

<b>Nobels Fredssenter, Vestbanen</b>	<b>Revisjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Side</b>
<b>Forprosjekt</b>	<b>0</b>	<b>28.02.2003</b>	<b>47</b>

## VEDLEGG A



Til: Dr. Techn. Olav Olsen a.s, postboks 139, 1325 LYSAKER.

Kopi til:

Fra: Scandiaconsult AS, Divisjon Anlegg, avd. Geo

## **Nobels Fredssenter Vestbanen. Resultater fra prøvegravinger.**

### ***Innledning***

Vi viser til Deres henvendelse pr telefon og telefaks datert 15. januar 2003 vedrørende supplerende prøvegravinger for kartlegging av fundamenteringsforholdene for Vestbanebygget. Prøvegravningene ble utført 5. – 6. februar 2003 og omfatter graving av to sjakter innvendig i krypkjeller (sjaktene 13 og 14) og en sjakt utvendig på nordvestre del av bygget (sjakt 12), vist på vedlagte kartutsnitt. Resultatene er gitt på vedlagte skisser, sidene 2 – 4. Nivellement er utført med referanse til overkant gulv ved hovedinngangen i Vestbanebygget, med oppgitt høyde kote 2,78.

Det er tidligere, i forbindelse med miljøtekniske undersøkelser på Vestbanetomten, utført én innvendig prøvegraving for undersøkelse av fundamenteringsmåten. Resultatet fra denne er gitt i vår rapport 710061A datert 2002-03-06.

### ***Resultater***

#### ***Sjakt 12, utvendig.***

Overkant fundament er påvist på kote 0,85. Gravingen ble ført ca 0,25 meter dypere, og det ble "sonderboret" videre ca 0,5 meter med spett i antatt relativt bløt leire. Det lyktes ikke med det valgte graveutstyr å undergrave fundamentet for eventuelt å finne ut om denne delen av bygget er fundamentert på peler.

Det var ikke vanninnsig i prøvesjakten. Gravingen ble vanskeliggjort av en nedgravd jernbaneskinne som måtte kuttes og fjernes.

#### ***Sjakt 13, innvendig.***

Det var tidligere gravd en inspeksjonssjakt ned til grunnvannstanden, som før videre graving ble målt til kote 0,17. På grunn av rikelig vanntilstrømning var det ikke mulig å tømme prøvesjakten, og gravingen måtte derfor avsluttes ca 0,3 meter under vannstanden. "Sonderboring" videre ca 0,8 meter med spett antyder at grunnen består av leire, minimum ned til kote -1,0.

Det er mulig at fundamentmuren er ført opp fra tømmerflåte i leire, som påvist i tidligere utført prøvegraving, GR-11 vist på situasjonsplanen. Tømmerflåten ligger i så fall lavere enn i GR-11, der overkant tømmerflåte ble målt til kote 0,21, som er litt over påvist vannstand i sjaktene 13 og 14.

Sjakt 14, innvendig.

Det var også i denne sjakten rikelig vanntilstrømning og ikke mulig å holde vannstanden nede ved hjelp av øsing med bøtte. Gravingen ble avsluttet mot antatt berg på kote -0,29. Kontroll med spett og slegge ga god "bergappell". Tørrmuren ble konstatert ned til antatt berg.

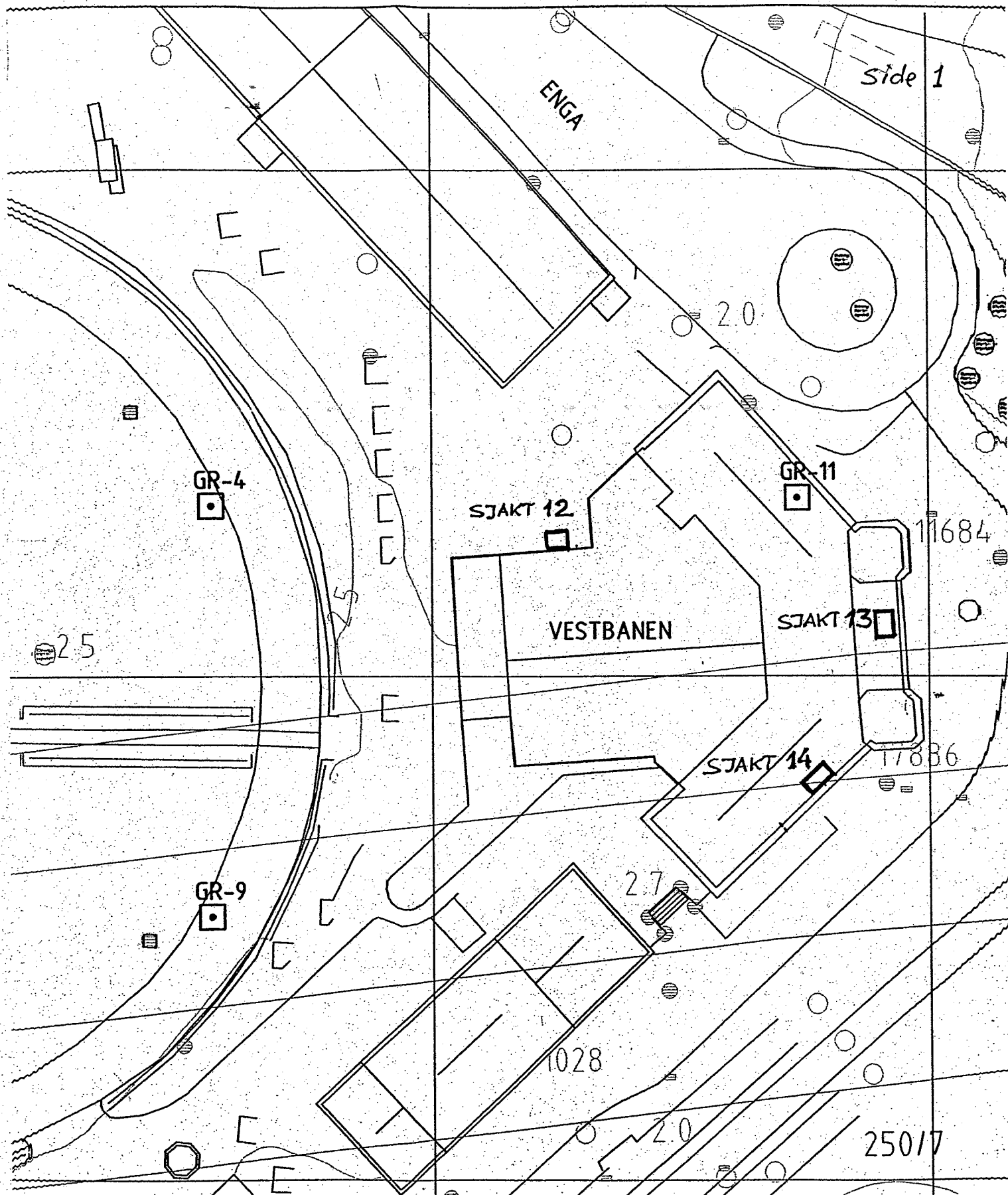
Vannstanden like etter graving og forsøk på lensing var kote 0,16 (tilnærmet samme nivå som i sjakt 13 før graving).

Med vennlig hilsen  
SCANDIACONSULT AS, Oslo


  
Harald Ragnar Jensen

Vedlegg:

Situasjonsplan (fra vår rapport 710061-A, datert 2002-03-06).  
Resultater sjakt 12 (utvendig)  
Resultater sjakt 13 (innvendig)  
Resultater sjakt 14 (innvendig)



Tegnforklaring:

GR-1  
 Sjakter

06.02.2003: Tilføyd prøve-  
 sjaktene 12, 13 og 14.  
 Oppdrag nr. 130016 A

HRJ

 SCANDIACONSULT

Vestbanetomten - Statsbygg

SITUASJONSPLAN  
 MILJØTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER

MÅLESTOKK:  
 1:500

TEGN:  
 GSA

DATO:  
 12.03.2002

OPPDRAG:  
 710061

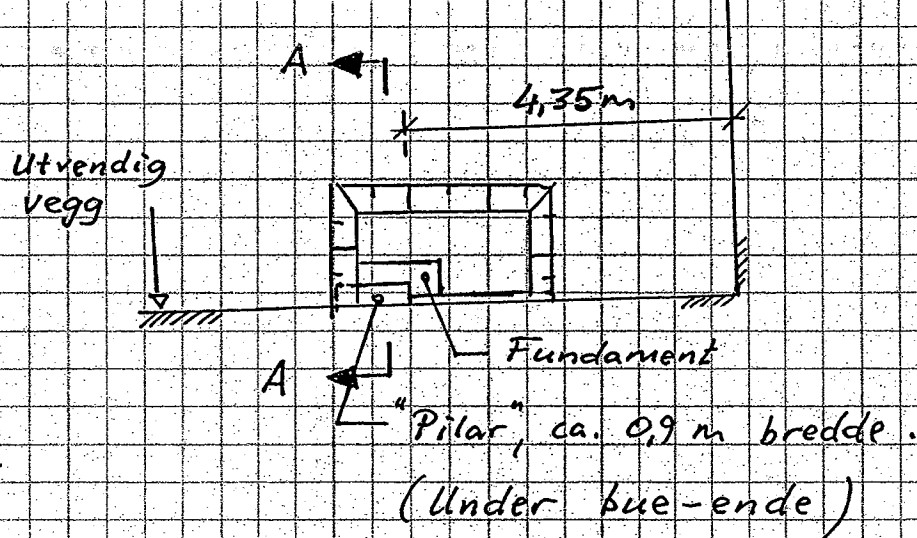
BILAG:

TEGNR:  
 101

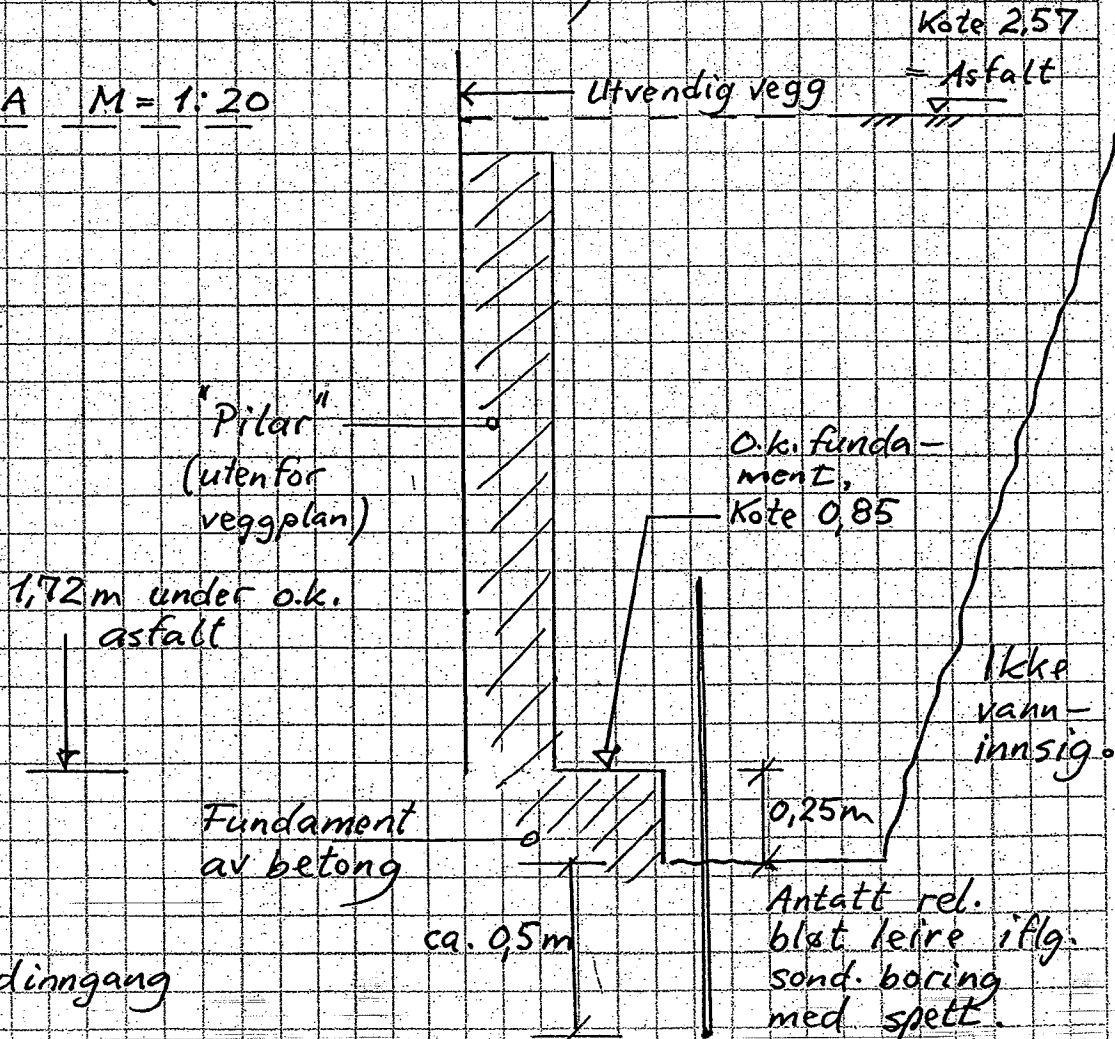
Prøvesjakt 12

(Utvendig)

Planskisse M = 1:100

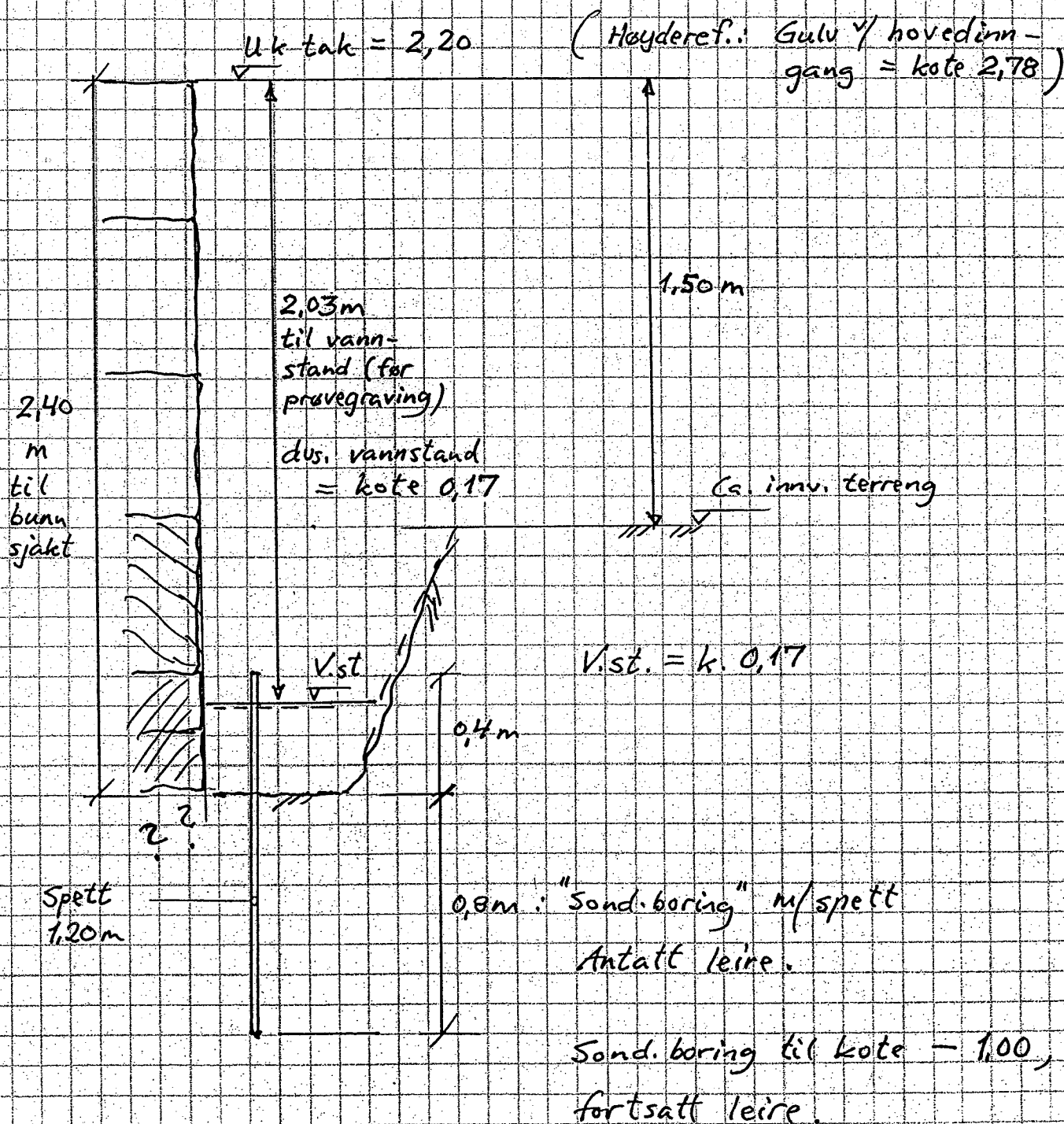


SNITT A-A M = 1:20



Høyderef.:  
Gulv ved hovedinngang  
= kote 2,78

Antatt rel.  
blat leire iflg.  
sond. boring  
med spett.

Sjakt 13 (under hovedinngang)

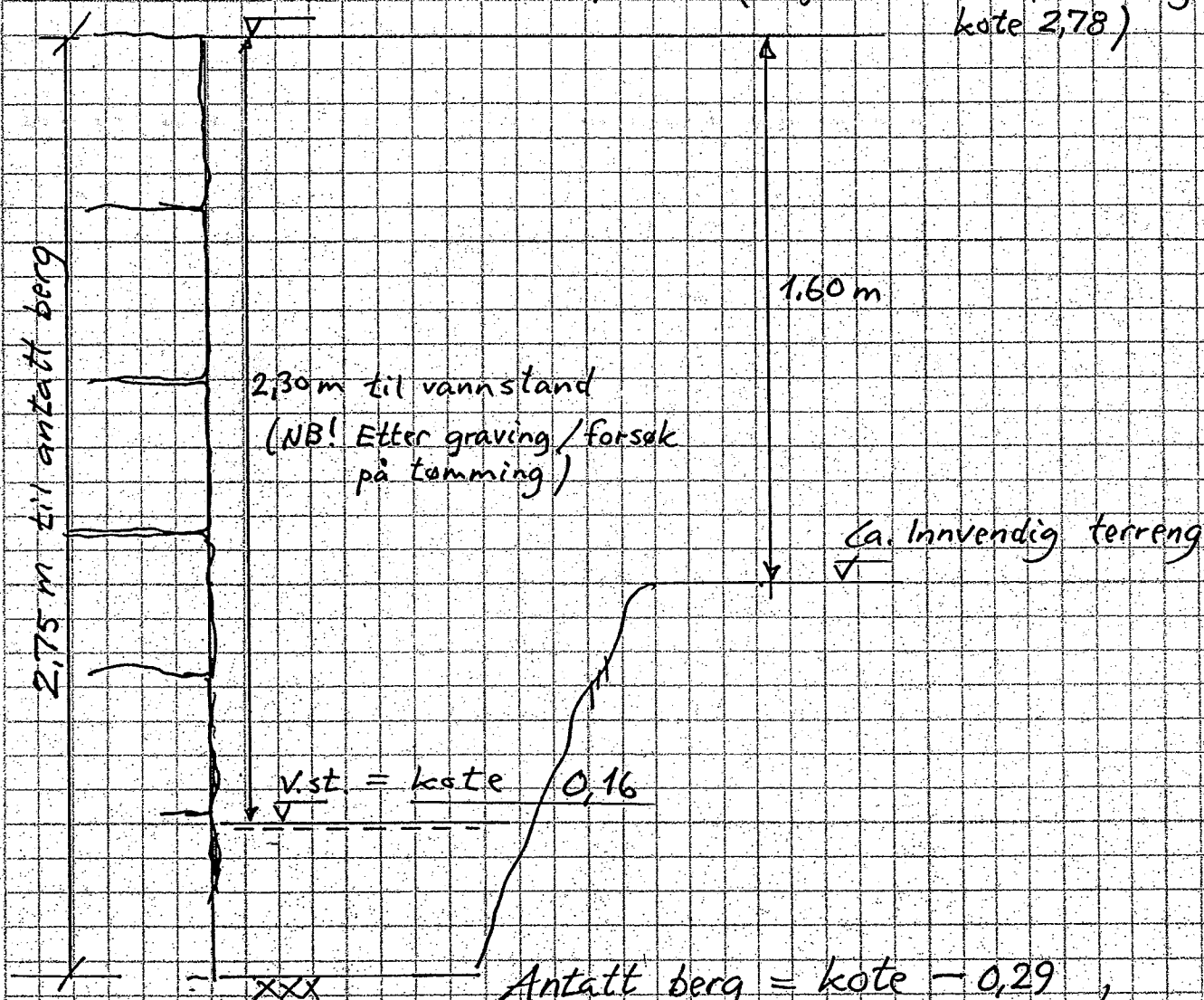
Det var ikke mulig å grave dypere på grunn av rikelig vanntilstrømning. Ettersom leire er konstatert til minimum kote - 1,00 antas muren å stå på tømmerflåte.

Sjakt 14 (søndre fløy)

Ved vindu (igjenmurt).

Uk tak = kote 2,46

(Høyderet.: Gulv / hovedinngang = kote 2,78)



Antatt berg = kote - 0,29 ,  
ifølge graving samt forsøk  
med spett og slegge.

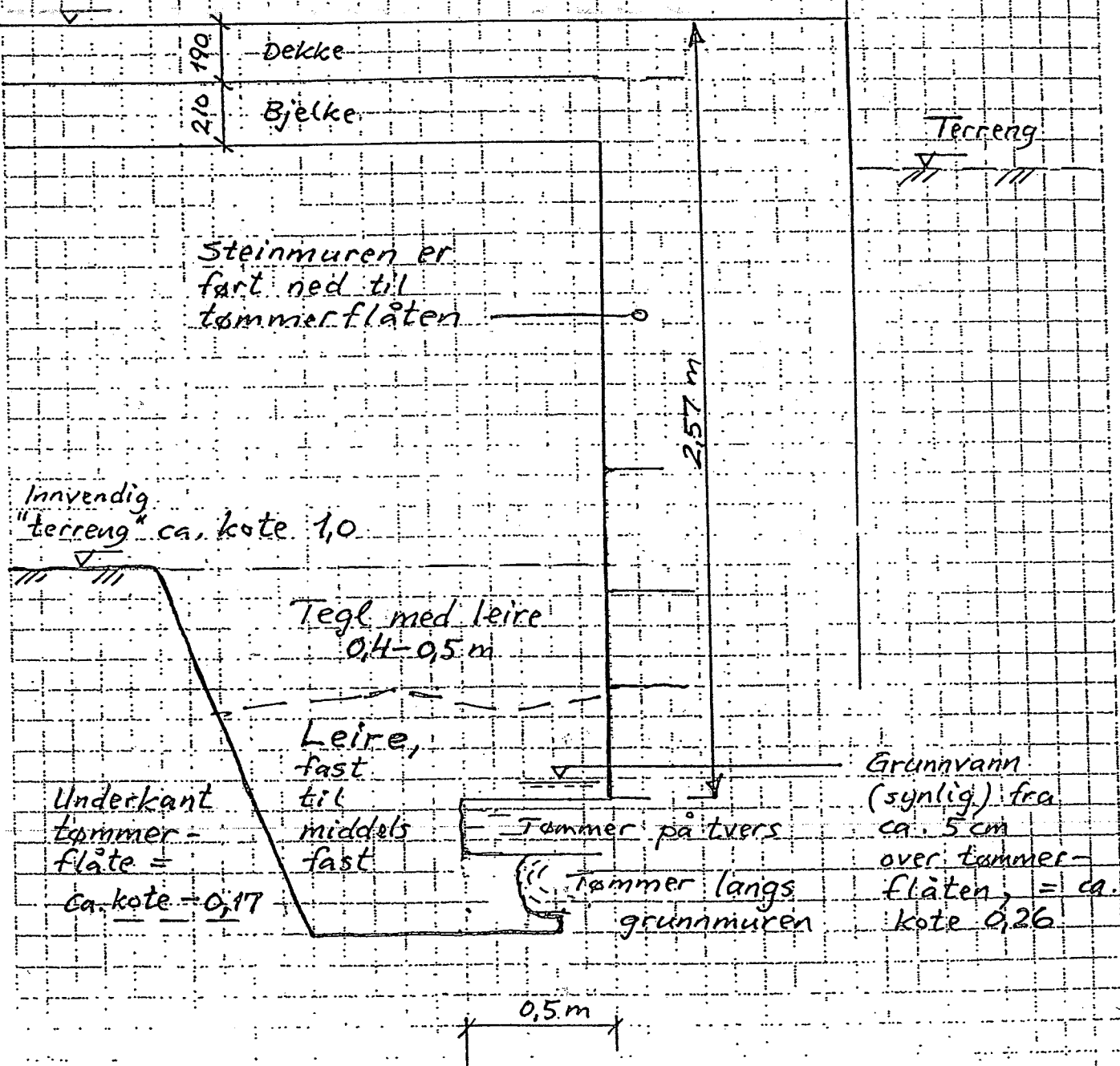
Rikelig vanntilstrømning. Lensing  
med bølge var ikke mulig.

Fundamentmuren antas å stå på berggrunnen.

SNITT M = 1:20

Prøvesjakt 11, innvendig i "kjeller".

$G_{ulniva}^2 = kote\ 2,78$



Overkant tømmerflåte = kote 0,21





# JETGRUNN

Dr. techn. Olav Olsen as  
Boks 139 – N – 1325 Lysaker

Att. Harald Rosendahl  
Faks. 67828001

Deres ref:

Vår ref: LØH

Dato: 02-25-03

## Nobel Fredssenter - Vestbanen

### Budsjettpris - Refundamentering med Jetpeler.

Vi takker for forespørselen om å gi budsjettpris for refundamentering med jetpeler. Budsjettprisen er basert på nedenstående geotekniske forutsetninger.

- Fundamentgrunn består av leire direkte over fjell. Leira karakteriseres som middels fast med en antatt skjærstyrke på 50 kPa og romvekt 20 KN/m<sup>3</sup>
- Antar at fjellkotene varierer fra 0 til -5
- Grunnvannstand kt. ca. +0,3

Basert på mottatte tegningsunderlag har vi antatt at grunnmuren refundamenteres til fjell med totalt 75 stk skråstilte peler hvorav 30 av pelene må installeres fra innsiden av bygget.

Utformingen av refundamenteringen av grunnmur er vist i vedlagte prinsippskisse, bilag 1. Posisjon og plassering av pelene må tilpasses på stedet, men tar utgangspunkt i bilag 1. Dersom det på grunn av tilgjengelighet ikke er mulig å sette pelene vertikalt kan pelene settes med en helningsvinkel opptil 30 grader i forhold til loddlinjen.

Det er i dette tilfellet beregnet en groutdensitet (sement/vannblanding) på 1,54 kg/dm<sup>3</sup>. Dett vil gi en midlere trykkfasthet av pelematerialet på ca. 100 kg/cm<sup>2</sup>. Kontaktsonen mellom J-2 pel og fundament etterfylles med grout/betong til krymping/sedimentering har opphørt og full kontaktflate mot bestående konstruksjon er oppnådd. Pelene etableres med en senteravstand på 1,4m og diameter på 1,5 De utgjør en monolitisk blokk med et ekvivalent fundamentsareal på litt mindre enn fundamentet/grunnmuren.

### Forberedende arbeider.

Før arbeidet med jetpelingen settes i gang, fjernes alle installasjoner som hindrer tilgjengeligheten eller kommer i konflikt med utførelsen av understøpingen. Dette arbeidet utføres i forbindelse med øvrige innvendige rivearbeider i bygget.

Det må videre skjæres/bores ut en utsparring i kappvelvet for nedsetting av foringsrør og monitor. Videre sjekkes det ned 40 cm under OK betonggulv som anvist på prinsippskisse. Plassering av foringsrørene, 140 mm må tilpasses på stedet med hensyn til tilgjengeligheten og riggens rekkevidden.

Følgende mengder er lagt til grunn i budsjett:

- Det er antatt totalt 75 peler hvorav 45 peler er beregnet installert utvendig og 30 peler installert innvendig. Gjennomsnittlig pelelengde som er lagt til grunn er 4,0m

#### Postadresse:

Postboks 843, Sentrun  
3701 Skien  
Norge

#### Besøksadresse:

Adj. Arentz gt. Vest 4b  
3717 Skien  
Norge

Telefon: +47 35 52 95 66

Telefaks: +47 35 53 67 39

E-post: post@jetgrunn2000.no

#### Organisasjonsnummer:

959546821 MVA

6E292SSSE



# JETGRUNN

## Budsjettpriser:

Mob/demob:	kr. 450.000,-
Startpris utvendig : 45 peler a` kr. 14750,-	kr. 663.750,-
Startpris innvendig :30 peler a` kr. 19500,-	kr. 585.000,-
Produksjon, Jetpeler: 300lm pel a`kr 7950,-	kr. 2.385.000,-
Tillegg for slambåndtering (pr. m <sup>3</sup> ) kr 450,-	kr. 472.500,-
<u>Totalt</u>	<u>kr. 4.556.250,-</u>

I budsjettprisen inngår komplett utførelse inklusiv slam håndtering, kvalitetssikring, geotekniske beregninger og dokumentasjon. Massendringer forutsettes regulert i h. t oppmålte faktiske masser opp gitte enhetspriser.

For utstyret trengs et område på ca. 200 m<sup>2</sup> med god adgang for levering av sement. Det behøves en stabil og plan mark for silo og utstyret. Prosjektet er planlagt gjennomført med hjelp av EC-913 -rigg

Det forutsettes at oppdragsgiver vederlagsfritt utfører og stiller til disposisjon følgende:

- Lomp og spiserom for personell (5-6 personer).
  - Kontor med tilgang til telefon og fax plasseres sammen med øvrig grouting utrustning.
  - Spenningsnivå 3 x 380 volt  
1 x 230 volt Forventet effektbehov 35 KW
  - Installert strømnivå 128 Amp.
  - El- tilførselen legges fram til blandestasjon.
  - Vann av tilfredsstillende kvalitet , 1 stk 100 mm uttak med tot. kapasitet min. 400 l/min, minimum 3 bar stabilt ledningstrykk
  - Sikring og inngjerding av anleggsområdet
  - Klargjøring og tilrettelegging av plan og stabil adkomst til hvert borpunkt.
- Bortkjøring av slam fra produksjon og daglig rengjøring , ca 25- 30m<sup>3</sup> pr. dag.

## Framdrift

Arbeidene utføres innenfor en tidsramme på ca ca. 7-8 uker eks. opp- og nedrigging. Det forutsettes at arbeidene kan drives fram kontinuerlig uten stopp.

Det forutsettes videre en 10-12 timers arbeidsdag med mulighet til å arbeide på lørdager. Tidspunktet for oppstart av arbeidene er forutsatt i mai/juni 2003.

Med venlig hilsen  
Lars Ø Høksrud

Vedlegg: Prinsippskisse, oversikt peleplan.

Metodebeskrivelse J- 2 - metoden

Metodebeskrivelse EC1 - metoden

STATSBYGG  
VEGTÅNERBYGGET  
SKISSE - JETPELED

M = 1:46

AVSTAND FRA VEGG  
 $a = \text{MIN } 500 \text{ MM}$   
 $b = \text{MIN } 1500 \text{ MM}$

KT + 2.78

H = 1.38

TØRDMUR  
STEINBLOKKE

$\alpha = 5^\circ$

ESTURMATERIALS  
FRA JETPELED  
PUMPEJ I CONTAINERE  
FOR TRANSPORT TIL  
DEPONI

NB! KBLER OG LEDNINGER  
I BAKKEN FRISØRERES

KT + 1.73

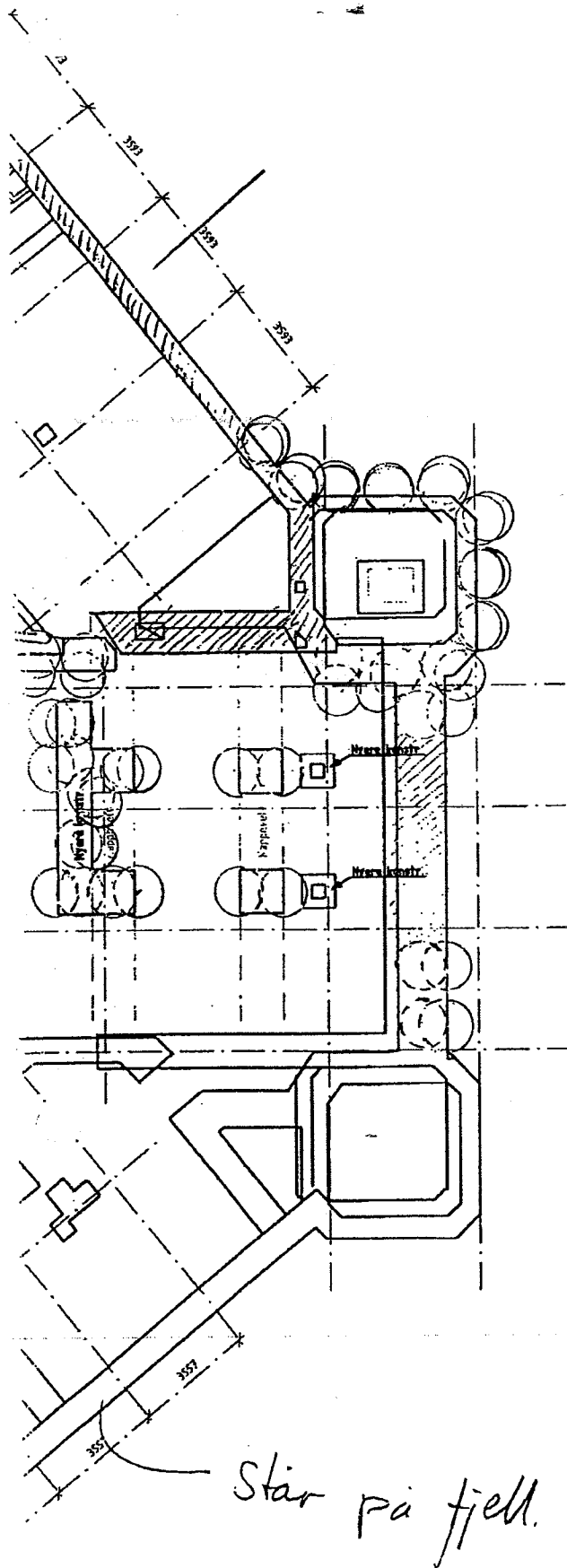
GRN. + 0.26

ETTERFYLLES  
MED MORTEL/GROUT  
ETTER ANVISNINGER

LEIRE

FELL ~ FELL 0-5  
VAR!!

Star Pa. Heli.



FORELØBING TEGNING  
 DISSEPROSJEKT  
 SKIHAUG OG RANHEIM I A/S  
 FORPROSJEKT  
 ARBEIDSTEGNING  
 ARBEIDSTEGNING  
 DOKUMENTASJONSTEGNING


Markneder

JETPELER Ø 1500  
 OM RÅDE MED JETPELER  
 ANTATT GJENN. L = 4,0M  
 ANTATT MENGDEN.  
 17VENDIG 48 STK  
 18VENDIG 30 STK

Prosjektinformasjon		Prosjektinformasjon	
Prosjekt	515 1396 B00F 2 20 004 R - I	Prosjekt	3906
Prosjektgruppe			
SPR. CEL. K. FORP. LAGN. SPIL. EN. T. SUTOR A.S.	HF. 47	22	41 56 11
PUB. DR. TECHNOL. OLSEN AS	HF. 47	67	02 00 00
P/E AS NIELSEN OG BOMGE AS	HF. 47	26	10 10 10
P/L. SPILHUSEN E. HOPGEN AS	HF. 47	22	02 03 00

Localiseringstegning

Målestokk  
 1:100

	STATSBYGG	PROSJEKTHR. NR. 10180
NOBELS FREDSENTER VESTBANEN		
Fundamentplan		
515 1396 B00F 2 20 004 R — 3906		

6292933

# Metodebeskrivelse av EC1-metoden

## 1. Generelt

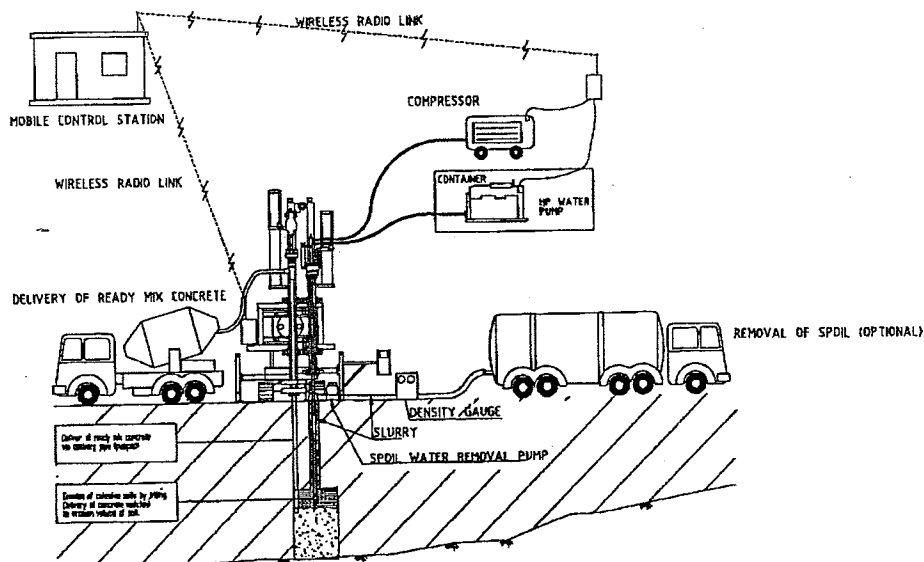
Dette dokumentet beskriver kort om etablering av jetpæler utført etter EC1-metoden.

Dokumentet forklarer også litt om kontrollprogram, utstyr, materialer, utførelse og arbeidsprosedyrene i EC1-metoden.

### EC1-metoden

EC1-metoden som benyttes som konstruksjonselement i kohesjonsjordarter (leire/silt) er en videreutvikling av jetgroutingmetoden fra slutten av 1980- og begynnelsen av 1990-årene, har et avansert styrings- og prosesskontrollsystem som gir en god forutsigbarhet av det ferdige produktelement.

Metoden går i korte trekk ut på å etablere in-situ betong pæler, enkeltstående eller i grupper, ved å erstatte massene med høyverdig konstruksjonsbetong, (undervannsbetong) som pumpes ned i bakken samtidig som det spyles ut et hullrom (kavitet) ved hjelp av en eller to høytrykks vann-luftstråler (jetting) som bryter ned jordas struktur. De oppløste massene presses gjennom pilot hullet og opp til overflaten og videre i et lukket rørsystem med densitetsmåler og mengdemåler.



Figur 1

Mengden av disse returmassene utgjør, ca. 150-300 l/min, og tas hånd om av oppdragsgiver. Vanligvis pumpes returmassene over i en lagune eller containere for videre borttransport.

## Teoretisk bakgrunn for vurdering av forventet erosjonsresultat

Hovedparameterne som er tatt med i energivurderingen, er:

væsketrykk  $P$  (Mpa)

væskemengde  $Q$  (l/min)

opptrekkshastighet  $V$  (cm/min)

Produktet  $P \times Q$  betyr benyttet kraft  $P$  (kW), mens den spesifikke energien  $E$  (MJ/m) er lengden på pælen:

$$E = \frac{0,1 \times (P \times Q)}{V_i} \quad (1)$$

Formelen kan også brukes på både grouten under opptrekking og vannjeten under erosjon. Følgelig snakker vi om en energi  $E$  for grout og en energi  $E$  for vann.

For luft vil den spesifikke energien  $E$  fremkomme via følgende formel:

$$E = \frac{0,035 \times Q \times [(10^{0,29} \times P) - 1]}{V_i} \quad (2)$$

$Q$  = komprimert luft (l/min)

$P$  = trykk for komprimert luft (Mpa)

På grunnlag av formel (1) og (2) kan man beregne den totale spesifikke energien  $E$ .

## Ruhet, kontakten mellom pælene

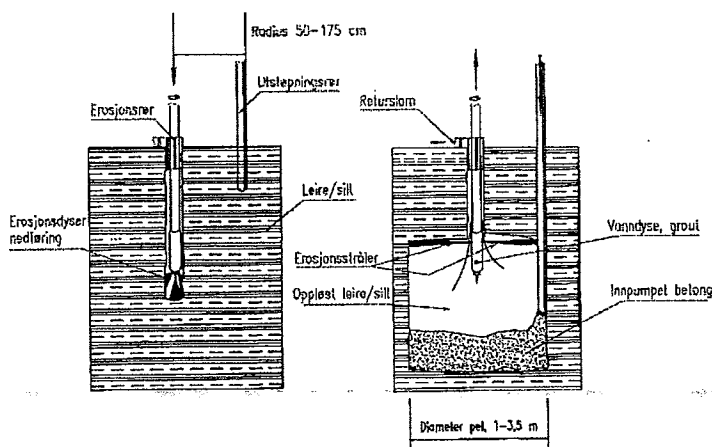
Ruheten mot de omkringliggende jordmassene er 100 % så lenge pælen ikke frigraves. Kontakten mellom pælene er meget god. "Lepper" og "valker" i overflatestrukturen gir til sammen en solid panelkonstruksjon av pæler.

## **2. Kontrollprogram**

### **2.1. Prosesskontroll og dokumentasjon for etablering av EC1-peler**

#### **2.1.1. Boring av pilothull**

Under nedføring av borestrengen registreres massenes fasthetsprofil ved hjelp av erosjonsboring, fig 2. Nedføringshastighet, trykk, mengde erosjonsvann og matekraft registreres kontinuerlig og gir inngangsdata i en datamaskin hvor et spesialprogram automatisk regner ut de nødvendige produksjonsparameterne for å oppnå ønsket diameter og fasthet for pælen.



Figur 2

## 2.1.2. Produksjon av peler

På bakgrunn av registrert nedføringshastighet/-motstand styres en rekke parametere for å oppnå jevnest mulig geometrisk utforming av pælene.

Produksjonsdata som rotasjonshastighet, opptrekkshastighet, erosjonstrykk/-mengde, betongtrykk og -mengde reguleres og lagres i et databasert produksjonssystem til enhver tid. Geometrien og kvaliteten er alltid sikret. Alle de ovennevnte styringsparametere under produksjon blir hele tiden relatert til tid og dybde. Dersom systemet likevel skulle svikte, eller hvis det blir stopp som kan medføre innsnevring eller uregelmessigheter i pæls geometri, vil dette alltid kunne registreres til tid og dybde. Slike uregelmessigheter vil bli "reparert" når nabopælen installeres. Denne vil få en overflate som viser et omvendt speilbilde av den uregelmessige pælen.

For å kunne påvise at pælene under produksjon har oppnådd god kontakt mot nabopæl eller mot spunt, benyttes det et egenutviklet system som registrerer energien i erosjonsstøyen. Se pkt. 2.2. Støyenergien vises i kurver eller som søylediagram over tid. Kurven presenteres parallelt med de andre parametere som vanntrykk, opptrekkshastighet etc. Hver pæl får en grafisk fremstilling som danner grunnlag for verifisering av pæls geometri. Kontrollsystemets pålitelighet og styrke er grundig dokumentert i prosjekter

I tillegg føres det protokoll for hver pæl. Den skal inneholde følgende data:

- ❖ Prosjektets navn/nr og pelemetode
- ❖ navn på arbeidsleder og protokollfører
- ❖ dato for pælproduksjon
- ❖ referanse nivå
- ❖ helningsvinkel
- ❖ pilothullets totale lengde
- ❖ dybde/ nivå for erosjonsrør og utstøpingsrør
- ❖ dyse tverrsnitt for vann evt. grout
- ❖ dimensjon utstøpingsrør
- ❖ opptrekk- og rotasjonshastighet for erosjonsrør
- ❖ vann- og lufttrykk ved erosjon, spesifikk energi
- ❖ akustisk måling/kontroll av kaviteten for innpumping av betong samt verifisering av pæls dimensjon og kontakt til nabopælene.
- ❖ nedpumpet mengde betong
- ❖ kontroll/analyse av returmateriallets flow og densitet.



- ❖ den ferdige pælens mål og posisjon
- ❖ nivå for pælens overkant og underkant
- ❖ erosjonstid ved produksjon
- ❖ betongkvalitet v/c- forhold
- ❖ eventuelle forhold som kan påvirke pælens tetthet (permeabilitet)

Merk: Jetgrunns kvalitetssikringsmanual vil bli gitt til oppdragsgiveren i god tid før oppstart.

## 2.2. Kontinuerlig logging/verifisering av jetpælens diameter. Kontinuerlig logging/verifisering av kontakten mellom pælene

### 2.2.1. Systembeskrivelse

Jetgrunn utviklet tidlig på 1990 -tallet et instrumenteringssystem som fanger opp signaler når vann-/luftstrålen treffer en nabopæl eller et annet konstruksjonselement som spunt eller betongvegg som det ønskes kontakt med. Trykket, energien på jetstrålen detekteres og verifiserer på denne måten at det er oppnådd god kontakt med konstruksjonselementet.

Man får også på denne måten en meget god in-situ kontroll og dokumentasjon på at man har oppnådd det riktig hullrommet (kaviteten) ned i bakken hva geometri og volum angår , samtidig som det kvalitetsikres at det er god kontakt til inntilliggende konstruksjonselementer. Den løpende kontrolldokumentasjonen for å sikre en jevn utgraving og god kontakt mellom elementene i bakken er helt nødvendig for å lage et sammenhengende og tett betongelement.

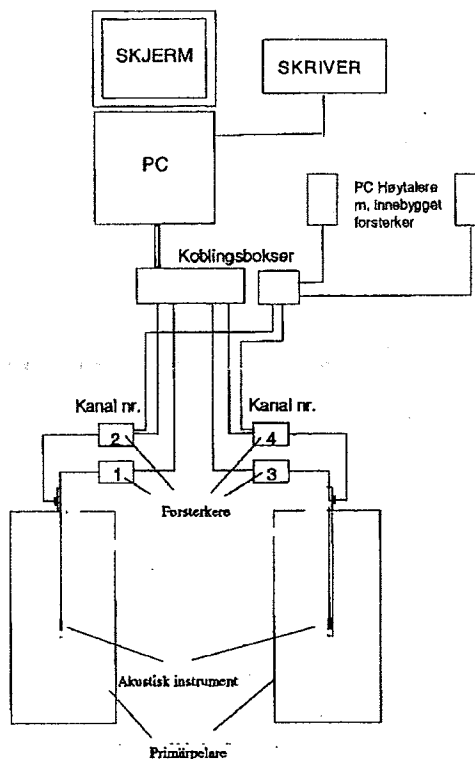
Systemet går i korthet ut på følgende:

Det benyttes akustiske sensorer som registrerer energien i det akustiske lydbildet. Disse overføres direkte via en radiolink til et kontrollrom hvor de blir behandlet i et data- og analyseprogram. Systemet har en innebygd spesialdetektor med en ekstremt rask responstid. I tillegg kan dataoperatøren kople signalet til høyttalere og lytte på det i kontrollrommet.

Dokumentasjon går i korthet ut på følgende: Etter at primærpælene er installert, settes det ned følere sentralt i pælene. Under produksjon av sekundærpælene genereres de akustiske signalene, som induseres i de to tilstøtende primærpælene når erosjonsstrålen treffer dem. Styrken på signalet avhenger av trykket på vann-/luftstrålen og sammensetningen av massene i grunnen. Den viktigste informasjonen i første omgang er om det registreres en markant relativ økning i signalnivået når erosjonsstrålen bryter gjennom jordmassene og treffer primærpælen eller andre konstruksjonselementer i bakken. Denne informasjonen verifiserer at det er erodert tilstrekkelig og at det er oppnådd god fysisk kontakt mellom primærpæl og sekundærpæl. På den måten fås det nøyaktig informasjon til å kunne forutsi geometrien i både primærpælene og sekundærpælene.

Signaldataene digitaliseres og overføres trådløst til en PC som er plassert i kontrollrommet på byggeplassen. Her blir geometrien i hver enkelt pæl plottet ut i et tids- og dybdiagram. Deretter blir informasjonen analysert og sammenlignet med andre relevante prosessdata. Alle dataene lagres for senere dokumentasjon.

Instrumentoppsett for akustisk måling



Figur 3.

## 3. UTSTYR OG MATERIALER

### 3.1. Utstyr

Metodens produksjonsutstyr består av følgende hovedkomponenter; betongpumpe, kompressor, høytrykks vannpumpe, jetpelig og s stk. containere. Boremaskin med forlenget tårn foretrekkes for å redusere antall rørhåndtering under nedboring og opprekking av borestrengen. Det mest hensiktsmessige utstyret velges etter boredybde og tilgjengelig fri høyde.

Generelt kan det benyttes følgende maskiner:

### 3.2. EC 913-rigg (dieselmotor med turbo intercoolereffekt 150 kW)

EC 913-rigg, vekt 17 tonn, B x L x H = 2,5 m x 6,0 m x 6,0 m (+ 18,0 m)

Foran på riggen er det en styreramme med to tårn, ett for erosjon/injeksjon og ett for støping. Se figur 2. Tårnene har en høyde på 6,0 m og kan roteres pluss/minus 45 grader til alle sider. Tårnene kan beveges både parallelt og enkeltvis i horisontal- og vertikalplanet. Begge tårnene kan forlenges med 18,0 m slik at det kan produseres pæler ned til 24,0 m dybde uten å skjøte rør.

Boremaskinen er også utstyrt med avanserte PLS-systemer, ett for logging og kontrollstyring av produksjonsprosessen og et maskinteknisk kontrollsystem som sjekker "maskinens helsetilstand" ved hjelp av sensorer.

**3.3. EC 505-rigg**

EC 505-rigg, vekt 3,5 tonn, B x L x H = 1,5 m x 3,0 m x 2,3 m (+ 2,0 m)

Dette er en kjellermaskin som er konstruert for små frihøyder, men den har de samme maskin- og prosessstekniske egenskapene som EC 913.

**3.4. Rørene**

De samme rørene brukes til både boring av pilothull og "jetting". Rørdiameteren er 90 mm og lengden på 0,5 m, 1,0 m, 2,0 m og 3,0 m. Det er utviklet et spesialrør i enden av borestrengen med rullemeiselkroner. Den kalles monitor og har 7 innebygde munnstykker. Tre erosjonsmunnstykker med tilbakeslagsventil er montert i bunnen under kronen. De andre fire sitter to og to på samme nivå, men i motsatt retning. De to øverste har en vinkel på 90 grader på røret, mens de to andre har en vinkel på 75 grader på røret. Diameteren på munnstykkene som benyttes, er fra 1,6 til 8,0 mm. Monitoren har også en innebygd akustisk sensor som måler tettheten i materialet utenfor det eroderte borehullet.

**3.5. Automatisk datainnsamling**

Data- og styringssystemet logger og registrerer kontinuerlig følgende parametere (som funksjon av tid/dybde) under produksjonen:

- ❖ bore-/opptrekkshastighet
- ❖ skyvetrykk
- ❖ torsjonstrykk
- ❖ strømningshastighet for vann/grout
- ❖ strømningshastighet for komprimert luft
- ❖ trykket for komprimert luft
- ❖ densitet og strømningshastighet for innpumpet grout
- ❖ densitet og strømningshastighet for returmateriale
- ❖ dybdemåler (optisk målesystem)
- ❖ trykkløser (hydraulisk trykk som press og torsjon, væsker som grout og vann samt komprimert luft)
- ❖ optisk pulsføler (rotasjonshastighet)
- ❖ mengdemåler (strømningshastigheten til væskene)
- ❖ akustiske målinger.

**4. Materialer**

Relevante materialer som benyttes med EC1-metoden, er ulike betongresepter med tilhørende tilsetninger som beskrevet nedenfor:

**4.1. Vann**

Vannet som benyttes i pilothull boringen og "jettingen", må være rent, friskt, fritt for smuss, salt og organiske materialer. Vannkvaliteten skal oppfylle kravene i NS 3148 (norsk standard). Vannbehov 400l/min 3 bar ledningstrykk, 100mm uttak

## 4.2. Sement

Sementen som benyttes, er (se ENV 197):

- CEM II/A – L32,5 eller 42,5
- CEM IV/A – L32,5 eller 42,5

## 4.3. Tilsetninger

Tilsetninger som tilføres betongblandingen er; Sika Plast, Microsilica og AUV- og PTD tilsetninger

## 4.4. Betong

Tilsetninger som er beskrevet over, blandes i et forhold for å oppnå gode egenskaper med hensyn til:

- Motstand mot utvasking
- Utflytingsegenskaper
- Kosistens over tid
- Fasthetsutvikling .

Standardblandingen som anvendes har normalt et  $v/c+2s=0.45$ . Kosistensen over tid min 3.5 timer, synk 24 – 27cm og utbredelse 540 – 570 mm. Blandingen har følgende sammensetning (per  $m^3$ ):

• sement	(kg)	430
• vann	(kg)	230
• tilslag 0 - 8	(kg)	960
8 - 16	(kg)	300
16 - 24	(kg)	400
tilsetningsstoffer		

De fysiske egenskaper som karakteriserer denne blandingen, er:

• viskositet	(sek.)	25–30
• tetthet	( $kg/cm^3$ )	2,4–2,5

## 5. UTFØRELSE

### 5.1. Arbeidsplattform

Før arbeidene starter, støpes det om nødvendig en betongplattform for blandeverket, og det etableres et plant og stabilt underlag for alt det øvrige utstyret.

### 5.2. Forsiktighetsregler

Før jetbetongarbeidet starter, installeres alt teknisk måleutstyr for alle registreringer og presisjonsmålinger. Det blir utført tester både i laboratoriet og på byggeplassen for å teste materialene og for å få finne ut hva som er riktig betongblandingen.

### 5.3. Toleranse

Konstruksjonsarbeidet vil bli utført i samsvar med toleransen beskrevet i Tekniske spesifikasjoner og tegninger.

## 5.4. Returslam

Alt returslam som består av jord og vann pumpes i et lukket rørsystem til anvist lagune/containere som besørger og tas hånd om av oppdragsgiver. Mengden av returslammet er funksjon av energien som anvendes under produksjonen, vil ligge i området 150 – 300l/min. Slammet har en densitet på ca- 1.25

Arbeidsrekkefølge for produksjonen:

- forflytning
- oppstilling/posisjonering
- nedboring
- jetting/betongpumping

## 5.5. Kontroller

### Kvalitetskontrollprosedyrer for materialer

Kvaliteten på materialer tilført byggeplassen blir kontrollert med jevne mellomrom, vanligvis hver dag. Den endelige kontrollhyppigheten blir bestemt på byggeplassen.

### Kontroll av betongleveransen

Kvalitetskontroll skal tas av hver betongenleveranse og følges opp under produksjonen.

Hver kontroll skal inneholde følgende data:

- prøvekode
- dato
- tid
- pelnr.
- blandeanlegg
- betongtype
- konsistens målinger, synk og utbredelse

*til se tvingende stoffe*

## 5.6. Produksjonsrekkefølge

Produksjonsrekkefølgen er beskrevet i arbeidsbeskrivelsen. Hver pæl må minst ha en herdetid på 24 timer før de tilstøtende pælene, sekundærpælene, installeres.

## 5.7. Boring av pilothull

Pilothullboringen utføres med den samme borestrengen som brukes til produksjon av J2-pælene. Boringen utføres ved hjelp av erosjonsboring og eventuelt ved bruk av rullemeisling.

Erosjonsmotstand og eventuelle hindringer logges i sanntid i et tids-/dybdiagram. Byggherren får utskrifter av loggen hver dag. Hvis det er behov for å stabilisere borehullet under boringen, brukes det grout i erosjonsboringen istedenfor vann. Returvannet behandles på samme måte som under selve produksjonen.

Ustøpingsrøret forbores ned med topphammer, alternativt drives ned med vibrohammer.

## 5.8. Produksjonsparametere

Pelene utføres vanligvis med diameter fra 0,8 m til 1,6 m. Med EC1-metoden vil erosjons-trykket for primærpælene variere automatisk med fasthetsprofilen i massene (dvs. en funksjon av nedføringshastigheten under pilothullboringen) og diameteren på pælene. Disse variablene betyr at

pumpetrykket kan variere mellom 250 og 500 bar med et pumpevolum i bakken på 120 til 200 l/min.

Parameterne for sekundærpælene korrigeres automatisk når kontakten mot primærpælene logges. Se punkt 2.2. Systembeskrivelse.

## 5.9. Kontroll/dokumentasjon

Hver dag får byggherren dokumentasjon av pelenes geometri og diameter i form av en grafisk fremstilling.

Dessuten legges det frem separat dokumentasjon av de enkelte parametrene som styrer geometri og kvalitet.

Styrken på betongen vil være ca. 45 - 60 Mpa etter 28 døgn.

## 5.10. Vertikalavvik

Under pilothullboringen registreres borestrengenes vertikalitet for hver tredje meter. I tillegg til dette blir også vertikaliteten registrert etter boring i hindringer. Pilothullet har en diameter på 200-250 mm. Dessuten er matetrykket svært lavt ved eventuell bruk av rullemeisling. Dette gir meget nøyaktig måling av vertikaliteten ved bruk av inklinometer øverst i borestrengen, som henger fritt i hullet som en pendel.

Inklinometermålinger i hele borestrengen utføres etter at det er boret ned til riktig dybde. Toleransekrav på vertikalavvik 2 %. Avvikene verifiseres med akustisk måling.

## 5.11. Forstyrrelser

### Midlertidige avbrudd i jetpælarbeidene

Hvis det skulle oppstå midlertidige avbrudd i pelproduksjonen, blir dette automatisk registrert i sanntid i et tids-/dybdiagram. Det vil si at vi vet nøyaktig hvor det skal settes inn tiltak for å sikre kontinuitet i pelen.

I dag har vi metoder og prosedyrer som sikrer pælens kontinuitet uansett varigheten av avbruddet, enten det er primærpæl eller sekundærpæl. Dette gjøres som beskrevet under.

Ved avbrudd av kortere varighet (dvs. før pælen har begynt å brenne) er prosedyrene som følger:

Ved oppstart etter avbrudd blir returvannet sjekket visuelt, og konsistens og strømningshastighet blir registrert automatisk. For å sikre at homogeniteten er god og det ikke er hulrom i pælen, senkes borestrengen 0,70 m ned i pælen fra registrert stopp. Ved avbrudd i primærpæl brukes de samme parameterne ved oppstart som før avbrudd. For produksjon av de tilstøtende sekundærpælene blir tiden/dybden for avbruddet i primærpælen lagt inn som avvik i datamaskinen, som automatisk setter ned opptrekshastigheten eller øker trykket i det området der bruddet skjedde. I tillegg til å bruke akustisk måling kan vi på denne måten finne ut om det er kontinuitet og god kontakt mellom pælene. Hvis det dreier seg om en sekundærpæl, starter opptrekket etter at det er etablert kontakt med de tilstøtende primærpælene. Hvis det viser seg at det ikke oppnås kontinuitet i pelen, installeres det en kort pæl på utsiden med overlapping på 1,0 m i begge ender av hulrommet.

Ved avbrudd av lengre varighet (dvs. at pælen har begynt å brenne) er prosedyrene som følger:

For å etablere ny kontakt med overflaten på pælen eroderes og rullemeisles det 70 cm ned i pælen eller inntil fast pælmateriale er oppnådd. Avbrudd i sekundærpæl logges akustisk mot tilstøtende primærpæler. Hvis det ikke registreres akustiske signaler som dokumenterer kontakt, settes det ned



en mansjett, og deretter blir sprekker og lokale hulrom injisert. Det kan også settes ned en kort pæl på utsiden med overlapping på 1,0 m på hver side. Reetablering av kontakt i en primærpæl følger de samme prosedyrene som for en sekundærpæl.

## Landheving

Det er sjelden eller aldri noen fare for jordheving. Skulle det oppstå ras i eller langs veggen i borehullet og hindre at returmaterialer kommer opp til overflaten, trekkes borestrengen opp inntil hullet er åpent igjen og returen kommer tilbake. Deretter bores og eroderes det ned i hullet til 0,7 m under registrert stopp.