



**Jernbaneverket
Ingeniørtjenesten**

**RØRKRYSSING UNDER
ØSTFOLDBANEN, KM 14,873 OG 18,410**

GRUNNUNDERSØKELSER

Rapport Gk4544-1

9. november 1998

Arkiv ref.: **Gk4544**
Prosjekt nr. II: **898034**
Rapport: **Gk4544-1**
Oppdragsgiver: **Hobøl Kommune**
Prosjekt: **Rørkryssing under Østfoldbanen, km 14,873 / 18,410 fra Ski
Grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger**
Dato: **09.11.1998**

Rapporten omhandler (stikkord):

Grunnundersøkelser, innmåling av profiler, rørpressing, spunt, grunnforsterking

For Jernbaneverket Ingeniørtjenesten

Prosjektansvarlig:

Trond A. Bäckström
for Helge Wetterstad

Prosjektleder:

Håkon Heyerdahl
Håkon Heyerdahl

Rapport utarbeidet av:

Aiga de Zeeuw
Håkon Heyerdahl/ Aiga de Zeeuw

INNHold

1. INNLEDNING	3
2. UTFØRTE GRUNN- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER.....	3
3. GRUNNFORHOLD	4
3.1 Krysningpunkt km 14,873	4
3.2 Krysningpunkt km 18,41	4
4. GEOTEKNISKE VURDERINGER	5
4.1 Bunnoppressing	5
4.2 Spuntløsning	5
4.3 Rørtrykking / -boring under jernbanefyllingen	6
4.4 Sikring og utførelse av grøftetraséer	6

BILAG

Bilag 1	Geotekniske bor- og laboratoriemetoder
Bilag 2	Borplan (skisse)

TEGNINGER

Gk4544.0	Oversiktskart
Gk4544.1 og 2	Profiler med boringer
Gk4544.3 og 4	Boringer utenfor profilene

1. Innledning

Jernbaneverket Ingeniørtjenesten har på oppdrag for Hobøl Kommune utført grunnundersøkelser for rørkryssing under jernbanesporet ved Tomter. Rørkryssingene er planlagt under Østfoldbanen ved km 14,873 og km 18,410.

Videre er det utført geotekniske vurderinger (ikke detaljprosjektering) mhp. sikring av presse- og mottaksgroper.

2. Utførte grunn- og laboratorieundersøkelser

Grunnundersøkelsene er utført i september / oktober 1998.

Det er utført 8 dreietrykksonderinger, 2 dreiesonderinger, 2 prøvetakinger med 53 mm prøvetaker, 1 skovlprøve samt 2 vingeboringer, fordelt på de to krysningsstedene.

Det er benyttet beltegående hydraulisk borrhigg av typen Borros Polhydrill for prøvetaking og dreietrykksonderinger. Dreiesonderinger er utført med håndholdt utstyr.

Tverrprofiler er innmålt for hånd med utgangspunkt fra jernbanesporet.

På opptatte sylinderprøver av finkornig materiale er det utført rutineundersøkelser i laboratorium.

En sammenstilling av borresultatene er vist i tabellen nedenfor.

Borpkt.	Type boring	Boret dybde [m]	Kommentar
Km 18,410			
11	Dreietrykksondering	10,0	Stopp uten å ha nådd fast grunn.
12	Dreietrykksondering	8,1	Stopp uten å ha nådd fast grunn.
13	Dreietrykksondering	8,7	Stopp uten å ha nådd fast grunn
14	Dreietrykksondering	9,3	Stopp på antatt fjell.
14	Prøveserie	9,0	
14	Vingeboring	8,0	
15	Dreiesondering	10,5	Stopp uten å ha nådd fast grunn.
Km 14,873			
21	Dreietrykksondering	8,6	Stopp uten å ha nådd fast grunn.
22	Dreietrykksondering	8,8	Stopp uten å ha nådd fast grunn.
23	Dreietrykksondering	8,7	Stopp uten å ha nådd fast grunn.
24	Dreietrykksondering	7,8	Stopp på antatt fjell.
24	Prøveserie	5,5	
24	Vingeboring	6,0	
25	Dreiesondering	5,4	Stopp på antatt fjell.
25	Skovlboring	5,0	

Geotekniske bor- og laboratoriemetoder er nærmere beskrevet i bilag 1.

Bilag 2 viser borpunktene plassering i forhold til jernbanesporet. Resultater fra boringene er vist på tverrprofiler, tegninger Gk4544.1 og Gk4544.2, og på tegning Gk4544.3 og Gk4544.4

3. Grunnforhold

3.1 Krysningpunkt km 14,873

Sonderingene viser generelt at det er leire i dybden, under evt. fyllmasser i jernbanesporet og torv/muld i topplaget.

Fjell er antatt påtruffet i 2 punkter, i dybde 5.4 m på høyre side og 7.8 m på venstre side av sporet.

På høyre side av jernbanesporet er opptatt representative prøver med skovl i borpunkt 25 (her var det ikke mulig å få opp sylindreprøver).

På venstre side av jernbanesporet er det opptatt uforstyrrede prøver, og i tillegg utført en vingeboing i borpunkt 24. Også her var det vanskelig å få opp sylindreprøver. De øverste 0,8 m består her av mold, derunder følger 0,7 m tørrskorpeleire. Fra 2 til 4 m er det mistet prøver, antatt grunnet sandlag eller sensitive masser i grunnen. Prøve i dybde 4-5 m viser at materialet har liten skjærstyrke, og er middels sensitivt, men at det ikke kan ansees som kvikkleire. Vingeboingen bekrefter at skjærstyrken i leira er lav, men lav sensitivitet og misting av prøver indikerer at det kan være sandlag i grunnen eller sandkorn innblandet i de finkornige massene. De målte skjærstyrkeverdier kan være misvisende som følge av dette, særlig «uforstyrret» verdi.

Dreietrykksondering i borpunkt 24 viser et sand-/gruslag fra dybde 6 m. Dette laget er ikke påtruffet i øvrige borer i profilet.

Noe øket sonderingsmotstand for borer utført i jernbanesporet viser at grunnen under jernbanesporet er konsolidert av fyllingsvekten.

3.2 Krysningpunkt km 18,41

Dreietrykksonderingene i jernbanesporet viser at grunnen under jernbanefyllingen består av middels fast leire til avsluttet boring i dybde 8-10 m. Fjell ble ikke påtruffet i disse boringene. Forhøyet bormotstanden i forhold til øvrige punkter ved krysningpunktet viser at grunnen under jernbanesporet er konsolidert på grunn av fyllingsvekten.

På høyre side av jernbanesporet ble det utført en dreietrykksondering og opptatt en prøveserie i borpunkt 14. Grunnen består her hovedsakelig av leire. Øverst påtreffes tørrskorpeleire og leire med vegetasjonsrester. Fra dybde ca. 3 m påtreffes kvikkleire (siltig, enkelte tynne sandlag). Kvikkleirelaget antas å fortsette ned mot fjell, som antas påtruffet ved dybde 9.8 m.

Vingeboingen i samme borpunkt bekrefter at leira er kvikk / meget sensitiv, og at skjærstyrken er liten. Forhøyet avlesning i ett tilfelle skyldes antatt findsandlag.

På venstre side av jernbanesporet er det utført en dreiesondering med håndholdt utstyr (borpunkt 15). Bormotstanden er også her liten, med fri synk det siste stykket ned til avsluttet boring på 10.4 m.

4. Geotekniske vurderinger

Grunnforholdene kan i hovedtrekk beskrives som vanskelige på begge de to rørkryssingsstedene. Grunnen består begge steder hovedsaklig av bløte masser (sensitiv / kvikk leire med lav skjærstyrke) fra relativt små dybder til avsluttet boring. Fjelldybdene er minst ved km 14.873.

Vi vil fraråde at det graves i naturlig grunn ned til nødvendig nivå (dvs. dybde 3-3.5 m under terreng) med frie graveskråninger, slik at rørpessingen kan gjøres fra dette nivået. Dette vil åpenbart gi stabilitetsproblemer, og er ikke akseptabelt mhp. jernbanens sikkerhet.

Arbeidene anbefales i stedet utført fra utgravd nivå innenfor rammede spuntegroper. I det følgende er gjort vurderinger for gjennomførbarhet av en slik løsning.

4.1 Bunnoppressing

Det er utført overslag for bunnoppressing av spuntet pressegrøp/mottaksgrøp på kryssingsstedene, forutsatt at naturlig grunn ikke forsterkes.

Ved antatt nødvendig gravedybde innenfor spunt til 3 - 3.5 m vil man være nede eller svært nær kvikk eller svært bløt og sensitiv leire, og skjærstyrken er her svært lav. Beregningene viser at sikkerhet mot bunnoppressing ikke vil være tilstrekkelig uten tiltak. Det er derfor ikke tilrådelig å etablere spuntegroper med innvendig gravenivå 3 - 3.5 m uten at grunnen forsterkes.

For å løse problemet med bunnoppressing, kunne det teoretisk tenkes terrengavlasting i området rundt spuntegroperne. Tatt i betraktning nærheten til jernbanen og de fortsatt meget lave skjærstyrkeverdier, vil vi fraråde dette. I stedet foreslås at grunnen forsterkes ved f.eks. kalk-/sement-stabilisering, slik at skjærstyrken i grunnen økes.

Forutsatt at skjærstyrken ved grunnforsterkning kan økes til 50-60 kPa i området innenfor spunkassen, vil problemet med bunnoppressing være løst.

4.2 Spuntløsning

Stabilisert grunn

Vi antar at den mest hensiktsmessige grunnforsterkningsmåten her vil være å foreta kalk-/sementstabilisering (k/c-peler). Dette foregår ved at en maskin presser ned en visp i grunnen, som ved opptrekking omrører grunnen samtidig som en blanding av kalk og sement tilføres grunnen. Ved denne prosessen dannes forsterkede peler av leire innblandet sement og kalk, med langt bedre styrkeegenskaper enn naturlig grunn. Vanlig diameter er 60 - 80 cm pr. pel, og det benyttes flere varianter av mønstre for installering, avhengig av ønsket virkemåte mv.

Stabiliseringen kan her f.eks. tenkes utført på én av to alternative måter:

1. Begrenset til sonen innenfor planlagte spuntegroper, eller:
2. Både utenfor og innenfor spuntegroperne.

Grunnforsterking i hht. alternativ 2 (dvs. også utenfor spuntegroperen) øker kostnadene for stabiliseringen, men vil redusere nødvendig omfang av spunt / avstivning.

Forutsatt at skjærstyrken kan økes til 50-60 kPa i grunnen innenfor spuntegropene, til f.eks. dybde 7 - 8 m under terreng, kan det etableres gjennomførbare spunteløsninger. Nødvendig spuntlengde kan reduseres avhengig av om det ønskes benyttet 1 eller 2 stivernivåer. Nødvendig spuntdimensjon vil være beskjedent.

En positiv bieffekt av grunnforsterkningen vil være at arbeidsplattform på gravenivå vil være forbedret sammenliknet med bløtt naturlig terreng.

Videre og detaljert beregning av løsning (inkludert dokumentasjon av spunt og grunnforsterkning) må utføres og dokumenteres av entreprenør.

Ikke stabilisert grunn

Alternativt til grunnforsterkning kan spuntprofilene tenkes rammet til fjell, og forankret med fotbolt for å ta opp horisontalkrefter. Ved en slik utførelse kan jordtrykket mot spuntveggene tas opp uten grunnforsterkning. Mengden av spunt vil øke mye som følge av dette, mens behov for stabilisering av grunnen bortfaller.

4.3 Rørtrykking / -boring under jernbanefyllingen

Traséene for rørpressing eller -boring går for begge krysningssteder hovedsaklig i bløt leire. Det forventes ut fra sonderingene ikke at det vil påtreffes stein eller fjell i nivå for planlagt trasé under jernbanefyllingen. Ut fra sonderingene utført på sporet vil det heller ikke være fare for at rør kommer i kontakt med evt. steinmasser i selve jernbanefyllingen.

Trykkemotstanden for foringsrør vil således antatt være lav, men kan øke noe under jernbanesporer på grunn av at fyllingsvekten har konsolidert grunnen under fyllingen.

Entreprenør må være oppmerksom på at naturlig grunn i nivå med rørtraséen er sensitiv, tildels kvikk. Det kan derfor være fare for inntrengning av omrørte masser ved etablering av hull for rør gjennom spuntvegg. Dette kan antakelig unngås ved at grunnen umiddelbart utenfor pressegrøp/mottaksgrøp stabiliseres (mellom pressegrøp/mottaksgrøp og jernbanefyllingen).

4.4 Sikring og utførelse av grøftetraséer

Det er i dette oppdraget ikke foretatt undersøkelser eller utført beregninger spesielt for grøftetraséen utenom krysningspunktene. Vi knytter likevel noen kommentarer til sikring og utførelse av disse.

Tidligere undersøkelser av fyllingsstabiliteten for jernbanen mellom de to rørkrysningspunktene viser at grunnforholdene er vekslende, men tildels påtreffes bløt grunn. Bløt grunn kan derfor forventes påtruffet langs store deler av grøftetraséen.

Generelt må påregnes at det kan bli behov for arbeidssikring av grøfter i form av grøftekasser mv. Spesielt kommenteres at grøftedybde på høyre side av sporet ved krysningspunkt km 14,873 kan bli stor, grunnet at sideterrenget her stiger bratt. Dette er derfor et punkt hvor spesiell aktsomhet bør utvises i forhold til stabilitet av skråningen.

Grøfter med dybde inntil ca. 2 m antas forsvarlig å utføre der tørrskorpelaget er velutviklet.

Det anbefales forutsatt seksjonsvis utførelse (f.eks. seksjoner á 6 m) i anbudspapirene der rørtraséen går i nærføring med jernbanen av hensyn til jernbanesporerets stabilitet.

REFERANSESIDE

Oppdrag	-rapport	-dato	-antall sider	-revisjon
898034	Gk4544-1	09.11.1998	7	

Oppdragsgiver: Hobøl Kommune
Kontaktperson: Reidar Fjøsne
Kontrakt: Bestillings

Distribusjon: Hobøl Kommune, 3 eks.

Geografiske opplysninger

Fylke: Østfold
Kommune: Hobøl
Sted: Tomter
Kartblad: 1914 III
Banestrekning: Østfoldbanen
Km: 14,8 og 18,4 (fra Ski)

BILAG 2, Δ.1/2

Tomtef Kvm 14,873 Område 2.

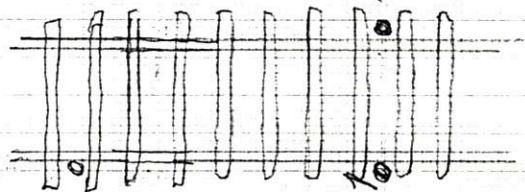
BP 21-22
BP 23

Gjerde

BP 24

BP 25

Gjerde



Kvm 14,877 BP 22

Profil Kvm 14,873

BP 24

BP 25

BP 23

(Borg frelast)

Profil kul 8. 410

BP 11, BP 12

BP 13

BP 15

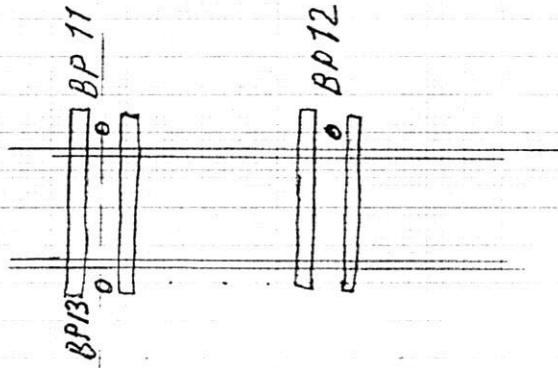
Gjerde

BP 14

BP 15

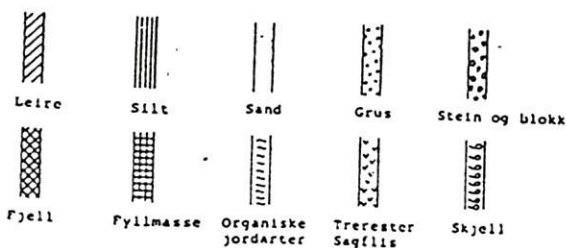
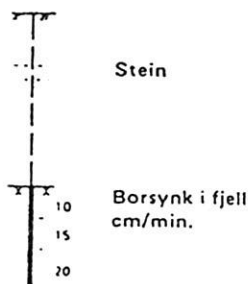
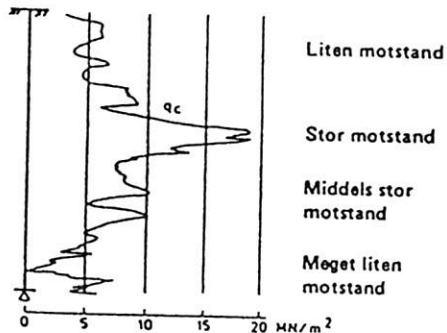
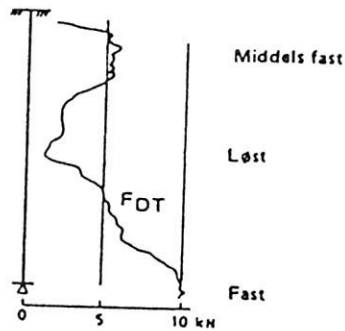
BP 14

Profil 18.410



M = 1:100

BORMETODER



◇ DREIETRYKKSONDERING

utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med utvidet sonderspiss. Borstangen presses ned med en hastighet på 3 m/min. og roteres samtidig 25 omdr./min.

Motstanden mot nedtrengning F_{DT} registreres automatisk og angis i kN.

▽ TRYKKSONDERING

utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med kon spiss som trykkes ned med jevn hastighet (2 cm/sek). Spissen har 10 cm² tverrsnitt og 60° vinkel. Over spissen er en friksjonshylse med 150 cm² overflate. Spissmotstand (q_c) og lokal sidefriksjon (f_s) registreres kontinuerlig. En skriver tegner opp q_c og f_s direkte. Forholdet f_s/q_c % gir orientering om jordarten.

Friksjonsmantelen kan erstattes av en poretrykkmåler slik at poretrykket kan registreres og tegnes opp kontinuerlig.

☆ FJELLKONTROLLBORING

utføres med fjellbor (36 mm) med 51 mm hardmetall kryss-skjær. Det benyttes en tung, pneumatisk eller hydraulisk borhammer med høytrykks vannspyling. Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

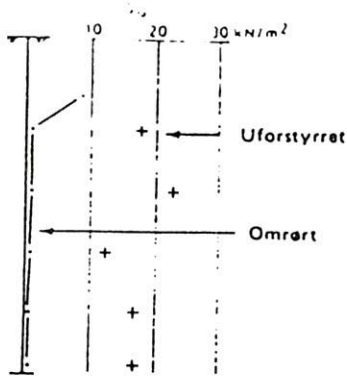
For sikker registrering av fjell bores 3-5 m i fjell under registrering av borsyng (i cm/min).

◎ PRØVETAKING

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stålsylinder (60-90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir sylindere presset ned uten at stemplet følger med.

Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstengen til overflaten, hvor den forsegles for avsendelse til laboratoriet.

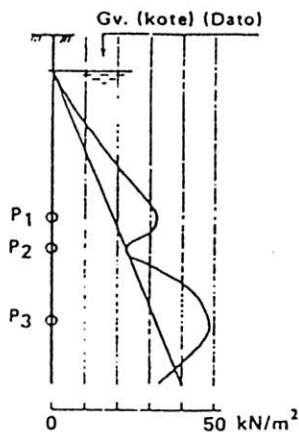
Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



+ VINGEBORING

utføres ved at et vingekors (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt med et instrument som måler dreiemomentet. Udrenert skjærstyrke (S_w , kN/m²) beregnes ut fra dreiemoment ved brudd.

Målingen gjøres 2 ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring.

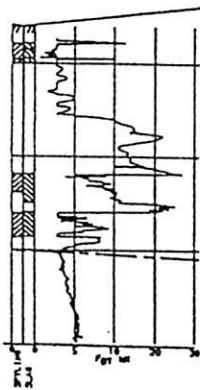


⊖ MÅLING AV GRUNNVANNSSRAND OG PORETRYKK

utføres med standrør med filterspiss eller med hydraulisk eller elektrisk piezometer. Hvilket utstyr som er egnet avhenger av både grunnforhold og formålet med målingene.

Filteret eller piezometerspissen trykkes ved hjelp av rør til ønsket dybde. Poretrykket registreres som vannets stighøyde i røret eller i en tynn plastslange eller ved elektriske signaler.

Boroperasjonene utføres med håndkraft, lettere motordrevet utstyr eller med tyngre, terrenggående borrygger.



⊖ TOTALSONDERING

Metoden kan sies å kombinere dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det utføres dreietrykksondering til nedtrengningen stopper i et fast lag, deretter går man over til fjellkontrollboring med slag og spyling. Man kan veksle mellom de to boremetodene etter behov. Ved hjelp av en geoprinter registreres synk på boret i m/min, rotasjonshastighet, dreiemoment på borstang, vannmengde og trykk ved spyling.

LABORATORIEUNDERSØKELSER

MINERALSKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av komgraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	<0.002	0.002-0.06	0.06-2	2-60	60-600	>600

En jordart kan inneholde en eller flere kornfraksjoner og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandig leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

ORGANISKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

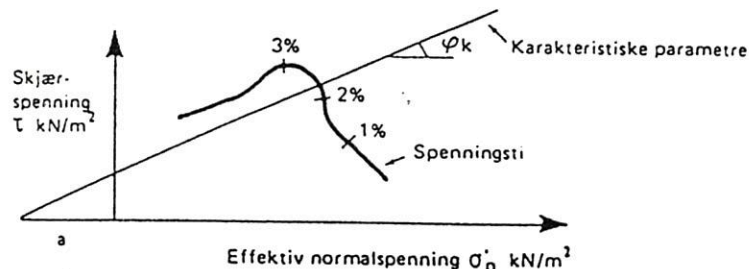
Torv	<i>Myrplanter, mindre eller mer omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).</i>
Gytje, dy	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
Mold	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
Matjord	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan avhenger av effektiv normalspenning på planet (totaltrykk+poretrykk) og av jordens

Skjærstyrkeparametre (a og ϕ)

Disse bestemmes ved treaksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningsstier", dvs. utviklingen av skjærspenningen på et plan vises som funksjon av en effektiv hovedspenning eller av normalspenningen. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



Udrenert skjærstyrke (S_u kN/m²)

gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk, og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk, konusforsøk, laboratorie-vingeforsøk eller udrenerte treaksialforsøk.

SENSITIVITET (S)

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærstyrke i uforstyrret og i omrørt tilstand, bestemt ved konus- eller vingeforsøk. Leire som blir flytende ved omrøring betegnes kvikkeleire.

VANNINNHOLD (W %)

Angir massen av vann i % av massen av fast stoff i prøven, og bestemmes ved tørking ved 110°C.

FLYTEGRENSE (w_L %)

PLASTISITETSGRENSE (w_p %)

(Atterbergs grenser) angir det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til smuldrende konsistens.

PORØSITET (n %)

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

DENSITET (ρ t/m^3)

er massen av prøven pr. volumenhet.

TØRR DENSITET (ρ_D t/m^3)

er massen av tørrstoff pr. volumenhet.

TYNGDETETHET (romvekt) (γ kN/m^3)

er tyngden av prøven pr. volumenhet ($\gamma = \rho g$ hvor $g = 10 \text{ m/s}^2$)

TØRR TYNGDETETHET (tørr romvekt) (γ_D kN/m^3)

er tyngden av tørrstoff pr. volumenhet ($\gamma_D = \rho_D g$ hvor $g = 10 \text{ m/s}^2$)

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

for en jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

CBR (California Bearing Ratio)

er et uttrykk for relativ bæreevne av et jordmateriale. Et stempel presses ned fra overflaten av det pakke materialer med en bestemt hastighet. CBR-verdien angir nødvendig kraft for en bestemt deformasjon i % av en forhåndsbestemt kraft for tilsvarende deformasjon på et standard materiale av knust stein. CBR benyttes til dimensjonering av overbygning for veier og flyplasser,

HUMUSINNHOLD (O_{N_2})

bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Glødning og andre metoder kan også benyttes.

KOMPRESSIBILITET

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstanden mot sammenpressing defineres ved modulen $M = \text{spenningsendring/deformasjonsendring}$. Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter m (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For leire og silt kan parameteren $N_e = \text{deformasjonsendring}/\log \text{spenningsendring}$ benyttes.

KORNFORDELINGSANALYSE

utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stoke's lov om partiklenes sedimentasjonshastighet.

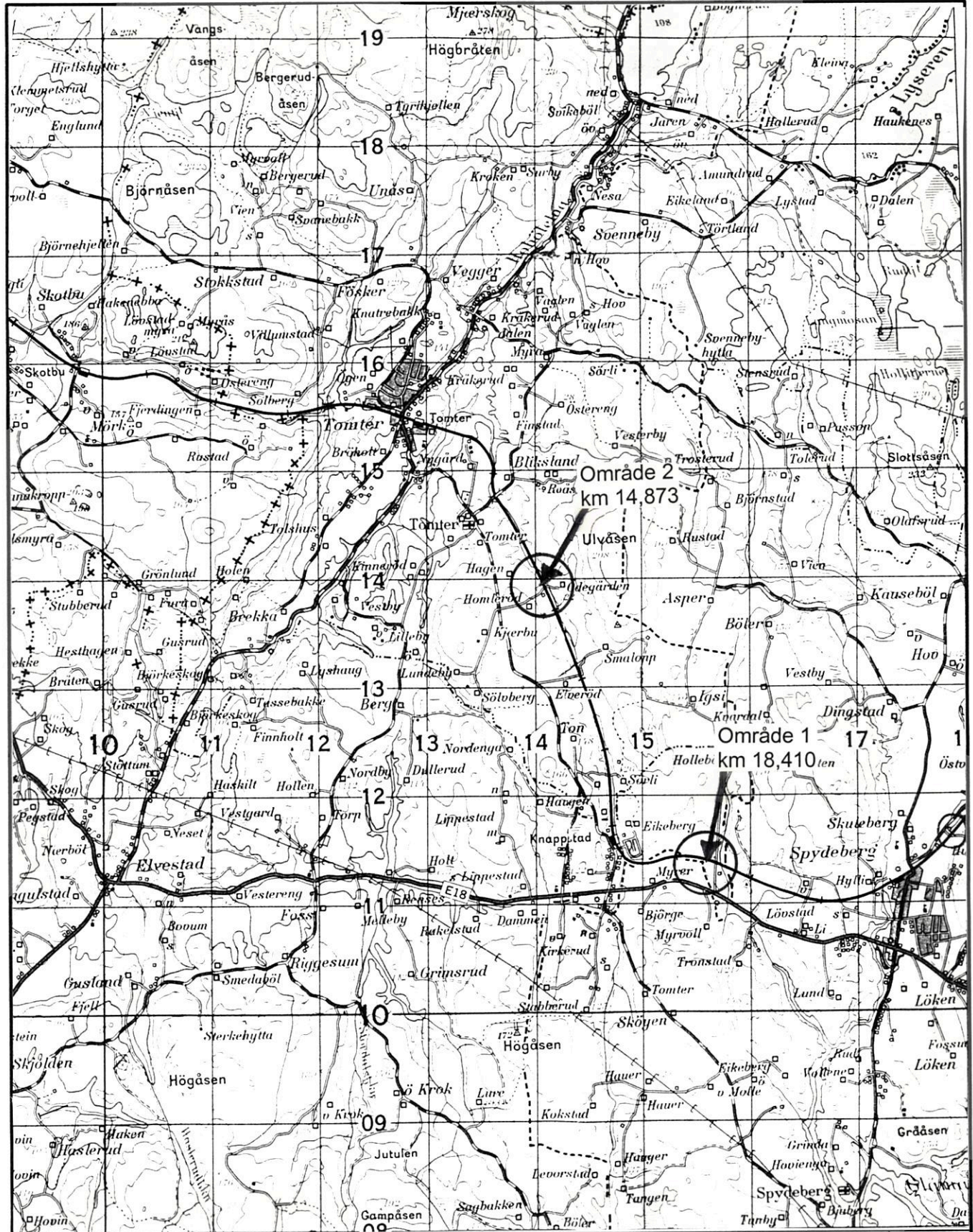
TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefarlig), T2 (lite telefarlig), T3 (middels telefarlig) og T4 (meget telefarlig).

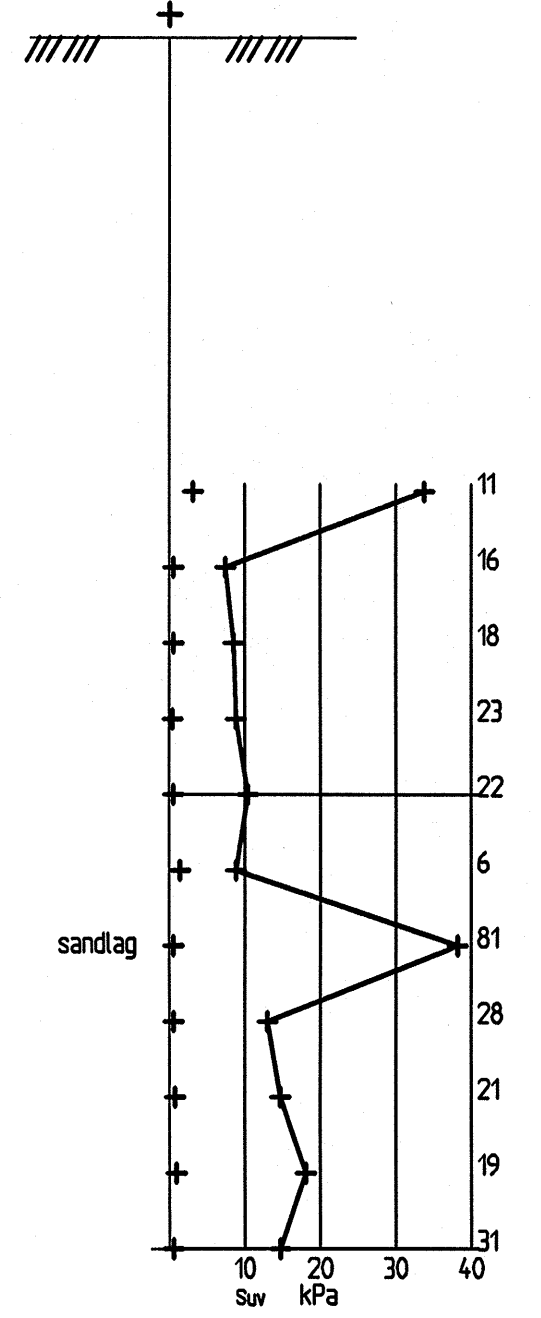
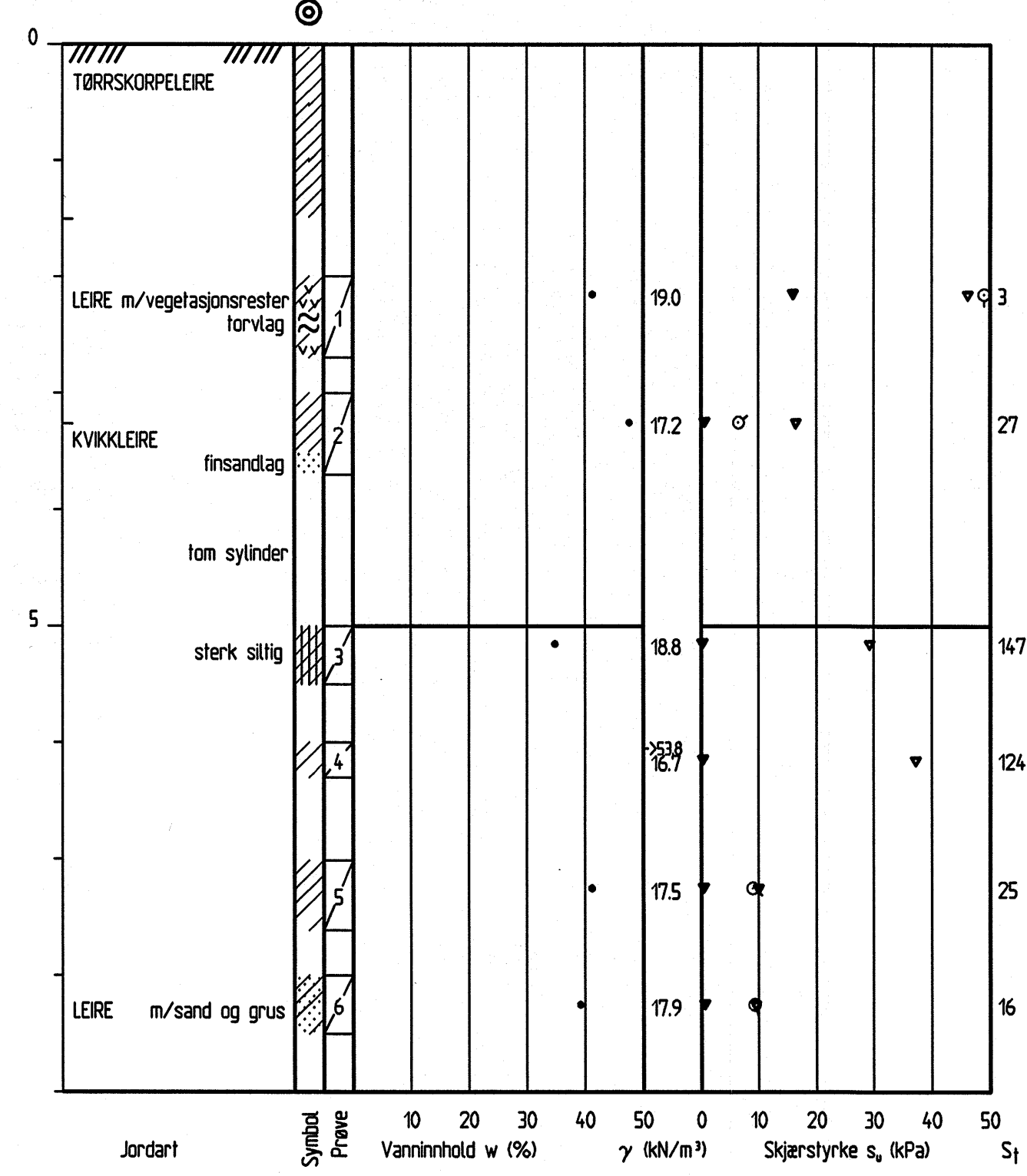
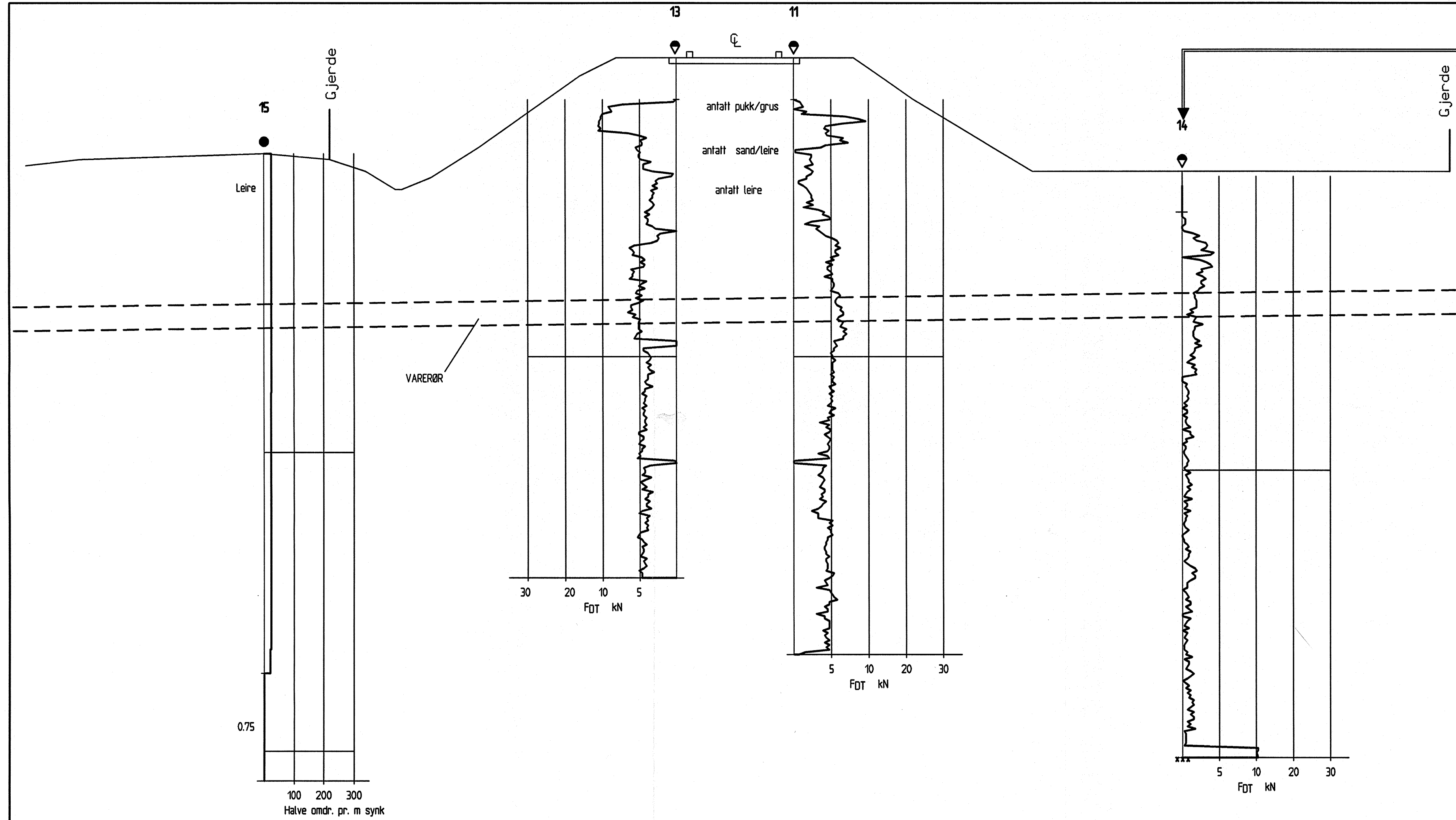
PERMEABILITETEN (k cm/s eller m/år)

bestemmer den vannmengde q som vil strømme gjennom en jordart under gitte betingelser (betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også).

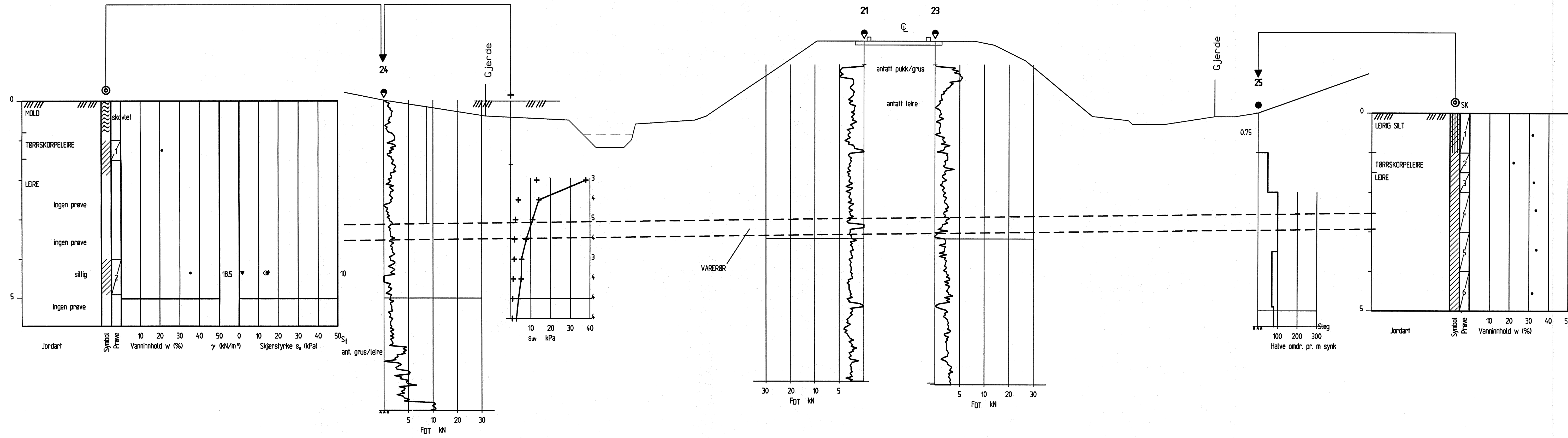
$$q = k i \quad \text{hvor} \quad A = \text{bruttoareal normalt strømrretningen} \\ i = \text{gradient i strømrretningen}$$



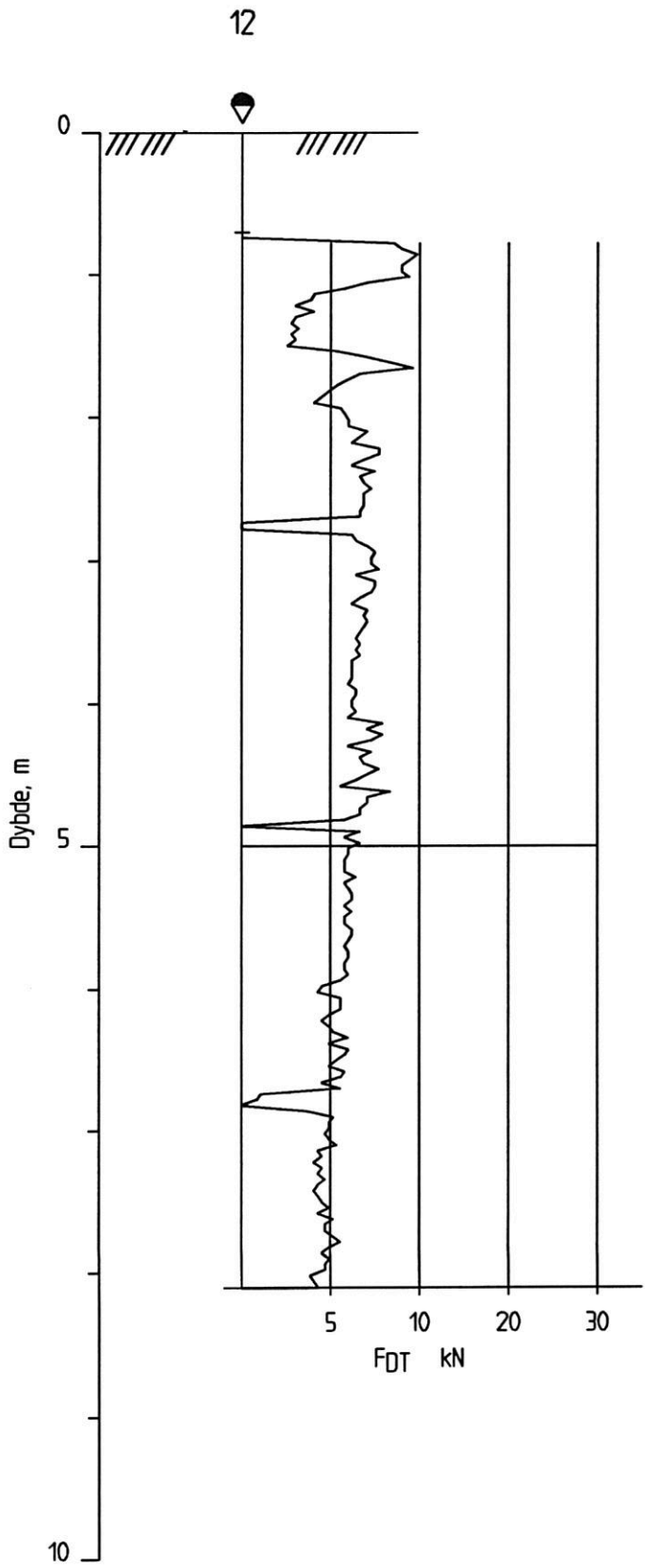
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
RØRKRYSSING TOMTER		Målestokk	Dato	13.10.1998	
		150 000	Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	<i>BT</i>	
			Godkjent av	<i>[Signature]</i>	
GRUNNUNDERSØKELSER		Utarb. av :	Jernbaneverket Ingeniørtjenesten		
		Arkiv bet.j:\geoarkiv\tomter4\autograf.rit			
OVERSIKTSPLAN		Erstatn. for			
HOBØL KOMMUNE		Tegningsnr.	Gk4544.0		Rev.



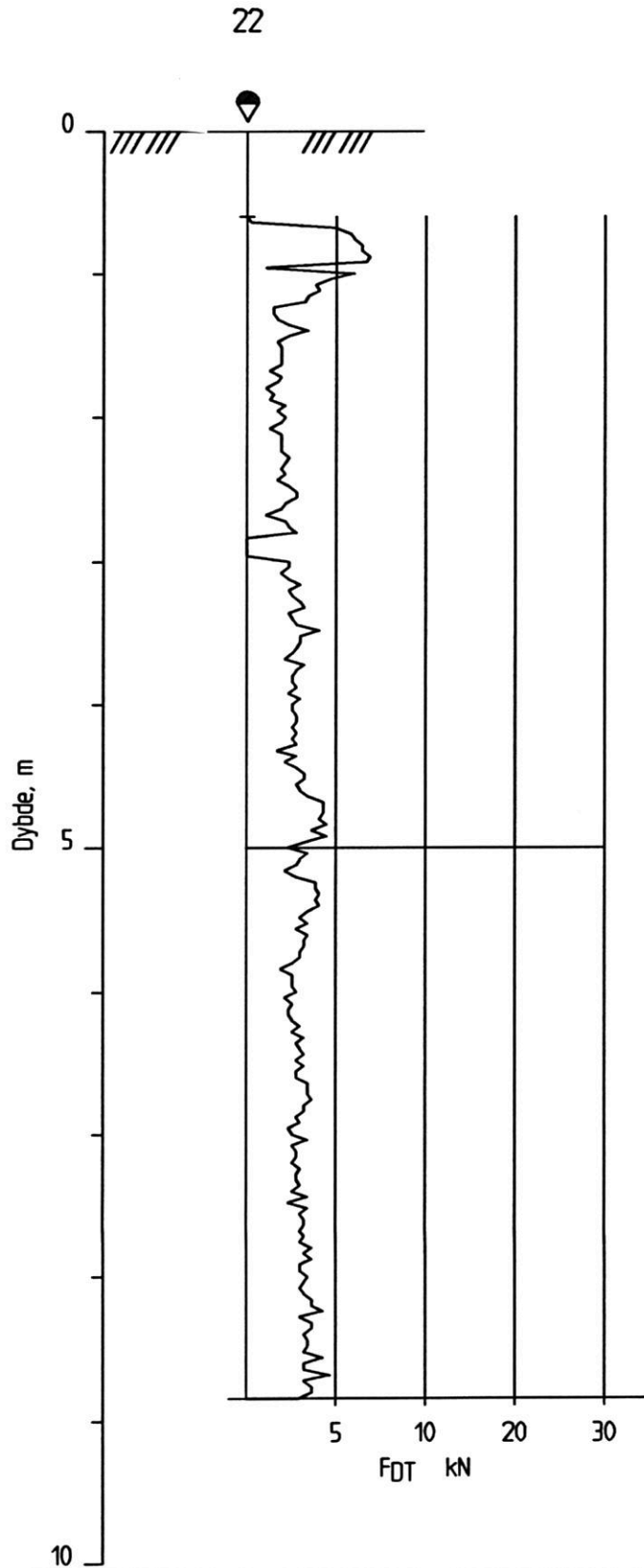
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
		Målestokk	Dato	08.10.1998	
	RØRKRYSSING TOMTER	1:50	Tegnet av	AZ	
	GRUNNUNDERSØKELSER	Utb. av:	Jernbaneverket Ingeniørtjenesten		
	PROFIL KM 18,410	Arkiv bet.j:\gearkiv\tomter4\autograf.rit	Kontr. av	Bat	
		Erstatn. for	Godkjent av	Bat	
	HOBØL KOMMUNE	Tegningsnr.	Gk4544.1	Rev.	



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
		Målestokk	Dato	08.10.1998	
	RØRKRYSSING TOMTER	1 : 50	Tegnet av	AZ	
			Kontr. av		
			Godkjent av		
	GRUNNUNDERSØKELSER	Utb. av : Jernbaneverket Ingeniørtjenesten			
		Arkiv bet.J:\geoarkiv\tomter\autograf.rlt			
	PROFIL KM 14,873	Erstatn. for			
	HOBØL KOMMUNE	Tegningsnr.	Gk4544.2	Rev.	



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
RØRKRYSSING TOMTER		Målestokk	Dato	08.10.1998	
		1:50	Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	<i>[Signature]</i>	
			Godkjent av	<i>[Signature]</i>	
GRUNNUNDERSØKELSER		Utb. av : Jernbaneverket Ingeniørtjenesten			
		Arkiv bet.J:\geoarkiv\tomter4\autograf.rit			
BØRPUNKT 12		Erstatn. for			
HOBØL KOMMUNE		Tegningsnr. Gk4544.3		Rev.	



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
		Målestokk	Dato	08.10.1998	
	RØRKRYSSING TOMTER	1 : 50	Tegnet av	AZ	
			Kontr. av	<i>[Signature]</i>	
			Godkjent av	<i>[Signature]</i>	
	GRUNNUNDERSØKELSER	Utarb. av : Jernbaneverket Ingeniørtjenesten			
		Arkiv bet.J:\geoarkiv\tomter4\autograf.rit			
	BOPUNKT 22	Erstatn. for			
	HOBØL KOMMUNE	Tegningsnr.	G1k4544 4		Rev.

JBV Ingeniørtjenesten

Et ledende senter for kunnskap og erfaring i jernbaneteknikk

Ingeniørtjenesten er en egen forretningsenhet i Jernbaneverket. Vi tilbyr rådgivende ingeniørtjenester innenfor et vidt spekter av fagfelt knyttet til jernbanens infrastruktur.

Dyktige medarbeidere som "kan jernbane" gjør at vi framstår som en attraktiv og konkurransedyktig samarbeidspartner, både ved begrensede oppgaver med krav til spesialkompetanse og ved store tverrfaglige prosjekter.

Vi benytter en prosjektrettet arbeidsform for gjennomføring av alle typer oppdrag. Kvalitet settes i fokus i alle ledd og prosesser etter et eget utarbeidet kvalitetssystem basert på ISO 9001.

Våre hovedoppdragsgivere er de andre enhetene i Jernbaneverket. I tillegg utfører vi oppdrag for eksterne oppdragsgivere hvor NSB BA og NSB Gardermobanen AS sammen med totalleverandører og rådgivende ingeniørfirmaer er de viktigste.

Ingeniørtjenesten har ca. 135 ansatte (1997), hvorav 5 er knyttet til vår avdeling i Trondheim. Ved større prosjekter inngår vi samarbeidsavtaler med underleverandører etter behov.



Prosj. nr.

Prosjekt
TOMTER KM 18,41

Utf. av
Hest

Dato

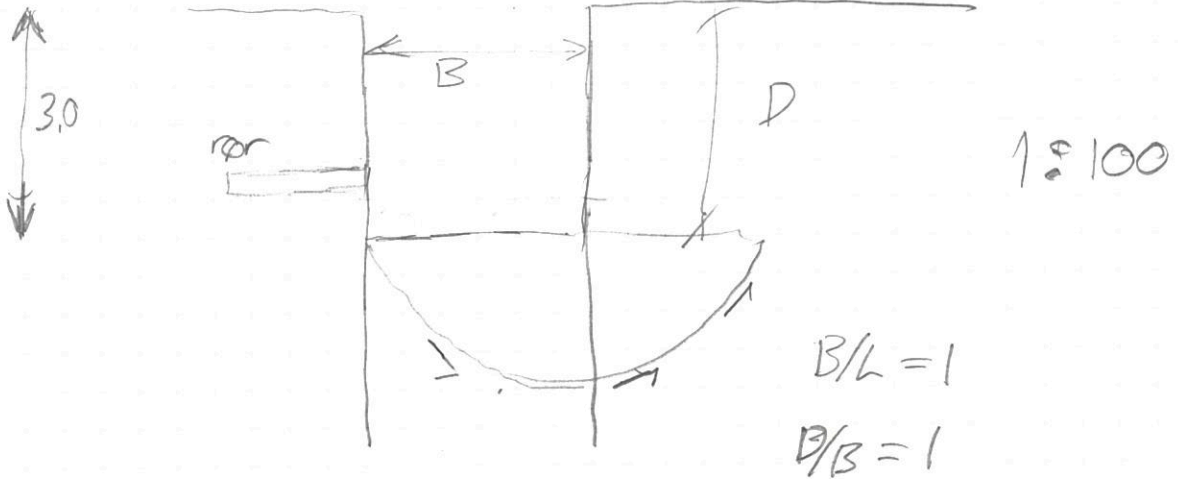
Akt. nr.

BUNNOPPRESSING

Kontr. av

Dato

Pressegrøp = 3x3m, dybde 3m



Bunnoppressing

1.) - antar uten tvernglast
Publ. 16

$$F = \frac{N_c \cdot s}{\gamma D + q}$$

$$F = \frac{7,6 \cdot 10}{19 \cdot 3 + 0} = \frac{76}{57} = \underline{\underline{1,33}}$$

2.) - antar tvernglast 1 tonn + $\gamma_f = 1,2$

$$F = \frac{7,6 \cdot 10}{19 \cdot 3 + 12} = \underline{\underline{1,10}}$$



Prosj. nr.

Prosjekt

Utf. av

Dato

Akt. nr.

Kontr. av

Dato

HVIS BRØPEN ER $B \times L = 3 \times 8$ m

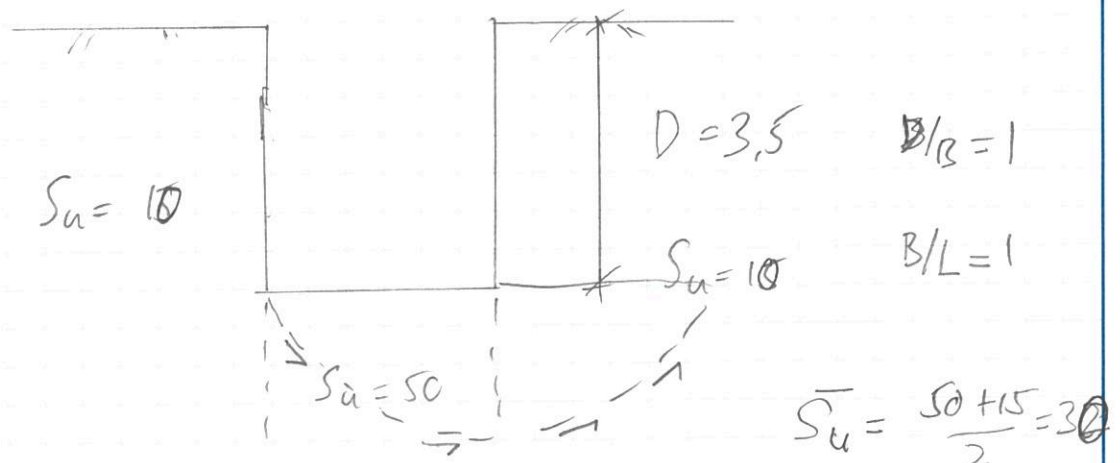
dos. $B/L = 0,375$

og $N_c = 6,8$

dos. $F = \frac{68}{57} = 1,19$ uten q

og $F = \frac{68}{69} = \underline{0,99}$ med q

Forutsetter grunnforsterkning innvendig
i spunkasse:



$$F = \frac{N_c \cdot \bar{S}_u}{\gamma \cdot D + q} = \frac{7,6 \cdot 30}{20 \cdot 3,5 + 10} \approx \underline{3,0} \text{ ok!}$$



Prosj. nr.

Prosjekt

RØRKRYSNING TROMTER

Ulf. av

AZ

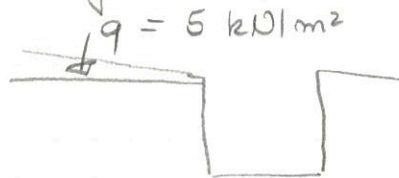
Dato

Akt. nr.

Kontr. av

Dato

med tilleggslast fra terrengoverflaten



grop 3x3 m

uten terrenglast $\gamma_m = \frac{7,4 \cdot 13}{18,5 \cdot 4 + 5} = \frac{96,2}{79} = \underline{\underline{1,22}}$

med terrenglast $\gamma_m = \frac{7,4 \cdot 13}{18,5 \cdot 4 + 5 + 12} = \frac{96,2}{91} = \underline{\underline{1,06}}$

grop 3x8 m

uten terrenglast $\gamma_m = \frac{6,7 \cdot 13}{18,5 \cdot 4 + 5} = \frac{87,1}{79} = \underline{\underline{1,10}}$

med terrenglast $\gamma_m = \frac{6,7 \cdot 13}{18,5 \cdot 4 + 5 + 12} = \frac{87,1}{91} = \underline{\underline{0,96}}$



Prosj. nr.

Prosjekt RØRKRYSNING TOMTER

Ulf. av Høll

Dato 10-11-98

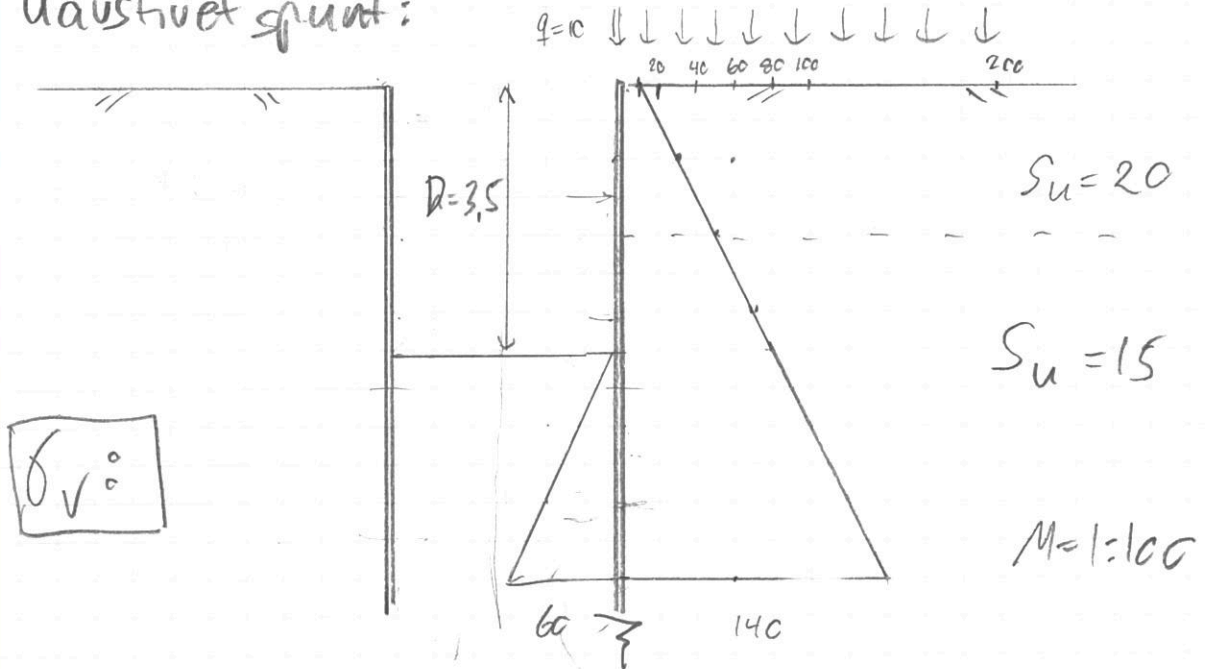
Akt. nr.

SPUNT

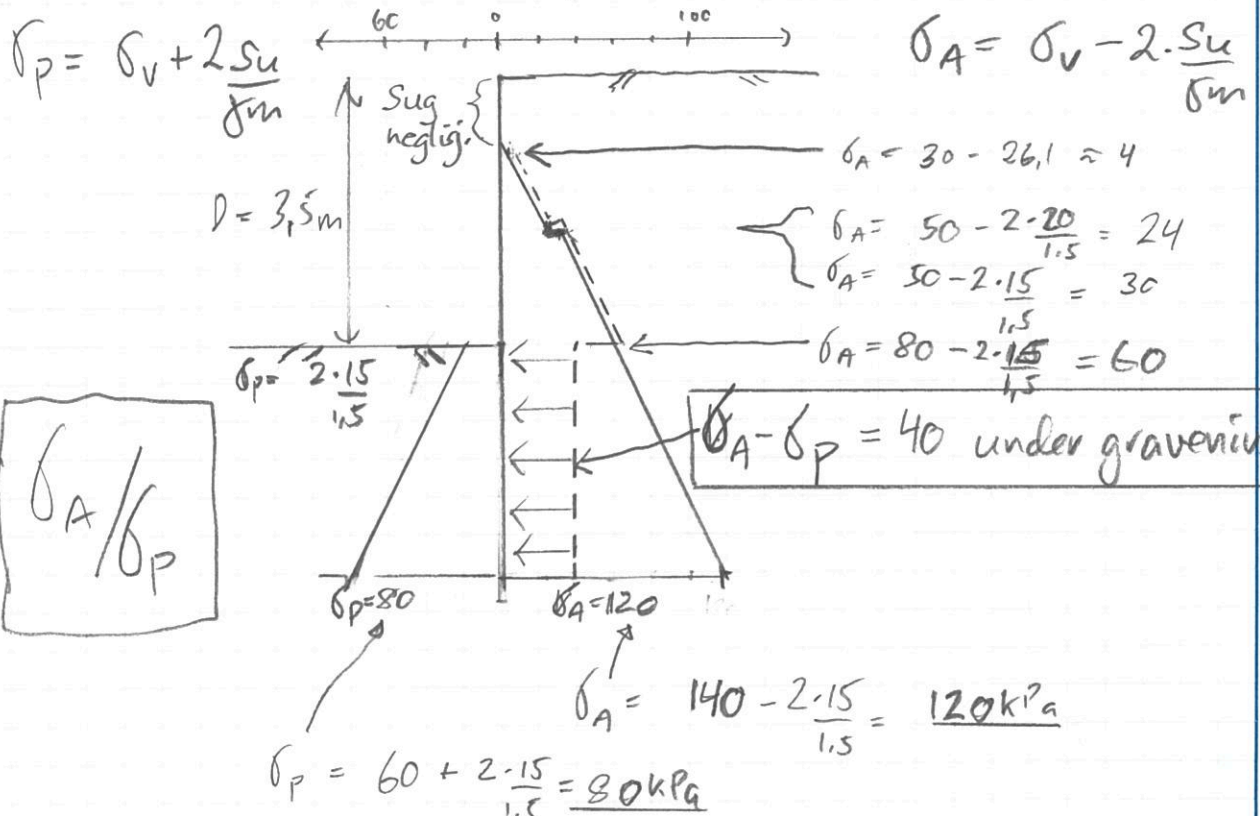
Kontr. av

Dato

Uavstivet spunt:



Anta $\alpha = 0$ (bløt leire, omrøring)
 Fleksibel vegg, myk undergrunn: $f = 0,9$, $1/f = 1,11$
 Materialkoeff: $\gamma_m = 1,55 - 1,7 ? \Rightarrow 1,5$



⇒ Ikke mulig med uavstivet spunt.



Prosj. nr.

Prosjekt

RØRKRYSNING TOMTER

Ulf. av

Dato

Akt. nr.

SPUNT

Kontr. av

Dato

Uaustivet spunt:
 Aktivside: $\sigma_v = q + z \cdot \gamma_L$

$$q = 10$$

$$\gamma_L = 20$$

$$\gamma_m = 1,5$$

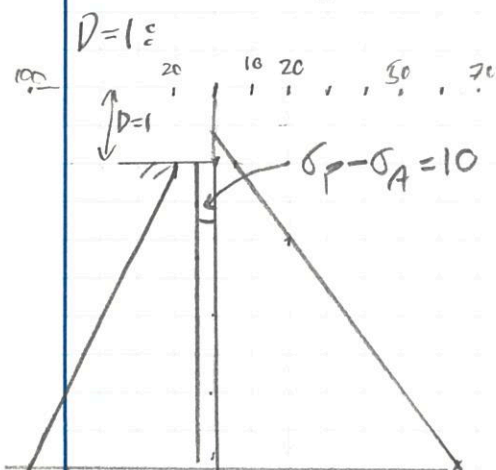
$$s_u = 15$$

$$\sigma_A = q + z \cdot \gamma_L - 2 \cdot \frac{s_u}{\gamma_m}$$

Passiv side: $\sigma_v = (z - D) \cdot \gamma_L$ (for $z \geq D$)

$$\sigma_P = (z - D) \gamma_L + 2 \cdot \frac{s_u}{\gamma_m}$$

D	Aktiv side		Passiv side	
	σ_v	σ_A	σ_v	σ_P
1	$10 + 3 \cdot 20$	$(10 + 3 \cdot 20) - 20$	$(3 - 1) \cdot 20$	$(3 - 1) \cdot 20 + 20$
2	$10 + 3 \cdot 20$	$(10 + 3 \cdot 20) - 20$	$(3 - 2) \cdot 20$	$(3 - 2) \cdot 20 + 20$
3	$10 + 3 \cdot 20$	$(10 + 3 \cdot 20) - 20$	$(3 - 3) \cdot 20$	$(3 - 3) \cdot 20 + 20$



$$z = 1 \text{ m} \quad \sigma_P - \sigma_A =$$

$$(1 - 1) \cdot 20 + 20 - [(10 + 1 \cdot 20) - 20]$$

$$= 0 + 20 - 10 = \underline{10}$$



Prosj. nr.

Prosjekt

Utlf. av

Dato

RØRKRYSNING TOMTER

Akt. nr.

SPUNT

Kontr. av

Dato

$$D = 2:$$

$$\sigma_p = (3 - 2) \cdot 20 + 20$$

$$\sigma_A = (10 + 3 \cdot 20) - 20$$

$$\text{for } z = 2: \quad \sigma_p = 20$$

$$\sigma_A = 50 - 20 = 30$$

$$\sigma_p - \sigma_A = (3 - 2) \cdot 20 + 20 - (10 + 3 \cdot 20 - 20)$$

$$= 20z - 40 + 20 - 10 - 20z + 20$$

$$= \underline{-10} \quad (= \text{passiv motstand under graverivå})$$

Pos. fri utgraving ikke mulig!

⇒ Bør her stabilisere grunnen av hensyn til bunnpressing og passiv motstand.

Forutsetter klc-stabilisering innvendig i spuntkasse, slik at $\overline{\sigma_u} = 50 \text{ kPa}$.



Prosj. nr.

Prosjekt RØRURYSSING TOMTER

Ulf. av

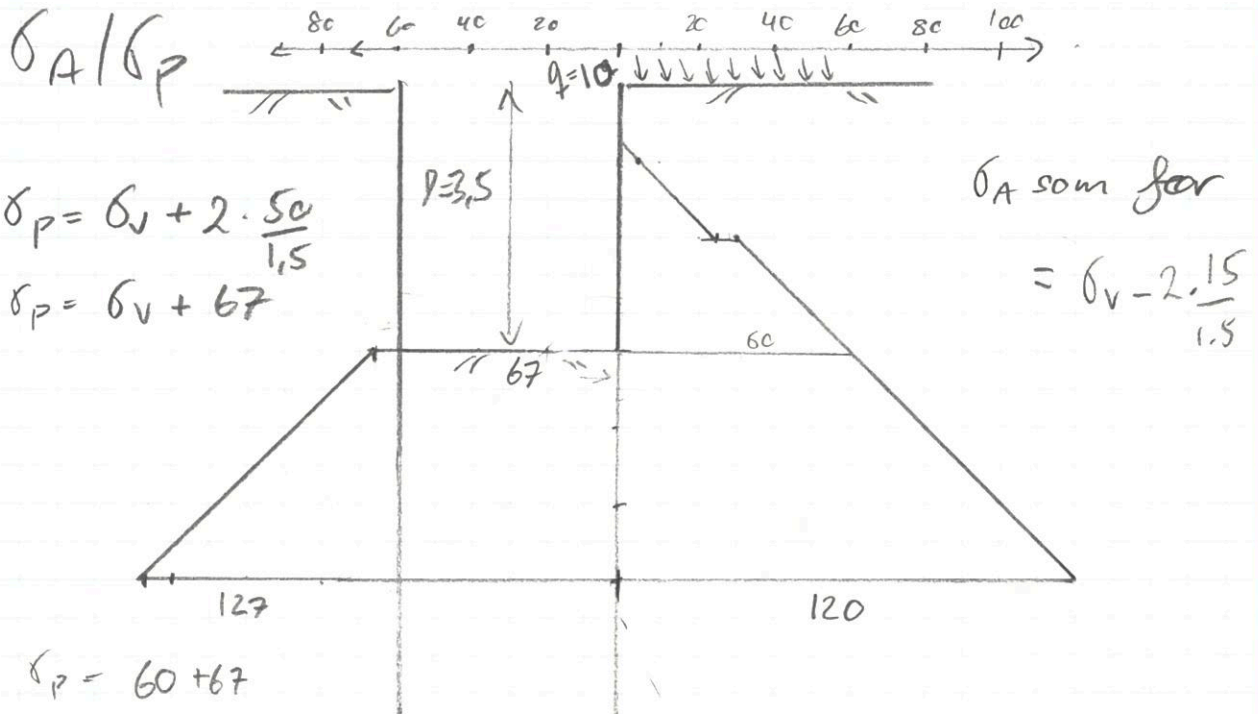
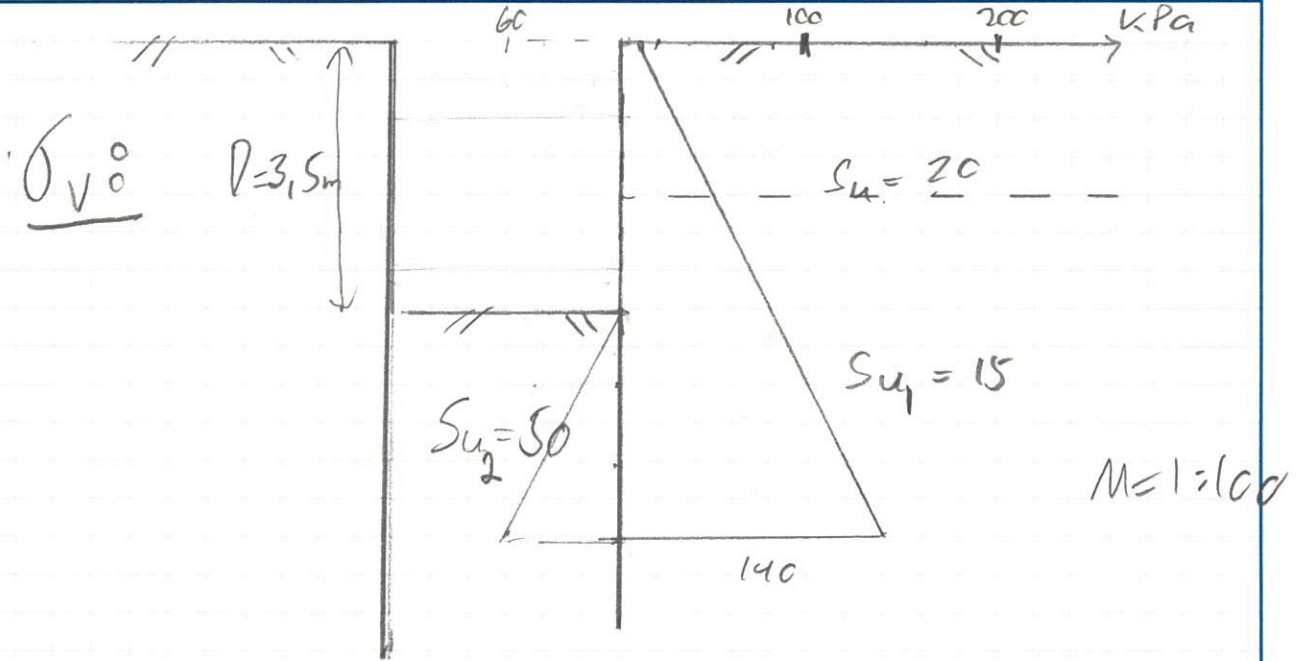
Dato

Akt. nr.

SPUNT

Kontr. av

Dato



⇒ bør ha minst 7 stagnivå
 (f. eks på 2,0m, fri
 utgraving til 2,5m).

Prosj. nr.

Prosjekt RØRKRYSNING TOMTER

Uff. av

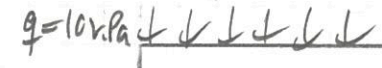
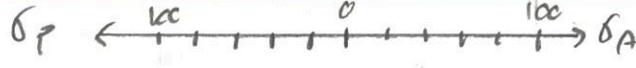
Dato

Akt. nr.

SPUNT

Kontr. av

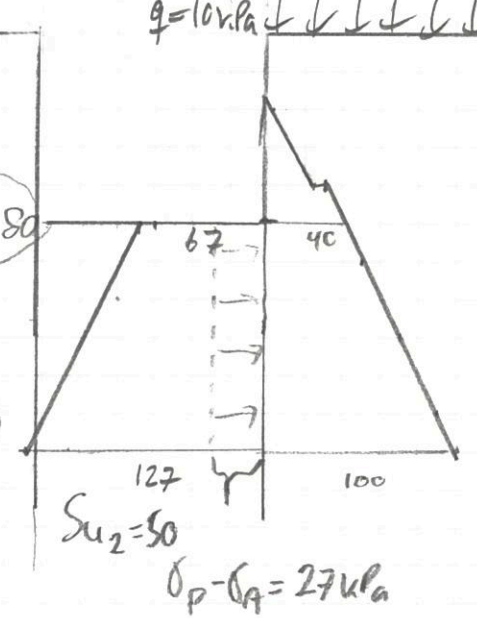
Dato



FASE 1:

$S_u = 60 : 80$

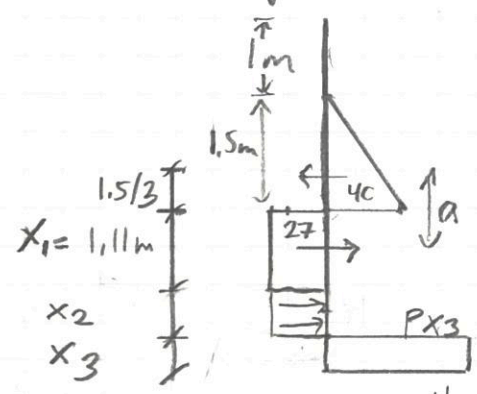
$S = 60 : 140$



FASE 1:

Fri utgraving
h (D = 2,5 m)

Kontroll av spunt:



$$x_1 \cdot 27 = 1,5 \cdot \frac{40}{2}$$

$$x_1 = 1,11 \text{ m}$$

$$M = 27 \cdot 1,11 \cdot a \quad (a = \frac{x_1}{2} + 1,5)$$

$$M = 27 \cdot 1,11 \cdot (\frac{x_1}{2} + 1,5) = 31,6 \text{ kNm}$$

Stabiliserende moment:

1. $\sum F_H = 0 : x_2 \cdot 27 = P_{x3} \cdot x_3$

2. $\sum M = 0 : x_2 \cdot 27 \cdot (\frac{x_2}{2} + \frac{x_3}{2}) = 31,6$

$$P_{x3} = (2,5 + 1,1 + x_2) \cdot$$

FASE 2:

Stag på D = 2,0 m
(ikke beregnet)

FASE 3:

Utgraving til
D = 3,5 m



Prosj. nr.

Prosjekt

RØRKRYSNING TOMTER

Ulf.av

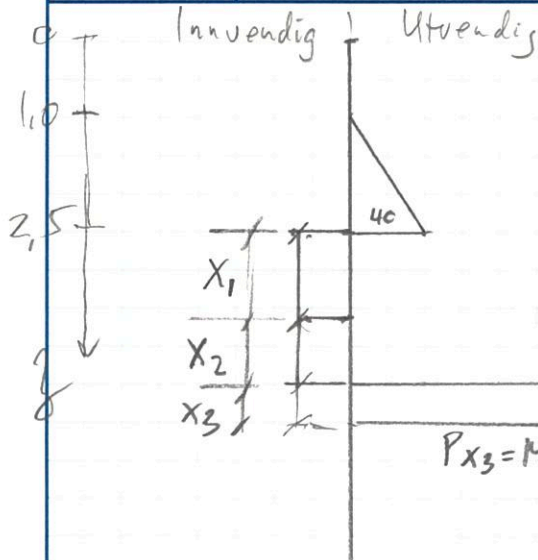
Dato

Akt. nr.

SPUNT

Kontr. av

Dato



Utvendig

$$S_{u1} = 15$$

Innvendig

$$S_{u2} = 50$$

$$P_{X3} = 146,7 \quad P_{X3} = \sigma_p - \sigma_A = 9 + 3 \cdot 20 + 2 \cdot \frac{S_{u1}}{1,5}$$

$$- \left[(3 - 2,5) \cdot 20 - 2 \cdot \frac{S_{u2}}{1,5} \right]$$

$$= 10 + 20 \cdot 3 + 20 - [20 \cdot 3 - 50 - 66,7]$$

$$= 30 + 50 + 66,7 = \underline{146,7 \text{ kPa}}$$

Likning 1: $X_2 \cdot 27 = 146,7 \cdot X_3 \Leftrightarrow X_2 = \frac{146,7}{27} \cdot X_3 = 5,43$

Likning 2: $X_2 \cdot 27 \left(\frac{X_2}{2} + \frac{X_3}{2} \right) = 31,6 \text{ kNm}$

1 inn i 2:

$$5,43 \cdot X_3 \cdot 27 \left(\frac{5,43 X_3}{2} + \frac{X_3}{2} \right) = 31,6$$

$$398,05 X_3^2 + 73,31 X_3 - 31,6 = 0$$

v.s.

$$X_2 = 0,5 \quad 104,6$$

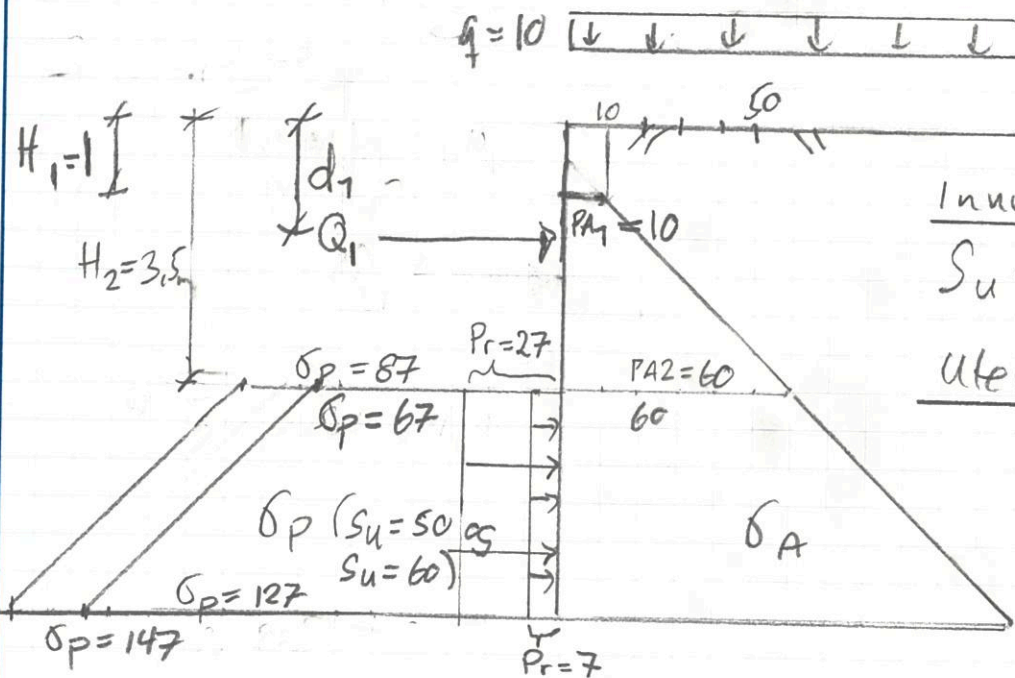
$$X_2 = 0,1 \quad -20,3$$

$$X_2 = 0,2 \quad \approx 1,02 \text{ ok!} \Rightarrow X_3 = 0,2 \quad X_2 = \frac{146,7}{27} \cdot X_3 = 1,1 \text{ m}$$



Spuntlengde må være minst
 $(2,5 + 1,1 + 1,1 + 0,2)m \approx 5,0m$
 for fri utgraving til 2,5 m.

Modell for SPUDIM:



Innvendig i spuntflase:

$S_u = 50 - 60 kPa$

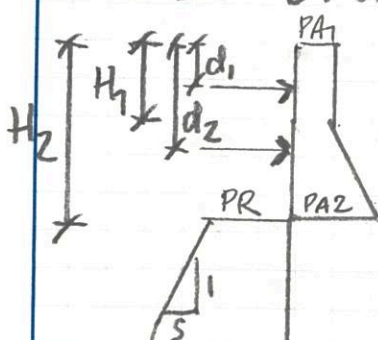
utenfor: $S_u = 15$

$S_u = 50^\circ \quad \sigma_A - \sigma_p = PR = -7$

$S_u = 60^\circ \quad \sigma_A - \sigma_p = PR = -27$

NB: bruker modell 3, med $s = 0,001$

Beregning for $H_2 = 3,5m$



S_u°	50	60
PA1	10	10
PA2	60	60
PR	-7	-27

$H_1 = 1,0m$

$H_2 = 3,5m$

$S_u = 50$

SPUDIM : BEREKNING AV AVSTIVET SPUNT

Versjon.....: 02/9003

Lisens.....: NSB - Geoteknikk

Prosjektnr...: TOMTER Utført av: Dato: 11/11/1998

Prosjektnavn: Roerkryssing under sporet

BEREGNING...: Spunt, utgravning 3.5 m, 1 stiver d=1 m

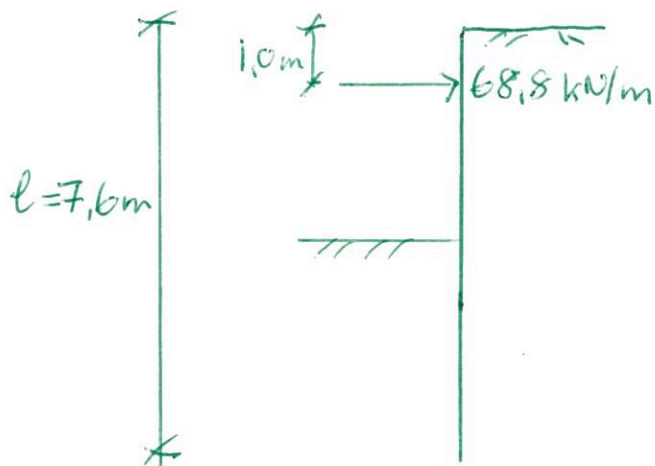
INN-DATA:

Jordtrykk (kN/m ²)	Dybder (m)	
pa1: 10.0	h1: 1.0	(konst. aktivt jordtr. fra terreng til h1)
pa2: 60.0	h2: 3.5	(aktivt jordtrykk i gravenivå h2)
pr : <u>-7.0</u>		(resulterende jordtrykk i gravenivå)
s : 0.0		(hel. på res. jordtr. under gravenivå)
	hf: 15.0	(dybde til fjell)

Stiver nr.	Kraftforhold (stiver n/stiver 1)
1	d1: 1.0

RESULTATER:

Resulterende stiverkraft :	68.8 kN/m	i dybde:	1.0 m
Stiverkraft, stiver 1 :	68.8 kN/m		
Nødvendig spuntlengde :	7.6 m		
Kraft i evt. fotbolt :	0.0 kN/m		
Maksimalt moment :	66.0 kNm/m	i dybde:	3.0 m
Støttemoment ved stiver 1:	5.0 kNm/m		
Motstandsmoment (St.37.2):	323 cm ³ /m		
Motstandsmoment (St.52.3):	214 cm ³ /m		



=====
SPUDIM : BEREGNING AV AVSTIVET SPUNT

Versjon.....: 02/9003
Lisens.....: NSB - Geoteknikk

Prosjektnr...: TOMTER Utført av: Dato: 11/11/1998
Prosjektnavn: Roerkryssing under sporet

=====
BEREGNING...: Spunt, utgravning 3.5 m, 1 stiver d=1 m

MOMENTFORDELING LANGS SPUNT:

Hele meter nedover, desimeter bortover.

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0 :	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
1 :	5	-1	-7	-12	-18	-23	-28	-33	-37	-41
2 :	-45	-49	-53	-56	-58	-61	-63	-64	-65	-66
3 :	-66	-66	-65	-63	-61	-59	-56	-53	-50	-48
4 :	-45	-43	-40	-38	-36	-34	-31	-29	-27	-25
5 :	-24	-22	-20	-18	-17	-15	-14	-13	-11	-10
6 :	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-3	-2	-2
7 :	-1	-1	-1	-0	-0	-0	0			

$$S_u = 50$$

SPUDIM : BEREKNING AV AVSTIVET SPUNT

Versjon.....: 02/9003
Lisens.....: NSB - Geoteknikk

Prosjektnr...: TOMTER Utført av: Dato: 11/11/1998
Prosjektnavn: Roerkryssing under sporet

BEREGNING....: 1 stiver, $d = 2.0\text{ m}$

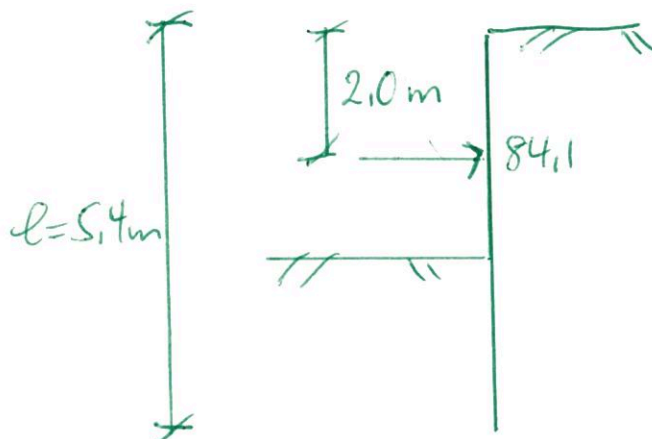
INN-DATA:

Jordtrykk (kN/m ²)	Dybder (m)	
pa1: 10.0	h1: 1.0	(konst. aktivt jordtr. fra terreng til h1)
pa2: 60.0	h2: 3.5	(aktivt jordtrykk i gravenivå h2)
pr : -7.0		(resulterende jordtrykk i gravenivå)
s : 0.0		(heln. på res. jordtr. under gravenivå)
	hf: 15.0	(dybde til fjell)

Stiver nr.	Kraftforhold (stiver n/stiver 1)
1	d1: 2.0

RESULTATER:

Resulterende stiverkraft : 84.1 kN/m i dybde: 2.0 m
Stiverkraft, stiver 1 : 84.1 kN/m
Nødvendig spuntlengde : 5.4 m
Kraft i evt. fotbolt : 0.0 kN/m
Maksimalt moment : 23.3 kNm/m i dybde: 2.0 m
Støttemoment ved stiver 1: 23.3 kNm/m
Motstandsmoment (St.37.2): 114 cm³/m
Motstandsmoment (St.52.3): 76 cm³/m



$$S_u = 50$$

SPUDIM : BEREGNING AV AVSTIVET SPUNT

Versjon.....: 02/9003

Lisens.....: NSB - Geoteknikk

Prosjektnr...: TOMTER Utført av: Dato: 11/11/1998

Prosjektnavn: Roerkryssing under sporet

BEREGNING...: Spunt, utgravn. 3.5 m, 2 stivere, 1 og 2

INN-DATA:

Jordtrykk (kN/m ²)	Dybder (m)	
pa1: 10.0	h1: 1.0	(konst. aktivt jordtr. fra terreng til h1)
pa2: 60.0	h2: 3.5	(aktivt jordtrykk i gravenivå h2)
pr : -7.0		(resulterende jordtrykk i gravenivå)
s : 0.0		(helv. på res. jordtr. under gravenivå)
	hf: 15.0	(dybde til fjell)

Stiver nr.		Kraftforhold (stiver n/stiver 1)
1	d1: 1.0	
2	d2: 2.5	1.50

RESULTATER:

Resulterende stiverkraft : 81.8 kN/m i dybde: 1.9 m

Stiverkraft, stiver 1 : 32.7 kN/m

Stiverkraft, stiver 2 : 49.1 kN/m

Nødvendig spuntlengde : 5.7 m

Kraft i evt. fotbolt : 0.0 kN/m

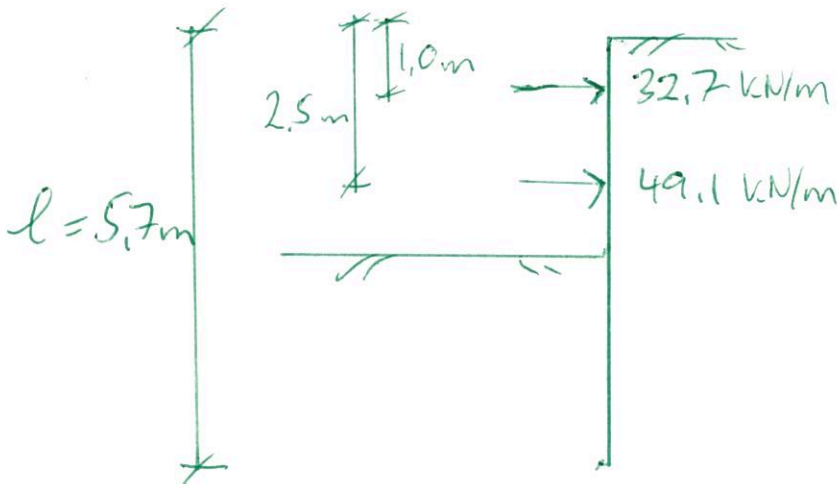
Maksimalt moment : 19.7 kNm/m i dybde: 3.2 m

Støttemoment ved stiver 1: 5.0 kNm/m

Støttemoment ved stiver 2: -6.6 kNm/m

Motstandsmoment (St.37.2): 96 cm³/m

Motstandsmoment (St.52.3): 64 cm³/m



$S_u = 60$

SPUDIM : BEREGNING AV AVSTIVET SPUNT

Versjon.....: 02/9003
Lisens.....: NSB - Geoteknikk

Prosjektnr.: TOMTER Utført av: Dato: 11/11/1998
Prosjektnavn: Roerkryssing under sporet

BEREGNING...: Spunt 3.5, $S_u=60$, 1 stiver^oNt

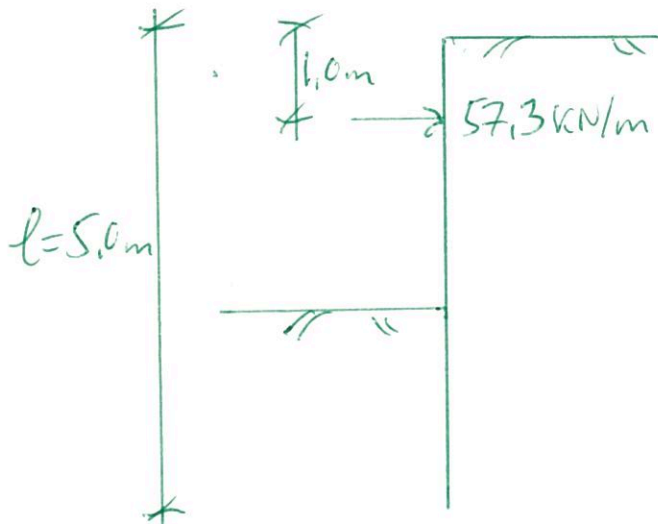
INN-DATA:

Jordtrykk (kN/m ²)	Dybder (m)	
pa1: 10.0	h1: 1.0	(konst. aktivt jordtr. fra terreng til h1)
pa2: 60.0	h2: 3.5	(aktivt jordtrykk i gravenivå h2)
pr : -27.0		(resulterende jordtrykk i gravenivå)
s : 0.0		(hel. på res. jordtr. under gravenivå)
	hf: 15.0	(dybde til fjell)

Stiver nr.	Kraftforhold (stiver n/stiver 1)
1	d1: 1.0

RESULTATER:

Resulterende stiverkraft : 57.3 kN/m i dybde: 1.0 m
Stiverkraft, stiver 1 : 57.3 kN/m
Nødvendig spuntlengde : 5.0 m
Kraft i evt. fotbolt : 0.0 kN/m
Maksimalt moment : 44.6 kNm/m i dybde: 2.8 m
Støttemoment ved stiver 1: 5.0 kNm/m
Motstandsmoment (St.37.2): 218 cm³/m
Motstandsmoment (St.52.3): 144 cm³/m



$$S_u = 60$$

SPUDIM : BEREGNING AV AVSTIVET SPUNT

Versjon.....: 02/9003

Lisens.....: NSB - Geoteknikk

Prosjektnr.: TOMTER Utført av: Dato: 11/11/1998

Prosjektnavn: Roerkryssing under sporet

BEREGNING...: Spunt, utgravn. 3.5 m $q \cdot x \cdot \text{°Nt}$

INN-DATA:

Jordtrykk (kN/m ²)	Dybder (m)	
pa1: 10.0	h1: 1.0	(konst. aktivt jordtr. fra terreng til h1)
pa2: 60.0	h2: 3.5	(aktivt jordtrykk i gravenivå h2)
pr : -27.0		(resulterende jordtrykk i gravenivå)
s : 0.0		(heln. på res. jordtr. under gravenivå)
	hf: 15.0	(dybde til fjell)

Stiver nr.	Kraftforhold (stiver n/stiver 1)
1	d1: 2.0

RESULTATER:

Resulterende stiverkraft : 79.5 kN/m i dybde: 2.0 m

Stiverkraft, stiver 1 : 79.5 kN/m

Nødvendig spuntlengde : 4.2 m

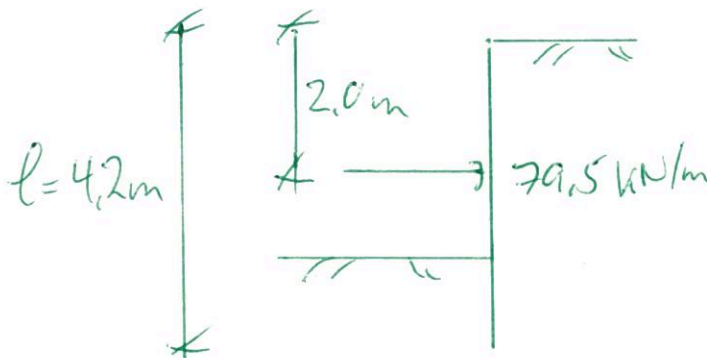
Kraft i evt. fotbolt : 0.0 kN/m

Maksimalt moment : 23.3 kNm/m i dybde: 2.0 m

Støttemoment ved stiver 1: 23.3 kNm/m

Motstandsmoment (St.37.2): 114 cm³/m

Motstandsmoment (St.52.3): 76 cm³/m



=====
SPUDIM : BEREGNING AV AVSTIVET SPUNT

Versjon.....: 02/9003
Lisens.....: NSB - Geoteknikk

Prosjektnr...: TOMTER Utført av: Dato: 11/11/1998
Prosjektnavn: Roerkryssing under sporet

=====
BEREGNING...: Spunt, utgravn.3.5 m $q \cdot x \cdot ^\circ Nt$

MOMENTFORDELING LANGS SPUNT:

Hele meter nedover, desimeter bortover.

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0 :	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
1 :	5	6	7	9	10	12	14	16	18	20
2 :	23	19	14	1	6	3	-0	-3	-5	-7
3 :	-8	-9	-9	-8	-7	-6	-4	-3	-2	-1
4 :	-0	-0	0							