen i maling, papir, plast, lakk, kosmetikk, solkrem og tannkrem.

Når vi pusser tennene, er det altså norsk fjell vi pusser med!

En av de største kundene er Tinfos Titanium & Iron i Tyssedal. Omlag 30 prosent av steinpulveret havner der. Smelteverket tar ut magnetitten, som det er god pris på, og selger det videre til sine egne kunder. En annen viktig mottaker er Titanias egen søsterbedrift, Kronos Titan i Fredrikstad, der ilmenitten blir foredlet til ferdig pigment.

I det siste har oljeindustrien begynt å eksperimentere med ilmenitt som vektmateriale i boreslam. Ilmenitten er nemlig langt mer miljøvennlig baryt (bariumsulfat), som brukes i dag. Skulle dette slå an, åpner det seg enda et marked for det svarte gullet på heia.

LOJALITETEN FRA DE ANSATTE er det lite å utsette på. Sykefraværet har i årevis ligget på omlag 3,5 prosent, et av de laveste i norsk industri.

Hvordan går det an?

– Det tyder vel på at folk trives. Vi har gjort mye for at folk skal ha det bra på jobben. Ikke bare ved å satse systematisk på helse, miljø og sikkerhet, men også ved at vi tar de ansatte med på beslutninger. Når vi kjøper nye maskiner, er det viktig at de som skal operere dem er med på handelen. For eksempel var vi nylig i Spania og Hellas for å se på en ny borerigg. Da var en av operatørene med.

Den sindige gruvesjefen tror også at jobbrotasjon er litt av forklaringen. – For å unngå belastningsskader og for at folk ikke skal stivne faglig, har vi innført en ordning der de ansatte kan rotere på funksjonene. De kan også bytte jobb – og vi hjelper dem som vil, med å ta fagbrev, enten de er prosessoperatører, grunnarbeidere eller renholdere.

Det siste har det blitt stadig mer av. For også Titania merker at det er gode tider i Norge. Det har blitt vanskeligere å få tak i fagfolk.

Titania's lasteanlegg i Jøssingfjorden har 170–200 skipsanløp i året. Like utenfor her ble det tyske fangeskipet "Altmark" bordet av den britiske destroyeren HMS "Cossack" i februar 1940.

– Vi har måttet lære opp nye operatører fra grunnen av selv og sørge for at de får seg fagbrev, sier Stormo. Han fikk selv økonomisk støtte fra Titania da han skulle studere på Bergskolen i 1974.

Etter at de store gruvene ble lagt ned på 1980- og 90-tallet har bergverksutdanningen falt bort. I dag må gruvene selv lære opp de fagfolkene som trengs.

– Vi har prøvd å etablere et nytt utdanningstilbud, for det er bruk for høyere kompetanse på leder- og mellomledernivå, særlig innen dagbrudd og pukkverk.

REKRUTTERINGEN ER BARE ett av mange tema som har opptatt ham som sjef. Selv om mye av den daglige driften blir håndtert på et lavere nivå, har det blitt utallige møter. Om økonomi, samarbeidsavtaler og det å holde tråden i de mange funksjonene.

– Jeg hadde aldri noe ønske om å bli sjef, sier han. – Jeg var landmåler og planlegger. Men da vi bestemte oss for å utvide bruddet, ble det behov for å dele på sjefsjobben. Dessverre døde kollegaen min, så jeg ble nødt til å ta ansvaret for både utvidelsen og den daglige driften.

I løpet av 37 år har Kjell Stormo sett mange forandringer.

– Det er klart. På 1970-tallet hadde vi en del ulykker, deriblant tre dødsfall. Fokuset på sikkerhet er veldig mye bedre nå. I dag scorer vi høyt

når det gjelder lav uhellstatistikk og sykefravær. Dessuten har vi sett en rivende teknisk utvikling. For drøyt 30 år siden lastet truckene 20–50 tonn. Nå tar de opptil 200.

I midten av januar tok Knut Petter Netland over som ny gruvesjef på Titania. Netland kommer fra stillingen som gruvesjef ved et annet stort dagbrudd, Norsk Stein på Jelsa. Selv går Kjell Stormo over i en stabsfunksjon, men beholder ansvaret for å drifte utvidelsen av Tellnes-bruddet.

NÅR HAN IKKE er på jobb, er Kjell Stormo gjerne å treffe på hytta på Spangereid ved Lindesnes. Den blir brukt flittig året rundt. Men mannen kan også påtreffes med hagle på fjellet om høsten, med ski i Sirdal eller på Geilo om vinteren, og med fiskestang ved elva Sokna om sommeren. I mange år fartet han og kona også rundt med campingbil på kontinentet.

– Jeg har alltid vært veldig interessert i skisport, beretter han. – Derfor har jeg hatt som mål å besøke samtlige hoppbakker og skiarenaer i Europa hvor det har vært arrangert et større mesterskap.

Kona, Annlaug, har holdt ut med ham siden 1974. Det er visstnok en uvanlig statistikk i Sokndal. Kommunen er en av dem med flest skilsmisser i Rogaland.

Sykdom satte i fjor Stormo ut av spill i tre måneder. Det ble en vekker.

– En stund var jeg blind på det ene øyet. Nå er



FAKTA | TITANIA

Grunnlagt: 1898
Eierskap: Kronos Worldwide Inc., USA
Utvinner: Ilmenitt (titanjernstein)
Produksjon: 850 000 tonn pr år
Omsetning: 569 millioner kroner (2006)
Ansatte: 250
Sprengstoff: Titan SSE

alt i orden igjen, men jeg har begynt å tenke annerledes på dette med livskvalitet. På at jeg bør spise annerledes. Og trene mer.

Jeg har i alle fall lovet kona å slutte å røyke.



Skytebasene Ingolf Johansen (t.v.) og Frode Reed gjør klar til dagens salve. Hver gang det går en salve, må de rapportere til jordskjelvsenteret i Bergen. Eksplosjonene kan iblant høres helt til Moi, 15 kilometer unna.

Historien om en gruvesuksess

Det var britiske geologer som oppdaget de store titanholdige jernmalmressursene i Blåfjell i Sokndal rundt 1860. Funnet ledet i 1863 fram til forløperen til dagens Titania, The Norwegian Titanic Iron Company. Driften ble nedlagt alt i 1876, men Sokndal landssogn og Sogndal ladesteds kommuner kjøpte opp rettighetene og leide dem videre ut til Christiania Minekompani.

I starten ble jernmalmen brukt som råstoff i jern- og stålverkene, men kvaliteten – og fortjenesten – var for dårlig. I 1898 ble rettighetene leid videre til Aktieselskabet Sogndal Titanjerngruber, som tre år senere ble omregistrert til Aktieselskapet Titania. I 1909 tok kjemiprofessor P. Farup patent på en metode til å framstille titanoksid. Kort tid etterpå utviklet han, sammen med dr. Gustav Jebsen, en måte å produsere pigment (TiO₂, titanhvitt) på industrielt.

I 1914 kjøpte Det Norske Aktieselskab for Elektrokemisk Industri alle patenter og malmrettigheter. I 1916 ble fabrikkens Titan Co etablert i Fredrikstad for å framstille pigment.

Fram til 1926 gikk driften bare i sommerhalvåret. Årsproduksjonen var 3–4000 tonn ilmenittkonsentrat. I 1927 gikk hovedaksjonæren i Titania Co, Fredrikstad Privatbank, konkurs og det amerikanske National Lead tok over. De

hadde en pigmentfabrikk i Leverkusen, Tyskland, fra før – nå ble den Titanias største kunde. Driften ble helårlig, utstyret forbedret og infrastrukturen ombygd, og produksjonen økte. På slutten av 1930-tallet lå produksjonsvolumet på 100 000 tonn.

Under annen verdenskrig sikret tyskerne seg kontroll med gruva. Ilmenitten ble en viktig råvare til framstilling av kamuflasjemaling. Da Europa skulle bygges opp igjen etter freden, steg etterspørselen kraftig. Den gamle malmgangen var imidlertid for liten til å dekke behovet. I 1954 ble nye reserver funnet på Tellnes, der et helt nytt gruveanlegg sto ferdig i 1960. Fem år senere ble Blåfjell-forekomsten nedlagt.

Stadige teknologiske forbedringer holdt Titania konkurransedyktig i årene som fulgte. På begynnelsen av 1980-tallet vedtok Stortinget å bygge et ilmenittsmelteverk i Tyssedal. Det sto ferdig i

1986 og hadde Titania som deleier. Det var gode tider. Årsproduksjonen i 1989 nådde hele 940 000 tonn, det høyeste tallet noensinne. I 1997 falt produksjonen kraftig, da ilmenittsmelteverket i Tyssedal tok til å kjøpe ilmenitt fra det australske BHP i stedet. Men den lønsningen var ikke vellykket. Allerede i 1999 kunne Titania igjen levere til Tyssedal.

FAKTA | BESVÆRLIG AVFALL

De såkalte avgangsmassene, finkornet sand og silt, fra malmutvinningen ble i mange år deponert i Jøssingfjorden. Det ble det bråk av. En voksende miljøbevegelse laget huskestue i fjorden på 1980-tallet. Enden på visa ble at Stortinget påla Titania å deponere avfallet på land. Siden 1994 har slammet blitt lagret i et dalsøkk nær industriområdet, der en 70 meter høy demning holder det på plass.

FAKTA | MASKINPARK FOR STORE GUTTER (OG NOEN JENTER)

Maskinparken på Titania omfatter noen av de mest røslige kjøredoningene i Nord-Europa: Seks Caterpillar 789C tipptrucker, en Terex RH170E gravemaskin, en Terex RH120 gravemaskin og to LeTourneau L1100 hjullastere. Dieselforbruk: Fire millioner liter i året.

FAKTA | FJELL KAN FLYTE

Avfallsproduktene fra Titania er gråberg, magnetitt og sulfidkonsentrat. Magnetitten går til kulloppredning eller jernverk i utlandet, mens mye av sulfidkonsentratet selges til metallverket Outocompo i Finland. Finnene bruker det til å produsere svovelsyre og til å utvinne kobolt av.

Nye sertifikater for basene

Fra 1. juli neste år er det slutt for dagens ordning med sprengningssertifikater. Et nytt regelverk trer i kraft og avløser bestemmelsene som har virket siden 1989.



Ove Nes i Mesta jobber på storprosjektet Ringveg Vest utenfor Bergen. Han vil neppe ha problemer med å oppfylle de nye reglene for skytebaser.

TEKST OG FOTO | EINAR GJÆREVOLD

I gamle dager var det politiet som utstedte sertifikater til folk som trengte eksplosiver i jobben. Ansvaret ble overtatt av Statens sprengstoffinspeksjon i 1979 (senere omdøpt til Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap) og i 1989 kom kravet om fagbrev for å få sertifikat. Siden har ikke ordningen vært endret – før nå.

Endringene i sertifiseringer betyr at dagens C-sertifikat blir ugyldig så snart ordningen trer i kraft. A- og B-sertifikatene kan fortsatt brukes en stund, men den som ønsker å drive med sprengningsarbeid i framtida, må oppgradere sertifikatet sitt innen tre år.

Den nye modellen deler skytefolket inn i to kategorier; *fjellsprenningsarbeideren* og *fjellsprenningslederen*. Bare den som har ledersertifikat får ha et overordnet faglig ansvar for jobben og kan starte virksomhet på egen hånd. Fjellsprenningsarbeideren må på sin side være ansatt i en bedrift for å kunne drive med sprengningsarbeid. Endringene berører alle de 12 000 personene som i dag innehar et eller annet sprengningssertifikat. Årlig utstedes det mellom 70 og 100 nye A-sertifikater og om lag 100 nye B-sertifikater i Norge. Hvor mange som faller fra etter hvert, er ikke kjent.

ADGANG TIL SPRENGSTOFF BEGRENSES

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har arbeidet med den nye modellen i to år. Avdelingsleder Siri Hagehaugen mener det er på høy tid at det nå kommer nye regler.

– Av sikkerhetsmessige årsaker må vi redusere tallet på dem som kan erverve eksplosiver og heve kompetansen hos dem som skal jobbe med dem. Vi har for mange uhell og nesten-uhell i bransjen. I fjor hadde vi mer enn 50 registrerte hendelser og 33 politisaker til behandling. Alle var relatert til sprengningsuhell. I noen tilfeller var det bare flaks at det

ikke gikk verre. Et fellestrekk her er at alle skyldtes dårlig planlegging. Formålet med den nye sertifiseringsordningen er altså å øke sikkerheten.

– Det er mangel på skytebaser. Nå blir det enda færre?

– Først og fremst er det C-sertifikatene som forsvinner. De innehas i dag av jord- og skogbrukere, som har hatt lov til å sprengre på sin egen eiendom. Nå finnes det imidlertid maskiner som kan erstatte eksplosivene, så disse brukerne har ikke lenger behov for skytesertifikat. Når vi samtidig stiller strengere krav til lagring, blir det både vanskelig og dyrt for småskalabrukerne å oppbevare sprengstoffet riktig.

Hagehaugen opplyser at initiativet til de nye bestemmelsene kommer fra bransjen selv. Den har opplevd at dagens ordning ikke fungerer slik den var tenkt. Kompetansekravene er uklare og samspillet med fylkesopplæringskontorene har ikke vært tilfredsstillende. Samtidig har det kommet signaler fra EU om at strengere restriksjoner for sprengstoffbruk er på vei.

– Det har å gjøre med den generelle utviklingen i samfunnet og behovet for økt sikkerhet, spesielt etter 11. september. Det har blitt viktigere å begrense tilgangen til eksplosiver, sikre dem bedre og gjøre det enklere å spore dem og stoffer som kan brukes til å lage sprenglegemer. I det liberale Norge har sprengstoff vært et arbeidsredskap for mange, og ikke alle har håndtert det slik de burde. Det er altså en todelt affære: Samtidig som vi ønsker å redusere tallet på alle som kan erverve eksplosiver, vil vi heve kompetansen til dem som skal bruke det.

UTDANNINGSTILBUD PÅ VEI

– Hva skal den nye utdanningen inneholde?

– Det er en rekke punkter vi vil ha inn i kursene. Vi ønsker å se utdanningen for fjellsprennere i sammenheng med det generelle kunnskapsløftet i den videregående skolen, og bygge videre på det

grunnlaget som videregående kan gi. Alt dette skal vi utvikle videre sammen med bransjen og kursarrangøren.

– Hvor langt har dere kommet?

– Vi er i rute nå. Selve utdanningsmodellen er på plass, Bransjerådet for fjellsprenning (BfF) skal være kursarrangør og hjelpe oss med å utvikle kursene videre. Disse blir obligatoriske i den nye sertifiseringsordningen. Det blir også kursarrangøren som får ansvaret for å finne fram til de riktige lærekreftene.

– Blir geologi en del av faget?

– Det tør jeg ikke si foreløpig. Det er opplagt at geologi vil være et sentralt element i opplæringen, men hvordan de ulike fagområdene skal vektes opp mot hverandre, kan jeg ikke si her og nå. Det vil bli avgjort under utviklingen av kursene, i samarbeide med BfF

– Det blir hevdet at man ikke er så flink til å vurdere kvaliteten på berget lenger, fordi så mye av arbeidet gjøres av maskiner?

– Det er riktig. Det ser vi også av uhellsrapportene vi får inn. «Slepper i fjellet» får ofte skylden, når uhell oppstår. Vi er litt usikre på om det er tilfelle bestandig, eller om folk ikke er gode nok til å lese fjellet. Kanskje er det en kombinasjon. Så det er viktig at de som jobber i felten også har kunnskap om geologi.

FRYKT FOR LEVEBRØDET

De siste månedene har DSB presentert den nye modellen for forskjellige deler av fagmiljøet. Hagehaugen melder at bransjen stort sett har reagert positivt.

– Det folk er mest opptatt av, er hvordan overgangsordningen blir. Der har vi lovet å være smidige, for vi ønsker jo ikke å ta jobben fra noen. De negative tilbakemeldingene kommer helst fra dem som har C-sertifikat og nå frykter for levebrødet sitt. Det viser seg imidlertid at noen av disse faktisk driver ulovlig.

– Enkelte av de eldre skytebasene syns at nå blir det for tungvint og byråkratisk. Noen sier de vil slutte?

– Jeg mener vi har tatt høyde for at noen ikke orker papirmølla. I så fall kan



Skytebas og bedriftsleder Petter A. Olsen i Østfold er en av mange som snart må oppgradere sprengningssertifikatet sitt.

de nøye seg med det brukersertifikatet de har og likevel ha hånd om sprengstoff til daglig. Men da må de ha en sprengningsleder over seg, som tar seg av papirarbeidet.

– Hva med selvstendig næringsdrivende?

– Regelen vil si at de enten må ta ledersertifikat selv, ansette en som har det, eller bli ansatt i et firma som har en sprengningsleder. I en overgangsfase har vi sagt at de som har drevet egen virksomhet i lang tid, bare trenger et kort kurs for å bli fjellsprengningsleder. Men innholdet i kursene, og varigheten av dem, er ikke spikret ennå.

– Blir dette dyrt?

– Jeg tør ikke forskuttere hva prisen blir til slutt. Kursarrangøren skal selvsagt tjene litt på dette, men vi forventer at de viser måtehold. Samtidig ligger det jo en inntjening i den andre enden, i form av et tryggere samfunn. Det må nødvendigvis koste litt.

KRAV OM ERVERVSTILLATELSE

DSB har i dag seks personer ansatt til å jobbe med saker som har med eksplosiver å gjøre. Det er de samme folkene som ellers i året overvåker bruken av eksplosiver landet over og kommer på banen når det skjer uhell. De har regis-

trert at det skjer en viss ureglementert oppbevaring av sprengstoff rundt omkring, og det vekker bekymring. Det nye regelverket innskjerper adgangen til å anskaffe eksplosiver.

– I Norge har vi ikke helt forstått at det faktisk finnes en del folk med uærlige hensikter der ute som faktisk kan få tak i sprengstoff. For framtida blir det bare virksomheter som driver med fjellsprengning som får lov til å rekvirere sprengstoff. Og du må dokumentere at du enten har et godkjent lager eller at logistikkplanen din viser at sprengstoffet skal rett i hullet.

– Hva slags dokumentasjon vil bli krevd av den som skal kjøpe noen Dynamitgubber?

– I dag er det politiet som gir ervervstillatelse. Dette vil vi nå sentralisere hos oss, slik at vi både får en oversikt over hvem som har tillatelse til å bruke eksplosiver og hvor de blir oppbevart. Skal en virksomhet kunne erverve sprengstoff, forutsetter vi at den har ansatt en godkjent sprengningsleder. Dessuten må bedriften være registrert i Brønnøysundregistrene med et organisasjonsnummer, som skal oppgis når du tar ut eksplosiver.

– Kan man sende en assistent for å hente sprengstoff?

– Det kan jo ikke være sånn at lederen må hente selv hele tida, så det blir lov å ha en håndlanger som frakter sprengstoffet fram til salven. Da må vedkommende i så fall ha et ADR-bevis for å få transportere eksplosivene.

– I utkastet til ervervsregelen heter det at den skal tre i kraft fra «en gitt dato». Er det samme tidspunkt som sertifiseringsordningen trer i kraft?

– Det er faktisk et godt spørsmål. Regelen vil nok tre i kraft før det har gått tre år. Dermed må man være registrert som virksomhet for å få kjøpe, men man slipper å ha en sprengningsleder ansatt før overgangsfasen er slutt.

EGNE REGLER FOR TEKNISK SPRENGNING

– For såkalt «teknisk sprengning» blir det egne regler?

– Ja. Det er ikke en type sprengning som krever spesialsertifikater, og det har vært svært lite uhell med denne. Men alle som driver med slik småsprengning vil måtte ha en sprengningsteknisk kyndig ansatt. Hvilke krav vi skal stille til dem, er ikke helt klart ennå. Men alle som jobber med teknisk sprengning, skal ha en bedriftsintern opplæring og være meldt inn til oss.

Samtidig med sertifiseringsordningen



Avdelingsleder Siri Hagehaugen i Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap ser fram til at de nye sertifiseringsreglene blir satt ut i livet.



Sivilingeniør Thor Skjeggedal i Norsk forening for fjellsprenningsteknikk.

er DSB i ferd med å utvikle et nytt fag-system, som skal gjøre det enklere å søke om tillatelser. All dokumentasjon på sertifikater, ervervs- og oppbevarings-tillatelser vil om kort tid være samlet i en egen fagdatabase, og alle søknader vil kunne sendes elektronisk til DSB via rapportsystemet altinn.no på internett. Da blir det også lettere å melde fra om personer som er under opplæring. En slik innmelding er en forutsetning for at lærlingene får håndtere sprengstoff.

Utkastet til det nye regelverket blir sendt ut på høring tidlig neste år. Hørings-tida er tre måneder. DSB håper at ordnin-gen blir vedtatt på vårparten, og kan tre i kraft 1. juli 2009. – Det er viktig å få fram at vi ikke gjør dette for å være byråkra-tiske og vanskelige, sier Hagehaugen. – Vi ønsker av hele vårt hjerte å gjøre dette tryggere. Men de som jobber med slike ting bør huske at sprengstoff ikke bare er et vanlig arbeidsredskap lenger. Det håper jeg folk skjønner.

PÅ TIDE MED ENDRINGER

– Det er mange ting som gjør at tida er moden for å revidere sertifiseringsordnin-gen, sier faglig sekretær Thor Skjeggedal i Norsk forening for fjellsprenning (NFF). Han ønsker det nye regelverket velkom-men. – Dagens ordning er ikke veldig god. Opplæringen fungerer ikke ord-entlig, og videregående skole har ikke tatt fjellsprenningsfaget inn over seg.

Med dagens krav til sikkerhet, må skytebasene bli flinkere til å gjøre korrekte risikovurderinger, mener Skjeggedal. Hver uke skjer det uhell som gir ma-terielle skader. For å være rustet mot

erstatningskrav og mulig straffeansvar i framtida, er det viktig at risikoanalyser og salveplaner er godt dokumentert. – Det er også slik at hvis du først har fått sertifikat i dag, gjelder det til du blir hundre, enten du fortsatt er skikket til sprengningsarbeid eller ikke.

NFF organiserer mer enn 900 skyte-baser, konsulenter og entreprenører fra hele landet. I tillegg er omkring 60 bed-rifter med i bransjeforeningen. Helt fra 1963 har foreningens oppgave vært å tale bransjens sak overfor myndighetene, og sørge for at riktig informasjon når fram til medlemmene – ikke minst til alle dem som ikke har store arbeidsgivere i ryggen.

Foreningen er delt inn i flere komiteer, som på frivillig basis arbeider med saker som opptar medlemmene. En av dem er Skytebaskomiteen, som igjen har eta-blert et Bransjerådet for fjellsprenning. Rådet er en av høringsinstansene DSB benytter.

– Vi har vært med på prosessen hele veien, fortsetter Thor Skjeggedal. – DSB har ønsket å teste forslagene mot bran-sjen etter hvert, og rådet har bidratt så godt vi har kunnet med ekspertise og kommentarer.

– Hvilke kommentarer har dere hatt til de nye reglene?

– Ikke så mange, men vi har gitt en del innspill til planen for det nye fjell- og bergverksfaget på videregående skole. Meningen er at det skal føre fram til et fagbrev, som blir en del av grunnlaget man må ha for å få brukersertifikat.

SKEPSIS FRA DE SMÅ

– Hvordan blir reformen mottatt blant medlemmene?

– De fleste, særlig de som kommer fra de små firmaene, syns det blir ille. De mener at det blir altfor mange tester og for mye papirarbeid. Mange sier at «når dette kommer, da gir vi oss». Særlig de eldre ser mørkt på dette. Det er mange enmannsfirmaer der ute som ikke har sin styrke i det teoretiske. De er praktisk an-lagte folk, som ikke syns det er så enkelt å sette seg ned og skrive rapporter og risikoanalyser.

– Tror du mange forsvinner ut av yr-ket?

– Noen vil nok forsvinne. Iallfall de eldre. De store bedriftene, derimot, vil sikkert ha systemer for dette og hjelper folkene sine igjennom. Det er verre med de små firmaene. De som ikke har orden i papirene, ligger tynt an etter hvert.

Thor Skjeggedal ser en betydelig ut-fordring i å rekruttere nye skytebaser i årene som kommer. Gjennomsnittsalder-en på basene stiger med ett år hvert år.

– Og slik kan det vitterlig ikke fort-sette. Vi tror at bare omlag halvparten av alle som har skytesertifikat i dag, er aktive fjellsprennere. Snittalderen deres ligger på rundt 53–54 år

Du kan lese mer om den nye sertifiserings-ordningen på hjemmesida til Norsk foren-ing for fjellsprenningsteknikk (NFF); www.nff.no.



Bollingmo foran Skanskas adkomsttunnel til Bærumtunnelen ved Engervannet utenfor Sandvika.

TEKST OG FOTO | EINAR GJÆREVOLD

Fascinasjonen for geologi har ikke blitt mindre med årene for Per Bollingmo (65). Interessen ble tent en gang i ungdomsårene i Trondheim på 1950-tallet. Etter et års forhåndspraksis i Skorovass gruver i Nord-Trøndelag, kom han inn på Norges Tekniske Høgskole (dagens NTNU) i 1962. Fire år senere var han ferdig utdannet ingeniør-geolog. Siden har trønderen holdt seg til fjellet, som ekspert på tunneler og fjellrom. I 1968 begynte han i NoTeBy, Norsk Teknisk Byggkontroll, og ble med på lasset da selskapet fusjonerte med Multiconsult i 1993.

Bollingmos første prosjekt var en liten kloakktunnel i Oppegård. Siden ble det større utfordringer. De siste årene har han utredet geologien for Bærumtunnelen mellom Lysaker og Sandvika som Jernbaneverket skal ha ferdig om to år. Nå for tida er han opptatt med to nye banestrekninger: Holm–Nykirke ved Holmestrand, og Oslo–Ski. Den første får to tunneler på



Per Bollingmo | 65 år | Yrke: Ingeniørgeolog

Hva vet du egentlig om fjell?
Bare innrøm det: Ikke særlig
mye. Vår største naturressurs er
skremmende ukjent for de fleste,
mener geolog Per Bollingmo.

Fjellet overrasker stadig

til sammen 12–13 kilometer, den andre flere tunneler på i alt 18 kilometer.

FJELLROM «IN» PÅ 70-TALLET

40 år i bransjen har gjort Bollingmo til en av Norges mest erfarne anleggsgeologer. Han kjenner fjellet ut og inn, og har hatt en finger borti det meste. 1970-tallet var en spesielt travel tid, med en bråte vei- og jernbaneanlegg, kraftverk, kloakktunneler – og fjellhaller.

– Vi fór over hele landet og bygde fjellrom, mest for det daværende Televerket. Det var i den kalde krigens dager og alle telefonsentraler skulle bygges i fjell for sikkerhetens skyld. Samtidig bygde kommunene idretts- haller i fjellet, for dermed kunne de tjene som tilfluktsrom og fikk tilskott av staten.

Et fjellanlegg har flere fordeler, forteller Bollingmo. – Man slipper noen miljøkrav, og hallene er svært anvendelige. De kan brukes til parkeringshus, lagerhall, og til å lagre søppel og industriavfall i. Dessuten lønner det seg

å bygge fryselagre i fjell: Når fjellet først er kjølt ned, skal det lite energi til for å holde temperaturen konstant. Et fjellager klarer seg uten strøm i en uke. Det kan være smart, særlig hvis man vil oppbevare fisk på Vestlandet.

DET LEVENDE FJELLET

Yrket har gitt Bollingmo mange spennende oppdrag, også i utlandet. Rundt tjue land kan han notere seg; Kenya, Uganda, Tanzania, Burma, Nepal, Indonesia og Iran, for å nevne noen. Som oftest har det dreid seg om geologiske forunder- søkelsler på kraftanlegg.

– Hvordan står det til med geofaget i landene du har besøkt?

– Det varierer mye. Enkelte steder er de nesten helt blanke, men vanligvis har de en statlig etat for geologiske undersøkelser. I noen land er geologien veldig godt kartlagt, særlig i Øst-Afrika. Der holdt engelske geologer på i et par hundre år.

– Er det stor forskjell på å jobbe hjemme og ute?

– Visse steder i utlandet har fjellforhold som likner dem her hjemme. Men stort sett er fjellet mye dårligere, med yngre og løsere bergarter, som krever mye sikring. I Norge trenger vi ikke sikre i samme grad, og det gjør det billig å bygge i fjell hos oss. Særlig i Europa, for eksempel, er det derimot helt nødvendig med full sikring.

– Hva kjennetegner geologien i Norge?

– Vi har veldig solid og gammelt fjell. Mesteparten er såkalt grunnfjell, som består av 5–600 millioner år gammel gneis. Det er gammelt også i verdensmålestokk. Aller eldst er fjellet i Lofoten. Det er 3–3,5 milliarder år gammelt og består hovedsakelig av granitt. Men så har vi enkelte dårlige soner også – for eksempel med løs skifer, som i Hanekleiva i Vestfold. Der er fjellet knust og infiltrert av leire.

– Hvorfor det?

– For det første forvitrer fjellet jevnt og trutt, særlig i det ytterste laget. Men det kan også ha sprukket opp etter geologiske hendelser i fortida. Hvis vann sirkulerer i sprekkene, kan det starte en kjemisk prosess, som omdanner mineralene. De mister fastheten og går i oppløsning. Det som opprinnelig var et feltspatmineral, kan for eksempel bli til et leirmineral etter hvert. Men det kan ta millioner av år.

GEOLOGI ET ERFARINGSFAG

Den erfarne geologen deltok i granskningskommisjonen etter det famøse raset i Hanekleiva-tunnelen jula 2006.

– Det var ingen overraskelse at de støtte på en sone med råttent fjell, det gjør man i nesten alle tunnelanlegg. Utfordringen er å sikre slike soner på en ordentlig måte.

– Hvordan kan man vite at fjellet er dårlig?

– Geologi er et erfaringsfag. Jobben min handler mye mer om å observere og vurdere enn å bedrive matematikk. Vi vet ofte ikke hvordan en sone med leirskifer vil utvikle seg. Det er ikke gitt at forholdene fem meter inn i fjellet er likedan som på stoffen. Fjellet endrer seg hele tida. Hanekleiva er et godt eksempel. Der fantes det en svak sone som til å begynne med var 2,5 meter bred. Så smalnet den til 10–20 cm mellom tunnellopene. Det så ut som den skulle bli borte, men så utvidet den seg igjen da den kom ut i det andre løpet.

– Er det umulig å kartlegge forholdene på forhånd?

– Ikke umulig, men når du driver en tunnel har du ikke tid til å kjernebore og gjøre forundersøkelser i ett sett. Det gjør du bare når du

vet at det finnes soner med dårlig fjell forut, slik de gjør i Finnfast-sambandet i Rogaland for tida. Men det er som regel unntaket.

– Noen mener at teknologien har skapt avstand til fjellet, er du enig?

– Ja, jeg synes det er en skummel utvikling. For ikke lenge siden rensket vi bestandig hengt i tunnelene med spett. Nå sitter en mann alene i boreriggen og fjernstyrer en pigger åtte meter oppe i været. Jeg tror at noen av tunnelrasene i det siste skyldes at ingen har kjent på fjellet og vurdert konkret hva som bør gjøres med det. Etter Hanekleiva har Vegvesenet innskjerpet at tunnelarbeid alltid skal følges opp av en geolog, som skal være på stoffen og vurdere fjellkvaliteten fortløpende.

Å BYGGE EN FJELLHALL

Mobiltelefonen summer. En kar trenger råd for å sikre en gammel tyskerbunker på Nesodden. Den skal omskapes til et konsertlokale.

– Tyskerne bygde mange anlegg i fjell på 1940-tallet. Den gang var haller på ti–tolv meters bredde det man maksimalt kunne bygge i fjell. Men bare 50 år senere hadde vi teknologi og kunnskap nok til å anlegge Olympiahallen på Gjøvik. Den er 60 meter bred. Fra før fantes det ikke fjellrom med større tverrsnitt enn 35 meter i Norge. Når vi kan få til Gjøvikhallen, kan vi bygge nesten hva som helst i fjell.

Byggverket ble en milepæl innen norsk bergingeniørkunst. Hallen er fortsatt verdens største publikumshall, over 90 meter lang, 60 meter bred, 25 meter høy, og med plass til mer enn 5000 tilskuere. Andre har dratt nytte av ekspertisen bak den bragden senere.

Orica sto for sprengstoffet til hallen, og Bollingmo slår fast at en avansert sprengningsteknologi var avgjørende for byggingen.

– Vi kunne ha brukt knematere og holdt på i årevis, men det ville vært dårlig økonomi. Utviklingen har vært stor på sprengstoffsektoren. Både sprengstofftyper og tenningmidler har blitt

Her kommer innslaget til Bærumtunnelens vestre ende, ved Sandvika. Legg merke til de skrånne sedimentære bergartslagene. De består av hardpakket, nesten 500 millioner år gammelt slam.

Nærkontakt med fjellet er viktig, konstaterer Per Bollingmo. Bergmassene har alltid nye overraskelser å by på. Her har geologen funnet fossiler i silurskiferen.







Store prosesser ligger bak formasjonene vi ser i fjellet. En blir liten overfor de kreftene, sier ingeniørgeolog Per Bollingmo. Her har en liten diabasgang kilt seg gjennom skiferen langs Askerbanen ved Sandvika.

mye finere, slik at vi kan sprengne både skånsomt og rasjonelt. Det ble sprengt skånsomt før også, men det var fordi man brukte mye lettere borutstyr og mindre ladninger.

– Hva er geologenes utfordring når så svære haller skal bygges?

– For oss var Gjøvikanlegget et forskningsprosjekt. Hvordan ville fjellet oppføre seg når et så stort rom skulle tas ut? Vi utplasserte instrumenter underveis som målte spenningen i fjellet, for å se om det sank noe i løpet av sprengningen.

– Gjorde det?

– Åtte millimeter. Det var omtrent som ventet.

– Hvordan kan dere forutsi slikt?

– Vi tar alltid prøver av fjellet for å se hva slags egenskaper det har. Stein er et elastisk medium: Trykker du på det, beveger det seg litt. Elastisiteten kan måles i laboratoriet, og da kan vi avlese hvor store spenninger fjellet har. For å finne ut hvor stort trykk fjellmassen vil øve på konstruksjonen, plasserer vi instrumenter tre–fire meter inn i berget som kan måle spenningstilstanden. Deretter kan vi regne ut hvor store bevegelser vil bli.

SPENNING I TILVÆRELSEN

– Varierer spenningen mye?

– Den er nokså konstant innenfor et begrenset område, men den kan variere mye fra et sted til et annet. Det betyr mye for stabiliteten i et svært fjellrom. Har vi horisontale krefter som klemmer berget sammen, kan vi bygge store, stabile rom. Men har vi krefter som trekker i hver sin retning og gjør at fjellet bare henger løst sammen, er det

problematisk.

– Hvorfor trekker kreftene hver sin vei?

– Det har med den geologiske forhistorien å gjøre. Som regel har vi både vertikale og horisontale spenninger. Kraftige bevegelser i jordskorpa i urtida kan ha klemt bergartene hardt sammen, men i tillegg blir det trykk ovenfra når berglagene presser ned på hverandre. For å bygge et fjellrom, ønsker vi horisontale spenninger, som klemmer fjellet i hop. Tenk deg at du holder en murstein i hver hånd og har en tredje i midten. Så lenge du klemmer steinene sammen, henger den midterste steinen godt.

– Og for å lage hulrom, tar dere bort steinen i midten?

– Egentlig ikke. Et hulrom i fjellet må alltid gis en bueform. Buen sørger for å fordele trykket jevnt ut mot sidene.

Å AVSLØRE FJELLET

Geologene har mange hjelpemidler for å strippe fjellet for hemmeligheter. Stereoskopiske flybilder er et viktig for å få et førsteintrykk av senkninger og drag i terrenget. Men for å komme under tynne lag med løsmasser, må prøveboring og seismiske undersøkelser til.

– Hvordan kartlegger man fjell med en sprengladning?

– Før du fyrer av en ladning med geomitt nede i berget, må du utplassere en serie geofoner, mikrofoner, på bakken. Eksplosjonen sender ut sjokkbølger, som forplanter seg nedover i grunnen, og blir fanget opp av mikrofonene. Interval-

let gjør det mulig å beregne en «ganghastighet», som avhenger av kvaliteten på fjellet. Høy hastighet, f.eks. 5000 m/s, betyr at fjellet er solid. Er hastigheten bare 3000 m/s, tyder det på at fjellet er mye mer oppsprukket.

– Dere har andre hjelpemidler også?

– Når prosjektet er komplisert, bruker vi datateknikken til å lage tredimensjonale modeller av anlegget. Det er et fenomenalt verktøy til å visualisere vanskelige forhold. Vi brukte 3D-modeller da vi planla oljelageret for Ormen Lange-feltet på Aukra, Bærumtunnelen for Jernbaneverket og renseanlegget til VEAS i Slemmestad. Det siste skulle legges midt i en spagetti av fjellrom, tunneler og avløp.

EN ALLSIDIG RESSURS

Her til lands har fjellet tradisjonelt blitt mest brukt til byggemateriale, pukk- og grusproduksjon, og til mineralutvinning. I dag er det få gruver igjen som produserer mineraler som kobber og sink. Men fjellet har mange flere ressurser.

– Titania i Rogaland utvinnes stadig store mengder ilmenitt, som brukes til fargepigment i alt fra maling til tannkrem og papir. Dessuten utvinnes det mye kalkstein til sementproduksjon. Fra Stjernøya i Finnmark kommer nefelin, som brukes til porselen, og fra Steinsvik på Sunnmøre får vi olivin, et mineral som brukes til ildfast stein i smelteindustrien. Det finnes også mye marmor i norsk fjell. Nylig kåret geologene larvikitt til Norges nasjonalbergart: Den er et ekstremt hardt materiale, som egner seg utmerket til benkeplater.

Thorium, et radioaktivt mineral som ble spådd ei stor framtid som råstoff til kjernekraft for noen år siden, finnes i store forekomster ved Ulefoss i Telemark. Men det har vist seg å være så finfordelt i berget at det er vanskelig å nyttiggjøre seg.

– Men edelsteiner har vi ikke her til lands. Det nærmeste vi kommer er tulitt, en vakker rød halvedelstein som finnes på Fosen i Trøndelag og som brukes til smykker.

STOR MANGEL PÅ GEOLOGER

– Vet vi nok om fjellet rundt oss?

– Nei. «Vanlige folk» har liten peiling. Og selv de med høy utdanning vet som regel ikke hvordan en tunnel drives.

– Hvorfor er det slik?

– Det har blitt så mange valgmuligheter i skolen. Da har vel de fleste en tendens til å ta den letteste veien, og velger bort det som virker vanskelig; realfagene. Spør du ungdommen hva de vil bli, svarer de gjerne et eller annet med media, eller at de skal bli fotballspillere.

– Så geologimiljøet forgubbes?

– Ja. Antall eksamenskandidater på NTNU svinger mellom 0 og 12 i året. Mens Vegvesenet har behov for 60–70 flere geologer! De har 25–30 tunnelanlegg gående, og når vi nå skal ha en



Alltid god stemning i lokalene til Multiconsult på Skøyen i Oslo, påstår f.v. seksjonsleder Elisabeth Grasbakken, Per Heimli og Hanne Wiig Sagen. Per Bollingmo ledet teamet i nesten tju år.

geolog på stuffen til en hver tid, sier det seg selv at vi er for få. Faktisk må Vegvesenet holde igjen noen prosjekter fordi de ikke klarer å bemanne dem. Likevel, og til tross for at jobben er godt betalt, er interessen laber. Mange av de geologistudentene som finnes velger dessuten oljebransjen i stedet for bygg og anlegg.

– Hva gjør dere for å øke rekrutteringen?

– Vi har konsentrert oss om å markedsføre oss overfor studentene på NTNU. Men jeg tror nok at vi må begynne tidligere og gjøre realfagene attraktive alt i ungdomskolen. Det sies at hvis du skal selge inn geologifaget, må du få kontakt med folk som liker friluftsliv. Og du må nok være litt spesielt anlagt for å ville tilbringe halve livet i en mørk tunnel, slik det gjerne er i anleggsbransjen.

BRUKES FOR LITE

– Dere er få, men blir ikke brukt nok?

– Noen utbyggere er flinke til å bruke oss både i utredningsfasen og underveis. Andre hyrer oss bare til å gjøre korte forhåndsvurderinger. At vi ikke får være med på oppfølgingen, er skummelt. Det er mye som kan avdekkes når man sprenger ut ei tomt. Iblant blir vi tilkalt etter at et hus er bygd, fordi beboerne spør seg om knausen bak er godt nok sikret. Da kan det fort bli dyrt å være privatperson.

– Hvorfor er det slik?

– Jeg tror det rett og slett skorter på kompetanse. Selv kommuner og profesjonelle utbyggere ser ikke problemet. Nå har det imidlertid kommet strengere krav til regulering av boligfelt. Det skal utføres risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser), der rasfaren skal være vurdert.

– Men lærer vi av feilene?

– Det har iallfall blitt større oppmerksomhet rundt dette nå, takket være noen dramatiske hendelser de siste årene. Vegvesenet og anleggsbransjen har våknet.

– Som anleggsgeolog setter du spor etter deg?

– Det er det som er litt moro med denne bransjen: Når du lager et høl i fjellet, så er det der for bestandig. Det er evige verdier. Jeg tenker ofte på det når jeg er ute og kjører med barnebarna, og kan si at «denne tunnelen har jeg vært med på å bygge». Det er bevis på at jeg har gjort nytte for meg.



CivecTM

CivecTM Bulksystem

CivecTM bulksystem er en serie vannbestandig, pumpet emulsjonssprengstoff som gir full fleksibilitet under lading for å optimalisere resultatene av salvene. CivecTM bulksystem er utviklet for bruk i tunnel- og anleggsarbeid under jord og forbedrer syklustiden med raskere lading og redusert omfang av sprenggasser.



Kontakt din lokale din lokale Orica representant for ytterligere informasjon. Se også våre nye internettsider:

www.oricaminingservices.com



Orica har utviklet ny teknologi for å bedre kunne estimere rystelser og luftsjokk i nærområdet av dagbrudd og pukkverk. Teknologien kalles «Advanced Vibration Management» (Avansert vibrasjonsmåling) og skiller seg fra eksisterende metoder ved at man ut fra etthulls sprengninger kalibrerer en matematisk modell for hvordan sprengningsintroduserte bølger forplanter seg i nærområdet. Den kalibrerte modellen legges in i Oricas Shotplus-I planlegging og simuleringsprogram slik at man kan estimere rystelser, frekvenser og luftsjokk fra fullskala salver.

Teknologien har blitt benyttet i flere prosjekter blant annet ved Howick Quarrys i UK som beskrevet nedenfor. Produksjonssprengning i dagbrudd med vibrasjonsrestriksjoner

Ny teknologi for å kontrollere rystelser og luftsjokk

TEKST | **BRIAN BURKE**

BLAST BASED SERVICES, ORICA MINING SERVICES (UK)

Mange dagbrudd må i dag forholde seg til strenge miljømessige og myndighets-pålagte restriksjoner. Det er en stor utfordring for bransjen å overholde disse grensene mens driften holder et effektivt produksjonsnivå. Beregning og kontroll av nivåene på sprengningsinduserte vibrasjoner og sjokkbølger er nøkkelfaktorer for dagbrudd når det gjelder å møte denne utfordringen.

Etter hvert som uttaket nærmer seg vibrasjons- og sjokkbølgesensitive strukturer, blir utfordringen med å drive innenfor miljømessige begrensninger vanskeligere. Typisk må ladningsmengden per forsinkelsestid reduseres for å overholde de miljømessige grensene, noe som uunngåelig fører til økte produksjonskostnader, siden produksjonen påvirkes negativt.

Evnen til å beregne nivåene av vibrasjoner og sjokkbølger påvirker direkte etterfølgende sprengningsdesign og til syvende og sist dagbruddets produksjonskostnader nedstrøms. Med mer nøyaktige beregninger kan man bruke større ladningsmengder og fortsatt overholde miljøkrav.

SKALERING AV LADNINGSVEKT

Tradisjonelt brukes skaleringslover for ladningsmengde som basis for å beregne sprengningsinduserte vibrasjoner. Dette involverer å utvikle et dempnings-

forhold mellom bakkevibrasjon og avstand. Vanligvis brukes et kvadratrotskalert forhold i formen:

$$v = a(SD)-b$$

hvor: v = svingehastighet
SD = skalert avstand = avstand/
 $\sqrt{\text{ladningsvekt}}$
a og b = konstanter

For vibrasjonssensitive strukturer (points of interest) plassert med en konstant avstand fra en sprengning, øker skalerte avstandsverdier når ladningsvektene reduseres. Etter hvert som produksjonen nærmer seg vibrasjonssensitive strukturer, er utfordringen for dagbruddsdriften å redusere skalerte avstandsverdier mens de overholder miljømessige begrensninger, dvs. opprettholde høye ladningsvekter (og dermed opprettholde produksjonseffektiviteten) ved relativt små avstander.

AVANSERT VIBRASJONSHÅNDTERING

Orica har gjennom tjenesten Advanced Vibration Management (AVM) et verktøy til å måle, analysere og beregne sprengningsinduserte vibrasjoner ved hjelp av en egenutviklet modell for vibrasjonshåndtering og -kontroll på sensitive steder. Ved bruk av denne tjenesten kan beregnede vibrasjonsnivåer inkorporeres for å optimalisere sprengningen der man er underlagt maksimale tillatte nivåer for bakkevibrasjon på spesifikke steder (points of interest) av interesse^{1,2}.

Typisk brukes elektroniske tennere som del av løsningen, siden timing, presisjonen og programmeringsfleksibiliteten tillater design med de mest effektive vibrasjonskontrollmekanismene³. Behovet for denne typen tjenester øker etter hvert som urbanisering trenger seg inn på dagbrudd og innskrenker muligheten til å drive økonomisk. Vibrasjonsrestriksjoner kan også begrense dagbruddenes utvinnbare ressurser. Bedre beregning og kontroll av sprengningsvibrasjon vil kunne øke muligheten for å utnytte disse utvinnbare ressursene, noe som også er samfunnsmessig verdifullt.

STATISTISK MODELL FOR VIBRASJONSBEREGNING

Avansert vibrasjonshåndtering er basert på en statistisk modell for vibrasjonsberegning. Modellen bruker en Monte Carlo-simulering og har blitt brukt med gode resultater i den australske gruveindustrien til å kontrollere vibrasjon og sjokkbølger i over ti år⁴. Beregningsmodellens nøyaktighet har blitt, og blir fortsatt kontinuerlig forbedret på grunnlag av omfattende feltstudier og forskningsarbeid⁵.

Bruk av modellen – Monte Carlo-simulering – krever at forskjellige parametere defineres, som vist i blokkdiagrammet i figur 1. Parameterne omfatter bølgeformene til vibrasjonskilden fra signatursprenghull, skaleringsloven for enkeltsprenghull, bølgehastigheten, tennsystemetsforsinkelsesspredning, ladningsmengdene, forsinkelsestidssekvensen og

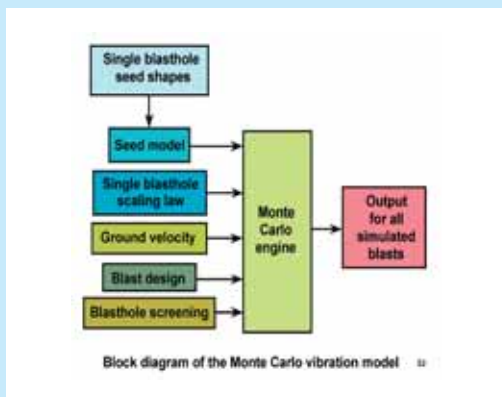


Fig. 1. Blokkdiagram over vibrasjonsmodellen (etter Blair, 1999)



Fig. 2. Dagbruddets geologi

den geometriske utformingen til salven med hensyn til anlegget som overvåkes. Modellen tar også hensyn til dempnings-effekten, dvs. vibrasjonsreduksjonen fra oppsprekning i berget forårsaket av tidligere detonerte hull i salven.

Enkelt forklart simulerer modellen vibrasjonen og/eller sjokkbølgene i et punkt av interesse (point of interest) for en gitt design. Modelleringen baserer seg på at vi kjenner spredningen på tennerene i salven.

Beregningenes resultater inkluderer:

- sannsynlighet for å overskride et pålagt maksimalt vibrasjonsnivå for et bestemt objekt (point of interest)
- histogram over forventet maksimalt vibrasjonsnivå for et bestemt sted/objekt
- beregnet kurve for tidshistorien i et bestemt punkt/objekt
- gjennomsnittlig amplitudespektrum for den forventede vibrasjonen på et bestemt punkt/sted

CASESTUDIE – HOWICK QUARRYS VIBRASJONSHÅNTERINGSPROSJEKT

Howick Quarry ligger i Northumberland, nord for Newcastle, og eies og drives av Tarmac Ltd. Alle bore- og sprengningsoperasjoner på anlegget utføres av Ritchies, bore- og sprengningsentreprenør. Anleggets geologi består av en lag med basalt (ca. 15 m) på toppen av et lag med kalkstein. En tynn, diskontinuerlig avleiring av kalkstein dekker basalten og krysses periodisk under drivingen. Dag-

bruddet drives som en enkelt pall for å utvinne basalten (fig. 2).

Etter hvert som produksjonen i dagbruddet skred frem, nærmet utvinningsområdet i den nordvestre delen av anlegget seg to boliger. Miljøgrensen for sprengningsinduserte vibrasjoner ved dagbruddet er 6,0 mm/s for 95 % av sprengningene (målt ved boligene). I løpet av 2005 beveget utvinningsområdet seg nærmere bolig A og B (som vist i figur 3). Den planlagte produksjonen av tilgjengelige utvinnbare ressurser ville komme innen 80 m fra bolig B. Etter hvert som utvinningsområdet nærmet seg boligene, ble ladningsmengden redusert, noe som førte til en økning i produksjonskostnadene. I nærheten av boligene begrenset dagbruddet konservativt designene til skalerte avstandsverdier større enn 40 m/v/kg for å sikre overholdelse av vibrasjonsgrensen på 6,0 mm/s. Ladningsmengder helt ned til 3 kg ble brukt i 2005. Minste kvadraters regresjonslinje for største partikkelhastighet målt ved dagbruddet i 2005 vises i figur 8. Regresjonslinjen er basert på 26 produksjonssprengninger utført i den nordvestre delen av dagbruddet i løpet av 2005.

På grunn av de økte produksjonskostnadene i forbindelse med å overholde de miljømessige vibrasjonsgrensningene, bestemte dagbruddets ledelse seg for å implementere et avansert vibrasjonshåndteringsprosjekt. Prosjektets omfang var å tillate sprengning med lavere skalerte avstandsverdier og fortsatt

overholde vibrasjonsgrensningene, og å utvinne alle de utvinnbare ressursene i den nordvestre delen av dagbruddet. Prosjektets forundersøkelser ble implementert i 2005, og prosjektets produksjonsfase startet i januar 2006.

FORUNDERSØKELSER AV ANLEGGET

Det første trinnet i et AVM-program må alltid være en omfattende forundersøkelse av anlegget, siden vibrasjonsmodelleringsevnen avhenger fullstendig av kvaliteten på parameterne som legges inn for bakkemodellen. Anleggsparameterstudien har tre hovedmål:

- å måle bølgeformene til vibrasjonsskilden fra enkeltsprengning, som representerer den unike geologiske anleggssignaturen mellom dagbruddets sprengningsområde og stedene som overvåkes – stedene av interesse
- å etablere den anleggsspesifikke skaleringsloven for enkeltladninger, som beskriver det forventede vibrasjonsnivået som en funksjon av ladningsvekt og avstand
- å fastlå bølgenes forplantningshastighet gjennom bakken

Alle de tre målene kan oppnås gjennom sprengning av enkelthull. I dette tilfellet ble det sprengt 12 enkelthull for forundersøkelsen av anlegget⁶. Etter fullføring av anleggsundersøkelsen og påfølgende behandling av måledataene, kunne den anleggsspesifikke modellen etableres for hvert punkt av interesse.

Med den anleggsspesifikke modellen på plass kunne et program for vibrasjonskontroll og sprengningsoptimering starte.

PRODUKSJONSSPRENGNING

AVM produksjonssprengning inkluderer optimalisering av designen for en produksjonssprengning basert på simuleringer av vibrasjonsberegningssmodellen. De anleggsspesifikke parameterne legges inn sammen med sprengningsdesigndataene, og modellen gir en beregning av vibrasjonsnivåene på hvert sted av interesse.

Et eksempel på sprengningsoptimaliseringsprosessen er skissert i figur 4–6. All sprengningsdesign og vibrasjonsmodellering gjøres med programvaren SHOTPlus-i Pro, Oricas egenutviklede sprengningsdesignprogramvare som inkorporerer vibrasjonsberegningssmodellen. Salvehullenes geometriske plassering vises sammen med ladningsinformasjon i figur 4.

Disse designparametrene og de anleggsspesifikke dataene kjøres så gjennom vibrasjonsberegningssmodellen. Variasjonen til de innlagte faktorene i henhold til sannsynlighetsfordelinger modelleres gjennom Monte Carlo-simulering, sammen med kunnskap om vibrasjonskildedeformer, og et beregnet resultat gis for vibrasjonsnivåene ved stedet av interesse. Vibrasjonsberegningssresultater vises i figur 5 og 6.

PROSJEKTRESULTATER

AVM produksjonssprengning ble gjennomført i dagbruddet gjennom 2006 og 2007. De mer nøyaktige vibrasjonsberegningene fra simuleringene tillot gjennomføring av sprengning med lavere skalerte avstandsverdier og fortsatt overholde dagbruddets miljømessige begrensninger. Fragmenteringen fra en typisk produksjonssprengning vises i figur 7. Merk at den tekniske evnen til å implementere de optimaliserte sprengningsdesignene på stedet – som levert i Howick av Ritchies' bore- og sprengningstjeneste – er en grunnleggende del av vibrasjonshåndteringsverktøyet.

Minste kvadraters regresjonslinje for største partikkelhastighet målt ved dagbruddet i 2006 og 2007 vises i figur 8. Regresjonslinjen er basert på 54 AVM produksjonssprengninger gjennomført i den nordvestlige delen av dagbruddet i løpet av 2006 og 2007. Skalerte avstandsverdier på mindre enn 40 m/vkg ble jevnlig brukt for prosjektets produksjonssprengninger uten å overskride vibrasjonsgrensen på 6,0 mm/s. Den laveste skalerte avstandsverdien som ble brukt, var 24 m/vkg.

Den maksimale enhetsladningen som ble brukt per sprengning, varierte fra 5 kg til 35 kg, med en gjennomsnittsverdi på 13,3 kg i prosjektets produksjonssprengninger i løpet av 2006 og 2007. Som vist i figur 9 er produksjonen av de tilgjengelige ressursene nærmest boligene i den nordvestre delen av dagbruddet fullført.

KONKLUSJONER

Implementeringen av et vibrasjonshåndteringsprosjekt i et dagbrudd som har miljømessig begrensninger har lyktes gjennom å forbedre sprengningsoperasjonens produksjonseffektivitet etter hvert som utvinningen nærmet seg vibrasjonssensitive objekter. Den mer nøyaktige vibrasjonsberegningen har gjort det mulig å bruke større ladningsmengder mens produksjonssprengningene har holdt seg innenfor strenge myndighetspålagte vibrasjonsgrenser. Prosjektet har også gjort det mulig å utvinne hele den tilgjengelige mengden utvinnbare ressurser i nærheten av boliger. AVM-tjenesten har vist seg å være til nytte for dagbruddet når det gjelder å ta optimale økonomiske og designbestemmelser basert på den beregnede miljømessige innvirkningen på sensitive strukturer.

I løpet av prosjektet ble det utført betydelig arbeid for å fastslå effekten av forskjellige dempningstiltak på overført vibrasjon. Dette arbeidet dekket et stort antall variabler inkludert forsinkertider, romlig plan for hull og ladningsdistribusjon, for å bestemme det beste tiltaket for å redusere vibrasjon innenfor en sone⁷.

ANERKJENNELSE

Takk til ledelsen og ansatte i dagbruddet for deres hjelp, og spesielt til Barry Smith (Ritchies), prosjektet sprengningsbas, for hans innsats gjennom hele sprengningsprogrammet. Bore- og sprengningserfaringen og de tekniske innspillene til

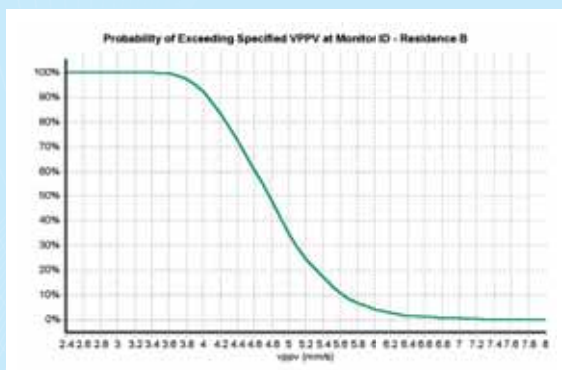


Fig. 6. Beregnet vibrasjonssannsynlighet for bolig B

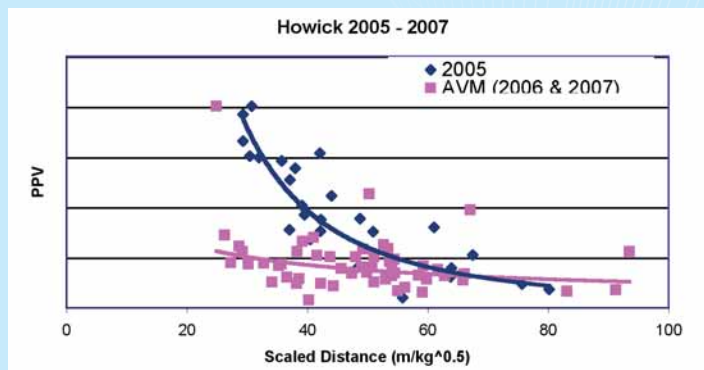


Fig. 8. Største partikkelhastighetmålinger 2005-2007



Fig. 7. Produksjonssprengningsresultat ved Howick (november 2007)



Fig. 9. Utvinningsområde - november 2007 (tatt mot det nordvestre hjørnet)

Ritchies' ansatte gjennom hele prosjektet var essensielt for å sikre en vellykket implementering av kompliserte sprengningsdesigner.

Forfatterens medvirkning i prosjektet begrenser seg til vibrasjonsmodelleringen og designen av prosjektets produksjonssprengninger siden september 2007, sammen med regresjonsanalysen av prosjektets datamålinger. Alle datamålinger før september 2007 ble innhentet av Nathan Cotter. Største partikkelhastighetresultater ved Howick Quarry forblir Tarmac Ltds eiendom.

Det betydelige arbeidet utført ved Howick siden 2005 av forfatterens kolleger i Orica - Mike Noy, Dirk Grothe, Dane Blair og Nathan Cotter - sikret at Howick AVM-prosjektet ble vellykket.

NOTER

- 1 GROTHE, D., og M. BREHM: Analyse und Reduktion von Sprengerschütterungen, Hrsg. Deutscher Sprengverband, Band 28, 2006, Heft 3, side 27-30.
- 2 GROTHE, D., og P. REINDERS: Advanced vibration in quarries using a predictive blast vibration model, EFEE Conference proceedings, 2007, Wien.
- 3 BLAIR, D. P., og L. W. ARMSTRONG: The spectral control of ground vibration using electronic delay detonators, *Fragblast - International Journal of Blasting and Fragmentation* 3, 1999, side 303-334.
- 4 BLAIR, D. P.: Statistical model for ground vibration and airblast, *Fragblast - International Journal of Blasting and Fragmentation* 3, 1999, side 335-364.
- 5 BLAIR, D. P.: Non-linear superposition models of blast vibration, *Int. J. Rock Mech. & Min. Sci.*, 45, 2008, side 235-247.
- 6 NOY, M. J., og D. GROTHE: Monte Carlo vibration modelling at Howick Quarry, UK, Orica Internal Report 58743, 2005, side 71.
- 7 NOY, M. J., og D. P. BLAIR: The development and implementation of a new ground vibration-screening algorithm, Orica Internal Report (under utarbeidelse).



Centra™

Centra™ Bulksystem

Centra™ bulksystem er en serie med svært energiholdige, vannbestandige, pumpede emulsjons-sprengstoffer utviklet for små hulldiameterer for sprengning i pukkverk og ved anleggsarbeid. Centra™ bulksystem produseres og leveres under grundig kontroll og gir høy produktivitet på arbeidsplassen, noe som innebærer raskere lading og avfyring av salver.



Kontakt din lokale din lokale Orica representant for ytterligere informasjon. Se også våre nye internettsider:

www.oricaminingservices.com





Valdalsdammen forsterket

44 år gammel kjempe fikk hjelp til å holde på vannet.

TEKST OG FOTO | EINAR GJÆREVOLD

Skanska har nylig avsluttet et to år langt arbeid med å rehabilitere demningen til Valdalsvatnet i Odda kommune. Nye og strengere sikkerhetskrav fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) gjorde det nødvendig å forsterke steinkappen på nedstrøms side av demningen.

Valdalsvatnet ligger på Haukelifjell, rett sør for Hardangervidda. Den hundre prosent kunstige innsjøen ble oppdemmet i seterdalen Valdalen tidlig på 1960-tallet. Da demningen sto ferdig i 1965, var den – med en steinmasse på 1,8 millioner kubikkmeter – størst i Nord-Europa. Siden har den blitt forbigått av mange, men fort-



1 Steinblokker som blir for store, blir kløvd og tilpasset med gravemaskin.

2 Skytebas Kjetil Solstad kobler NONEL-ledningene. Ingen fornøyelse når værgudene slår seg vrange.

3 Kraftverk i ei bønne.

satt er dammen det største reservoaret i Røldal-Suldal-vassdraget.

KRAV OM BEDRE SIKRING

Norsk Hydro, som eier vannmagasinet og kraftverkene i Røldalvassdraget, ga rehabiliteringsoppdraget til Skanska Region for stein- og masseflytting. Et arbeidslag herfra har vært fullt opptatt med å sprengne ny stein og plastre den gamle demningen siden september 2006.

– Utfordringen vår var i korte trekk å produsere stein med riktig størrelse, forklarer anleggsleder Øystein Fæhn (39). – Steinblokkene skulle være 1–2 kubikkmeter store. Det kan høres enkelt, men det er lettere sagt enn gjort å tilvirke stein med bestemte dimensjoner.

Demningen i Valldalsvatnet har en toppplengde på 260 meter og en utvendig høyde på 95 meter. Hele konstruksjonen er nå kledt med et ekstra lag med stein. Den nye kappen er på totalt 140.000 kubikk og har blitt seks meter tykk. Den er bygd

opp av stein i flere fraksjoner; samfengt masse innerst og store blokker på opptil to kubikk ytterst for å «låse» kledningen.

De nye standardene fra NVE innebærer at det i dag blir stilt strengere krav til tiltak som kan bedre avledningen av flomvann og samtidig gi bedre sikring ved mindre lekkasjer. Derfor har Skanska også utvidet flomløpssjakten og –tunnelen i demningen.

STØRRELSEN BETYR ALT

Fjellet i Valldalen består av kvartsittskifer, en bergart som egner seg godt til blokksprenning. Miljømyndighetene ga Skanska tillatelse til å åpne et steinbrudd i fjellpartiet like ved demningen, slik at dumperne har hatt særdeles kort transportvei i dette prosjektet.

For å gjøre naturinngrepene så lite synlig som mulig, valgte entreprenøren å sprengne ut en betydelig del av steinmassen nede i selve vannmagasinet på vårparten, mens magasinet var



4 Oktober 2007: Steinbruddet til Skanska ligger tett ved Valldalsvatnet.

5 Nok en vellykket sprengingssalve ved Valldalsvatnet. Foto: Skanska/Øystein Fæhn.

6 Oktober 2007: Ledelsen inspiserer resultatet av siste sprenging. Anleggsleder Øystein Fæhn (t.v.) og formann Arnt Inge Bråthen.

7 Sommeren 2007 var det fullt trykk på alle plan i steinbruddet ved Valldalsvatnet. Foto: Skanska/Øystein Fæhn.

8 Før Skanska startet rehabiliteringen, var demningen nedgrodd av busk og kratt. Foto: Skanska/Øystein Fæhn.

tappet ned. Den nederste delen av steinbruddet er dermed dekket av vann det meste av året.

– Hvordan klarte dere å styre hvor store blokkene skulle bli?

– Det finnes ingen fasit på hvordan man helst bør produsere stein med rett størrelse, svarer Fæhn. – Vi måtte bare prøve oss fram med små salver.

Metoden Skanska valgte innebar at man sprengte én og én rast (borehullrekke), der hver rast besto av 5–15 borehull med to meters mellomrom. Hullene var 17 meter dype og ble plassert tre meter inn fra bruddkanten. 0,18 kubikk Dynamit gikk med i hver salve, med NONEL LP som tennmedium.

En gravemaskin sørget for å finjustere størrelsen på blokkene i etterkant.

– Det er alltid viktig å bryte fjellet med slepene, forklarer skytebas Kjetil Solstad (27), som har vært på anlegget hele veien. – Retningen på sprekkene kan vi lese av på utsida. Det er relativt enkelt akkurat i dette området, for her har vi bare vertikale slepper.

UTDØENDE HÅNDVERK

Fjellsprenger'n besøkte Valldalsdammen på senhøsten i fjor, idet snøen holdt på å legge seg over Haukelifjell. Det var både kaldt og vått, og arbeidslaget hadde bare et par dager igjen før de måtte pakke sammen for vinteren. Rehabiliterin-

>>>





9 Dumpersjåfører er tålmodige mennesker. Det ble utallige vendinger til demningen.

10 Borerigg og gravemaskin i vakkert samspill en sommerdag i 2007.
Foto: Skanska/Øystein Fæhn.

11 Oktober 2008: Etter mer enn to års innsats, er Valldalsdammen ferdig rehabilitert. Et vakkert stykke arbeid. Øverste del av det nye steinbruddet sees

i bakgrunnen, resten befinner seg under vannlinjen.
Foto: Norsk Hydro/Tor Inge Havrevold.



>>>

gen ble så gjenopptatt etter påske i år.

– Vi kjørte intensivt i to måneder i vår for å unngå at snøsmeltingen og en eventuell vårflokk skulle forsinke oss, fortsetter Fæhn. – Det viste seg å være et sjakktrekk. Vi unngikk masse overtid og hadde veldig god kontroll på framdriften utover sommeren og høsten.

Et svært godt sommervær var heller ingen hindring for arbeidet.

Arnt Inge Bråthen (48), spesialist på damkonstruksjon og plastring, har vært en av nøkkelpersonene i prosjektet.

– Tida for de store kraftutbyggingene var selsagt perioden fra 1950 til et stykke ut på 1970-tallet. I våre dager blir det knapt bygd dammer lenger, vi jobber hovedsakelig med å rehabilitere de eksisterende anleggene. Selv har jeg vært med siden slutten av 70-årene, og jeg ser at fagfeltet har stoppet opp. De som virkelig kan dette faget, begynner å bli godt voksne nå. Plastring er jo selve skruen i dette systemet. Steinblokkene skal hindre at demningen blir vasket ut, og det stiller strenge krav til utførelsen, til hellingen og til at steinen skal ligge i *forband* – det vil si at de skal låse hverandre, så de ikke glir ut.

Den rehabiliterte Valldalsdammen ble overlevert byggherren som planlagt 15. oktober.

Anleggsleder Øystein Fæhn, som tidligere i år sluttet i Skanska, kan ikke få fullrost sine gamle kolleger: – På denne jobben hadde vi de beste dambyggerne som Skanska har! Jeg tør si at vi gjennomførte prosjektet med stil. Til slutt kunne vi se tilbake på 80.000 timeverk uten én eneste fraværsskade, og det er vi meget godt fornøyd med.

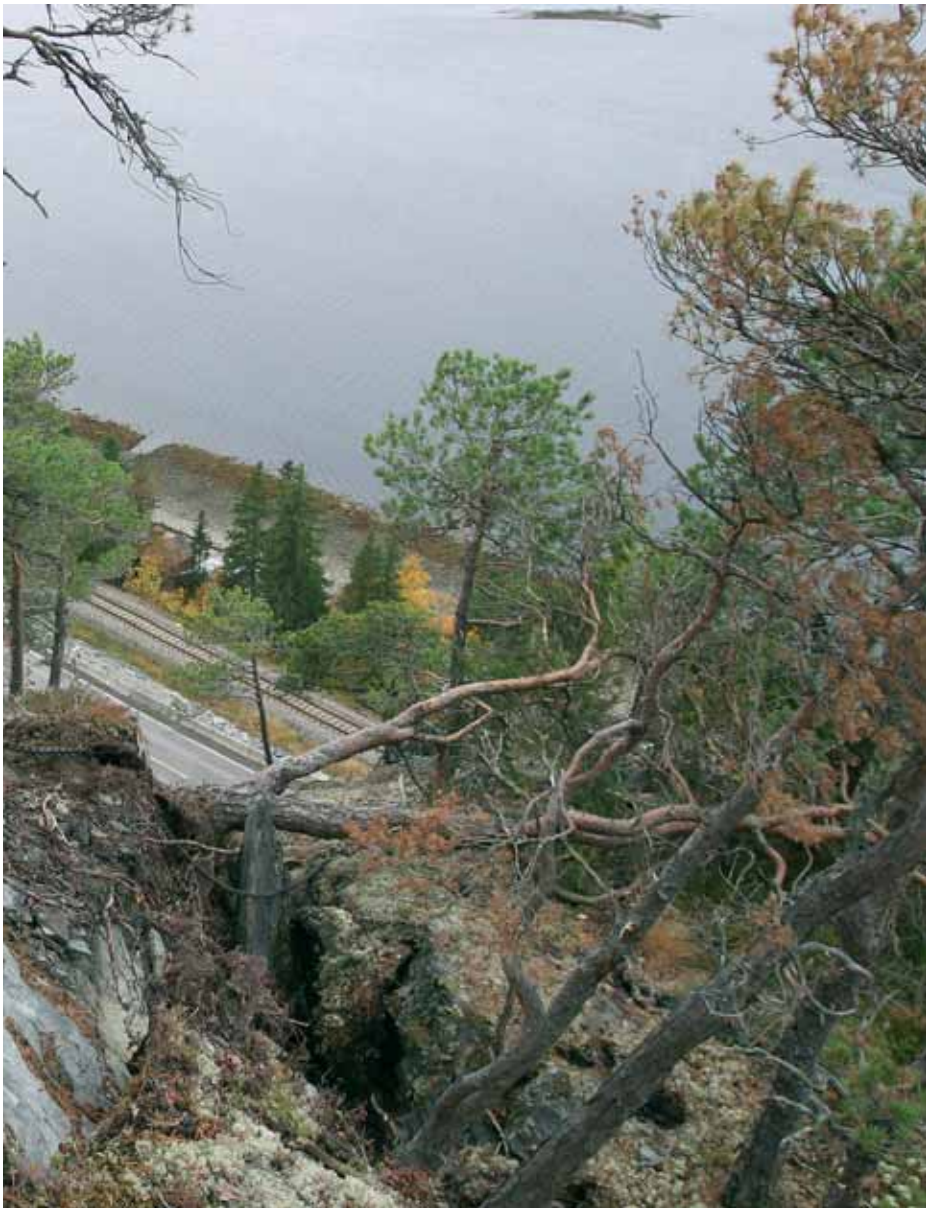
Norsk Hydros kraftverk i Røldal og Suldal er hovedleverandører av strøm til konsernets aluminiumsverk på Karmøy.



Farlig op Løsbergga

Veiarbeidet på E6 sør for Steinkjer er forfulgt av uhell.

Et lunefullt fjellparti langs Trondheimsfjorden har gitt entreprenører og byggherre utfordringer i bøtter og spann.



Løsberga har gitt entreprenører og byggleidelse mye å tenke på.

F.v.: Daglig leder Per Ivar Følling (Per Ivar Følling), prosjektleder Eskild Austad (Austad Maskinstasjon) og byggeleder Gunnar Johansen (Statens vegvesen).

Johansen har travle dager etter at det 500 meter lange fjellpartiet Løsberga sør for Steinkjer nok en gang viste seg å leve opp til navnet.

Tidlig om formiddagen 3. november fikk en rutinemessig sprengning i den stupbratte fjellveggen en enorm steinblokk, av anleggsfolk og befolkning kalt *Monolitten*, til å rase ned på E6 og skinnegangen til Nordlandsbanen. Sammen med steinblokken fulgte ytterligere et stort stykke av fjellet som har fått navnet *Sinnataggen*.

Statens vegvesen anslår størrelsen på raset til om lag 4000 kubikkmeter.

Ingen personer ble skadet, men steinmassene ødela deler av de viktige transportårene langs Trondheimsfjorden. Nordlandsbanen var sperret i ei uke, mens det vil ta flere uker før bilistene igjen kan ta i bruk veibanen.

Uhellet skjedde i forbindelse med at europaveien mellom fylkeshovedstaden Steinkjer og tettstedet Vist skal utvides fra to til fire felter. Men det var ikke første gang det falt stein fra Løsberga.

MONOLITTEN OG SINNATAGGEN

De kjente navnene fra Vigelandsanlegget i Oslo fikk en ny betydning for nordtrønderne i sommer, da store steinmasser gled ut og havnet på E6 og jernbanen like før fellesferien. Oppryddingen tok to uker.

Også den gang var det sprengingsarbeid som utløste raset. En 4000 kubikkmeter stor bit av fjellet brakk delvis av og har siden «hengt» øverst i den 50 meter høye fjellveggen lengst sør i Løsberga. Denne biten fikk tilnavnet *Monolitten*, mens et bakenforliggende og også svært ustabil parti ble døpt *Sinnataggen*.

Det har hele tida vært klart at *Monolitten* før eller siden ville styrte ned. Derfor har Vegvesenet, hovedentreprenøren Austad Maskinstasjon og sprengningsfirmaet Per Ivar Følling de siste månedene jobbet hardt med å forberede en kontrollert nedtaking av det lumske fjellpartiet.

Arbeidet innebærer at man må spreng seg 10–15 meter ned fra toppen av fjellet før man kan få tak i problempartiene. Før sprengningene kunne gjenopptas, måtte imidlertid fjellet stabiliseres med 50 sikringsstag, hver med en lengde på 15–20 meter. I tillegg ble en støttefylling med 15 000 kubikkmeter stein plassert ved foten av

pdrag i

TEKST OG FOTO | EINAR GJÆREVOLD

- Når uhellet først var ute, fungerte alt etter planen, fastslår byggeleder Gunnar Johansen (57) fra Statens vegvesen, avdeling Nord-Trøndelag.
- Uten sikringstiltakene vi hadde iverksatt, kunne dette ha gått mye verre.



Kjell Arne Ferstad har vært skytebas hos Per Ivar Følling siden 2004. Arbeidet i Løsberga er hans mest spesielle oppdrag til nå. Det er også Ferstad som opererer boreriggen.

fjellet for å ta i mot eventuelle nye ras.

– Tiltaket fikk nøyaktig den effekten vi hadde regnet med, fastslår Gunnar Johansen og avviser at arbeidet med Monolitten har vært forgjeves. Uten støtteputa til å fange opp raset, ville skadeomfanget ha blitt større.

Etter uhellet i sommer, har E6 vært stengt for biltrafikk på dagtid og skjæringen blir overvåket døgnet rundt, både manuelt og med automatiske måleinstrumenter i fjellveggen. Vaktmannskapet står i online-forbindelse med Jernbaneverkets togledelse og kan stanse togtrafikken på et øyeblikks varsel. Denne sikkerhetsforanstaltningen har utvilsomt forhindret at november-raset fikk et enda alvorligere skadeomfang.

Straks etter sprengningen den 3. november, registrerte måleinstrumentene bevegelser i fjellet, og anleggsarbeidet ble stanset. To og en halv time senere gikk raset.

SPREKKER BLE IKKE OPPDAGET

Løsberga består av mørk amfibolitt, metaarkose og kvartsgneis. Det var på forhånd kjent at berget var svært oppsprukket, etter at ingeniørgeologer fra konsultentselskapet Sweco hadde kartlagt området grundig. Men ikke grundig nok, skulle det vise seg.

– Vi var klar over at det var rufsete, men ikke at det var så ille, kommenterer Per Ivar Følling (57), som er grunnlegger av og sjef for sprengningsfirmaet med samme navn. – Det er et helsikes sleppete terreng.

Utbyggingen av E6 har vært krevende. Bratt og ulendt terreng gjør adkomsten til Løsberga vanskelig. Lasting og bortkjøring av sprengstein har dermed blitt en tøff oppgave, især for lastebil-sjåførene, som har tatt seg fram på særdeles smale og bratte veier. Det råtne fjellet har dessuten krevd omfattende sikring, både i form av steinsprangnett og bolting.

Selve Monolitten kunne knapt ha vært bedre sikret.

– Før Monolitten sprakk opp i juni, hadde vi sikret den med 37 sikringsstag, hver på 18 meters lengde, forteller prosjektleder Eskild Austad (43) fra Austad Maskinstasjon. – Det var disse som holdt den igjen. Noen av stagene brakk tvert av, resten bidro til å holde selve blokka sammen. Vi har hatt over 150 bergbolter på fire–seks meter der oppe i skrenten, samt Dywidag formstag og



Den 4000 kubikkmeter store steinblokken Monolitten ség 2,5 meter under raset i sommer. En 1,2 meter bred splitt skiller den fra fjellveggen på toppen.



Som en gigantisk falløks henger Monolitten øverst i Løsberga – og venter... En støttefylling med stein og mindre steinblokker måtte anlegges nedenfor for å fange opp Monolitten, dersom den raste ut. Det gjorde den 3. november.

Ischebeck injeksjonsstagg, så du kan trygt si at vi snakker om tung sikring!

Da Fjellsprenger'n besøkte Løsberga i midten av oktober, hadde Austad og Følling nesten kommet fram til Monolitten.

– Det er den mest spesielle jobben jeg har vært med på, konstaterer skytebas Kjell Arne Ferstad (41). Sammen med Per Ivar Følling har han vært ansvarlig for sprengningene fra starten av. – Dette er møysommelig arbeid. Vi prøver å sprengne to paller på ca. 90 kubikk hver dag, men det kommer litt an på Jernbaneverket. Togtrafikken må stoppes for hver gang vi sprenger og kan først gjenstartes når sporet er kontrollert. Er togene forsinket, kan det være at vi må utsette en salve til neste dag. Men Jernbanefolka er greie, de skjønner at dette må til.

Hittil har sprengningsarbeidet foregått med Dynamit.

– Vi har bare brukt patronert i det øverste partiet for å ha kontroll på sleppene, sier Ferstad. – Hver pall bores opp med 30–40 hull, alle tre



meter dype. Selve steinblokkene planla vi å smelle av i én salve med fire–fem intervaller. Selve steinblokkene planla Følling & Co å smelle av i én salve med fire–fem intervaller.

ETTERLENGTET E6-UTVIDELSE

I skrivende stund er geologene i full gang med å granske forholdene i Løsberga, og sikrings- og

E6 langs Løsberga er det største veiprojektet i Nord-Trøndelag på mange år. Det ble også uventet krevende. Bildet er tatt i september 2008. Foto: Innherred Foto/Statens vegvesen.



oppryddingsarbeidet har kommet i gang. Også arbeidet med å bygge en stor steinvoll mellom veien og jernbanen har begynt. Men Statens vegvesen har varslet at det vil ta flere uker før E6 er farbar igjen. Ikke minst er sprengningen av de nedraste steinblokkene svært komplisert.

Utvidelsen av E6 mellom Steinkjer og Vist har stått på Vegvesenets ønskeliste siden 1978. Veien har vært regnet som trafikkfarlig, med mange utkjørsler fra private eiendommer langs veien. Hele 30 hus og hytter måtte saneres på strekningen.

Prosjektet er delt i tre parseller og fordelt på hovedentreprenører. Austad Maskinstasjon tar

seg av strekningen Figga elv – Sørlia Nord, samt Frøset – Vist; mens arbeidsfellesskapet Grunnarbeid/Letnes har ansvaret for Sørlia Nord – Frøset. Begge har på det meste hatt 50–60 mann i sving.

– Det er uten tvil det største veiprojektet i Nord-Trøndelag hittil, sier byggeleder Gunnar Johansen. – Parsellen er første skritt mot en bedre vei helt til Trondheim, men det målet ligger nok noen år fram i tida.

Først av alt gjelder det å finne ut hva som ble gjort feil i Løsberga.

Sprengningsarbeidet skjer i kort avstand fra boligfeltet på Løsberga. Det krever solid tildekning. Kjell Arne Ferstad dirigerer skytemattene til maskinfører Oddbjørn Lassen kyndig til rette over dagens siste pall.

Vegvesenet tar selvkritikk

Statens vegvesen innrømmer at det ikke ble gjort geologiske tilleggsundersøkelser før kommunestyret i Steinkjer vedtok å utvide E6 forbi Løsberga i 2005. Selv om navnet på fjellpartiet indikerer løst berg, var det ingen som mente at det var nødvendig med nærmere undersøkelser.

– Det var på den tida et sterkt fokus på å få firefelts vei og midtdeler på grunn av trafiksikkerhetshensyn, sier kommunikasjonsleder Eivind Austnes i Vegvesenet til NRK Trøndelag.

Fakta | E6 STEINKJER – VIST

Lengde:	Ca. 8 kilometer
Antall kjørefelt:	4
Oppstart:	Høst 2004
Ferdigstillelse:	Sommer 2009
Entrepriseverdi:	1 milliard kroner
Hovedentrepriser:	Austad Maskinstasjon AS Grunnarbeid/Letnes AF
Underleverandør:	Per Ivar Følling AS
Byggherre:	Statens vegvesen

The Power of Partnership



Vi utnytter styrken i vårt samarbeid med kunder, leverandører og kolleger over hele verden til å skape verdier for våre kunder, bransjen og Orica.

www.oricaminingservices.com





Returadresse

Dyno Nobel ASA
P.b. 94
1300 Sandvika

B

NORGE

