

R 358-2 BROMSTADVEGEN, bru over jernbanen.  
Supplerende grunnundersøkelse.

Innholdsfortegnelse.

	side
1) Innledning	1
2) Markarbeid	1
3) Laboratoriearbeid	1
4) Grunnforhold	1-2
5) Stabilitet	
a. Fylling ved søndre landkar	2
b. Utgraving for pilarene	2
6) Fundamentering	
a. Pilarene	3
b. Landkarene	3-4
7) Utførelse av sprengsteinsfylling ved søndre landkar	4
8) Sammendrag og konklusjon.	4

Bilag 1	Situasjonskart m/borpunkter.
" 2	Lengdeprofil.
" 3	Tverrprofil pilar nord.
" 4	--- " --- - " - syd.
" 5	--- " --- sprengsteinsfylling.
" 6	Borprofil fra prøvetaking.
" 7-8	Resultater spesialforsøk.

## R 358-2 BROMSTADVEGEN, bru over jernbanen.

### Supplerende grunnundersøkelse.

#### 1. Innledning.

Etter oppdrag fra Planavdelingen v/overing. Syrstad er det utført supplerende grunnundersøkelse for bruprojekt over jernbanen vest for Leangen stasjon. Brua utgjør en del av Bromstadvegens forlengelse mellom Innherredsveien og Haakon VII's gt.

Brua er prosjektert i armert betong med 15 m bredde og total lgd. 53,5 m. Den hviler på 2 pilarer foruten landkarene og har således 3 spenn (se bilag 2). Brua vil bli støpt kontinuerlig over pilarene med ledd i begge sidespenn. Nordre landkar vil bli plassert omtrent i terrengnivå mens søndre landkar må fundamenteres på en 10 m høy fylling.

Vi har tidligere grunnboret for vegprosjekt (R-358) og utført enkelte boringer også ved det antatte brusted. Denne grunnundersøkelsen tar først og fremst sikte på å bestemme fundamenteringsmåte for brua. En vil også vurdere utgravingen for nordre landkar samt setningene til fyllingen under søndre landkar.

#### 2. Markarbeid.

Borearbeidet er utført i august og september 1975 under ledelse av boreformann P. Dyrdaal, TIV. Det er utført 6 dreiesonderinger som p.g.a. stor boremotstand, delvis er supplert med slagsondering. Alle sonderingene, bortsett fra hull 4, er ført til antatt fjell. De 6 borhullene er nivellert i forhold til kjedingen av Bromstadvegen. I sentrum av hvert pilarfundament er det tatt opp uforstyrrede prøver med 54 mm stempelprøvetaker og representative prøver med 30 mm slagprøvetaker. Både tidligere og nye boringer er tegnet inn på situasjonsplanen bil. 1.

#### 3. Laboratoriarbeid.

De opptatte prøver, i alt 21, er åpnet og klassifisert ved vårt laboratorium på Valøya. Det er utført rutineundersøkelse av romvekt og vanninnhold. Udrenerte skjærfasthet er bestemt ved hjelp av konusforsøk. På de representative prøver tatt med slagprøvetaker, gir konusforsøkene noe lave fasthetsverdier da prøvene her må antas å være noe forstyrret. Ved Institutt for geoteknikk, NTH, er det kjørt spesielle forsøk i ødometer og triaksial-apparatur, med resultater gitt i bilagene 7 og 8.

#### 4. Grunnforhold.

Terrenget på brustedet antas opprinnelig å ha vært relativt flatt på kote 38-39 før jernbanen ble anlagt, senere er denne lagt i 4-5 m dyp skjæring. Like vest for den prosjekterte bru kommer jernbanen ut av skjæringen og går over den tidligere Ladedalen på fylling. Den framstikkende rygg ved søndre landkar som fremgår av situasjonskartet er nedplanert i forbindelse med omlegging av Lade-kulverten.

Grunnen på brustedet består av meget fast leire.  $\bar{U}_{\bar{d}\bar{r}\bar{e}\bar{n}\bar{e}\bar{r}\bar{t}}$  skjærfasthet er målt for det meste over  $15 \text{ t/m}^2$ , mens de effektive styrkeparametre er bestemt slik: attraksjon  $a = 5,4 \text{ t/m}^2$  og friksjonsvinkel  $\phi = 36^\circ$ . Leira virker tørr og sprø med vanninnhold 15-20%, og romvekt ca.  $2,15 \text{ t/m}^3$ .

Fjellet på brustedet faller av vestover og ligger ved pilar syd på  $k+20 - k+15$ , dvs. 13-18 m under nåværende terreng, ved pilar nord på  $k+26 - k+23$ , dvs. i 10-13 m dybde, (bilag 3 og 4).

I hull 220, 15 m venstre, (vest) (R-358) er det registrert midt-dels fast leire, dette er også bekreftet av andre borer lenger nord. Dette har ingen betydning for 1. byggetrinn, men ved bygging av den andre halvpart av brua må det regnes med litt lavere fastheter, uten at grunnen kan sies å være problematisk.

Under den planlagte fyllingen syd for søndre landkar er det registrert en del fyllmasse (konf. R-358). Dette henger sammen med den tidligere gjenfylling av Ladedalen.

Fyllmassen består for det meste av leire blandet med silt, sand og grus, og er stort sett fast.

Når det gjelder talldata og detaljer om grunnforholdene, henvises til profiler og borprofiler, bilag 2-8.

## 5. Stabilitet.

### a. Fylling ved søndre landkar.

Fyllingen under søndre landkar er ca. 10 m høy. Et overslag over totalstabiliteten på Su-basis gir med noe forsiktig skjærfasthetsantakelse ( $S_u = 10 \text{ t/m}^2$ ) sikkerhetsfaktor  $F=3$ . Tilsvarende overslag med en  $\alpha$ -analyse gir også betryggende sikkerhet.

Det skulle derfor ikke være fare for dyptgående glidninger under fyllingen. Det er en forutsetning at matjord og evt. urene fyllmasser renskes bort før oppfyllingen starter, og, det vil være fordelaktig om underlaget gjøres ujevnt ved ripping e.l., slik at fyllingen "får tak" i underlaget.

### b. Utgraving for pilarene.

Utgravingen for nordre pilar vil bli ca. 5 m dyp målt vertikalt for nåværende skråningsoverflate.

Fra nedplanert, fremtidig terreng blir dybden 3,5 m. Med den påviste faste leire i skråningen er det beregningsmessig ikke nødvendig å støtte opp denne utgravingen. Imidlertid må det regnes med en del sprekker i leira, og byggegropa bør derfor sikres mot nedfall v.h.a. spunt, berliner-wand e.l..

Ved søndre pilar er gravedybden ca. 2,5 m fra nåværende terreng. Her vil imidlertid utgravingen komme under foten av sprengsteinsfyllingen som forutsettes lagt på forhånd. Hvis ikke dette fundament kan utføres før sprengsteinsfyllingen, må enten denne utføres med midlertidig brattere front, eller ved en form for oppstøtting innenfor fundamentgropa.

## 6. Fundamentering.

### a. Pilarene.

Fundamenteringsforholdene for pilarene er gode, og vi kan derfor tilrå at brua fundamenteres på såler. Hvert av pilarfundamentene skal kunne overføre 850 tonn last til grunnen.

På grunnlag av bæreevnemessige betrakninger har vi ingen betenkeligheter med å tilrå såletrykk på  $25-30 \text{ t/m}^2$ . Dimensjonerende for såletrykket blir da størrelsene av setningene. En har valgt fundamentstørrelse  $4 \times 10 \text{ m}$  som gir såletrykk på ca.  $22 \text{ t/m}^2$ .

På grunnlag av et ødometerforsøk og et ødo-triaksforsøk har vi foretatt setningsberegning. Beregningene er utført på 2 prinsipielt forskjellige måter. Begge beregningene gir setninger på  $5-6 \text{ cm}$ , ved en setningsgivende last på  $20 \text{ t/m}^2$ . Dette anses som ufarlig for den valgte konstruksjon.

Det er også utført beregninger for å vurdere skjevsetningen for nordre pilar p.g.a. tverrrfall i fjelloverflaten. Denne er beregnet til  $0,7 \text{ cm}$ , d.v.s. en svak tendens til skjevsetning mot vest, men neppe av praktisk betydning.

### b. Landkarene.

Landkar nord kan fundamenteres som angitt på tegning 1439.01 fra Aas-Jakobsen, d.v.s. ca.  $3 \text{ m}$  fra skråningstopp. Landkaret er prosjektert med såletrykk  $15 \text{ t/m}^2$ . Ved denne fundamenteringsmåten ventes små setninger, beregningsmessig ca.  $3 \text{ cm}$ .

Landkar syd er som nevnt fundamentert i en  $10 \text{ m}$  høy sprengsteinfylling. Det kan plasseres som angitt på tegning 1439.01 fra Aas-Jakobsen, d.v.s.  $2 \text{ m}$  fra skråningstopp. Prosjektert såletrykk er  $15 \text{ t/m}^2$ .

Setningene som påløper vil være en sum av egensetning i sprengsteinfyllingen og setning i leira under fyllingen. Etter vår mening bør sprengsteinfyllingen bygges opp minst  $3 \text{ mnd.}$  før landkaret støpes, slik at det meste av setningene vil være unnagjort på forhånd.

For å kontrollere setningsutviklingen tilrår vi installert 2-3 setningsplater under fyllingen, forbundet med stenger opp til fyllingsoverflaten, hvor setningene kan måles ved nivellement. Geoteknisk avd. kan sørge for installering av plater og stenger og utføre målearbeidet.

En venter totalt setninger på  $15-20 \text{ cm}$  i leira under steinfyllingen. Egensetningene i fyllingen vil være avhengig av hvor nøye komprimeringen blir utført, men antas å bli relativt små.

Da begge landkarene er fundamentert i dybde mindre enn tele-nedtrengningsdybden, tilrås lagt isolasjon for å hindre at telen kommer inn under landkarene.

For sikkerhets skyld bør også søndre landkar isoleres da sprengsteinsfyllinger kan bli telefarlige ved høyt subbusinnhold.

Som isolasjon kan velges Styrofoam FR (trykkfasthet  $25-30 \text{ t/m}^2$ ) lagt på avrettet grunn under hele fundamentflaten og forlenget horisontalt ut til skråningsoverflaten.

#### 7. Utførelse av sprengsteinsfylling ved søndre landkar.

Da søndre landkar skal fundamenteres direkte i den 10 m høye fyllingen, må denne av setningshensyn bygges av komprimerbare masser, f.eks. sprengstein. Sprengsteinen må komprimeres så godt at en ikke får nevneverdige setninger i fyllingen under landkaret. Vi vil foreslå at sprengsteinsfyllingen bygges etter følgende retningslinjer.

- 1) Sprengsteinen legges ut i 50 cm tykke lag.
- 2) Hvert lag komprimeres med min. 5 tonn vibrerende slepevals, 10 passeringer.
- 3) Maks. steinstørrelse: 25 cm.

En bør være spesielt omhyggelig med komprimeringen under den ytre del av fyllingen, hvor landkaret skal fundamenteres.

#### 8. Sammendrag - konklusjon.

Grunnen på brustedet består av fast leire. Brua kan fundamenteres direkte på såler i leira, med såletrykk  $22 \text{ t/m}^2$  for pilarfundamentene,  $15 \text{ t/m}^2$  for landkarene. Beregnet setning for pilarene er 5-6 cm, som ikke anses betenkelig for den valgte bru-konstruksjon. Nordre landkar ventes å få 3 cm setning. Søndre landkar vil bli fundamentert på toppen av en 10 m høy sprengsteinsfylling som totalt ventes å få 15-20 cm setning. Denne fylling bør legges ut minst 3 mnd. før landkaret støpes. En regner da med at størsteparten av den ventede setning er unnagjort, noe som bør kontrolleres av setningsmålinger på nedfylte plater. Fyllingen må legges ut lagvis og komprimeres godt, retningslinjer er gitt i avsnitt 7. Stabiliteten av den store sprengsteinsfyllingen er ikke betenkelig såfremt det utføres god rensk og "ripping" av underlaget så spredningsbrudd unngås.

Utgravingen for pilarfundamentene er stabilitetsmessig ikke betenkelig, men på nordsiden bør fundamentgrøpa sikres mot lokalt nedfall v.h.a. spuntvegg eller evt. annen form for oppstøtting.

Vi står gjerne til tjeneste under det videre prosjekteringsarbeide og med kontroll-tiltak under utførelsen.

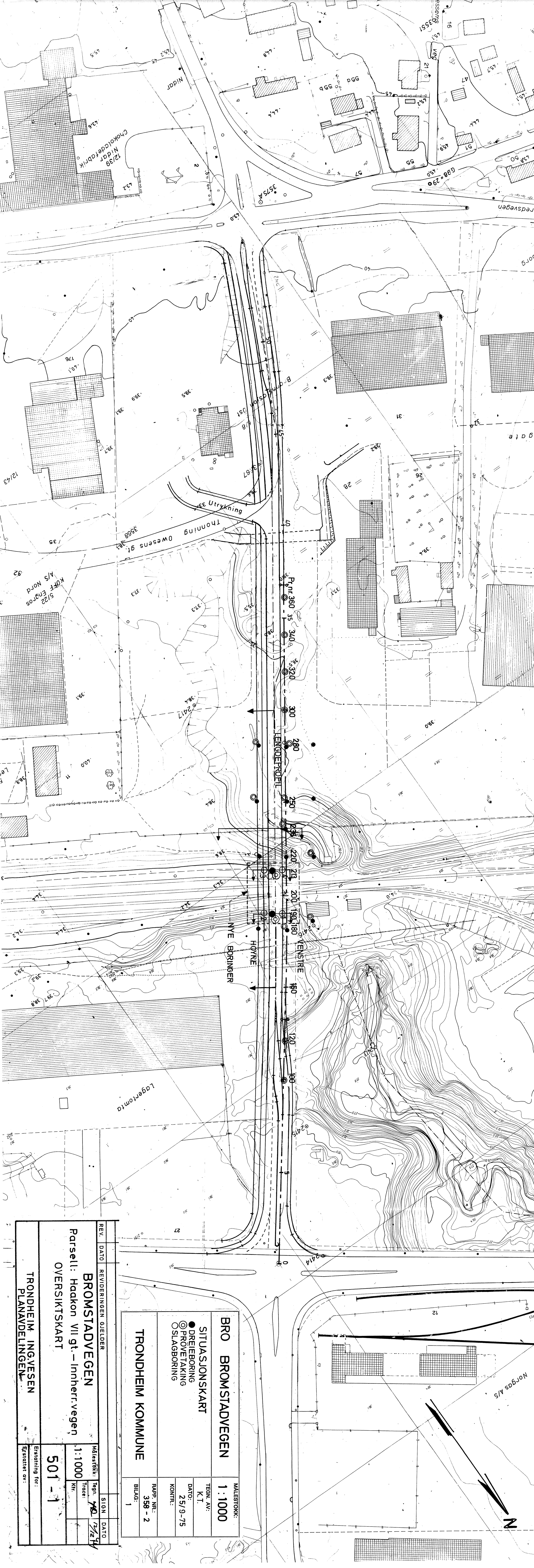
TIV Geoteknisk avd.

Svein E. Hove

*[Signature]*  
Oystein Røe

Svein E. Hove



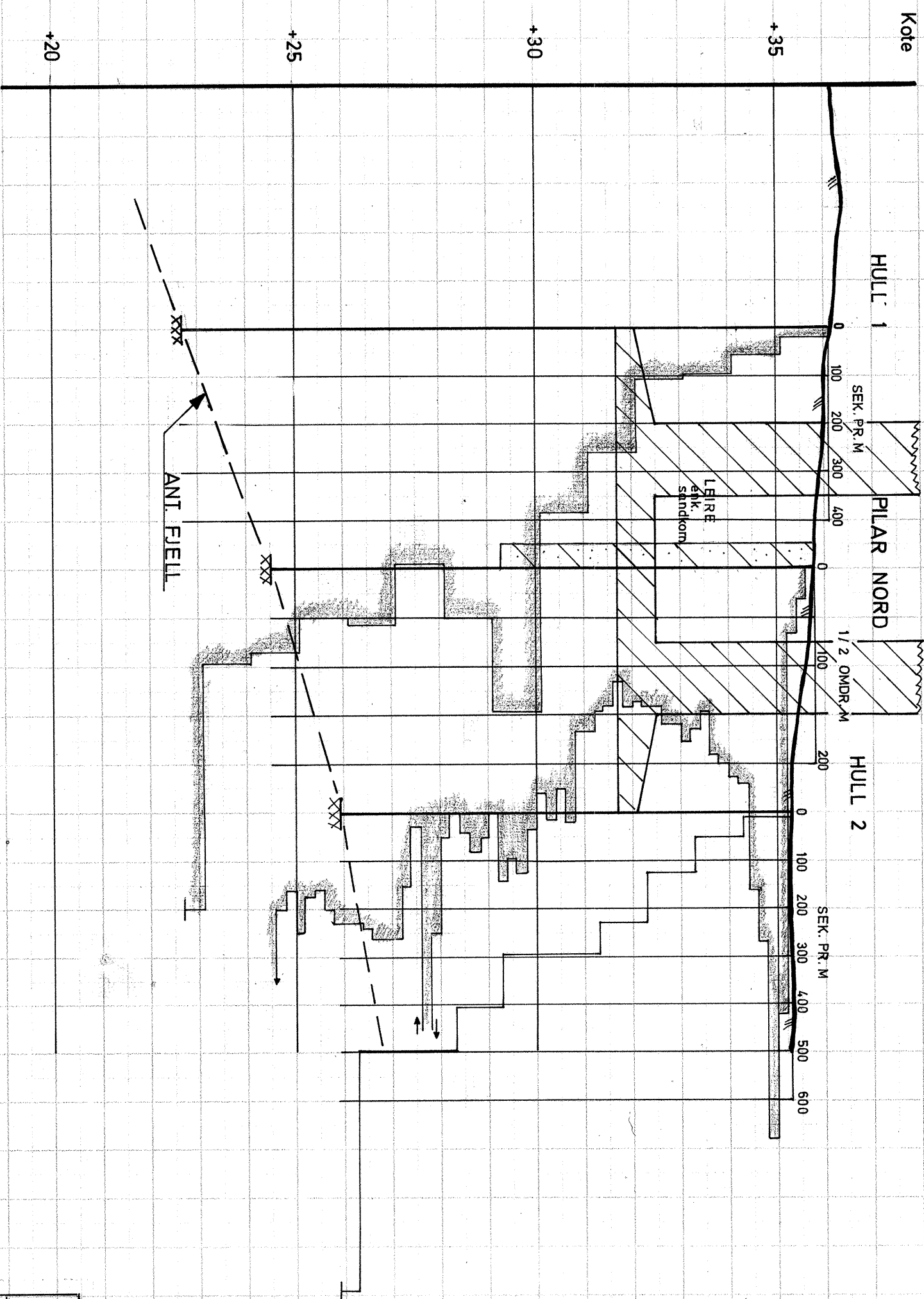


BRO BROMSTADVEGEN		MALESTOKK: 1:1000	
SITUASJONSKART		TEGN. AV: K.T.	
● DREIBORING		DATO: 25/9-75	
⊙ PROVEITAKING		KONTR.:	
○ SLAGBORING		RAPP. NR.: 358 - 2	
TRONDHEIM KOMMUNE		BILAG: 1	

REV.	DATO	REVIDERINGEN GJELDER	SIGN	DATO
BROMSTADVEGEN		Målestokk: 1:1000	7/12/74	
Parsell: Hakon VII gt. - Innherr. vegen		Trace: Kfr.		
OVERSIKTSKART		501 - 1		
TRONDHEIM INGVESEN		Estatist for:		
PLANAVDELINGEN		Estatist av:		



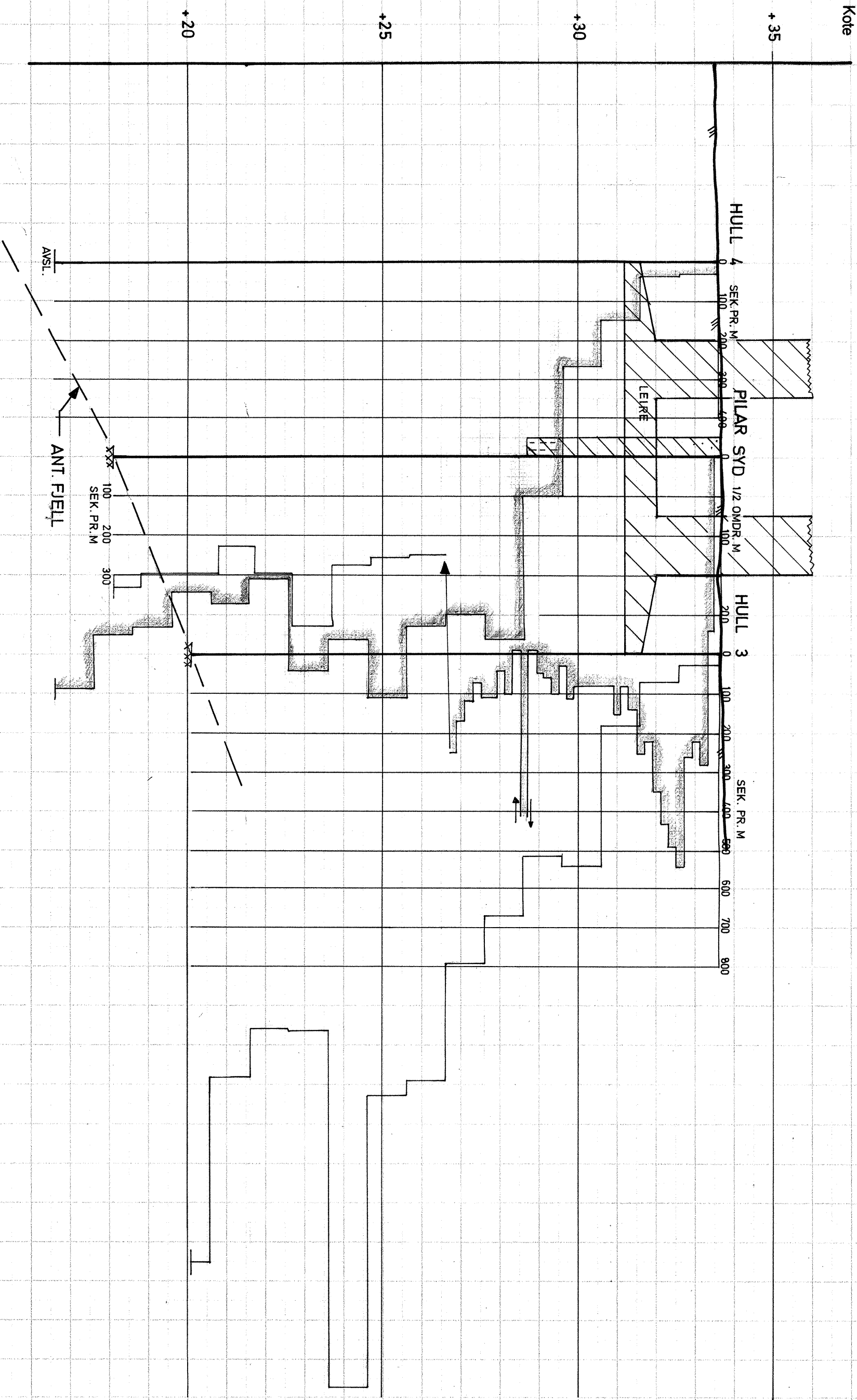




NB !  
↓

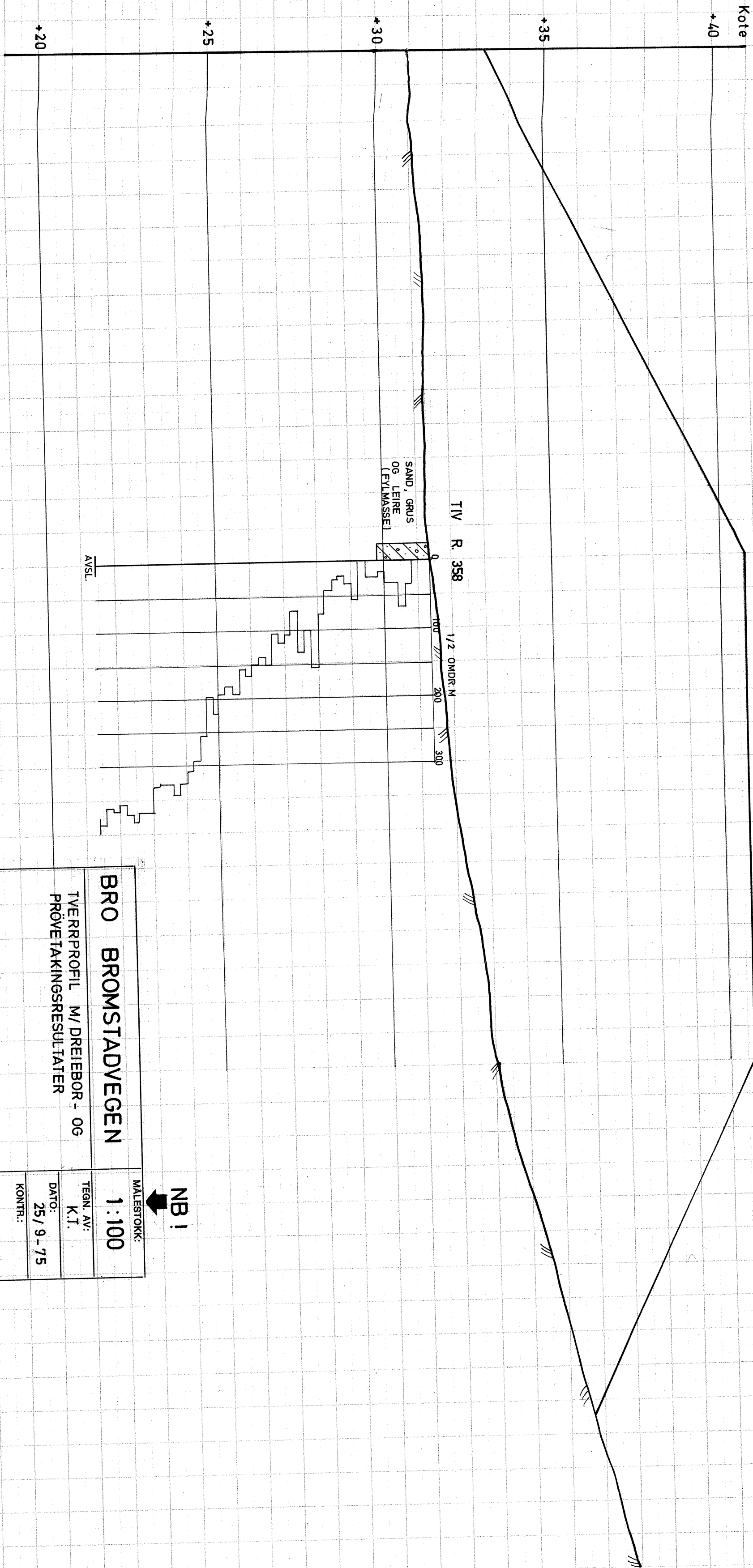
MALESTOKK:		BRO BROMSTADVEGEN	
1 : 100		TVERRPROFIL M/ DREIEBOR-, SLAGBOR- OG PROVEITAKINGSRESULTATER	
TEGN. AV: K. T.		PR. NR. 190	
DATO: 24/9 75		TRONDHEIM KOMMUNE	
KONTR.:			
RAPP. NR.: 358-2			
BILAG: 3			





BRO BROMSTADVEGEN		MALESTOKK:	
1:100		TEGN. AV:	
TVERRPROFIL M/DREIEBOR-,		K. T.	
SLAGBOR-OG PROVEITAKINGS-		DATO:	
RESULTATER		24/9-75	
PR.NR. 213		KONTF.:	
TRONDHEIM KOMMUNE		RAPP. NR.:	
		358-2	
		BILAG:	
		4	

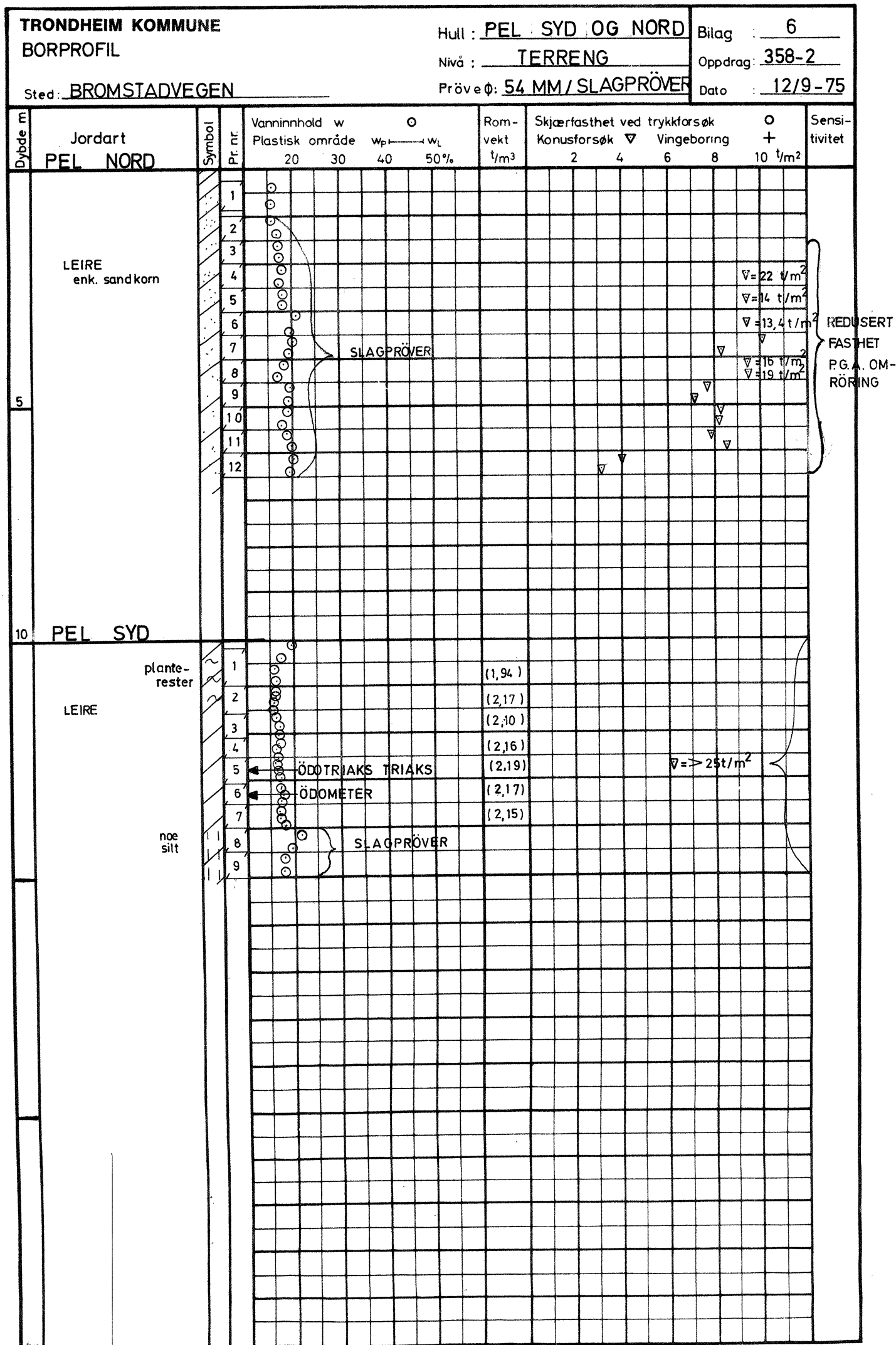
NB!

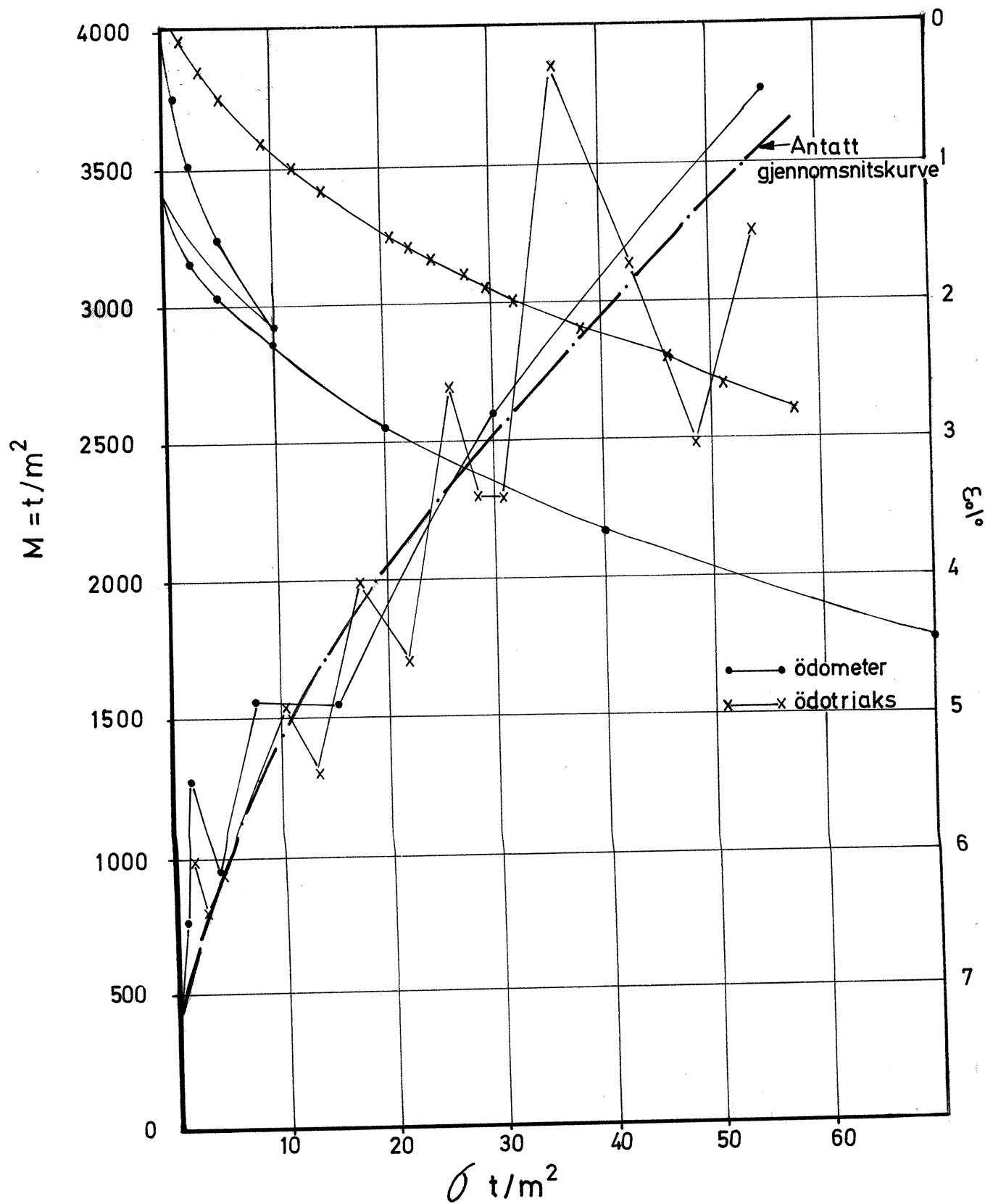


NB!



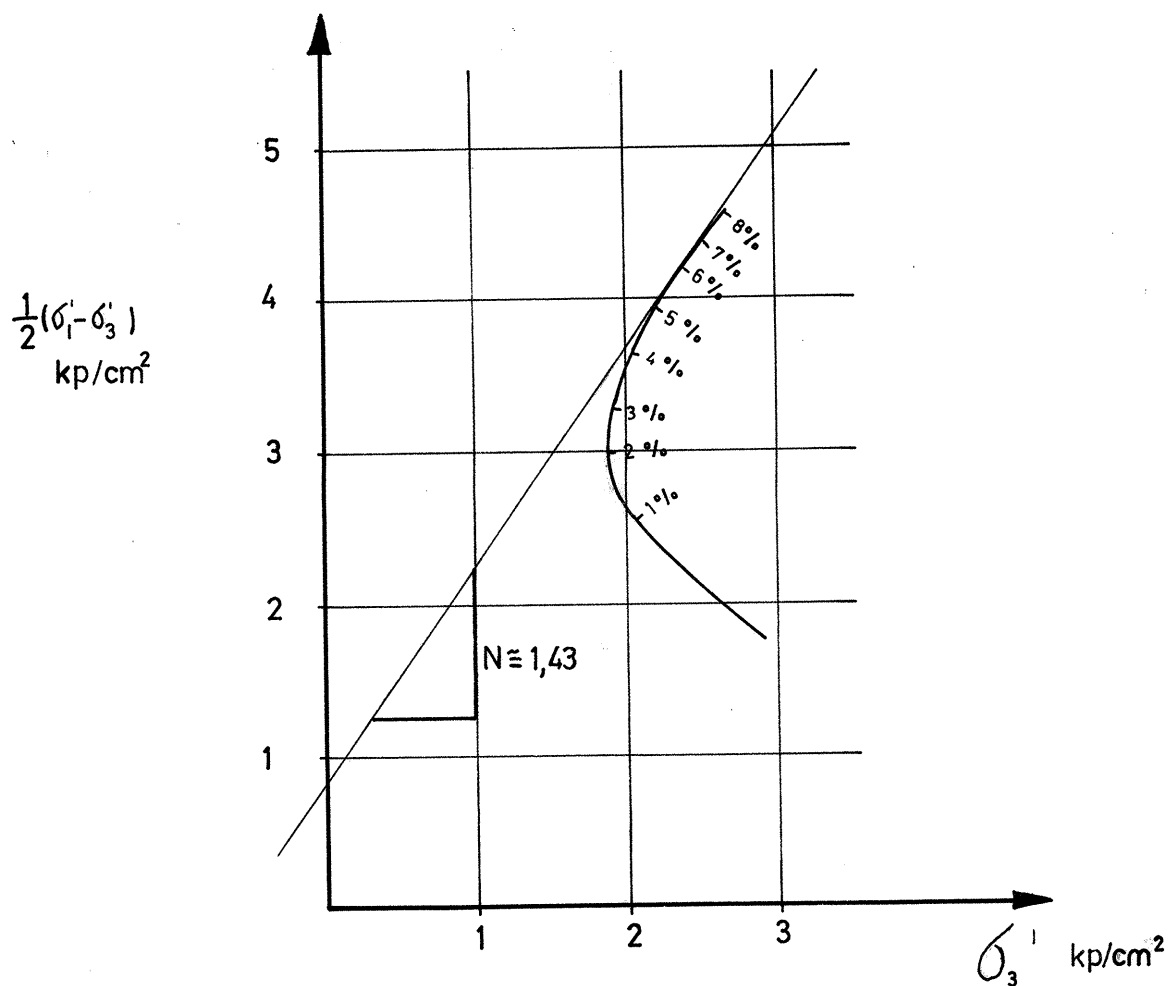
BRO BROMSTADVEGEN		MÅLESTOKK: 1:100	
TVERRPROFIL M/ DREIEBOR - OG PRØVETAKINGSRESULTATER		TEGN. AV: K.T.	
		DATO: 25/ 9 - 75	
		KONTR.:	
PR. NR. 236		RAPP. NR.: 358 - 2	
TRONDHEIM KOMMUNE		BILAG: 5	





<b>BROMSTADVEGEN</b> ÖDOMETER- OG ÖDOTRIAXFORSÖK MODULKURVER	DATO:
	18/11 -75
	TEGN AV:
	K.T.
	RAP. NR.:
	358 - 2
	BILAG:
	7





$$\operatorname{tg} \phi' = \frac{N}{\sqrt{1+2N}} = 0,727 \quad \phi' = \underline{\underline{36^\circ}}$$

$$c' = \frac{\tau^*}{\sqrt{1+2N}} = 4,1 \text{ t/m}^2 \quad a = \underline{\underline{5,6 \text{ t/m}^2}}$$

BROMSTADVEGEN	MÅLESTOKK:
TRIAKSFORSÖK - HOVEDSPENNINGSVЕКТОР	TEGN. AV: K.T
	DATO: 18/11-75
	KONTR.:
TRONDHEIM KOMMUNE	RAPP. NR.: 358 - 2
	BILAG: 8