

Entreprenørservice er entreprenøransvarlig og står for den praktiske utføringen. Jetgrunn 2000 leier ut teknologi, utstyr og know-how til dette pilotprosjektet.

Støper 28 m ned i grunnen i Øvre Årdal

# Verdens- begivenhet

– Blir sluttresultatet som planlagt og forventet, er det intet mindre en verdensbegivenhet, sier geotekniker og sivilingeniør Gunnar Aas om prosjektet som Entreprenørservice og Jetgrunn 2000 utfører for Norsk Hydro i Øvre Årdal. Overfor Byggeindustrien poengterer han at man her støper permanente konstruksjoner med jetbetongmetode i et omfang som aldri er gjort tidligere. Det etableres en 28 meter dyp støpegrop med innvendig diameter på 9,5 meter i løsmasser av sand- og grusmasser med store anrikkelser av steinblokker inne i en fabrikkbygning. Det er Entreprenørservice AS som utfører prosjektet som totalentreprise.



AV PER OLAV BERG

Byggingen av tanken, eller kjølebrønnen, skjer inne i bygningen helt inntil eksisterende bygningskonstruksjoner. Aluminiumsproduksjonen foregår uforstyrret i 1

400 graders varme smelteovner få meter unna.

Jetgrunnmetoden består i at det støpes permanente konstruksjoner som tar vare på alle statiske laster uten tiltak med midlertidige løsninger, som er vanlig ellers i

dag. Dette betyr at man lager konstruksjonen ferdig nede i bakken før man graver den ut.

## Måtte ikke stanse

– Vi vurderte spunting, frysing og jetpeling. Fare for rystelser og setninger utelukket spunting. Vi var for usikre på frysemetoden, blant annet på grunn av ekstrem stor vanngjennomstrømming i grunnen. Ett av kriteriene for at Norsk Hydro valgte metoden til Jetgrunn 2000, var nettopp at produksjonen i støperilokalet ikke måtte stanse. Det hadde vi vært nødt til hvis vi valgte klassiske framgangsmåter. Men det hadde vært en altfor høy pris å betale i tillegg, sier Hydros prosjektleder, Odd Hagen til Byggeindustrien.

Kjølebrønnen bygges under gulvet og blir den antatt dypeste konstruksjon i løsmasser som er laget i hvert fall i Europa. Brønnen skal romme en hydraulisk støpemaskin, som kan støpe ut 110 tonn aluminium om gangen i valseblokker i lengder på ca ni meter. Prosjektet er en del av et større investeringsprogram ved Hydros anlegg i Øvre Årdal. På grunn av ny tek-



*Prosjektleder Odd Hagen i Hydro (f.v.), arbeidsleder Egil Dahl i Entreprenørservice og Hydros anleggsleder Johnny Bruheim i rommet med datautstyret som registrerer hva lyd-bølgene og vibrasjonsmålerne «ser» nede i grunnen.*

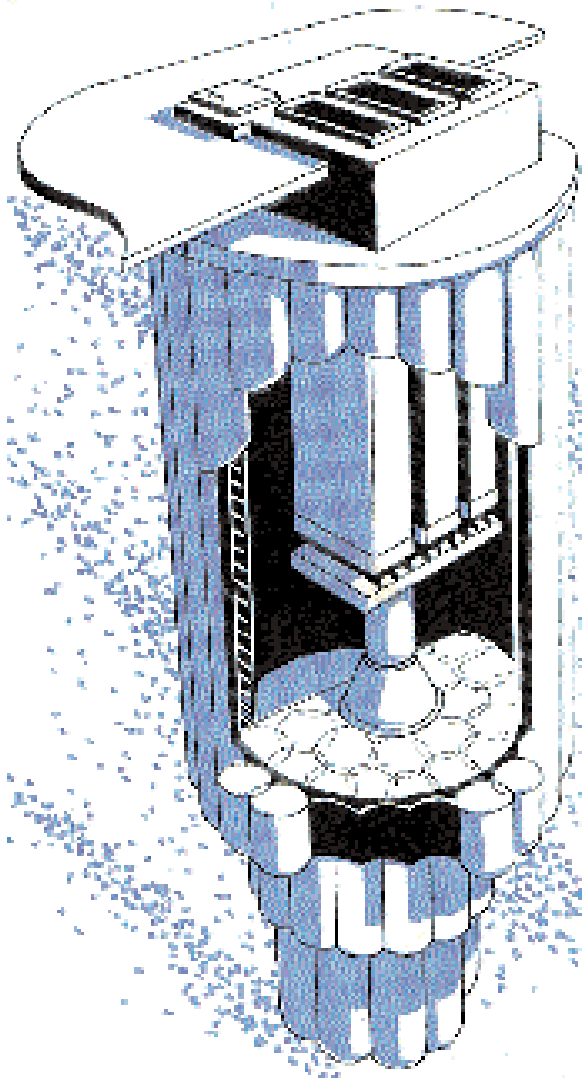
# - Genial metode!

Geoteknisk rådgiver, sivilingeniør Gunnar Aas, har fulgt virksomheten til Jetgrunn 2000 fra starten. Gunnar Aas har vært brukt som geoteknisk konsulent på alle prosjekter med EC-1 og J-2 metodene. Uten å blunke sier han til Byggeindustrien at Lars Hoksrud har vært et geni med utviklingen av sine metoder for å etablere konstruksjonsbetong i grunnen.

Aas har 33 års erfaring fra NGI og sju år som selvstendig rådgiver med samarbeidsavtale med Grøner. Det var Aas som foreslo metoden overfor byggherre og utførende entreprenør. Aas har dimensjonert og sikret fundamenteringen og har ellers den løpende oppgaven med å kvalitetssikre prosjektet.

– Så vidt vi kjenner til er dette den dypeste konstruksjon i løsmasser. Faktisk er det en begivenhet det som skjer i Øvre Årdal. Mye tid er brukt til å lykkes med varig konstruksjonsbetong på denne måten. Ellers brukes jetpeler som midlertidig grunnforsterkning, mest i konkurranse med frysing, sier Gunnar Aas.

– Metoden til Hoksrud er genial fordi den kan brukes der det ikke finnes alternativer, også i tunneler med partier i fjell uten overdekninger. Med jetpeler kan en lage en trykkbue; et hvelv, i partiet med løs masse, i stedet for med frysing, legger han til.



nologi i valseverkene etterspør nå Hydros kunder lengre valseblokker enn tidligere.

## Store krav

Kjølebrønnen etableres 2,5 meter under gulvnivå. En spesiell utfor- dring er grunnvannet. Fem meter under gulvnivået ligger grunn- vannsspeilet. I bunnen av kjølebrøn- nen, hele 28 meter under dagens gulvnivå, vil en få en oppdrift på konstruksjonen på 2,5 bar, (tonn pr kvm).

Ved hjelp av en rekke peler som støpes inntil hverandre, dannes et sirkulært tverrsnitt. I alt støpes 28 peler med diameter 1,35 meter, med senteravstand 1,20 meter. Minste tverrsnitt i veggen blir 80 cm.

Når veggen i kjølebrønnen er fer- dig, blir løsmassene gravd ut og brønnen får en armert betongføring. Den hydrauliske sylindere blir

(Forts. neste side)

*Slik utføres pelingen. De ytterste 28 pe- lene når ca 16 meter under gulvet. Deret- ter kommer 20 peler med en dybde på fire meter. Innerst og nederst kommer det så 10 peler med en lengde på drøye 10 meter. Total dybde på hele konstruk- sjonen er 26 meter.*

## Gründereventyr

Tålmodighet og ukuelig tro på det han holdt på med ligger bak Skien-mannen Lars Øyvind Hoksruks arbeid med jetinjiseringsmetoden. Helt siden slutten av 1970-årene har han utviklet ideene bak jetbetongmetoden EC-1 og jetinjiseringsmetoden J-2.

Han startet for seg selv i 1975 etter å ha vært i Bruer & Bruer og et byggeteknisk konsulentfir- ma opprettet sammen med fire andre partnere. Lenge hadde han sett utviklingsmuligheter innen denne bransjen og da han begynte for seg selv, konsentrerte han seg om den nye metoden, den så- kalte J-2 metoden. Under rehabi- litering av et gammelt kirkebygg i Oslo ble ideen utløst. Hoksrud var på jakt etter en god forsterk- ningsmetode, og kom i kontakt med en svensk geolog som slyst med de samme kjølebrønnene.

Etter år med bearbeiding satte han i gang det første forsøkspro- sjektet i 1984, støttet av Norsk Industrifond med 500 000 sti- pendkroner. Det ble vellykket og

Hoksrud søkte om patent på me- toden.

Jetgrunn 2000 AS ble etablert i 1986 for å ha et selvstendig sel- skap som kunne stå for den prak- tiske utførelsen av jetinjiserings- arbeidene.

Prosjektet ble etter hvert støt- tet av sentrale institusjoner og organisasjoner og Industridepar- tementet ga Jetgrunn 2000 et til- skudd på to mill kroner som ble brukt til forskning og utvikling for å kartlegge relasjonene mel- lom de ulike materialverdier og konstruksjonsverdier.

### Egen rigg

J-2 metoden ble benyttet i det store «Eidangerprosjektet», der jetinjiseringsmetoden for første gang ble brukt i forbindelse med etablering av landkar-konstruk- sjoner for jernbanebroer. Hele prosjektet var et samarbeidspro- sjekt mellom Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Næringsdeparte- mentet og rådgivende ingeniør Lars Ø. Hoksrud.

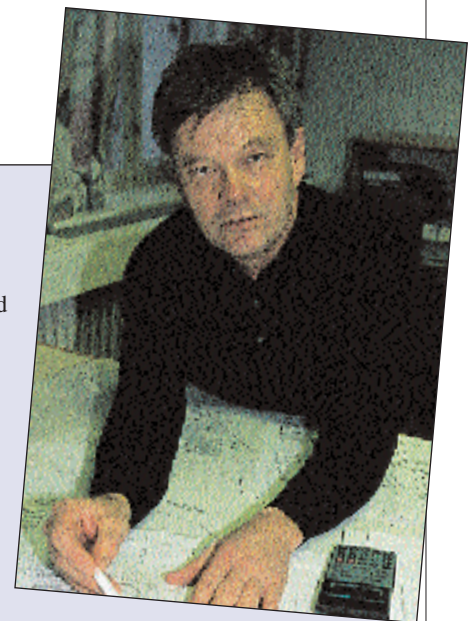
På det meste var det 16 ansatte

i Jetgrunn 2000. Parallelt med utviklingen av J-2 metoden startet forsøk og utvikling med EC-1 metoden, først med Norcem i Østfold. På denne tiden startet også ut- viklingen og markedsføring- en av spesialutstyret som metodene krever. Og Hoks- rud og Jetgrunn 2000 eta- blerte datterselskapet ECT AS. Med penger etter salget av sitt rådgivende ingeniør- firma kunne Hoksrud kon- sentrere seg om utviklingen av sin egen rigg, som fikk navnet ECT 913. Det er en beltegående rigg proppfull av hydraulikk, elektronikk og datateknologi.

### Over prøvestadiet

Jetgrunn 2000 AS eies i dag av franske Bachy Solentanche. Hoksrud er ansatt som teknisk sjef med ansvar for Norden, men sitter fortsatt med patentrettighe- tene i en rekke land.

– Vi er seks personer engasjert i Jetgrunn 2000. Nå er metodene utviklet og testet og lansert i



**Lars Hoksrud er mannen bak Jetgrunn-metoden.**

markedet. Metoden er utprøvd i alle typer jordarter; sand, more- ne, leire med forskjellige egen- skaper, og steinfyllinger. Vi har operert på forskjellige dybder i grunnen. Situasjonen i dag er at de store konsulent- og entrepren- selskapene og byggherrer i Norge og Sverige nå har fått en preferanse i metodene. Dette er ikke lenger en metode på utprø- vingsstadiet, sier Lars Ø. Hoks- rud til slutt.

montert inne i et faststøpt stålrør og forankret i betonggulvet nede i kjølebrønningen.

Før arbeidene med selve kjølebrønningen startet, ble grunnene under inntilliggende fundamenter sikret mot setninger ved hjelp av jetpeler.

Pelejobben skal være ferdig i midten av mars og kjølebrønningen skal deretter graves ut og det skal formfåskales og støpes en konstruksjon i de øverste fire meterne.

Kjølebrønningen skal være tilnærmet vann tett. Bunnen av kjølebrønningen ligger hele 25 meter under grunnvannsspeilet.

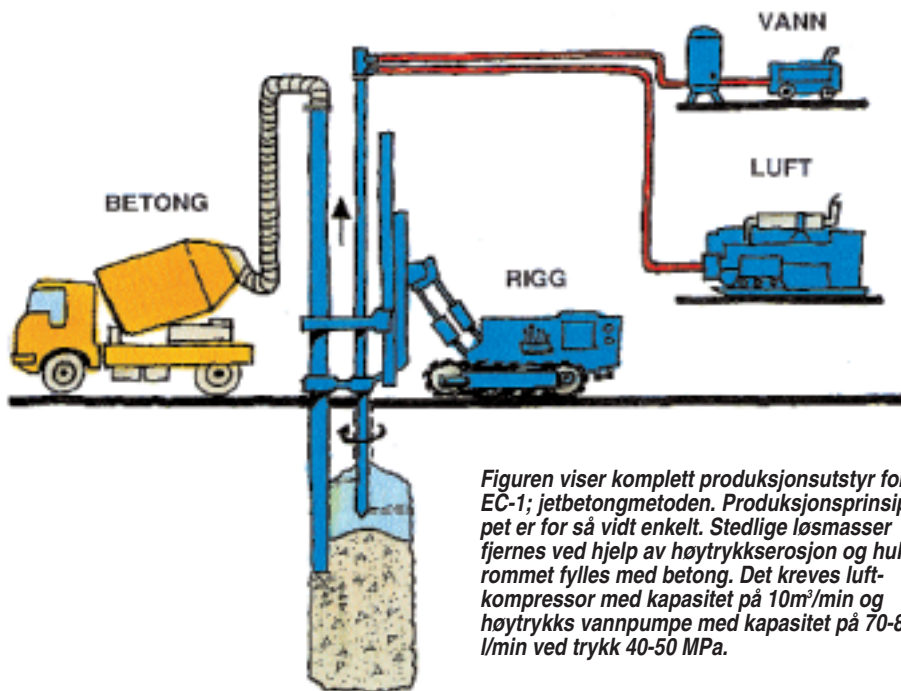
## Innkjøringsproblemer

Jetgrunn 2000 har utført 12 prosjekter i Norge og 14 i Sverige. Prosjektet i Årdal er uten sidestykke det mest utfordrende og spennende prosjektet som mannen bak Jetgrunn 2000, Lars Hoksrud, har vært med på. Her arbeides det dypere enn man har gjort erfaring med tidligere.

Lars Hoksrud er ansvarlig for den tekniske og teoretiske del av gjennomføringen. Blant annet har han ansvaret for all dokumentasjon. Fra sin base i Skien følger han via datalinjer med på alt som Entreprenørservice utfører i Øvre Årdal, hvor den rutinerede arbeidsleder Egil Dahl i Entreprenørservice har kontroll.

Men problemfritt har det så langt fra vært. Hydros prosjektleder Odd Hagen og hans anleggsleder, Johnny Bruheim, forklarer:

– Det viste seg at grunnforholdene var langt vanskeligere enn vi forutsatte, med



Figuren viser komplett produksjonsutstyr for EC-1; jetbetongmetoden. Produksjonsprinsippet er for så vidt enkelt. Stedlige løsmasser fjernes ved hjelp av høytrykkserosjon og hulrommet fylles med betong. Det kreves luftkompressor med kapasitet på 10m<sup>3</sup>/min og høytrykks vannpumpe med kapasitet på 70-80 l/min ved trykk 40-50 MPa.

store innslag av store blokker og stein og med vannførende lag. Et alternativ var å erodere med luft og vann, men vi måtte gå over til føringsrør for å få en mer økonomisk og sikrere framdrift. I forkant av produksjonen ble det laget en produksjonsplan hvor de første pelene ble støpt «annen hver»; peler med ulike tall. Når disse var herdet, sydde vi konstruksjonen sammen ved å støpe de mellomliggende pelene; peler med like tall, forklarer Hagen og Bruheim.

## Solgt skinn

– En stund så vi alvorlig på det og ba Entreprenørservice om å gi oss alternative backupløsninger på driften. Vi ser atskillig lysere på situasjonen nå enn vi gjorde i perioder før årsskiftet. Entreprenørser-

vice har støpt like mye på 14 dager etter jul som de gjorde i løpet av to måneder før jul, sier Hagen og Bruheim.

Og det er ikke rart om de er fornøyd nå. Støpemaskinen bør være ferdig i månedsskiftet oktober-november.

– Den aluminiumen som skal produseres her, er det allerede inngått kontrakter for. Vi har ingen tid å miste. Du kan godt si at vi har solgt skinn før bjørnen er skutt. Men vi tror at Entreprenørservice skal lykkes, smiler Odd Hagen og Johnny Bruheim.

## Prøving og feiling

– For Entreprenørservice er dette en ny metode, og vi har brukt mye tid for å skaffe oss erfaring og lære oss alle rutinene for bruk av metoden. Den første ti-

## Besparende

Metoden med jetbetong består av to ulike varianter, den ene; EC-1, anvendes i leire og steinfillinger. Den andre, J-2, i sand-, grus- og morenemasser. Metoden gjør det altså mulig å etablere permanente, lastbærende konstruksjoner i løsmasser. Masseforflytting, forskaling og annet arbeid blir overflødig. Metoden skiller seg ut fra andre Jet-Grouting metoder. Man kan styre produksjonsprosessen og pelens geometri i alle typer løsmasser.

Jetpeler er tidligere benyttet i friksjonsmasser. Under byggingen av Nye Nationaltheatret stasjon i Oslo ble det for første gang i verden satt jetpeler i leire. Et belte på fire meter mellom teatret og T-banen ble stabilisert med 18 meter lange EC-1 peler med 1,7 meters diameter og 20 cm overlapp. (Omtalt i Byggeindustrien nr 7 i 1997).

EC-1 pelene installeres ved at erosjonsstrenger bores ned til ønsket nivå, samtidig som lagenes mektighet og fasthet registreres. Registreringen overføres til en datamaskin som beregner produksjonsplan for hver pel. Dette styrer videre produksjonsparametre under utstøpingen, slik at geometri og kvalitet ble best mulig.

Løsmassene presses opp til overflaten langs borstrenger, og gjennom utstøpningsrøret pumpes konstruksjonsbetong ned i hulrommet og danner en betongpel.



Midt inne i støperihallen utfører Entreprenørservice et prosjekt som kan bli brukt som referanse over hele Europa. (Foto: Hydro)

## Ultralyd «ser» i grunnen

Ved konstruksjonsbetongstøpingen i Øvre Årdal brukes samme avanserte tekniske utstyr som på Aker sykehus i Oslo i undersøkelser av om fosteret får hørselsskader når morens nyrestein knuses!

Det er Brüel & Kjær ved Akustikkgruppen AS som har levert utstyret som gjør det mulig å «se» hva som foregår langt nede i bakken med millimeter-nøyaktighet.

Preben Andersen og Jan Anders Marheim i Akustikkgruppen forteller at vannmikrofoner og vibrasjonssensorer fanger opp lydbølger og vibrasjoner.

– Dette er egentlig bare bruk av kjent teknologi og utstyr under nye forhold, avslutter Jan Anders Marheim.

– Utstyret gjør at vi kan analysere og tolke om det er lekkasjer mellom pelene. Vi måler hver cm oppover etter som pelene støpes i grunnen. Dette er en viktig del av kvalitetssikringen, sier Lars Ø.Hoksrud.

Han legger til at utstyret fra Akustikkgruppen er testet ut med svært gode resultater, blant annet under prosjektet med Nationaltheatret.

den hadde vi mange praktiske problemer, og produksjonen gikk senere enn forventet. Det har vært en spennende periode med mye prøving og feiling, sier anleggsleder Egil Dahl i Entreprenørservice til Byggeindustrien.

Etter nyttår har produksjonen gått bedre fordi vi endret litt på driften. Faktisk har vi snart hentet inn forsinkelsene, legger han til.

– Vårt firma har jo spesialisert seg på kompliserte grunnarbeider. Vi er ca 170 medarbeidere, og åtte av oss er her i Øvre Årdal. Vi har leid inn alle spesialmaskinene for dette prosjektet, sier Egil Dahl; 59-åringen som er blant veteranene i selskapet, og som også var med da Entreprenørservice støpte ny kai nede på Årdalstangen i 1971. ■

## Mørtelpumper til salgs

### **Turbosol UNI-30 stempelpumpe**

med skovlblander og kompressor.  
For pumping, sprøyting og injisering.  
Kapasitet 2–3m<sup>2</sup>/time

### **Turbosol MINI stempelpumpe**

med kompressor, men uten blander.  
For pumping og sprøyting.  
Kapasitet inntil 23 liter/minutt.

Pumpene er kun demokjørt og selges gunstig. Vennligst ring vår avd.

## **Bygg og Betong**

for nærmere opplysninger.

*Sigurd Stave*  
MASKINAS

POSTBOKS 6159 ETTERSTAD, 0402 OSLO TLF.: 22 65 35 00 FAX: 22 63 03 91



# MANITOU

## - verdens ledende produsent av teleskop-trucker

Manitou-maskinene har blitt viktige komponenter innen bygg- og anleggsvirksomhet - fra masseforflytning og høydestabling til pallehåndtering etc.

Enten det er nybygg eller renovering, sparer Manitou-maskinene deg for tid, kutter arbeidskostnader og øker produktiviteten.

For bl.a. bygg-entreprenører, murere, taktekkere og snekkere er Manitou det ideelle verktøy.

- Løftehøyde opptil 18 m
- Løftekapasitet 2 - 7 tonn
- 4-hjuls styring og 4-hjuls drift
- 360 ° Fri sikt

Ringeriksveien 155/157 - Postboks 55, 1313 Vøyenenga. Telefon 67 17 84 00 • Fax 67 17 84 80  
Trondheim tlf. 72 59 92 80 • Bergen tlf. 55 53 87 40 • Stavanger tlf. 51 81 18 70 • Sandnes tlf. 51 68 17 70



**NORMANN OLSEN**  
MASKINAS