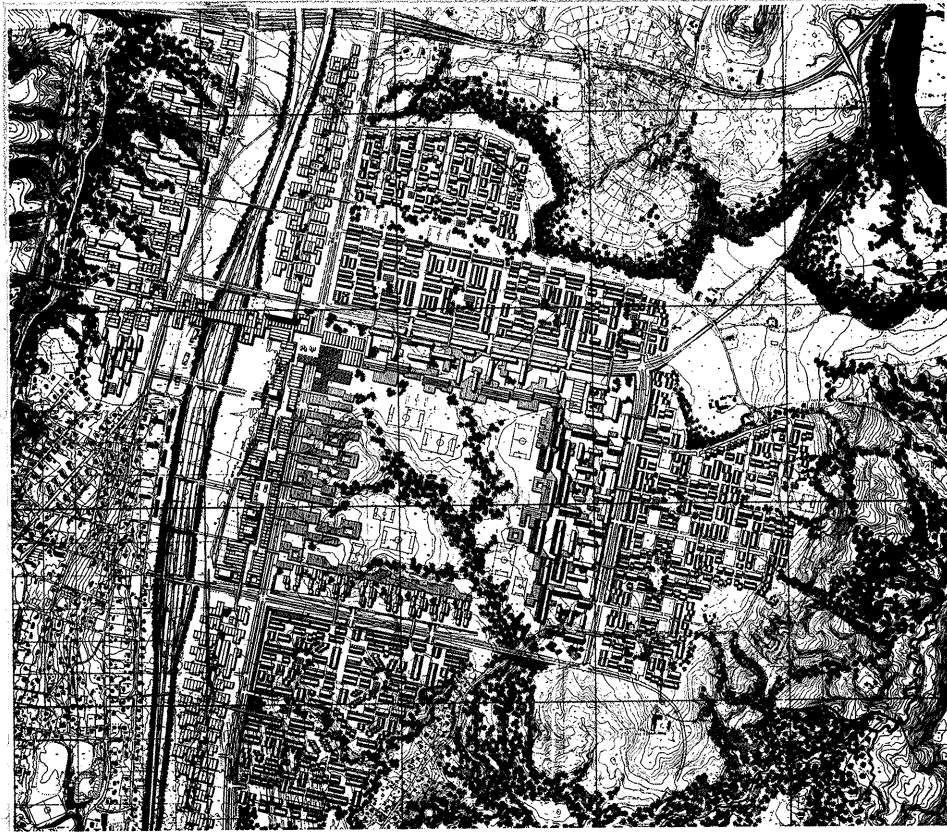


R-323-4 HEIMDALSBYEN
VANN- OG AVLÖPSLEDNINGER
LAGER NORD - PARALELLVEG VEST

GRUNNUNDERSÖKELSE
GEOTEKNISK VURDERING



GEOTEKNISK AVD. TIV 1/3 - 74

R-323-4 HEIMDALSMYRA

Vann-og avløpsledninger, Lager Nord-Bjørndalen.

1. Innledning

Etter anmodning fra Byingeniøren er det utført supplerende grunnundersøkelse for vann-og avløpsledninger innen området Lager Nord og derfra vestover mot Bjørndalen.

De ledninger som her behandles er hovedledningen fra Parallellveg Øst vestover langs Nordre tverrveg, sydover langs E-6 til avløp vestover til Bjørndalen (profil A, bilag 1), samt grenledning fra Lager Nord som stort sett følger langsgående gangveg (profil B, bilag 1).

Hovedledning langs Parallellveg Øst er tidligere vurdert i vår rapport R-323-2, og det vises også til vår tidligere undersøkelse for Lager Nord i rapport R 323-1.

2. Markarbeid

Borearbeidet er utført i tiden november-desember-1973 under ledelse av boreformann P. Dyrdal TIV. Det er i alt utført 20 dreiesonderinger og 8 prøveserier samt en vingeboring.

Tidligere boringer av Siv. ing. O. Kummeneje (O.363-3) og TIV (R-323-1) er tatt med i vurderingen.

Borpunktene plassering framgår av situasjonsplanen bilag 1. På bilag 2 og 3 er det tegnet lengdeprofil med sonderingsresultater og jordartsbeskrivelse.

3. Laboratoriearbeid

De opptatte prøver, i alt 51, er klassifisert ved vårt laboratorium på Valøya. Det er utført rutineundersøkelse av romvekt og vanninnhold. Den udrenerte skjæfasthet er bestemt med konusforsøk og enkle trykkforsøk. Resultatene er grafisk framstilt på borprofilene bilag 4-7.

4. Grunnforhold

Terrenget langs ledningstracéene øst for E-6 er nesten flatt og dekket av et torvlag opptil 2-3 m tykt.

På vestsiden av E-6 faller terrenget svakt vestover mot Bjørndalen og dette området er ikke dekket av torv.

Under torvlaget øst for E-6 og under et tynt tørrskorpelag vest for E-6 er det påvist bløt sensitiv leire. Leira har høyt vanninnhold (30-50 %) og lav romvekt (ca 1,85 t/m³).

Skjærfastheten er målt til 1-2 t/m² og sensitiviteten er ca.10. Dette leirlaget er fra 4-10 m tykt med størst dybde vest for E-6 og i nordvestre del av Lager Nord. Leira er uregelmessig lagdelt med planterøtter og gruskorn, og stedvis er det registrert finsand. (boring 13 og 13 B). Leira blir fastere østover mot Parallellveg og sydover mot Ringveg Nord.

Den bløte, sensitive leira går over i meget fast grunn i dybde 10-12 m på vestsiden av E-6, opptil 8-10 m på østsiden, men avtakende dybde mot øst og syd.

Denne faste grunnen antas å bestå av siltig leire.

Forøvrig henvises til profilene og borprofilene i bilagene 2-7 samt våre tidligere rapporter R-323-1 og R-323-2.

5. Vurdering av prosjektet

a. Generelt

Ved uttrekk fra et stort område som Heimdalsmyra, med lite terrengfall og bebyggelsen lavt plassert i terrenget p.g.a. nødvendig masseutskiftning av torv, vil ledningsdybdene lett bli store. De store ledningsdimensjoner og ønsket om at vann-, spillvann- og overvannsledning skal ligge i hvert sitt nivå, vil ytterligere virke i retning av stor gravedybde.

Det fremlagte foreløpige forslag til lengdeprofil fra rådgiv. ing. Reinertsen viser gravedybder opptil 6 m på østsiden av E-6, 5-8 m på strekningen E-6- Vestre Parallellveg og 2,5-5 m videre vestover. Det er her forutsatt ca. 0,5 m oppfyllingshøyde på tomtene etter fjerning av torv og gravitasjonsuttrekk fra samtlige tomter.

Med de påviste, dårlige grunnforhold er det klart at det på betydelige deler av tracéene vil oppstå store graveproblemer med innrasing fra siden i torv og leire og bunnopp-pressing i leire. Det anses teknisk mulig å gjennomføre ledningsprosjektet i den foreslåtte beliggenhet, men det må da regnes med omfattende tiltak for bedring av stabiliteten. Av slike tiltak kan nevnes:

avlastning på begge sider av grøfta (bunnopp-pressing)
oppstøtting og stempling av grøftesidene (sidestabilitet)
spuntvegg til fast grunn (bunnheving og sidestabilitet)
etappevis utgravning (- " - - " -)

Dessuten kan det i lokale sandforekomster med høy grunnvannstand bli nødvendig med:

grunnvannssenkning v.h.a. Wellpoint - anlegg e.l.

Av disse tiltak vil særlig bruk av spuntvegg til fast grunn kunne føre til meget stor økning av anleggskostnadene. Det må presiseres at de tiltak som er nødvendige i anleggsperioden også vil kreves ved senere reparasjons - eller vedlikeholdsarbeider.

Før avløpsledningenes høydenivå bestemmes, må det derfor finne sted en nøye avveining av store anleggs- og vedlikeholdskostnader ved dyptliggende ledninger mot omkostninger og ulemper ved høyereliggende ledninger, så som kloakk-pumpeanlegg, høyere plassering av bygg og plasser etc.

I det etterfølgende vil vi til støtte for en slik avveining prøve å vurdere de nødvendige stabiliseringstiltak langs tracéene, idet den oppgitte grøftedybde refererer til det forelagte forslag til dybdeplassering. Det vises til inndeling av tracéene i strekninger som vist i bilag 1.

b. Vurdering av enkeltstrekningerHovedledningen, profil A (bilag 2)Strekning I (boring 1-4)

- Dybde grøft : 4-5 m.
 Dybde torv : 1-3 m.
 Grunn under torv : Middels fast leire.
- Stabilitet : Det skulle her ikke være fare for bunnopp-
 pressing men sidestabiliteten vil kreve stemp-
 ling eller rimelig graveskråning.
 Torvlaget kan stedvis være omrørt og oppbløtt
 p.g.a. tidligere gravearbeider.

Strekning II (boring 4-14)

- Dybde grøft : 4-6 m.
 Dybde torv : 1-3 m. (for det meste 2-3 m)
 Grunn under torv : Bløt leire (til dels meget bløt)
 Fast, siltig leire i 10 m. dybde.
- Stabilitet : Den foreslåtte gravedybde kan bare nås ved
 spuntvegg til fast grunn, eller meget om-
 fattende, trinnvis avlastning på sidene.
- Hevning : Ved å heve ledningene 2 m på denne strekning
 (vist i bilag 2) vil gravearbeidet kunne
 utføres uten spuntvegg, men med fjerning av
 torvlaget på siden av grøften over de bløtste
 partier.

Strekning III (boring 14-16) (Kryssing av E-6)

- Dybde grøft : 6-8 m.
 Dybde torv : ingen
 Grunnforhold : Tørrskorpeleire 2-3 m, bløt leire videre til
 dybde 10-12 m, hvorfra meget fast, siltig
 leire.
- Stabilitet : Den foreslåtte gravedybde vil kreve opptil 3 m
 avlastning på begge sider av grøfta på hele
 strekningen. Ved kryssing av E 6 må det spuntet
 til fast grunn hvis avlastning her ikke kan
 tolereres.
- Hevning : En heving av ledningene på 2 m tilsvarende
 strekning II vil redusere stabilitets-
 problemene slik at spunting og avlastning stort
 sett kan unngås.

Strekning IV (boring 16-20)

- Dybde grøft : ca. 5 m.
- Dybde torv : ingen
- Grunnforhold : Tørrskorpeleire ca 2 m, bløt leire videre til 10-12 m dybde, hvorfra meget fast, siltig leire.
- Stabilitet : Den foreslåtte gravedybde er på grensen av hva som av hensyn til bunnhevning kan tilrås utført uten avlastning eller spunting. Gravemassen kan således ikke legges på grøfte-kanten, men så langt innenfor denne at stabiliteten ikke påvirkes.
- Hevning : Med evt. hevning av ledningene på strekningene innenfor, vil det også være naturlig med en viss hevning på denne strekning.

Ledning Lager Nord, profil B (bilag 3)Strekning V (Ringveg Nord - boring 8, R 323-1)

- Dybde grøft : 4,5 - 5,5 m.
- Dybde torv : 1 - 2,5 m.
- Grunn under torv : Bløt leire til dybde 2,5 - 5 m hvorfra meget fast, siltig leire.
- Stabilitet : Grøftebunnen vil komme i den meget faste leira, og det vil ikke være fare for bunnhevning. Ledningsgrøfta kan graves uten avlastning eller spunting, men sidestabiliteten i den bløte leira vil kreve rimelige graveskråninger eller stemming.

Strekning VI (boring 8, R 323-1 - O. 363-3 Kumm.)

- Dybde grøft : 2,5 - 5,5 m.
- Dybde torv : 1 - 2,5 m.
- Grunn under torv : Middels fast / bløt leire til dybde 5 - 8 m (økende nordover) hvorfra meget fast siltig leire.
- Stabilitet : Kan graves uten avlastning eller spunting, med graveskråning eller stemming.

Strekning VII (boring O. 363-3 - 9, hovedledn.)

- Dybde grøft : 4-5 m.
- Dybde torv : 0-2 m (for det meste liten)
- Grunn under torv : Bløt grunn til dybde 7,5 - 9 m hvorfra meget fast, siltig leire. I borhull 13 B består det bløte laget av sand til 2,5 m dybde og bløt leire videre til fast grunn. I borhull 11 er det påvist bløt leire fra terreng til fast grunn.

Utbredelsen av sandforekomsten i borhull 13 og 13 B ikke kjent.

- Stabilitet** : Ved graving i finsand under grunnvannstanden vil hurtig inntreffe hydraulisk grunnbrudd som kjennetegnes ved innsiging og sterk utslakning av grøftekantene og bløt, gyngende bunn. Her må enten grunnvannstanden senkes v.h.a. "well-point-anlegg" eller også må sandlaget "stenges av" med tett spunt. I den bløte leira må det av hensyn til faren for bunnopp-pressing regnes med avlastning 1-2 m på sidene av grøfta.
- Hevning** : Ved reduksjon av ledningenes fall på denne strekningen tilsvarende den nevnte heving på hovedledningens strekning II, III og IV, vil graveproblemerne reduseres noe. Imidlertid må det i alle tilfelle regnes med spunting eller grunnvannssenkning gjennom sandforekomsten ved borhull 13 og 13 B.

c. Forsvarlig gravedybde m.h.t. bunnopp-pressing

I nedenstående tabell er satt opp forsvarlig gravedybde på de forskjellige strekninger uten bruk av spuntvegg. Det er faren for bunnopp-pressing som er lagt til grunn for vurderingen, idet det forutsettes at sidestabiliteten tas vare på v.h.a. nødvendig stimpling eller rimelig graveskråning. Det er regnet både uten og med avlastning på begge sider av grøftene. Gravemassen forutsettes i alle tilfelle fjernet fra grøftekantene.

Lokalisering	Foruts. torvdypde (m)	Foruts. udr. skjærf.het Su (t/m ²)	Forsvarlig gravedybde I leira (m)		Merknader
			Uten avlastn.	Med avlastn.	
Strekn. I	2,0	3,0	6,0	7,0	Avlastn. torvlaget
Strekn. II	2,0	1,0	1,0	2,0	" "
Strekn. III	0	2,0	4,5	7,8	Avlastn. 3 m leire
Strekn. IV	0	2,0	4,5	6,5	" 2 m "
Strekn. V	1,5	ikke målt	—	—	Ingen fare for bunnopp-pressing
Strekn. VI	2,5	2,0	3,0	4,0	Avlastn. torvlaget
Strekn. VII	0,5	1,6	3,0	3,3	Avlastn. torvlaget Ugunstigere ved boring 13 B

Nødvendig avlastningsbredde avhenger av om det stemples eller graves med skråning, men kan foreløpig anslås til 1-1,5 ganger grøftedybden videre fra avlastningsnivå.

6. Sammendrag og konklusjon.

Øst for E 6 vil ledningene bli å føre frem i myr-område med bløt, udrenert torv til dybde 2-3 meter og, under et litt fastere overgangslag, bløt, sensitiv leire videre til fast grunn i opptil 10-12 meters dybde.

Vest for E 6 består grunnen av 2-3 meter tørrskorpeleire over bløt leire, som går over i fast, siltig leire i 8-10 meters dybde.

Det forelagte prosjekt med hovedledning fra Parallellveg Øst langs Nordre Tverrveg og E 6 til avløp vestover, samt grenledning sydfra i Lager Nord til hovedledningen, vil den foreslåtte dybde representere meget store graveproblemer over en betydelig strekning. I den foreslåtte dybde vil det kreves omfattende stabiliseringstiltak som tosidig spuntvegg til 10-12 meters dybde på en strekning på ca. 250 meter. I en viss utstrekning kan spuntveggen erstattes av stor avlastning på grøftesidene, noe som vil medføre meget store gravevolum og neppe være aktuelt på den torvdekte del av tracéene.

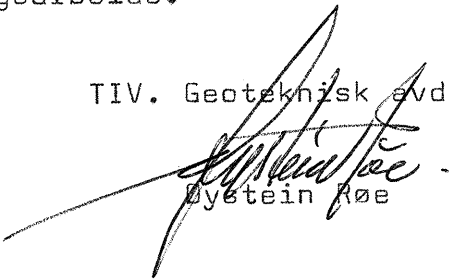
Ved å heve ledningene ca 2 meter på strekning II, III, IV og VII (bilag 2 og 3) vil graveproblemene reduseres betraktelig og spuntvegg synes å kunne unngås på størsteparten av strekningen, men det må regnes med noe avlastning langs grøfta over de bløteste partier. På et lokalt parti av grenledningen (boring 13 og 13 B) hvor det er påvist sand og høy grunnvannstand, må det regnes med tiltak som grunnvannssenkning eller tett spuntvegg.

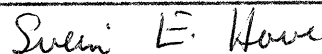
I avsnitt 5 c har vi satt opp i tabell forsvarlige gravedybder uten spuntvegg bestemt av faren for bunnopp-pressing, mens sidestabilitet forutsettes ivaretatt ved stimpling eller forsvarlige graveskråninger. Det tas forbehold om lokale variasjoner i grunnforhold som ikke er påvist ved våre boringer.

Anleggsteknisk vil dette prosjektet by på spesielt store problemer, med bløt, udrenert torv over bløt, sensitiv leire.

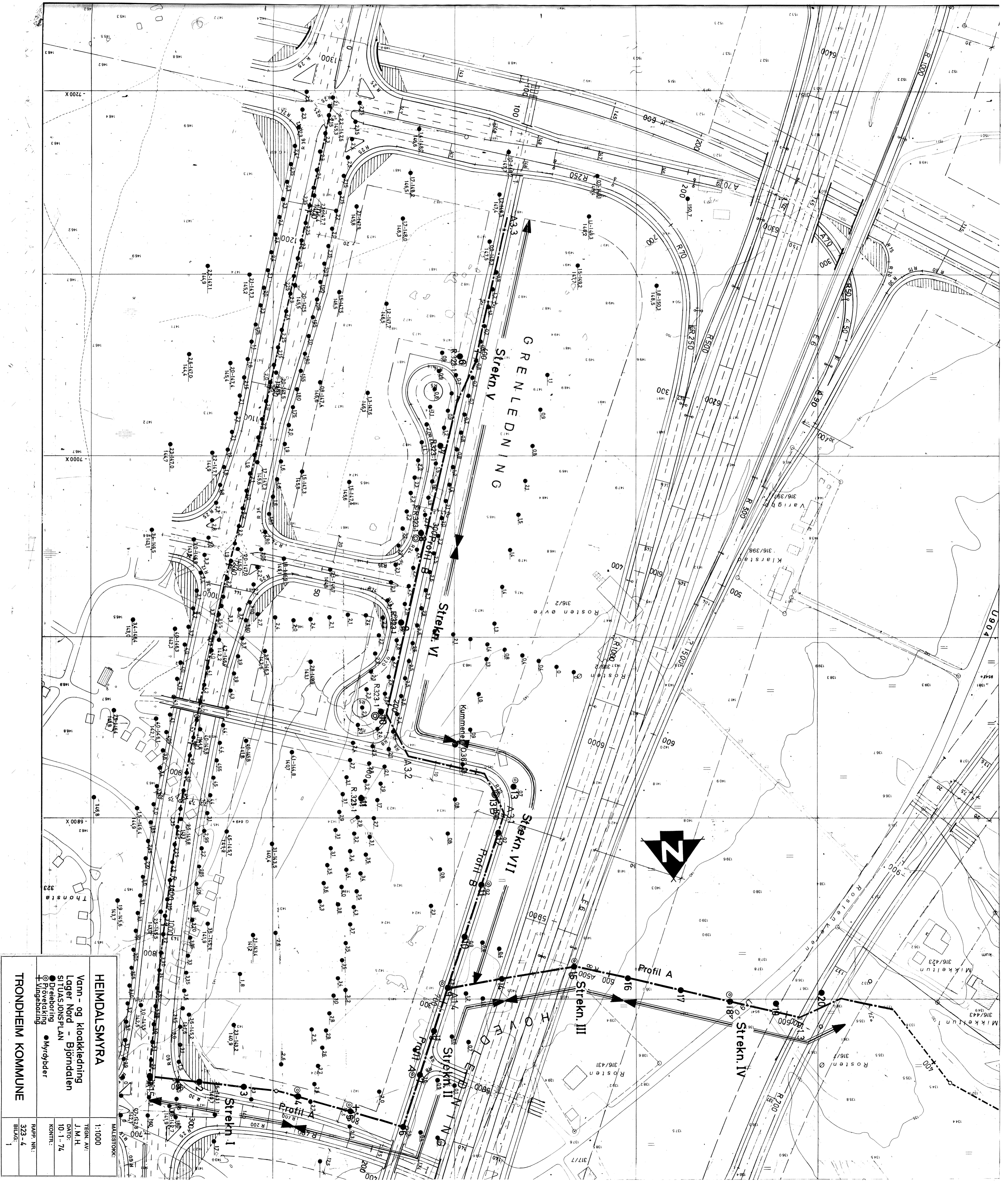
Vi har ikke gått nærmere inn på disse problemer i denne rapport, men forutsetter samarbeid med konsulenter og Anleggsavdelingen under det videre planleggingsarbeide.

TIV. Geoteknisk avd.


Øystein Røe



Svein E Hove



HEIMDALSMYRA
 1:1000
 TEGN. AV: J.M.H.
 DATO: 10.1.74
 KONTR.:
 RAPP. NR.: 323-4
 BILAG: 1

Vann- og kloakledning
 Lager Nord - Bjørndalen
 SITUASJONSPLAN
 ● Dreieboring
 ○ Prøvetaking
 + Vingebøtting
 ● Myrdeylder

TRONDHEIM KOMMUNE

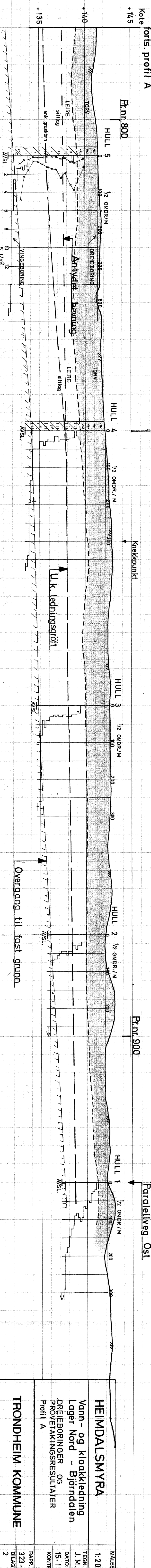
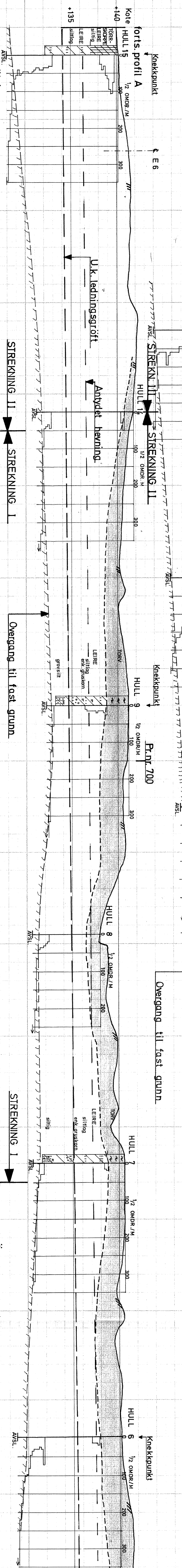
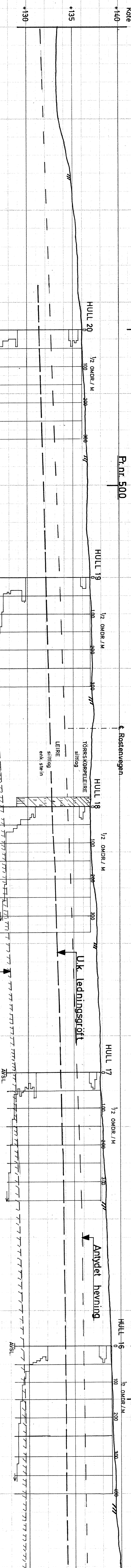
Profil A

STREKNING IV

Pr.nr 500

STREKNING III

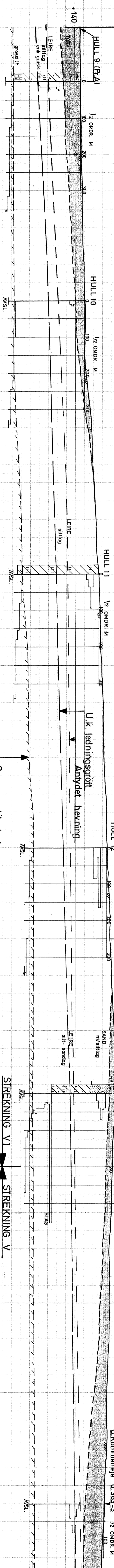
Pr.nr 600



HEIMDALSMYRA	
Vann- og kloakledning	
Lager Nord - Björdalen	
DRÆBERINGER OG	
PROVETAKINGSRESULTATER	
Profil A	
MALESTORKE:	1:200
TEGN AV:	J. M. H.
DATO:	15. 1. 74
KONTR.:	
FAKP. NR.:	323-4
BILAG:	2
TRONDHEIM KOMMUNE	

Pr.nr. 0 PROFIL B
STREKNING VII

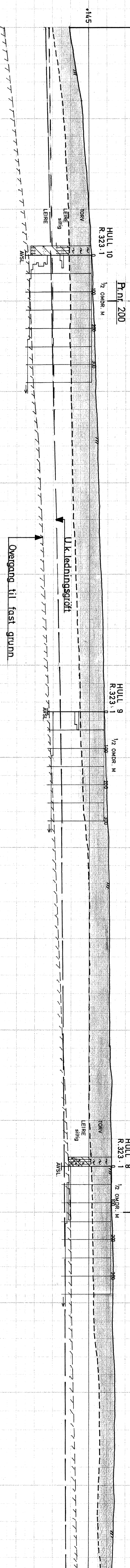
Kote +145



STREKNING VII STREKN. VI
Trukket

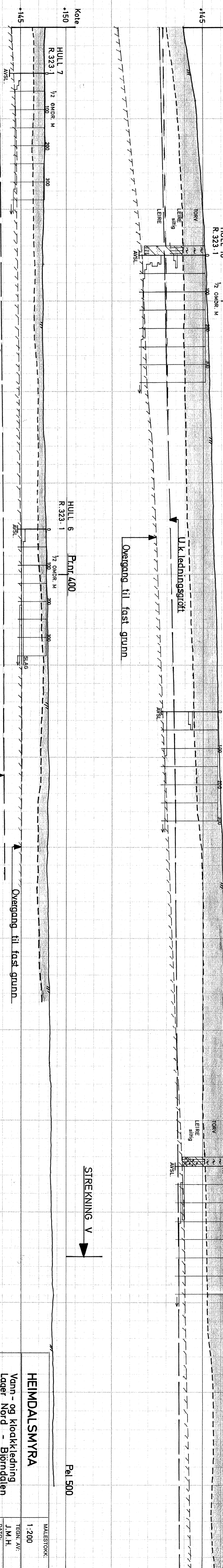
O.Kummenleje 0.363-3 1/2 OMDR. M

Kote +150



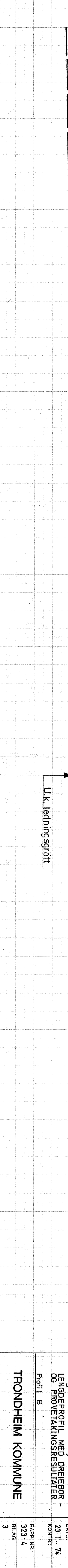
Pr.nr. 300
STREKNING V

Kote +145



Kote +150

Pal 500



HEIMDALSMYRA		MALESTOKK:	1:200
Vann- og kloakkledning		TEGN. AV:	J.M.H.
Lager Nord - Bjørndalen		DATO:	23.1.. 74
LENDEPROFIL MED DREIEBOR		KONTR.:	
OG PROVEITAKINGSRESULTATER			
Profil B			
TRONDHEIM KOMMUNE		RAPP. NR.:	323-4
		BILAG:	3

TRONDHEIM KOMMUNE

BORPROFIL

Lager Nord

Sted: HEIMDALSMYRA, vann- og kloakkledning

Hull : 4 og 5

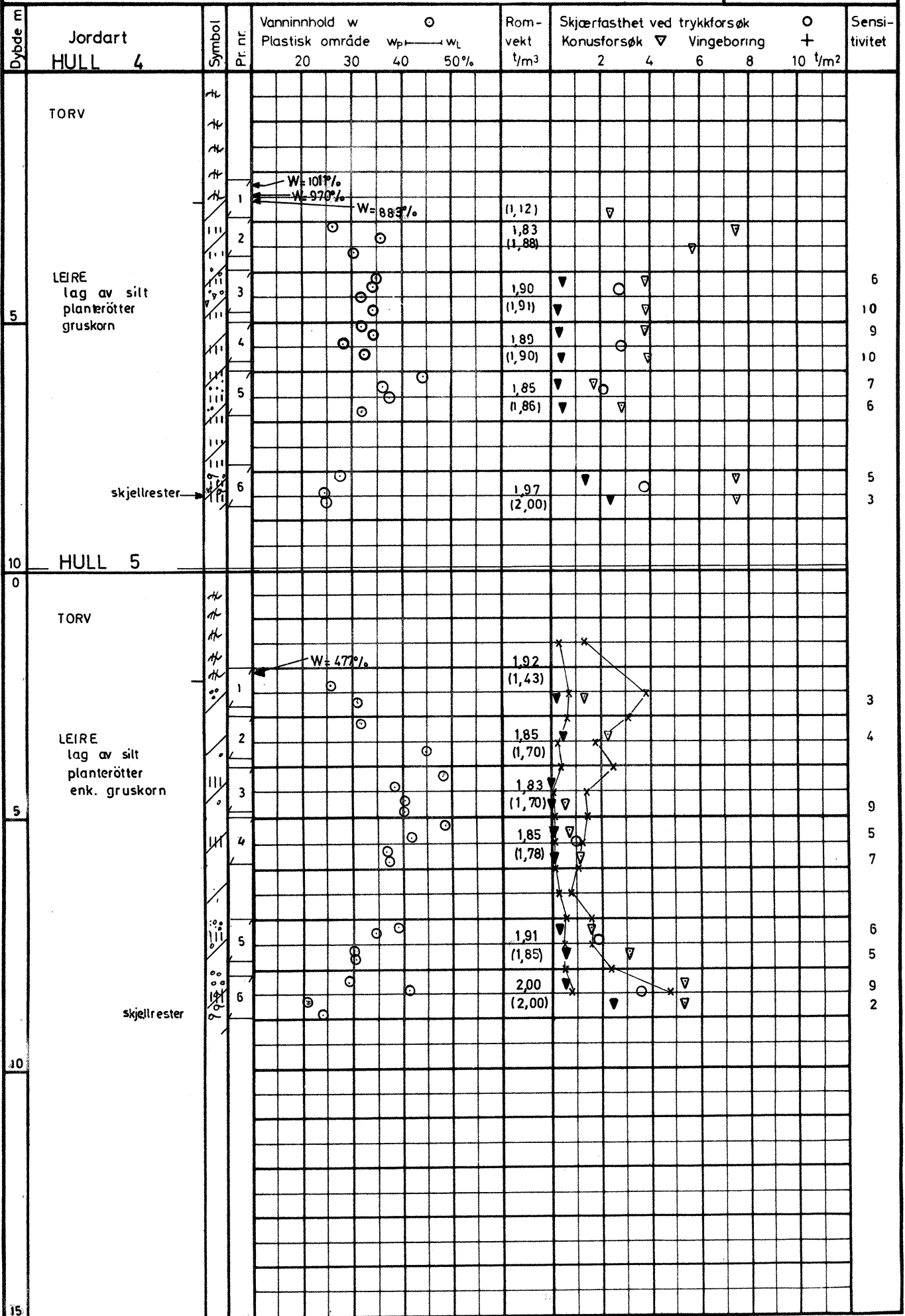
Nivå : Terreng

Prøve ø: 54 mm

Bilag : 4

Oppdrag : 323-4

Dato : 3/1-73



Dybde m	Jordart HULL 7	Symbol	Vanninnhold w				Rom- vekt t/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensi- tivitet	
			Plastisk område		w _p	w _L		Konustforsøk	Vingeboring				
		P.r. nr.	20	30	40	50%		2	4	6	8	10	t/m ²
5	TORV	1					1,89 (1,84)						9 7 6
	LEIRE lag av silt oppsprukket planterøtter enk. gruskorn	2					1,90 (1,82)						11
		3					1,78 (1,85)						2 2
		4					1,83 (1,83)						8 11
	skjellrester finsandlomme	5					1,89 (1,85)						12 9
		6					1,96 (1,81)						8
10	HULL 9												
5	TORV	1					0,94						
	LEIRE lag av silt planterøtter og tørskorpelære enk. gruskorn	2					1,83 (1,93)						6
		3					1,82 (1,79)						4 9
		4					1,89 (1,81)						6 4
	skjellrester grovsilt	5					1,75 (1,81)						11 12
		6					1,98 (1,95)						6 8
10													
15													

TRONDHEIM KOMMUNE

BORPROFIL

Lager Nord

Hull : 11 og 13

Nivå : Terreng

Bilag : 6

Oppdrag : 323- 4

Sted: HEIMDALSMYRA, vann- og kloakkledning Prøveφ: 54 MM

Dato : 8.1.74

Dybde M	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Rom-vekt γ/m^3	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensi-tivitet	
				Plastisk område $w_p \rightarrow w_L$					Konusforsøk ∇		Vingebooring \circ			
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10 γ/m^2	
	HULL 11													
	MATJORD													
			1					1,87 (1,89)						8
			2					1,78 (1,83)						8
	LEIRE lagdelt med uregelmessige siltlag planterøtter		3					1,86 (1,83)						10
			4					1,81 (1,86)						9
5			5					1,91 (1,86)						6
			6					2,04 (2,13)						4
														8
0	HULL 13													
	SAND m/enk. humusflekker og tynne leirlag		1					(1,82)						
			2					1,74 (1,93)						9
	LEIRE m/ uregelmessige siltlag oppsprukket		3					1,80 (1,79)						11
5			4					1,84 (1,88)						10
			5					1,87						8
	torvrest													3
														7
10														7
15														

TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : 13B

Aksialdeformasjon %

Bilag : 7

Sted: HEIMDALSMYRA, vann- og kloakkledning Prø : 54 MM

Nivå : Terreng

Oppdrag : 323-4

Dato : 5/3-74



Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt γ/m^3	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet		
				Plastisk område		w_p	w_L		Konusforsøk ∇	Vingeboring \circ		\pm			
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10	γ/m^2	
5	TORV	[Symbol]	1	← $w = 460\%$				1,53 (1,35)							
	FINSAND m/ siltlag		2	← $w = 303\%$					(1,93)						
	leirlag	3					1,78 (1,90)							5	
		4					1,82 (1,82)							9	
	LEIRE m/ lag av silt og finsand skjellrester og planterøtter	5					1,83 (1,83)							13	
		6					1,81 (1,79)							9	
		7					1,92 (1,90)							11	
		8	silt				1,96 (2,07)								
10															
15															
20															
25															

TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : **15 og 18**

Aksialdeformasjon %

Bilag : **8**

Lager Nord
Sted: **HEIMDALSMYRA, vann- og kloakkledning**

Nivå : **Terreng**

Prøφ : **54 mm**

Oppdrag : **323-4**

Dato : **17.1.74**



Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Rør-vekt t/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensi-tivitet		
				Plastisk område		w _p	w _L		Konusforsøk		Vingeboring				
	HULL 15			20	30	40	50%		2	4	6	8	10	t/m ²	
5	TÖRRSKORPELEIRE siltig, lagdelt m/ finsandlag humusflekker	[Symbol]	1					1,94 (1,89)						183	
			2					1,94 (1,84)							
			3					1,90 (1,92)							7
	LEIRE lagdelt m/ siltlag en del humus- flekker og skjellrester	[Symbol]	4					1,93 (1,87)							8 6
			5					1,90 (1,87)							13
			6					1,81 (1,86)							8 9
			7					1,85 (1,78)							8 9
			8					1,89 (1,90)							5 9
10	HULL 18	[Symbol]	1					1,92 (1,78)							
			2					1,82 (1,86)							
			3					1,81 (1,85)							7 8
			4					1,82 (1,84)							13 14
			5					1,89 (1,84)							9 13
			6					1,87 (1,85)							6 8
			7					1,83 (1,87)							9 8
			8					1,92 (1,91)							9 9