

7631/125,5

STEINKJER KOMMUNE.
FOTGJENGERUNDERGANG
VED STEINKJER STASJON.

Grunnundersøkelser.

4026

o.1823

28. februar-75.

Bilagsfortegnelse:

Bilag	1:	Situasjonsplan	M=1:200.
"	2:	Profil m/borerresultater	M=1:200.
"	3:	Borprofil hull 1.	
"	4:	Kornfordelingskurver.	
Tillegg	1:	Boringers utførelse.	
"	2:	Laboratorieundersøkelser.	

1. INNLEDNING.

Etter anmodning av siv.ing. A. R. Reinertsen på vegne av Steinkjer kommune har vi utført grunnundersøkelser for fotgjengerundergang ved Steinkjer stasjon.

Prosjektet er tenkt utført ved utstøpning av en undergang under jernbanesporene, med innvendig tverrsnitt ca. $2,75 \times 4,50 \text{ m}^2$ og lengde ca. 28 meter. I tillegg kommer 16 - 17 meter nedstigning i hver ende. Største gravedybde vil bli til ca. kote -0,75.

Denne rapporten vil etter avtale bare omhandle grunnforholdene, idet en forutsetter en nærmere vurdering av utgravning og spunting på et senere tidspunkt.

2. MARKARBEIDE.

Borearbeidet ble påbegynt i uke 51 1974 og fortsatte i tiden 6. - 17. januar 1975. Hjelpemannskap er holdt av Steinkjer kommune. Arbeidet ble en del forsinket av bl. a. utstyrsmessige årsaker. Videre var det p.g.a. stein og tele vanskelig å komme gjennom det øvre laget. Ved borpunkt 1 ble derfor dette fjernet med traktorgraver til ca. 1,2 meters dybde. På grunn av henholdsvis steinfylling for perrong og steinjeté på utsiden av jernbanefyllingen ble borepunktene trukket noe ut fra selve undergangen.

Det er utført 2 dreiesonderinger til 16 meters dybde supplert med 1 prøvetaking med cobra ramprøvetaker til 4 meters dybde, ialt 4 representative prøver. I tillegg er porevannstrykket målt i dybde 4,60 m ved borpunkt 1.

Utskikking av undergangens senterlinje og nivellering er utført av Kjøren, Steinkjer kommune.

Borpunktene er vist på situasjonsplanen, bilag 1, og resultatet av sonderinger og prøvetaking er gitt i profilet, bilag 2.

Borings utførelse og opptegning er nærmere beskrevet i tillegg 1

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Prøvene er i vårt laboratorium beskrevet og geoteknisk klassifisert og massens vanninnhold er bestemt. Videre er utført kornfordelingsanalyse ved sikting.

Resultatene er gitt i borprofilet bilag 3 og ved siktekurvene i bilag 4.

Undersøkelsene er nærmere beskrevet i tillegg 2.

4. GRUNNFORHOLD.

Udergangen skal ligge på nordre del av stasjonsområdet om lag i fortsettelsen av Svein Jarls gate.

Terrenget ligger her stort sett mellom kote +3,3 og +3,6. Området utenfor jernbanen er oppfylt av innpumpet mudringsmasse i forbindelse med mudringsarbeidene i de seneste år.

Tidligere prøvetaking i området viser at de innpumpede masser vesentlig består av middels til grov sand, men at enkelte lag av mer finkornig materiale kan forekomme.

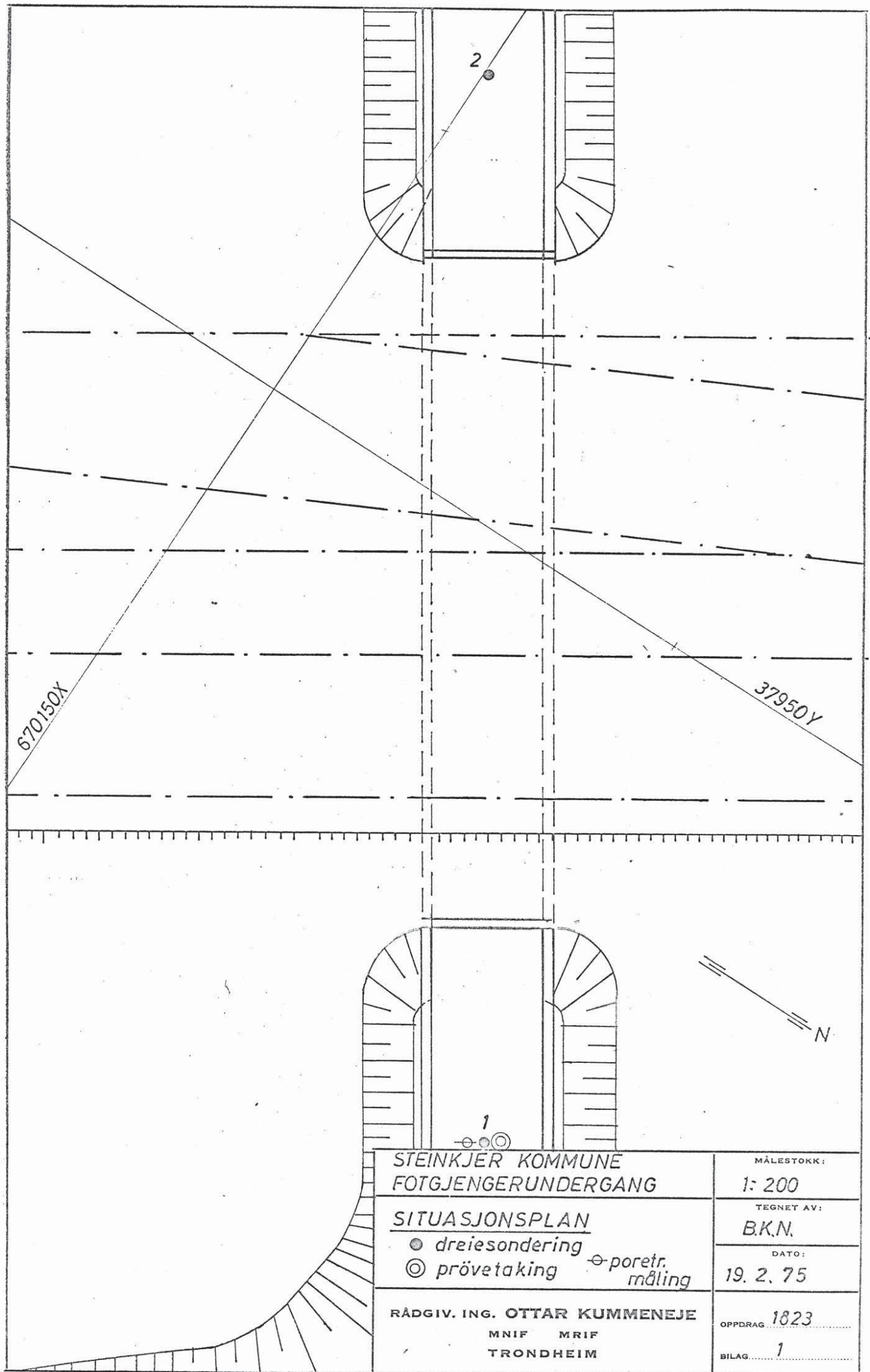
Ved borpunkt 1, inne på NSB's område, består grunnen av sand, middels til grovsandig til vel 1 meters dybde og grov til grusig med noe finstoffinnhold videre i prøvetakingsdybden, 4 meter.

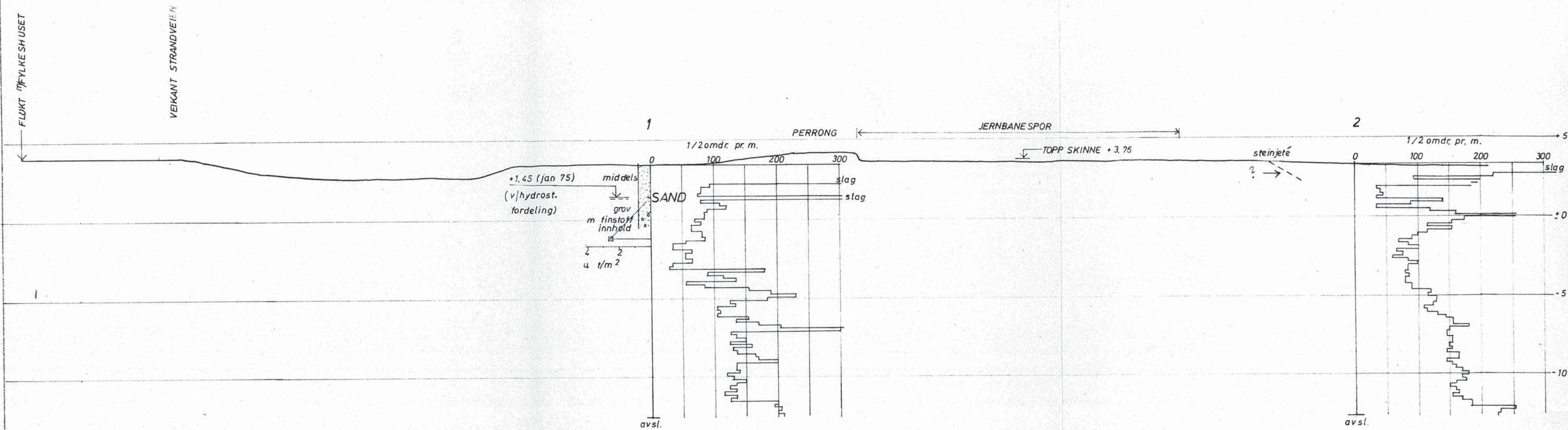
Poretrykksmålingen i dybde 4,6 m ved borep. 1 gir under forutsetning av hydrostatisk trykkfordeling grunnvannstand i kote +1,45.

For detaljer og oversikt vedrørende grunnforhold viser for øvrig til bilagene.

OTTAR KUMMENEJE.

Harald R. Jensen.
Harald R. Jensen.





Profil nivell $\frac{1}{2}$ Kjören Steinkj. Komm.
 NGO's α -punkt.

STEINKJER KOMMUNE	MÅLESTOKK: 1:200
FOTGJENGERUNDERGANG VED STEINKJER STASJON	TEGNET AV: H.R.J. B.K.N.
LENGDEPROFIL ^m /boreresultater	DATO: 21. 2. 75
Sivilingeniør OTTAR KUMMENEJE MNIF MRIF TRONDHEIM	OPPDRAG 1823 BILAG 2

BORPROFIL

Sted ... STEINKJER. ST.Hull ... 1 Bilag ... 3Nivå Oppdrag Q.1023Prøve ϕ 30 mm Dato FEB. 75

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %				Humus	Romvekt t/m ³	Skjærfasthet t/m ²					Sensi- tivitet
				20	30	40	50			1	2	3	4	5	
	middels grovsandig		01	4,5											
			02	o											
	SAND grov - grusig		03	o											
	m finstoffinnhold		04		o										
5															
10															
15															
20															
25															

+ vingeboing \circ enkelt trykkforsøk ∇ konusforsøk w \neq vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense

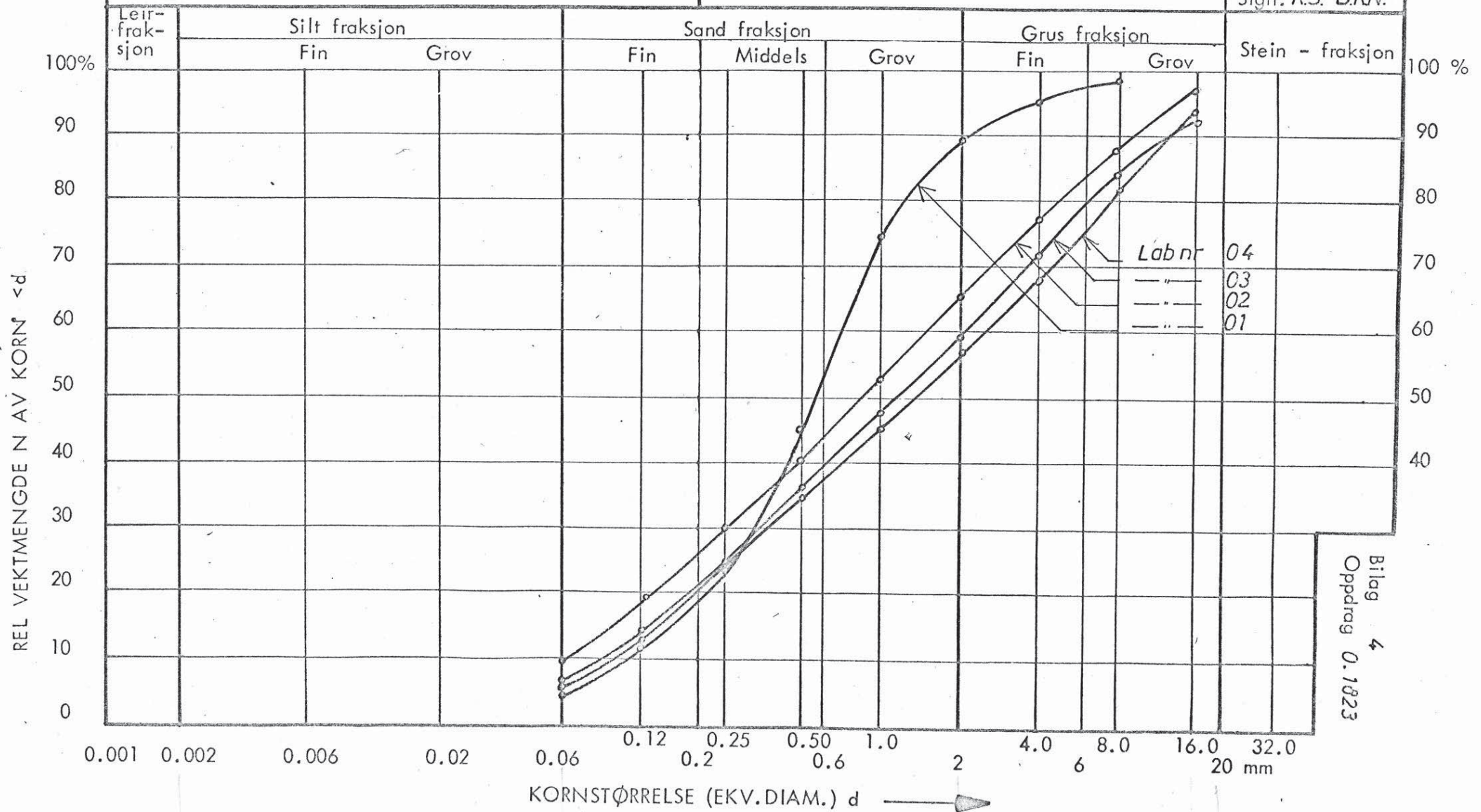
RÅDGIV.ING. O. KUMMENEJE

KORNSTØRRELSE - FORDELING

Sted STEINKJER ST.

Dato 3.1.75

Sign. K.S. B.K.N.



T i l l e g g 1 BORINGERS UTFØRELSE.

A. SONDERINGSBORING FOR GRUNNENS RELATIVE FASTHET, EVT. FJELLDYBDE.

Dreiesondering utføres med normaldreiebor som nederst består av en 20 cm. lang pyramideformet spiss med sidekant 3 cm., som er vridd en omdreining. Spissen forlenges oppover med 20 mm. skjøtestenger i en meters lengde. Boret belastes trinnvis opp til 100 kg.'s last. Synker ikke boret med denne vekt, dreies det, manuelt eller med motor, og antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning blir notert.

Ved opptegningen er antall halve omdreininger pr. meter synkning vist grafisk i dybden i borhullet, og belastningen angitt til venstre i diagrammet.

Ramsondering utføres med 32 mm. massive stålstenger som skrues sammen med glatte skjøter og rammes ned i grunnen ved hjelp av et fallodd med vekt 70 kg. og konstant fallhøyde. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm. synkning og uttrykkes ved anvendt rammeenergi $Q_0 = WH/s$, der W = vekt av fallodd, H = fallhøyde og s = synkning pr. slag.

Maskinsondering utføres med lette bensindrevne fjellboremaskiner, hvor 20 mm. borstenger, skjøtbare i 1 meters lengde og forsynt med en spesiell spiss, rammes ned i grunnen. Den observerte nedsynkningshastighet som funksjon av dybden gir et relativt bilde av grunnens fasthet, men metoden benyttes oftest bare til bestemmelse av fjelldybde.

B. OPPTAKING AV PRØVER FOR LABORATORIEUNDERSØKELSE.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGU's 54 mm prøvetaker. Prøvene blir her skåret ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm. og lengde 80, eller 40 cm. Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking før de sendes til laboratoriet.

Representative prøver tas ved skovlboring i de øvre lag, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, og v.h.j.a. forskjellige typer ram-prøvetakere. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for sylinderprøvetaker og hvor slike prøver er tilfredsstillende.

C. MÅLINGER.

Vingeboring bestemmer udrenert skjærfasthet in situ ved at en vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærfasthet. Skjærfastheten bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand for hver halve og hele meter i dybden.

Porevanntrykket i grunnen måles med et piezometer som nederst består av et sylindrisk filter av sintret bronse i lengde 30 cm. og med ytre diameter 32 mm. Filteret påsettes Ø 32 mm. emnesrør etter hvert som det presses ned i grunnen til ønsket måledybde. Fra filterets gjennomhullede kjerne fører en 8 mm. plastslange innvendig i rørene opp til overflaten. Vannstanden i slangen observeres med tiden til den innstiller seg på en bestemt høyde, og vannstandshøyden over filteret gir porevanntrykket i filterdybden. Ved vannstand betydelig over terreng, påsettes plastslangen manometer for trykkmåling. Porevanntrykket måles i flere dybder og opptegnes som funksjon av dybden.

Grunnvannstanden observeres direkte ved vannstand i borhullet.

Korrosjonssondering utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). En måler i forskjellige dybde strømstyrke og motstand i elementet, og kan da beregne en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand, hvorav korrosjonsfare for jern og stål kan vurderes.

T i l l e g g 2. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Når prøven skyves ut av cylinderen, beskrives og klassifiseres jordarten. For hver prøve utføres videre følgende bestemmelser:

Romvekt (t/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold (%) i vektspersent av materiale tørket ved $110^\circ C$, med 3 - 5 bestemmelser fordelt over prøven.

Plastisk område (for leirig materiale) i omrørt tilstand angis i % vanninnhold. Den øvre grense, flytegrensen, W_L , bestemmes ved Casagrandes flytegrenseapparat. Den nedre grense for det plastiske område er utrullingsgrensen, W_p , og området $W_L - W_p$ benyttes plastisitetsindeks.

Disse konsistensgrenser er til hjelp ved vurdering av materialet og dets egenskaper. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring. Det plastiske område og flytegrensen øker også i alminnelighet med innhold av finere korn, leirpartikler.

Udrenert skjærfasthet, s_u , (t/m^2) bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm. og høyde 10 cm. Skjærfastheten regnes lik halve trykkfastheten. Skjærfastheten bestemmes også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk. Dette er en empirisk metode, idet nedsynkningen av en konus med bestemt vekt og form måles, og skjærfastheten på dette grunnlag tas ut av en tabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på inn-synkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten, $S = s_u/s'_u$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet.

Konsolideringsforsøk utføres for å bestemme jordartens kompressibilitet. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 og høyde 2 cm. belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen som funksjon av tiden. Prøvenes relative deformasjon opptegnes som funksjon av belastning i logaritmisk målestokk, konsolideringskurven.

Kornfordeling bestemmes for grovkornete materialer ved å sikte tørket materiale på sikt med maskeåpninger ned til 0,06 mm. Gjenliggende materiale på siktene veies, og gjennomgangen i vektspersent tegnes opp i et kornfordelingsdiagram mot siktenes maskeåpning. For finkornet materiale bestemmes kornfordeling ved hydrometeranalyse, idet en benytter seg av Stoke's lov om kulers synkehastighet i vann. Av en suspensjon av vann og kjent vekt av materiale måles volumvekt i bestemt dybde som funksjon av tid. Av dette kan en regne seg til kornfordelingen.

Jordarten benevnes i henhold til kornenes størrelse, med substantiv for den dominerende og adjektiv for medvirkende fraksjoner.

Fraksjoner	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein
Kornstørrelse mm.	$< 0,002$	$0,002-0,06$	$0,06-2$	$2-20$	> 20

Humusinnhold bestemmes ved våtveis oksydasjon med kromsvovelsyre, idet frigjort CO_2 beregnes av gasstrykket. Kullstoffinnholdet settes til 50 % av humusinnholdet, som angis i vektspersent. Humusinnholdet kan også bestemmes relativt ut fra fargeomslag i en natronlut-oppløsning.

Saltinnholdet i porevannet finnes ved titrering og angis i g/l eller 0/00. Vannets klorinnhold bestemmes med kromsurt kali som indikator og med tilsetting av sølvnitratopløsning.

Spesielle undersøkelser, f.eks. triaksial- og permeabilitetsforsøk, samt undersøkelse av grunnvannets aggressivitet overfor betong, utføres ved behov.

Bilag til brev.

STEINKJER KOMMUNE
FOTGJENGERUNDERGANG
VED STEINKJER STASJON

Geotekniske beregninger

0.1823-2 10. februar 1975

Innhold:

Statisk dimensjonering av pel	Side	2 - 3
Spunt, snitt langs jernbanespor	"	4 - 6
" , snitt 5 m utenfor kulvert "		7
" , " 6 m " " "		8
" , stoff	"	9 - 11

Rådgiv. ing. O. KUMMENEJE
Boks 32 - Sluppenveien 12
7000 Trondheim

Harald R Jensen

Statisk dimensjonering av pel.

2

Bruddtilstand.

$$\tan \varphi = 0,75$$

$$a = 0$$

$$F = 1,0$$

Formler:

$$\text{Spissmotstand } Q_p = \sigma_{vn}' A_p$$

$$\sigma_{vn}' = (N_q - 1)(p' + a)$$

$$\text{Sidefriksjon } Q_f = \int_0^L \pi \cdot d \cdot \tau_v dz$$

$$\tau_v = S_v (p' + a)$$

Symboler:

- A_p = spissareal
- σ_{vn}' = netto spissmotstand
- N_q = bæreevnemfaktor
- p' = eff. overlaging
- L = pel Lengde i jord
- d = diam. i dybde z
- τ_v = skjærsp. langs pel
- S_v = skjærtall

Prøver $L = 12 \text{ m}$

Spissmotstand.

$$N_q \sim 42, \quad A_p \sim 0,017 \text{ m}^2, \quad p' \sim 13,2 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{vn}' = 41 \cdot 13,2 = 541,2 \text{ t/m}^2$$

$$\underline{Q_p = 541,2 \cdot 0,017 = 9,2 \text{ t / pel}}$$

Sidefriksjon.

$$S_v \sim 0,38, \quad d_m \sim 0,20 \text{ m}, \quad p_m' \sim 7,2 \text{ t/m}^2$$

$$\underline{Q_f = \pi \cdot 0,38 \cdot 0,20 \cdot \frac{12^2}{2} = 17,2 \text{ t / pel}}$$

$$\underline{Q_t = 9,2 + 17,2 = 26,4 \text{ t / pel}}$$

Brukstilstand.

$$\left. \begin{array}{l} \operatorname{tg} \varphi = 0,75 \\ a = 0 \\ F = 1,5 \end{array} \right\} \operatorname{tg} \vartheta = 0,5$$

$$\underline{L = 12 \text{ m} :}$$

$$N_f \sim 12, \quad A_p \sim 0,017 \text{ m}^2, \quad p' \sim 13,2 \text{ t/m}^2$$

$$Q_p = 11 \cdot 13,2 \cdot 0,017 = 2,5 \text{ t/pel}$$

$$S_v \sim 0,32, \quad d_m \sim 0,20 \text{ m}, \quad p'_m \sim 7,2 \text{ t/m}^2$$

$$Q_f = \pi \cdot 0,32 \cdot 0,20 \cdot \frac{12^2}{2} = 14,5 \text{ t/pel}$$

$$\underline{Q_t = 2,5 + 14,5 = 17,0 \text{ t/pel}}$$

Beregning av bruddlast ut fra sonderboringer.

Gjennomsnittlig 80-90 halve omdreininger pr. m langs pelen gir iflg. fig. 7.1. i "Veiledning ved pelcfundamentering" ca. $5,5 \text{ t/m}^2$ i ekvivalent sidefriksjon.

$$12 \text{ m pel m/ spissdiam.} \sim 6'' : A_f \sim 8 \text{ m}^2$$

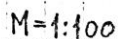
$$\underline{\text{Beregn. bruddlast: } 5,5 \text{ t/m}^2 \cdot 8 \text{ m}^2 = 44 \text{ t pr. pel}}$$

$$\underline{\text{Ant. brukslast} \sim 15 \text{ t pr. pel.}}$$

$$\gamma = 2,0 \text{ t/m}^3$$

$$K_A = 0,33 \quad , \quad K_P = 3,7$$

Snitt langs jernbanespor.



Pelegruppe $1 \times 2 \text{ m}^2$.

6 stk. 12 m lange trepeler.

Ca. 90 t pr. gruppe, gir ca. 45 t/m²

Fordeler vertikalspenningen fra pelegruppen i forholdet 2:1 fra E pelegruppe, bare i papirplanet.

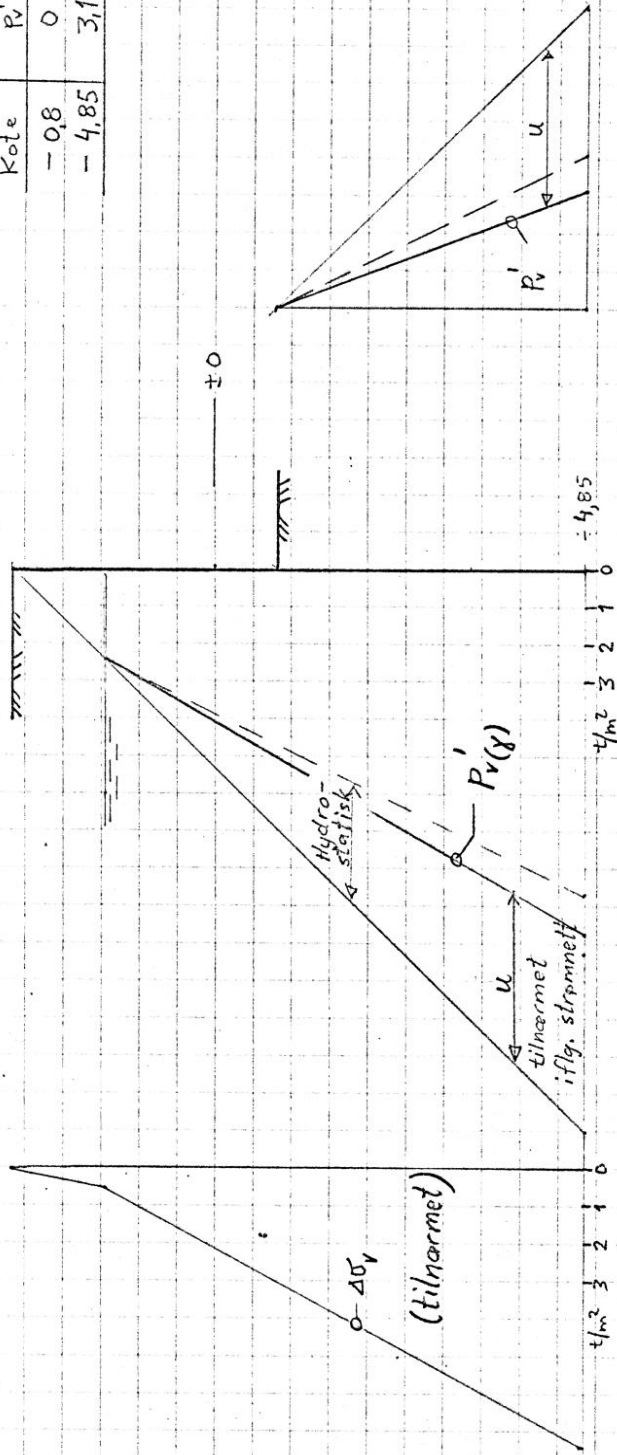
Virkningen fra lasttoget antas fordelt over svillebredden, gir ca. 5 t/m^2 .

Regner med poretrykk iflg. strømnnett.

Prøveberegning med $L = 7,5 \text{ m}$.

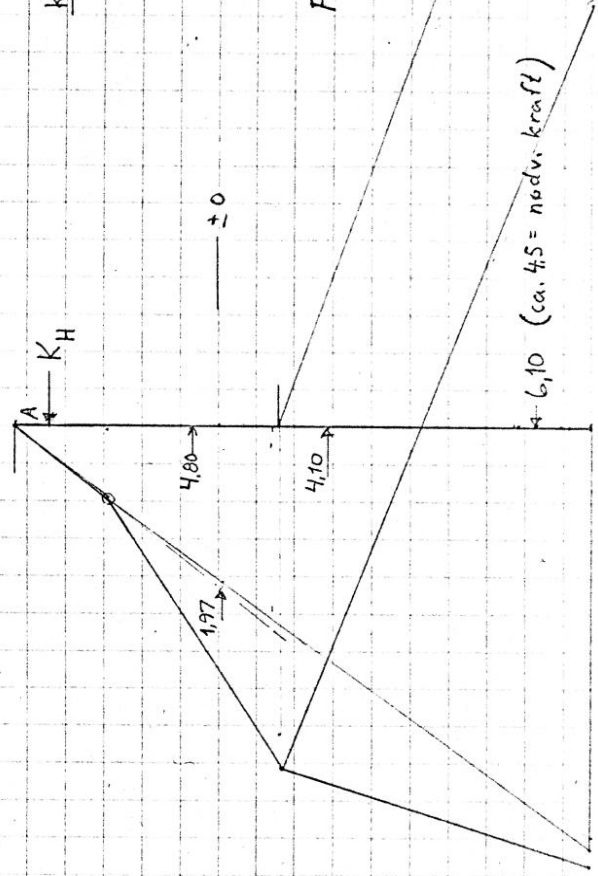
Vertikaltrykk

Kote	P'_1	P'_0
-0,8	0	
-4,85	3,1	11,5



Kote	P'_1	P'_0	u_c
2,65	0		
1,45	2,9	0,96	0
-0,80			1,9
-4,85	17,1	5,64	0,2

Krav $M_A = 0$



$$\begin{aligned}
 1,97 \cdot 2,25 &= 4,45 \\
 4,80 \cdot 1,85 &= 8,90 \\
 4,10 \cdot 3,60 &= 14,90 = 28,15 \\
 \div 6,10 \cdot 6,30 &= -39,45 \\
 M_A &= -10,30
 \end{aligned}$$

Prøveberegning viser at

$$7,1 < L_{\text{ nødv.}} < 7,5 \text{ m.}$$

Velger $L = 7,5 \text{ m}$

4 6,10 (ca. 4,5 = nødv. kraft)

6.
Forankringskraft.

$$\underline{K_H} \sim 4,80 + 1,97 + 4,10 - 4,5 = \underline{6,4 \text{ t/m}}$$

Maks. moment.

Prøver snitt i kote - 0,7

$$Q = (1,97 + 4,80 - 4,4 \cdot 0,1) - 6,4 = 6,33 - 6,4 = 0,07 \sim 0$$

$$\underline{M_{max}} = 6,4 \cdot 2,9 - 4,50 \cdot 1,1 - 1,8 \cdot 0,7 = \underline{12,4 \text{ tm/m}}$$

Hvis $M_{dim} \sim M_{max}$

$$\underline{W} \geq \frac{1240000}{1700} \sim \underline{730 \text{ cm}^3}$$

Snitt 5 meter utenfor kulvert.

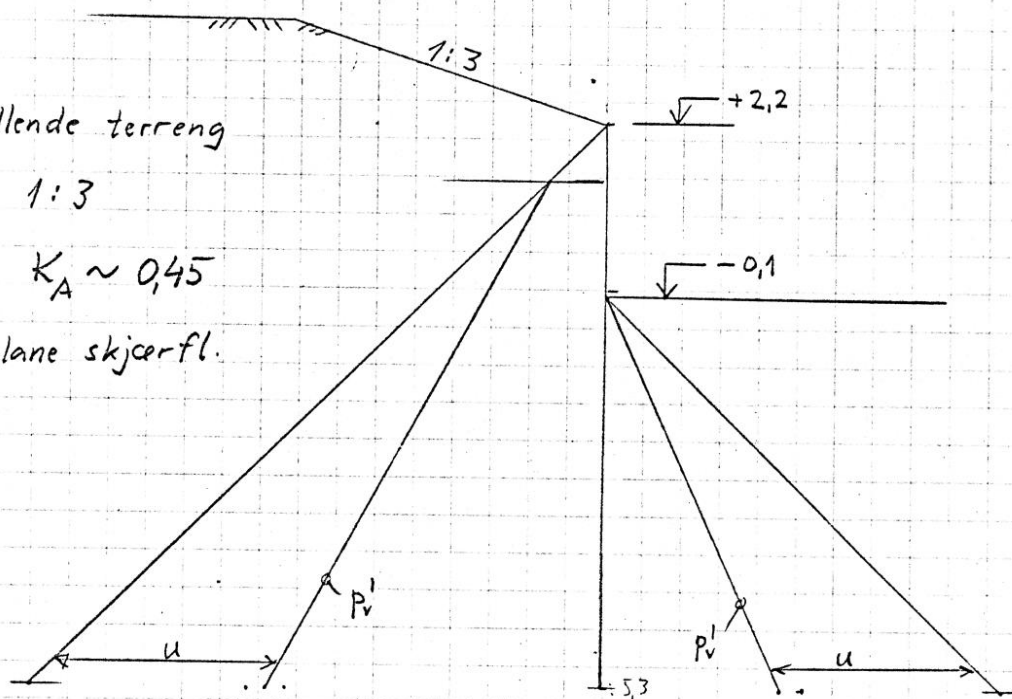
Prøver $L = 7.5 \text{ m}$ uavstivet.

Hellende terreng

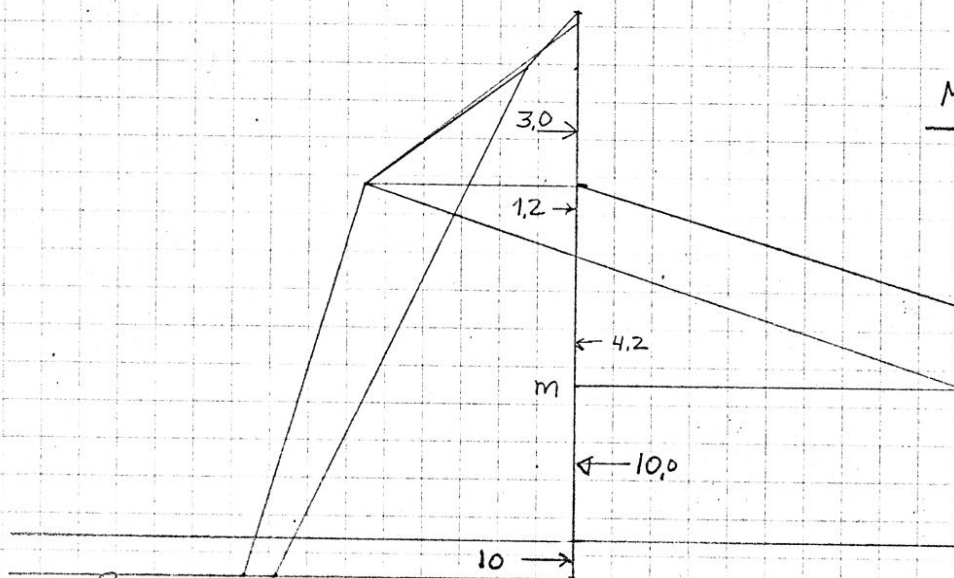
ca. 1:3

$\Rightarrow K_A \sim 0.45$

$\frac{1}{2}$ plane skjærfl.



Kot.	P_V'	P_A'	u_e	P_V'	P_P'
+1.45	1.50	0.68			
-0.10			1.35	0	0
-5.30	8.70	3.90	0.4	4.6	17.0



$$M_{m(\text{ovenfra})} = 3.0 \cdot 3.35 + 1.2 \cdot 2.3 - 4.2 \cdot 0.6 = \underline{10.3 \text{ tm/m}}$$

$$M_{m(\text{nedenfra})} = 10 \cdot 2.3 - 10 \cdot 1.0 = \underline{13 \text{ tm/m}}$$

$$> 10.3$$

$P_{P\text{venstre}} - P_{A\text{høyre}}$

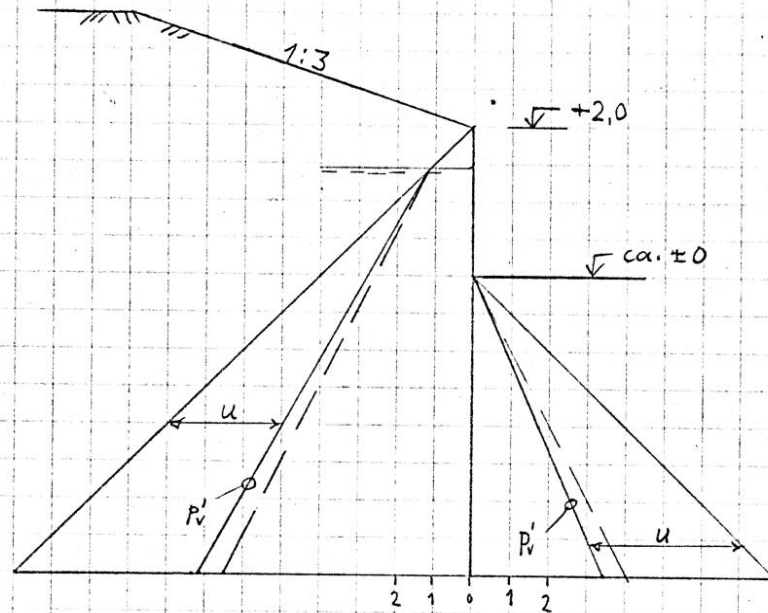
= maksimalt ca. 28 t/m^2 (her 20 t/m^2)

$L = 7.5 \text{ m}$:

Holder uavstivet fra 5 m utenfor kulvert.

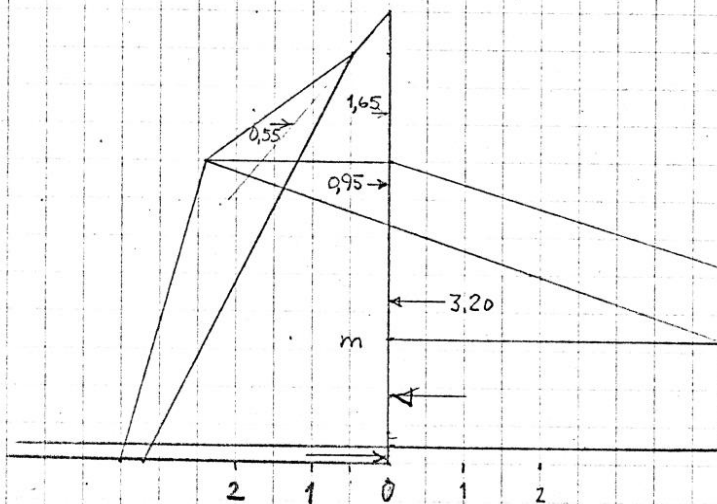
Snitt 6 meter utenfor kulvert

Prøver $L = 6,0$ m uavstivet.



Hellende terr. ca. 1:3 gir $K_A \sim 0,45$ ved plane skjærflater

Kote	P_v'	P_A'	u_e	P_v'	P_P'
+ 1,45	1,1	0,50	0		
± 0			1,2	0	0
- 4	7,1	3,20	0,3	3,40	12,60



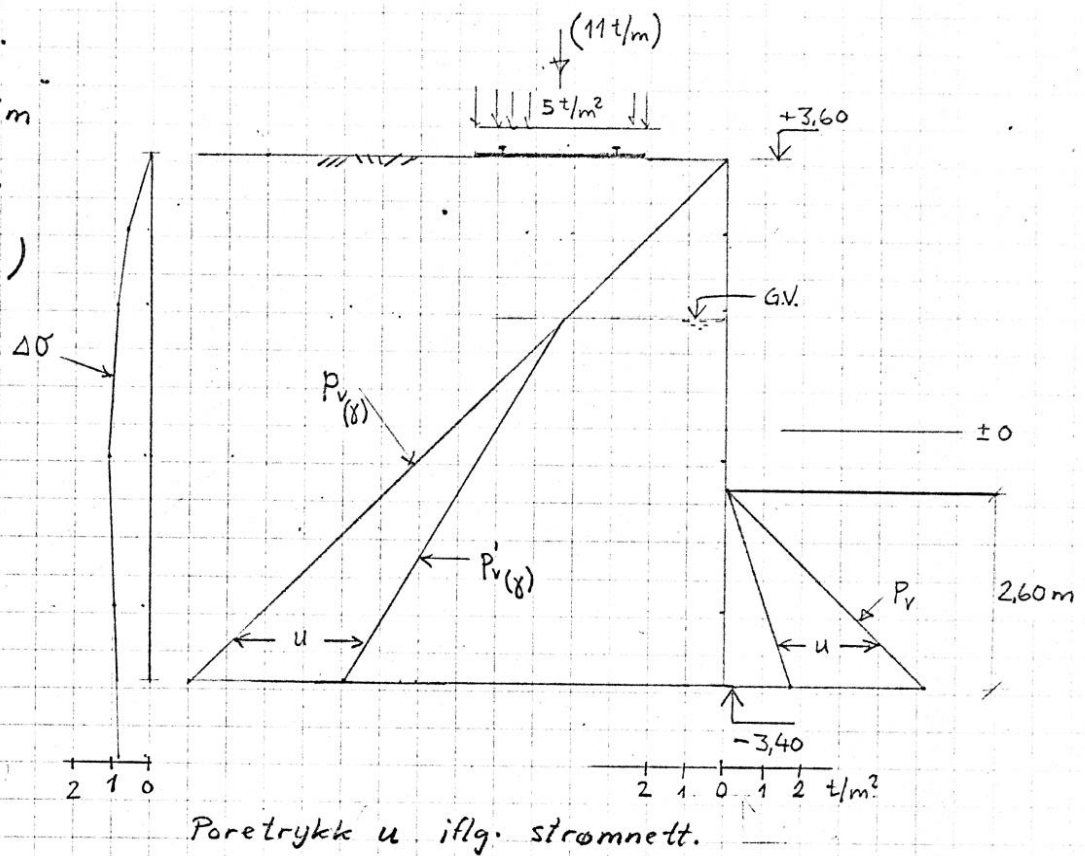
$$\underline{M_m} = 0,55 \cdot 2,85 + 1,65 \cdot 3,0 + 0,95 \cdot 2,05 - 3,20 \cdot 0,5 = \underline{6,80 \text{ tm/m}}$$

(ovenfra)

$$M_m(\text{nedenfra}) < M_m(\text{ovenfra})$$

$L = 6,0$ m holder ikke uavstivet

Vertikal sp.

Spunt $L = 7\text{ m}$ (tilstrekkelig
m.h.p.
strømning)

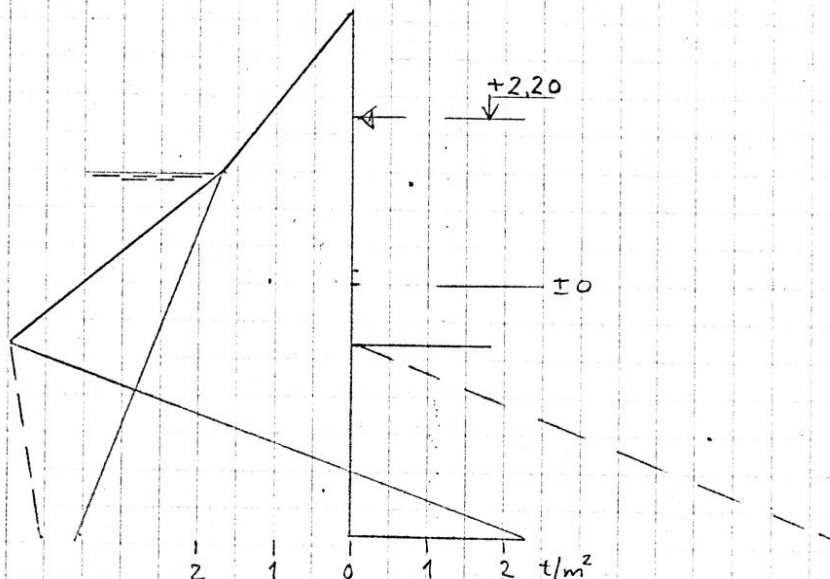
Vertikal tilleggsspenning p.g.a. belastn.toget.

Beregningen utført både for linjelast $= 11\text{ t/m}$ og
for strimmellast $= 5\text{ t/m}^2$ i 2.2 m bredde.

Dybde m	$\Delta\sigma_{\text{linje}}$	$\Delta\sigma_{\text{strimmel}}$
1	0,59 t/m^2	0,41 t/m^2
2	0,73 "	0,89 "
4	1,02 "	1,03 "
6	0,90 "	
8	0,82 "	0,75 "

Bruker de ugunstigste
verdier

KOTE	A			P	
	P_v'	P_A'	u_e	P_v'	P_p'
+3,60	0	0			
+2,60	2,65	0,87			
+1,45	5,15	1,70	0	0	
-0,4	7,55	2,49	1,5		
-0,8			1,8	0	0
-3,40	10,80	3,56	0,5	1,70	6,30



Ved forankring i kote +2,20 er $L = 7,0$ m for lite.

Enten

avstivning i flere nivåer

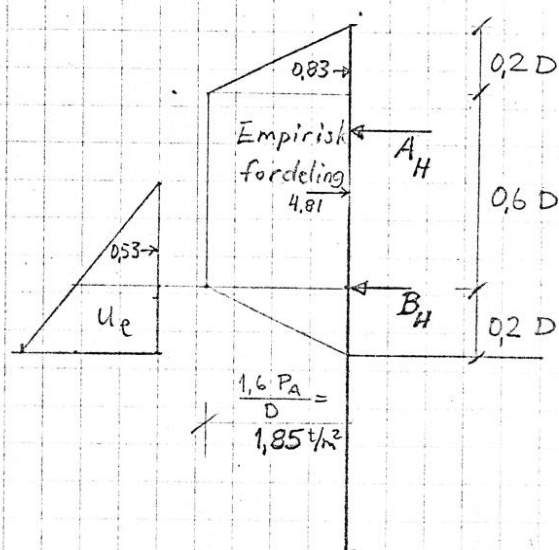
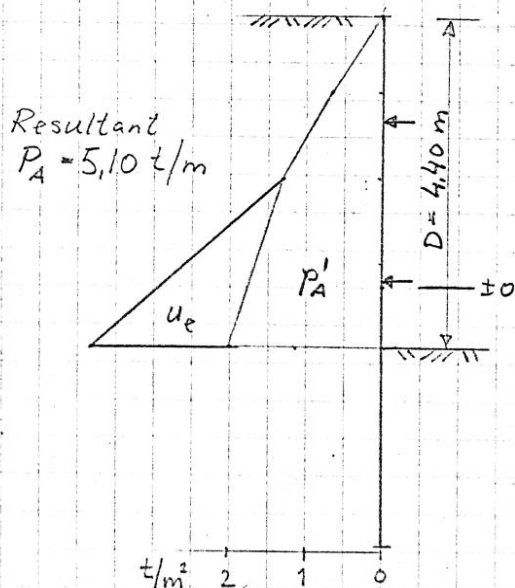
eller

større spuntlengde.

Avstivning i kote +2,2 og +0,1

Jordtrykks-beregn. for $r=0$ og $F=1,0$ $\therefore K_A = 0,25$

	P_v'	P_A	u_e
+3,60	0	0	
+2,60	2,65	0,66	
+1,45	5,15	1,29	0
-0,80	8,00	2,00	1,8



For beregn. av avstiverkrefter antas flyteledd ved B og ved bunn utgravning.

$$\Sigma M_B = 0 :$$

$$A_H \cdot 2,10 - 0,83 \cdot 2,9 - 4,81 \cdot 1,3 - 0,53 \cdot 0,45 = 0$$

$$\underline{A_H} = 8,90 / 2,10 = \underline{4,25 \text{ t/m}}$$

$$\begin{aligned} \underline{B_H} &= (0,53 + 4,81 + 0,83) - 4,25 + \frac{2}{3} \cdot 0,83 + \frac{1}{2} \cdot 1,05 \cdot 0,9 + \frac{1}{3} \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = \\ &= 1,92 + 0,55 + 0,49 + 0,11 = \underline{3,10 \text{ t/m}} \end{aligned}$$

$$M_A = 0,83 \cdot 0,8 + 1,85 \cdot 0,5 \cdot 0,25 \approx 0,9 \text{ tm/m}$$

$$\frac{1}{16} \cdot 1,85 \cdot 2,1^2 = 0,51 \text{ tm/m}$$

$$\frac{1}{8} \cdot 1,85 \cdot 2,1^2 = 1,0 \text{ --}$$

∴ Ubetydelig moment i forhold til enkeltavstivet vegg.