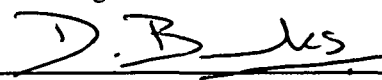


Rapport nr. 92.208		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved Mohåggån og Muan i Meldal kommune.				
Forfatter: Gaute Storrø		Oppdragsgiver: Meldal kommune		
Fylke: Sør Trøndelag		Kommune: Meldal		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1521-2 Hølonda, 1521-3 Løkken		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 30	Pris: 50,-	
Feltarbeid utført: 1989-1991		Rapportdato: 10.03.92	Prosjektnr.: 63.2387.00	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Det er foretatt hydrogeologiske undersøkelser og langtidsprøvepumping av to grunnvannsforekomster i Meldal kommune (Mohåggån og Muan).</p> <p>Undersøkelsene ved Mohåggån viser at en betydelig direkteinfiltrasjon av elvevann finner sted. Dette gir uakseptabel vannkvalitet og lokaliteten er derfor betegnet som uegnet for uttak av drikkevann.</p> <p>300-400 m nord for Mohåggån ble indikasjoner på positive forhold for grunnvannsuttak funnet i ett borpunkt.</p> <p>Ved eventuell etablering av en permanent vannforsyningsbrønn ved Muan forventes midlere kapasitet å være minimum 1600 l/min. Grunnvannet ved Muan tilfredsstiller Folkehelse's (SIFF) krav til innhold av uorganiske komponenter gjennom hele prøvepumpingsperioden, dog med et klart unntak for nitrat. Nitratinnholdet reduseres gjennom prøvepumpingsperioden gradvis ned mot SIFF-normen.</p> <p>Det anbefales at en oppfølgende prøvepumping gjennomføres ved Muan, bl.a. for å klarlegge forholdene m.h.t. bakteriologisk sikring.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Grunnvannskvalitet		Grunnvannsforsyning
Prøvepumping		Fagrapport		

INNHALDSFORTEGNELSE

	SIDE	
1	INNLEDNING	3
	1.1	Bakgrunn
	1.2	Tidligere undersøkelser
2	OMRÅDEBESKRIVELSE	3
	2.1	Berggrunn
	2.2	Løsmasser
3	RESULTATER	4
	3.1	Mohåggån
	3.2	Muan
4	SAMMENDRAG	8
	4.1	Mohåggån
	4.2	Muan
5	ANBEFALING	9

Figurer 1 - 10

Vedlegg: dokumentasjon av boringer ved Mohåggån

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har siden 1986 vært involvert i grunnvannsundersøkelser i Meldal kommune. Arbeidet er en del av "Hovedplan for vannforsyning, Meldal kommune" og aktiviteten har bestått i å lokalisere utnyttbare grunnvannsmagasin samt å utrede vannkvalitet og kvantitet i disse lokalitetene. Rapporten omtaler resultater fra prøvepumping ved Mohåggån og ved Muan.

1.2 Tidligere undersøkelser

Etter grunnboringer og prøvepumper utført i perioden 1986-88 ble et grunnvannsanlegg som forsyner tettstedet Å satt i drift i 1991 (NGU-rapport 87.103 og 88.190). Parallelt med undersøkelsene ved Å ble det utført undersøkelser for å utrede ett grunnvannsalternativ for Meldal sentrum. Langtidsprøvepumping ble igangsatt i mai 1989 ved Mohåggån, 1.5 km sør for Meldal sentrum (fig.1 og 2). Prøvepumpingen viste at det her foregår en betydelig direkteinfiltrasjon av elvevann, hvilket gir uakseptabel vannkvalitet.

I januar 1990 ble det i samråd med Meldal kommune besluttet å gjennomføre grunnvannsundersøkelser i to nye lokaliteter; ved Syas utløp i Orkla og ved Muan (fig.1 og 2).

Sonderboringer og enkle kapasitetstester ble utført mai-juni 1990 (NGU-rapport 91.182).

Undersøkelsen konkluderte med positive forhold for større grunnvannsuttak ved Muan. For å klarlegge vannkvalitet og kvantitet ble langtidsprøvepumping igangsatt ved Muan august 1991.

2 OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1 Berggrunn

Berggrunnen i området domineres av grønnstein, amfibolitt, glimmerskifer og fylitt av kambro-silurisk alder. Dette er kalkførende bergarter. Mere massiv kalkstein forekommer også bl.a. i et område 3-4 km sør for Muan (Rikstad). En vil derfor forvente å finne et forholdsvis kalkrikt grunnvann i området.

De foran omtalte bergarter er rike på sulfidmineraliseringer, noe som kan gi relativt høyt sulfatinnhold i grunnvann samt noe lav pH.

2.2 Løsmasser

Området Muan-Meldal sentrum preges av store, flate elvesletter i nivå 140-150 m.o.h. Elva (Orkla) går i store svinger mellom elveslettene, som vesentlig er dyrket mark. En stor del av elveløpet er forbygd for å hindre erosjon. I dalsidene finner en sand/grus-terasser i ulike nivåer opp mot 185 m.o.h., som er marin grense. Det forhold at elveslettene ligger under marin grense medfører at grunnvannet kan inneholde noe sjøsalter, i første rekke natrium og klorid, fra utvasking av marine sedimenter.

Total løsmassemektighet i området er ikke kjent. Seismiske målinger ved Grut (NGU-rapport 87.103) viser løsmassemektighet på over 70 meter, og det antas at dypet til fjell kan være enda større i Muan-Mohåggån-området. Mektighet av permeable sand/grus-masser er funnet å være fra 4 til 14 meter (fig.3). Under disse massene ligger lavpermeable finsand/silt-avsetninger.

Den undersøkte lokalitet ved Muan er en skogkledd øy i Orkla (fig.1 og 2). Elvas hovedløp går på sørsiden av øya og det nordlige løpet er tilnærmet tørrlagt ved lav vannføring. Ved sonderboringer på øya ble det påvist sand/grus-masser ned til 14-15 m's dyp, derunder lavpermeabel finsand/silt. Boringene er dokumentert i NGU-rapport 91.182.*)

*) Ved en feil er det undersøkte området gitt betegnelsen Torbergøya i NGU-rapport 91.182.

3 RESULTATER

3.1 Mohåggån

Detaljoversikt for borpunkter i Mohåggån-området er gitt i fig.2 og 3. Dokumentasjon for de enkelte boringer er vedlagt. For langtidsprøvepumping ble to 3"-brønner etablert. Brønnene er 15 m dype med filter (rør med 3-4 mm slisser) fra 9 til 15 m. Prøvepumping ble gjennomført i perioden 23/05-06/09/89 med konstant vannuttak 1300 l/min. Største magasinsenkning ble målt til 0.3 m. Brønntesting gav følgende magasinparametre;

Hydraulisk konduktivitet: $K = 5 \times 10^{-3} \text{ m/s (m}^3\text{/s/m}^2\text{)}$ (maksimal vanngjennomgang pr areal)
Magasinkoeffisient: $S = 0.16 \text{ (m}^3\text{/m}^3\text{)}$ (uttagbart vannvolum pr magasinvolum)

Prøver av grunnvann og elvevann ble samlet inn under prøvepumpingen. Prøvene ble analysert på uorganiske parametre (mineraler) ved "NGU-Seksjon for kjemiske analyser". Bakteriologiske analyser ble utført ved "Orkdal interkommunale kjøtt- og næringsmiddelkontroll". Resultater fra uorganiske analyser er gitt i fig. 4-6.

Vannets elektriske ledningsevne (fig.4) er et uttrykk for det totale ioneinnhold. Grunnvann har generelt et betydelig høyere innhold av ioner en overflatevann, som følge av reaksjoner mellom mineraler og vann i grunnen. Ioneinnholdet vil være særlig høyt i områder med kalkrik berggrunn/løsmasser.

Under forundersøkelsene ble det klarlagt at grunnvann fra Mohåggån hadde en relativt lav ledningsevne (57 uS/cm). Det samme forhold ble observert under grunnvannsundersøkelser ved Å (73 uS/cm). Ved Å medførte prøvepumpingen en betydelig økning i ledningsevnen (130 uS/cm), d.v.s. økt ioneinnhold p.g.a. tilførsel av dyptliggende grunnvann. Prøvepumpingen ved Mohåggån viste en motsatt utvikling, d.v.s. en betydelig reduksjon i det totale ioneinnhold. Ved avslutningen av prøvepumpingen har grunnvannet tilnærmet samme kjemiske sammensetning som elvevannet (fig. 4-6).

Analyser av grunnvannsprøver fra siste del av prøvepumpingen (28/08 og 06/09) viste innhold av koliforme bakterier samt relativt høye tall for farge og turbiditet. Dette sammen med resultatene fra de uorganiske analysene viser at en betydelig direkteinfiltrasjon av elvevann finner sted ved Mohåggån. Lokaliteten ble derfor karakterisert som ikke egnet for kommunalt uttak av drikkevann. Boringer i punktene a5, a10 og d8 gir indikasjon på positive forhold for grunnvannsuttak, men også disse lokalitetene vurderes å ligge med for liten avstand til elva.

Supplerende undersøkelse ble gjennomført 300-400 m nord for Mohåggån ("Prestegårdsskogen"). Indikasjoner på positive forhold for grunnvannsuttak ble funnet i borpunkt d6 (fig.2 og 3). I de øvrige borpunkter var mektigheten av permeable sand/grus-masser for liten for større grunnvannsuttak. Dette, sammen med kryssende arealinteresser (potensielt nydyrkingsområde), førte til at videre utredning av vannkvalitet/kvantitet ikke ble gjennomført. Dersom arealbruksplanen endres kan lokaliteten d6 fortsatt være aktuell med tanke på langtidsprøvepumping.

Grunnforholdene på sørsiden av Orkla ved Mohåggån (fig.1 og 2) ble også undersøkt, men viste seg ikke å være positive med tanke på større grunnvannsuttak. Permeable sand/grus-masser ble funnet, men kun i umiddelbar nærhet av elva (borpunkt c6).

3.2 Muan

Forundersøkelsene (NGU-rapport 91.182) viste positive forhold for større grunnvannsuttak på øya ved Muan. For langtidsprøvepumping ble to 3"-brønner etablert. Brønnene er 15 m dype med filter (rør med 3-4 mm slisser) fra 7 til 15 m. Brønnenes samlede kapasitet ble målt til 1600-1800 l/min. Maksimalt døgnforbruk for et vassverk som skal forsyne både Meldal sentrum og Løkken er beregnet til 1900 l/min (2700 m³/døgn).

Prøvepumping ble gjennomført i perioden 30/08-01/11/91 med konstant vannuttak 800 l/min. Pumpehavari og problemer med strømaggregat gav enkelte avbrudd i prøvepumpingen og medførte at prøvepumpingen ble avsluttet en måned tidligere enn opprinnelig planlagt.

Prøver av grunnvann og elvevann ble samlet inn under prøvepumpingen. Prøvene ble analysert på uorganiske parametre (mineraler) ved "NGU-Seksjon for kjemiske analyser". Bakteriologiske analyser ble utført ved "Orkdal interkommunale kjøtt- og næringsmiddelkontroll". Resultater fra uorganiske analyser er gitt i fig. 7-9.

Under forundersøkelsen ble det funnet et høyere ioneinnhold i grunnvann ved Muan (ledningsevne = 170 uS/cm) enn det som ble funnet ved Å og Mohåggån. Prosentandelen av ulike ioner er likevel den samme i alle lokaliteter, når en ser bort fra nitrat. Dette viser at det geologiske/mineralogiske miljø er forholdsvis ensartet i de tre områdene, men at lokalitetene viser

en betydelig forskjell m.h.t. vannets oppholdstid i grunnen.

Under prøvepumpingen ved Muan oppstår en gradvis reduksjon i grunnvannets innhold av ulike ioner (fig.7-9). Dette viser at vannuttaket bevirker en økt tilstrømming av relativt ionefattig grunnvann, som har sitt opphav i elve-infiltrasjon. Forholdet er illustrert i fig.10. Under naturlige forhold, d.v.s. når grunnvann ikke pumpes ut fra magasinet, er det kun den øvre del av magasinet som påvirkes av elveinfiltrasjon. Vannuttaket medfører en lokal senkning av grunnvannstanden. Ionefattig grunnvann, med opphav i elveinfiltrasjon, trenger dypere ned i grunnen og gir en fortykning av det dypereliggende, ionerike grunnvannet.

Forundersøkelsen viste høyt nitratinnhold i grunnvannet ved Muan ($31 \text{ mgNO}_3/\text{l}$). Nitratet har høyst sannsynlig sitt opphav i landbrukskjødsling.

Elvevann har generelt et lavt innhold av nitrat. Med bakgrunn i data fra "Statlig program for forurensningsovervåking" kan årsmiddelverdi for nitrat i Orkla forventes å være $0.2-0.4 \text{ mgNO}_3/\text{l}$. Prosentandelene av h.h.v. "elveinfiltrert grunnvann" (ELV) og "dypt, ionerikt grunnvann" (GV) ved avslutningen av prøvepumpingsperioden, kan beregnes utfra den fortykning som finner sted for nitrat. Beregningen gir $\text{ELV}=62 \%$ og $\text{GV}=38 \%$, d.v.s. nitratinnholdet reduseres med 62% p.g.a. tilførsel av tilnærmet nitratfritt grunnvann med opphav i elveinfiltrasjon.

For de øvrige uorganiske komponenter (Ca, Mg, Na, Cl og SO_4) er fortykningen betydelig lavere ($20-40 \%$). Årsaken til dette er at elvevannet har et høyere innhold av disse komponentene enn av nitrat, samt at vannet som infiltreres fra elva har **en såvidt lang oppholdstid i grunnen** at en betydelig tilførsel av ioner fra mineralforvitring finner sted. Oppholdstiden peker i positiv retning m.h.t. vannkildens naturlige beskyttelse mot eventuell forurensningstilførsel fra elva.

Detaljert presentasjon av resultatene fra de uorganiske kjemiske analysene er gitt i tabell 1. Grunnvannet ved Muan tilfredstiller Folkehelsa's (SIFF) krav til innhold av uorganiske komponenter gjennom hele prøvepumpingsperioden, dog med foran omtalte unntak for nitrat. Folkehelsa (SIFF) krever et nitratinnhold lavere enn $11 \text{ mgNO}_3/\text{l}$ for å gi betegnelsen "godt drikkevann". For vann med nitratinnhold $11-44 \text{ mgNO}_3/\text{l}$ gis betegnelsen "mindre godt". Nitratinnholdet i grunnvann fra Muan er $12.2 \text{ mgNO}_3/\text{l}$ ved avslutningen av prøvepumpingen. Det forventes at nitratinnholdet vil ligge innenfor grensen for "godt drikkevann" ved et større og kontinuerlig vannuttak.

Grunnvannet har noe lavere alkalitet ($0.5-0.6 \text{ mmol/l}$) og pH ($6.4-7.5$) enn det som er ønskelig for "godt drikkevann" (tabell 1). Dette har trolig sammenheng med det høye nitratinnholdet. Nitrogen i landbrukskjødsel foreligger hovedsaklig som ammonium (NH_4) som ved tilgang på oksygen omdannes til nitrat (nitrifisering). Denne reaksjonen produserer "syre", noe som medfører

Tabell 1: Uorganiske kjemiske analyser av grunnvann fra Muan, Meldal kommune. Tabellen angir analyseresultater fra forundersøkelsen (mai-90) samt fra slutten av prøvepumpingsperioden (01/11/91).

KATIONER	DATO: mai-90	DATO: 01/11/91	SIFF kvalitetsnormer for "godt drikkevann" ("mindre godt" angitt i parantes)
Kalsium mg/l	20,5	13,7	15-25
Magnesium mg/l	2,5	1,5	< 10 (< 20)
Natrium mg/l	5,3	4,3	< 20
Kalium mg/l	1,5	0,3	
Silisium mg/l	3,5	3,3	
Jern µg/l	75	< 10	< 100 (< 200)
Mangan µg/l	< 50	< 2	< 50 (< 100)
Aluminium µg/l	< 100	26	(< 100 for fullrenset vann)
Titan µg/l	< 4	< 10	
Kobber µg/l	< 1	< 2	< 100 (< 300)
Sink µg/l	< 6	< 5	< 300
Bly µg/l	< 90	< 50	< 5 (< 20)
Nikkel µg/l	< 40	< 40	
Barium µg/l	< 25	11	< 1000
Kadmium µg/l	< 6	< 10	< 1 (< 5)
Strontium µg/l	89	61	
ANIONER			
Sulfat (som SO ₄ ⁻) mg/l	7,5	5,2	< 100
Klorid mg/l	10,0	8,4	< 100 (< 200)
Nitrat (som NO ₃) mg/l	31,0	12,2	< 11 (< 44)
Nitritt (som NO ₂) µg/l	< 50	< 50	< 17 (< 164)
Fluorid µg/l	< 50	< 50	< 1500
Fosfat (som PO ₄ ⁻) µg/l	< 50	< 200	
Bromid µg/l	< 50	< 20	
Elektrisk ledningsevne µS/cm	170	111	
pH	6,35	6,5	7,5 - 8,5 (6,5 - 9,0)
Alkalitet mmol/l	0,56	0,58	0,6 - 1,0

reduksjon i alkalitet og senket pH. Oksydasjon av svovelkis bidrar trolig også til en viss reduksjon i alkalitet og pH.

Analyseinstrumentene som er benyttet for de uorganiske analysene (ICP-kationer, IC-anioner) har en deteksjonsgrense som ligger høyere enn SIFF's kvalitetsnormer for "godt drikkevann", når det gjelder bly, kadmium og nitritt. Analysene gir derfor kun orienterende opplysninger om disse parametrene.

Innsamling og innsending av prøver for bakteriologiske analyser har vært noe mangelfull. Data foreligger kun for to prøver fra siste del av prøvepumpingsperioden. Prøvene tilfredsstiller kravene til "godt drikkevann" for alle parametre (koliforme og termostabile koliforme bakterier, kimtall, turbiditet og farge). Mulighetene for eventuell bakterietilførsel fra elva skulle være størst ved slutten av prøvepumpingsperioden. Analysene peker således i positiv retning m.h.t. bakteriologisk beskyttelse av grunnvannsmagasinet, men ett noe mere fullstendig analyseprogram bør gjennomføres.

4 SAMMENDRAG

4.1 Mohåggån

Undersøkelsene viser at en betydelig direkteinfiltrasjon av elvevann finner sted i prøvepumpingslokaliteten ved Mohåggån. Dette gir uakseptabel vannkvalitet (bakteriologisk og fysikalsk) og lokaliteten er derfor betegnet som ikke egnet for kommunalt uttak av drikkevann.

Ved undersøkelser 300-400 m nord for Mohåggån ble indikasjoner på positive forhold for grunnvannsuttak funnet i borpunkt d6. I de øvrige borpunkt var mektigheten av permeable sand/grus-masser for liten for større grunnvannsuttak. Dette, sammen med kryssende arealinteresser (potensielt nydyrkingsområde), førte til at videre utredning av vannkvalitet/kvantitet ikke ble gjennomført. Dersom arealbruksplanen endres kan lokaliteten d6 fortsatt være aktuell med tanke på langtidsprøvepumping.

Grunnforholdene på sørsiden av Orkla ved Mehåggån viste seg ikke å være positive med tanke på større grunnvannsuttak. Permeable sand/grus-masser ble funnet, men kun i umiddelbar nærhet av elva.

4.2 Muan

Samlet kapasitet for de to brønnene som er etablert ved Muan ble målt til 1600-1800 l/min. Ved etablering av en permanent forsyningsbrønn forventes midlere kapasitet å være min. 1600 l/min.

Grunnvannet ved Muan tilfredsstiller Folkehelsa's (SIFF) krav til innhold av uorganiske

komponenter gjennom hele prøvepumpingsperioden, dog med et klart unntak for nitrat. Nitratinnholdet var under forundersøkelsen 31 mgNO₃/l, men reduseres gjennom prøvepumpingsperioden gradvis ned mot en verdi som tilsvarer SIFF-normen for "godt drikkevann" (11 mgNO₃/l).

Reduksjonen i nitratinnhold finner sted som følge av økt infiltrasjon av nitrat "fritt" ellevann. Prøvepumpingen er utført med et konstant vannuttak på 800 l/min i en periode på to måneder. Ved eventuell etablering av et permanent vannverk vil vannuttaket bli større (max forbruk 1900 l/min) og mere kontinuerlig. En ytterligere reduksjon i nitratkonsentrasjonen forventes derfor.

Nitratinnholdet reduseres med ca 60 % gjennom prøvepumpingsperioden. For de øvrige uorganiske komponenter (Ca, Mg, Na, Cl og SO₄) er fortynningen betydelig lavere (20-40 %). Årsaken til dette er at ellevannet har et høyere innhold av disse komponentene enn av nitrat, samt at vannet som infiltreres fra elva har en såvidt lang oppholdstid i grunnen at en betydelig tilførsel av ioner fra mineralforvitring finner sted. Oppholdstiden peker i positiv retning m.h.t. vannkildens naturlige beskyttelse mot eventuell forurensningstilførsel fra elva.

Grunnvannet har noe lavere alkalitet (0.5-0.6 mmol/l) og pH (6.4-7.5) enn det som er ønskelig for "godt drikkevann". Dette har trolig sammenheng med det høye nitratinnholdet. Oksydasjon av svovlkis bidrar trolig også til en viss reduksjon i alkalitet og pH.

Prøvetakingen for bakteriologiske analyser har vært noe mangelfull. Det er ikke påvist bakteriell forurensing i de prøver som er analysert. Dette er prøver som er tatt ved slutten av prøvepumpingsperioden. Analysene peker således i positiv retning m.h.t. bakteriologisk beskyttelse av grunnvannsmagasinet, men ett noe mere fullstendig analyseprogram bør gjennomføres.

5 ANBEFALING

De data som foreligger etter prøvepumpingen ved Muan gir grunnlag for positive konklusjoner for etablering av et kommunalt grunnvannsverk. Det anbefales likevel at det gjennomføres en oppfølgende prøvepumpingsperiode, særlig for å klarlegge forholdene m.h.t. bakteriologisk sikring. Følgende videreføring anbefales:

- Utfra erfaringer fra første prøvepumping bør nettstrøm legges fram til brønnområdet. Dette er nødvendig for å forhindre unødvendige tekniske problemer under prøvepumpingen.
- Eksisterende røropplegg (sugeledninger, tilbakeslagsventiler) utbedres slik at vannuttaket økes til det maksimale (1600-1800 l/min).
- Prøvepumpingen bør foregå fra starten av april og ca 3 måneder fremover, slik at perioden med vårflom dekkes. Det tas ut ukentlige vannprøver for analyse av uorganisk kjemi (NGU) og

bakteriologi. Det bør også gjennomføres enkelte detaljerte analyser av organisk kjemi (eventuell landbruksforurensning).

FIGURER

- Fig. 1: Oversiktskart Meldal
- Fig. 2: Lokalisering av borpunkter ved Mohåggån, Sya og Muan
- Fig. 3: Kotekart for sand/grus-mektighet ved Mohåggån
- Fig. 4-6: Grafisk framstilling av vannkjemi ved Mohåggån
- Fig. 7-9: Grafisk framstilling av vannkjemi ved Muan
- Fig. 10: Skjematisk framstilling av grunnvannsstrømning ved Muan

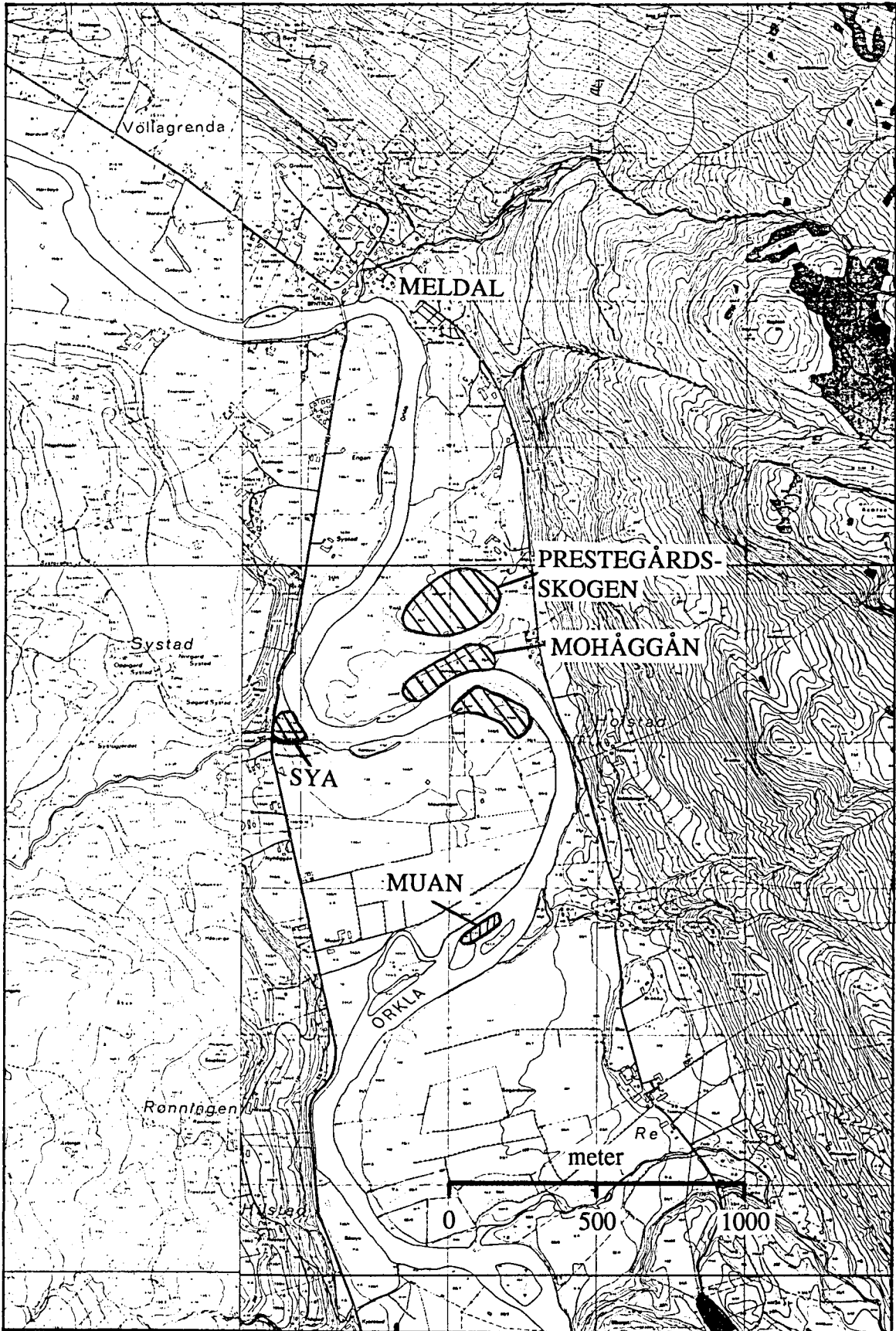


Fig. 1: Oversiktskart Meldal. Utsnitt fra kartblad CDE 117118-20 og CFG 117118-20.

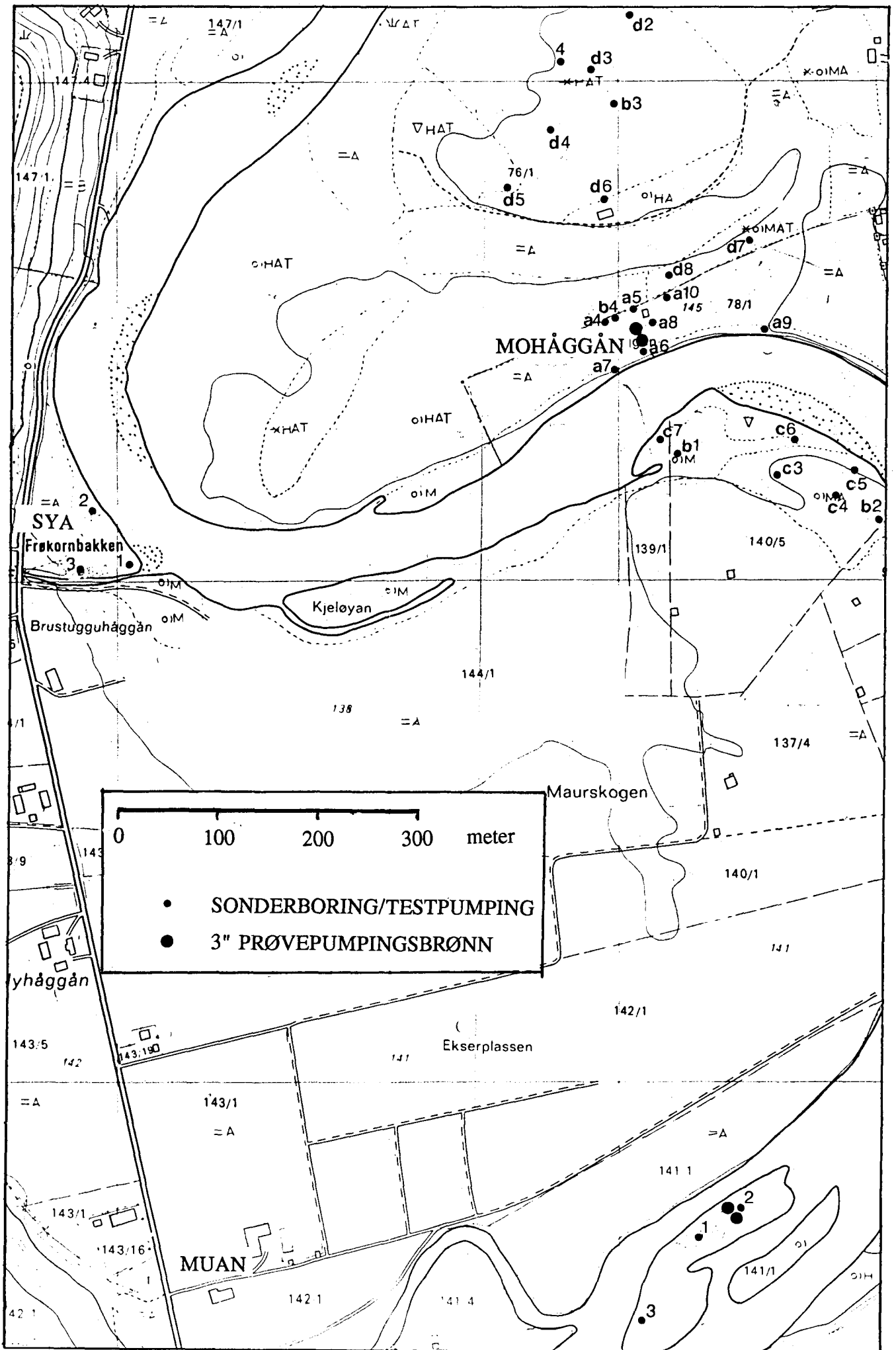


Fig. 2: Lokalisering av borpunkter ved Mohåggån, Sya og Muan. Utsnitt fra kartblad CF-117-5-1, Re.

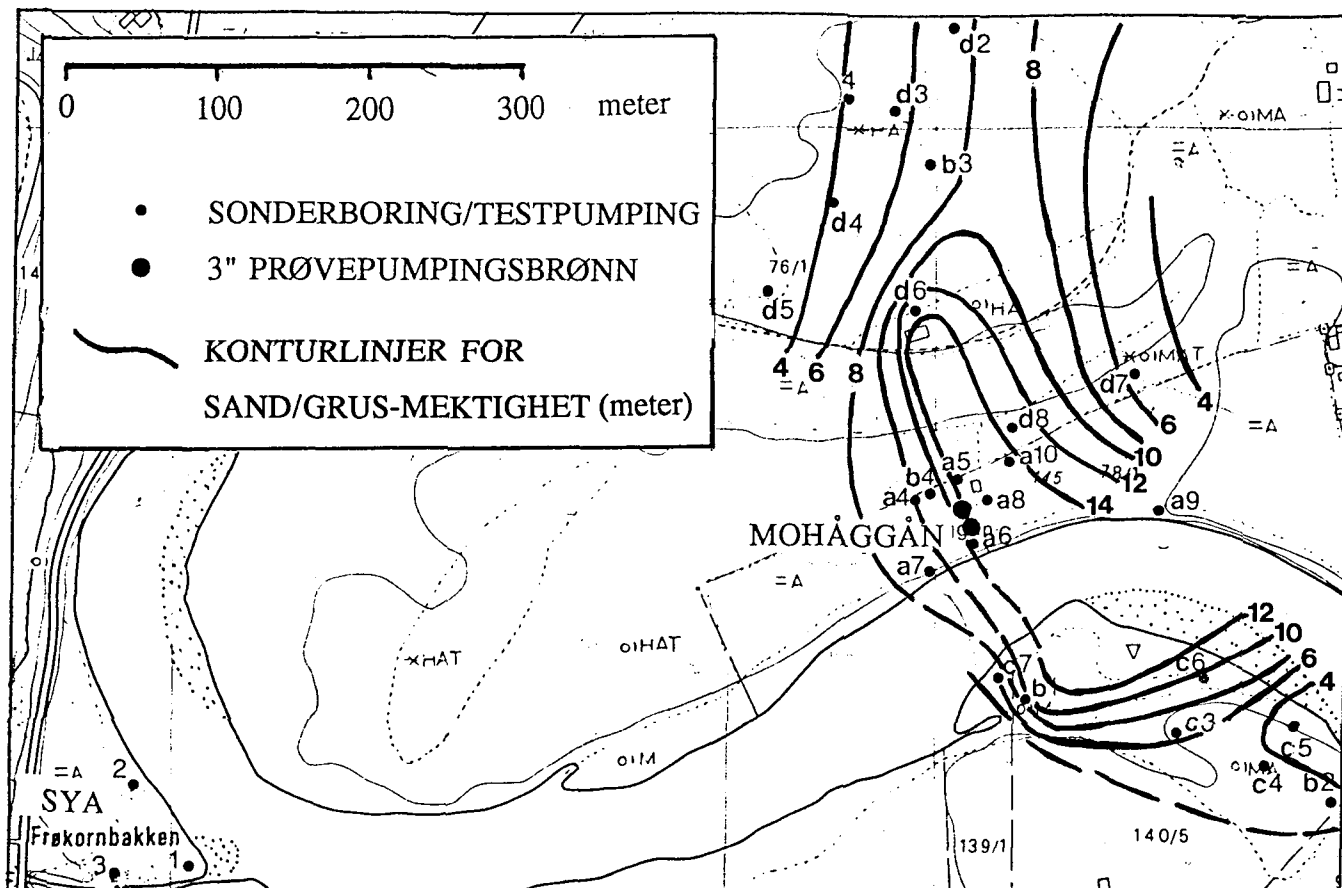


Fig. 3: *Kotekart for sand/grus-mektighet ved Mohåggån. De permeable sand/grus-massene synes å ligge i en lokal "dypål", trolig som resultat av et gammelt elveløp. Utsnitt fra kartblad CF-117-5-1, Re.*

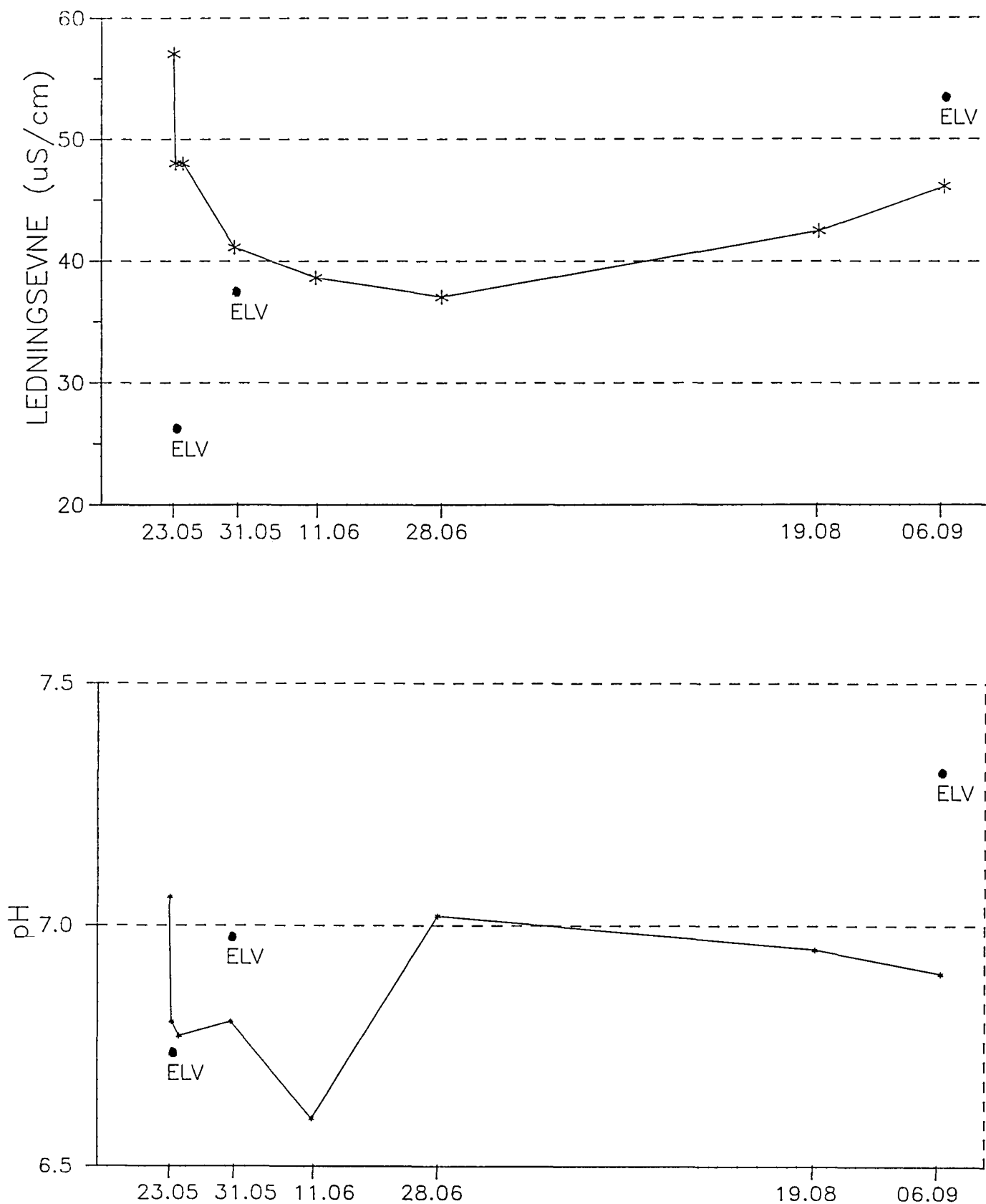


Fig. 4: *Endringer i elektrisk ledningsevne og pH for grunnvann og elv under prøvepumping i perioden mai-september 1989, Mohåggån i Meldal kommune.*

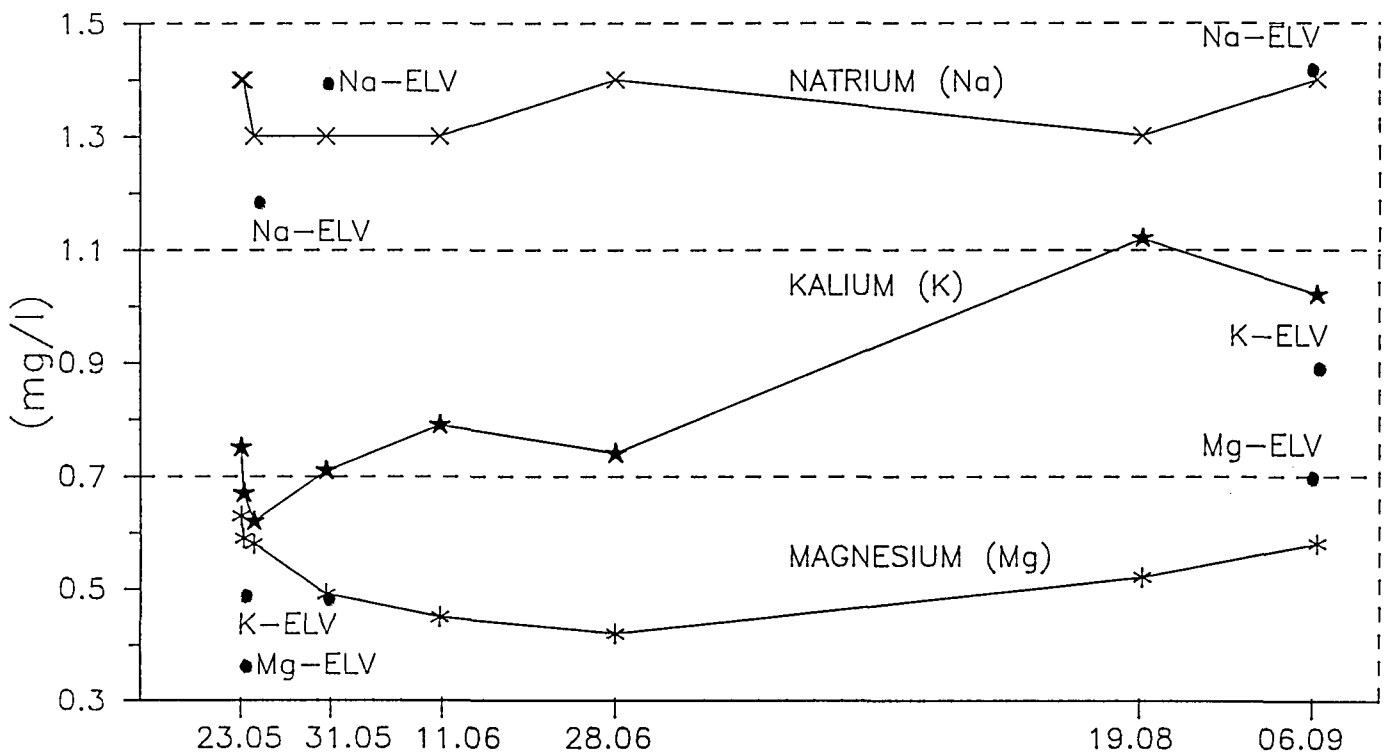
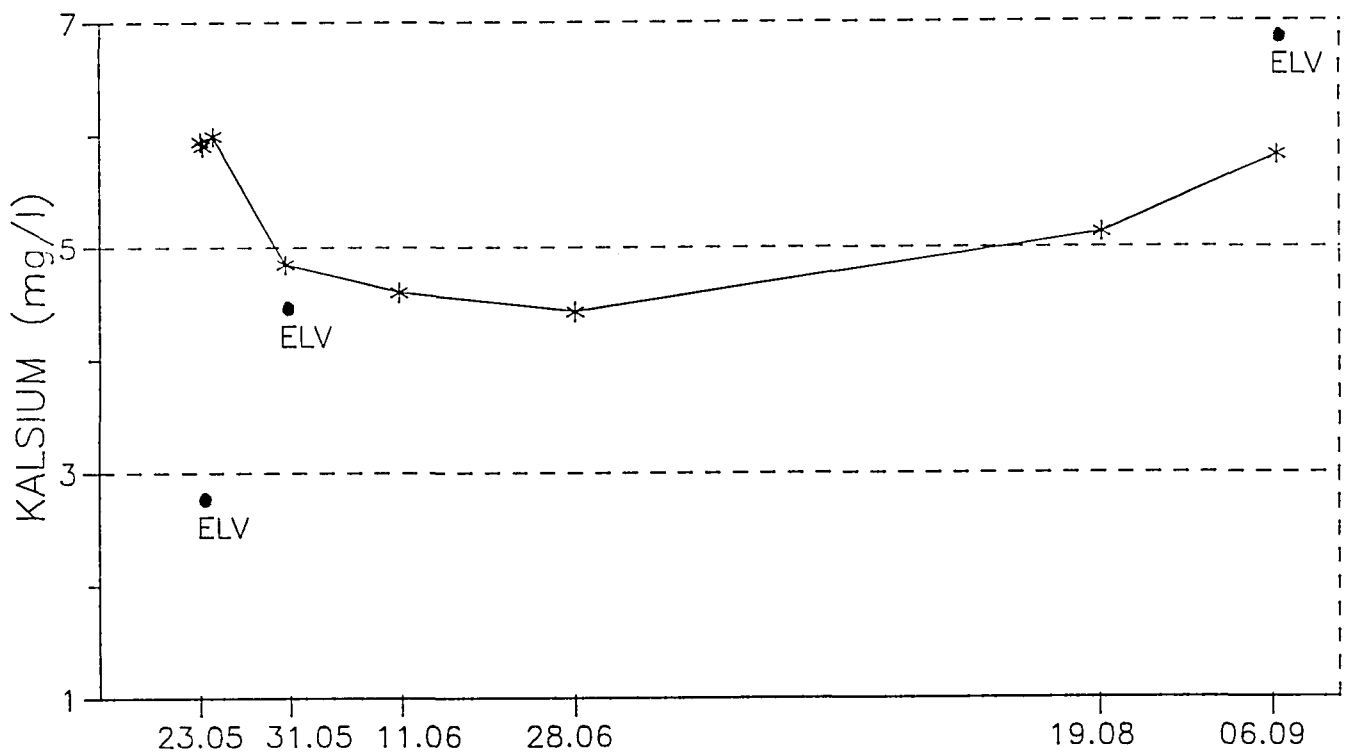


Fig. 5: *Endringer i innhold av hovedkationer for grunnvann og elv under prøvepumping i perioden mai-september 1989, Mohåggån i Meldal kommune.*

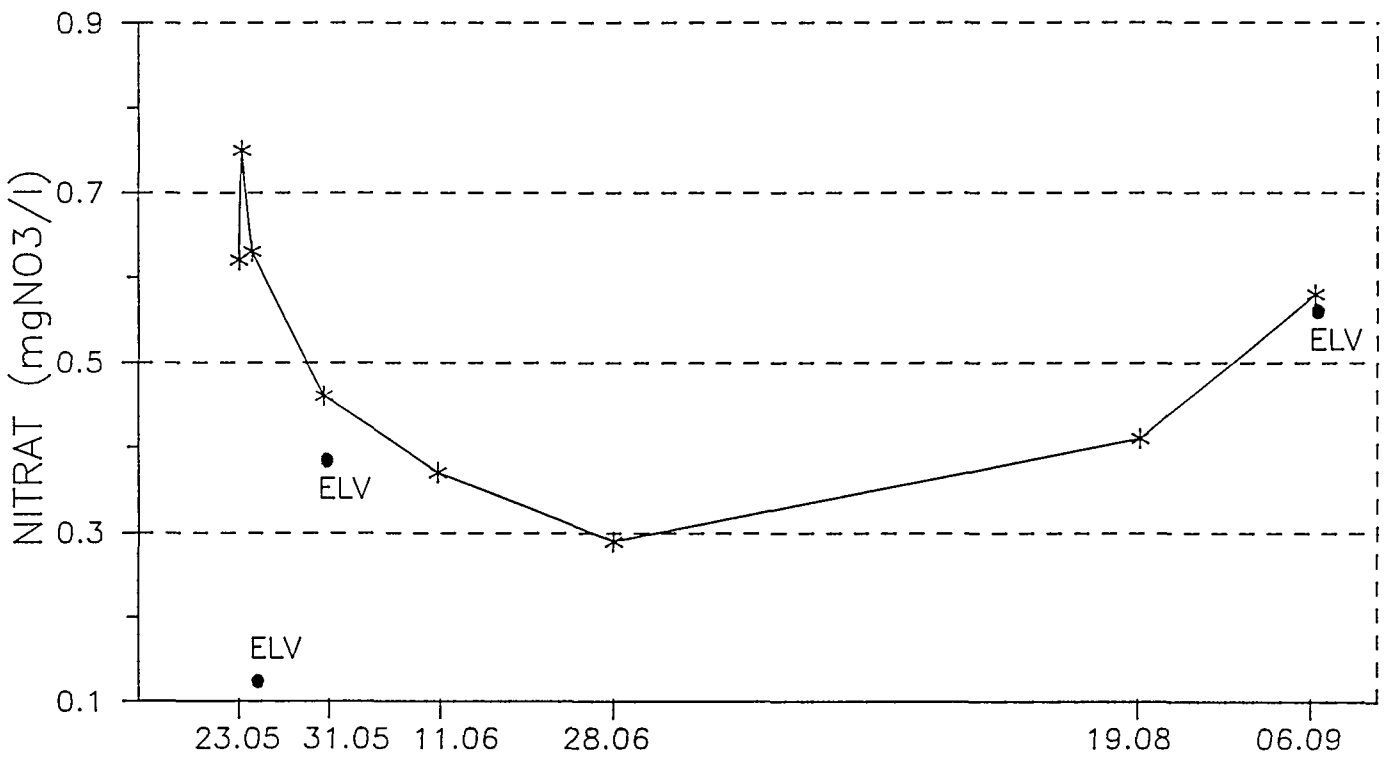
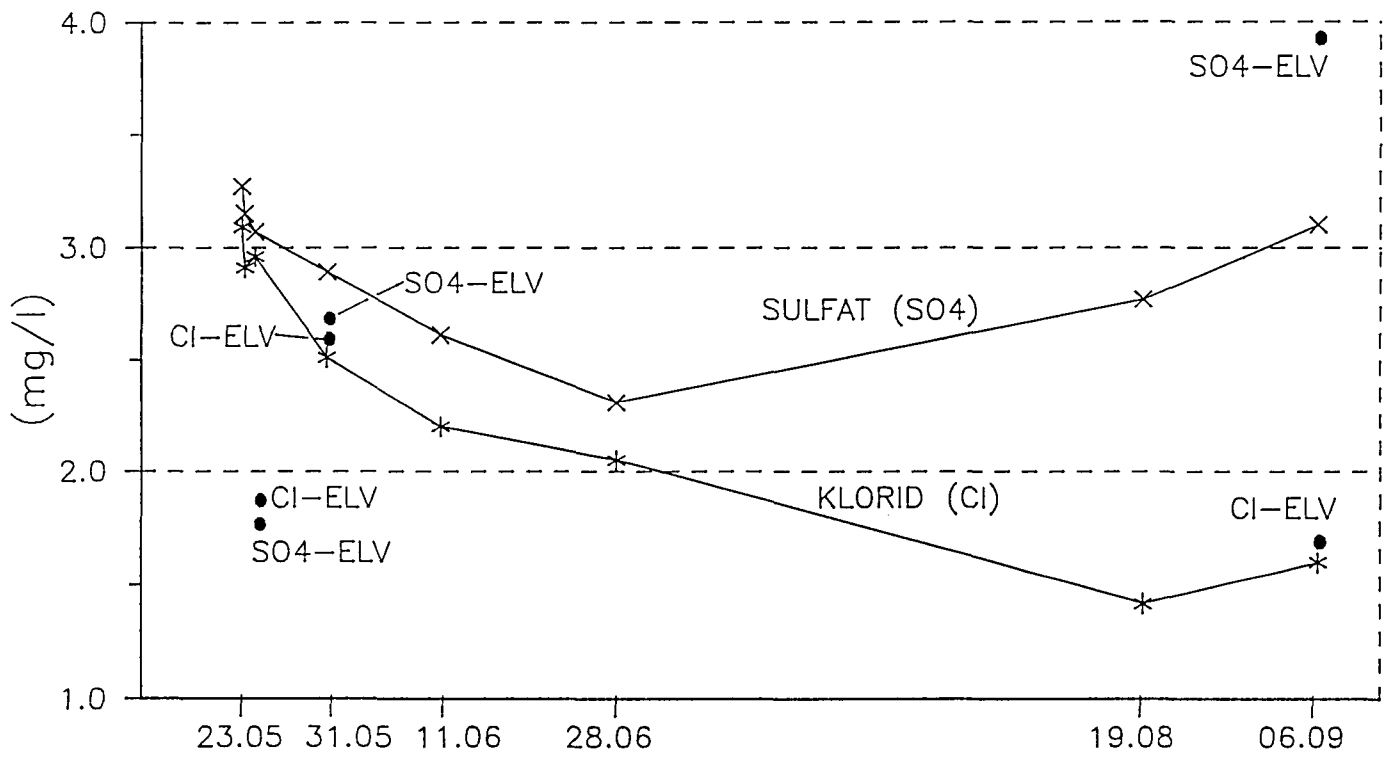


Fig. 6: *Endringer i innhold av hovedanioner for grunnvann og elv under prøvepumping i perioden mai-september 1989, Mohåggån i Meldal kommune.*

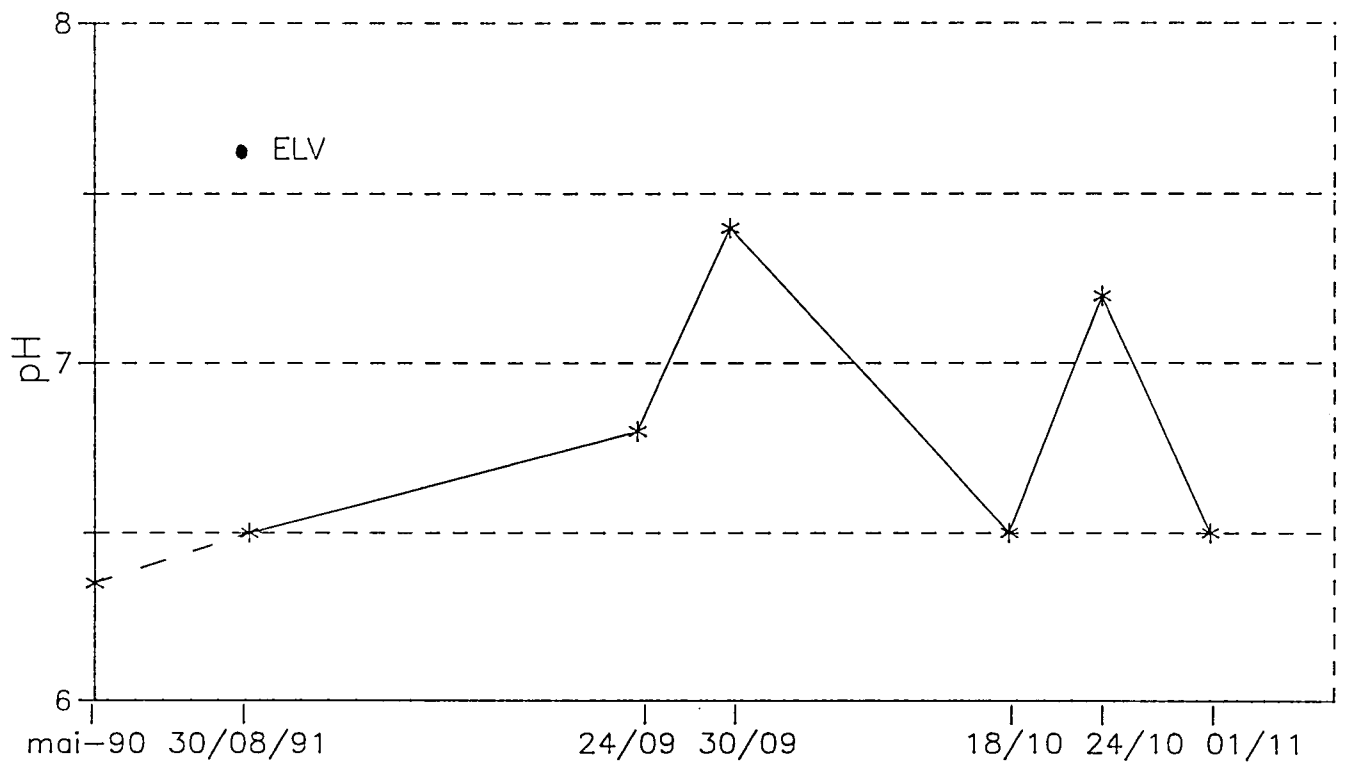
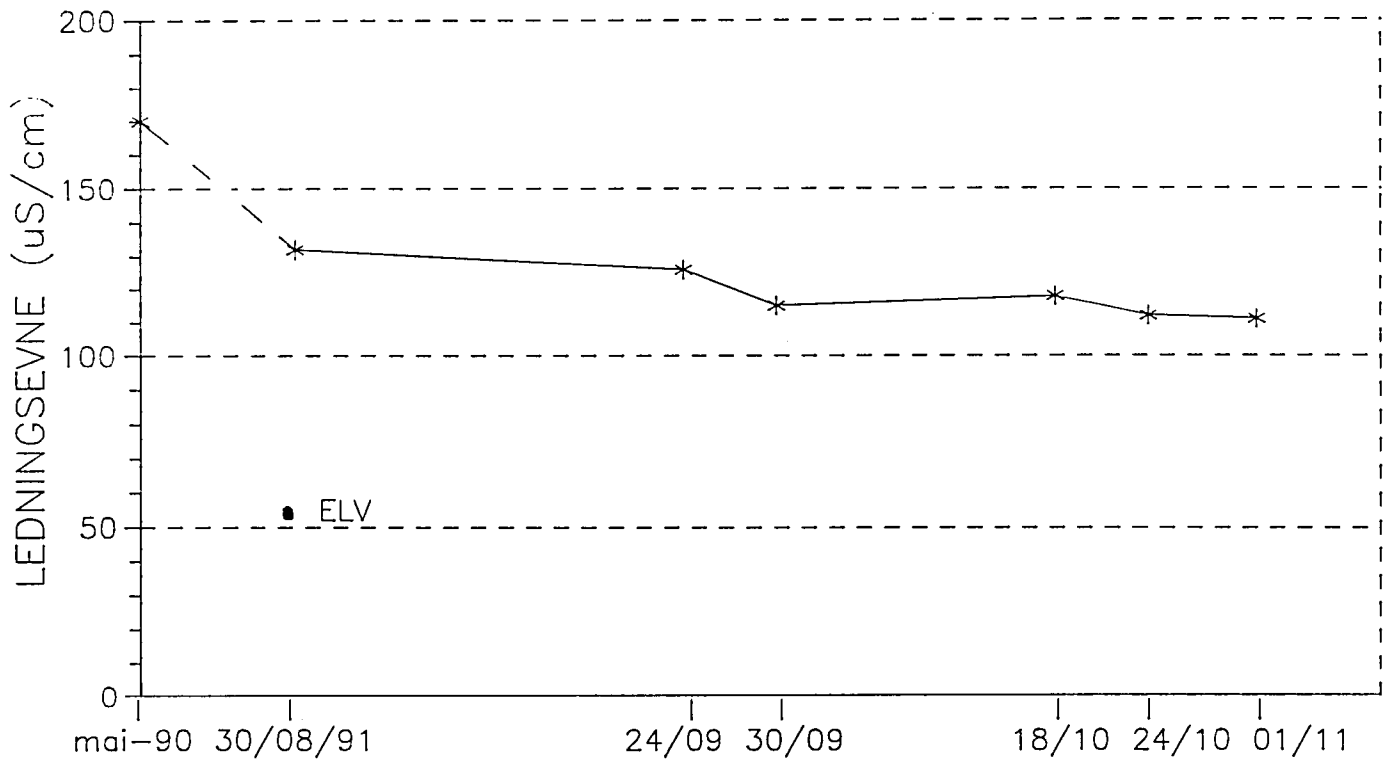


Fig. 7: *Endringer i elektrisk ledningsevne og pH for grunnvann under prøvepumping i perioden august-november 1991, Muan i Meldal kommune.*

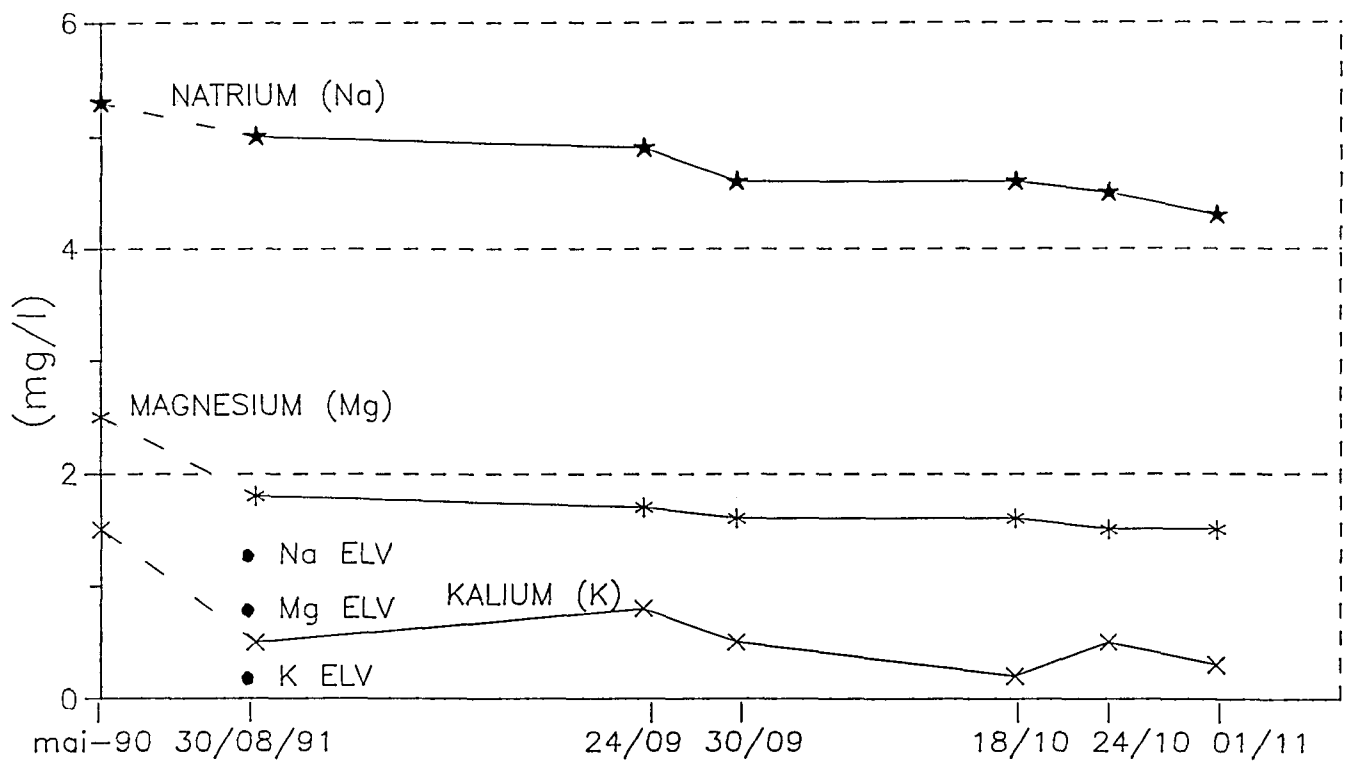
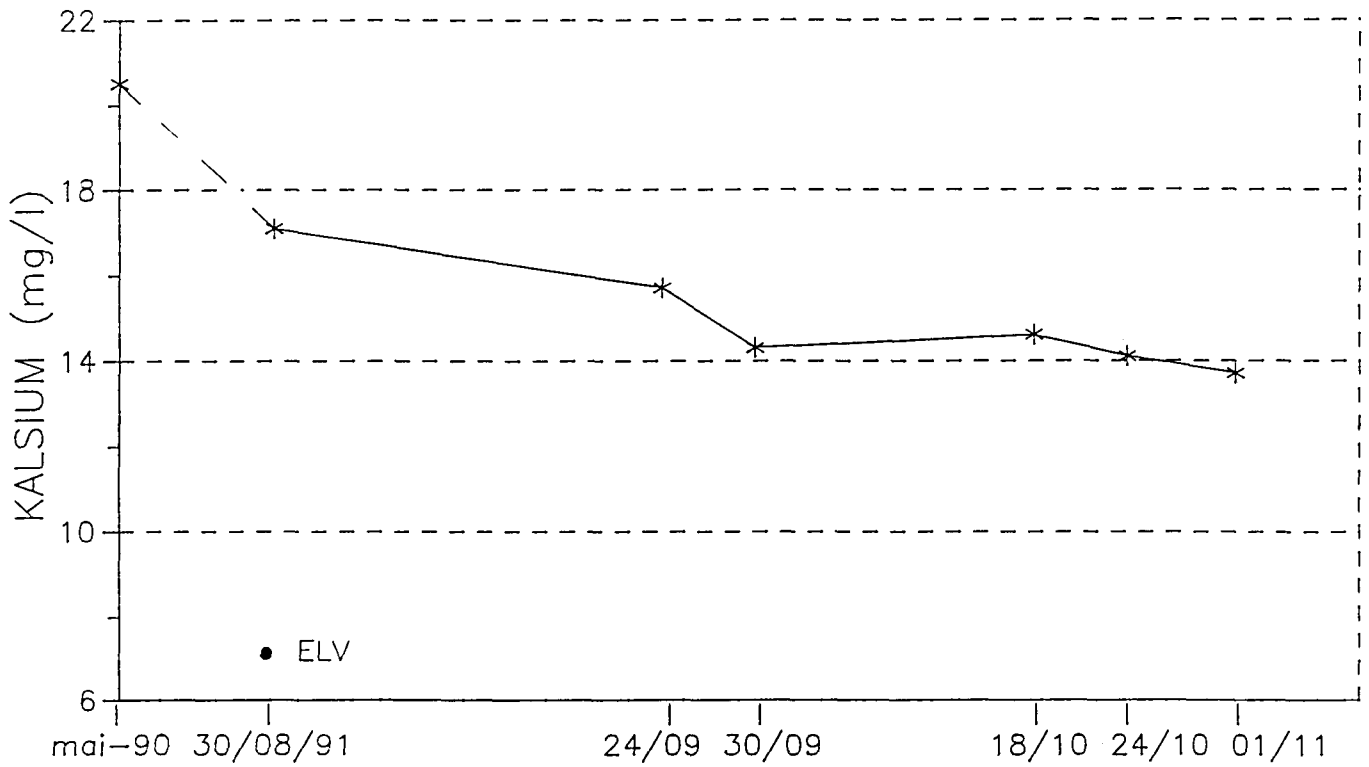


Fig. 8: *Endringer i innhold av hovedkationer for grunnvann under prøvepumping i perioden august-november 1991, Muan i Meldal kommune.*

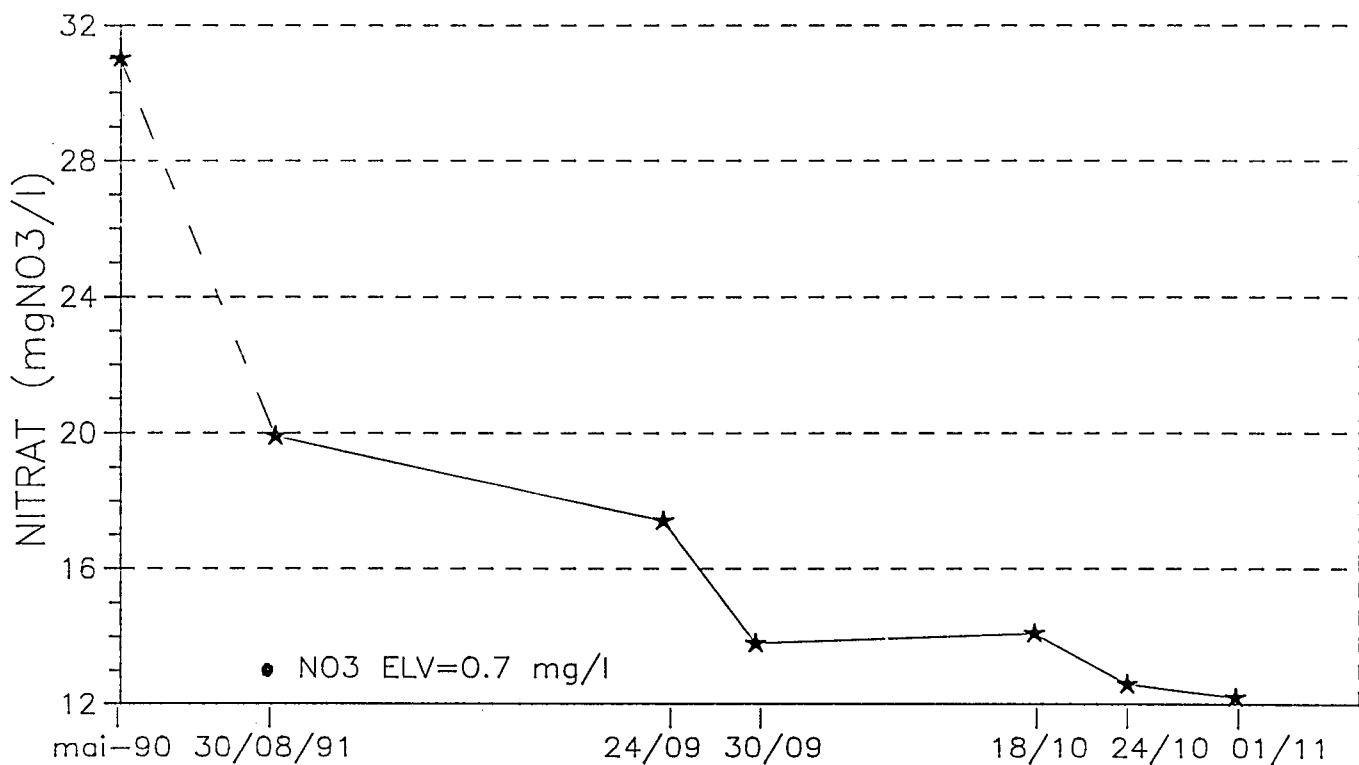
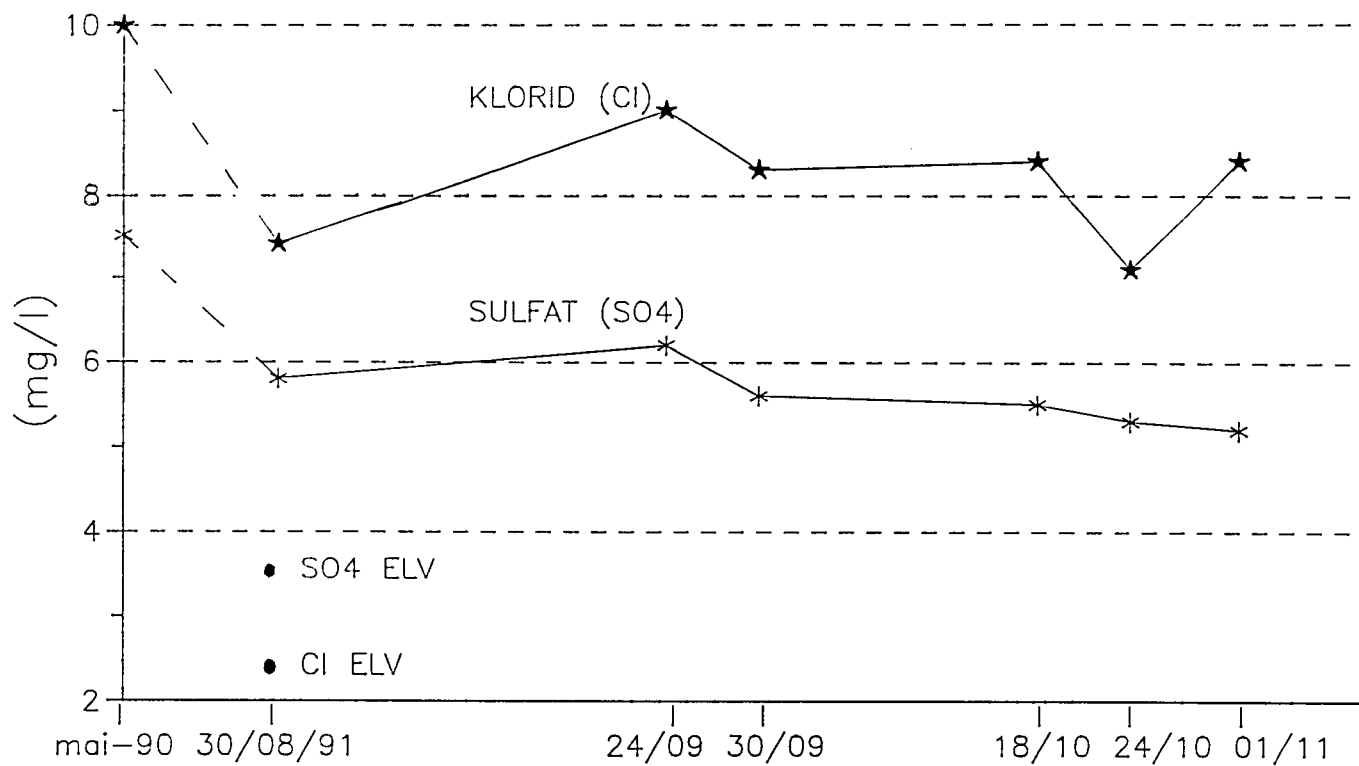


Fig. 9: *Endringer i innhold av hovedanioner for grunnvann under prøvepumping i perioden august-november 1991, Muan i Meldal kommune.*

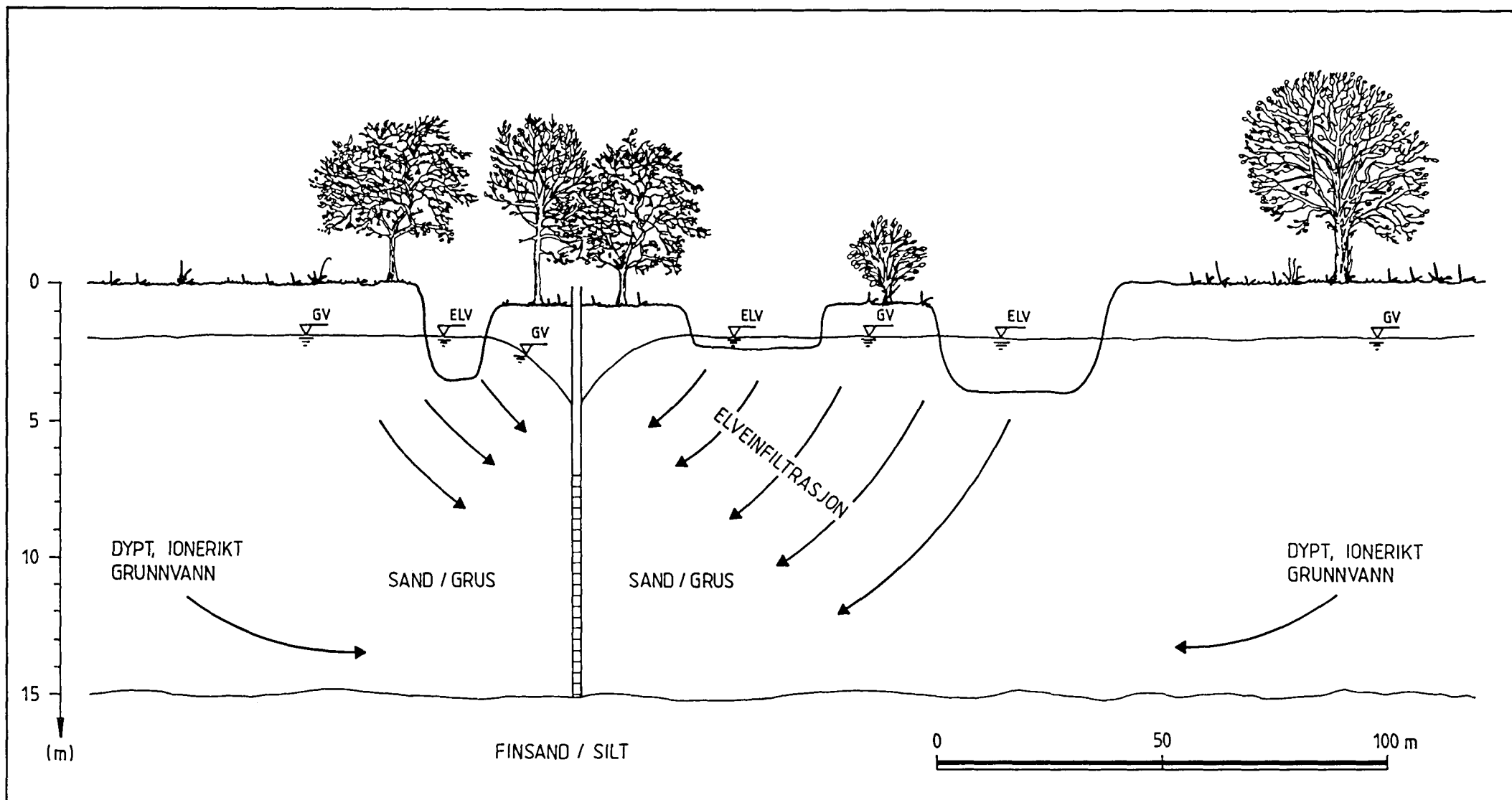


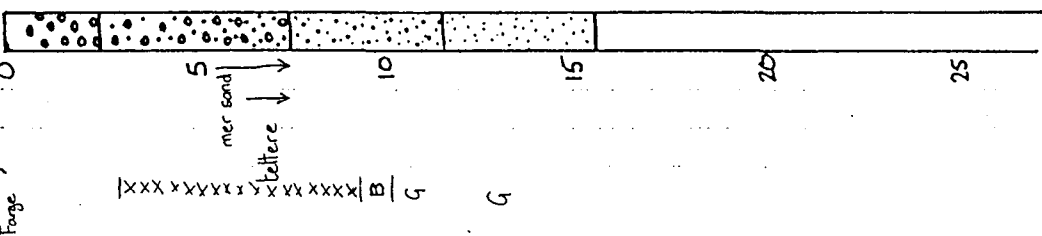
Fig. 10: Skjematisk framstilling av grunnvannsstrømning ved Muan.

VEDLEGG

Dokumentasjon av boringer ved Mohåggån

Pkt. D2 20/2/90

Vann Kg
Borsynk min/m

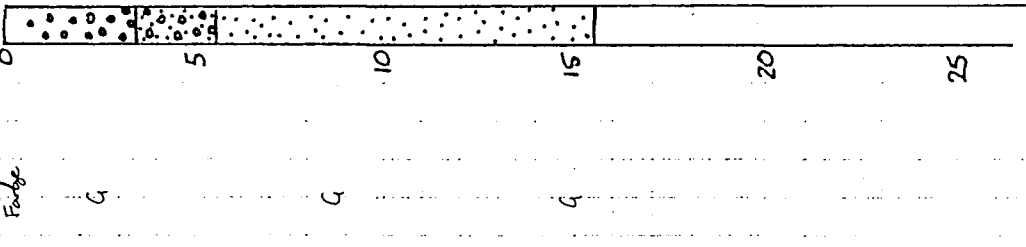


XXXXXXX|XXXXXXX|B|G

mer sand
↓
battere
↓

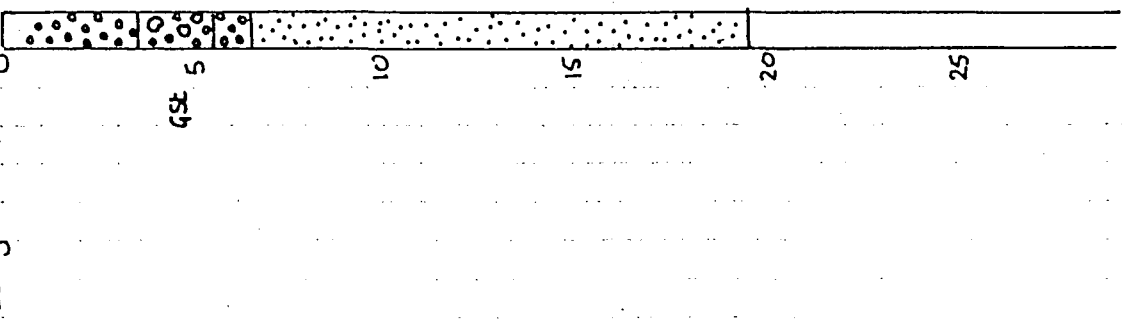
Pkt. D3 20/2/90

Vann Kg
Borsynk min/m



Pkt. B3 11/12/89

Vann Kg
Borsynk min/m



- = Jord
- = Grus + stein (GST)
- = Grus
- = Grus + sand
- = Sand
- = Sand + finsand
- = Finsand
- = Silt / finsand

Farge

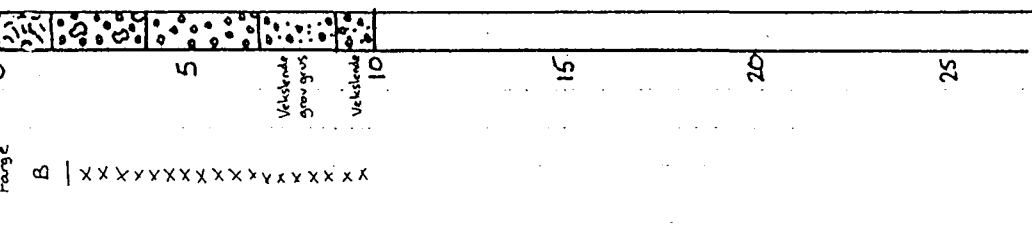
- B = brun
- G = grø
- x = vann borte

Borsynk

- = med slag
- ⊙ = delvis slag
- x = uten slag
- = usikkert

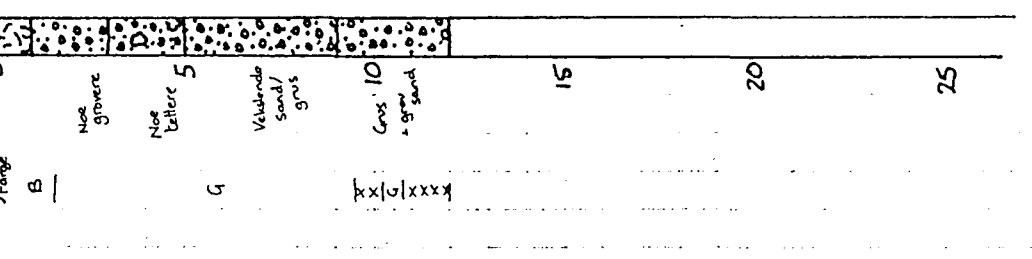
Pkt. 2 18/4/89 = A6??

Vann Kg
Borsynk min/m
Fange



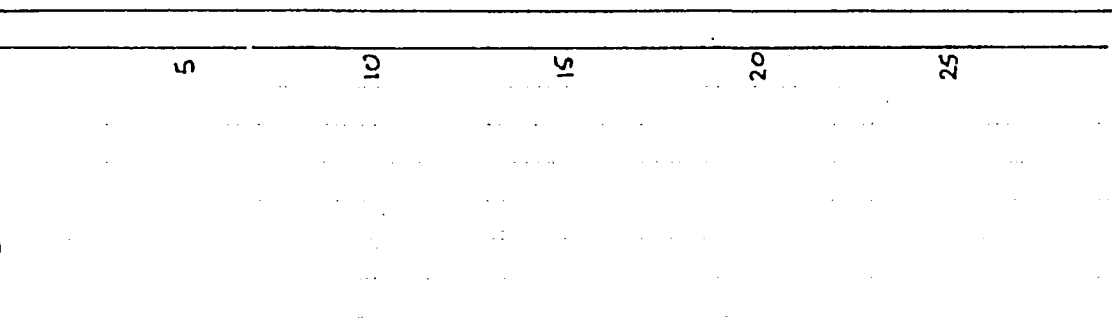
Pkt. 5 20/4/89 = A9

Vann Kg
Borsynk min/m
Fange



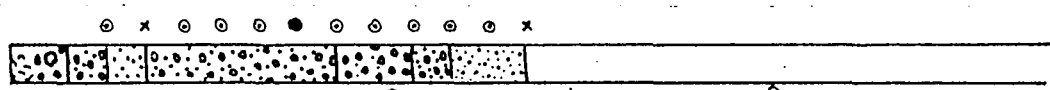
Pkt. 8

Vann Kg
Borsynk min/m



Pkt. B4 11-12/12/89

Yann Kg
Borsyngk min/m

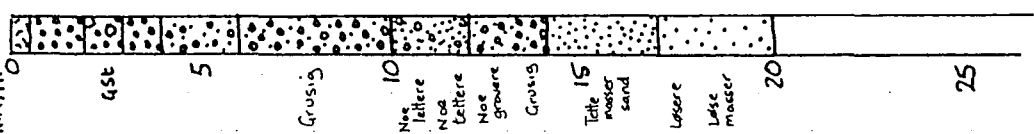


20 μm
9 → 2.7
°C

Teltre masser

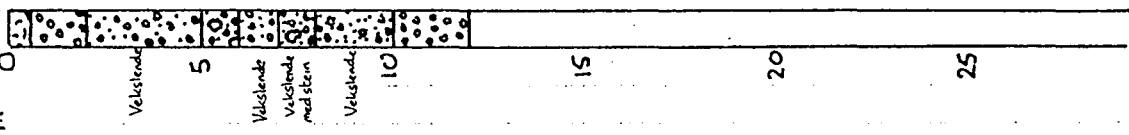
Pkt. 1 18/4/89 = A1

Yann Kg
Borsyngk min/m

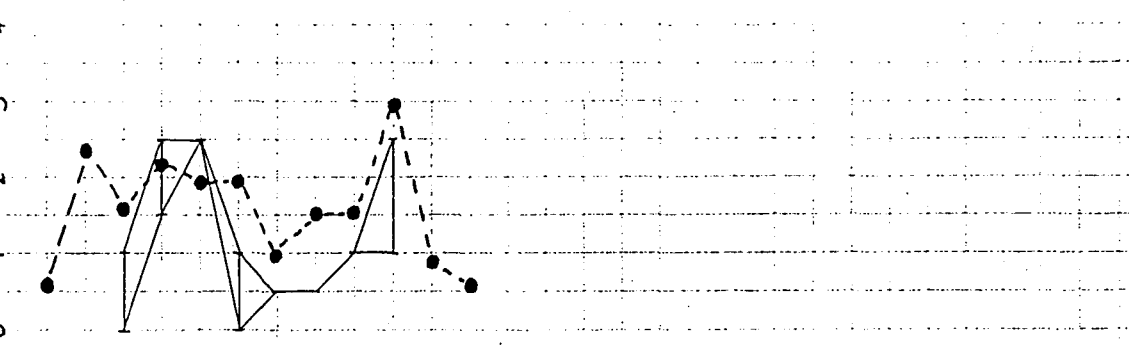


Pkt 3 (19/4/89)

Yann Kg
Borsyngk min/m

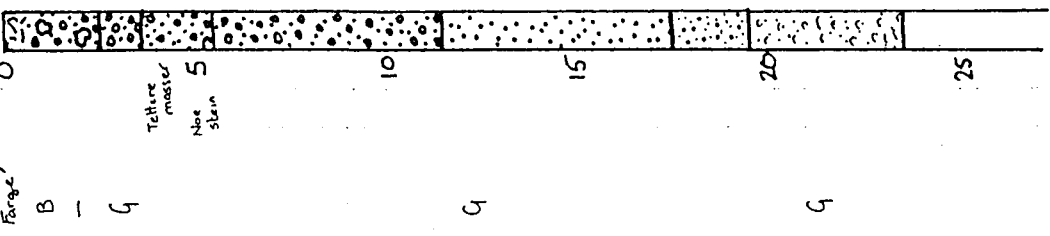


A8??

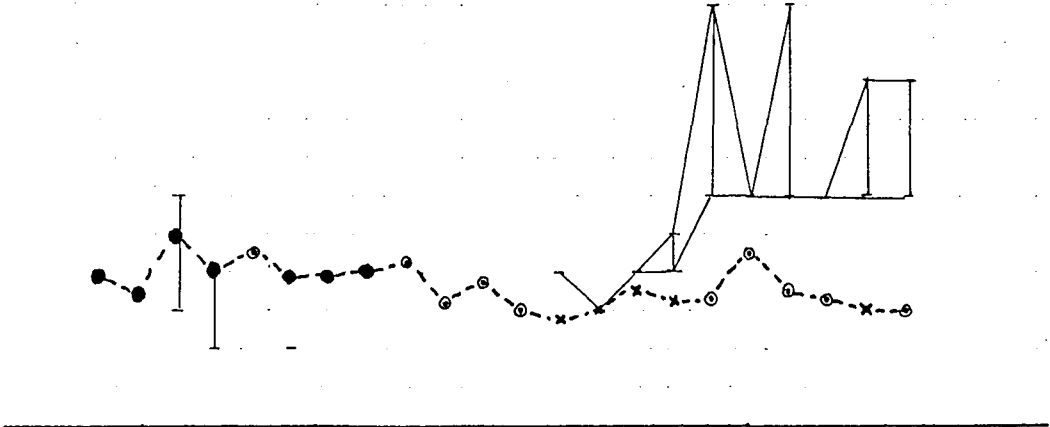


Pkt. B1 11/12/89

Vann Kg
Borsyng min/m

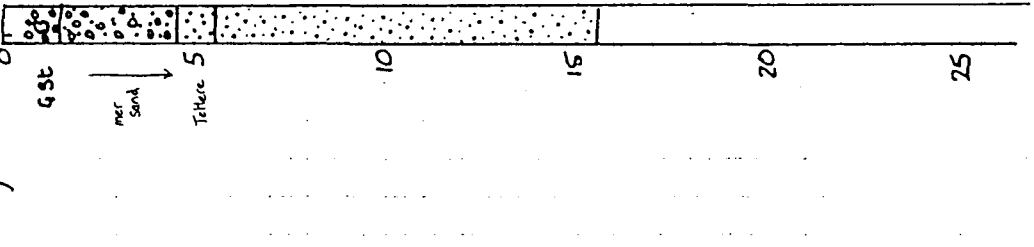


Vann Kg
Borsyng min/m

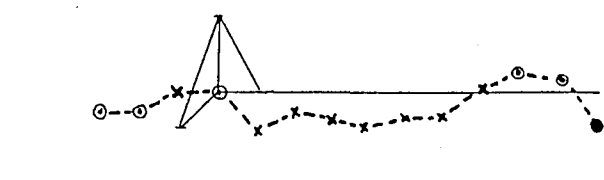


Pkt. C7 19/2/90

Vann Kg
Borsyng min/m

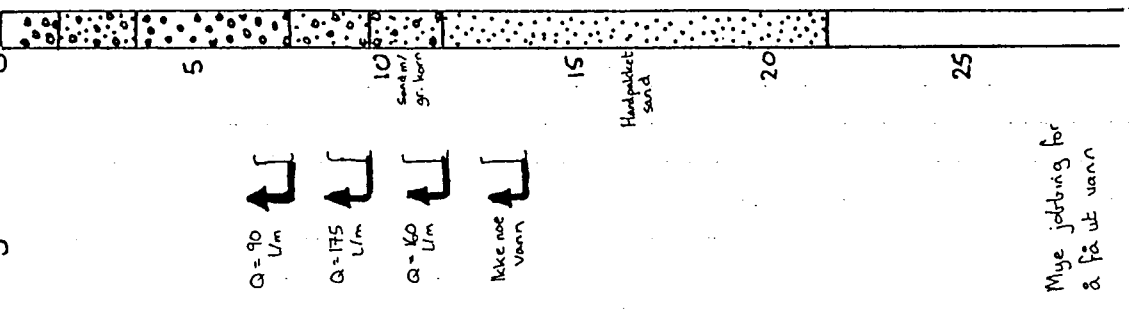


Vann Kg
Borsyng min/m



Pkt. C6 19/2/90

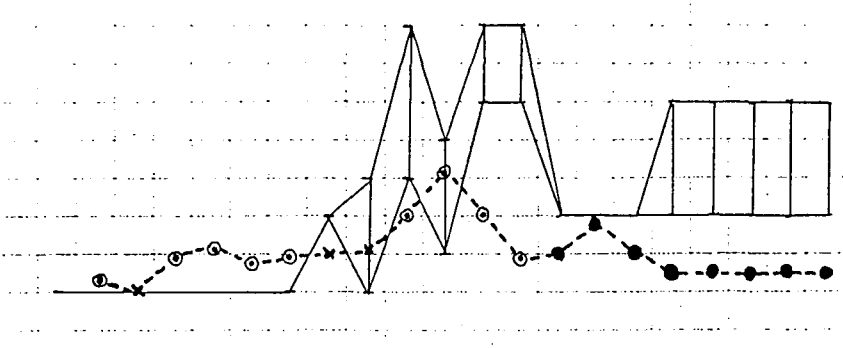
Vann Kg
Borsyng min/m



$Q = 90 \text{ L/m}$
 $Q = 175 \text{ L/m}$
 $Q = 160 \text{ L/m}$
 Ikke noe vann

Mye jøtting for & få ut vann

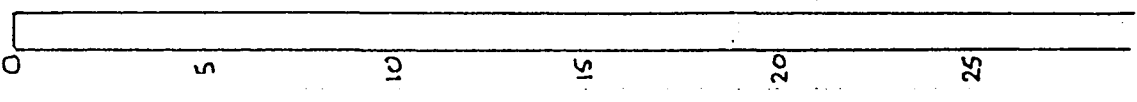
Vann Kg
Borsyng min/m



Pkt.
Vann Kg
Borsyng min/m

8
6
4
3
2
1
0

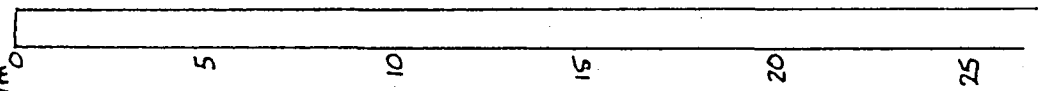
0
5
10
15
20
25



Pkt.
Vann Kg
Borsyng min/m

8
6
4
3
2
1
0

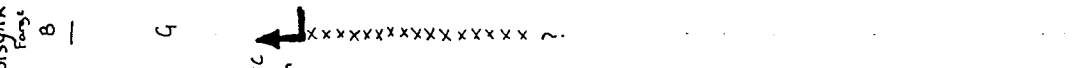
0
5
10
15
20
25



Pkt. B1 (11-12/12/89)
Vann Kg
Borsyng min/m

8
6
4
3
2
1
0

0
5
10
15
20
25



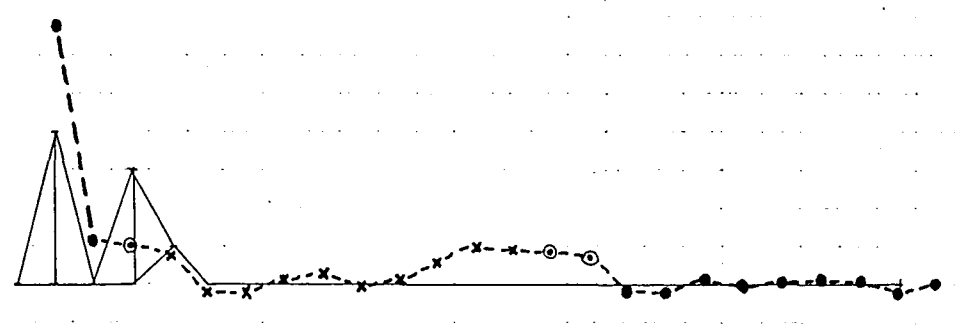
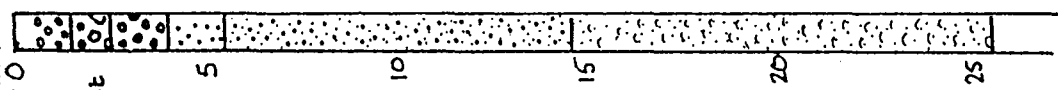
Logg
4 Sand

7.5°C
20 l/m

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX ?

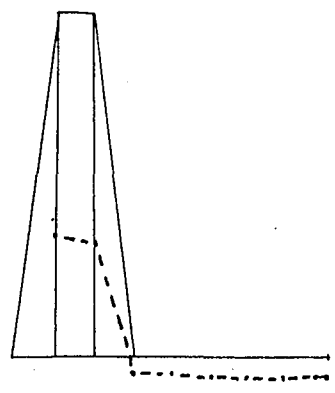
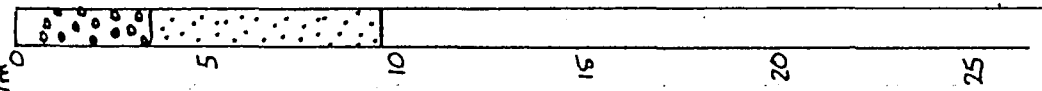
Pkt. D4
Vann Kg
Borsyng min/m

20/2/90



Pkt. D5
Vann Kg
Borsyng min/m

20/2/90

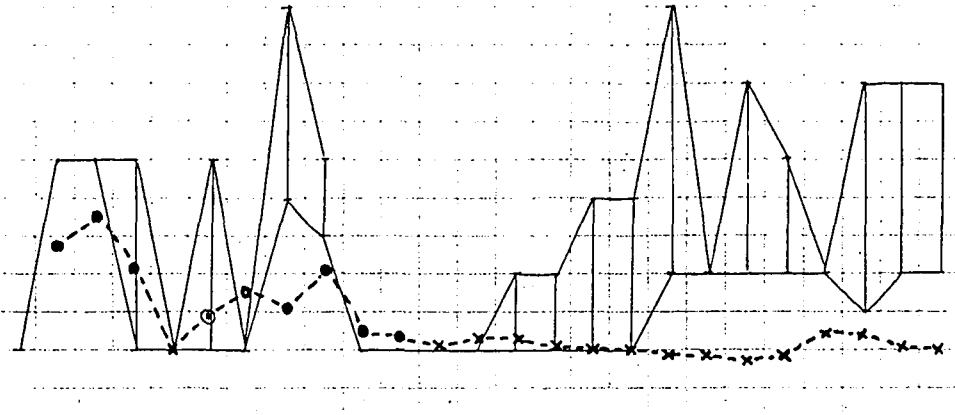
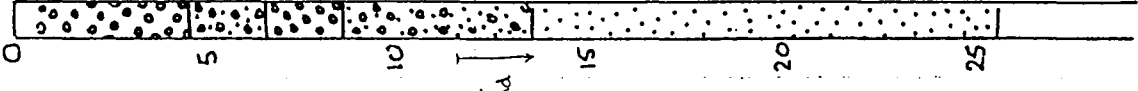


5.6°C 35l/m
men ca. 150 l/min når en
driver på repet.



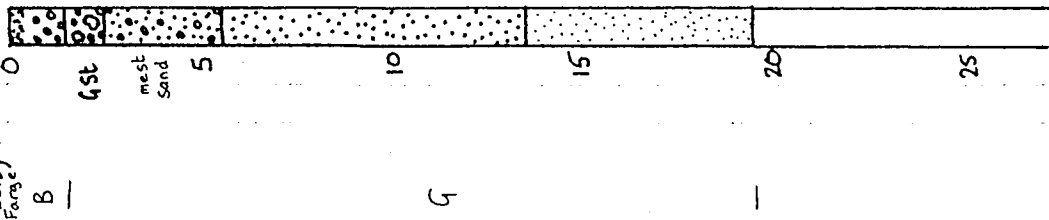
Pkt. D6
Vann Kg
Borsyng min/m

20/2/90



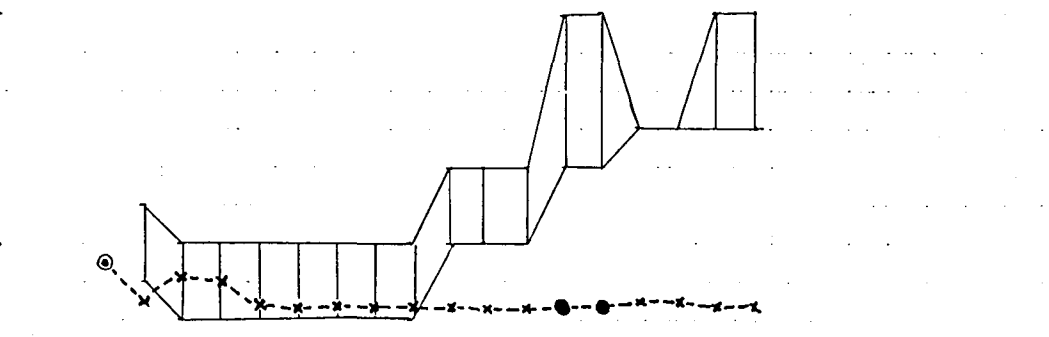
Pkt. D7 21/2/90

Vann Kg
Borsyng min/m



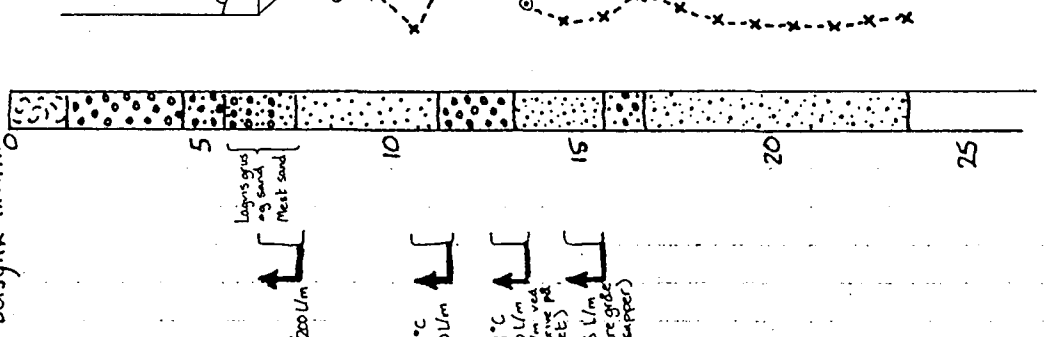
21/2/90

Vann Kg
Borsyng min/m



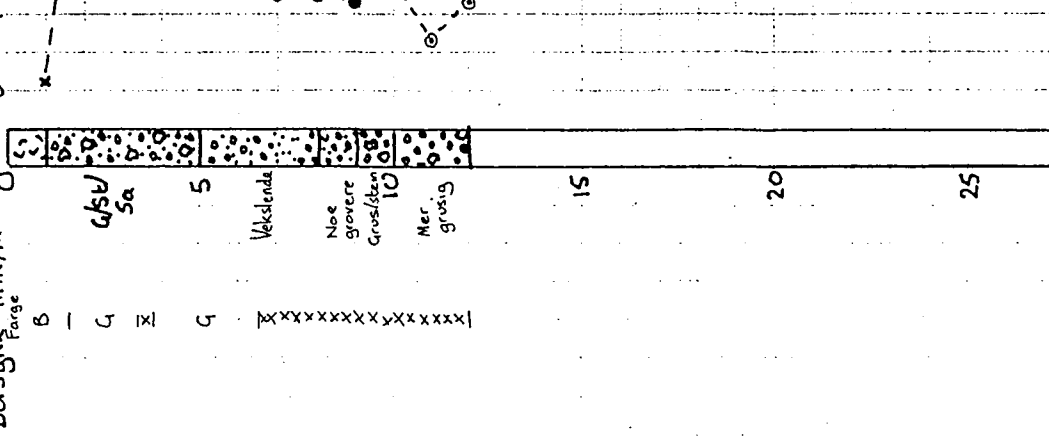
Pkt. D8 21/2/90

Vann Kg
Borsyng min/m



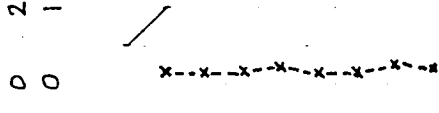
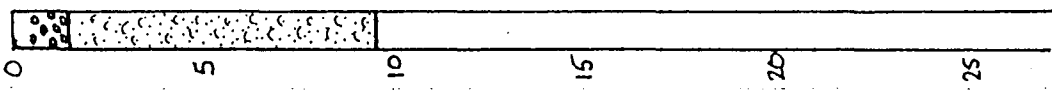
Pkt 4 (19/4/89) = A5??

Vann Kg
Borsyng min/m

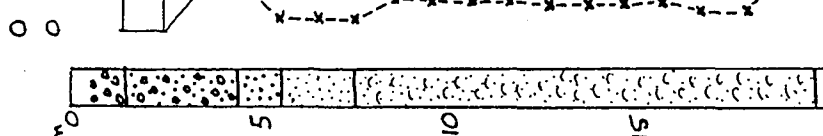
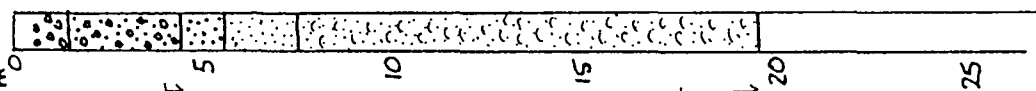


Temperatur i elva = 0.2°C

Pkt. 5
19/2/90
Vann Kg
Borsyng min/m



Pkt. 4
19/2/90
Vann Kg
Borsyng min/m
Farge



Pkt. 3
19/2/90
Vann Kg
Borsyng min/m

