

NGU-rapport nr. 88.162

Tretten Vannverk.  
Beskyttelse av grunnvannsforekomsten

Rapport nr. 88.162		ISSN 0800-3416		Åpen/ <del>Fortrolig</del> til	
Tittel: Tretten Vannverk. Beskyttelse av grunnvannsforekomsten.					
Forfatter: Arve Misund			Oppdragsgiver: NGU Øyer kommune		
Fylke: Oppland			Kommune: Øyer		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Lillehammer			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1817-4 Fåvang		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 36		Pris: 55,-
Feltarbeid utført: 1985			Rapportdato: 5. oktober 1988		Prosjektnr.:
			Seksjonssjef: <i>Bernt Halme</i>		
<p>Sammendrag:</p> <p>Rapporten gir en beskrivelse av de geologiske og hydrogeologiske forhold for området fra Båtstø camping til Moksas utløp i Lågen. Hoveddelen av dataene er fremskaffet gjennom geofysiske undersøkelser og sonderboringer m/prøvetaking samt registrering av vannstandsvariasjoner i grunnvannsmagasinet.</p> <p>Brønnens hovedmatingsretning er fra Lågen i nordvestre del av grunnvannsmagasinet.</p> <p>Det semipermeable laget som dekker det permeable sandlaget er registrert i alle sonderboringer innenfor grunnvannsmagasinet. Laget virker som sperresjikt og hindrer direkte nedtrengning av overflateforurensning, og begrenser samtidig nedtrengning fra Moksas til et minimum.</p> <p>Det konkluderes med at dagens brønnplassering er meget godt egnet for kommunal drikkevannsforsyning både utfra vannmengde, vannkvalitet og arealbruk.</p>					
Emneord		Hydrogeologi		Løsmasse	
Sikring		Vannverk stort		Rørbrønn	
Grunnvann		Fagrapport			

## FORORD

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har fullført undersøkelser i forbindelse med beskyttelse av grunnvannsforekomsten ved Tretten vannverk.

Rapporten er utarbeidet som et faglig underlag for kommunens søknad om godkjenning av vannverket.

Trondheim, den 5. oktober 1988

Seksjon for hydrogeologi



Bernt Malme

seksjonssjef



Arve Misund

forsker

## INNHold

	Side
1. INNLEDNING	
1.1 Formål	5
1.2 Gjennomføring	5
1.3 Oppgavefordeling	5
2. OMRÅDEBESKRIVELSE	
2.1 Løsmasseforhold	6
2.2 Grunnvannsforhold	6
3. UNDERSØKELSER OG BEREGNINGER	
3.1 Grunnvannets strømnings- og potensialforhold	8
3.2 Grunnvannsmagasinet's hydrauliske egenskaper	10
3.2.1 Hydraulisk konduktivitet (K-verdi)	10
3.2.2 Transmissivitet (T-verdi)	10
3.2.3 Magasinkoeffisient	11
3.3 Oppholdstid	11
3.4 Influensområde	12
4. ANBEFALING	12
5. FIGURER	
1. Kart Tretten 1:50 000	
2. Plassering av produksjons- og observasjonsbrønner	
3. Plassering av geofysiske undersøkelser og boringer	
4. Vertikalsnitt gjennom grunnvannsmagasinet	
5. Korrelering av "sperresjiktet" i magasinet	
6. Kart med avgrensning av grunnvannsmagasinet	
7. Inn- og utstrømningsområde i grunnvannsmagasinet	
8. Grunnvannskotekart 31.10.84	
9.                 "                 ved øket vannuttak	
10. Korrelasjonsdiagram mellom Lågen og obs.brønner	
11. Skisse over forholdene ved Tretten vannverk	
12. Soneinndeling	
6. VEDLEGG	
A. Rundingsanalyse	
B. Sonderboringer	
C. Vannstandsobservasjoner og permeabilitetsverdier	

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Formål

Etter oppdrag fra Øyer kommune har Seksjon for hydrogeologi ved Norges geologiske undersøkelse foretatt en hydrogeologisk undersøkelse i området fra Båtstø til Moksas utløp i Lågen (Fig. 1).

Formålet med undersøkelsen var å kartlegge grunnvannsreservoarets egnethet for uttak av grunnvann til kommunal vannforsyning for tettstedet Tretten.

### 1.2 Gjennomføring

Undersøkelsene har foregått i perioden 1984-88 og omfattet:

- boring av peilerør (nummerert fra P9-P15, P17) og utplassering av vannmerker (VMA og VMB) (Fig. 2). (I tillegg er det målt i noen eldre peilerør, P2, P3, P8 og Rør i brønn)
- målinger av grunnvannsstanden, som er utført i perioden 10.05-13.12.1984 (Vedlegg C.)
- sonderboringer og geofysiske undersøkelser for bestemmelse av løsmassenes mektighet, utstrekning og lagdeling (Fig. 3).
- bestemmelse av grunnvannsmagasinet's hydrauliske egenskaper
- bruk av grunnvannsmodell for bestemmelse av strømningsforhold.

### 1.3 Oppgavefordeling

Ansvarlig for undersøkelse har vært avd.ing. Tidemann Klemetsrud og forsker Arve Misund. De geofysiske undersøkelsene er gjennomført av forsker Jan Fredrik Tønnesen.

## 2. OMRÅDEBESKRIVELSE

### 2.1 Løsmasseforhold

Fra Båtstø og sørover ligger det en elveslette som på det høyeste når 4 m over normal årsflom i Lågen. Flere gamle elveløp skjærer gjennom avsetningen. Ved Moksas utløp i Lågen er det en flate i nivå 182-183 m o.h. På denne flata er grunnvannsbrønnene plassert.

Løsmassene i elvesletten kan deles inn i tre lag, som beskrives ovenfra og nedover (Fig. 4).

#### **Lag A**

Laget består av løst lagret sand, grus og stein omtrent ned til nivå 179 m o.h., som tilsvarer 3 m under marknivå i brønnområdet. De laveste partiene domineres av siltig sand, avsatt under flom i Lågen.

#### **Lag B**

Mektigheten varierer mellom 4 og 6 m. Det fremgår av kornfordelingsanalyser at laget er dårlig sortert og har stort innhold av finstoff (Vedlegg A). Snitt i laget viser at det er leir- og siltholdig med iblandet blokk og stein. Det er også sterkt konsolidert. På grunn av det høye finstoffinnholdet fungerer lag B som et semipermeabelt lag.

Dette tyder på at lag B har stor utstrekning. Figur 5a og b viser korrelering av lag B mellom de enkelte sonderboringene.

#### **Lag C**

Den gjennomsnittlige mektigheten er 16 m. Kornfordelingsanalyser fra P8 (Vedlegg A) viser at laget består av grusig sand i nivået mellom 166 og 170 m o.h. Sonderboringene viser alle at lag C er et homogent lag med stor utbredelse, og at det er løsere enn det overliggende laget (Vedlegg B).

### 2.2 Grunnvannsforhold

Avgrensningen av grunnvannsmagasinet går frem av Figur 6. Grunnvannsmagasinet ender i nord mot en negativ hydraulisk grense der magasinet smalner av mot fjell ved Båtstø camping. I vest fortsetter grunnvannsmagasinet

under Lågen, som utgjør en positiv hydraulisk grense. I øst er det avgrenset langs dalsiden og videre med positiv hydraulisk grense langs Mokså i sørøst.

Løsmasseavsetningen på elvesletten er et delvis lukket grunnvannsmagasin. Lag B (Fig. 4) er sterkt konsolidert og med høyt finstoffinnhold. Laget virker som et sperresjikt i grunnvannsmagasinet.

Ved brønnene ligger grunnvannsspeilet på 2-3 m dyp, slik at vannmettet magasinhøyde er 24-25 m. Et generelt trekk er at magasintykkelsen avtar mot nord (14 m ved Båtstø). Lag C er en grusig sandavsetning med høy permeabilitet og dermed stor vanngiverevne. Det er dette laget som inneholder det nyttbare vannet i grunnvannsmagasinet. Ved brønnene har laget en mektighet på 20 m, men avtar nordover til 10 m ved Båtstø.

Mektigheten på umettet sone i brønnområdet varierer mellom 4 og 0.5 m avhengig av vannstand i Lågen. Nord for denne flaten (idrettsplassen) varierer umettet sone mellom 8 og 5 m. Nordover mot Båtstø står vannstanden over markflaten ved flom.

Den hydrauliske kontakten med Lågen er god. Grunnvannsnydannelsen i magasinet skjer i det aller vesentligste fra Lågen.

Tilsig fra nedbør/smeltevann utenom infiltrasjonen fra Mokså er kalkulert til 10 m<sup>3</sup>/t. Dette tilsvarer ca. 0.5 % av infiltrasjonen til grunnvannsmagasinet. Det antas at tilsig fra det fjerne infiltrasjonsområdet (fjellsiden) i hovedsak dreneres ved overflateavrenning (flomavløp).

### 3. UNDERSØKELSER OG BEREGNINGER

#### 3.1 Grunnvannets strømnings- og potensialforhold

Grunnvannets strømnings- og potensialforhold er kartlagt ved bruk av 12 peilerør (rørarmatur påmontert sandspiss, 5/4") og 2 vannmerke. Plasseringen av peilerør og brønner går frem av Figur 2.

#### **Strømningsforhold**

Tolkning av inn- og utstrømningsområder er vist i Figur 7, basert på observasjoner fra 24.05.84. I magasinet er det tre hovedstrømningsområder; Innstrømningsområde, gjennomstrømningsområde og utstrømningsområde.

##### **Innstrømningsområde**

Utfra grunnvannskotekartet (Fig. 8) tolkes hovedinnstrømningen til akviferen å være fra Lågen i nordvestre del av grunnvannsmagasinet ved Båtstø. Elva renner dypt i dette området, og det er trolig god kommunikasjon med lag C (Fig. 4). Fra Båtstø følger grunnvannsspeilet stort sett elvas fall. Mellom Lågen og P10, P11 er det en forholdsvis stor gradient på grunnvannsspeilet. Dette indikerer tette masser og mindre innstrømning til akviferen mot sør. Elva kan derfor betraktes som en infiltrasjonsbrønn til avsetningen.

##### **Gjennomstrømningsområde**

Fra den nordvestre del av magasinet og sørøstover registreres de laveste grunnvannsnivåene med et svakt hellende grunnvannsspeil mot sør. Lave grunnvannsnivåer er karakteristisk for områder med høy permeabilitet og dermed stor gjennomstrømning av vann. Vannet drenerer inn i akviferen i nordvestlige del av grunnvannsmagasinet. Det er grunnvannets utstrømning tilbake til Lågen i sør som er årsaken til den lave grunnvannsstanden ved P10 og P11.

##### **Utstrømningsområde**

Størst utstrømning er i sør der grunnvannsmagasinet drenerer ut i Moksa og Lågen.

Ved å øke vannuttaket i brønnene til Tretten Vannverk og A/L Felleskjeringen vil dette kunne endre strømningsbildet i magasinet. Figur 8 viser



at et uttak på 20 m<sup>3</sup>/t er for lite til å forandre den naturlige strømmingen i grunnvannsmagasinet. Ved vannuttak på 180 m<sup>3</sup>/t (Fig. 9) blir det dannet senkningstrakter rundt brønnene, og det er mindre avrenning til Lågen i sørvestre del av grunnvannsmagasinet. Det nye kotekartet vil danne grunnlag for å beregne nye oppholdstider, da strømningshastigheten øker ved økt vannuttak. Strømningshastigheten brukes til å beregne oppholdstiden fra mulig forurensningskilde i området og inn til brønnene.

## Hydrauliske forhold

### Korrelasjon Lågen - grunnvannsmagasinet

For å anskueliggjøre de hydrauliske forbindelser mellom vassdrag og grunnvannsmagasin, er det gjort en korrelasjonsanalyse. Dette er gjort ved å sammenligne variasjonene i peilerørene i forhold til vassdraget (Fig. 10).

De målingene som er foretatt på Tretten, viser en god korrelering mellom samtlige peilerør som står i lag C (Fig. 4) og Lågen. Figur 10 viser korrelasjonsdiagram for P10 som ligger nært Lågen, og P14 som ligger ca. 150 m lengre øst (Fig. 2). Det er lange tidsintervaller mellom målingene slik at svingninger i grunnvannsstanden er glattet ut.

Resultatet viser altså at økt vannstand i Lågen fører til økt grunnvannsstand i peilerørene.

## Grunnvannets potensialforhold

Figur 11 viser et øst-vestlig vertikalprofil av løsmasseoppbyggingen ved Tretten Vannverks brønnhus. Mellom kotehøyde 175 og 179 m o.h. opptrer det "tette sjiktet", lag B, med begrenset gjennomstrømning til den underliggende akviferen. Rett øst for grunnvannsbrønnen til Tretten Vannverk renner Moksa 3 m høyere enn Lågen, og dette fører til at det dannes en høyere grunnvannsstand i øst med fall i sørvestlig retning.

Ved lav vannføring i Lågen vil grunnvannsnivået senkes under øvre del av lag B, mens Moksa fremdeles infiltrerer lag A. Lag B er semipermeabelt, og dette fører til lav gjennomstrømningshastighet og oppstuvning av vann over lag B, uttrykt ved "gr. sp."

Ved pumpehuset til Tretten Vannverk er det en gravd brønn i lag A. Inne i denne er det boret en 12 m dyp peilebrønn til lag C. Grunnvannsstanden i

den gravde brønnen viser infiltrasjon fra Moksa i lag A, mens peilebrønnen gjenspeiler vannstandsvarisjoner i Lågen. Den relative forskjellen mellom de to grunnvannsnivåene er størst ved lav vannstand, 10.05.84, da forskjellen er 1.84 m, mens den under flom, 04.06.84 var kun 0.05 m. Dette viser at ved lav vannføring i Lågen er grunnvannsmagasinet todelt. Dette bekrefter dermed at det er et relativt tett lag mellom lag A og lag C.

### 3.2 Grunnvannsmagasinetts hydrauliske egenskaper

Grunnvannsmagasinetts hydrauliske egenskaper er bestemt fra analyser av masseprøver fra 3 lokaliteter (se korngraderingskurver). De hydrauliske egenskapene bestemmer magasinets kapasitet.

#### 3.2.1 Hydraulisk konduktivitet (K-verdi)

K-verdien er et spesifikt mål på hvor lett vannet kan transporteres gjennom løsmassene. Indikasjon på K-verdi er fremskaffet gjennom sonderboringer. Den hydrauliske konduktiviteten beregnes da på grunnlag av korngraderingskurven.

Verdiene for det sandige lag C (Fig. 4) er  $2 \cdot 10^{-3}$  m/s, mens verdien for det semipermeable lag B varierer mellom  $5 \cdot 10^{-6}$  m/s i nivå 6 m dyp, og  $3 \cdot 10^{-5}$  m/s i nivå 9.5 m i punkt B1 (Vedlegg C).

Sonderboringene (vedlegg B) tyder på at de nevnte K-verdiene er representative for de enkelte lagene.

#### 3.2.2 Transmissiviteten, T

T er definert som hvor mye vann som ved en gradient på 1 kan strømme gjennom et 1 m bredt tverrsnitt av det vannførende laget. Med andre ord permeabiliteten multiplisert med det vannførende lags mektighet. T uttrykkes i  $m^2/s$ .

Transmissiviteten beskriver avsetningens vanningsevne, og er avhengig av avsetningens mektighet og permeabilitetskoeffisient. Høy transmissivitetsverdi gir god mulighet for grunnvannsuttak. Ved kornfordelingsanalyser fra lag C er permeabiliteten beregnet til  $2 \cdot 10^{-3}$  m/s. Mektigheten av vannførende sone ved idrettsplassen er ca. 25 m. Mellom 173 og 179 m o.h. ligger det semipermeable laget. Dette laget har betydelig lavere permeabilitet enn lag C (Fig. 4), slik at mektigheten på vannførende lag ikke

direkte kan multipliseres med permeabiliteten for lag C. Reduseres permeabiliteten for lag C til  $1.6 \cdot 10^{-3}$  m/s, vil dette gi et riktigere bilde av den totale transmissiviteten i avsetningen. Transmissiviteten blir da  $4.0 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s.

Observasjonene viser at det meste av grunnvannsstrømmen skjer i lag C. Transmissiviteten beregnet kun for dette laget blir  $3.6 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s.

Denne transmissivitetsverdien er i størrelsesorden med verdiene som er beregnet for de andre vannverkene i Gudbrandsdalen, og gir dermed mulighet for stort grunnvannsuttak.

### 3.2.3 Magasinkoeffisienten, S

Magasinkoeffisienten er et uttrykk for hvor mye drenerbart vann grunnvannsmagasinet kan inneholde og transportere under gitte gradientforhold. I åpne "selvmatende" grunnvannsmagasin vil magasinkoeffisienten og effektiv porøsitet være tilnærmet like.

Effektiv porøsitet er definert som volumet av de porer der vannet kan bevege seg fritt ("feltkapasitet").

På grunnlag av kornfordelingsanalyse i P8 (Vedlegg A), er det rimelig å anslå magasinkoeffisienten i lag C til 0.20, dvs. 20 % effektiv porøsitet.

Den tilgjengelige, effektive vannmengden er knyttet til lag C. Totalt sedimentvolum i lag C er beregnet på grunnlag av refraksjonsseismikk, sonderboringer og vertikal elektrisk sondering. Overflatearealet er beregnet til 230 000 m<sup>2</sup>, og den gjennomsnittlige mektigheten er satt til 18 m, med størst mektighet i sør (jfr. Fig. 4). Den totale vannmengden er beregnet til 828 000 m<sup>3</sup>.

Ved dagens forbruk på 480 m<sup>3</sup>/døgn har magasinet lagringskapasitet for 1725 døgn dersom alt vannet i magasinet ble pumpet gjennom brønnene.

### 3.3 Oppholdstid

Hydrauliske gradienter er beregnet utfra Fig. 8. Ved større vannuttak vil de hydrauliske gradienter bli steilere, og dermed føre til kortere oppholdstider.

Oppholdstiden blir henholdsvis 300 og 127 døgn mellom Tretten Vannverks og Felleskjerningens brønn og Moksa.

Mellom brønnene og hovedinfiltrasjonsområdet i nordvest er det en meget lav hydraulisk gradient. Dette skyldes den høye permeabiliteten i lag C og den store utstrømmingen til Lågen i sørvestre del av magasinet. Oppholdstida fra VMA (Fig. 2) til Tretten Vannverks brønn beregnes til 55 døgn for strømming i lag C.

Den semipermeable laget virker som et sperresjikt, og fører til at oppholdstiden øker til ca. 550 døgn.

Dette viser hvor stor betydning sperresjiktet har for oppholdstiden i grunnvannsmagasinet.

### 3.4 Influensområde

Ved dagens vannuttak på 20 m<sup>3</sup>/t er det ikke registrert noen avsenknings-trakt rund brønnene. En årsak kan være at peilerørene står for langt fra brønnene. I tillegg pumpes det ut lite vann i forhold til transmissiviteten til avsetningen.

Ved et simulert vannuttak på 180 m<sup>3</sup>/t er det dannet avsenkningstrakter rundt brønnene. Avsenkningstraktene gir et bilde av influensområdet til brønnene, og ved å endre på vannuttaket kan det undersøkes om strømningsbildet og dermed influensområdet endres. Dette er usikre beregninger, men gir et inntrykk av de hydrauliske forhold.

Influensområdet er beregnet på grunnlag av strømningsområdet som fremgår av grunnvannskotekartet (Fig. 8).

Arealene innenfor influensområdet utnyttes i dag som campingplass, dyrket mark, friluftsområde, idrettsområde, skog og boligområde.

## 4. ANBEFALING

På grunnlag av dataene fra de hydrogeologiske undersøkelsene ved idretts-plassen, gis et forslag til sikring.

Brønnenes influensområde anbefales beskyttet iht. soneinndelingen i Fig. 12 og følgende spesifiseres:

Sone 0 (brønnenes nærområde): Sonen legges med en radius 20 m rundt pumpebrønnene. Det foreslås at hele brønnekomplekset inngjerdnes samlet, alternativt at sonene deles som vist med stiplet linje.

Sone 1: Sonen er definert av brønnenes relativt nære influensområde. Yttergrensene er definert av minimum 60 døgn oppholdstid for grunnvann i mettet sone.

Sone 2: Sonen markerer brønnenes relativt fjerne influensområde inkl. deler som ikke sikkert tilhører influensområdet. Grensene er trukket langs Moksa og Lågen i sør og vest, og langs fjellveggen i nord.

Sone 3: Sonen omfatter det fjerne influensområde. Dette er en sikringsone og omfatter nedbørfelt og terrasser nord og øst for grunnvannsmagasinet.

Det forutsettes at det semipermeable laget, lag B, ikke blir "punkttert" slik at det kan oppstå lekkasje direkte til lag C. Dette er viktig for å beskytte vannkilden mot forurensning.

Restriksjoner i de enkelte sonene følger SIFFs prinsipper for godkjenning av grunnvanns-/vannverk.

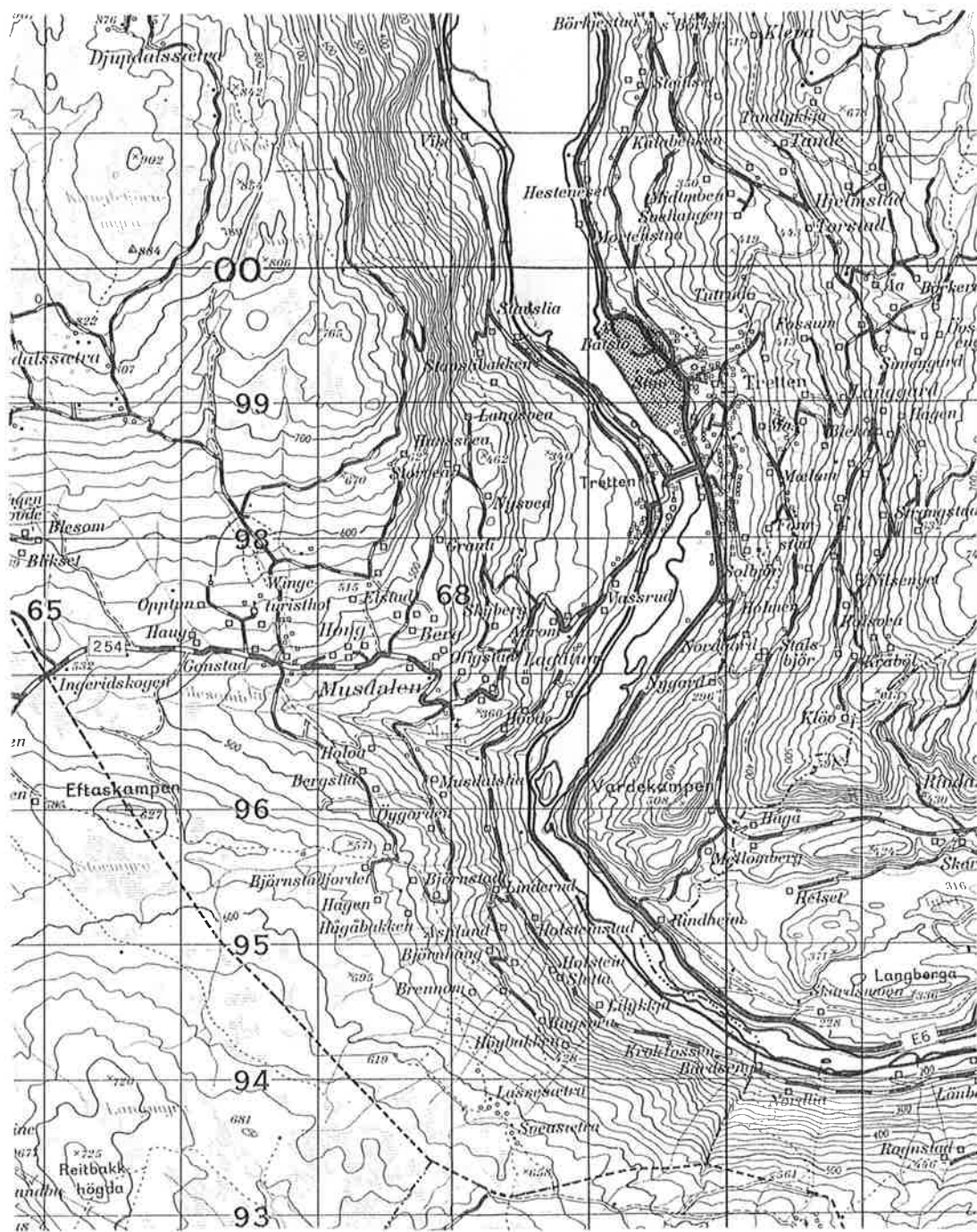


Fig. 1: Kart i målestokk 1:50 000. Grunnvannsmagasinet ved Tretten er skravert.

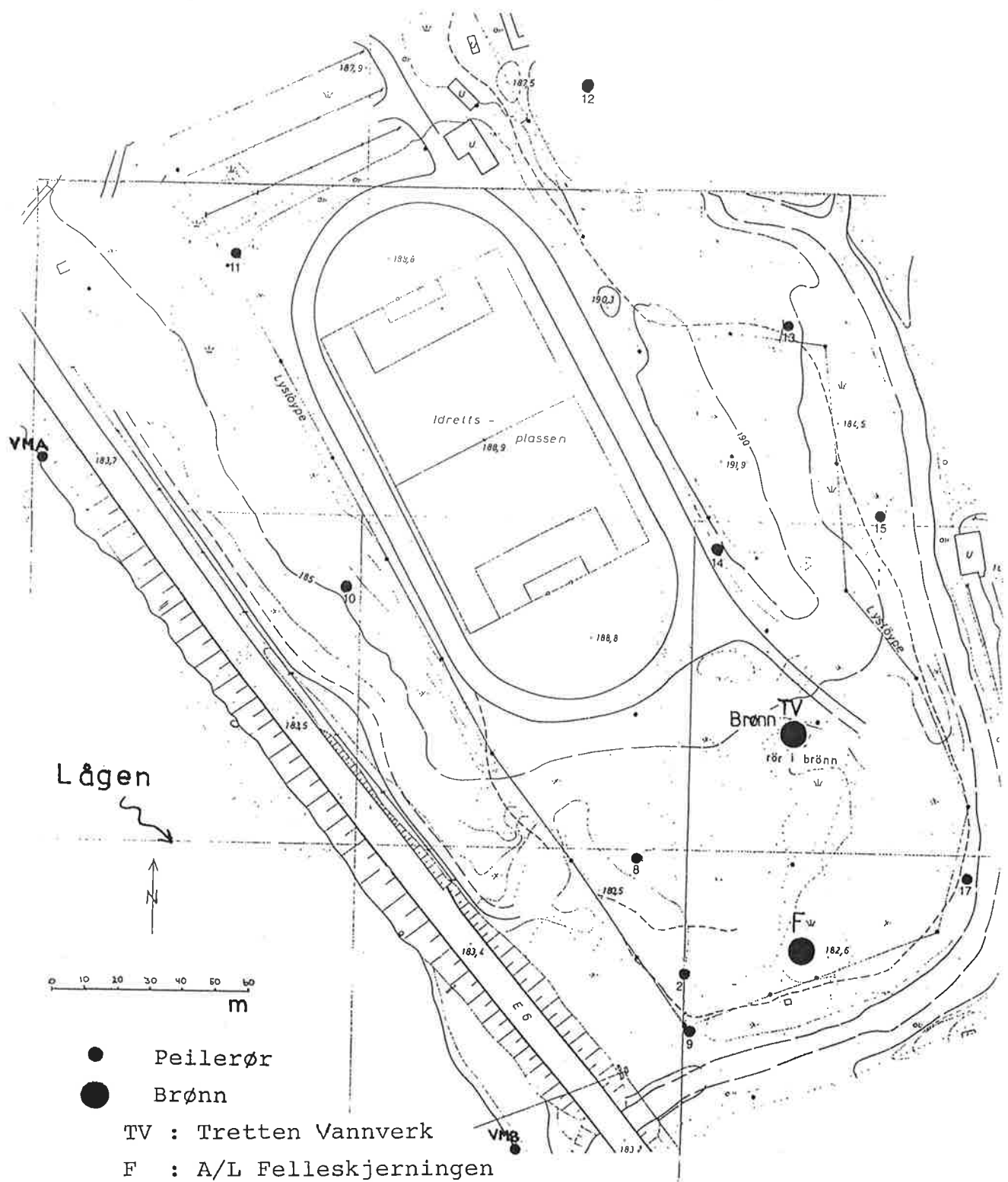


Fig. 2: Kart over grunnvannsmagasinet som viser alle peilerørene som er brukt som datagrunnlag for beregning av grunnvannskotekart. Dette er peilerør nedsatt i 1976 og 1984. Plassering av brønnene til Tretten Vannverk og A/L Felleskjerningen vises på kartet.

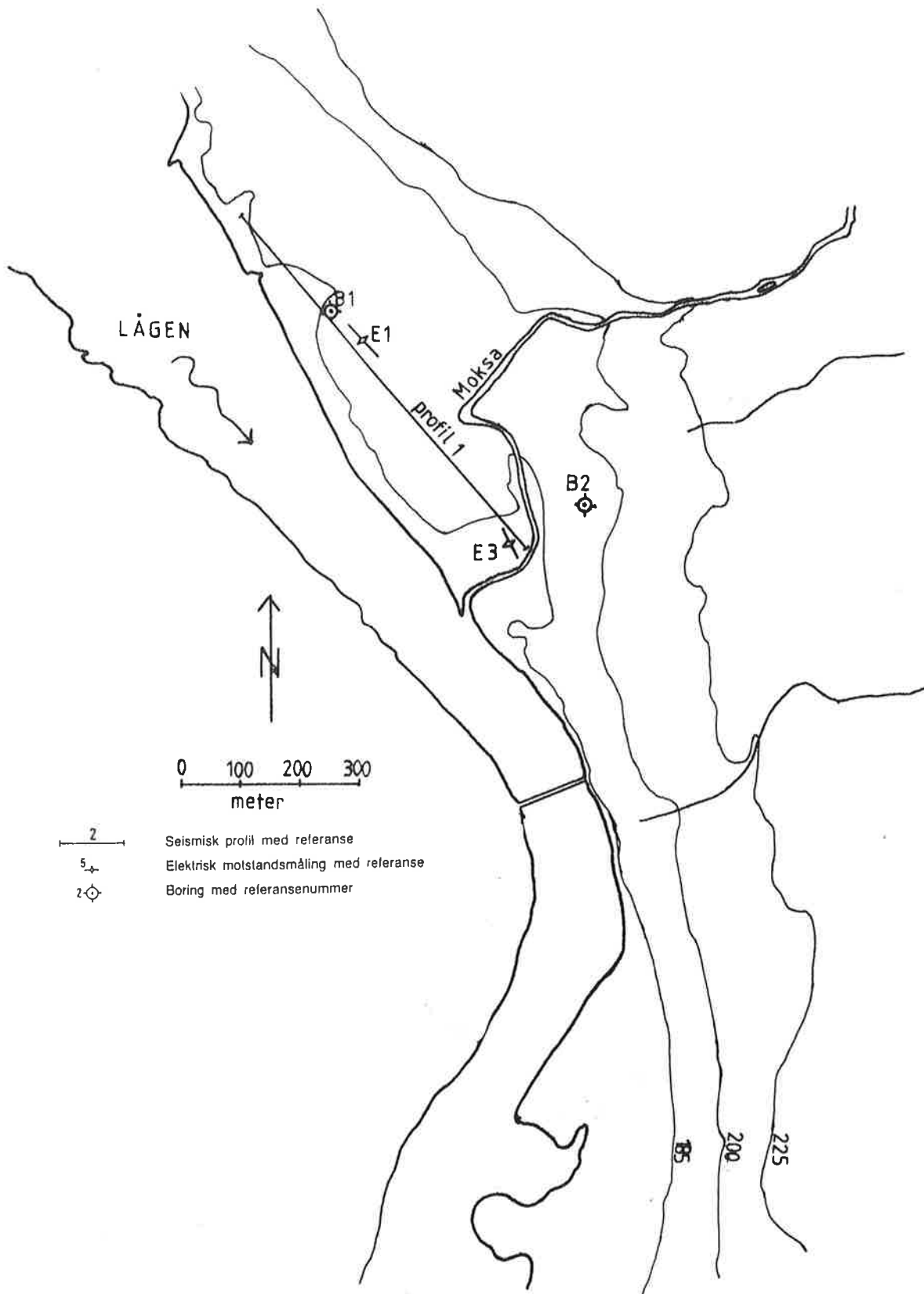


Fig. 3: Skisse som viser plasseringen av sonderboringer, vertikale elektriske sonderinger og refraksjonsseismiske profil som ble gjort høsten 1985.



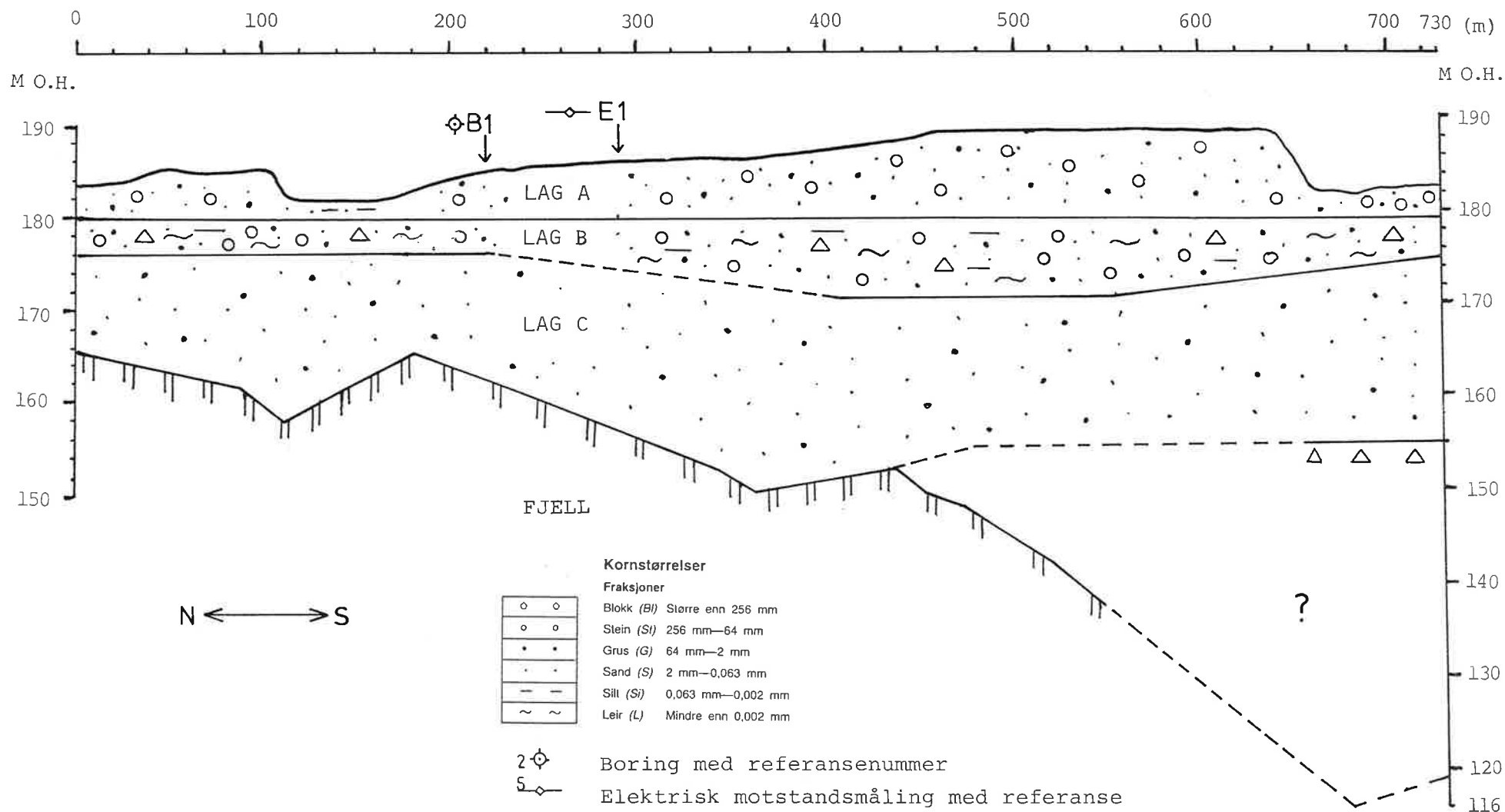


Fig. 4: Figuren er basert på seismisk profil 1, og viser inndeling av grunnvannsmagasinet i fem lag, der lag E er fjelloverflaten. Profilet er dannet på grunnlag av sonderboringer, refraksjonsseismikk og VES. Lag C er godt sortert grusig sand, lag B er morenelignende og lag A er grovt glasifluviaalt materiale.

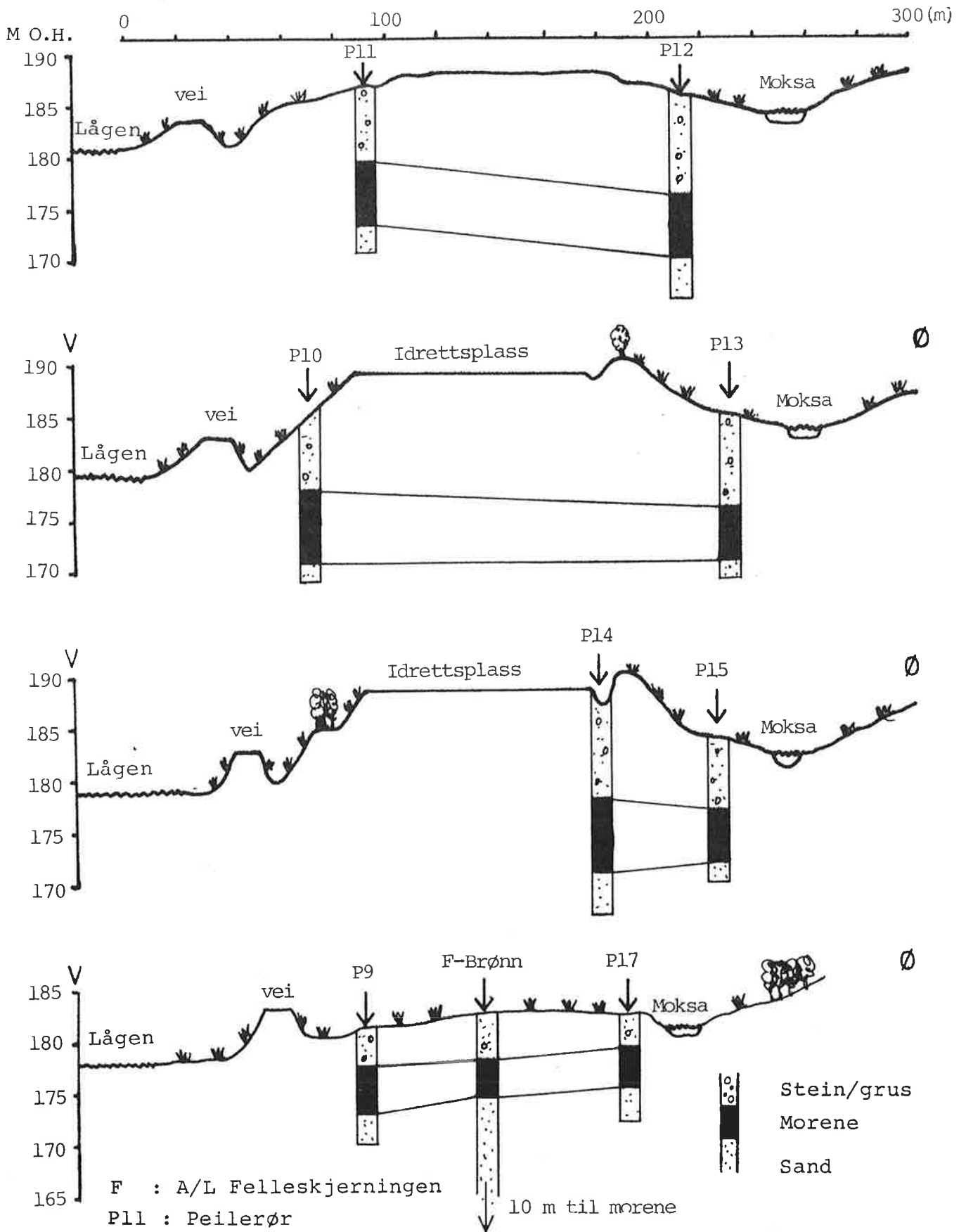


Fig. 5a: Vertikalprofil fra vest til øst gjennom sonderboringene ved Idrettsplassen for å korrelere det morenelignende laget i løsmasseavsetningen. Plassering av sonderboringene går frem av Figur 2. Det øverste profilet er lengst nord, og de andre ligger fortløpende mot sør. Det morenelignende laget har i nord et svakt fall mot øst, men flater ut mot sør.

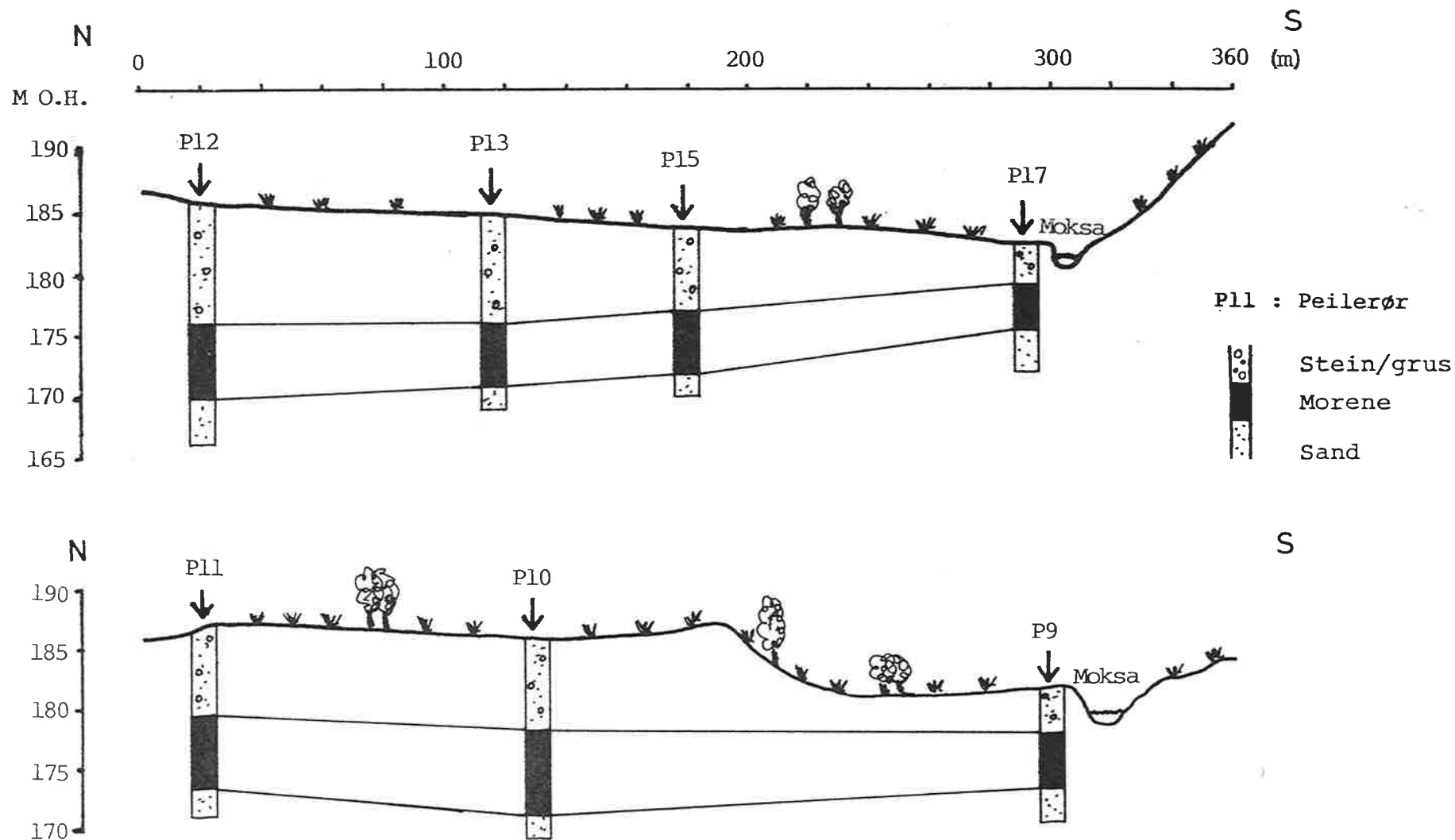


Fig. 5b: Vertikalprofil fra nord til sør gjennom sonderboringene ved Idrettsplassen. Plassering av sonderboringene går frem av Figur 2. Det nederste profilet er nærmest Lågen, og det øverste øst for dette. Profilet nærmest Lågen er tilnærmet horisontalt, mens morenelaget i det østligste profilet stiger mot sør.

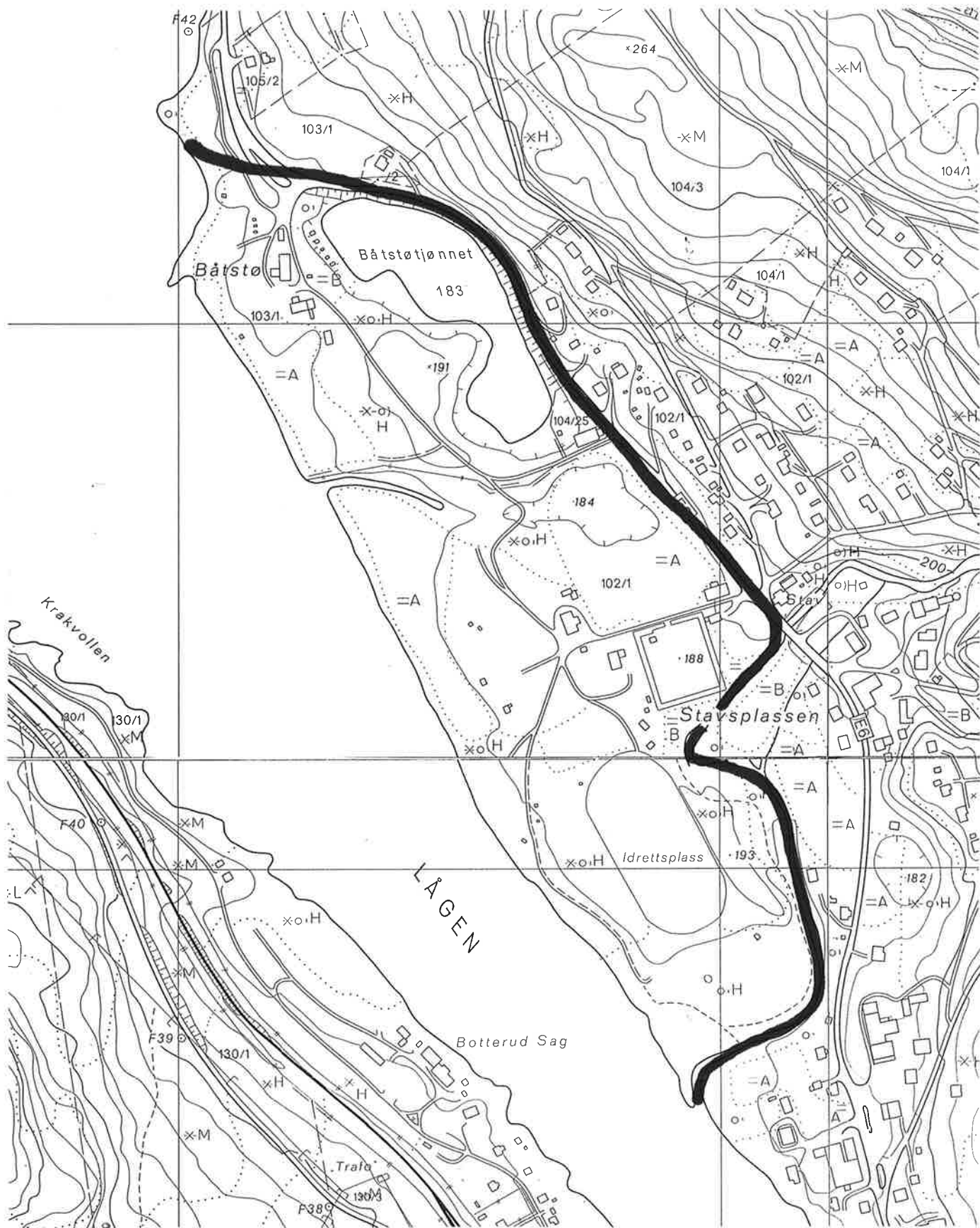
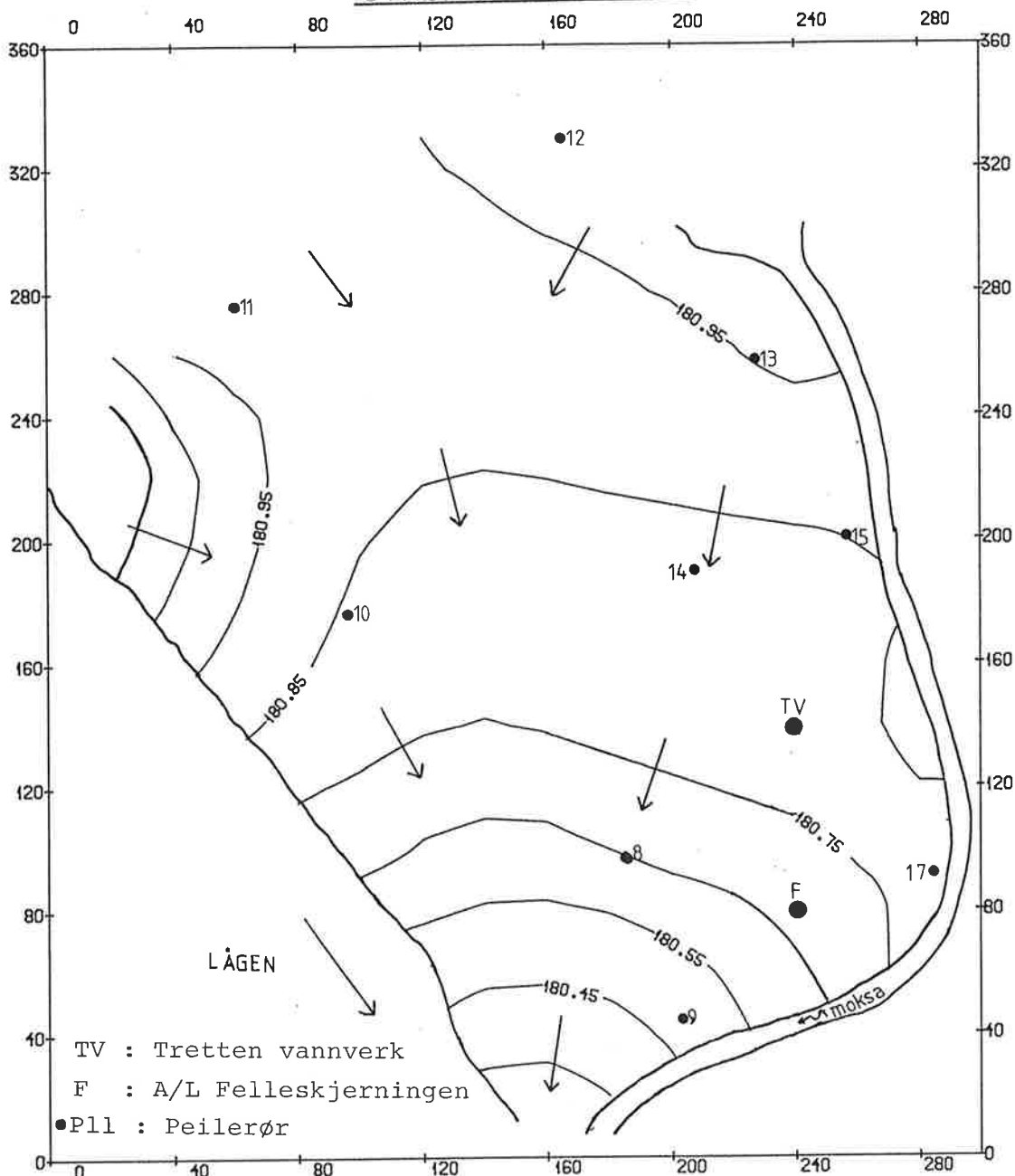


Fig. 6: Kart som viser avgrensningen av grunnvannsmagasinet.

● Grunnvannsbrønner for Tretten Vannverk og A/L Felleskjerningen

STRØMNINGSFORHOLD



ARVE MISUND	MÅLESTOKK 1:2000	OBS. BF	240584
		TEGN.	JAN 1987
GRUNNVANNSKOTEKART		TRAC. AM	JAN. 87
		KFR. AM	JAN. 87
TRETTEN, oppland			
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR. 1817 4	

Fig. 7: Viser inn- og utstrømningsområder i grunnvannsmagasinet ved stor vannføring, 24.05.84. Strømningsbildet er det samme som i Figur 8. Den vesentlige innstrømning til akviferen kommer fra nordvestre del av grunnvannsmagasinet.

GRUNNVANNSKOTEKART 311084  
TRETEN, oppland

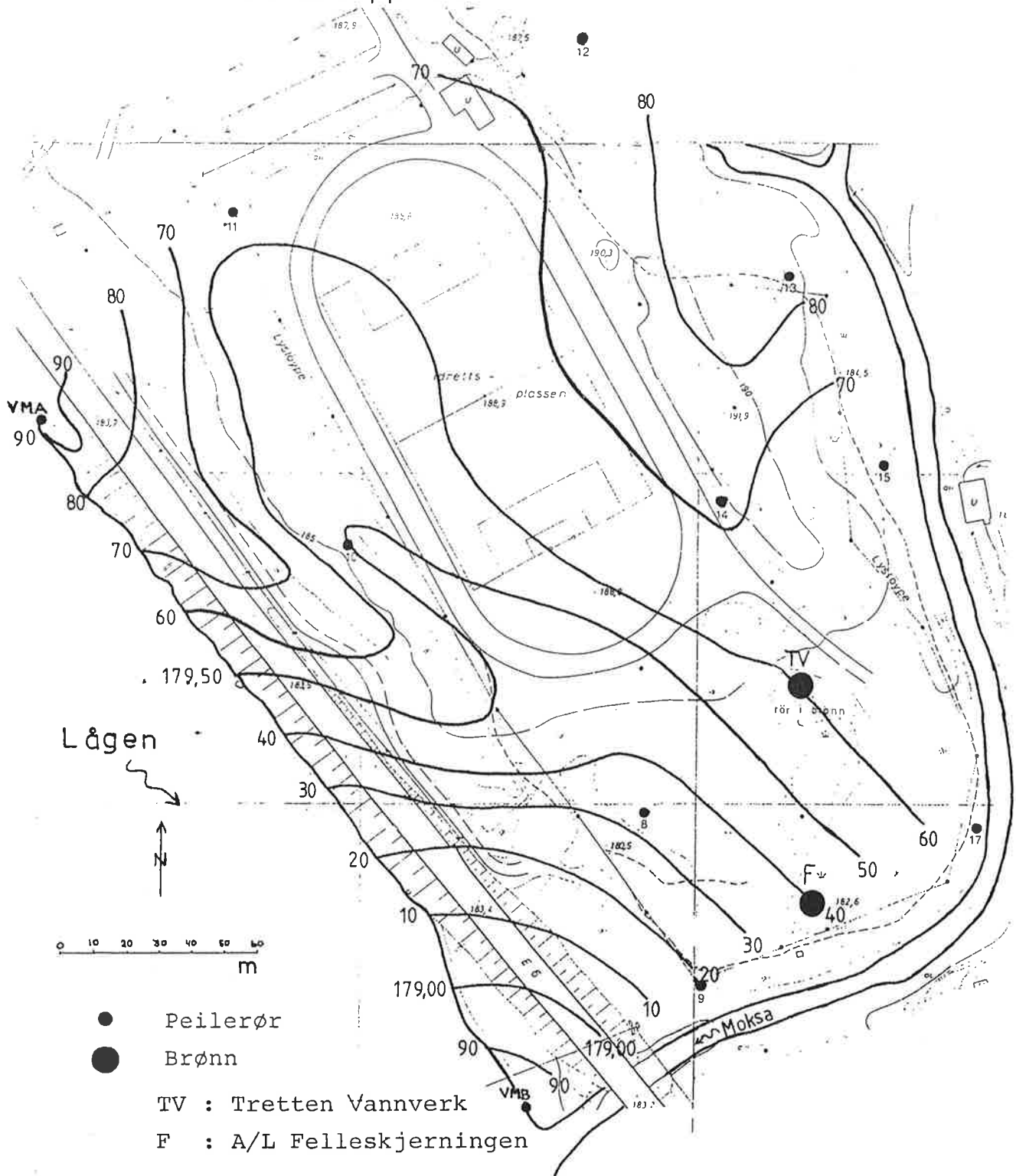


Fig. 8: Grunnvannskotekart fra 31.10.84 som baserer seg på observasjoner i lag C (jfr. Fig. 4).

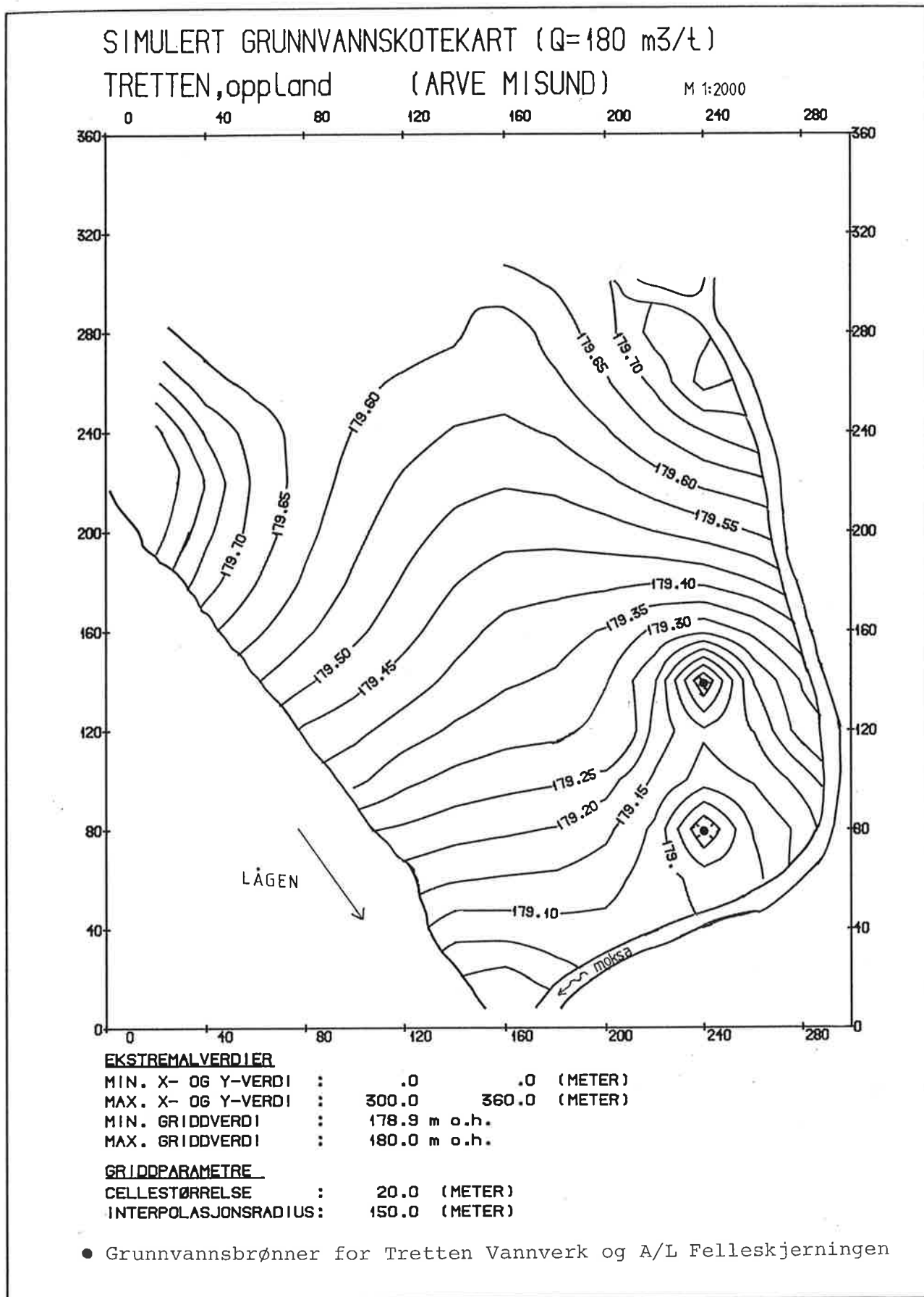


Fig. 9: Grunnvannskotekart beregnet av den numeriske grunnvannsmodellen ved et vannuttak på 180 m<sup>3</sup>/t. Det dannes klare avsenkninger rundt brønnene.

## KORRELASJONSDIAGRAM

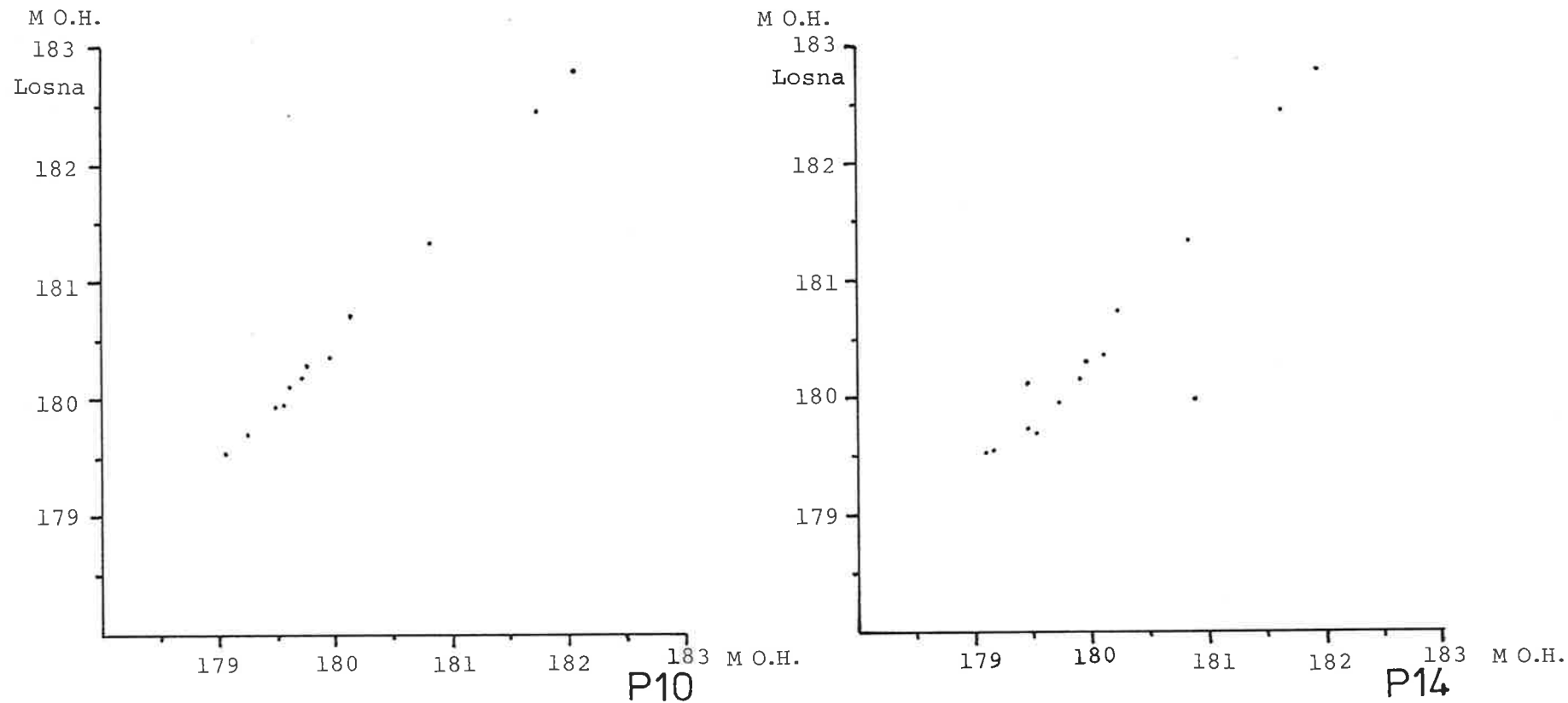


Fig. 10: Korrelasjonsdiagram som viser god korrelering mellom Losna og peilerørene P10 og P14 (Fig. 2). Disse peilerørene står begge i lag C (jfr. Fig. 4). P14 står lengst fra Lågen, og viser noe svakere korrelering enn P10 ved lav vannstand.



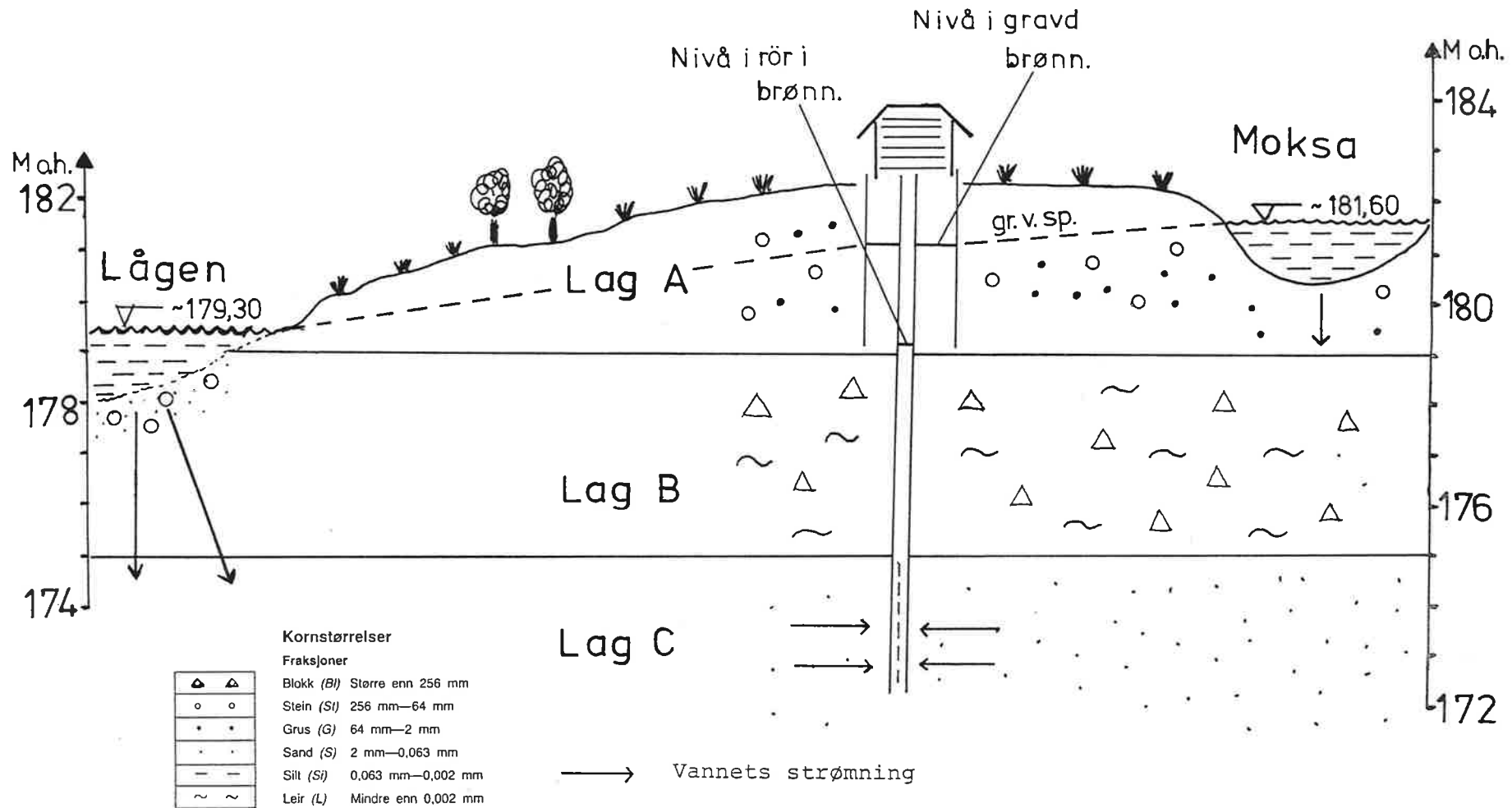


Fig. 11: Prinsippskisse som viser forholdene ved Tretten Vannverk 10.05.84. Det er her registrert to grunnvannsspeil/trykknivå. Den ene i en gravd brønn i lag A. og det andre i et rør til 12 m i lag C. Den relative forskjellen mellom trykknivåene er ca. 1,83 m.

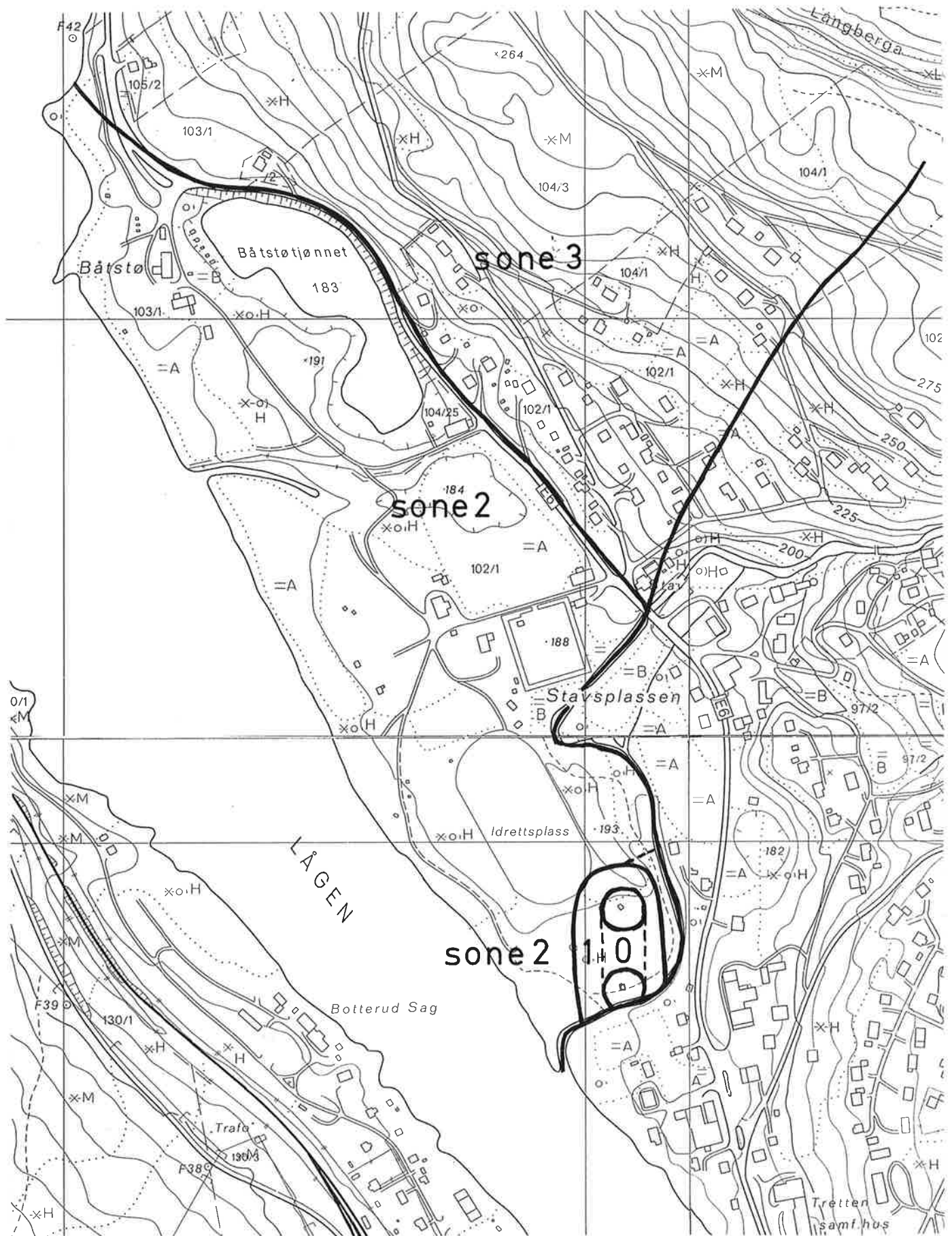


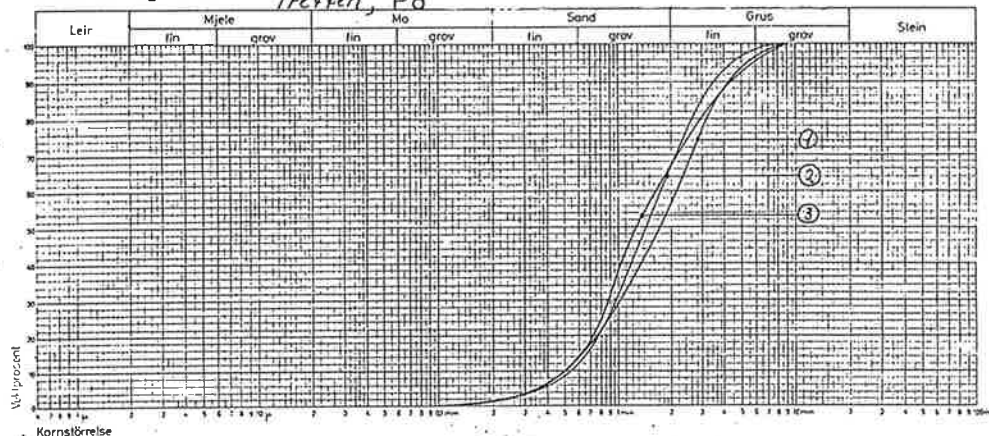
Fig. 12: Soneinndelingen for grunnvannsmagasinet ved idrettsplassen, Tretten.

# Vedlegg A: Kornfordeling

Norges geologiske undersøkelse

Kornfordelingskurver

Tretten, P8

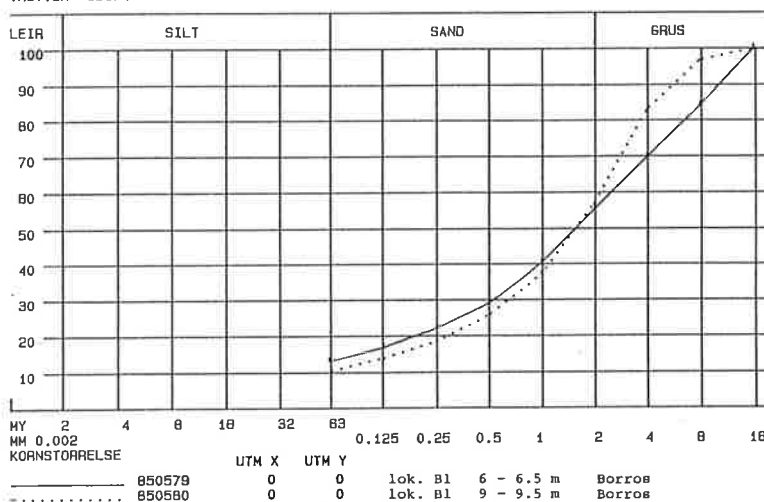


Prove nr	Sted	Dyp	> 3/8"	< 0,002 mm	Md	So	So %	Merknader
1	Tretten	12-13	—	—	1,72 mm	0,50	0,76 mm	
2	"	14-15	—	—	1,44	0,72	0,77	
3	"	15-16	—	—	1,27	0,50	0,72	

Trondheim den 16/12 1975

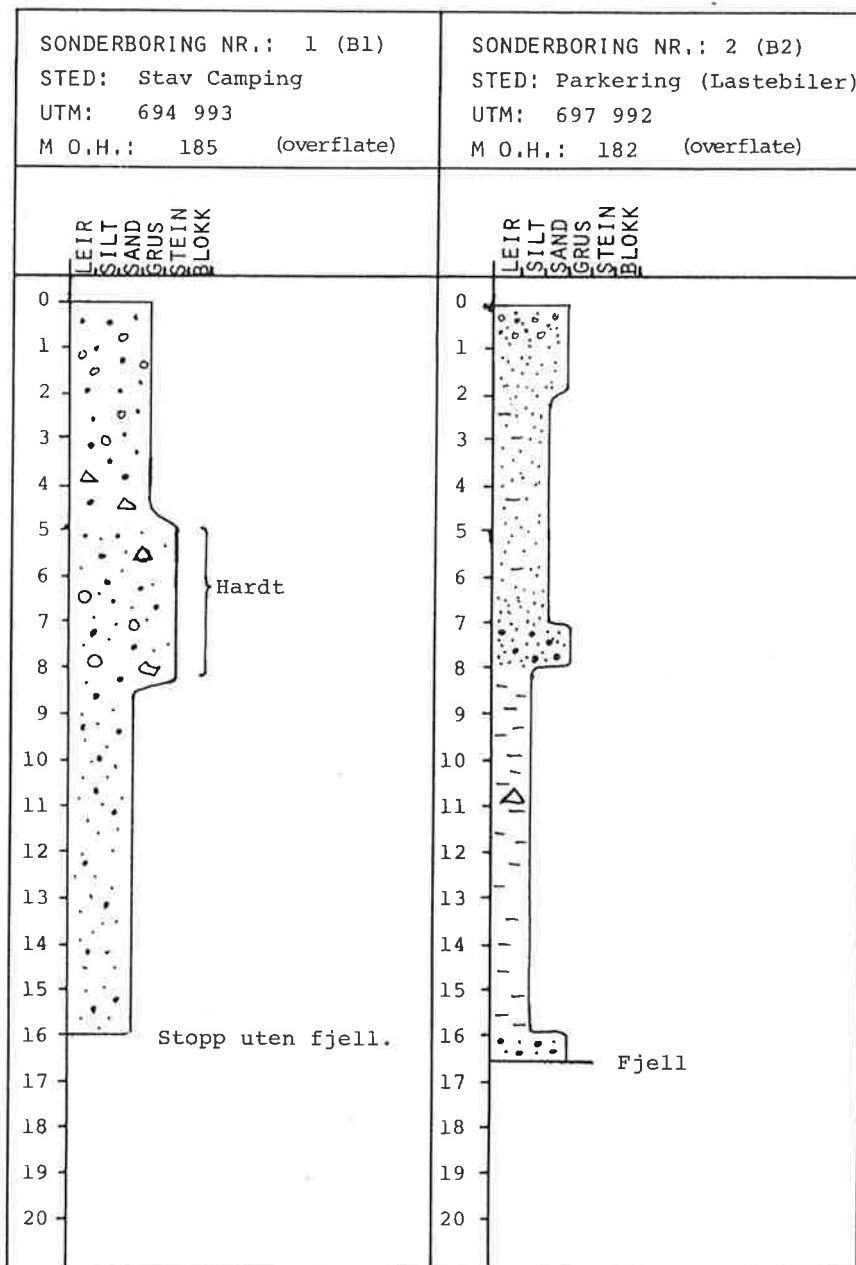
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE  
TRETTEEN 1B174

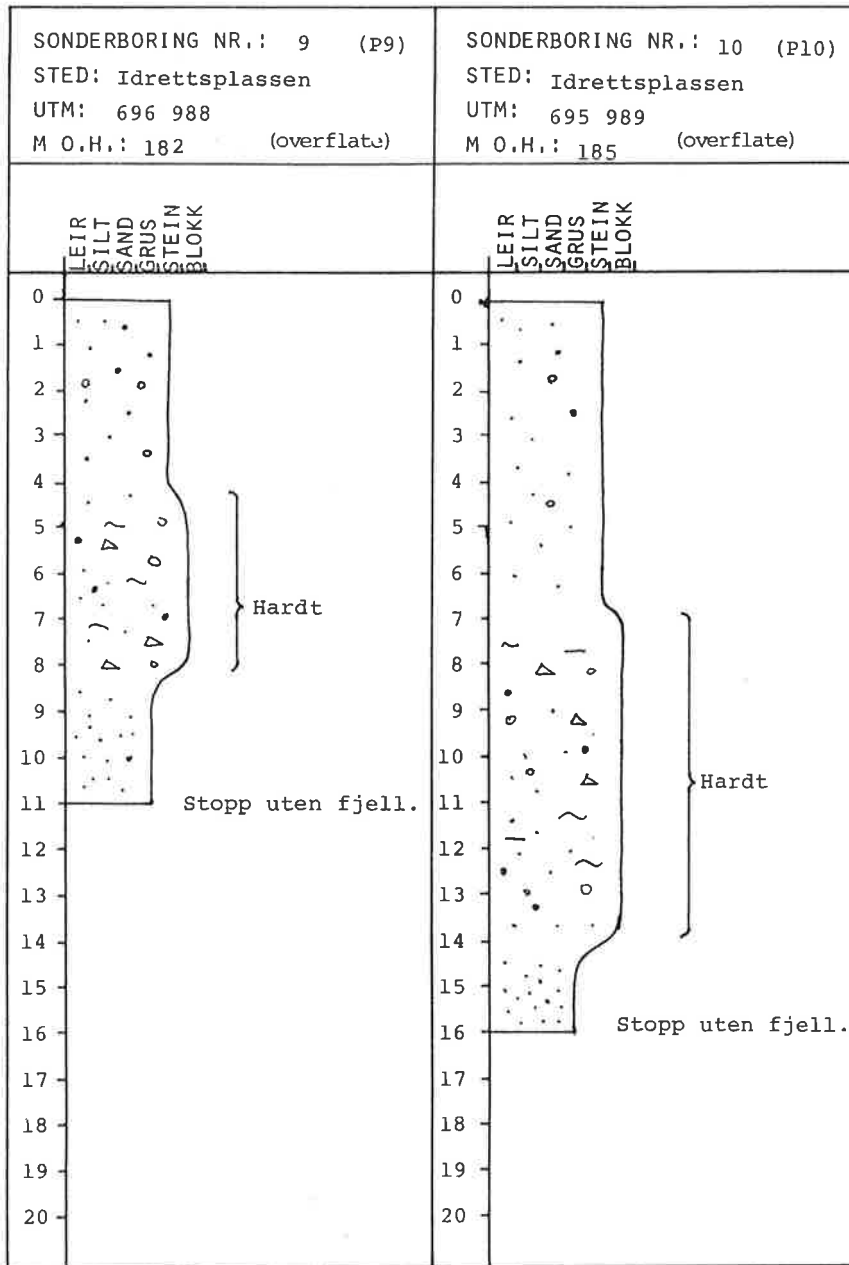




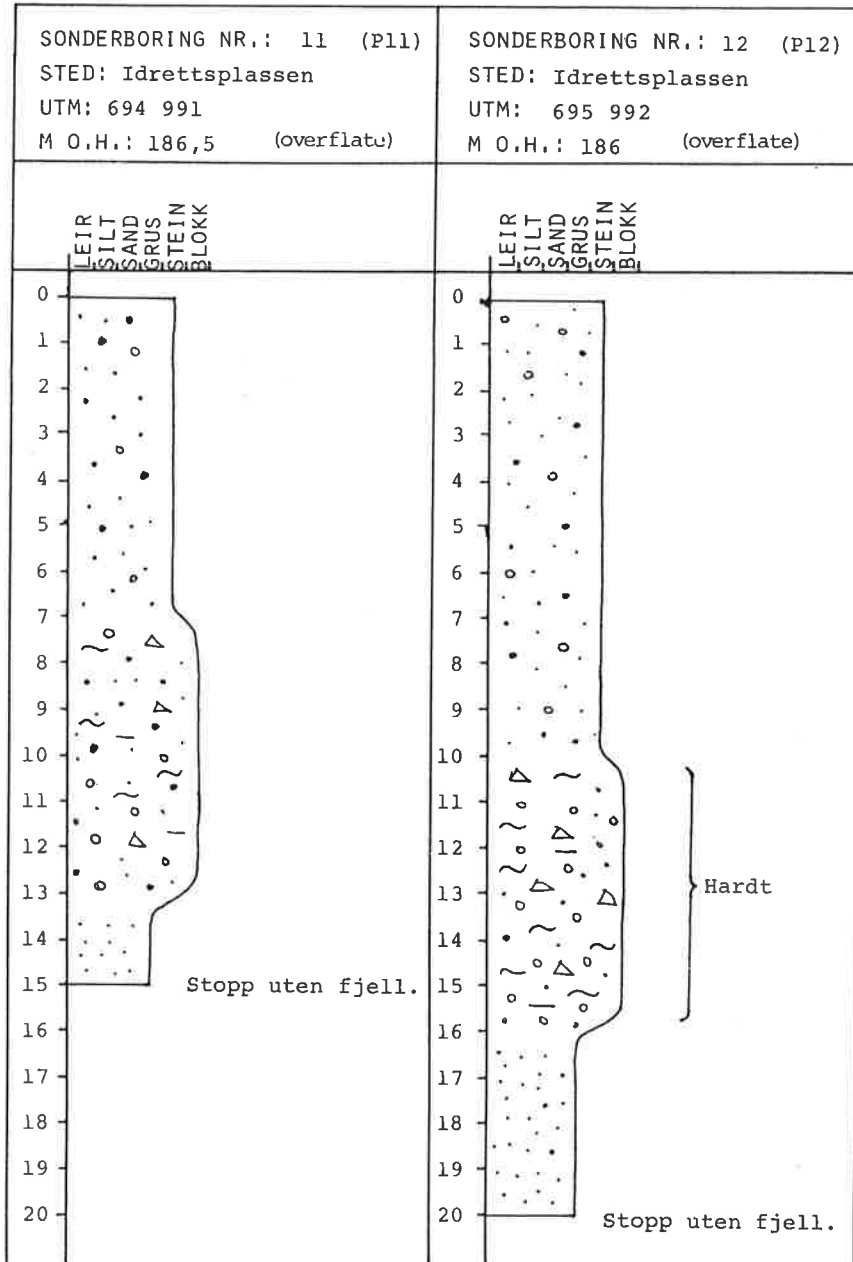
# Vedlegg B: Sonderboringer.



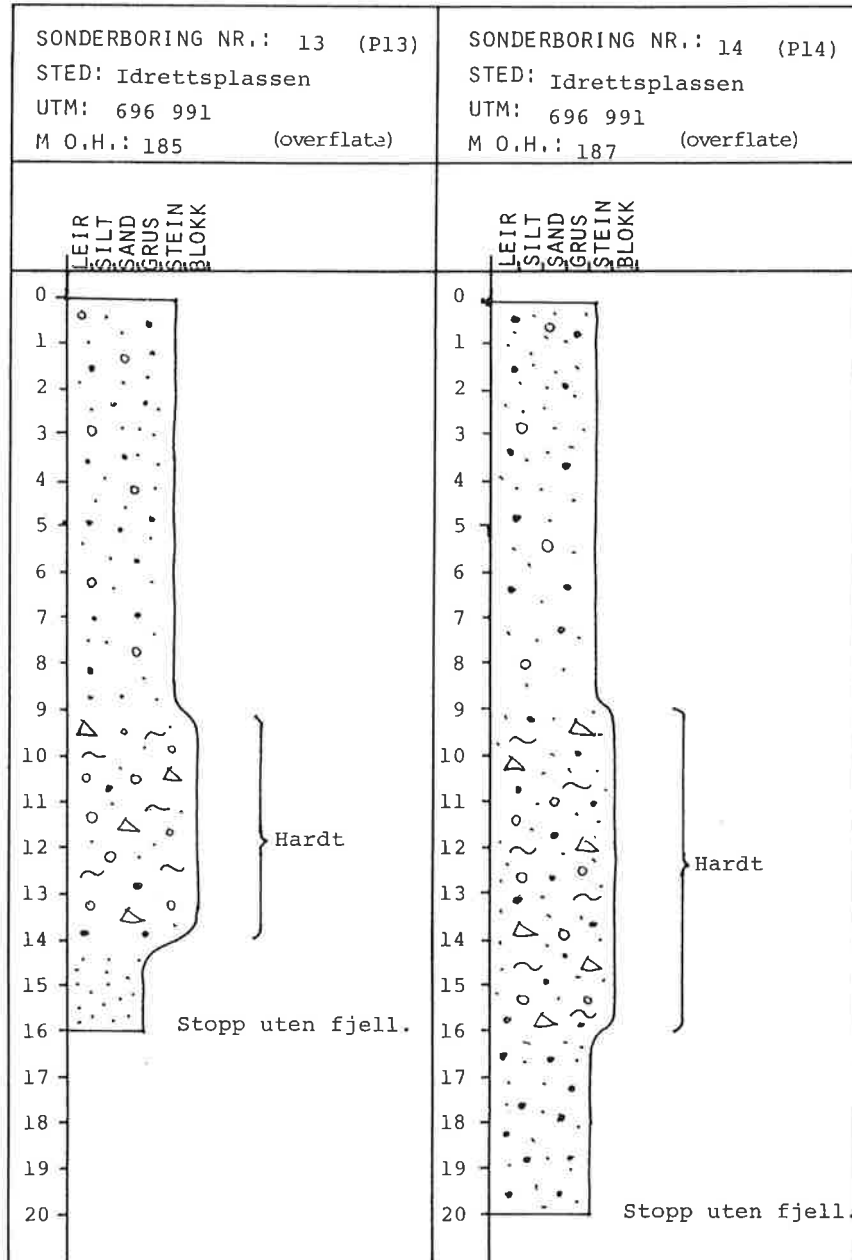
Vedlegg B: Sonderboringer.



Vedlegg B: Sonderboringer.

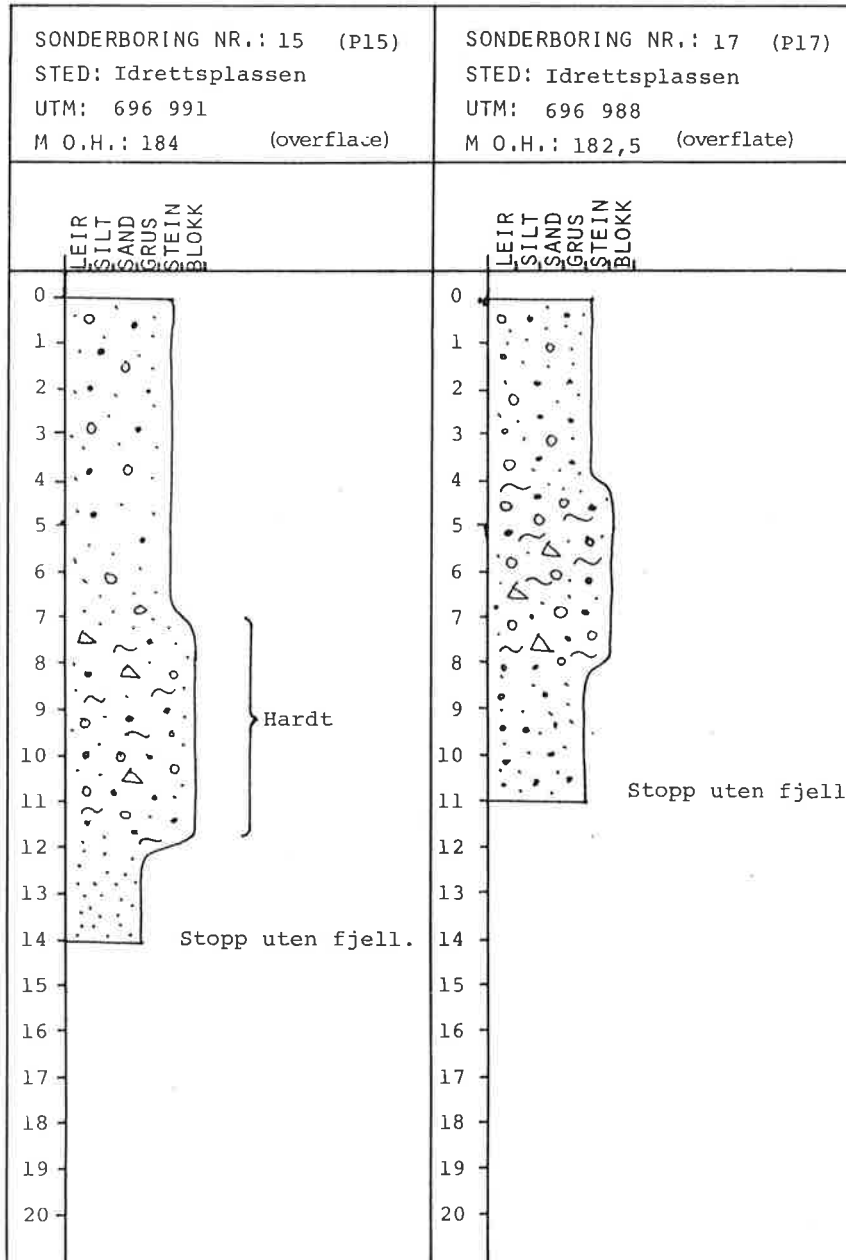


Vedlegg B: Sonderboringer.

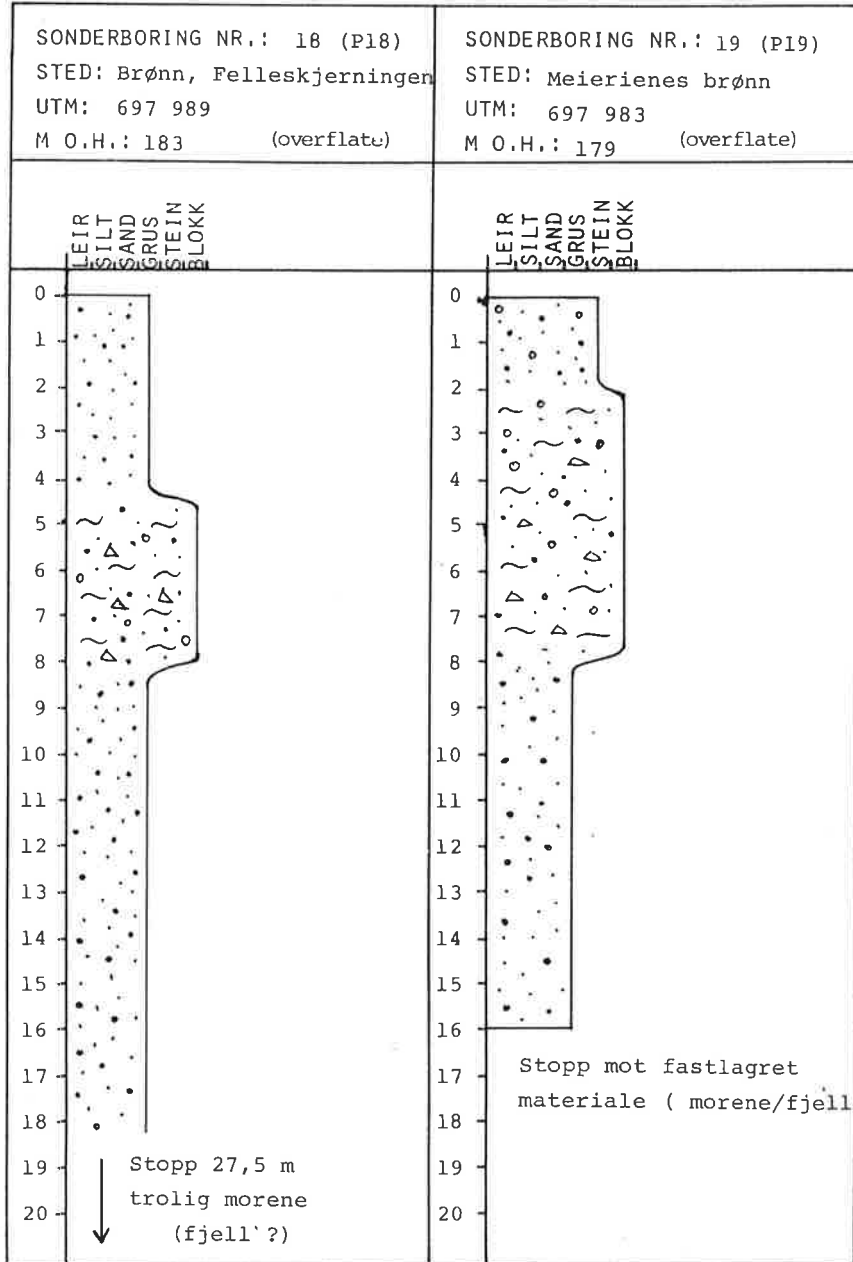




Vedlegg B: Sonderboringer.



Vedlegg B: Sonderboringer.



## Vedlegg C: Vannstandsobservasjoner og Permeabilitetsverdier.

### Avleste grunnvannsnivå i m o.h. (1984).

Symbolbruk i tabellene er som følger:

- Mangler data
- (1) For lav vannstand til måling
- (2) For høy vannstand til måling
- (3) Vannmerke borte etter flom
- (4) Utsatt nytt vannmerke

<i>Peilerør</i>	<i>10 mai</i>	<i>14 mai</i>	<i>18 mai</i>	<i>24 mai</i>	<i>30 mai</i>
Vannmerke A	179.97	179.74	180.71	181.28	_(2)
Vannmerke B	_(1)	_(1)	179.58	180.23	_(2)
Rør i brønn	179.28	179.17	180.02	180.67	181.46
Brønn	181.11	180.99	181.31	181.42	181.74
Rør 2	179.16	179.00	179.77	180.43	_(2)
Rør 3	179.92	179.74	180.25	180.90	_(2)
Rør 8	179.22	178.95	179.89	180.57	_(2)
Rør 9	179.04	178.90	179.65	180.44	181.30
Rør 10	179.55	179.24	180.12	180.80	181.73
Rør 11	179.83	179.37	180.24	180.89	181.84
Rør 12	181.00	179.65	180.27	180.97	181.84
Rør 13	179.84	179.57	180.34	180.98	181.84
Rør 14	180.88	179.51	180.23	180.82	181.61
Rør 15	179.46	179.28	180.15	180.84	181.66
Rør 17	179.46	179.34	180.15	180.77	181.50

Lignede tabeller for periodene juni – oktober og oktober – desember følger på neste side.

Vedlegg C: Vannstandsobservasjoner og Permeabilitetsverdier.

<i>Peilerør</i>	<i>4 juni</i>	<i>14 juni</i>	<i>27 juli</i>	<i>18 sept.</i>	<i>8 okt.</i>
Vannmerke A	_(2)	_(3)	_(3)	_(3)	_(3)
Vannmerke B	_(2)	_(3)	_(3)	_(3)	_(3)
Rør i brønn	181.76	179.73	179.26	178.93	179.82
Brønn	181.81	181.12	180.70	180.27	181.03
Rør 2	_(2)	179.60	179.29	178.77	179.45
Rør 3	_(2)	180.14	179.78	179.41	180.04
Rør 8	_(2)	179.67	179.33	178.82	179.54
Rør 9	_(2)	179.56	179.23	178.69	179.39
Rør 10	182.05	179.93	179.59	179.03	179.70
Rør 11	182.15	180.10	179.77	179.18	179.83
Rør 12	182.09	180.31	179.84	179.20	179.91
Rør 13	182.08	180.35	179.82	179.28	180.06
Rør 14	181.91	180.10	179.44	179.17	179.90
Rør 15	181.91	179.93	179.45	179.02	179.81
Rør 17	181.79	179.91	179.43	179.20	179.85

<i>Peilerør</i>	<i>22 okt.</i>	<i>31 okt.</i>	<i>7 nov.</i>	<i>15 nov.</i>	<i>13 des.</i>
Vannmerke A	_(3)	179.96 <sup>(4)</sup>	180.53	179.72	179.60
Vannmerke B	_(3)	_(3)	—	—	—
Rør i brønn	179.84	179.63	—	179.29	178.94
Brønn	181.01	181.03	—	180.53	180.01
Rør 2	179.48	179.31	179.79	178.96	178.70
Rør 3	180.06	179.93	180.22	179.67	179.31
Rør 8	179.56	179.36	179.87	179.04	178.82
Rør 9	179.42	179.21	179.73	178.86	178.66
Rør 10	179.75	179.50	—	179.25	179.04
Rør 11	179.89	179.62	180.20	179.48	179.15
Rør 12	179.96	179.74	—	179.52	179.18
Rør 13	180.08	179.88	—	179.58	179.25
Rør 14	179.94	179.73	—	179.45	179.10
Rør 15	179.83	179.62	—	179.29	178.98
Rør 17	179.86	179.68	—	179.34	179.15

Vedlegg C : Vannstandsobservasjoner og Permeabilitetsverdier.

**Permeabilitetsverdier.**

Nedenfor følger en oversikt over permeabilitetsverdier beregnet for grunnvannsmagasinet ved lokalitetene B1, P8 og P9 ved Idrettsplassen (jfr. pl. 2). Permeabilitetsverdiene er beregnet ved følgende formel (Hazen):

$$K = 0.00773 \times d_{10}^{(2)}.$$

**Punkt B1.**

Dyp	$d_{10}$	$d_{60}$	$d_{60}/d_{10}$	Hazen (m/s)
6 – 6.5 m	0.025	2.67	106.8	$4.83 \times 10^{-6}$
9 – 9.5 m	0.063	2.13	33.8	$3.07 \times 10^{-5}$

*Kommentar.*

Prøvene er for dårlig sortert da formelverket krever at følgende gjelder for forholdet  $d_{60}/d_{10}$ :

$$2 < d_{60}/d_{10} < 5.$$

**Punkt P8.**

Dyp	$d_{10}$	$d_{60}$	$d_{60}/d_{10}$	Hazen (m/s)
12 – 13 m	0.5	2.2	4.4	$1.9 \times 10^{-3}$
14 – 15 m	0.55	1.7	3.1	$2.3 \times 10^{-3}$
15 – 16 m	0.5	1.62	3.24	$1.9 \times 10^{-3}$

**Punkt P9.**

Dyp	$d_{10}$	$d_{60}$	$d_{60}/d_{10}$	Hazen (m/s)
3 – 4 m	0.14	0.87	6.21	$1.5 \times 10^{-4}$
5 – 6 m	0.14	0.73	5.2	$1.5 \times 10^{-4}$
6 – 8 m	0.27	1.33	4.93	$5.6 \times 10^{-4}$
8 – 10 m	0.21	0.88	4.20	$3.4 \times 10^{-4}$
9 – 10 m	0.27	0.88	3.26	$5.6 \times 10^{-4}$