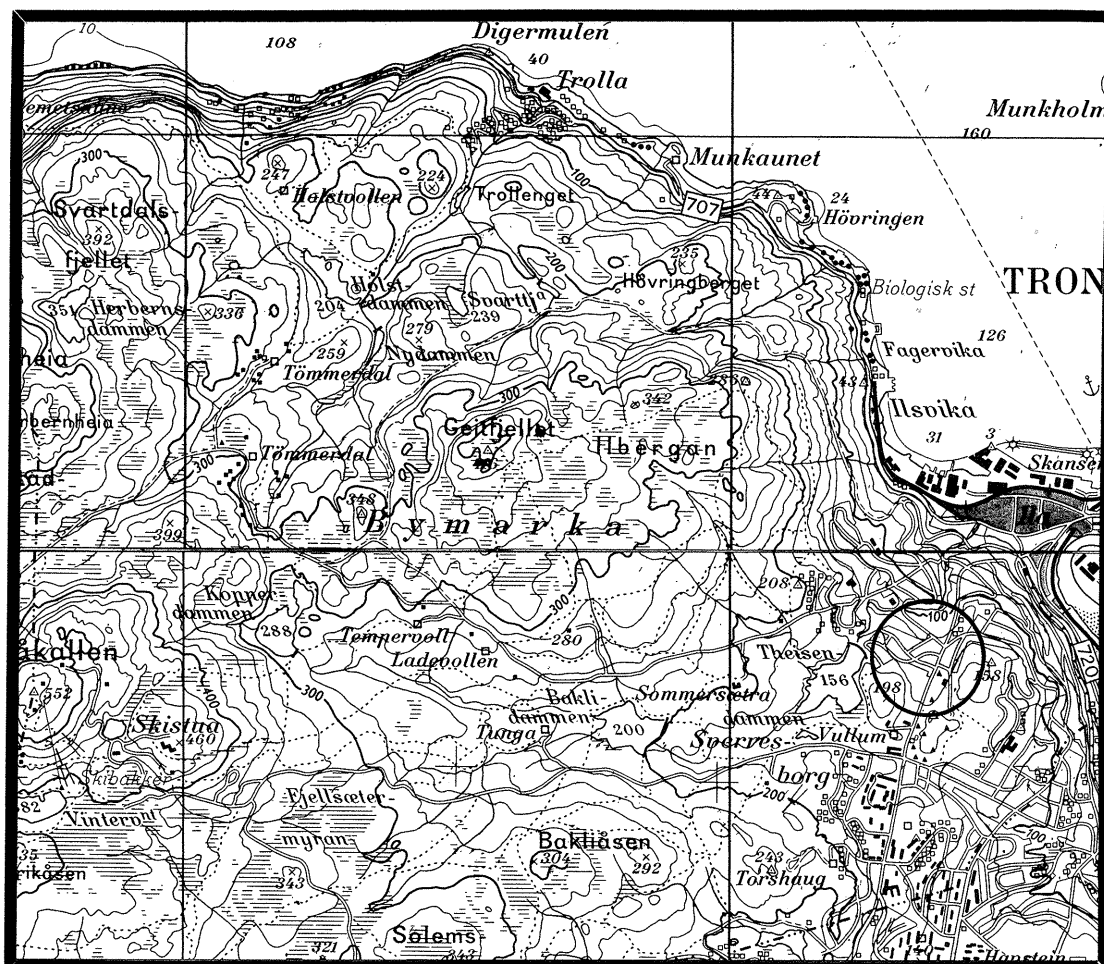


R.1024 HAMMERSBORG

GRUNNUNDERSØKELSER DATARAPPORT



14.04.98


TEKNISK SEKSJON

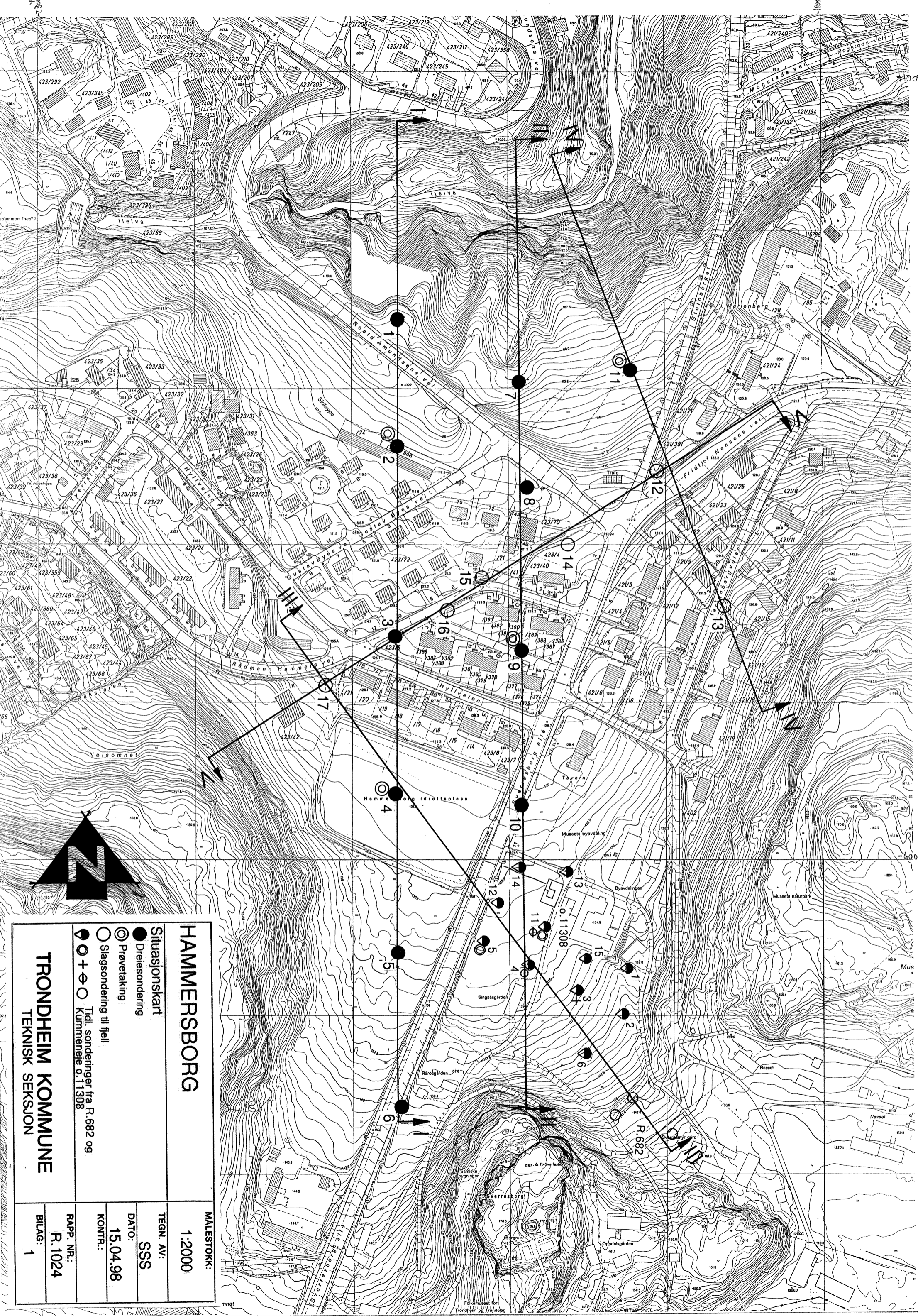
UTBYGGINGSKONTORET TRONDHEIM KOMMUNE



TRONDHEIM KOMMUNE
AVDELING BYUTVIKLING
UTBYGGINGSKONTORET
Teknisk seksjon

Rapport fra Geoteknisk faggruppe.

Oppdrag: R.1024	HAMMERSBORG		
	DATARAPPORT		
Trondheim den:	14.04.98		
Oppdragsgiver:	Internt	Oppdrag ved:	
UTM-referanse:	NR 677 335	Sted:	Hammersborg
Feltarbeide utført:		Antall bilag:	13
		Antall tekstsider:	1 + 12 (b.13)
Feltmetoder:	dreiesonderinger	prøveserier	poretrykksmåling
Emneord:	jordarter	stabilitet	
Sammendrag:	Saksbehandler:	Kåre Sand	
<p>På bakgrunn av at kvikkleire var registrert på tomta til Sverresborg museum har vi utført en omfattende kartlegging av grunnforholdene i boligområdet Hammersborg.</p> <p>Borpunktene plassering framgår av situasjonskartet i bilag 1. Sonderingsresultatene er vist på terrengprofilene i bilag 2 - 6. Profilene er tegnet på grunnlag av kartet. Antatt beliggenhet av kvikkleire er vist i profilene.</p> <p>Fra bilag 7 er vist borprofil og øvrige resultater fra laboratorieundersøkelsene.</p> <p>Til sist er tatt med tekstdelen av en rapport, utarbeidet av Dr.ing studenter ved NTNU, som benyttet prosjektet i et Dr.ing.-kurs i regi av Professor Rokoengen.</p> <p>Det er registrert kvikkleire og under boligområdet. Den ligger imidlertid så dypt, og stengt inne bak en fjellterskel, og vi ikke regner tilstedeværelsen som noen trussel for bebyggelsen.</p>			

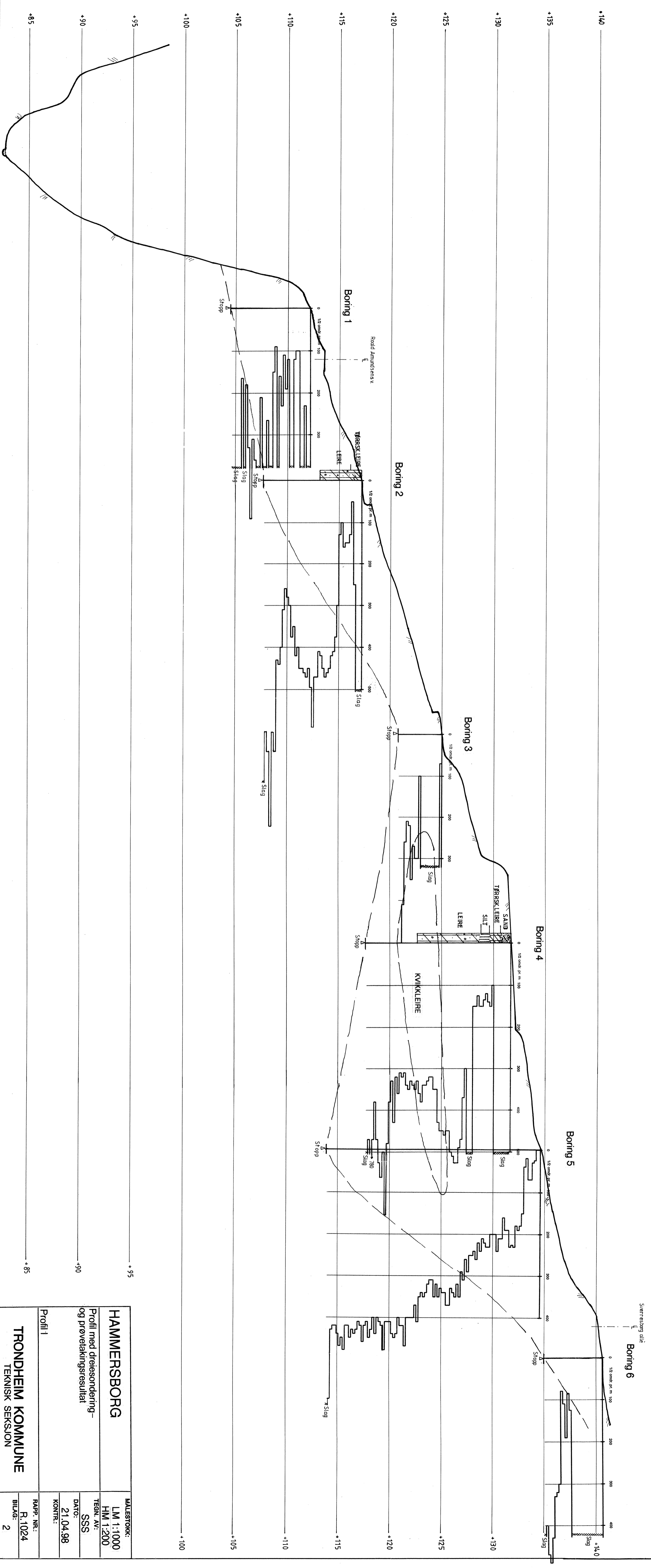


HAMMERSBORG		MALESTOKK:	
1:2000		TEGN. AV:	
SSS		DATO:	
15.04.98		KONTR.:	
RAPP. NR.:		RAPP. NR.:	
R.1024		R.1024	
BILAG: 1		BILAG: 1	

- Situationskart**
- Dreiesondering
 - ⊙ Prøvetaking
 - Slagsondring til fjell
 - ⊕ Tidl. sonderinger fra R. 682 og Kummenleie o.11308

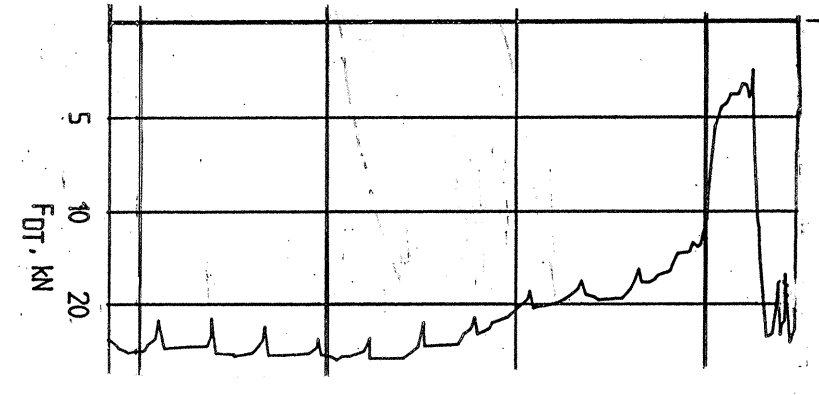
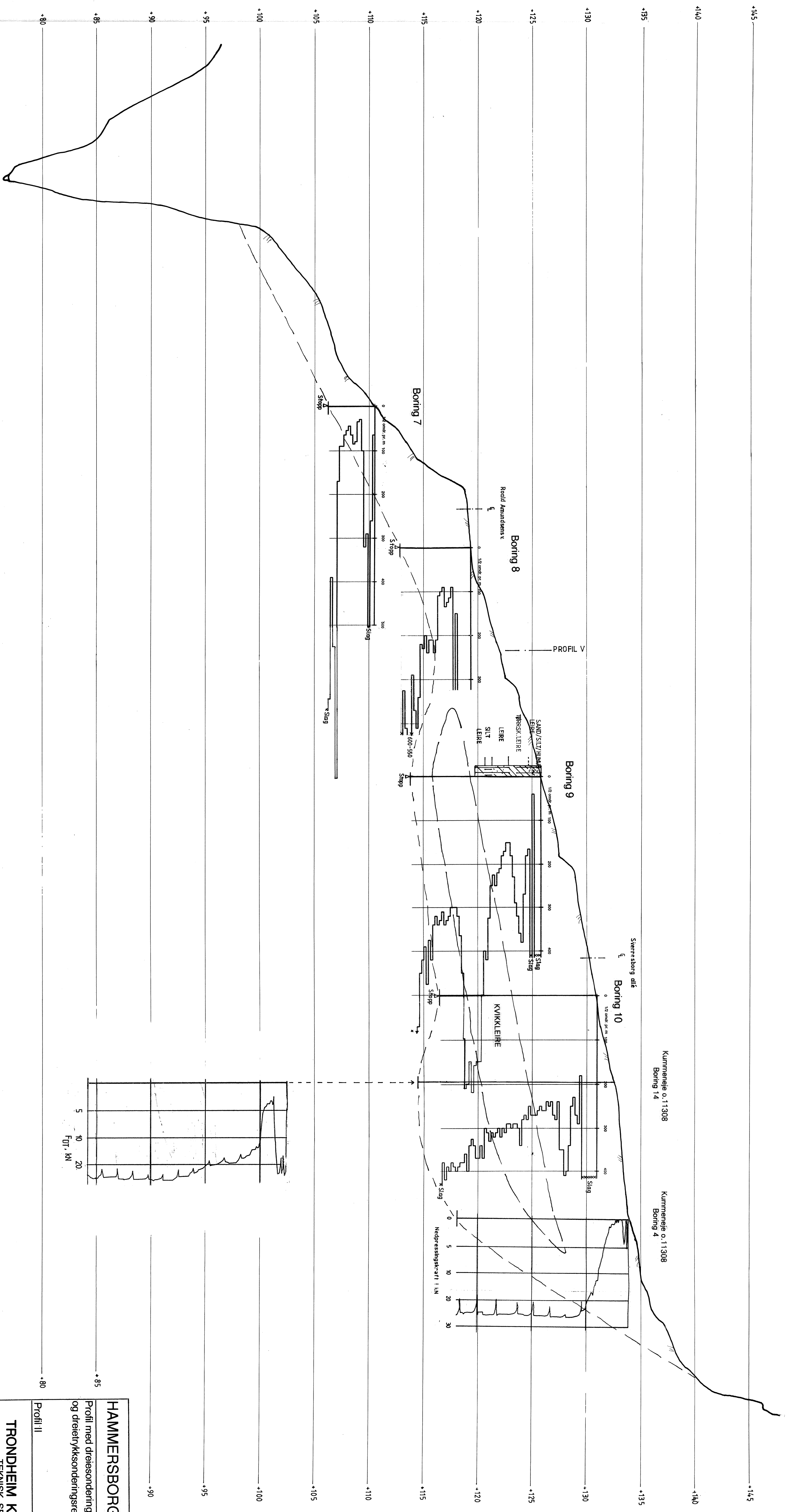
TRONDHEIM KOMMUNE
TEKNISK SEKSJON

mhet



HAMMERSBORG
 MÅLSTOROK:
 LM 1:1000
 HM 1:200
 TEGN. AV:
 SSS
 DATO:
 21.04.98
 KONTR.:

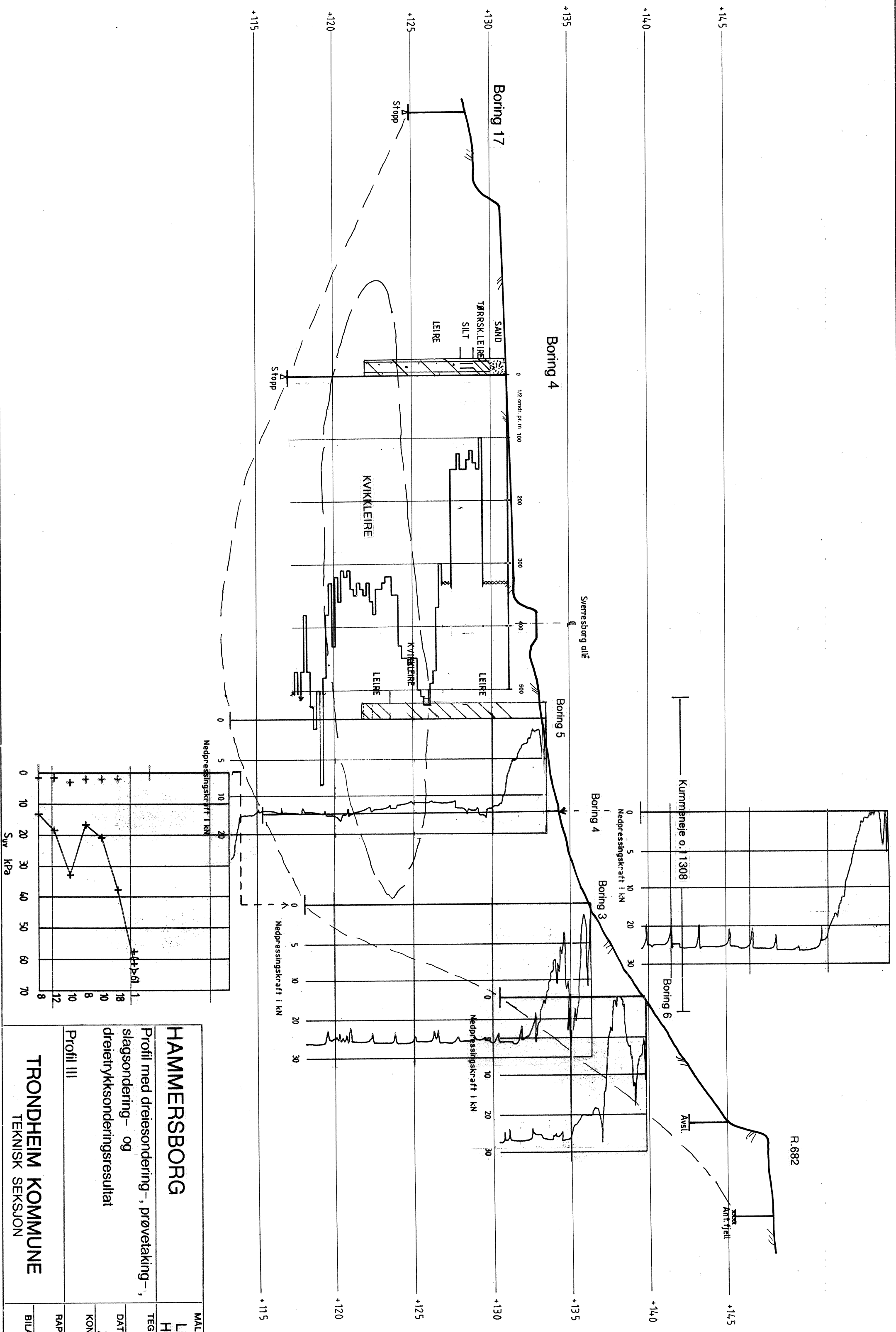
Profil 1
TRONDHEIM KOMMUNE
 TEKNISK SEKSJON
 R.1024
 BILAG 2



HAMMERSBORG
 MALESTOKK:
 LM 1:1000
 HM 1:200
 TEGN. AV: SSS
 DATO: 22.04.98
 KOMM.:
 RAPP. NR.: R.1024
 BILAG: 3

TRONDHEIM KOMMUNE
 TEKNISK SEKSJON

Profil II
 Profil med dræsesonering-, prøvetaking- og dreietrykksundersøringresultat



R.682

HAMMERSBORG

Profil med dreiesondering-, prøvetaking-,
slagsondering- og
dreietrykksonderingsresultat

Profil III

TRONDHEIM KOMMUNE
TEKNISK SEKSJON

MALESTOKK:

LM 1:1000
HM 1:200

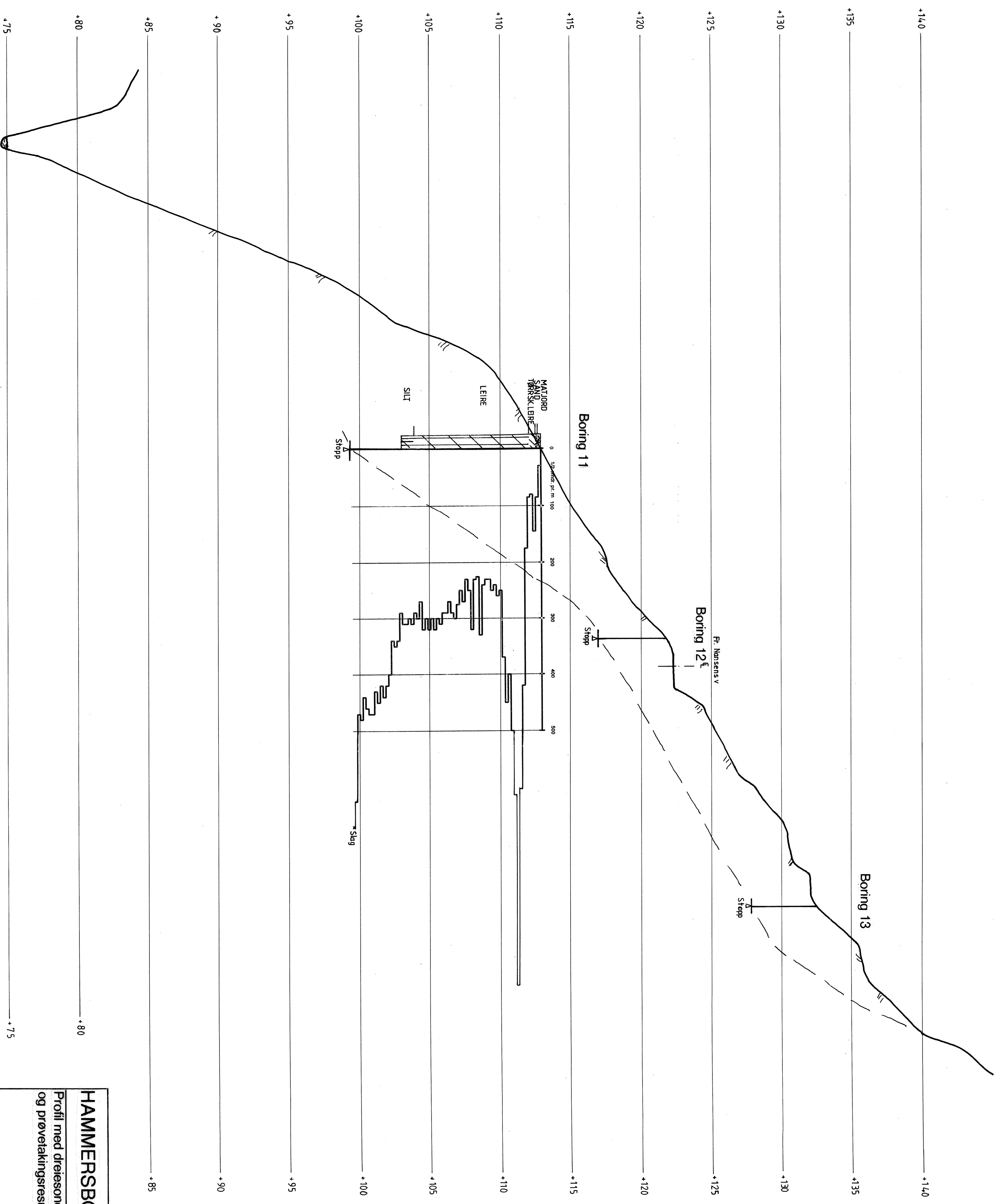
TEGN. AV:
SSS

DATO:
23.04.98

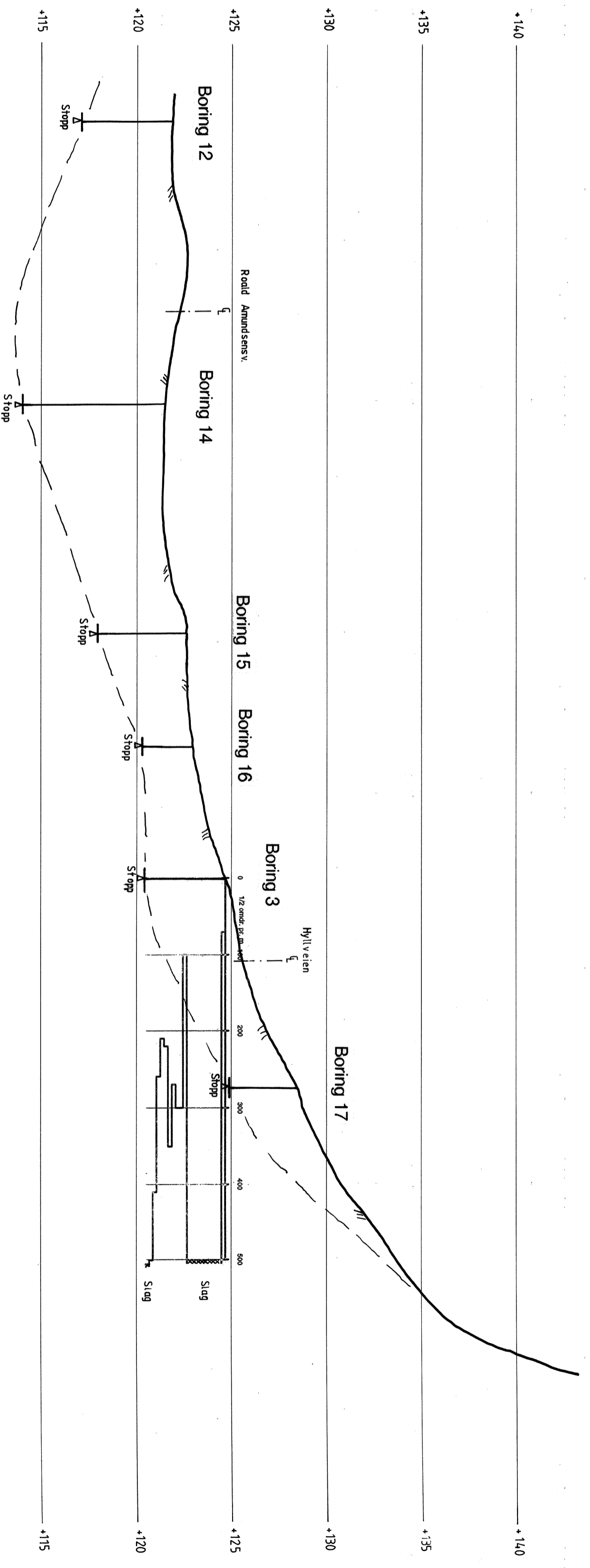
KONTR.:

RAPP. NR.:
R.1024

BILAG:
4



HAMMERSBORG		MALESTOKK:
Profil med dreiesondering-, slagsondering- og prøvetakingsresultat		LM 1:1000 HM 1:200
DATO: 23.04.98		TEGN. AV: SSS
KONTR.:		
Profil IV		
TRONDHEIM KOMMUNE		RAPP. NR.: R.1024
TEKNISK SEKSJON		BILAG: 5



HAMMERSBORG		MALESTOKK:
Profil med slag- og dreieboringresultat		LM 1:1000
		HM 1:200
		TEGN. AV: SSS
		DATO: 23.04.98
		KONTR.: :
Profil V		RAFP. NR.: R.1024
TRONDHEIM KOMMUNE		BILAG: 6
TEKNISK SEKSJON		

TRONDHEIM KOMMUNE, teknisk seksjon
BORPROFIL

BORING: 2

BILAG: 7

Nivå:

Oppdrag: R.1024

Sted: HAMMERSBORG

Prøvetaker: Skrue/54mm

Dato: 15.04.98

Dybde m	Jordart	Symbol	Vanninnhold w				Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensitivitet
			Plastisk område		w _P — w _L			Konusforsøk ∇		Vingeboing +			
			20	30	40	50%		20	40	60	80	100	kN/m ²
	TØRRSKORPELEIRE siltig enk. humusflekker	○											> 250 ∇
	LEIRE, siltig enk. sand- og gruskorn	○ ○					(19,9)						> 250 ∇
		○ ○					(19,6)						> 250 ∇
		○											> 250 ∇
5													
10													
15													
20													
25													

Sted: HAMMERSBORG

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensitivitet
				Plastisk område		w _p — w _L			Konusforsøk ∇		Vingeboing +			
				20	30	40	50%		20	40	60	80	100	kN/m ²
	SAND fin, noe humus noe leirig (FYLLMASSE)		01											
	TØRRSKORPELEIRE siltig middels fast		02											
	SILT, fin		03					(19,6)						162 ∇
			04											> 250 ∇
5	LEIRE, siltig enk.sand og gruskorn		05											> 250 ∇
			06											> 250 ∇
			07											> 250 ∇
	enk skjellrester		08					(19,9)						> 250 ∇
			09					(20,0)						> 250 ∇
10														
15														
20														
25														

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w					Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensitivitet
				Plastisk område		w _p → w _L				Konusforsøk ∇		Vingeborring +			
				20	30	40	50%		20	40	60	80	100	kN/m ²	
	SAND/SILT/HUMUS OG LEIRE (FYLLMASSE)		14				○								
	TØRRSKORPELEIRE siltig		15					(19,2)						>250 ∇	
			16					(19,2)						>250 ∇	
	LEIRE, siltig euk. sand- og gruskorn		17					20,3						>250 ∇	
			18					(20,1)						>250 ∇	
5	SILT, fin		19											>250 ∇	
	LEIRE, siltig		20											>250 ∇	
10															
15															
20															
25															

Dybde m	Jordart	Symbol	P. nr.	Vanninnhold w				Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		W _p → W _L			Konusforsøk ∇		Vingeoring +			
				20	30	40	50%	20	40	60	80	100	kN/m ²	
	MAT JORD SAND, grusig TØRRSKORPELEIRE siltig		21	○	○								> 250	∇
			22		○								> 250	∇
	meget fast		23		○									
			24		○	○		19,8 (20,5)					> 250	∇
	LEIRE, siltig enk. sand og gruskorn		25		○	○		20,7 (20,4)		OMRØRT	UFORSTYRRET		250	∇
5			26		○	○		20,9 (20,4)					170	∇
			27		○	○		20,6 (19,9)					162	∇
			28		○	○		(19,9)						
			Prøve mistet											
	SILT, fin leirig		29		○	○		(20,2)						
10														
15														
20														
25														



**TEKNISK SEKSJON
TRONDHEIM KOMMUNE**

STED: **HAMMERSBORG**
Boring 4

Oppdragsgiver:

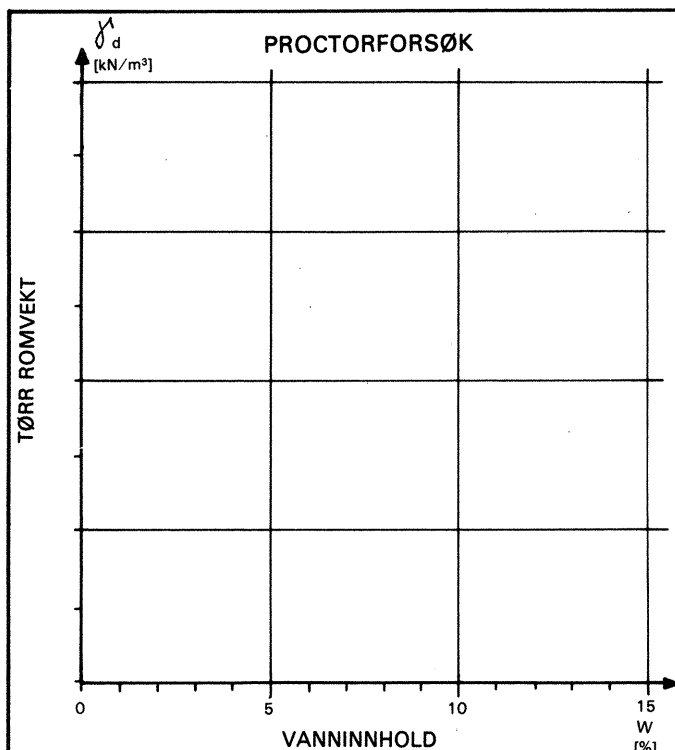
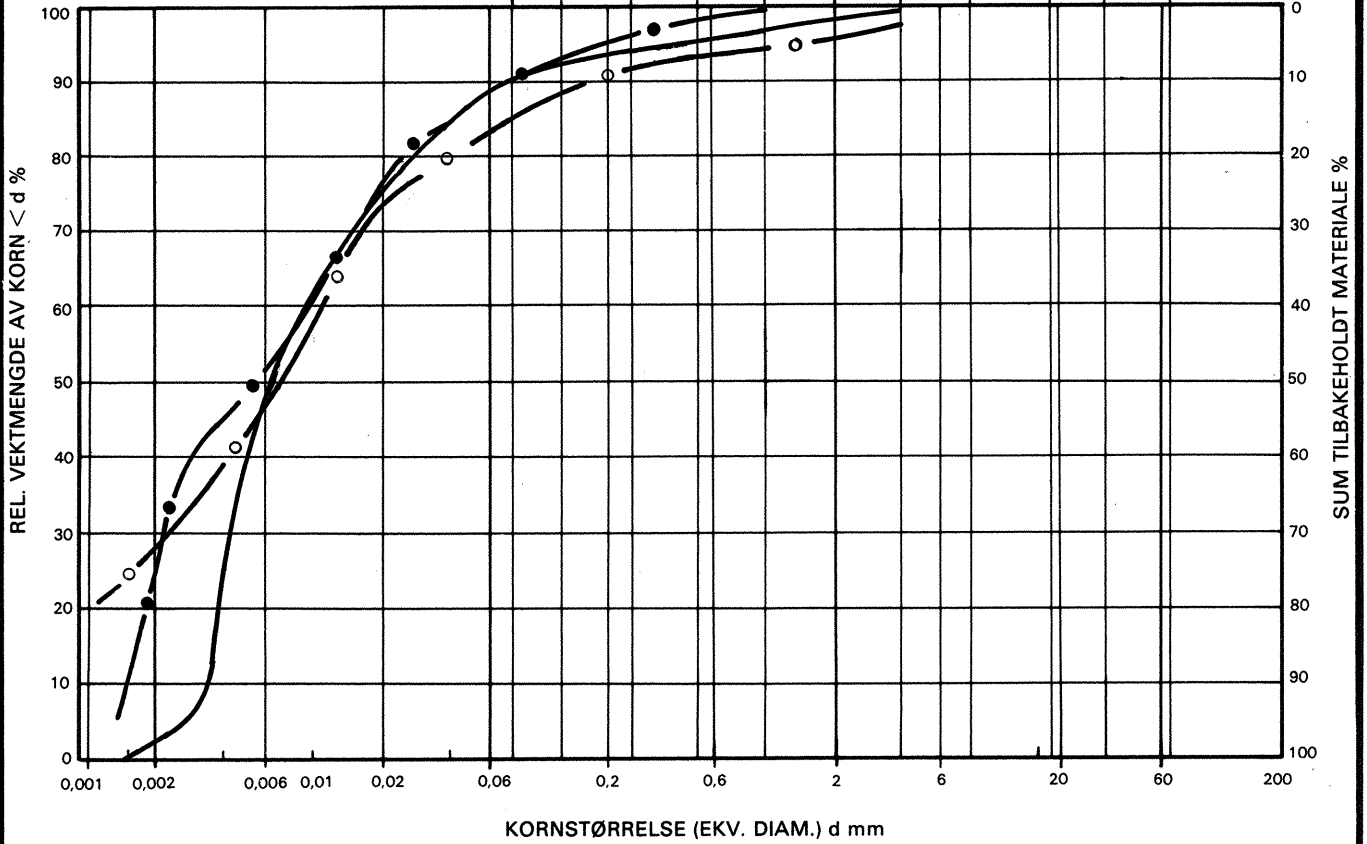
Dato: **30.09.97**

Rapport nr.: **R.1024**

Sign.: **KTR/SSS**

Bilag: **11**

LEIR			SILT			SAND			GRUS			STEIN			
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov						
				0,075	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	19	31,5	63	mm



SYMBOL	PRØVE	C _u
—●—●—	Dybde 2,5m	
-●-●-	Dybde 4,0-5,0m	
—○—○—	Dybde 6,0-7,0m	
—x—x—		

BESKRIVELSE AV MATERIALET

MERKNAD



TEKNISK SEKSJON
TRONDHEIM KOMMUNE

STED: **HAMMERSBORG**

Boring 11

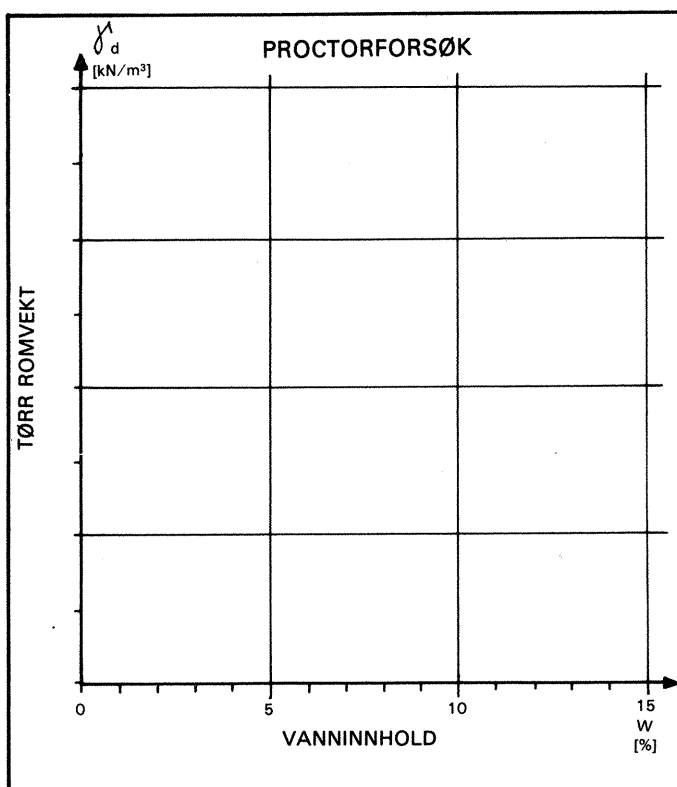
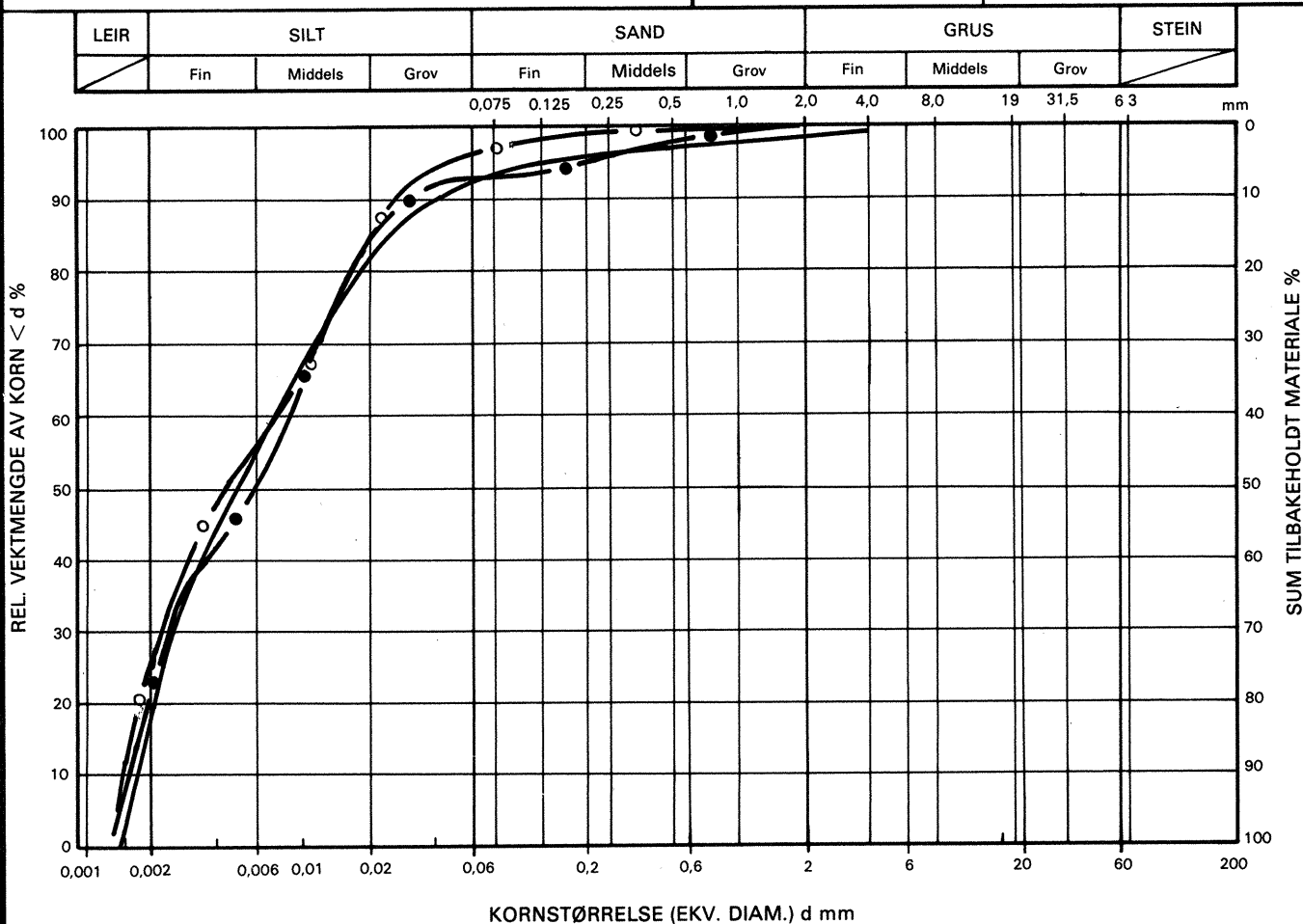
Oppdragsgiver:

Dato: **30.09.97**

Rapport nr.: **R.1024**

Sign.: **KTR/SSS**

Bilag: **12**



SYMBOL	PRØVE	C _u
—	Dybde 2,0–3,0m	
-●-	Dybde 4,55m	
-○-	Dybde 7,68m	
-x-		

BESKRIVELSE AV MATERIALET

MERKNAD

Hammersborg, Trondheim kommune

Stabilitet av boligområde bygd på leire Geologiske forundersøkelser

21906-2

15 desember 1997

Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet

Rapport utarbeidet av: Amund Bruland,
Bjørn Velken,
Pål Henriksen og
Jan O. Larsen

Sammendrag

Ved utvidelse av muséet på Sverresborg ble det funnet kvikkleire. En geoteknisk undersøkelse av tomten og omliggende område ble satt i gang av Trondheim kommune. Som del i faget Ingeniørgeologiske undersøkelsesmetoder, har en studentgruppe undersøkt og vurdert området Hammersborg på Byåsen i Trondheim, ut fra kvartærgeologiske og stabilitets hensyn.

Gruppens vurderinger er basert på tidligere undersøkelser ved dreieboring og prøvetaking i utvalgte områder. Tyngdetetthet, vanninnhold, skjærfasthet, sensitivitet og korngradering ble undersøkt i laboratorium. I tillegg ble prøvene gitt en visuell beskrivelse.

Det er ikke funnet forhold som skulle tilsi stabilitetsproblemer i området og kvikkleiren ansees å være lokal med liten utbredelse.

Innhold

1	Innledning.....	3
2	Topografiske og kvartærgeologiske forhold.....	3
3	Resultater fra tidligere undersøkelser	4
	3.1 Tilleggsundersøkelser	4
4	Undersøkelser	4
	4.1 Generelt.....	4
	4.2 Dreiesonderinger	4
	4.3 Prøvetaking	5
5	Laboratorieanalyser	5
	5.1 Generelt.....	5
	5.2 Visuell beskrivelse	6
	5.3 Kornfordeling.....	6
	5.4 Skjærfasthet.....	6
	5.5 Tyngdetetthet.....	7
	5.6 Vanninnhold.....	7
	5.7 Resultater	7
	5.8 Konklusjon av laboratorieundersøkelsene	8
6	Sammenstilling av undersøkelsene.....	10
7	Konklusjon	10
8	Referanser.....	11

Vedlegg:

- 1: Profiler fra prøvehull
- 2: Dreieboringer i hull 1-13
- 3: Dreieboringer i hull 14-17
- 4: Laboratorierapport
- 5: Oversiktskart med borpunkter, 1:2000

1 INNLEDNING

Som oppgave i fag 21906, Ingeniørgeologiske undersøkelsesmetoder ved Institutt for geologi og bergteknikk, Norges teknisk-naturvidenskaplige universitet (NTNU), har de undertegnede gjort en ingeniørgeologisk forundersøkelse for stabilitetsvurdering av et bebygd område ved Hammersborg på Byåsen i Trondheim (vedlegg 5). Tidligere er det funnet kvikkleire på tomta til Trøndelag folkemuseum /1/. Trondheim kommune ved siv. ing. Kåre Sand hadde derfor foretatt en rekke dreiesonderinger i juli/august 1997. Videre sonderboringer var planlagt og delvis utført av kommunen.

Basert på de utførte undersøkelser fram til august 1997 ble studentgruppen bedt om å gjøre en geologisk undersøkelse der forslag til videre sonderboringer og prøvetakinger samt analyse av prøvematerialet inngikk.

Sonderboringer og prøvetakinger ble foretatt av Trondheim kommunes borgjeng under ledelse av tekniker Jacob Vårum 22. og 23. september 1997. Laboratorieundersøkelser ble foretatt i Trondheim kommunes lokaler i tidsrommet 29. september til 1. oktober 1997 under samme ledelse.

Grunnlagsmaterialet for undersøkelsen er ved siden av de nevnte rapporter etter boringer, kart i målestokk 1 : 2 000 og NGUs kvartærgeologiske kart av blad 1621 IV Trondheim /2/. Videre har kvikkleirekartet til Norges Geotekniske Institutt (NGI) i rapport 84050-1 av 1. juli 1988 vært tilgjengelig.

2 TOPOGRAFISKE OG KVARTÆRGEOLOGISKE FORHOLD

Det aktuelle undersøkelsesområdet ligger som en lomme/daldrag mellom Blyberget i sørvest og Sverresborg i sørøst der grunnen består av morene og forvittringsjord på fjell. Løsmaterialet i denne lommen består av havsedimenter og strandsonesedimenter som i kartmaterialet /2/ beskrives som overveiende siltig. Løsmassedekket i denne lommen skrånar slakt nordover med en helling på ca 5° til tverrdalen ved Ielva som ligger sterkt nedskåret i formasjonen. Høydeforskjellen mellom elva og løsmasse-formasjonens toppdekke er 25 - 30 m med bratte elveskrånninger der det har gått flere mindre skred som har dannet skålformede forsenkninger i søndre dalside.

3 RESULTATER FRA TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Ut fra konsulentrapporten /1/ går det fram at det er kvikkleire av flere meters mektighet under et 5 m tykt lag av siltig leire i museumsområdet oppunder Sverresborg. Kvikkleirelagets tykkelse tiltar opp mot høydedraget i sørøst. Videre går det fram av denne rapporten at grunnvannstrykket er artesisk med en høyde på mellom 2,5 m og 3,8 m over terrengplanet i det samme området.

Trondheim kommunes undersøkelser med dreiebor etter tre profiler 1-6, 7-10 og 11-13 (vedlegg 5) viser at de svakeste sjikt i grunnen lengre nord har en fasthet som må karakteriseres som «middels stor» til «stor» /3/. Svakheten ved boringsinformasjonen fra Trondheim kommune er at det ikke følger loggbok som beskriver borfolkens vurderinger av grunnforholdene, og hvorfor de avslutter boringene på angjeldende dyp. Det er heller ikke noen informasjon om at boreavslutning er mot fjell.

Ut fra de tidligere undersøkelser synes området å bestå av leir/silt med enkelte svake sjikt som kun har karakter av kvikk leire i en mindre lomme oppe under det fremtidige museumsbygget.

3.1 Tilleggsundersøkelser

På bakgrunn av de funne svake sjikt ble det fra Trondheim kommunes side foreslått et nytt profil 14-17 (vedlegg 5) med dreieboring og prøvetaking i punktene 2,4,9 og 11 som supplement til de tidligere undersøkelser. Boreprøvene analyseres i laboratoriet for å finne kornfordeling og fasthet.

4 UNDERSØKELSER

4.1 Generelt

Gruppen deltok i tilleggsundersøkelser på to lokaliteter, dreieboring prøvested 16 og prøvetaking på prøvested 4.

Undersøkelser og analyser er behandlet samlet i rapporten.

4.2 Dreiesonderinger

4.2.1 Prinsipp

Dreiesondering blir mest brukt i geotekniske undersøkelser til bestemmelse av lagdeling i løse jordtyper og til bestemmelse av dybde til faste lag. Prøvemethoden gir ikke prøvemateriale.

Metoden er basert på å registrere motstanden mot nedtrengning ved pålastning av sonden. Ved fastere jordlag når det ikke er nedtrengning med pålastning alene, og lasten er økt til 1 kN, roteres borestengene og omdreininger registreres i forhold til nedtrengning. Når nedtrengningen stopper opp også ved rotasjon utføres en slagkontroll før boringen avslutes /4/.

4.2.2 Boring

Dreiesonderingen ble utført av Trondheim kommune med egen hydraulisk rigg. Det ble brukt sonderbor med diameter 32 mm. Resultatene fra de enkelte boringene er gitt i vedlegg 1 og 2. Mektighet av løse jordlag er vist i profiler i vedlegg 3.

4.2.3 Tolkning av resultatene

De enkelte utskriftene av antall omdreininger pr. m nedtrengning viser generelt stor sondermotstand ut fra klassifisering etter Janbu /3/.

4.3 Prøvetaking

4.3.1 Prinsipp

Prøvetaking har til hensikt å samle en uforstyrret kontinuerlig prøve i et vertikalt hull. Det bores med skruebor til ønsket dybde for prøve. Et rør presses ned i jordmassen ved hjelp av en hydraulisk rigg og tar opp kjerne.

4.3.2 Materiale

Prøvetakingen ble utført av Trondheim kommune med egen rigg. Det ble tatt prøver med diameter 54 mm. Det ble tatt ut prøver ved borpunktene 2,4,9 og 11. Se vedlegg 5, oversiktskart. I tillegg til kjerner ble materiale fra skrueboret samlet.

Motstand under boring ble registrert og ved motstand som tilsvarer skjærfasthet større enn 250 kN/m^2 ble det ikke tatt ut prøver. Ved mindre motstand ble prøve tatt ut og analysert ved konusforsøk i laboratoriet.

5 LABORATORIEANALYSER

5.1 Generelt

Materialet ble undersøkt i laboratoriet hos Trondheim kommune, Geoteknisk seksjon. For prøver i borpunkt 4 og 11 ble det utført en kornfordeling ved slemmeanalyse. Materiale samlet fra skrueboret ble analysert m.h.p. vanninnhold og det ble gitt en visuell beskrivelse av materiale. Resultatene er vist i vedlegg 4.

5.2 Visuell beskrivelse

Behandling av prøvekjernene krever erfaring for å oppnå uforstyrrede prøver. Erfaring utnyttes også til visuell beskrivelse av materialet når det tas ut i laboratoriet.

Prøver tatt fra prøvehullet ble samlet og materialet beskrevet og ført i logg for borprofil for de enkelte borhull. Der kjerner ikke var tilgjengelig ble materiale fra skrueboringen vurdert. Se vedlegg 4.

5.3 Kornfordeling

Kornfordelingen er bestemt ved slemmeanalyse som utnytter sedimenteringstid for de forskjellige partikkelstørrelsene.

Slemmeanalyse ble utført på prøver fra borpunkt 4 og 11. Kornfordelingskurve er vist i vedlegg 4. Jordartsbenevnelse etter kornfordelingskurvene er gitt i henhold til Håndbok 018 /7/.

5.4 Skjærfasthet

5.4.1 Generelt

Skjærfasthet kan analyseres på flere måter. Oftest måles udrenert skjærstyrke, s_u . Tilgjengelige metoder for laboratorieforsøk er enaksial trykktest eller konusforsøk /5/. Andre metoder som treaksial trykktest er vesentlig mer omfattende og er normalt ikke del i rutinetester. Skjærboksforsøk i ulike varianter er også utviklet, men brukes i liten grad.

Betegnelser for leire etter udrenert skjærstyrke er gitt som /6/:

Tabell 1

Betegnelse	s_u (kN/m ²)
Bløt	< 25
Middels fast	25-50
Fast	> 50

Konusforsøk er en standardisert metode som er basert på inntrengning av et lodd som slippes fra et apparat ned på et forberedt prøvestykke. Innsinkingen måles i tre dropp på samme stykke. Fra midlere inntrengingsverdi blir den udrenerte skjærstyrken avlest fra en s_u -inntrengningskurve. Ved konustest kan også omrørt skjærstyrke bestemmes på lik måte. Forholdet mellom omrørt og ikke omrørt skjærfasthet betegnes som leirens sensitivitet. Kvikkleire er definert ved at den omrørte skjærfastheten er mindre enn 0,5 (kN/m²) /6/.

For materiale der sensitiviteten blir målt blir materialet definert som følgende /6/:

Tabell 2

Betegnelse	Sensitivitet $St = s_u/s_u'$
Lite sensitivt	< 8
Middels sensitivt	8 – 30
Meget sensitivt	> 30

5.4.2 Utførte undersøkelser

Skjærfasthet ble bestemt ved konusforsøk. Konusforsøk ble utført i henhold til standard metode for de innhentede kjernene. For enkelte prøver ble sensitiviteten målt. I tillegg ble materiale fra skrueboring vurdert med hensyn på skjærfasthet visuelt. Resultatene er vist i vedlegg 4.

5.5 Tyngdetetthet

Normalt måles tyngdetettheten av våt prøve. Den måles som vekt av uttatt volum dividert på volumet multiplisert med tyngdeakselerasjonen. Tyngdetettheten sier noe om materialets tetthet og benyttes til stabilitet og masseberegninger. Normalt variasjonsområde er 15 – 22 kN/m².

Tyngdetettheten ble bestemt på alt innhentet materiale tatt ut som kjerner. Resultater er vist i vedlegg 4, da angitt som romvekt..

5.6 Vanninnhold

Vanninnhold blir bestemt ved veiing og tørking av materialet. Normalt vanninnhold på inorganiske norske leirer er 22-55 %. Høyt innhold av vann gir informasjon om setningsømfintlighet og indikasjon på lav skjærstyrke.

Vanninnhold ble bestemt på alt innhentet materiale Vanninnholdet ble funnet til 10 – 30 % med de fleste resultater på knappe 20 %. Resultatene er vist i vedlegg 4.

5.7 Resultater

5.7.1 Prøvested 2

Første meteren i prøvehullet er siltig tørrskorpeleire med stor fasthet og enkelte humusflekker. Fra en meter til bunn av prøvehull ved 4 m er det siltig leire med enkelte sand- og gruskorn. Vanninnholdet er avtagende fra 20 % i tørrskorpe til 10 % i bunn av hullet. Fastheten er stor i alt materiale.

5.7.2 Prøvested 4

Den første meteren består av fyllmasse av fin sand med noe leir og humus. Tørskorpen fra en meter til to meter besto av middels fast siltig leire. Området fra to til tre meter var av fin silt. Det ble tatt ut kjerne i dette området. Skjærfastheten ble funnet til 162 kN/m^2 . Fra dybde 3 m til bunn av prøvehull ble det funnet siltig leire med enkelte sand- og gruskorn og enkelte skjellrester. Skjærfastheten var gjennomgående større enn 250 kN/m^2 . Ingen deler av materialet i borhullet ble funnet til å være kvikkleire.

Det ble tatt ut prøver for slemmeanalyse ved 3,3 m, 4,5 m og 6,5 m prøvedyp. Resultatene viser at jordarten er silt for prøve ved 3,3 m, siltig og leire ved 4,5 m og 6,5 m.

5.7.3 Prøvested 9

Første meter av prøvehull var fyllmasse med en blanding sand, silt, leir og humus. Området fra en til tre meter betraktes som tørskorpe med fast siltig leire. Fra tre til fire og en halv meter er massene siltig leire med enkelte sandkorn. Et lag av fin silt opptrer mellom 4,5 m og 5 m. Siltig leire er deretter angitt fra 5 m til bunn av prøvehull på 6 m. Skjærfastheten er gjennomgående større enn 250 kN/m^2 .

5.7.4 Prøvested 11

Første 0,5 m er sandig grusig matjord med skjærstyrke større enn 250 kN/m^2 målt i konusforsøk. Fra 0,5 m til 1 m er det tørrskorpe av siltig leire. I området 1 m til 4 m er leiren meget fast. Konusforsøk gir skjærstyrke større enn 250 kN/m^2 . Fra 4,5 til 5,5 m er leiren siltig med avtagende fasthet fra > 250 til 50 kN/m^2 . Fra 5,5 m til 10 m varierer den uforstyrrede skjærstyrken noe mellom 40 og 80 kN/m^2 . En analyse av omrørt fasthet ble gjennomført i dette området og fastheten er tilnærmet lik for fem forsøk, 25 kN/m^2 . Den beregnede sensitiviteten varierer mellom 1 og 3. I dette området er også vanninnholdet merkbart større enn i de fastere områdene, gjennomsnittlig 23 % mot 18-19 % for de fastere lagene. Leira på 8 m dyp skiller seg ut med vanninnhold 30 % og sensitivitet på 3.

Det ble tatt ut prøver for slemmeanalyse ved 2,5 m, 4,5 m og 7,5 m prøvedyp. Resultatene viser at jordarten er siltig leire for alle prøvene.

5.8 Konklusjon av laboratorieundersøkelsene

De målt verdiene for vanninnhold, skjærfasthet og sensitivitet viser ikke noe materiale av kvikkleire. Materialer er generelt av silt og fast leire med enkelte prøver, prøvehull 11, som har lag som betegnes som middels fast leire. Prøver fra dette materiale viser liten sensitivitet.

6 SAMMENSTILLING AV UNDERSØKELSENE

Profiler av terrenget med antydning av mektighet av løse jordlag er vist i vedlegg 1. Fire profiler er utarbeidet der boring 1-6 er gitt som profil I, boring 7-10 som profil II, 11-14 som profil III og boringene 12, 14, 15, 16, 3 og 17 som profil IV.

7 KONKLUSJON

Prøvetaking og dreieboring viser at det ikke er store områder med ustabile masser i området. Dreieboringen viser varierende mektighet av løse jordlag mellom 3 og 20 m. Materialet tatt ut ved prøvetaking har ikke ustabile egenskaper og kvikkleire ble ikke påvist.

Ut fra dreieboringen er det funnet liten mektighet av løse jordlag i profilet IV. Dette tyder på en rygg, fjell eller harde masser som danner en terskel på tvers av mulig utglidningsretningen. Terskelen vil virke stabiliserende på ustabile masser liggende på oversiden av Rådmann Hammers veg.

Området med kvikkleire i museumsområdet ansees å være lokalt som følge av utvasking fra tilsig i området. Stor utvasking kan være følge av det artesiske vanntrykk i området beskrevet i rapport fra Kummeneje /1/.

Det er med bakgrunn i foretatte undersøkelser liten sannsynlighet for større stabilitetsproblemer i Hammersborg boligområde.

Det kan påregnes mer lokale utglidninger i området ut mot Ilelva. Massene her har sensitivitet opp til 3, men er ikke kvikkleire.

8 REFERANSER

- /1/ Råd. ing. Kummeneje *prosjekt-rapport 11308 av 5 mai 1996*
- /2/ Reite A. J. *Kvartærgeologiske kart av blad 1621 IV*. NGU Trondheim 1976
- /3/ Janbu, N *Grunnlag Geoteknikk*. Tapir Trondheim 1989.
- /4/ Nebb, P,R *Byggeråstoffer, Kartlegging, undersøkelse og bruk*. Tapir Trondheim 1992
- /5/ Emdal, A *Kurskompendium i Geoteknikk 1 GK*. NTH 1993.
- /6/ Vegdirektoratet *Håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging*, kapittel 2. 1990.
- /7/ Statens vegvesen. *Håndbok 018 Vegbygging*, kapittel 1. Fotosats As. Oslo 1980.



Sjefsingeniør Kåre Sand
Utbygningskontoret
Trondheim kommune
Holtermannsv 1
7005 Trondheim

Professor
Kåre Rokoengen
Telefon 73 59 48 18

Vår dato:
07.01.1998

Vår ref.:
kr\Trondheim\Sand98

Deres dato:

Deres ref.:

HJELP VED GJENNOMFØRING AV FAG 21906 INGENIØRGEOLOGISKE UNDERSØKELSESMETODER

Vi viser til hyggelig kontakt i løpet av høsten og vil med dette takke så mye for hjelpen ved gjennomføringen av løsmassedelen av felt- og laboratorieundersøkelser i doktor ingeniør faget 21906. Vedlagt er to eksemplarer av rapporten som ble sammenstilt på grunnlag av undersøkelsene til Trondheim kommune:

Bruland, A., Velken, B., Henriksen, P. & Larsen, J.O. 1997: Hammersborg, Trondheim kommune. Stabilitet av boligområde bygd på leire. Geologiske forundersøkelser. Prosjektrapport for fag 21906 Ingeniørgeologiske undersøkelsesmetoder. Institutt for geologi og bergteknikk. NTNU. 10 s. og vedlegg.

Dette er jo en til dels meget erfaren gruppe av studenter og rapporten ble gitt god karakter, men for ordens skyld understreker vi likevel at det dreier seg om et studentarbeid som verken NTNU eller studentene kan ta noe ansvar for eventuell videre bruk. Vi håper imidlertid at du kan ha nytte av sammenstillingen.

Jeg ser også på rapporten som et bidrag i samarbeidet vi har hatt i flere år for å få en bedre forståelse av dannelse, fordeling, alder og egenskaper til løsmassene i Trondheimsområdet. I den sammenheng hadde jeg nok håpet at studentene hadde gått noe mer inn på dannelse av de faste massene ved Hammersborg og at det hadde blitt tatt ut materiale til datering.

Jeg ser fram til å fortsette samarbeidet i vårsemesteret gjennom prosjektoppgave og sammenstillinger.

Med vennlig hilsen

Kåre Rokoengen

R.1024 HAMMERSBORG Bilag 13.12