



STATSBYGG  
Postboks 8106 - Dep.  
0032 OSLO

Attn.: Rolf Jullum

ARK.BET.	15. juni 1995	KASS.
12. JUN. 1995		
Saksnr.		
N-1301 SANDVIKA, NORWAY		
TEL. NO.	INT. +47 67 54 11 03	
FAX NO.	+47 67 54 14 17	
BANKGIRO	7450.06.06863	
REG.NO.	964325294	

BRANCH OFFICE : HAMANG TERRASSE 55  
POSTALADDRESS : P.O. BOX 248  
TEL. NO. :  
FAX NO. :  
BANKGIRO :  
REG.NO. :

YOUR REF.

YOUR LETTER OF

OUR REF

DATE

KGR/rmr  
B.029

Sandvika, 10.07.95.

**STATSBYGG 92033 UNIT  
REALFAGBYGGET PÅ GLØSHAUGEN**

**GEOTEKNIKK - KOMPLETTERING AV SKISSEPROSJEKT**

Vedlagt følger ett eksemplar av dokumentet "Komplettering av skisseprosjekt" utarbeidet av Noteby og datert 30.06.95.

Vi håper dette tilfredstiller Statsbyggs kommentarer i brev av 05.06.95.

Med vennlig hilsen  
for **REINERTSEN Engineering**

*Kjell G. Røkke*  
Kjell G. Røkke  
PGL

Kopi: A.W.Andersen      Statsbygg  
Tore H. Søreide      RIB  
Sigbjørn Rønning      RIG/Noteby

Vedlegg.

s:\prosjekt\94\942250\PGL\admin\brev\B.029\kgr

■ Trondheim : Erl. Skakkes gt. 25, 7013 Trondheim  
■ Oslo : Hamang Terrasse 55, 1300 Sandvika  
■ Stavanger : Godesetdalen 10, 4033 Forus  
■ Göteborg : Bror Nilssons gata 16, S-41755 Göteborg, Sverige

Tel.: +47 73 52 60 40  
Tel.: +47 67 54 11 03  
Tel.: +47 51 57 93 00  
Tel.: +46 31 77 90 840

Fax: +47 73 52 13 21  
Fax: +47 67 54 14 17  
Fax: +47 51 80 12 20  
Fax: +46 31 77 90 855

Reinertsen Engineering A/S  
 Erling Skakkes gt 25

7013 TRONDHEIM

Deres ref.

Vår ref.

Dato

T. Søreide

57000.100/SR

30.06.1995

## REALFAGBYGGET PÅ GLØSHAUGEN KOMPLETTERING AV SKISSEPROSJEKT

Vi viser til brev fra Statsbygg vedrørende den geotekniske prosjekteringen i skisseprosjektet, samt RIG-notat nr 3, datert 26.04.95.

### DOKUMENTASJON STABILITETSBEREGNINGER

I stabilitetsberegningene har vi benyttet parametre fra den eksisterende datarapporten (rapport nr 10495-1, datert 27.05.94.)

Sammenstilling av treaksialforsøk med øvrige jordartsparmetre:

Tegning nr	117	117	118	118	119	119	120	120
Boring nr	4	4	4	4	2	2	6	6
Dybde	15,45	15,55	21,55	21,70	12,55	12,65	14,45	14,55
Jordart	Leire	Leire	Kvikk-leire	Kvikk-leire	Leire	Leire	Leire	Leire
Tyngdetetthet	19,5	19,5	19,9	19,9	20,6	20,6	19,3	19,3
Vanninnhold	34	32	26	26	22	22	28	30
Attraksjon	10	10	10	10	25	25	20	20
$\tan \rho$ , ved 2% def.	0,50	0,50	0,50	0,44	0,55	0,55	0,55	0,55
$\tan \phi$ , ved brudd, 6% def.	0,67	0,63	0,65	0,62	0,65	0,65	0,60	0,60
$S_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	30	30	19	23	72	77	39	34
$S_t$	29	113	60	90	2	2	4	7

Benyttede jordartsparemetre i stabilitetsberegninger:

Jordart	Leire	Kvikkleire	Sand	Fyllmasser
Tyngdetetthet	20	20	19	19
Attraksjon	10	10	0	0
tan $\phi$	0,50-0,55	0,45	0,65	0,65

For kvikkleire har vi i stabilitetsberegningene benyttet friksjonsvinkel tilsvarende tan  $\phi$  = 0,45 (tilsvarende ca 2% deformasjon i treksialforsøkene). Attraksjonen er både for leira og kvikkleira valgt til  $a \leq 10 \text{ kN/m}^2$ . For sand og fyllmasser er attraksjonen satt til  $a = 0$ .

I treksialforsøkene varierer friksjonsvinkelen i leira i området tan  $\phi$  = 0,50 - 0,65, avhengig av hvilken deformasjon som legges til grunn. For å ta ut friksjonsvinkel i prøveserier hvor det ikke er utført treksialforsøk har vi sammenlignet sensitiviteten, og den uomrørte skjærstyrken, plastisitetsindeks med tilsvarende verdier fra prøver det er utført treksialforsøk på.

I sanden er det ikke utført forsøk som med sikkerhet fastslår styrkeparametre. I beregningene er det derfor benyttet erfaringsparametre (ref. «Grunnlag i geoteknikk»). Friksjonsvinkelen for sand er satt til; tan  $\phi$  = 0,65, som er forsiktig anslått.

I fyllmassene, som har varierende sammensetning, men i hovedsak består av sand, silt og tørrskorpeleire, er styrkeparametrene satt lik parametrene for sand.

Relevante sonderinger og prøveserier er referert til i de vedlagte profilene. Sonderinger utført inntil prøveseriene er sammenlignet med øvrige sonderinger for å vurdere lagdeling.

Resultatene fra databeregningene er kontrollert med manuelle stabilitetsberegninger som gir tilsvarende resultater.

## DOKUMENTASJON BEREKNINGSPROGRAMMET «STABIL»

Bruerveiledning med tilhørende teoribakgrunn for stabilitetsberegningsprogrammet «STABIL» er vedlagt.

## SETNINGER

Hoveddelen av bygget vil ut fra de foreliggende planer bli kompensert fundamentert, slik at setninger ikke forventes å bli noe stort problem. I områder hvor bygget ikke blir fundamentert på original grunn, kan det likevel oppstå mindre setninger som følge av organisk innhold i massene. Oppløft i byggegropa forventes ikke å gi vesentlige problemer da bygget blir liggende over grunnvannstanden.

## DOKUMENTASJON ALTERNATIVE STØTTEKONSTRUKSJONER

Vi har vurdert av følgende alternativer metoder:

- Utgraving av tomte uten å benytte støttekonstruksjoner
- Midlertidig spunt m/stagforankring
- Permanent spunt m/midlertidige stagforankringer. Spunten skal være permanent yttervegg
- Slissevegg/sekantvegg, med midlertidige stag. Slisseveggen skal være permanent yttervegg.

### Åpen utgraving uten bruk av støttekonstruksjoner

Løsningen er som vist i stabilitetsberegninger teknisk gjennomførbar for hele byggegropa. I de øvrige alternativene er det forutsatt at åpen utgraving benyttes hvor dette er mulig av plasshensyn, da dette utvilsomt er den billigste metoden. Kostnadmessig er det ikke utført beregninger hvor åpen utgraving gjennomføres for hele prosjektet da det av andre hensyn ikke er gjennomførbart. Hensynet til den daglige driften av NTH, transport til og fra byggeplass, samt framdriften av byggeplassen, tilsier at støttekonstruksjoner er nødvendig.

### Midlertidig spunt m/stagforankring

Metoden er teknisk gjennomførbar da spunten generelt sett medfører en stabilitetsforbedring i forhold til åpen utgraving. Ved vurdering av gjennomførbarhet er det tatt hensyn til vibrasjoner ved installering av spunten. Ut fra erfaringer ved utbyggingen på Trøndelag teater, der grunnforholdene til dels er sammenlignbare, vil bruk av høyfrekvent vibrolodd medføre akseptable rystelser. Dette forutsettes videre omhandlet i forprosjektet.

Spunt forutsettes benyttet langs østbegrensningen av bygget hvor avstivningshøyden vil være inntil 8 m, forutsatt inntil 4 m avlastning bak spunten. Videre forutsettes spunt benyttet ved nivåforskjeller større enn en etasje. Mindre høydesprang forutsettes utgravd uten støttekonstruksjoner. Teknisk gjennomføres løsningen ved å ramme spunt minimum 1,0 m utenfor permanent betongvegg, slik at det er plass til å utføre arbeider mellom spuntvegg og forskaling. Spunten forutsettes ikke trukket pga faren for setninger. Setninger på baksiden av spunten anslås erfaringsmessig etter Pecks diagram til 0,5-1% av gravedybden, avtagende med avstanden til spunten.

Anslåtte mengder og dimensjoner for spunt og stag:

Spunt -	$W_x \geq 1300 \text{ cm}^3/\text{m}$ :	3.000 m <sup>2</sup> , fotdybde $\approx$ 40% av total lengde
-	$W_x \geq 1700 \text{ cm}^3/\text{m}$ :	3.000 m <sup>2</sup> , fotdybde $\approx$ 40% av total lengde
Stag, løsmassestag,:		300 stk

Kostnadene for denne løsningen:

- Levering og ramming av spunt, $W_x \geq 1300 \text{ cm}^3/\text{m}$ , 3000 m <sup>2</sup> à kr 1200:	kr 3.600.000
- Levering og ramming av spunt, $W_x \geq 1700 \text{ cm}^3/\text{m}$ , 3000 m <sup>2</sup> à kr 1300:	kr 3.900.000
- Stag, 300 løsmassestag à kr 10.000:	kr 3.000.000
- Puter, 750 lm, à kr 1000:	kr 750.000
- Armert betongvegg m/tosidig forskaling: 3.500 m <sup>2</sup> à kr 1.400	kr 4.900.000
- Drenering langs bygget: RS	kr 200.000
- Fylling mellom spunt og ferdig betongvegg: 1.000 m <sup>3</sup> à kr 100:	kr 100.000
<b>Sum kr</b>	<b>kr 16.450.000</b>

### Permanent spuntvegg m/stagforankring

Metoden forutsettes, som den midlertidige spunten, benyttet i kombinasjon med åpen utgraving. Spunten benyttes som permanent yttervegg mot jord enten med forblending, eller med en utstøpt betongvegg. I denne fasen av prosjektet vurderes kun forblendingsalternativet. Spunten stagforankres med midlertidige løsmassestag. I permanent situasjon tas jordtrykket opp av plaststøpte betongdekker. Setninger på baksiden av spunten anslås erfaringsmessig etter Pecks diagram til 0,5-1% av gravedybden, avtagende med avstanden til spunten.

Alternativet medfører følgende endring i arbeidsomfang i forhold til midlertidig spuntvegg:

- Reduksjon i betongforbruk. Veggene i de aktuelle nivåene kan utføres som lettvegger med isolasjon på innsiden av spunten.
- Da drenering på utsiden av bygget ikke er mulig å gjennomføre må det ekstra vanntetting mellom bunnplate og spunt utføres, til tross for at bygget i hovedsak ligger over grunnvannstanden. Grunnen vil uansett inneholde nok vann til at vanninntrenging oppstår. Spuntlåser og hull etter de midlertidige stagene må forsegles. Omfanget av behovet for ekstra tetting er foreløpig ikke vurdert i detalj.
- Da nybygget hovedsakelig ligger over grunnvannsnivå er korrosjonsbeskyttelse i form av påtrykt strøm og lignende ikke mulig. Korrosjonsbeskyttende belegget kan legges på innsiden etter installering og utgraving av byggegrøp. Tilsvarende belegget på utsiden vil skrapes av/skades under nedramming. Dette kan medføre økt korrosjon lokalt og frarådes. Spunten må derfor ha stor nok godstykkelse til å tåle tverrsnittsreduksjon pga ensidig korrosjon i byggets levetid. Korrosjonshastigheten er usikker, men et konservativt anslag vil være av størrelsesorden 0,02 - 0,04 mm/år. Større nøyaktighet krever relativt omfattende undersøkelser. Med korrosjonsmonn på 3 mm vil levetiden med anslått korrosjonshastighet være 75-150 år. Det angitte korrosjonsmonnet tilsvarer for de fleste spuntdimensjoner 25-30% av tverrsnittet.
- Forbindelsen med øvrige konstruksjonsdeler utføres ved påsveising av forbindelsesjern. Ved dekker i plaststøpt betong påsveises armeringsjern på en slik måte at momentstive forbindelser oppnås. Det er spesielt viktig at forbindelsen med bunnplaten er god, grunnet overføring av laster.

- Kostnadene for denne løsningen:

- Levering og ramming av spunt, $W_x \geq 1700 \text{ cm}^3/\text{m}$ , $3000 \text{ m}^2$ à kr 1300:	kr 3.900.000
- Levering og ramming av spunt, $W_x \geq 2100 \text{ cm}^3/\text{m}$ , $3000 \text{ m}^2$ à kr 1550:	kr 4.650.000
- Stag inkl. puter, 300 løsmassestag à kr 10.000:	kr 3.000.000
- Puter, 750 lm, à kr 1000:	kr 750.000
- Tetting av hull etter stag, 300 stk à kr 750	kr 225.000
- Innvendig korrosjonsbeskyttelse: $3.500 \text{ m}^2$ à kr 300	kr 1.050.000
- fastsveising av forbindelsesjern mellom spunt og bunnplate/dekker:	kr 1.000.000
- Forblending mot spuntvegg m/isolasjon: $3.500 \text{ m}^2$ à kr 500	kr 1.750.000
- Sveising av spuntlåser $5.800 \text{ m}$ à kr 150	kr 870.000
- Vanntetting, mellom spunt og bunnplate: RS	kr 500.000
Sum kr	kr 17.695.000

### Slissevegg/sekantvegg

Slissevegger etableres ved å grave en grøft til ønsket dybde. I gravefasen benyttes stabiliseringsvæske for å unngå sammenrasning. Deretter settes armeringsnett i grøfta og betong fylles opp. Utgravingen og utstøping utføres i paneler med bredde 3 - 5 m. Foreløpig forutsettes en tykkelse av veggen på 0,60 m (minimumstykkelse for slissevegger er 0,5 m).

Sekantvegg etableres ved at det augres masse ut, enten innenfor et midlertidig foringsrør, eller ved å bore åpent med stabiliseringsvæske. Deretter etableres en pilar ved å fylle betong i hullet. I første omgang etableres pilarer med senteravstand ca.  $1,5 \cdot \text{diameteren}$  (1). Etter at dette er utført bores det i mellomrommene mellom pilarene (2). De mellomliggende pilarene (2) bores noe inn i de primære pilarene (1). De mellomliggende pilarene (2) utføres med armering for å oppnå tilstrekkelig vertikal bøyestivhet av konstruksjonen.

Både sekantvegg og slissevegg utføres med midlertidig stagforankring. Da det ikke er sammenhengende armering horisontalt i sekantveggen må det her benyttes horisontale puter mellom stagene.

Toppmassene er relativt åpne og grunnvannstanden i området er relativt lav. Ved etablering av slissevegg kan dette medføre at stabiliseringsvæske siver ut i grunnen, og vanskeliggjør etableringen. Dette kan medføre behov for tettetiltak i etableringsfasen. Kostnader for dette er ikke tatt med i det etterfølgende prisoverslaget.

Både slissevegger og sekantvegg benyttes som konstruktivt element i den permanente konstruksjonen. Forbindelse med øvrige konstruksjonsdeler utføres enten ved at skjøtejern legges ut mot veggens overflate eller ved å bore inn og gyse fast forankringsjern.

Ved å velge sekantvegg vil det oppstå et behov for ekstra tetting som følge av manglende sammenhengende horisontalarmering. For å unngå dette kan det være nødvendig med en konstruktiv armert påstøp på innsiden av sekantveggen. Kostnader for dette er ikke tatt med da dette vil gjøre alternativet uaktuelt prismessig.

- Anslåtte mengder for slissevegg:

Slissevegg: 6.000 m<sup>2</sup>, fotdybde ≈ 40% av total lengde  
Stag: 300 stk

- Kostnader for slissevegg:

- Rigg for slisseveggarbeider	kr 750.000
- Etablering av armert slissevegg; tykkelse 400 mm. 6000 m <sup>2</sup> à kr 3000:	kr 18.000.000
- Stag 300 løsmassestag à kr 10.000:	kr 3.000.000
- Tetting av hull etter stag, 300 stk à kr 500	kr 150.000
- Etterarbeider (pigging, opplegg dekker, kapping av vegg, etc)	kr 750.000
- Forblending av slissevegg: 3.500 m <sup>2</sup> à kr 500	kr 1.750.000
<b>Sum kr</b>	<b>kr 24.400.000</b>

- Anslåtte mengder for sekantvegg:

Sekantvegg: 6.000 m<sup>2</sup>, fotdybde ≈ 40% av total lengde  
Stag: 300 stk

- Kostnader for sekantvegg:

- Rigg for sekantveggarbeider	kr 750.000
- Etablering av sekantvegg; diameter 900 mm. 6000 m <sup>2</sup> à kr 3500:	kr 21.000.000
- Stag inklusive puter 300 løsmassestag à kr 12.000:	kr 3.600.000
- Tetting av hull etter stag, 300 stk à kr 500	kr 150.000
- Etterarbeider (pigging, opplegg dekker, kapping av vegg, etc)	kr 750.000
- Forblending av sekantvegg: 3.500 m <sup>2</sup> à kr 500	kr 1.750.000
<b>Sum kr</b>	<b>kr 28.000.000</b>

### Sammenfattende vurdering av alternativene

Alle de angitt alternativene er teknisk gjennomførbare. Kostnadmessig kommer, som vist ovenfor, løsningene med midlertidig og permanent spuntvegg ut med betydelig lavere kostnader enn slissevegg/sekantvegg. Årsaken til dette ligger i riggkostnadene, materialforbruk (veggtykkelsen blir betydelig større), og at det generelt sett er arbeids- og tidkrevende arbeider.

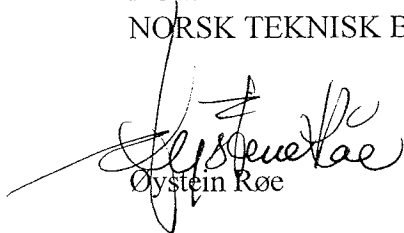
Ved etablering av slissevegg/sekantvegg og permanent spuntvegg er det knyttet noe usikkerhet til vanntettingsproblematikk. Selv om slissevegg/sekantvegg og spuntvegg benyttes som konstruktivt element i den permanente konstruksjonen, vil funksjonen og utseende av veggen alene ikke tilfredsstille de krav som settes til laboratorier og forelesningssaler. Forblending er derfor nødvendig før rommene tas i bruk. Det må derfor tas hensyn til plassbehovet ved plassering av ytterveggene.

Rent teknisk vurderes midlertidig spuntvegg som den sikreste løsningen ut fra muligheten til å kontrollere utførelsen av de permanente konstruksjonene. I byggefasen må det forventes et økt plassbehov, da det må være arbeidsrom mellom spuntveggen og den permanente veggen.

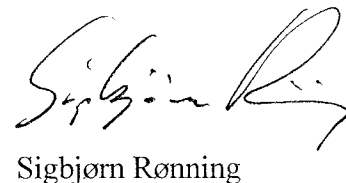
### Konklusjon

Midlertidig og permanent spuntvegg kommer relativt likt ut i pris. Tryggheten mht til kvalitetsmessig og kontrollert gjennomføring vil derfor være avgjørende for valget mellom løsningene. Ut fra muligheten av kontroll med etablering av de permanente konstruksjonene vurderes en midlertidig spuntvegg som den sikreste tekniske løsningen. Drenering etableres slik at eventuell lekkasjeproblematikk reduseres til et minimum, samtidig som korrosjonsproblematikken unngås.

Vennlig hilsen  
NOTEBY  
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S



Øystein Røe



Sigbjørn Rønning

Kontrollert av:

V.EK.

Vedlegg:

- Tegning nr 57000-100, -101 og -102
- Overslagsmessige spuntberegninger
- Brukerveiledning av stabilitetsberegningsprogrammet «STABIL»



Oppdrag REALFAGBYGGET PÅ Nr. 57000.100  
GLØSHAUGEN

## BEREGNINGER ANG.

SKISSEPROSJEKT

OVERSLAGSMESSIG SPUNT DIMENSJONERING

OPPSTØTTINGSHØYDER 4 OG 8 M

Hefte nr. 1 av 1

Utført av Sighvin Rønning Dato 30.06.95

Kontrollert av Håvard Nafjord

Godkjent av (underskrift) Sighvin Rønning

Ansvarlig medarbeider

## 0. INNHOLD

0. INNHOLD	1
1. OPPSUMMERING	2
2. FORUTSETNINGER	2
3. GRUNNFORHOLD	3
4. BEREGNINGSSNITT	4

## 1. OPPSUMMERING

Beregning av støttevegger viser et behov for støttekonstruksjon med minimum motstandsmoment,  $W_x \geq 1700 \text{ cm}^3/\text{m}$  for støttevegg med høyde 8 m.

For støttevegg 4 m er tilsvarende behov  $W_x \geq 300 \text{ cm}^3/\text{m}$ .

Av praktiske hensyn benyttes 2 spunttyper (blandt annet rambarhet):

Oppstøttingshøyde 4-6 m:  $W_x \geq 1300 \text{ cm}^3/\text{m}$ ,

Oppstøttingshøyde 6-8 m:  $W_x \geq 1700 \text{ cm}^3/\text{m}$ ,

Dersom det forutsettes permanent spuntvegg må det legges på 25-30 % korrosjonsmonn, da spunten forventes å få tilsvarende belastning i permanent fase. Hviletrykket er høyere enn trykket i utgravingsfase.

## 2. FORUTSETNINGER

På dette stadiet beregnes spunt mot østbegrensning av tomte. Valget begrunnes ut fra grunnforholdene (kfr datarapport: Kummeneje 10495-1, 2705.95), og høyeste nivåsprang. Resultatene av tidligere utførte undersøkelser viser at dette området har de ugunstigste grunnforholdene, med noe bløt og sensitiv leire i dybden.

Som støttekonstruksjon benyttes stagforankret spuntvegg, slissevegg eller sekantvegg. For manuelle beregninger vil dette ha liten betydning.

Stagene forutsettes utført som midlertidige løsmassestag.

Belastning på terrenget bak spuntveggen begrenses til biltrafikk (på Høyskoleringen), og snølast. Foreløpig satt til totalt  $10 \text{ kN/m}^2$  i bruksgrensetilstand.

Ved nivåsprang over 8 m forutsettes terrenget avlastet. Dette medfører at Høyskoleringen midlertidig må senkes med inntil 4 m.

### 3. GRUNNFORHOLD

I byggelinja mot østbegrensningen av tomta er det fyllmasse til maksimalt 12 m dybde. Fyllmassene består hovedsaklig av sand med enkelte leirlag.

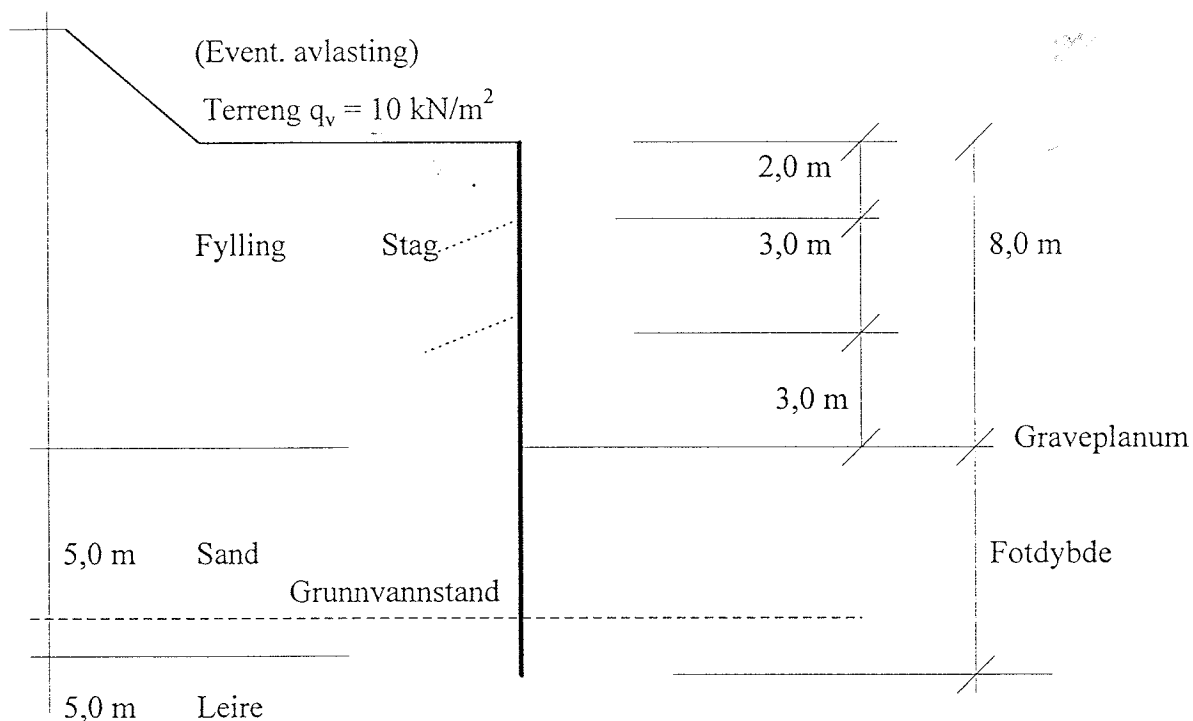
Under fyllmassene er det sand og silt med tykkelse 5-8 m dybde, med enkelte lag med middels fast til fast leire. Under dette laget består grunnen av 5-6 m fast homogen leire, over sensitiv til dels kvikk leire.

Typisk jordprofil (kfr profil - Materialtekn. inst - Lerkendalsbygget, tegning nr 57000-102)

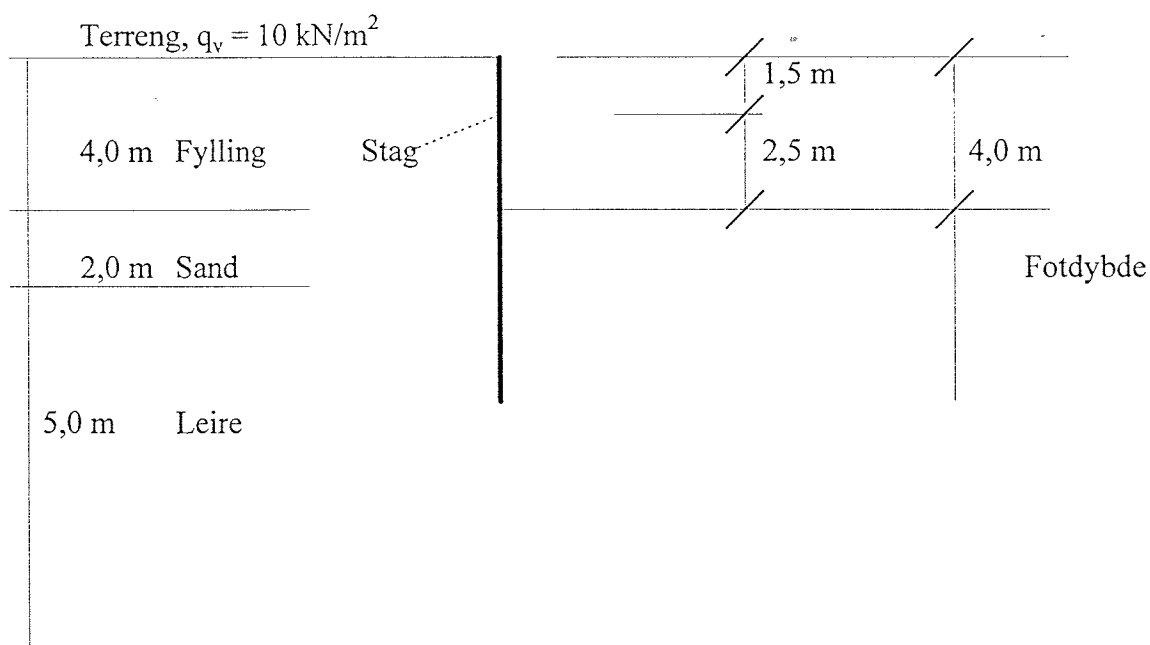
Jordart	Benyttede Jordartsparmetre					
	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$a$ kN/m <sup>2</sup>	$\tan \varphi$	$K_0$	$K_A$	$K_P$
FYLLING	19	0	0,65	0,5	0,42	2,4
SAND	19	0	0,65	0,5	0,42	2,4
LEIRE	20	10	0,55	0,6	0,46	2,2
KVIKK- LEIRE	20	10	0,45	0,65	0,55	1,8

Beregninger er utført med parametre fra foregående side. Mektigheten av fyllinga er variert fra 4 til 8 m. Følgende plassering av grave- og avstivningsnivåer er benyttet i de to beregningseksemplene.

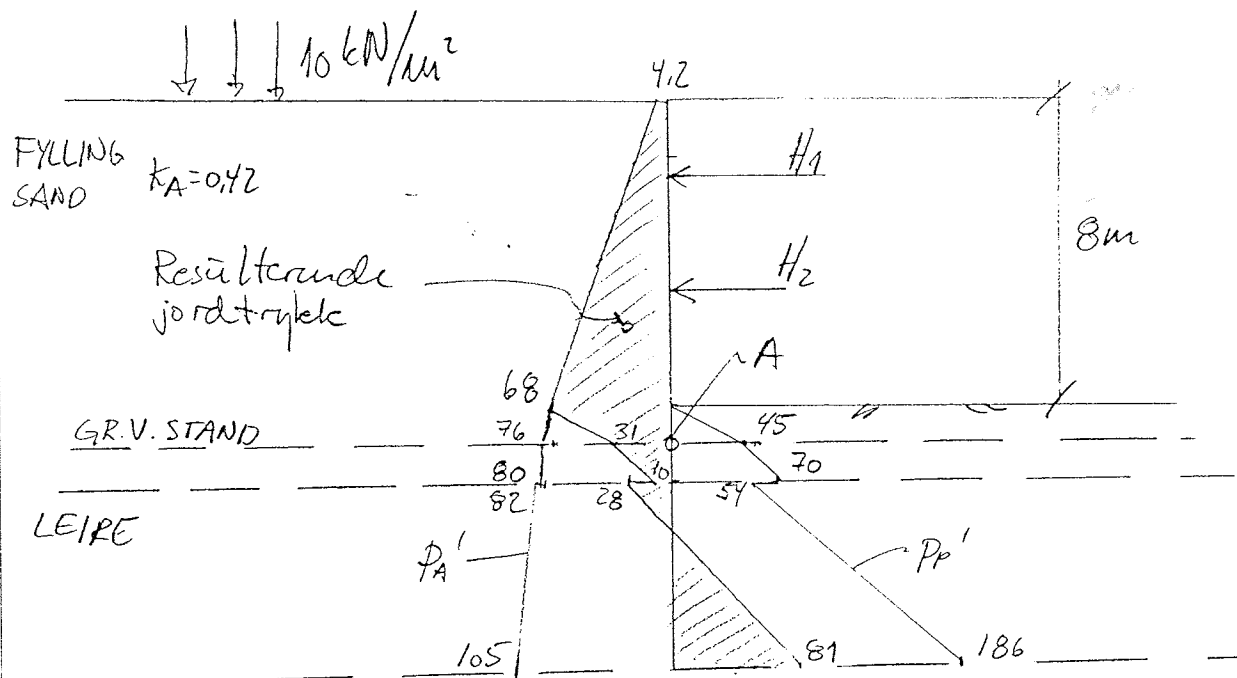
### Beregningsprofil I:



### Beregningssnitt II



## BEREGNINGSSNITT I



KVIKKLEIRE

Forutsetter momentmax 1.0m under terreng.  
Dvs. Stagene tar det jordtrykk overfor  
dette nivået. Begrunnes ut fra erfaring  
med andre prosjekter m/ flere stagnivåer  
hvor det det er utført inklinometermålinger.

Fotdypden er satt til 7.0 m i  
utgangspunktet. Vurdert ut fra opptegning  
av resulterende jordtrykk som fornuftig  
dybde.

I forprosjektet beregnes spårten mere  
detaljert m/elementmetodeprogrammet "VE66"

Totale stagkrefter lik resulterende  
jordtrykk over momentmax.

$$H_1 + H_2 = 338 \text{ kN/m}$$

$$\text{Setter } H_1 = \frac{1}{3} H_2 \Rightarrow H_1 = 72 \text{ kN/m}$$

$$H_2 = 254 \text{ kN/m}$$

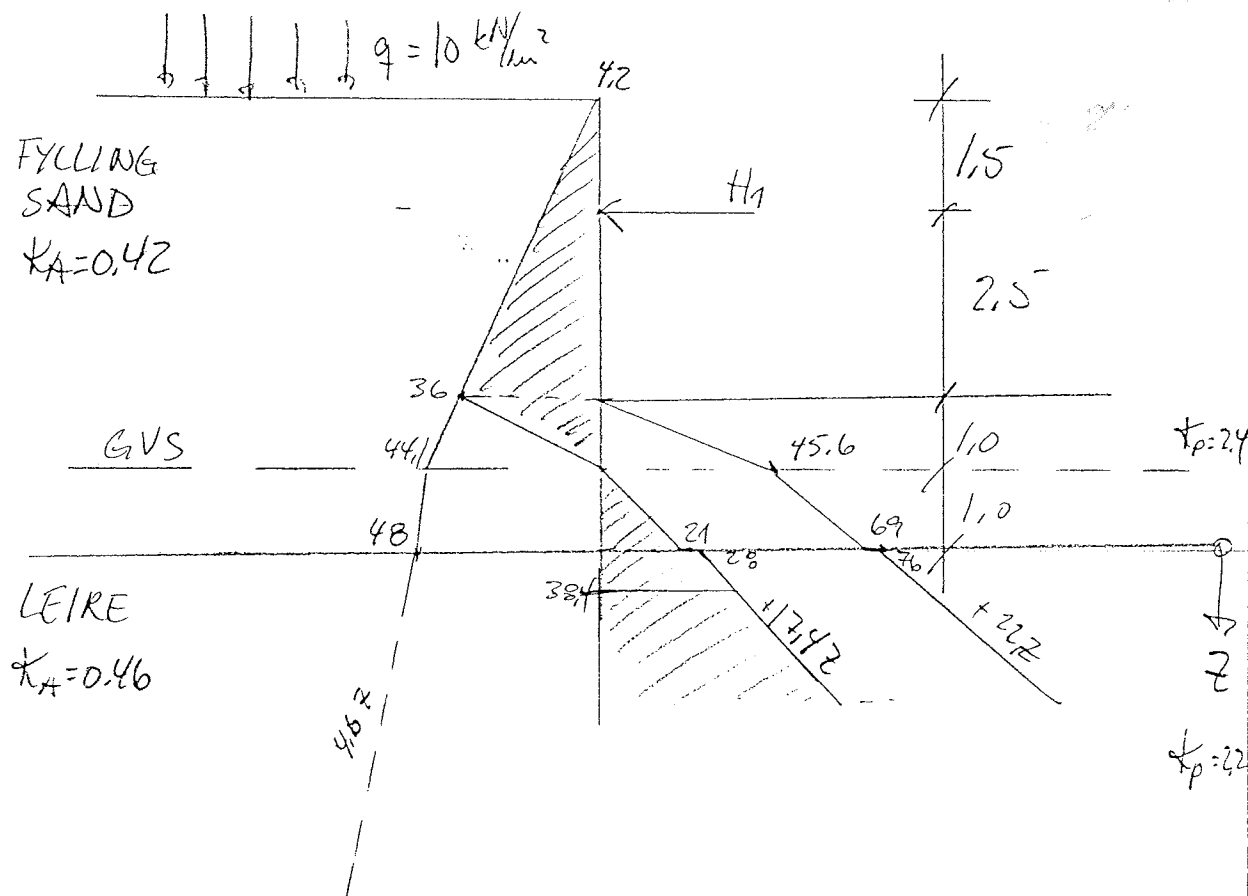
$$\text{Momentmax: } M_{\max} = 525 \text{ kNm/m}$$

$$\Rightarrow W_x \geq \frac{M_{\max}}{f_d}$$

$$\text{Stålspunt } f_d = \frac{355}{1.15} = 309 \text{ MPa}, \text{ St52.}$$

$$W_x = 1699 \text{ cm}^3/\text{m}$$

## BEREGNINGSSNITT II



$$\sum M_{H_1} = 0$$

$$(4.2 \cdot 4 \cdot 0.5 + \frac{1}{2} 31.8 \cdot 4 \left( \frac{2}{3} 4 - 1.5 \right) + \frac{1}{2} 36 \cdot 1 \left( \frac{1}{3} + 2.5 \right))$$

$$b) \frac{1}{2} 21 \cdot 1 \left( \frac{2}{3} + 3,5 \right) + 28 \cdot 2 \left( \frac{2}{2} + 4,5 \right) + \frac{1}{2} 17,4 z^2 \left( \frac{2}{3} z + 4,5 \right)$$

$$5,8z^3 + 53,2z^2 + 126z - 90 = 0$$

$$z = 0,55 \text{ m}$$

Nöderndig fotdybde 2.6 m.



STAGKRAFT:

$$H_1 = \frac{4,2 + 36}{2} \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 36 \cdot 1 - \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 1 - \frac{21 + 38,4}{2} \cdot 0,6$$
$$= 70 \text{ kN/m}$$

Momentmax i nivå med graveplanum  
(Sum  $P_A - P_P$  lik stagkraft)

$$M_{\max} = 4,2 \cdot 4 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 31,8 \cdot 4 \cdot \frac{4}{3} - 70 \cdot 2,5$$
$$= 5616 \text{ kNm/m}$$

$$W_k \geq 277 \text{ cm}^3/\text{m} \quad \text{St 37. Spunt}$$