


NGU Rapport 94.043

Langtidsprøvepumping av grunnvannsmagasin i Kviteseid kommune,
Telemark fylke.

Rapport nr. 94.043		ISSN 0800-3416		Gradering: Åpen	
Tittel: Langtidsprøvepumping av grunnvannsmagasin i Kviteseid kommune, Telemark fylke.					
Forfatter: Gaute Storrø			Oppdragsgiver: Kviteseid kommune/Telemark fylkeskommune		
Fylke: Telemark			Kommune: Kviteseid		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Skien			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1513I-Bandak, 1613IV-Seljord		
Forekomstens navn og koordinater: Straumsnes, Øyan nedre, Fjågesund			Sidetall: 53		Pris: kr 75,-
			Kartbilag: 0		
Feltarbeid utført: juni-oktober 93		Rapportdato: mai 1994		Prosjektnr.: 63.2380.01	Ansvarlig: 
Sammendrag: Det er gjennomført langtidsprøvepumping (4 måneder) for testing av kvantitet/kvalitet av grunnvann i tre lokaliteter i Kviteseid kommune: Straumsnes/Vrådal: Vannuttaket (8-9 l/s) medførte ingen store vertikale senkninger i grunnvannsspeilet (<0.5 m). Magasinet dekker derfor vannbehovet for Straumsnes vannverk (6 l/s) med god margin. Grunnvannet tilfredsstillende i hele prøvepumpingsperioden SIFF's normer for godt drikkevann når det gjelder bakteriologi samt innhold av basekationer, tungmetaller og anioner. Øyan nedre: Vannuttaket (7 l/s) medførte ingen store vertikale senkninger i grunnvannsspeilet (<2 m). Et gjennomsnittlig uttak av størrelsesorden 15-20 l/s anses som realistisk. Grunnvannet tilfredsstillende i hele prøvepumpingsperioden SIFF's normer for godt drikkevann når det gjelder bakteriologi samt innhold av basekationer, tungmetaller og anioner. Fjågesund: Vannuttaket (3-4 l/s) medførte kun noen cm's avsenkning i pumpebrønnen. Magasinet dekker derfor med meget god margin det angitte vannbehov (< 1 l/s). Grunnvannet tilfredsstillende i hele prøvepumpingsperioden SIFF's normer for godt drikkevann når det gjelder bakteriologi samt innhold av basekationer, tungmetaller og anioner.					
Emneord: Hydrogeologi		Vannforsyning		Prøvepumping	
Løsmasse		Kjemisk analyse		Fagrapport	

INNHALDSFORTEGNELSE

0	SAMMENDRAG	5
1	INNLEDNING	8
1.1	Målsetting	8
1.2	Områdebeskrivelse	8
1.2.1	Straumsnes/Vrådal	8
1.2.2	Øyan nedre	8
1.2.3	Fjågesund	8
2	FELTARBEID, METODER OG ANALYSER	9
2.1	Borarbeider	9
2.2	Prøvepumping	9
2.3	Vannanalyser	9
3	RESULTATER	11
3.1	Straumsnes/Vrådal	11
3.1.1	Kvantitet	11
3.1.2	Kvalitet	11
3.1.3	Klausulering	12
3.2	Øyan nedre	13
3.2.1	Kvantitet	13
3.2.2	Kvalitet	14
3.2.3	Klausulering	15
3.3	Fjågesund	15
3.3.1	Kvantitet	15
3.3.2	Kvalitet	16
3.3.3	Klausulering	16
4	KONKLUSJON OG ANBEFALING	17

FIGURER OG VEDLEGG

	Figur
Oversiktskart for området Straumsnes/Vrådal	1
Oversiktskart for området Øyan nedre	2
Oversiktskart for området Fjågesund	3
Plassering og utforming av brønner ved Straumsnes/Vrådal	4
Plassering og utforming av brønner ved Øyan nedre	5
Plassering og utforming av brønn ved Fjågesund	6
Nedbør og grunnvannstand ved Øyan nedre	7
Nedbør og konsentrasjoner av Ca og Na ved Straumsnes/Vrådal	8
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Straumsnes/Vrådal	9
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Straumsnes/Vrådal	10
Nedbør og Ca/Mg/Na ved Øyan nedre	11
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Øyan nedre	12
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Øyan nedre	13
Nedbør og Ca/Mg/Na ved Fjågesund	14
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Fjågesund	15
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Fjågesund	16
Forslag til sonengrenser ved Straumsnes/Vrådal	17
Forslag til sonengrenser ved Øyan nedre	18

	Vedlegg
Tabellarisk oversikt for kjemiske grunnvannsanalyser Straumsnes/Vrådal	1
Tabellarisk oversikt for kjemiske grunnvannsanalyser Øyan nedre	2
Tabellarisk oversikt for kjemiske grunnvannsanalyser Fjågesund	3
Innhold av tungmetaller i grunnvannsprøver	4
Kjemiske analyser utført i felt	5
Beregning av karbonatsystemets komponenter Straumsnes/Vrådal og Øyan nedre	6
Beregning av karbonatsystemets komponenter Fjågesund	7
Måleområde og usikkerhet for kjemiske analyser ved NGU's laboratorier	8

0 SAMMENDRAG

Norges geologiske undersøkelse (NGU) gjennomførte i 1992 grunnvannsundersøkelser i Kviteseid kommune i Telemark fylke. Undersøkelsene gav grunnlag for positive konklusjoner med hensyn til mulighetene for uttak av grunnvann i de tre utvalgte lokalitetene; Straumsnes/Vrådal, Øyan nedre og Fjågesund (NGU Rapport 93.021). Kommunen ønsket utfra dette en videreføring av prosjektet (langtidsprøvepumping) for nærmere klarlegging av grunnvannets kvantitet og kvalitet i de omtalte lokalitetene.

Straumsnes/Vrådal

Magasinet har en relativt begrenset vertikalutbredelse med kun 8 meter vannmettede masser over fjell. Vannstandsforholdene er samtidig noe spesielle idet grunnvannspeilet viser et klart fallende forløp fra Straumsnesgrunnen i retning mot øst. De spesielle gradientforholdene samt det faktum at dette tilsynelatende begrensede magasinet viser høy kapasitet og gir vann med tydelig grunnvannskaraktter, antas å kunne tilskrives at løsmasseavsetningen har en noe spesiell karakter (eskeravsetning).

Vannuttaket medførte ingen store vertikale senkninger i grunnvannspeilet. Største registrerte avsenkning i observasjonsbrønner var ca 0.5 m. Dette viser at magasinet har en maksimal-kapasitet som er betydelig høyere enn de 8-9 l/s som ble tatt ut under prøvepumpingen. Magasinet dekker derfor det dimensjonerende vannbehovet for Straumsnes vassverk (6 l/s) med god margin.

Grunnvannet tilfredsstillter i hele prøvepumpingsperioden SIFF's normer for godt drikkevann når det gjelder innhold av basekationer, tungmetaller og anioner. Problemer med for høye konsentrasjoner av "grunnvanns-ionene" jern og mangan er overhodet ikke observert. Analysene viser at grunnvannet har noe for lav pH og alkalitet samt at kimtallet til tider er noe høyt. Ingen vannprøver viser innhold av koliforme bakterier. Ved utbygging av vannverket bør alkalitet og pH trolig justeres ved hjelp av alkaliseringsanlegg.

Analysene viser en generell trend med et jevnt økende totalinnhold av ioner i grunnvannet gjennom prøvepumpingsperioden. Dette indikerer at grunnvannsuttaget bevirker en økt tilstrømming av ionerikt, "modent" grunnvann.

Øyan nedre

Grunnvannsuttaget bevirker kun små endringer i grunnvannstanden i alle observasjonspunktene. Endringene er ensartede både når det gjelder absoluttverdi og utvikling over tid.

Største registrerte avsenkning er ca 2 m. Ytterligere 5 m avsenkning kan tolereres før vannspeilet når ned til filterets overkant. Maksimal vannmengde som kan tas ut er derfor betydelig høyere enn de 7 l/s som ble tatt ut under prøvepumpingen. Et gjennomsnittlig uttak av størrelsesorden 15-20 l/s anses som realistisk. Ved vannbehov utover dette bør trolig nedsetting av en tredje brønn vurderes.

Maksimal kapasitet for standard senkpumper som får plass i Ø114 mm brønner er ca 6 l/s. For utbygging av vannverket er det derfor skissert to mulige tekniske løsninger;

- 1) Anvendelse av tørrstilte vakuumpumper med kapasitet anslagsvis 8-10 l/s. For å redusere løftehøyden anbefales det at pumpene plasseres i lukkede kummer som graves ned til 3-4 m's dyp.
- 2) Boring av to nye brønner med en diameter som er stor nok til å plassere senkpumper.

Det bør foretas en sammenligning av kostnader og tekniske fordeler/ulempes for disse to alternativene.

Grunnvannet tilfredsstillende i hele prøvepumpingsperioden SIFF's normer for godt drikkevann når det gjelder innhold av basekationer, tungmetaller og anioner. Problemer med for høye konsentrasjoner av "grunnvanns-ionene" jern og mangan er overhodet ikke observert. Analysene viser at grunnvannet har noe for lav pH og alkalitet samt at kimtallet til tider er noe høyt. Ingen vannprøver viser innhold av koliforme bakterier. Ved utbygging av vannverket bør alkalitet og pH trolig justeres ved hjelp av alkaliseringsanlegg.

Perioder med høyt kimtall antas å skyldes ufullstendig tetting mellom brønnrør og omkringliggende masser.

Analysene viser en generell trend med et svakt avtagende totalinnhold av ioner i grunnvannet gjennom prøvepumpingsperioden. Dette indikerer at grunnvannsuttaget bevirker en svak økning i infiltrasjonen av ionefattig overflatevann fra elva.

Fjågesund

Vannbehovet ved Fjågesund vannverk er forholdsvis lite (< 1 l/s) og det ble derfor ikke funnet påkrevet å gjennomføre detaljerte observasjoner av grunnvannstander og vannmengde under prøvepumpingen. Vannuttaket var av størrelsesorden 3-4 l/s og dette medførte kun noen cm's senkning av vannstanden i brønnen. Magasinets totalkapasitet er derfor meget stort. Kapasiteten for selve brønnen, slik den er utformet, er av størrelsesorden 20-30 l/s.

Grunnvannet tilfredsstillter i hele prøvepumpingsperioden SIFF's normer for godt drikkevann når det gjelder innhold av basekationer, tungmetaller og anioner. Problemer med for høye konsentrasjoner av "grunnvanns-ionene" jern og mangan er overhodet ikke observert. Nitrat ligger i hele testperioden relativt høyt (9-10 mgNO₃/l), men likevel innenfor SIFF's kvalitetsnorm for godt drikkevann. Denne normen er forøvrig under revisjon slik at et betydelig høyere nitrat-innhold aksepteres.

De fysiske kjemiske analysene viser at grunnvannet har noe for lav pH og alkalitet. Dette er et lite, privat vannverk og det vil være opp til vannverkseieren å vurdere hvorvidt etablering av alkaliseringsanlegg er ønskelig og økonomisk mulig.

Perioder med høyt kimtall antas å skyldes ufullstendig tetting mellom brønnrør og omkringliggende masser.

Analysene viser en generell trend med et svakt avtagende totalinnhold av ioner i grunnvannet gjennom prøvepumpingsperioden. Dette indikerer at grunnvannsuttaget bevirker en svak økning i infiltrasjonen av ionefattig overflatevann fra innsjøen.

Konklusjon/anbefaling

Med bakgrunn i resultatene fra langtidsprøvepumpingen **konkluderes** det med at de grunnvannsmagasiner som undersøkt ved Straumsnes/Vrådal, Øyan nedre og Fjågesund har en kvantitet og kvalitet som gjør dem godt egnet for utnyttelse i kommunal drikkevannsforsyning. Etablering av vannforsyningsanlegg i tilknytning til disse grunnvannsmagasinerne kan derfor **anbefales**.

1 INNLEDNING

Norges geologiske undersøkelse (NGU) gjennomførte i 1992 oppfølgende grunnundersøkelser etter prosjektet Grunnvann i Norge (GiN), i flere kommuner i Telemark. Undersøkelsene gav grunnlag for positive konklusjoner med hensyn til mulighetene for uttak av grunnvann i de tre utvalgte lokalitetene i Kviteseid kommune; Straumsnes/Vrådal, Øyan nedre og Fjågesund (NGU Rapport 93.021). Kommunen ønsket utfra dette en videreføring av prosjektet for nærmere klarlegging av grunnvannets kvantitet og kvalitet i de omtalte lokalitetene.

1.1 Målsetting

Målsettingen for undersøkelsen er å klarlegge grunnvannets kvantitet og kvalitet i de enkelte lokaliteter, med tanke på utnyttelse av disse naturressursene for drikkevannsforsyning. For å klarlegge dette ble produksjonsbrønner etablert og langtidsprøvepumping utført i tidsrommet 29.06.93 til 19.10.93.

1.2 Områdebeskrivelse

1.2.1 Straumsnes/Vrådal

Oversiktskart for området er vist i figur 1. Området har et småkupert terreng med veksling mellom bare fjellkoller og sand/grus-rygger. Noe uttak av masser har foregått nord for undersøkelseslokaliteten, ved idrettsplassen. Løsmasserygger som strekker seg østover fra Bukkøy over Straumsnesgrunnen mot Straumsnes skule er tolket som et eskersystem. Dagens vanninntak ligger i Vråvatnet ved Straumsnes skule.

1.2.2 Øyan nedre

Oversiktskart for området er vist i figur 2. Området preges av høytliggende sand/grus-terrasser på nivå 100-105 m.o.h. og elvesletter ned mot Dalaåi. Produksjonsbrønner er etablert på elvesletten, ved foten av en høyereliggende terrasse. Nærområdet må i sin helhet betegnes som skogsmark mens en ved gården Øyan nedre finner noe dyrket mark.

1.2.3 Fjågesund

Oversiktskart for området er vist i figur 3. Løsmassene i området er en del av en større israndavsetning som krysser Flåvatnet. Avsetningen har en toppflate på nivå ca 115 m.o.h.

Etter undersøkelsen i 1992 ble produksjonsbrønn foreslått plassert ved borpunkt 7. For å forenkle tilknytningen av brønnen til eksisterende vanninntak ble det, etter ønske fra oppdragsgiver, besluttet å flytte brønnen til området ved Fjågesund brygge.

2 FELTARBEID, METODER OG ANALYSER

2.1 Borarbeider

Etablering av produksjonsbrønner og observasjonsbrønner ble utført i tidsrommet 22.06.93 til 05.07.93 av firma Brødrene Myhre A/S, Hønefoss. Boringene ble utført med trykkluft-drevet ODEX senkborhammer-utstyr. Alle produksjonsbrønner er utført i rustfritt stål med filter av typen Con-Slot og brønndimensjon Ø114 mm. Nærmere beskrivelse av brønnutforminger er gitt i figur 4, 5 og 6. For observasjonsbrønner er det benyttet 5/4" damprør med grovslisset filter (2-3 mm).

2.2 Prøvepumping

Prøvepumpingen ble utført ved hjelp av senkpumper plassert i bunnen av produksjonsbrønnene. Pumpenes maksimale kapasitet er 6 l/s. Ved Vrådal og Øyan nedre ble det pumpet parallelt fra to produksjonsbrønner mens det i Fjågesund ble pumpet fra en brønn. Oppumpet vann ble ledet i lukket rørsystem (Ø110 mm PVC) til elv/innsjø. Uttak av vannprøver ble foretatt ukentlig av lokal oppsynsmann. Ved Vrådal og Øyan nedre ble det samtidig foretatt måling av vannstand i observasjonsbrønner samt avlesing av telleverk på vannmengdemålere. Observasjoner av vannstand/vannmengde ble ikke foretatt ved Fjågesund idet aktuelt vannuttak (ca 1 l/s) her er meget lite i forhold til magasinets totale kapasitet.

2.3 Vannanalyser

Prøver for bakteriologiske og fysikalske analyser ble tatt ut ukentlig og oversendt fortløpende til Næringsmiddeltilsynet for Midt-Telemark, Notodden. Følgende analyser ble utført;

- Totalantall koliforme bakterier etter filtermetoden
- Termostabile koliforme bakterier etter filtermetoden
- Totalantall bakterier 20°C (kimtall)
- pH
- Turbiditet
- Fargetall

Prøver for uorganiske kjemiske analyser ble samlet inn ukentlig og oversendt for analyser ved NGU's laboratorier ca en gang pr måned. Mellomlagring ble foretatt i kjøleskap ved Kviteseid kommune. Det ble ikke foretatt noen form for konservering eller filtrering av prøvene. Den relativt lange lagringstiden kan ha innvirkning på enkelte analyseparametre, men en slik prosedyre ble likevel valgt utfra praktiske hensyn. Følgende analyser ble utført;

1) Basekationer (Ca, Mg, Na, K) og tungmetaller.

Laboratorium: NGU
Metode: Argon-plasma-spektrofotometer (ICAP)
Instrument: Jarell-Ash modell 975 ICAP
Elementer og
deteksjonsgrenser: se vedlegg 8

2) Anioner.

Laboratorium: NGU
Metode: Høytrykks ione-kromatografi (HPIC)
Instrument: Dionex 2010i m/høysensitiv kondukt.detektor
Elementer og
deteksjonsgrenser: se vedlegg 8

3) Alkalitet/pH/ledningsevne: se vedlegg 8

Kvaliteten av analysene er kontrollert ved beregning av ionebalanse (Σ Kationer = Σ Anioner). Ionebalansefeilen ligger for alle analyser innenfor området +/- 2-3%, hvilket dokumenterer en god total kvalitet i analysene. Sammenligning av totalt ioneinnhold og målt elektrisk ledningsevne gir også god overensstemmelse.

I tillegg til de kjemiske analysene omtalt foran er det utført enkelte analyser i felt (vedlegg 5). Dette er i første rekke analyser av løste gasser som oksygen og karbondioksyd.

3 RESULTATER

3.1 Straumsnes/Vrådal

Detaljer vedrørende beliggenhet og utforming av produksjonsbrønner og observasjonsbrønner er gitt i figur 1 og 4. Som det fremgår av figur 4 har magasinet en relativt begrenset vertikalutbredelse med kun 8 meter vannmettede masser over fjell. Vannstandsforholdene er samtidig noe spesielle idet grunnvannsspeilet viser et klart fallende forløp fra Straumsnes-grunnen i retning mot øst. "Normalt" ville en forvente en grunnvannsgradient med svakt fall i motsatt retning. De spesielle gradientforholdene samt det faktum at dette tilsynelatende begrensede magasinet viser høy kapasitet og gir vann med tydelig grunnvannskaraktter, antas å kunne tilskrives at løsmasseavsetningen har en noe spesiell karakter (eskeravsetning).

3.1.1 Kvantitet

Under prøvepumpingen ble det pumpet vann parallelt fra to brønner. Midlere uttak fra produksjonsbrønn 1 (PB1) var i hele prøvepumpingsperioden (01.07 - 02.11) 5-6 l/s. Uttaket fra PB2 var betydelig mindre, ca 3 l/s, trolig som følge av lavere effekt på pumpe samt noe større løftehøyde. Vannuttaket medførte ingen store vertikale senkninger i grunnvannsspeilet. Største registrerte avsenkning i observasjonsbrønn 1 (OBS1) var ca 0.5 m. Dette viser at magasinet har en maksimalkapasitet som er betydelig høyere enn de 8-9 l/s som ble tatt ut under prøvepumpingen. Magasinet dekker derfor det dimensjonerende vannbehovet for Straumsnes vassverk (6 l/s) med god margin.

3.1.2 Kvalitet

Resultater fra vannanalyser er gitt i tabellform i vedlegg 1 og 4 og som grafiske fremstillinger i figur 8, 9 og 10. I tabellene er også Folkehelse's (SIFF) kvalitetsnormer for drikkevann gjengitt. Grunnvannet tilfredsstillende i hele prøvepumpingsperioden SIFF's normer for godt drikkevann når det gjelder innhold av basekationer, tungmetaller og anioner. Problemer med for høye konsentrasjoner av "grunnvanns-ionene" jern og mangan er overhodet ikke observert. De fysiske kjemiske analysene viser at grunnvannet har noe for lav pH og alkalitet samt at kimtallet til tider er noe høyt. Ingen vannprøver viser innhold av koliforme bakterier. Ved utbygging av vannverket bør alkalitet og pH trolig justeres ved hjelp av alkaliseringsanlegg. En beregning av karbonatsystemets komponenter er gitt i vedlegg 6.

De grafiske fremstillingene viser en generell trend med et jevnt økende totalinnhold av ioner i grunnvannet gjennom prøvepumpingsperioden. Dette fremgår både av grafen for kalsium i figur 8, ledningsevne i figur 9 og klorid i figur 10. Dette indikerer at grunnvannsuttaget

bevirker en økt tilstrømming av ionerikt, "modent" grunnvann. Dette er noe overraskende utfra magasinets beskjedene mektighet samt brønnenes beliggenhet i forhold til innsjø/vassdrag. Den mest sannsynlige årsaken til at grunnvannsuttaget ikke bevirker en økt tilstømming av ionefattig overflatevann er at brønnene trekker på grunnvann fra en langstrakt grusrygg (esker) med begrenset kommunikasjon med innsjøen.

En periode fra siste halvdel av august til siste halvdel av september skiller seg ut med lave ionekonsentrasjoner. Dette er sammenfallende med en meget nedbørfattig periode (figur 8). Normalt så vil perioder med lite nedbør medføre stigende ionekonsentrasjoner i grunnvannet idet liten infiltrasjon og fortykning av ionefattig overflatevann finner sted. Perioder med høy nedbør, og dermed også høye vannstander i innsjøer og vassdrag, gir den motsatte virkningen på grunnvannskjemien. Det antas derfor at denne lavkonsentrasjonsperioden er forårsaket av den relativt nedbørrike perioden i månedsskiftet juli/august. Reaksjonen i grunnvannskjemien viser isåfall en tidsforsinkelse på ca en måned i forhold til denne nedbørepisoden. Dette gir positive indikasjoner med tanke på grunnvannets oppholdstid og magasinets naturlige beskyttelse mot forurensing.

Perioden med lave ionekonsentrasjoner utmerker seg også ved kimtall som er 3-4 ganger høyere (figur 9) enn SIFF's kvalitetsnorm (100 kim/ml). Det synes rimelig at dette også har en sammenheng med nedbør- og infiltrasjonsperioden i månedsskiftet juli/august uten at nærmere årsakssammenheng kan angis. Andre mulige, men mindre sannsynlige, forklaringer kan være at jordpartikler kan ha kommet inn i prøveflasken under prøvetakingen eller at jord har rast ned langs utsiden av brønnrøret og blitt vasket med i grunnvannet. Det understrekes at koliforme bakterier overhodet ikke er påvist, hverken i tilknytning til de høye kimtallene eller i andre prøver.

3.1.3 Klausulering

Figur 17 viser et forslag til soneinndeling for beskyttelse av grunnvannsmagasinet ved Straumsnes. Soneinndelingen er definert i SIFF Veileder A3: "Beskyttelse av grunnvannskilder". Veilederen angir også hvilke restriksjoner som kan være aktuelle innen de ulike soner. Det er opp til de lokale helsemyndigheter å konkretisere restriksjonene i hver enkelt sak.

Soneinndelingen er basert på at hovedmagasinet består av en grusrygg (esker) som strekker seg fra Bukkøy over Straumsnesgrunnen til Straumsnes skule. Grunnlaget for beregning av sone-1 er 60 døgn oppholdstid ved vannuttak 6 l/s, magasin høyde 8 m og 20% effektiv porøsitet. Sone-2B anses å ha en bedre naturlig beskyttelse enn sone-2A p.g.a. større mektighet av umettet sone.

Det er ved inntegning av sonene i hovedsak ikke gjort noe skille mellom sjøareal og landareal. Åpen sjø kan virke positivt for beskyttelse av grunnvannsmagasinet ved at rask fortykning og borttransport av eventuelle forurensinger, kan finne sted. Innsjøen kan imidlertid også i gitte tilfeller fungere som en transportåre som bringer en eventuell forurensing over en lengre strekning og inn i brønnenes nærområde.

I tillegg til de inntegnede sonene definerer SIFF's veileder en sone-0 som anordnes som en inngjerding med utstrekning 10-30 m fra brønnpunktet.

3.2 Øyan nedre

Detaljer vedrørende beliggenhet og utforming av produksjonsbrønner og observasjonsbrønner er gitt i figur 2 og 5. Brønnene er boret til 15 m's dyp, d.v.s. ca 1 m over overgangen til finkornige og relativt tette masser.

3.2.1 Kvantitet

Under prøvepumpingen ble det pumpet vann parallelt fra to brønner. Midlere uttak fra hver av produksjonsbrønnene (PB1 og PB2) var i hele prøvepumpingsperioden (29.06 - 05.11) 3.5 l/s. Endringene i grunnvannstanden i de tre observasjonsbrønnene (OBS1, OBS2 og OBS3) er vist i figur 7. En senkning i grunnvannstanden ble også observert i brønn ved gården Øyan nedre, 200 m sør for produksjonsbrønnene. Endringene er små og tilnærmet ensartet i alle observasjonspunktene både når det gjelder absoluttverdi og utvikling over tid. Største registrerte avsenkning i OBS1 er ca 2 m. En betydelig del av denne avsenkningen er sannsynligvis naturlig avsenkning som følge av liten nedbør og infiltrasjon (grunnvannsnydannelse) i august og september. Som det fremgår av figur 5 kan enda 5 m avsenkning tolereres før vannspeilet når ned til filterets overkant. Maksimal vannmengde som kan tas ut er derfor betydelig høyere enn de 7 l/s som ble tatt ut under prøvepumpingen. Et gjennomsnittlig uttak av størrelsesorden 15-20 l/s anses som realistisk. Ved vannbehov utover dette bør trolig nedsetting av en tredje brønn vurderes.

Som omtalt foran er maksimal kapasitet for standard senkpumper som får plass i en Ø114 mm brønn, ca 6 l/s. P.g.a. løftehøyde samt effekttap i slanger ble det i praksis kun oppnådd 3.5 l/s fra hver av pumpene. For utbygging av vannverket ser en derfor to mulige tekniske løsninger;

- 1) Anvendelse av tørrstilte vakuumpumper med kapasitet anslagsvis 8-10 l/s. For å redusere løftehøyden anbefales det at pumpene plasseres i lukkede kummer, eventuelt med lensepumper som ekstra sikkerhet, som graves ned til 3-4 m's dyp. For å senke

grunnvannstanden kan det være nødvendig at brønnene pumpes under gravearbeidet. Kummene må forankres for å hindre oppdrift ved høye grunnvannstander. Det må påses at gravearbeidet foretas uten lekkasje av forurensingsstoffer, samt at det oppnås en god tetting mellom kum og jord, gjerne ved en støpt mansjett.

- 2) Boring av 2 nye brønner med diameter som er stor nok til å plassere senkumpumper. Pumpene bør da trolig være så store at de kan bringe vannet direkte til høydebasseng, hvilket innebærer at hver av de 2 brønnene må ha pumper med kapasitet 8-10 l/s ved ca 100 m løftehøyde. De eksisterende brønnene kan da benyttes som reservebrønner.

Det bør foretas en sammenligning av kostnader og tekniske fordeler/ulempes for de to alternativene.

3.2.2 Kvalitet

Resultater fra vannanalyser er gitt i tabellform i vedlegg 2 og 4 og som grafiske fremstillinger i figur 11, 12 og 13. I tabellene er også Folkehelse's (SIFF) kvalitetsnormer for drikkevann gjengitt. Grunnvannet tilfredsstillende i hele prøvepumpingsperioden SIFF's normer for godt drikkevann når det gjelder innhold av basekationer, tungmetaller og anioner. Problemer med for høye konsentrasjoner av "grunnvanns-ionene" jern og mangan er overhodet ikke observert.

De fysiske kjemiske analysene viser at grunnvannet har noe for lav pH og alkalitet og ved utbygging av vannverket bør dette trolig justeres ved hjelp av alkaliseringsanlegg. En beregning av karbonatsystemets komponenter er gitt i vedlegg 6.

Kimtallet for en enkelt prøve (03/08/93) er høyere enn SIFF-normen. Farge og turbiditet er samtidig relativt høye. Dette inntreffer samtidig med en forholdsvis intens nedbørperiode i månedsskiftet juli/august. Forklaringen kan derfor være at tettingen mellom brønnerør og jordoverflate har vært noe dårlig slik at jord/jordbakterier har blitt vasket ned langs utsiden av brønnerøret. Dette kan også være forklaringen på at noe forhøyede tall for turbiditet og farge observeres for enkelte andre prøver. Ingen vannprøver viser innhold av koliforme bakterier.

De grafiske fremstillingene viser en generell trend med et svakt avtagende totalinnhold av ioner i grunnvannet gjennom prøvepumpingsperioden. Dette fremgår både av grafen for kalsium i figur 11, ledningsevne i figur 12 og sulfat/nitrat i figur 13. Dette indikerer at grunnvannsutttaket bevirker en svak økning i infiltrasjonen av ionefattig overflatevann fra elva. Ioneinnholdet reduseres gjennom prøvepumpingsperioden med ca 12%, hvilket indikerer ca 12% økning i infiltrasjonen av elvevann.

3.2.3 Klausulering

Figur 18 viser et forslag til soneinndeling for beskyttelse av grunnvannsmagasinet ved Øyan nedre. Soneinndelingen er definert i SIFF Veileder A3: "Beskyttelse av grunnvannskilder". Veilederen angir også hvilke restriksjoner som kan være aktuelle innen de ulike soner. Det er opp til de lokale helsemyndigheter å konkretisere restriksjonene i hver enkelt sak.

Soneinndelingen er basert på at hovedmagasinet består av elvesletter med relativt homogene, vanngivende masser ned til 16 m's dyp. Elva antas å utgjøre en positiv hydraulisk barriere (grunnvannsskille) kun i flomperioder. I "normalsituasjonen" peker grunnvannsgradienten ut mot elva både fra øst og vestsiden. Dette medfører at vann som infiltrerer på østsiden i mindre grad har mulighet for å nå fram til brønnen enn vann som infiltrerer på vestsiden. Utstrekningen av beskyttelsessonene bør derfor også være mindre på østsiden.

Grunnlaget for beregning av sone-1 er 60 døgns oppholdstid ved vannuttak 15 l/s, magasin høyde 13 m og 20% effektiv porøsitet. På Ystestaulmogen, vest for brønnområdet, er mektigheten av umettet sone større enn 10 m. Området må sies å ha en meget god naturlig beskyttelse og klausuleringene kan derfor begrenses i denne retningen og defineres i en sone-2B.

I tillegg til de inntegnede sonene definerer SIFF's veileder en sone-0 som anordnes som en inngjerding med utstrekning 10-30 m fra brønnpunktet.

3.3 Fjågesund

Detaljer vedrørende beliggenhet og utforming av produksjonsbrønn er gitt i figur 3 og 6. Brønnen ble boret til 15 m's dyp og har 9 m filter.

3.3.1 Kvantitet

Etter ønske fra oppdragsgiver ble produksjonsbrønn etablert ved Fjågesund brygge istedet for i det området som ble undersøkt i 1992. Utfra de observasjoner som ble gjort under brønnboringen synes forholdene for uttak av grunnvann å være tilnærmet det samme i begge disse områdene, med løsmasser med meget god vanngiverevne. Vannbehovet ved Fjågesund vannverk er forholdsvis lite (< 1 l/s) og det ble derfor ikke funnet påkrevet å gjennomføre detaljerte observasjoner av grunnvannstander og vannmengde under prøvepumpingen. Vannuttaket var av størrelsesorden 3-4 l/s og dette medførte kun noen cm's senkning av vannstanden i brønnen. Magasinets totalkapasitet er derfor meget stort.

Kapasiteten for selve brønnen, slik den er utformet (areal av filterflate), er av størrelsesorden 20-30 l/s.

3.3.2 Kvalitet

Resultater fra vannanalyser er gitt i tabellform i vedlegg 3 og 4 og som grafiske fremstillinger i figur 14, 15 og 16. I tabellene er også Folkehelse's (SIFF) kvalitetsnormer for drikkevann gjengitt. Grunnvannet tilfredsstillende i hele prøvepumpingsperioden SIFF's normer for godt drikkevann når det gjelder innhold av basekationer, tungmetaller og anioner. Problemer med for høye konsentrasjoner av "grunnvanns-ionene" jern og mangan er overhodet ikke observert. Nitrat ligger i hele testperioden relativt høyt (9-10 mgNO₃/l), men likevel innenfor SIFF's kvalitetsnorm for godt drikkevann.

De fysiske kjemiske analysene viser at grunnvannet nær noe for lav pH og alkalitet. Dette er et lite, privat vannverk og det vil være opp til vannverkseieren å vurdere hvorvidt etablering av alkaliseringsanlegg er ønskelig og økonomisk mulig. En beregning av karbonatsystemets komponenter er gitt i vedlegg 7.

Kimtallet for en enkelt prøve (10/08/93) er høyere enn SIFF-normen. Dette inntreffer etter en forholdsvis intens nedbørperiode i månedsskiftet juli/august. Forklaringen kan derfor være at tettingen mellom brønnrør og jordoverflate har vært noe dårlig slik at jord/jordbakterier har blitt vasket ned langs utsiden av brønnrøret. Dette kan også være forklaringen på at noe forhøyede tall for turbiditet og farge observeres for enkelte andre prøver. Ingen vannprøver viser innhold av koliforme bakterier.

De grafiske fremstillingene viser en generell trend med et svakt avtagende totalinnhold av ioner i grunnvannet gjennom prøvepumpingsperioden. Dette fremgår både av grafen for kalsium i figur 14 og ledningsevne i figur 15. Dette indikerer at grunnvannsuttaget bevirker en svak økning i infiltrasjonen av ionefattig overflatevann fra innsjøen. Ioneinnholdet reduseres gjennom prøvepumpingsperioden med ca 4%, hvilket indikerer ca 4% økning i infiltrasjonen av vann fra innsjøen.

3.3.3 Klausulering

Små, private vannverk er formelt ikke pålagt å innhente godkjenning av vannkilden fra helsemyndighetene. Det er derfor ikke laget konkret forslag til beskyttelsessoner ved brønnområdet i Fjågesund. Det bør likevel være i vannverkseierens interesse å sikre vannkilden på best mulig måte. Det anbefales derfor at det nære brønnområdet (radius 10-30 m) i den grad det er praktisk mulig sikres med inngjerding. Overgang mellom brønnrør og

jordoverflate tettes f.eks. med en støpt mansjett og dren av overflatevann inn mot brønnrøret forhindres. Et område med radius 70-80 m rundt brønnen bør merkes og all ferdsel og annen aktivitet innenfor området må foregå under hensyntagen til at dette er en drikkevannskilde. Veifarende bør også gjøres oppmerksom på dette forhold ved skilting på adkomstvei til fergeleiet og på selve fergeleiet.

4 KONKLUSJON OG ANBEFALING

Med bakgrunn i resultatene fra langtidsprøvepumpingen **konkluderes** det med at de grunnvannsmagasiner som undersøkt ved Straumsnes/Vrådal, Øyan nedre og Fjågesund har en kvantitet og kvalitet som gjør dem godt egnet for utnyttelse i kommunal drikkevannsforsyning. Etablering av vannforsyningsanlegg i tilknytning til disse grunnvannsmagasinerne kan derfor **anbefales**.

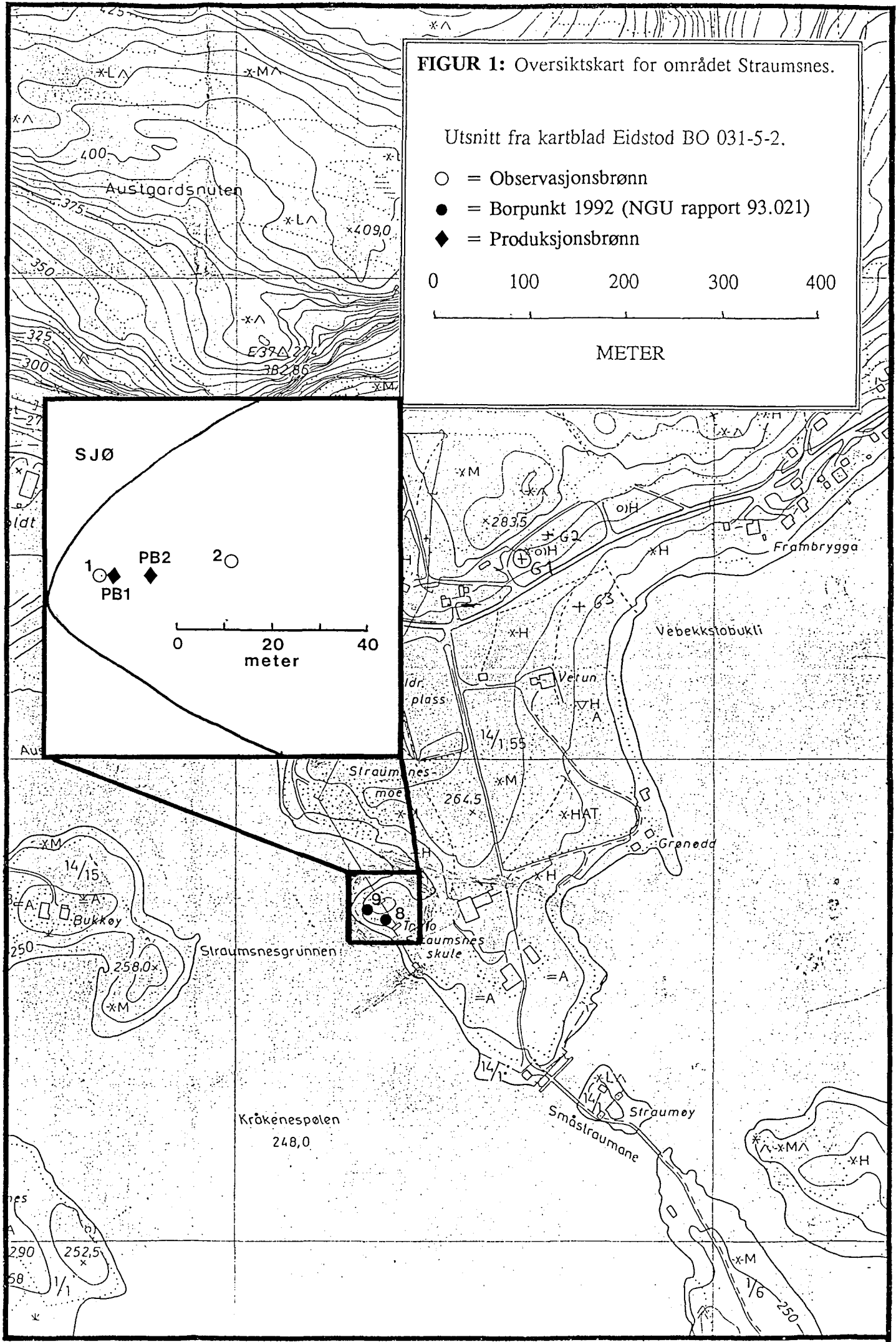
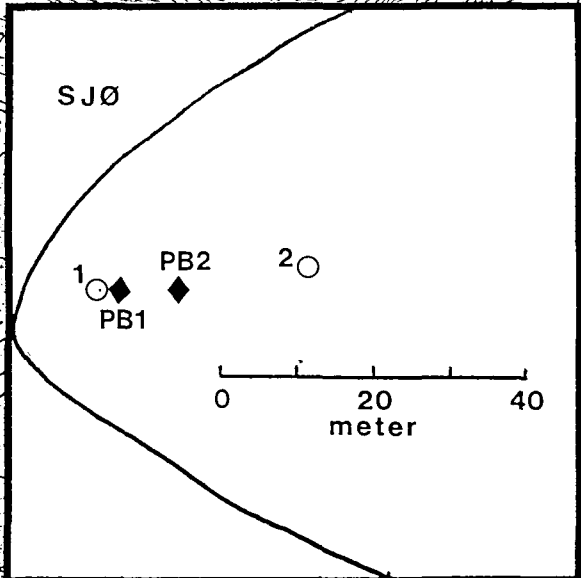
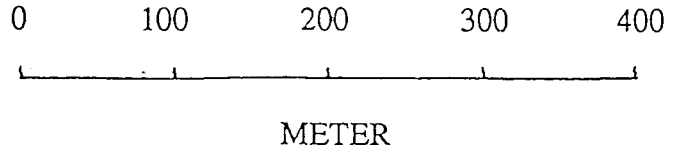
Grunnvannets pH og alkalitet er noe lav på alle de tre stedene og alkaliseringsanlegg bør etableres ved de to større kommunale vannverkene (Straumsnes/Vrådal og Øyan nedre).

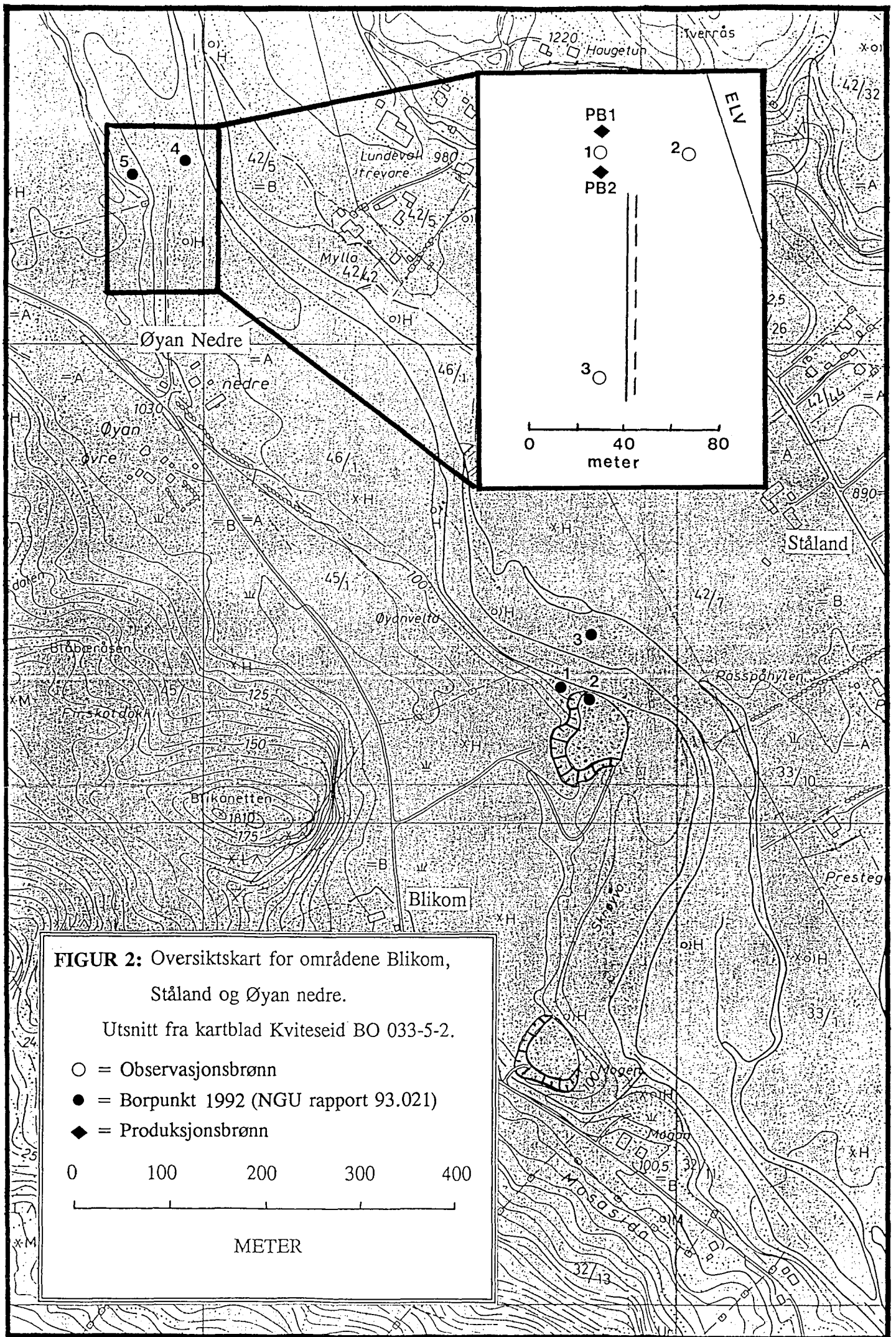
	Figur
Oversiktskart for området Straumsnes/Vrådal	1
Oversiktskart for området Øyan nedre	2
Oversiktskart for området Fjågesund	3
Plassering og utforming av brønner ved Straumsnes/Vrådal	4
Plassering og utforming av brønner ved Øyan nedre	5
Plassering og utforming av brønn ved Fjågesund	6
Nedbør og grunnvannstand ved Øyan nedre	7
Nedbør og konsentrasjoner av Ca og Na ved Straumsnes/Vrådal	8
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Straumsnes/Vrådal	9
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Straumsnes/Vrådal	10
Nedbør og Ca/Mg/Na ved Øyan nedre	11
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Øyan nedre	12
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Øyan nedre	13
Nedbør og Ca/Mg/Na ved Fjågesund	14
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Fjågesund	15
Grafisk fremstilling av kjemiske analyser Fjågesund	16
Forslag til soneregrenser ved Straumsnes/Vrådal	17
Forslag til soneregrenser ved Øyan nedre	18

FIGUR 1: Oversiktskart for området Straumsnes.

Utsnitt fra kartblad Eidstod BO 031-5-2.

- = Observasjonsbrønn
- = Borpunkt 1992 (NGU rapport 93.021)
- ◆ = Produksjonsbrønn





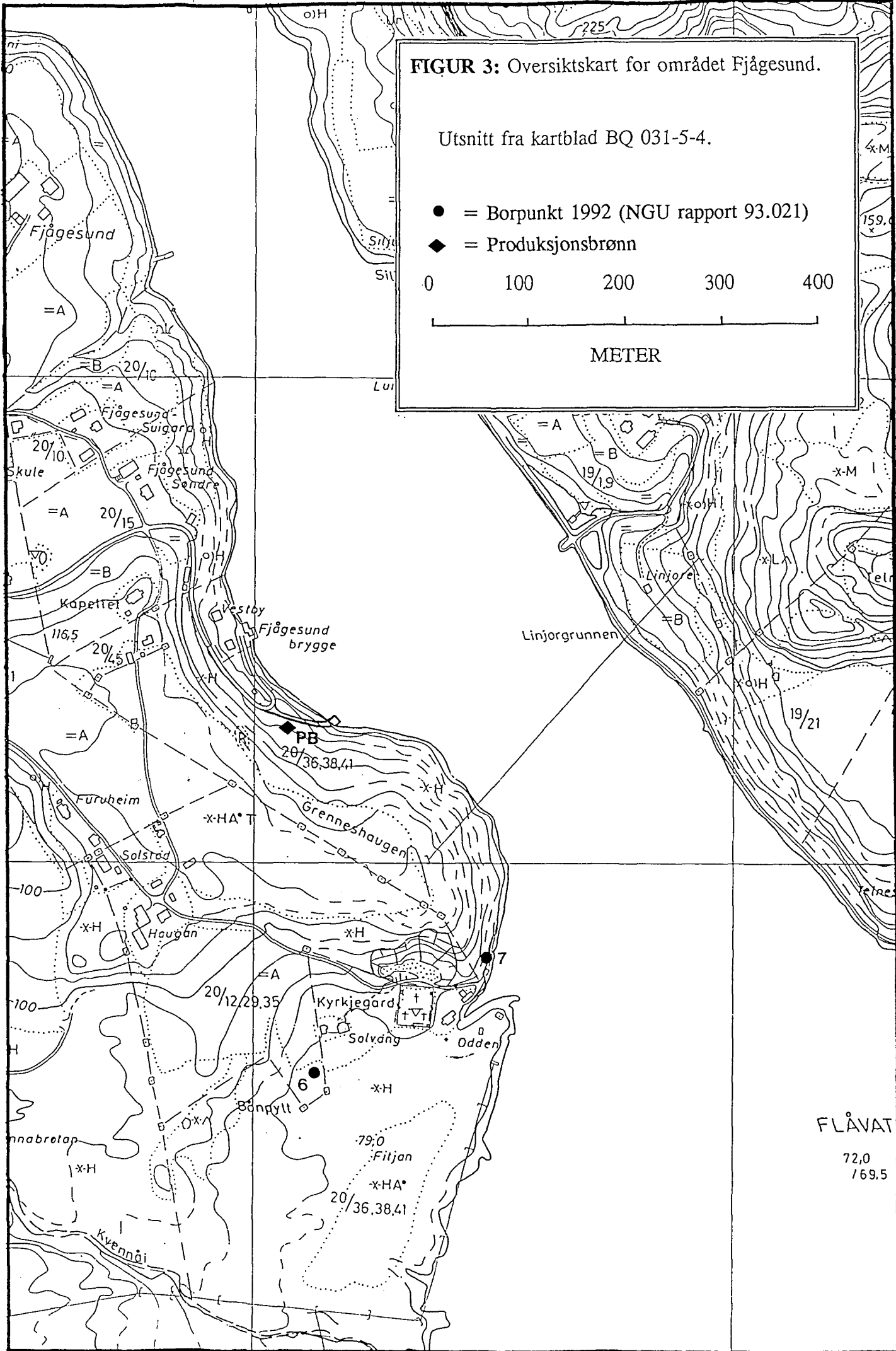
FIGUR 3: Oversiktskart for området Fjågesund.

Utsnitt fra kartblad BQ 031-5-4.

- = Borpunkt 1992 (NGU rapport 93.021)
- ◆ = Produksjonsbrønn

0 100 200 300 400

METER



PLASSERING OG UTFORMING AV PUMPEBRØNNER (PB) OG OBSERVA-
SJONSBRØNNER (OBS) VED VRÅDAL, KVITSEID KOMMUNE.

DIMENSJONERENDE DATA PB:

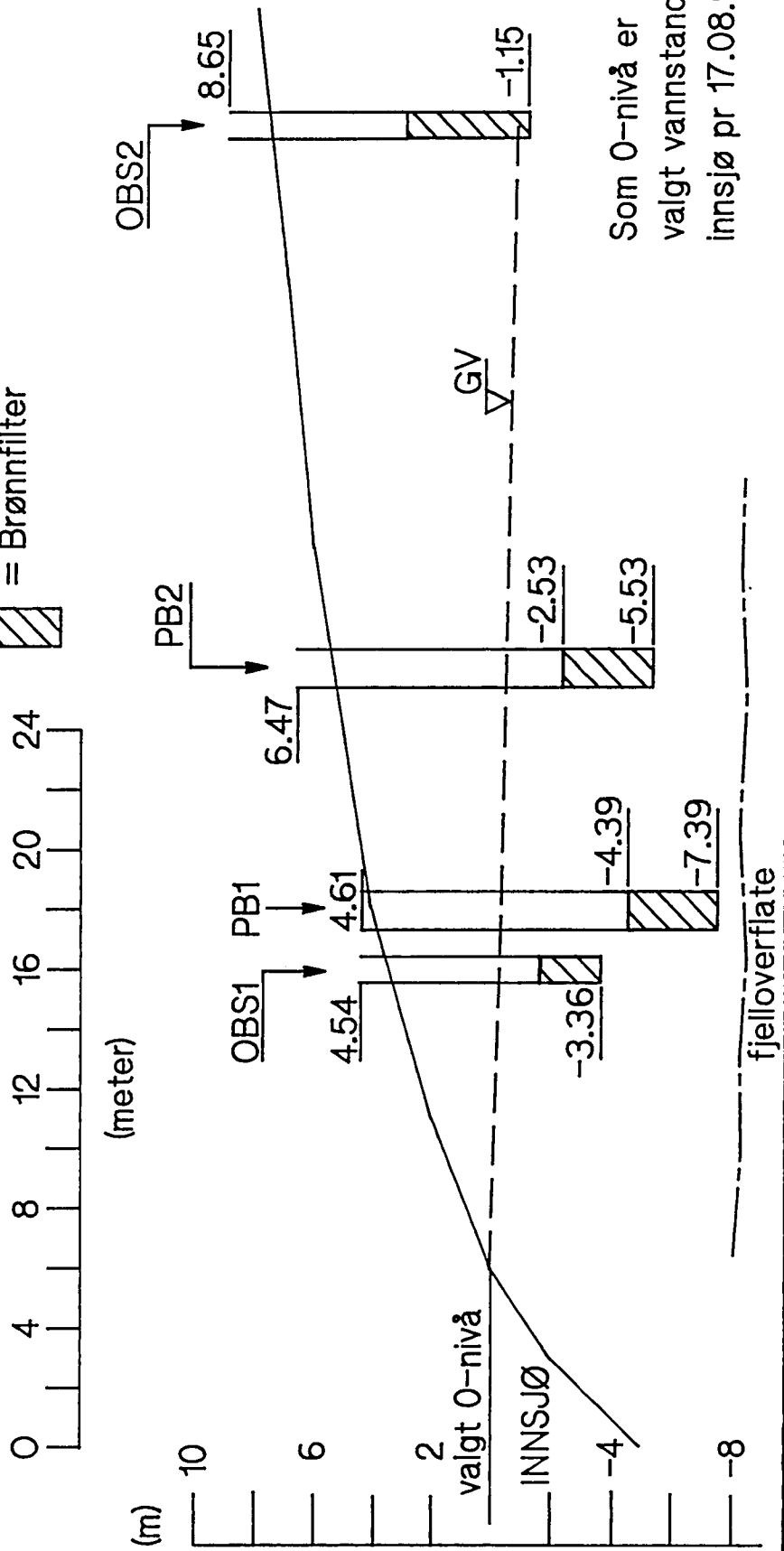
Materialer: rustfritt stål

Dimensjon: Ø 114 mm

Filter: Con-Slot, slisseåpning 1.0 mm



= Brønnfilter



FIGUR 4

PLASSERING OG UTFORMING AV PUMPEBRØNNER (PB) OG OBSERVA- SJONSBRØNNER (OBS) VED ØYAN NEDRE, KVITSEID KOMMUNE

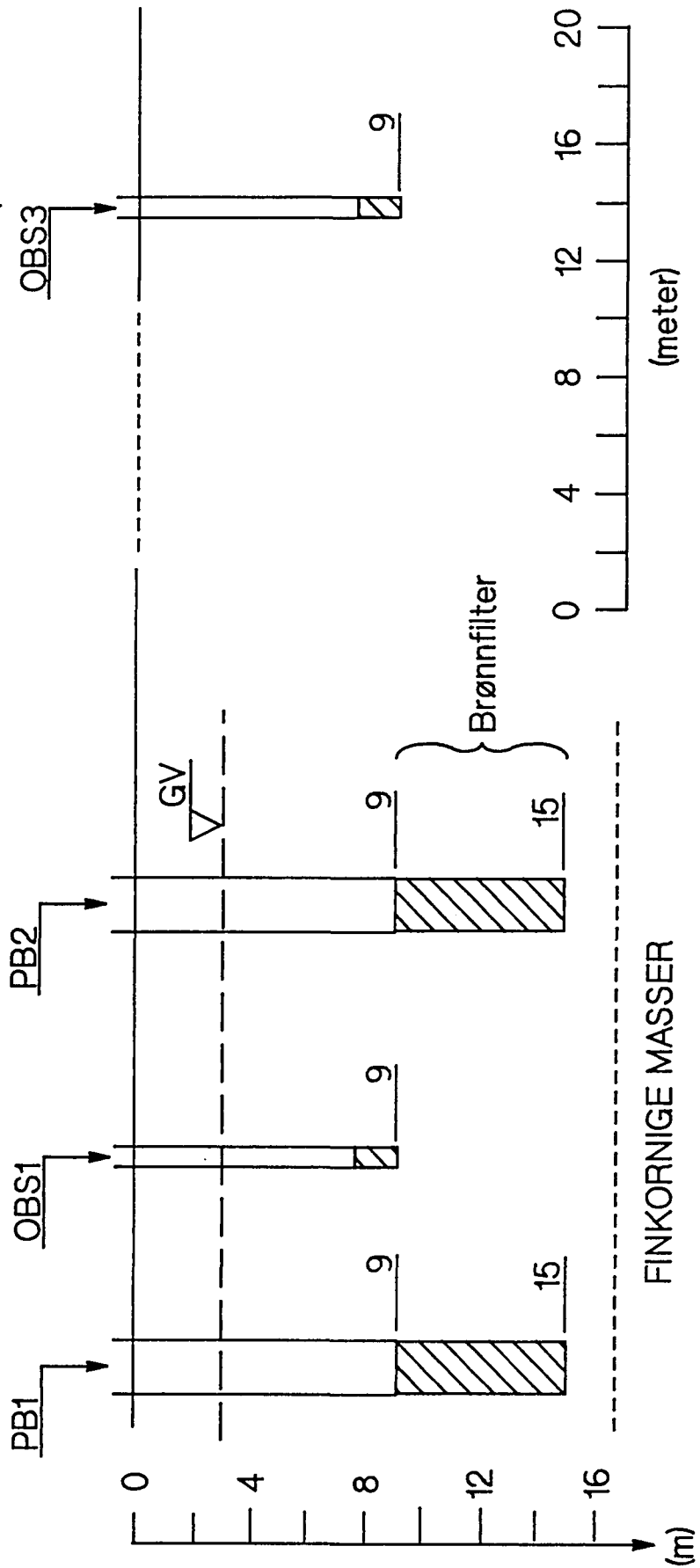
DIMENSJONERENDE DATA FOR PB:

Materialer: rustfritt stål

Dimensjon: Ø 114 mm

Filter: Con-Slot, slisseåpning 1.0 mm

85 M



FIGUR 5

PLASSERING OG UTFORMING AV PUMPEBRØNN I FJÅGESUND, KVITeseid KOMMUNE

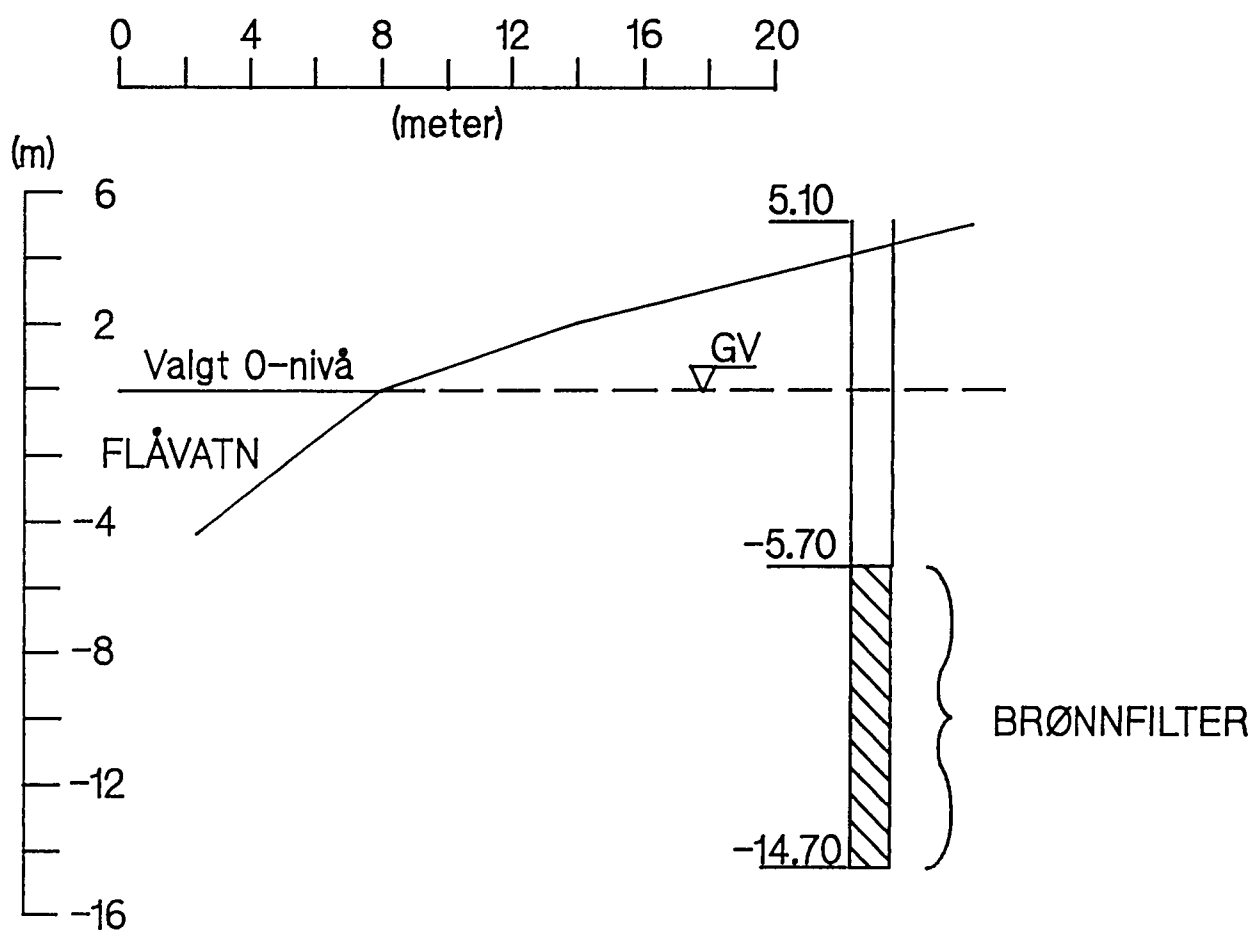
DIMENSJONERENDE DATA FOR BRØNN:

Materialer: rustfritt stål

Dimensjon: Ø 114 mm

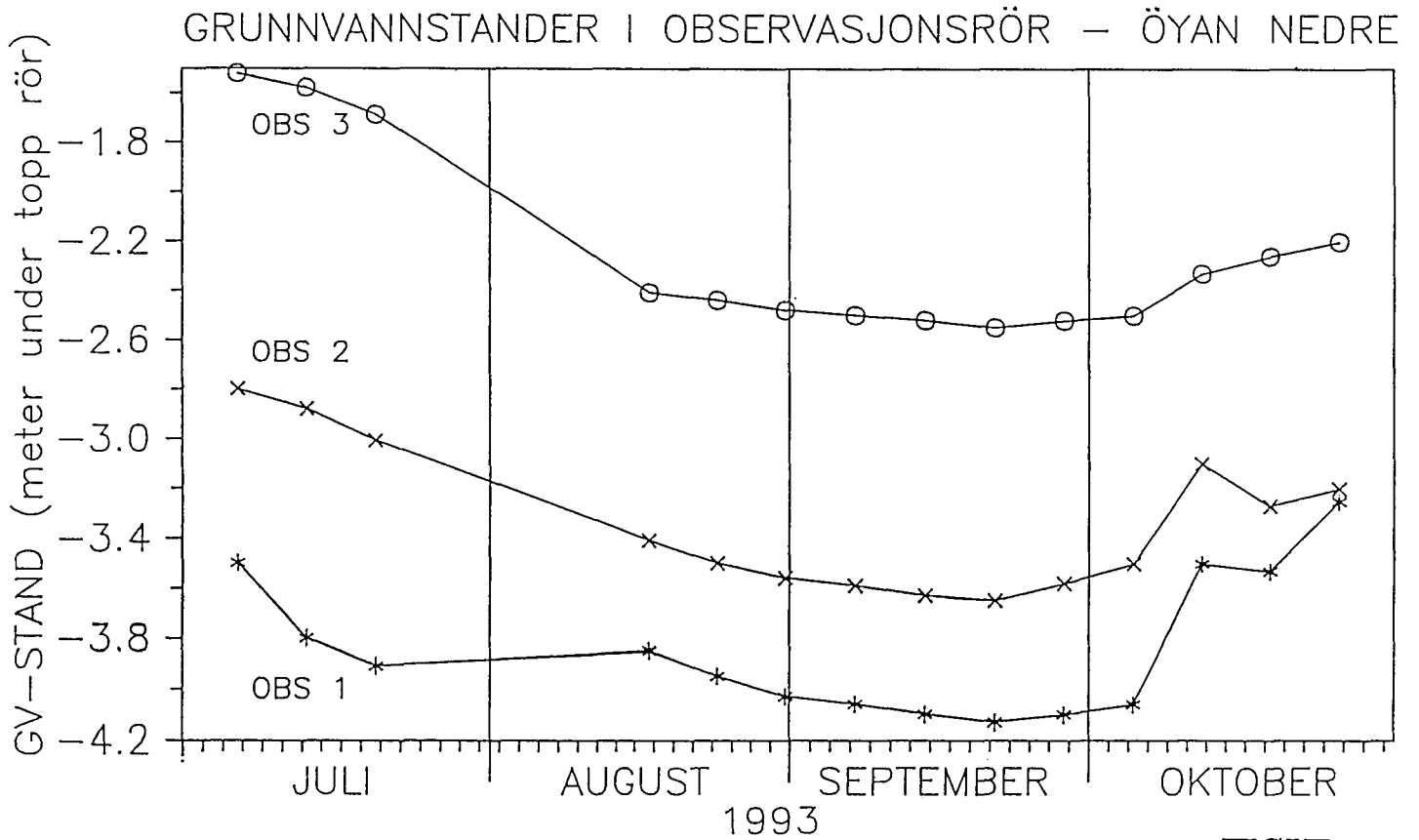
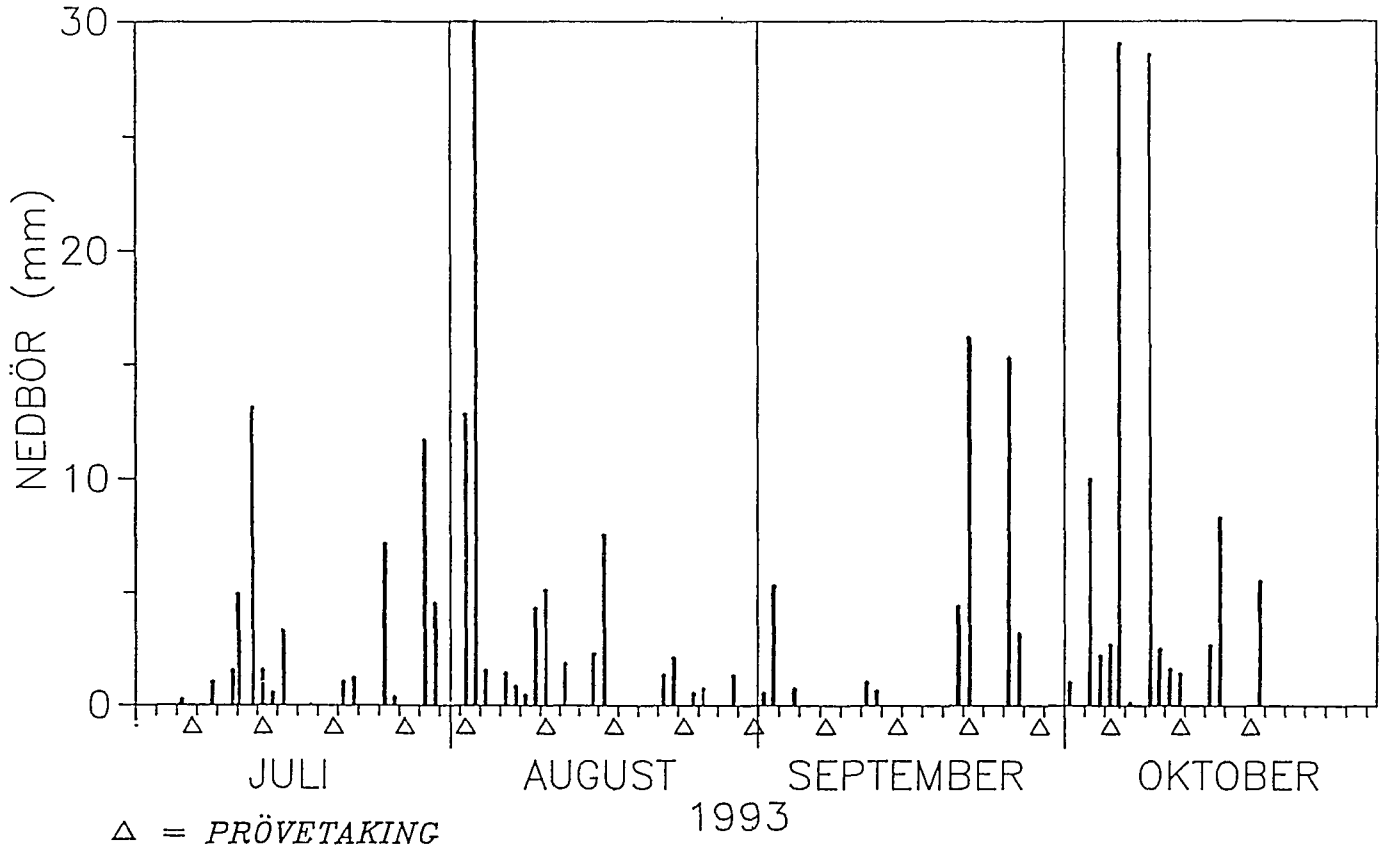
Filter: Con-Slot, slisseåpning 1.0 mm

Som 0-nivå er valgt
vannstand i Flåvatn
pr 17.08.93.



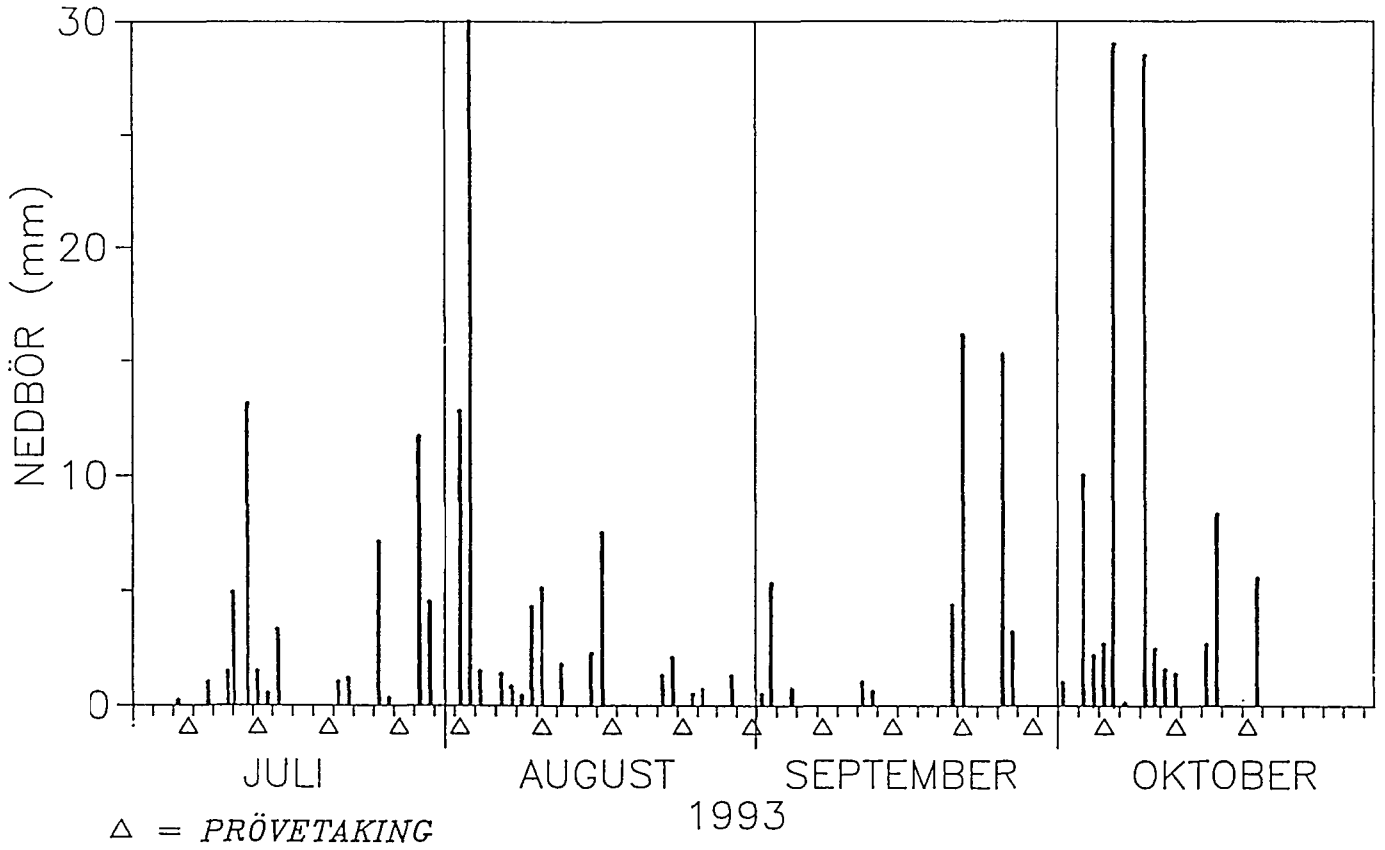
FIGUR 6

NEDBÖR VED DNMI-STASJON 3285 KVITeseID - MOEN

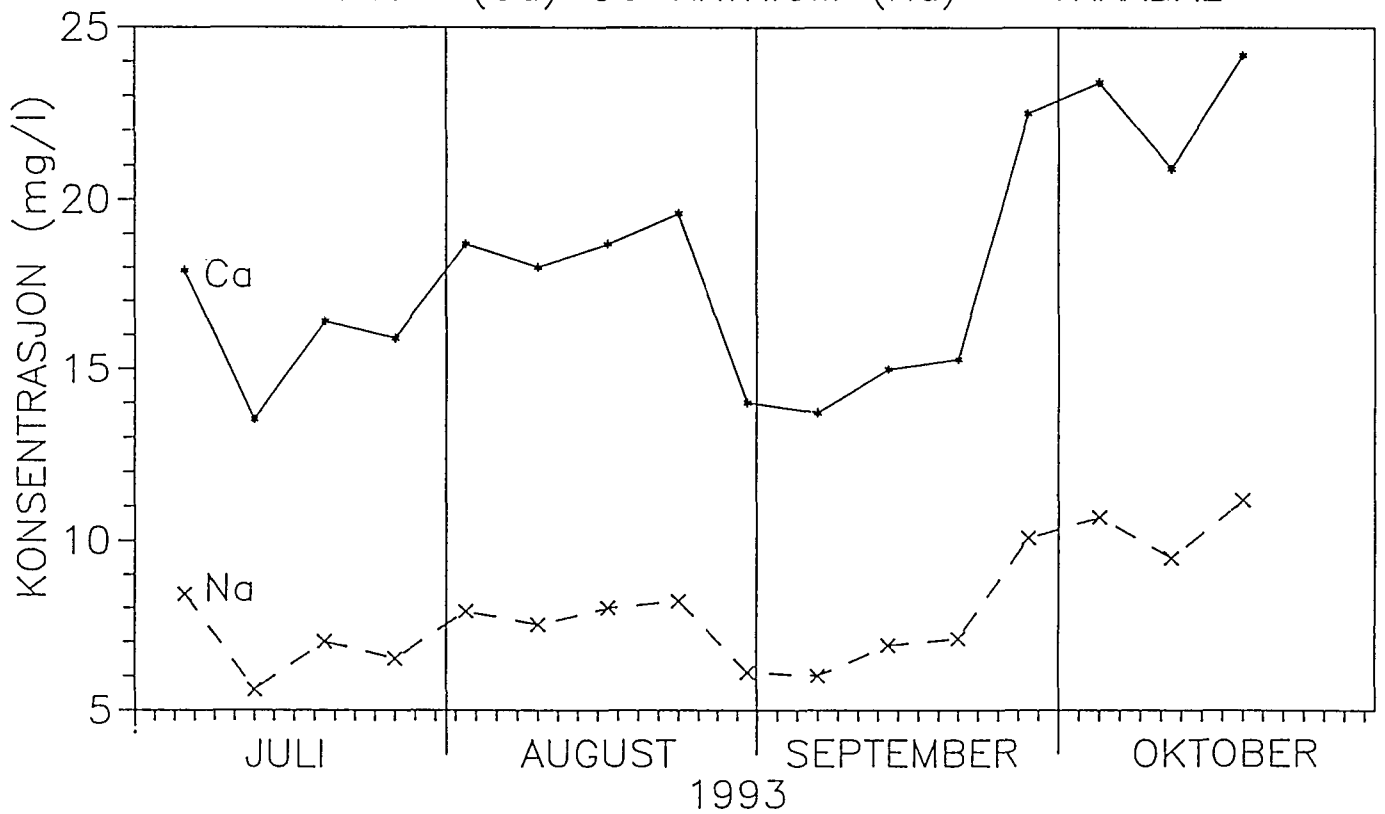


FIGUR 7

NEDBÖR VED DNMI-STASJON 3285 KVITeseID – MOEN

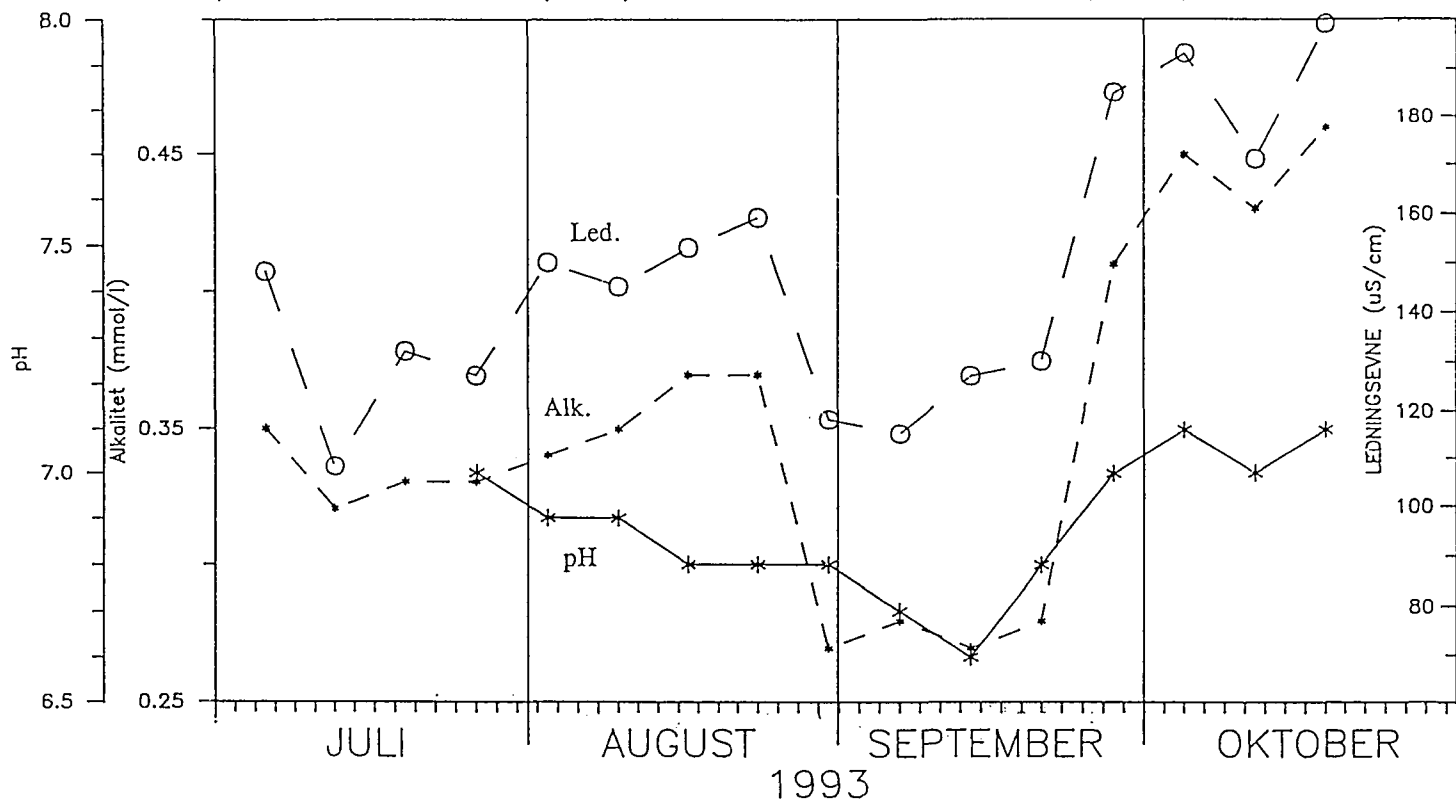


KALSIUM (Ca) OG NATRIUM (Na) – VRAADAL

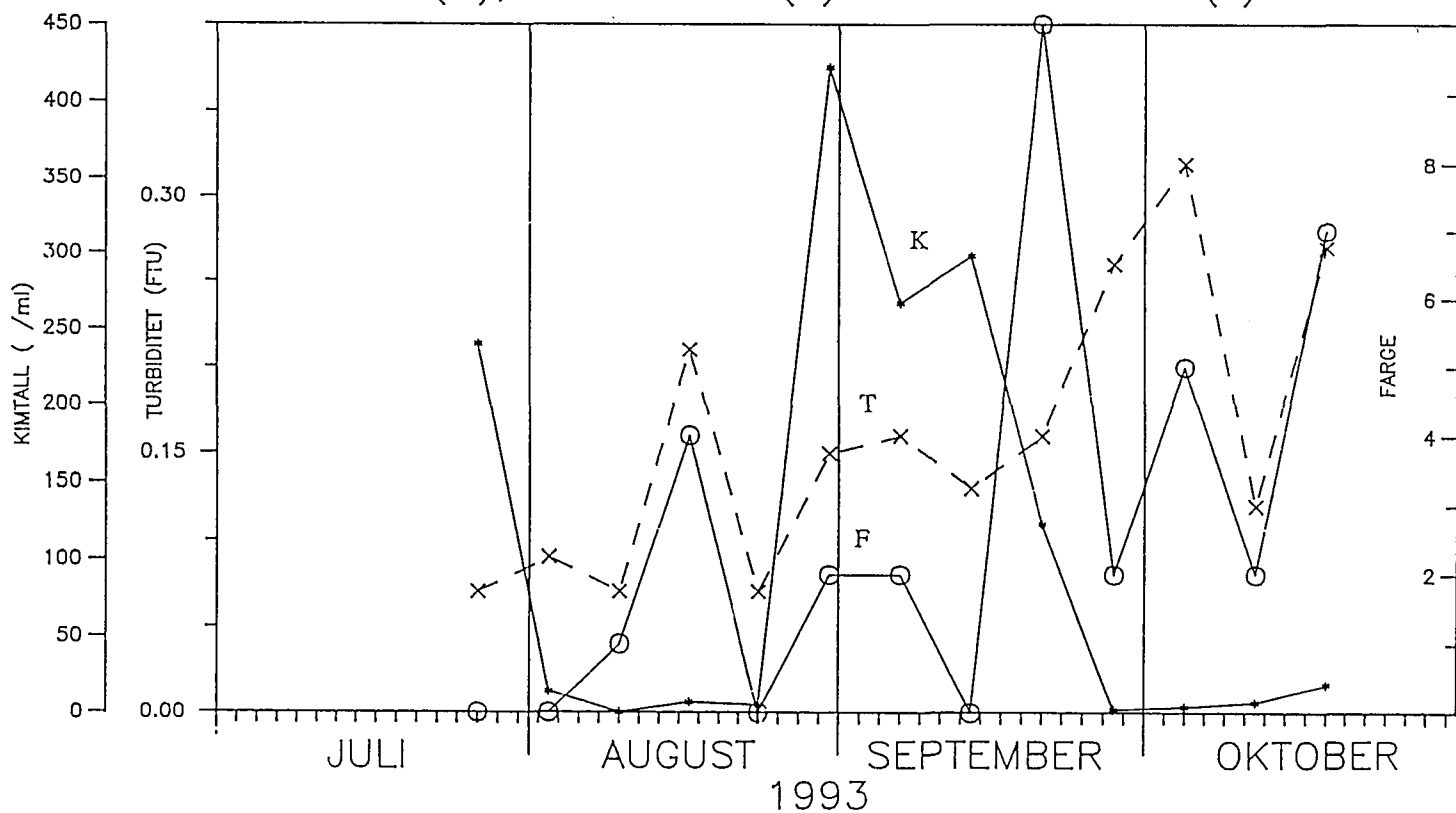


FIGUR 8

pH, ALKALITET (Alk.) OG LEDNINGSEVNE (Led.) – VRAADAL

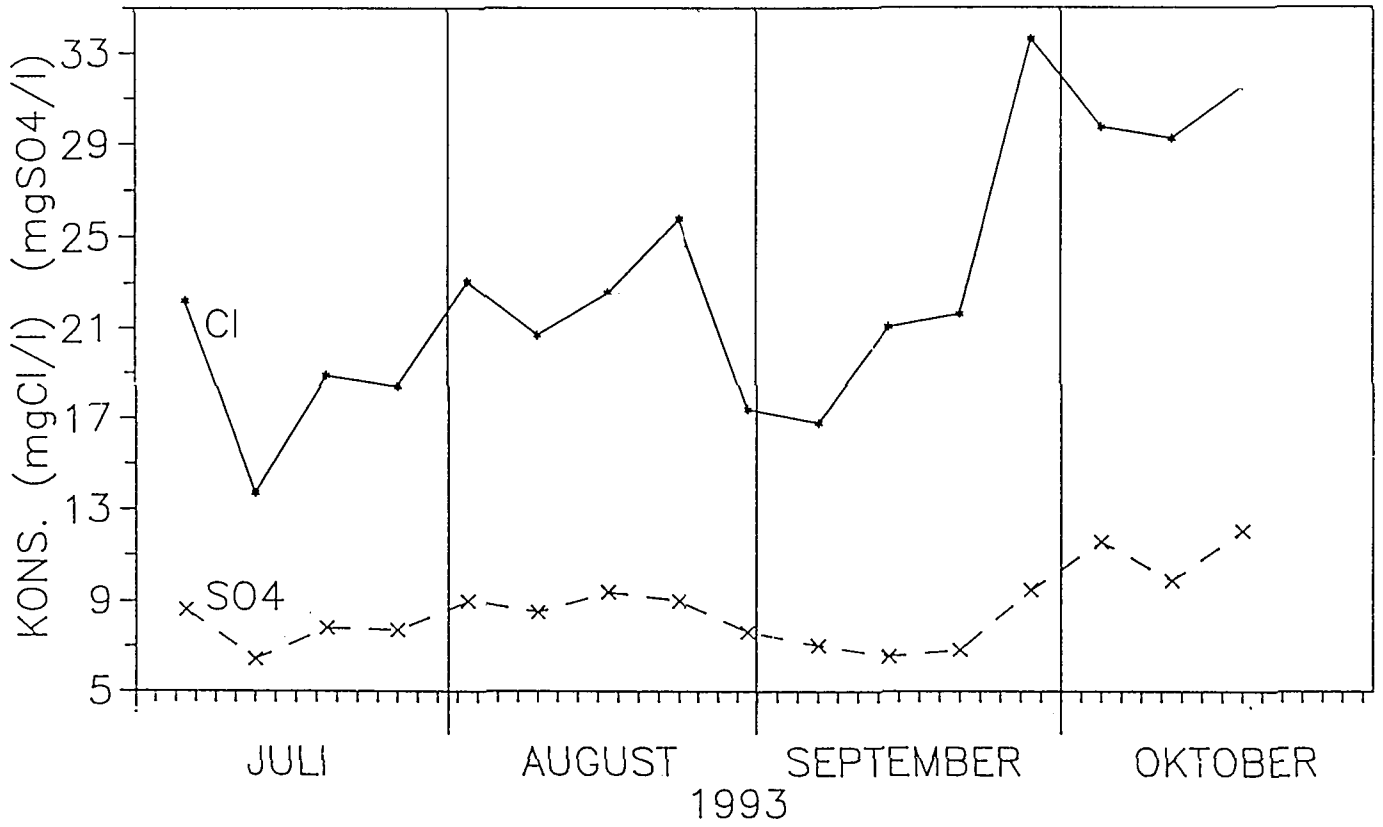


KIMTALL (K), FARGETALL (F) OG TURBIDITET (T) – VRAADAL

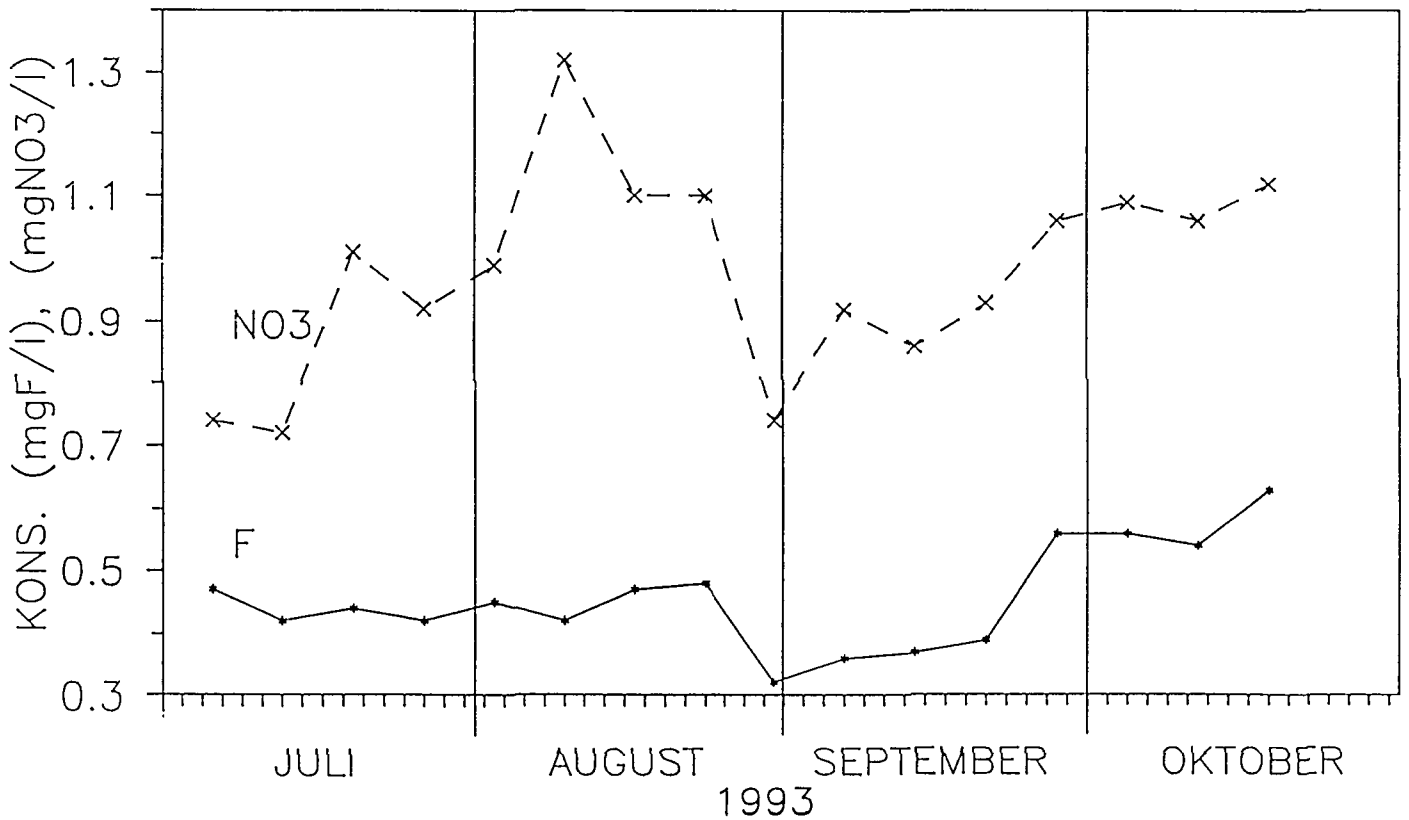


FIGUR 9

KLORID (Cl) OG SULFAT (SO₄) – VRAADAL

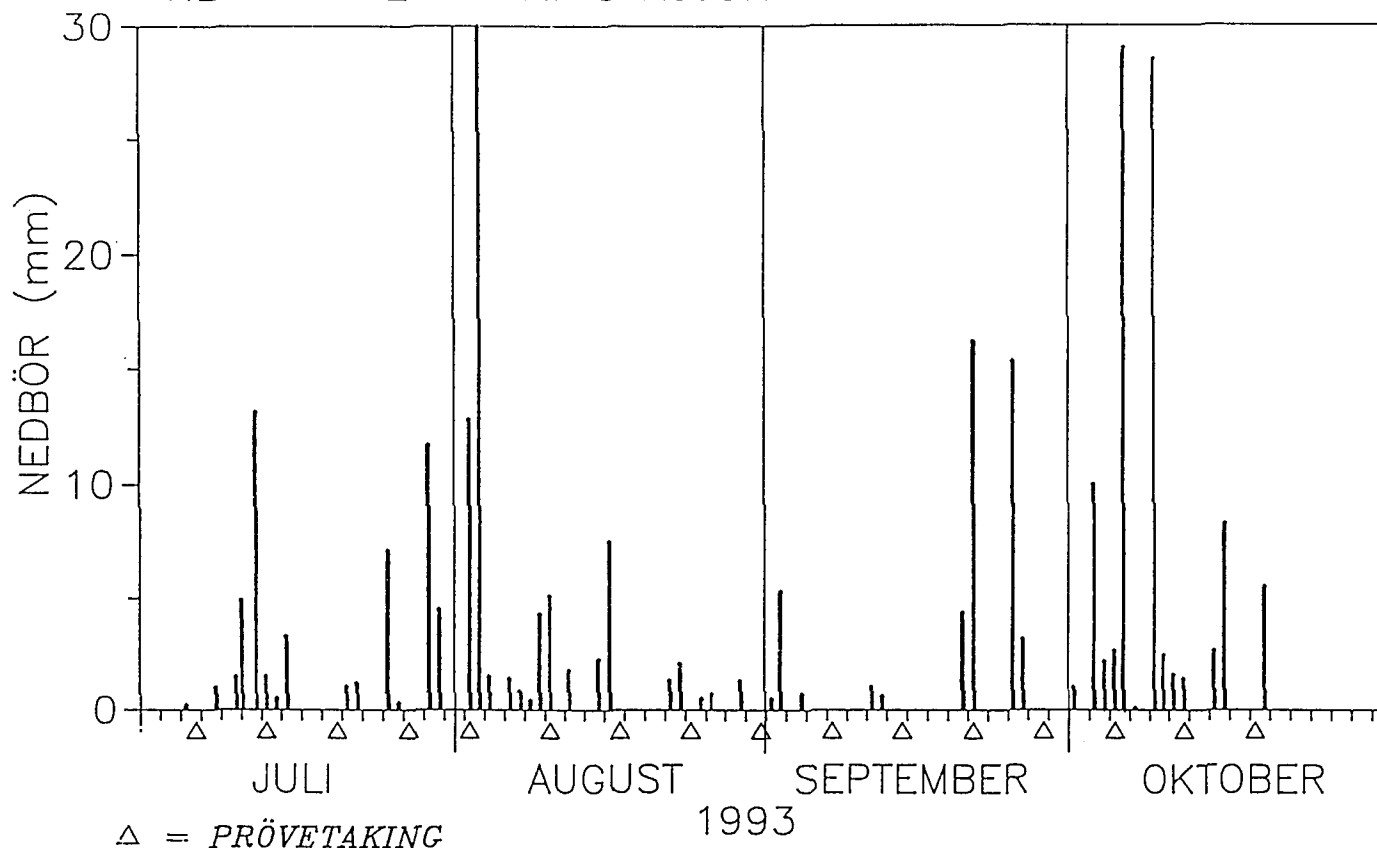


FLUORID (F) OG NITRAT (NO₃) – VRAADAL

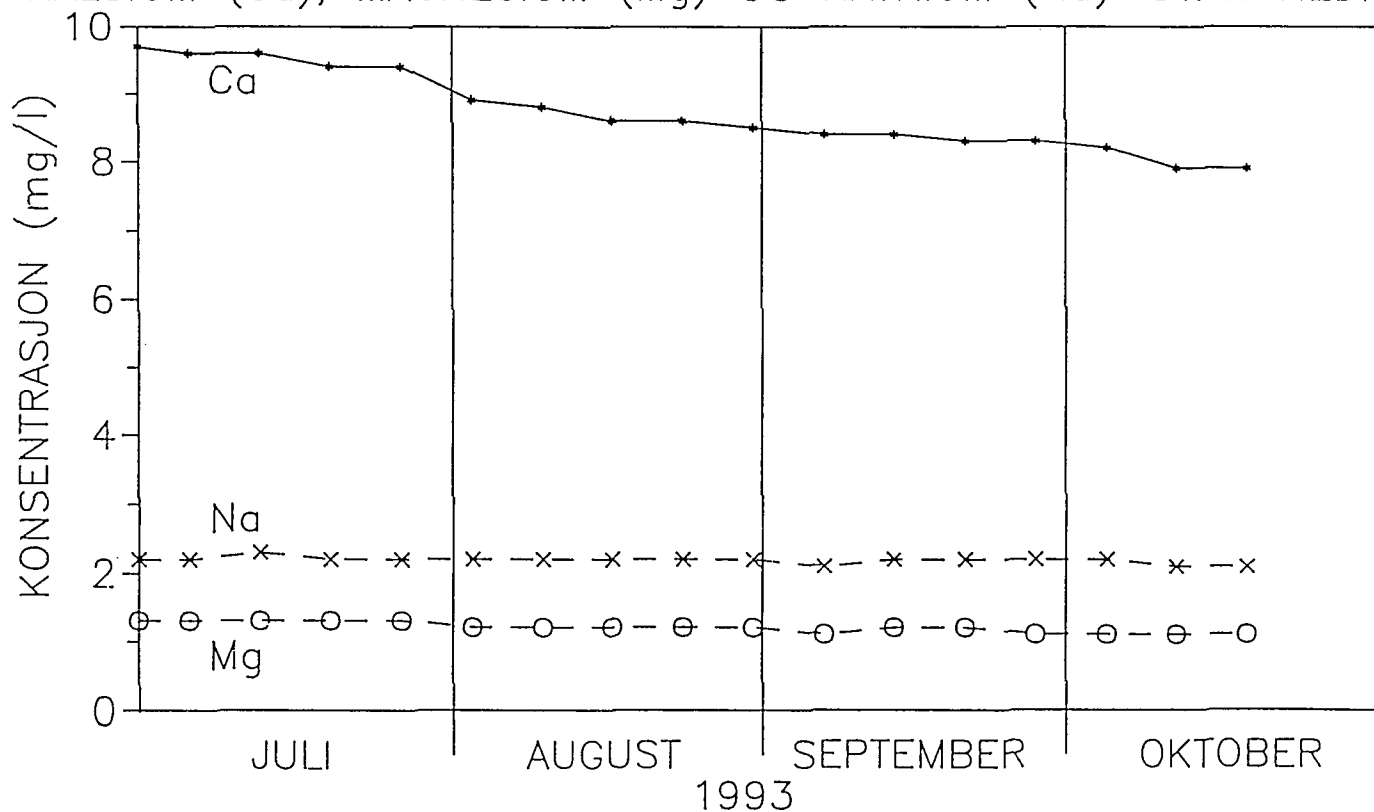


FIGUR 10

NEDBÖR VED DNMI-STASJON 3285 KVITeseID – MOEN

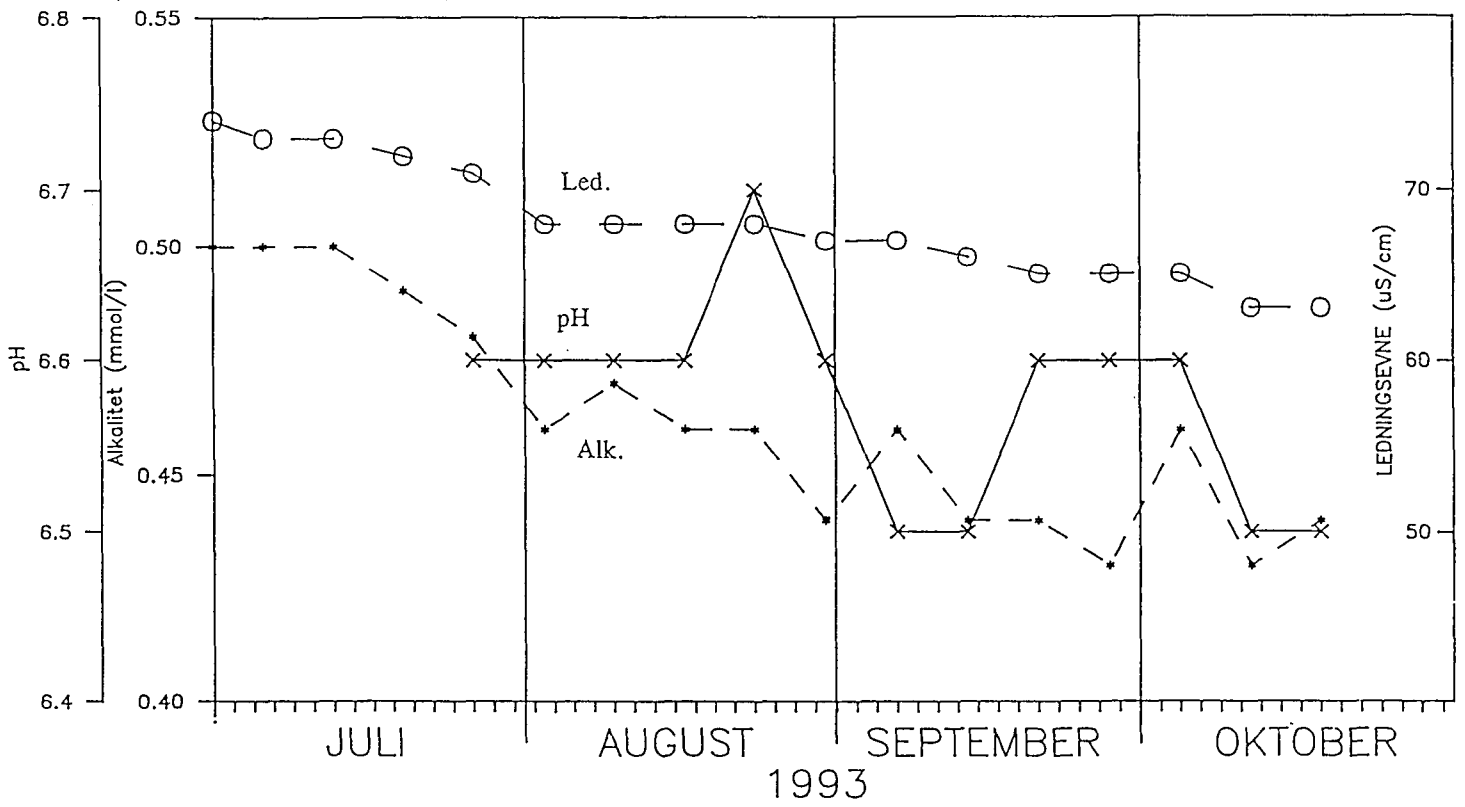


KALSIUM (Ca), MAGNESIUM (Mg) OG NATRIUM (Na)-ÖYAN NEDRE

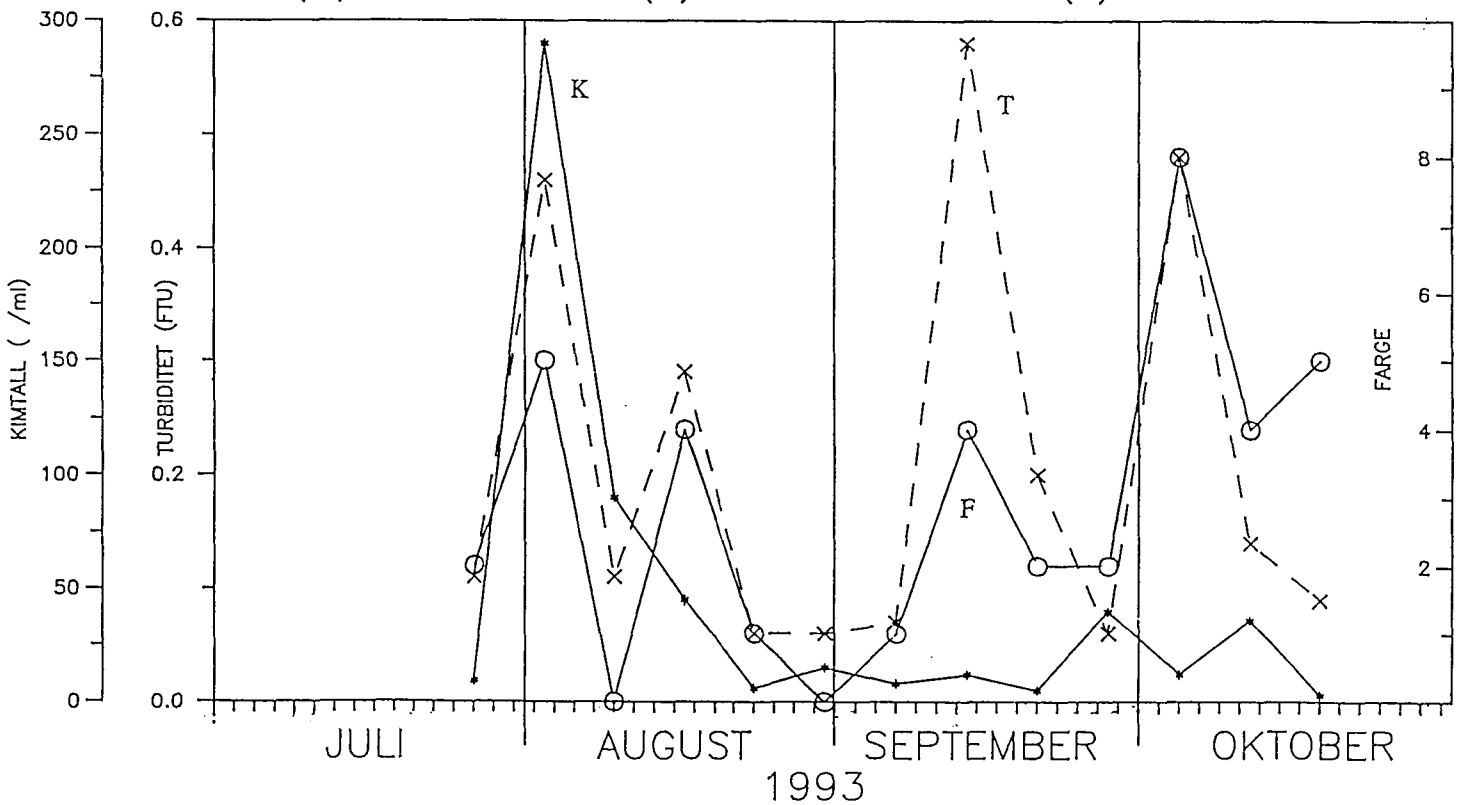


FIGUR 11

pH, ALKALITET (Alk.) OG LEDNINGSEVNE (Led.) – ÖYAN NEDRE

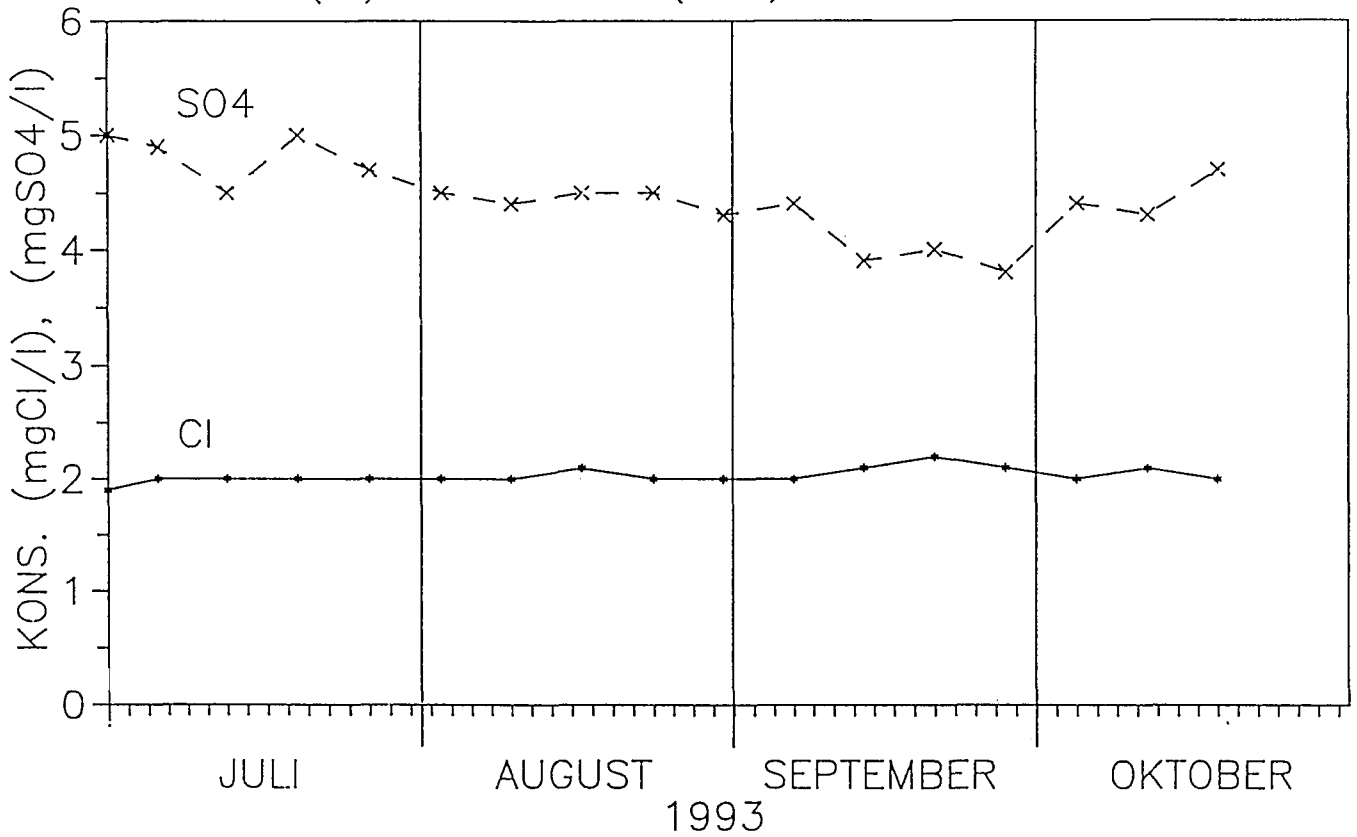


KIMTALL (K), FARGETALL (F) OG TURBIDITET (T) – ÖYAN NEDRE

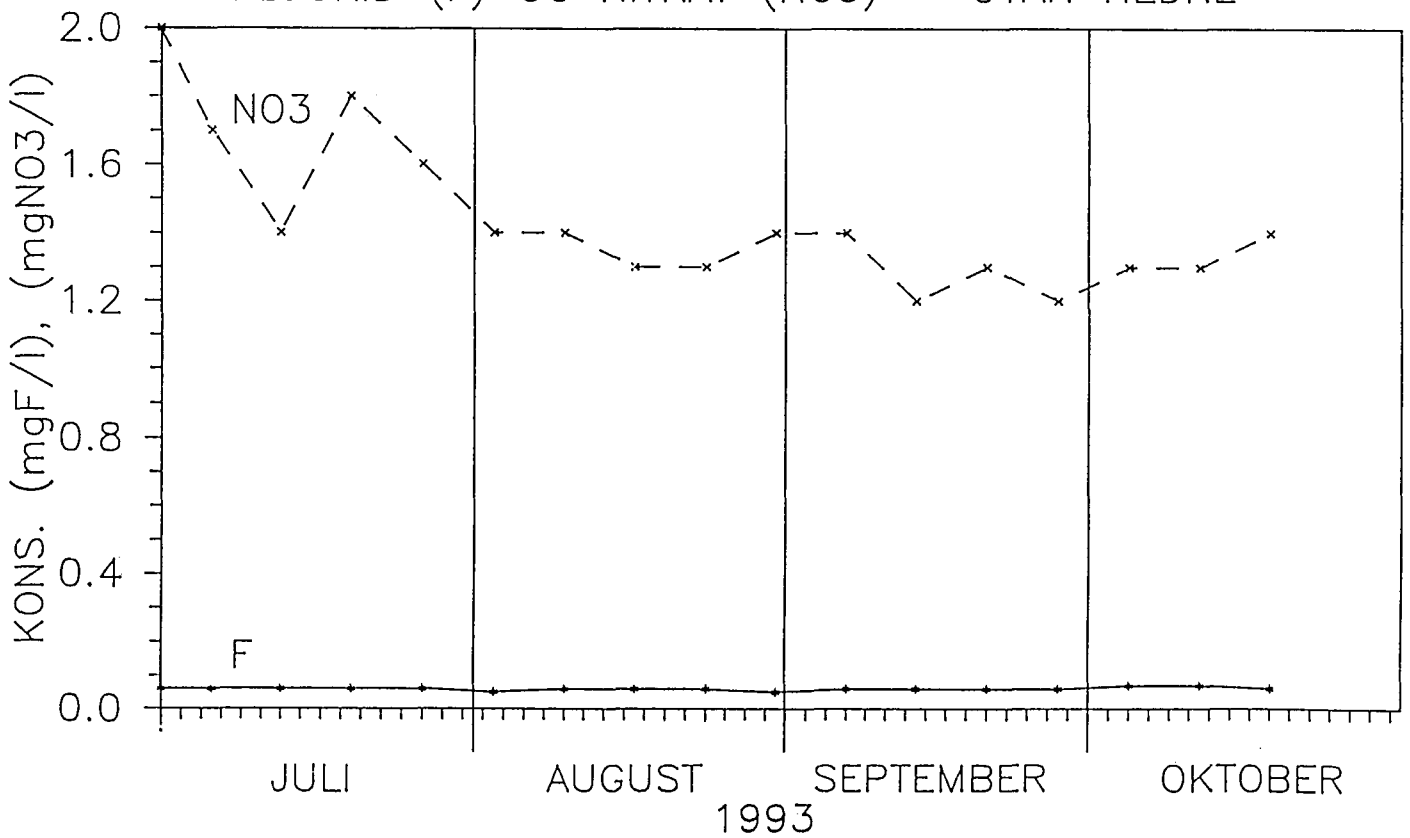


FIGUR 12

KLORID (Cl) OG SULFAT (SO4) – ÖYAN NEDRE

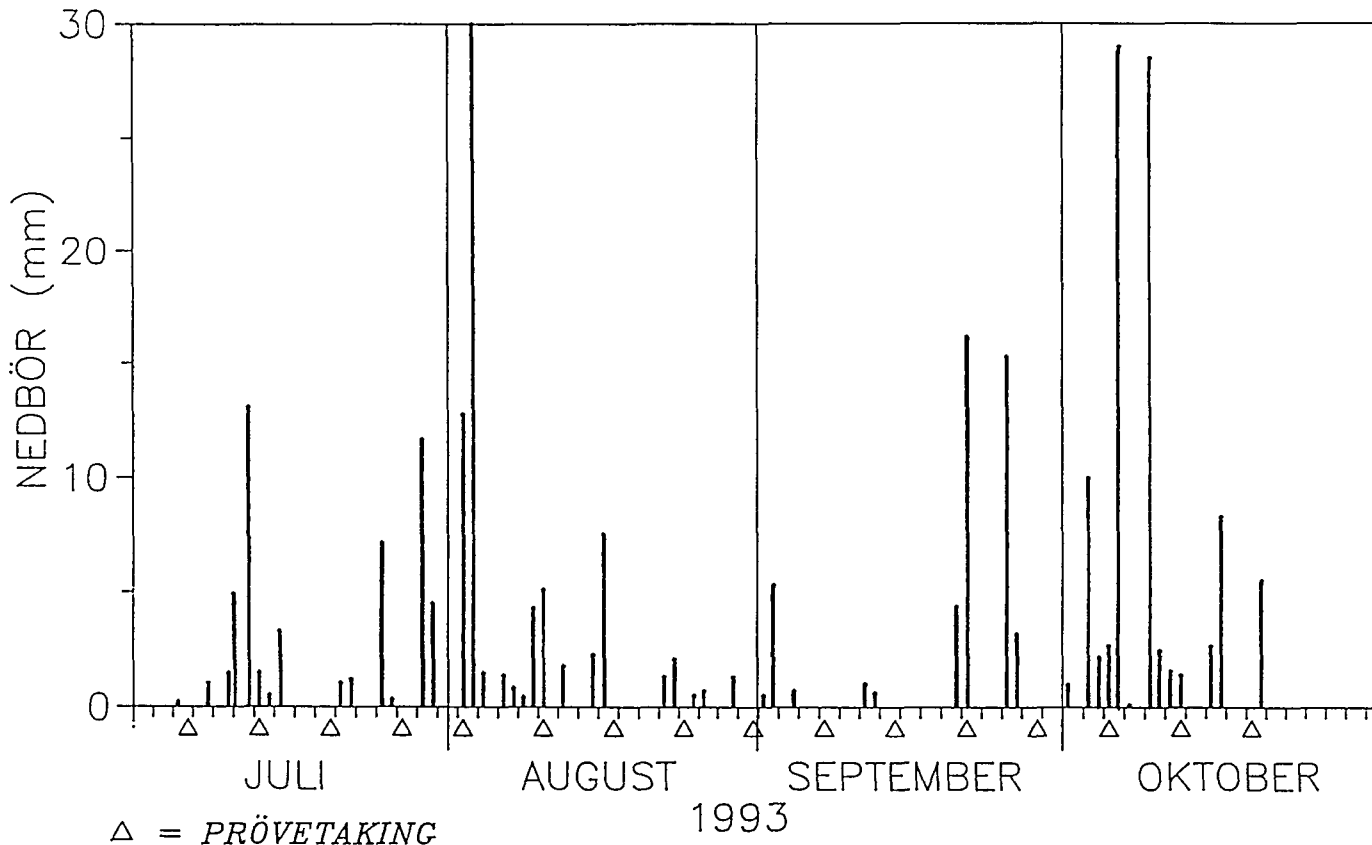


FLUORID (F) OG NITRAT (NO3) – ÖYAN NEDRE

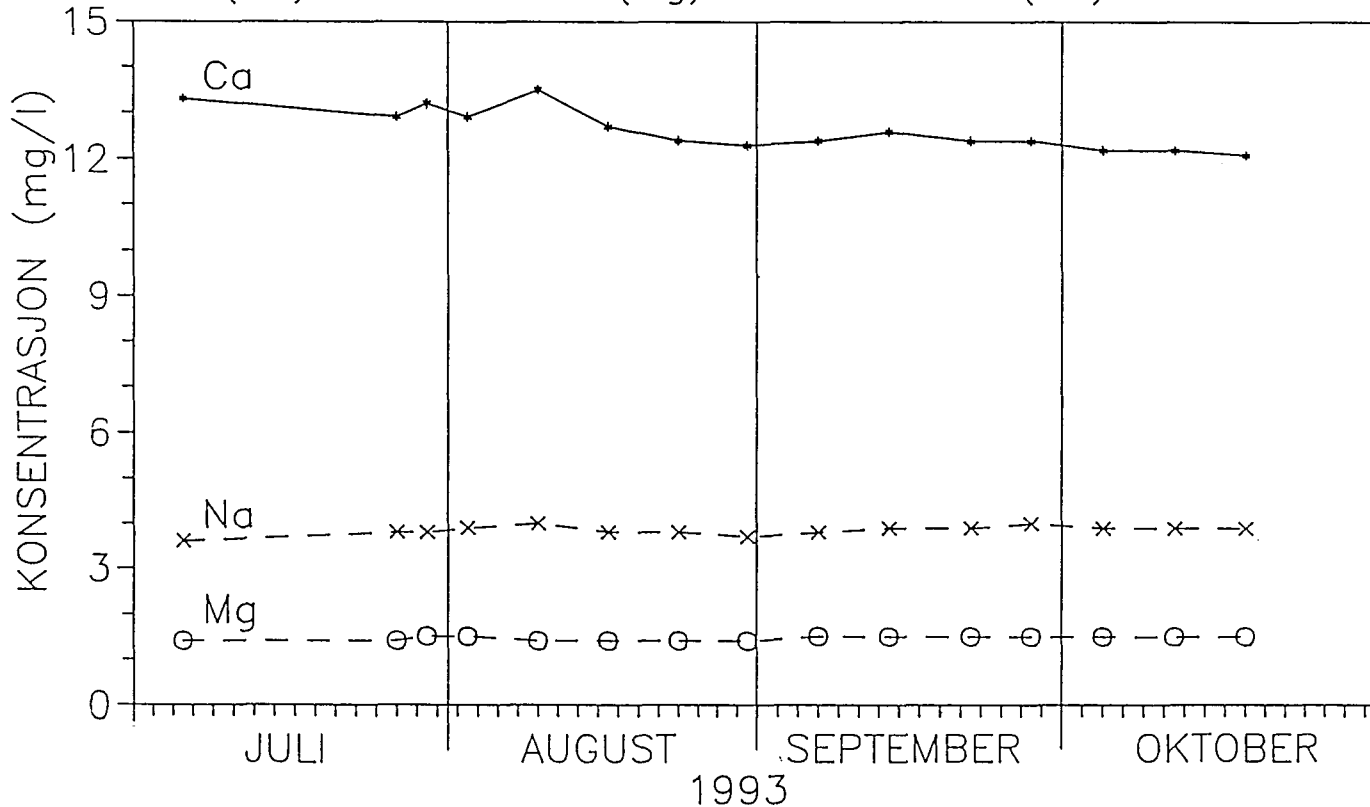


FIGUR 13

NEDBÖR VED DNMI-STASJON 3285 KVITeseID – MOEN

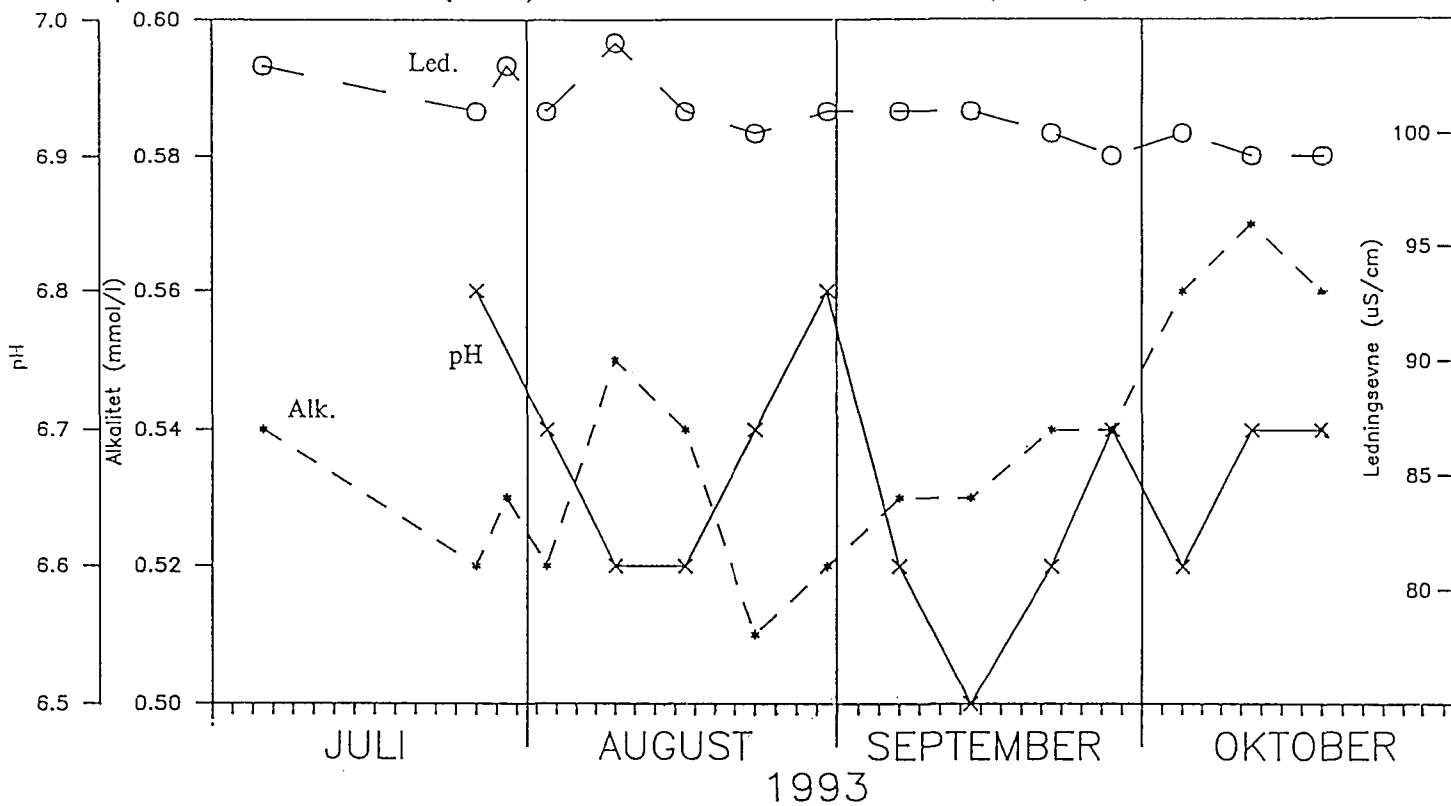


KALSIUM (Ca), MAGNESIUM (Mg) OG NATRIUM (Na)–FJAAGESUND

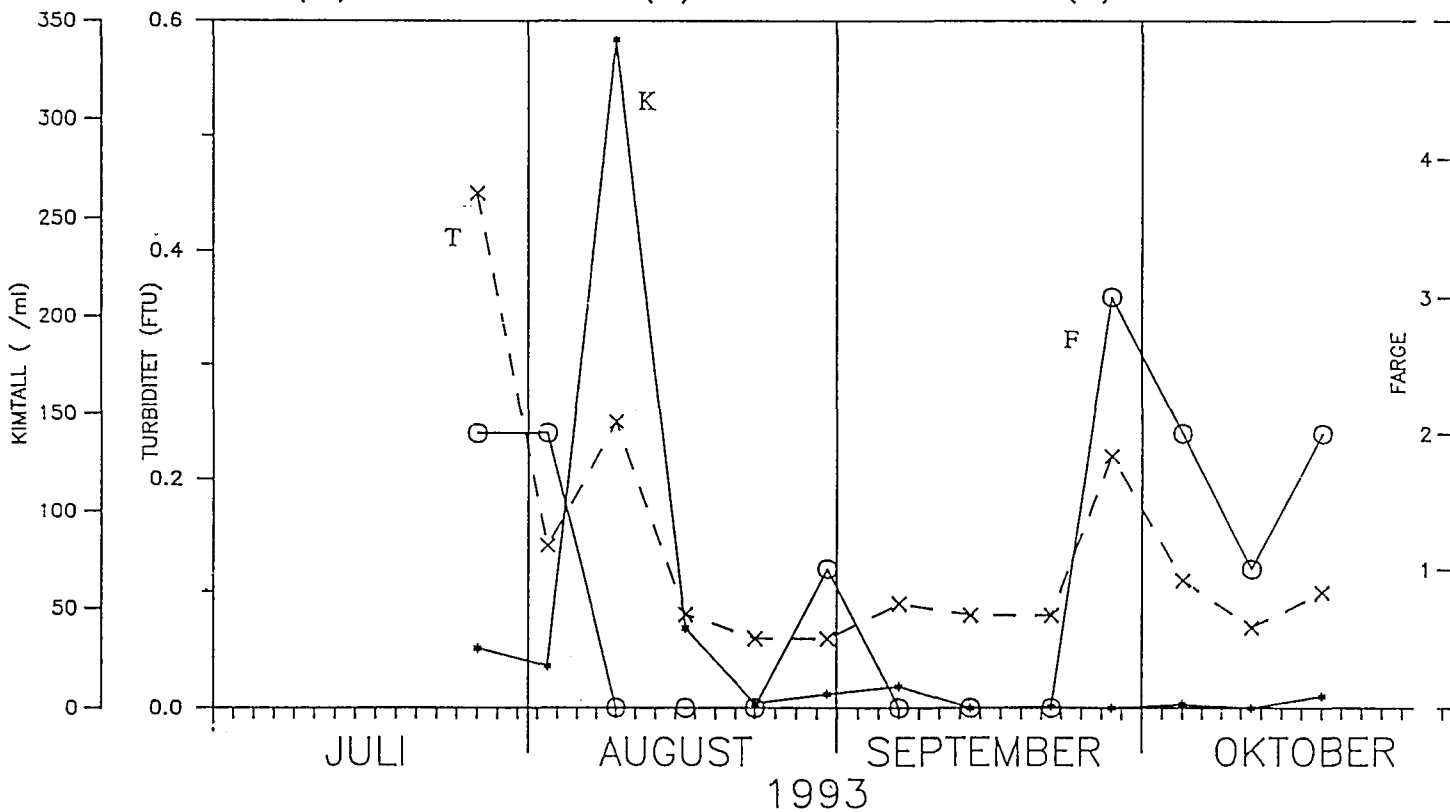


FIGUR 14

pH, ALKALITET (Alk.) OG LEDNINGSEVNE (Led.) – FJAAGESUND

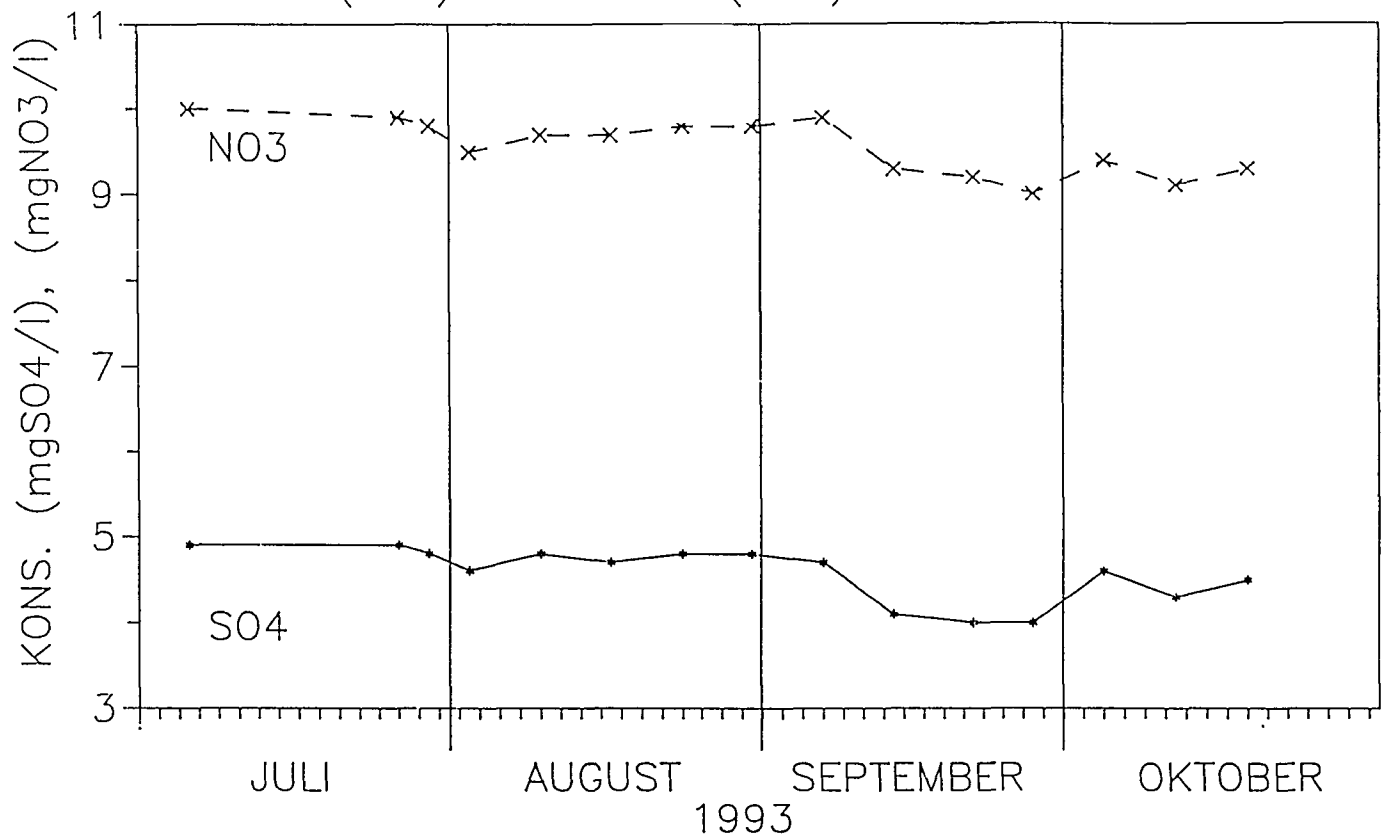


KIMTALL (K), FARGETALL (F) OG TURBIDITET (T) – FJAAGESUND

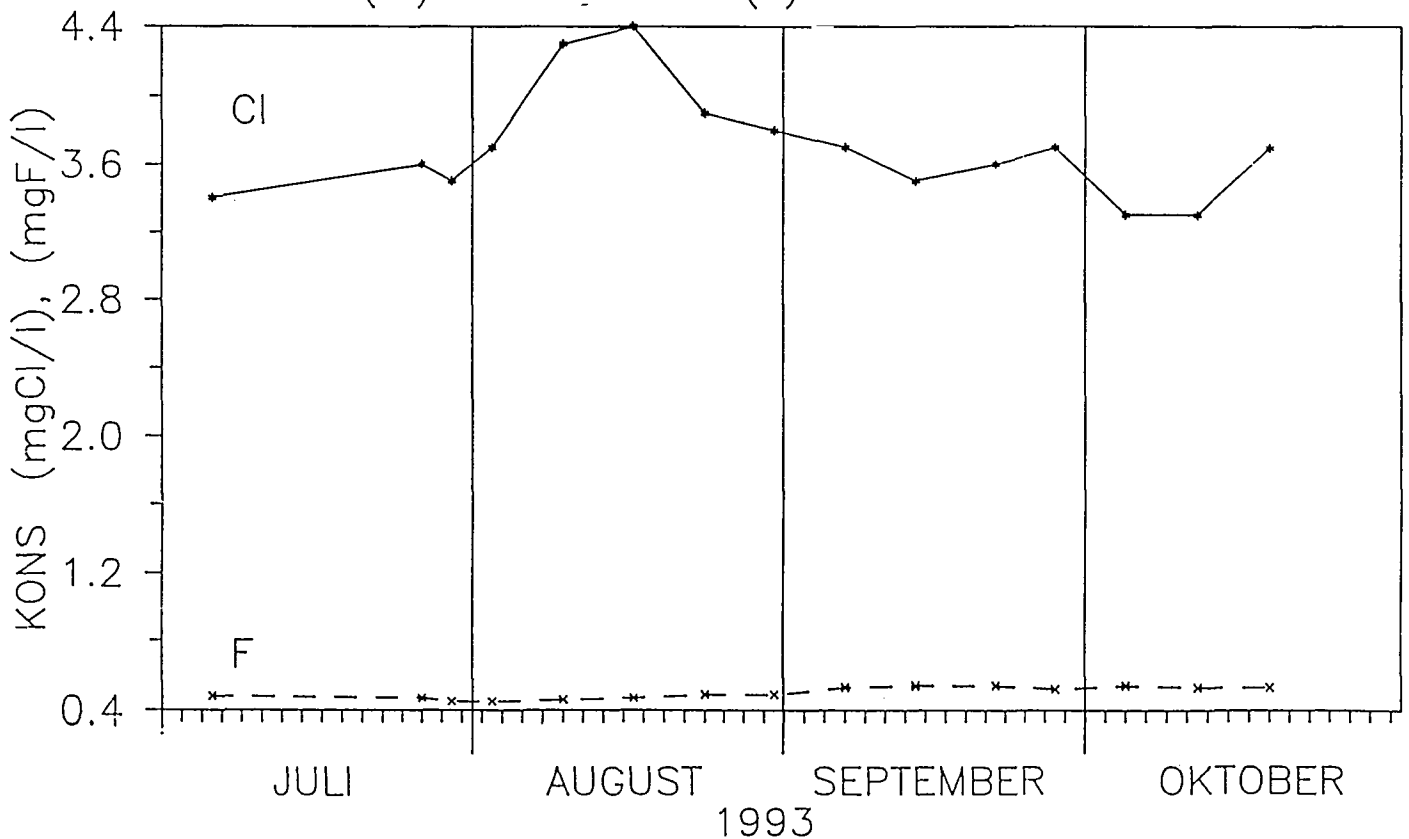


FIGUR 15

SULFAT (SO₄) OG NITRAT (NO₃) – FJAAGESUND



KLORID (Cl) OG FLUORID (F) – FJAAGESUND



FIGUR 16

FIGUR 17: Forslag til sonegrenser i brønnområdet ved Straumsnes.

Utsnitt fra kartblad Eidstod BO 031-5-2.

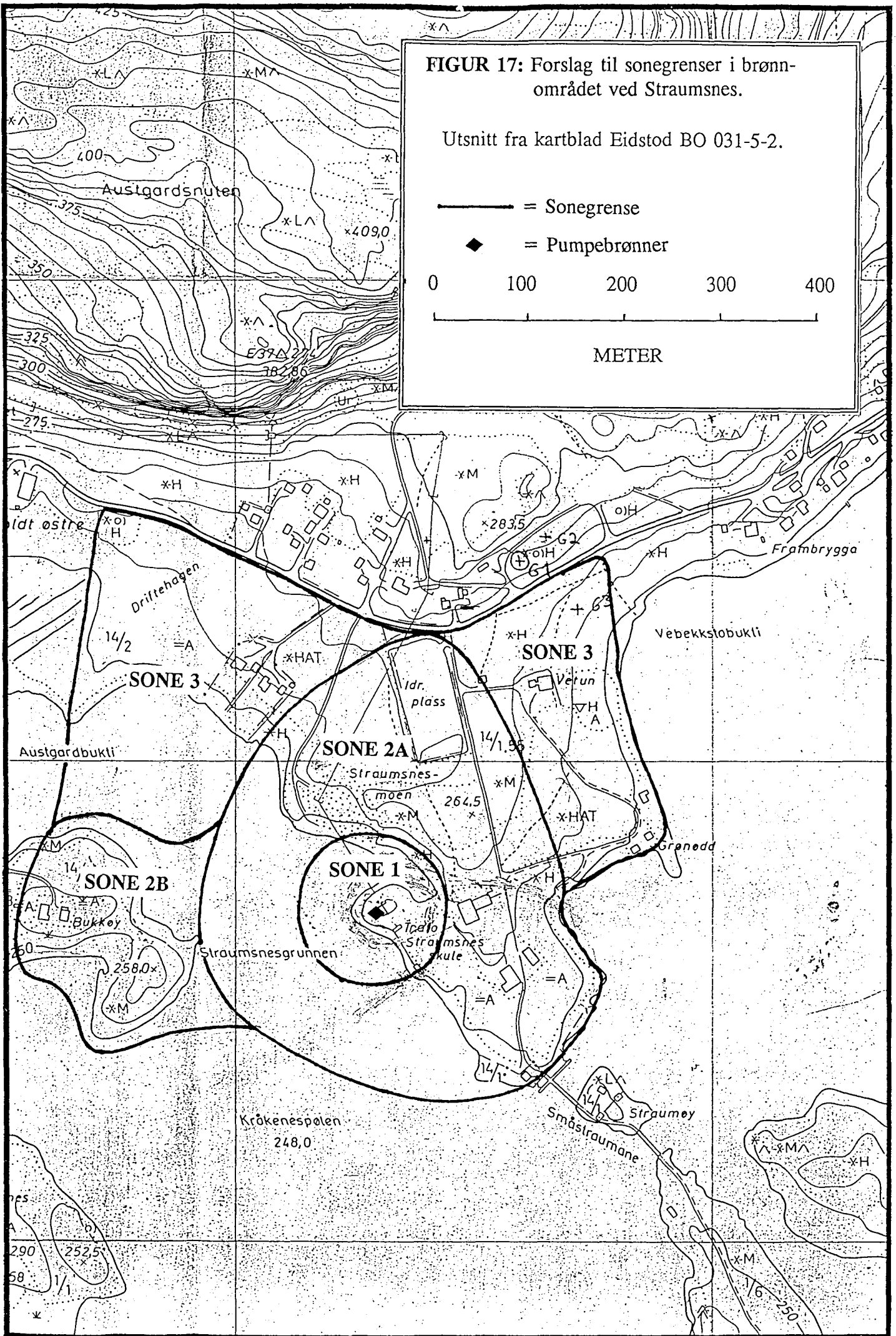
— = Sonegrense

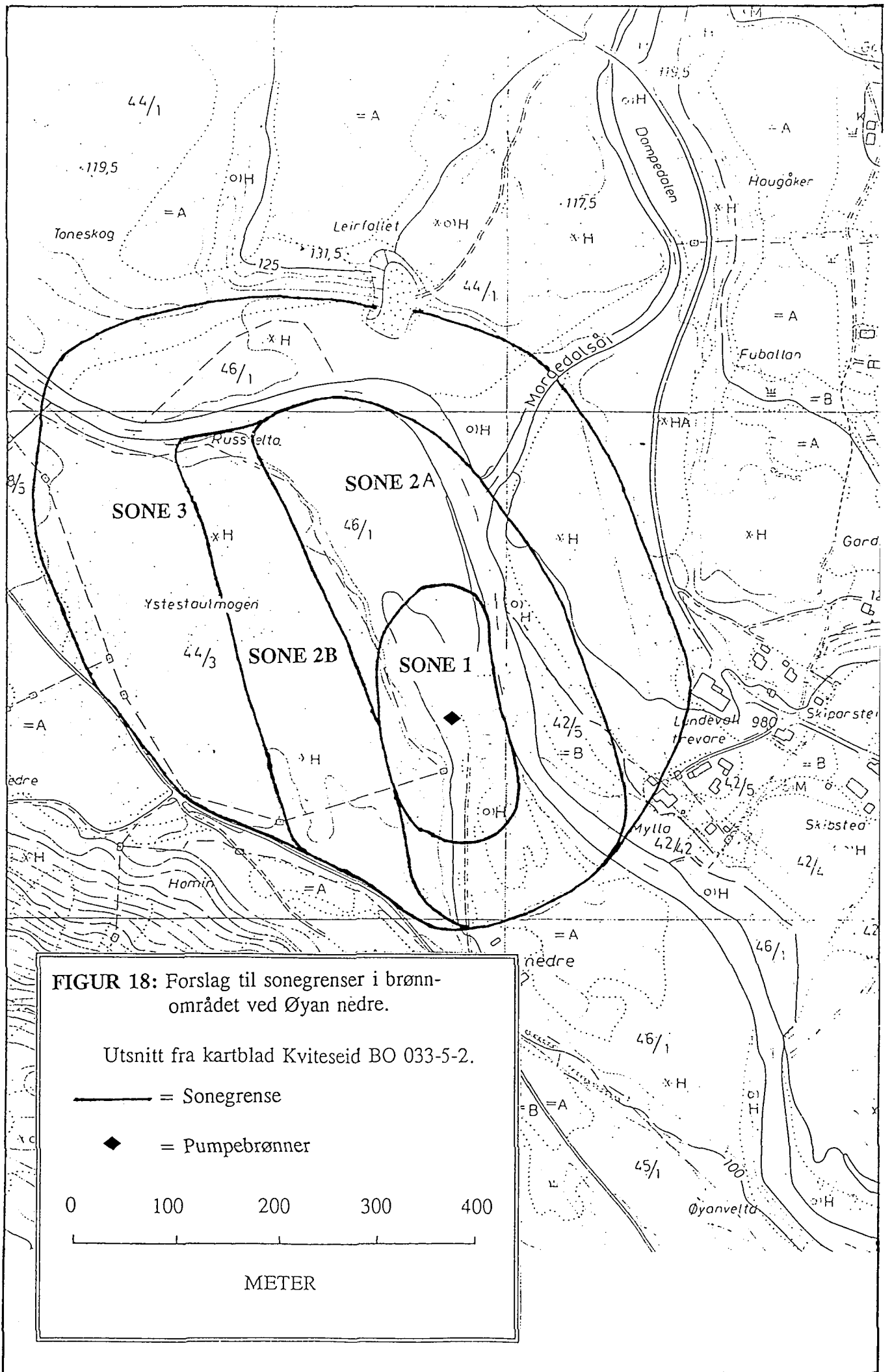
◆ = Pumpebrønner

0 100 200 300 400

—

METER





	Vedlegg
Tabellarisk oversikt for kjemiske grunnvannsanalyser Straumsnes/Vrådal	1
Tabellarisk oversikt for kjemiske grunnvannsanalyser Øyan nedre	2
Tabellarisk oversikt for kjemiske grunnvannsanalyser Fjågesund	3
Innhold av tungmetaller i grunnvannsprøver	4
Kjemiske analyser utført i felt	5
Beregning av karbonatsystemets komponenter Straumsnes/Vrådal og Øyan nedre	6
Beregning av karbonatsystemets komponenter Fjågesund	7
Måleområde og usikkerhet for kjemiske analyser ved NGU's laboratorier	8

LOKALITET: VRÅDAL

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	1 131/93	2 131/93	3 131/93	4 131/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	06/07	13/07	20/07	27/07	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	17.9	13.5	16.4	15.9	15-25	
Magnesium mg/l	0.35	0.35	0.36	0.38	< 10	10 - 20
Natrium mg/l	8.4	5.6	7.0	6.5	<20	
Kalium mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2		
Silisium mg/l	2.5	2.5	2.6	2.7		
Jern µg/l	<10	<10	<10	<10	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2	<2	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	20	31	34	26	< 100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	1.29	0.95	1.15	1.11		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁼ /l	8.6	6.4	7.8	7.7	<100	
Klorid mg/l	22.2	13.7	18.9	18.4	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	0.7	0.7	1.0	0.9	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	21.4	19.5	20.1	20.1		
Fluorid µg/l	470	420	440	420	<1500	
Sum anioner meq/l	1.19	0.87	1.06	1.05		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	148	108	132	127		
pH	-	-	-	7.0	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	-	-	-	240	<100	
Turbiditet FTU	-	-	-	0.07	<0.5	0.5-1.0
Farge	-	-	-	0	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.35	0.32	0.33	0.33	0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 1

SIDE: 1

LOKALITET: VRÅDAL

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-opppdrag nr:	5 131/93	6 131/93	3 146/93	4 146/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	03/08	10/08	17/08	24/08	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	18.7	18.0	18.7	19.6	15-25	
Magnesium mg/l	0.41	0.43	0.40	0.40	<10	10 - 20
Natrium mg/l	7.9	7.5	8.0	8.2	<20	
Kalium mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2		
Silisium mg/l	2.7	2.9	2.9	2.9		
Jern µg/l	<10	<10	<10	<10	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	3.9	<2	<2	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	31	20	<20	<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	1.31	1.26	1.31	1.37		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	9.0	8.5	9.4	9.0	<100	
Klorid mg/l	23.1	20.7	22.6	25.8	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ ⁻ /l	1.0	1.3	1.1	1.1	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ ⁻ /l	20.7	21.4	22.6	22.6		
Fluorid µg/l	450	420	465	483	<1500	
Sum anioner meq/l	1.22	1.15	1.25	1.33		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	150	145	153	159		
pH	6.9	6.9	6.8	6.8	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	14	0	7	5	<100	
Turbiditet FTU	0.09	0.07	0.21	0.07	<0.5	0.5-1.0
Farge	0	1	4	0	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.34	0.35	0.37	0.37	0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 1

SIDE: 2

LOKALITET: VRÅDAL

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-opdrag nr:	2 161/93	6 161/93	1 202/93	2 202/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	31/08	07/09	14/09	21/09	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	14.0	13.7	15.0	15.3	15-25	
Magnesium mg/l	0.36	0.33	0.40	0.43	<10	10 - 20
Natrium mg/l	6.1	6.0	6.9	7.1	<20	
Kalium mg/l	<0.2	<0.2	1.0	1.1		
Silisium mg/l	2.3	2.4	2.5	2.5		
Jern µg/l	<10	<10	<10	85	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2	3	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	<20	<20	<20	<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.99	0.97	1.11	1.14		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁼ /l	7.6	7.0	6.5	6.8	<100	
Klorid mg/l	17.4	16.8	21.1	21.7	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	0.7	0.9	0.9	0.9	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	16.5	17.1	16.5	17.1		
Fluorid µg/l	320	362	372	391	<1500	
Sum anioner meq/l	0.95	0.93	1.03	1.07		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	118	115	127	130		
pH	6.8	6.7	6.6	6.8	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	422	267	298	123	<100	
Turbiditet FTU	0.15	0.16	0.13	0.16	<0.5	0.5-1.0
Farge	2	2	0	10	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.27	0.28	0.27	0.28	0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 1

SIDE: 3

PRØVE NR: NGU-opdrag nr:	3 202/93	1 249/93	2 249/93	3 249/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	28/09	05/10	12/10	19/10	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	22.5	23.4	20.9	24.2	15-25	
Magnesium mg/l	0.50	0.52	0.46	0.51	<10	10 - 20
Natrium mg/l	10.1	10.7	9.5	11.2	<20	
Kalium mg/l	1.4	1.2	0.6	0.9		
Silisium mg/l	3.2	3.1	3.0	3.1		
Jern µg/l	<10	<10	<10	<10	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2	<2	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	<20	<20	<20	<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	1.64	1.71	1.51	1.76		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	9.5	11.6	9.9	12.1	<100	
Klorid mg/l	33.6	29.7	29.2	31.5	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	1.1	1.1	1.1	1.1	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	25.0	27.5	26.2	28.1		
Fluorid µg/l	562	563	535	626	<1500	
Sum anioner meq/l	1.60	1.58	1.50	1.65		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	185	193	171	199		
pH	7.0	7.1	7.0	7.1	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	2	4	7	19	<100	
Turbiditet FTU	0.26	0.32	0.12	0.27	<0.5	0.5-1.0
Farge	2	5	2	7	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.41	0.45	0.43	0.46	0.6 - 1.0	

LOKALITET: ØYAN NEDRE

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	7 131/93	8 131/93	18 131/93	9 131/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	29/06	06/07	13/07	20/07	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	9.7	9.6	9.6	9.4	15-25	
Magnesium mg/l	1.3	1.3	1.3	1.3	< 10	10 - 20
Natrium mg/l	2.2	2.2	2.3	2.2	<20	
Kalium mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2		
Silisium mg/l	3.7	3.7	3.8	3.8		
Jern µg/l	<10	<10	<10	<10	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2	<2	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	30	<20	<20	<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.69	0.69	0.67	0.68		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	5.0	4.9	4.5	5.0	<100	
Klorid mg/l	1.9	2.0	2.0	2.0	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	2.0	1.7	1.4	1.8	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	30.5	30.5	30.5	29.9		
Fluorid µg/l	57	61	65	57	<1500	
Sum anioner meq/l	0.69	0.69	0.67	0.68		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	74	73	73	72		
pH	-	-	-	-	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	-	-	-	-	<100	
Turbiditet FTU	-	-	-	-	<0.5	0.5-1.0
Farge	-	-	-	-	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.50	0.50	0.50	0.49	0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 2

SIDE: 1

LOKALITET: ØYAN NEDRE

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	10 131/93	11 131/93	12 131/93	1 146/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	27/07	03/08	10/08	17/08	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	9.4	8.9	8.8	8.6	15-25	
Magnesium mg/l	1.3	1.2	1.2	1.2	<10	10 - 20
Natrium mg/l	2.2	2.2	2.2	2.2	<20	
Kalium mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2		
Silisium mg/l	3.8	3.7	3.7	3.8		
Jern µg/l	<10	<10	<10	<10	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2	<2	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	<20	<20	<20	<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.67	0.64	0.63	0.62		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	4.7	4.5	4.4	4.5	<100	
Klorid mg/l	2.0	2.0	2.0	2.1	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	1.6	1.4	1.4	1.3	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	29.3	28.1	28.7	28.1		
Fluorid µg/l	59	51	57	64	<1500	
Sum anioner meq/l	0.66	0.63	0.64	0.64		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	71	68	68	68		
pH	6.6	6.6	6.6	6.6	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	9	290	90	45	<100	
Turbiditet FTU	0.11	0.46	0.11	0.29	<0.5	0.5-1.0
Farge	2	5	0	4	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.48	0.46	0.47	0.46	0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 2

SIDE: 2

LOKALITET: ØYAN NEDRE

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	2 146/93	4 161/93	3 161/93	7 202/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	24/08	31/08	07/09	14/09	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	8.6	8.5	8.4	8.4	15-25	
Magnesium mg/l	1.2	1.2	1.1	1.2	<10	10 - 20
Natrium mg/l	2.2	2.2	2.1	2.2	<20	
Kalium mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	0.9		
Silisium mg/l	3.8	3.8	3.8	4.0		
Jern µg/l	<10	<10	<10	<10	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2	<2	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	<20	<20	<20	<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.62	0.62	0.60	0.64		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	4.5	4.3	4.4	3.9	<100	
Klorid mg/l	2.0	2.0	2.0	2.1	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	1.3	1.4	1.4	1.2	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	28.1	26.8	28.1	26.8		
Fluorid µg/l	56	54	55	60	<1500	
Sum anioner meq/l	0.63	0.61	0.63	0.60		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	68	67	67	66		
pH	6.7	6.6	6.5	6.5	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	6	15	8	12	<100	
Turbiditet FTU	0.06	0.06	0.07	0.58	<0.5	0.5-1.0
Farge	1	0	1	4	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.46	0.44	0.46	0.44	0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 2

SIDE: 3

LOKALITET: ØYAN NEDRE

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	8 202/93	9 202/93	4 249/93	5 249/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	21/09	28/09	05/10	12/10	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	8.3	8.3	8.2	7.9	15-25	
Magnesium mg/l	1.2	1.1	1.1	1.1	<10	10 - 20
Natrium mg/l	2.2	2.2	2.2	2.1	<20	
Kalium mg/l	1.4	1.3	1.0	0.6		
Silisium mg/l	3.9	4.0	3.8	3.6		
Jern µg/l	<10	<10	<10	<10	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2	<2	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	<20	<20	<20	<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.64	0.63	0.64	0.59		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	4.0	3.8	4.4	4.3	<100	
Klorid mg/l	2.2	2.1	2.0	2.1	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	1.3	1.2	1.3	1.3	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	26.8	26.2	28.1	26.2		
Fluorid µg/l	57	58	72	73	<1500	
Sum anioner meq/l	0.61	0.59	0.63	0.60		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	65	65	65	63		
pH	6.6	6.6	6.6	6.5	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	5	40	12	36	<100	
Turbiditet FTU	0.20	0.06	0.48	0.14	<0.5	0.5-1.0
Farge	2	2	8	4	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.44	0.43	0.46	0.43	0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 2

SIDE: 4

LOKALITET: ØYAN NEDRE

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	6 249/93				SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	19/10				GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	7.9				15-25	
Magnesium mg/l	1.1				< 10	10 - 20
Natrium mg/l	2.1				< 20	
Kalium mg/l	0.8					
Silisium mg/l	3.6					
Jern µg/l	< 10				< 100	100 - 200
Mangan µg/l	< 2				50	50 - 100
Aluminium µg/l	< 20				< 100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.60					
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	4.7				< 100	
Klorid mg/l	2.0				< 100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	1.4				< 11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	26.8					
Fluorid µg/l	64				< 1500	
Sum anioner meq/l	0.62					
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	63					
pH	6.5				7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	3				< 100	
Turbiditet FTU	0.09				< 0.5	0.5-1.0
Farge	5				< 15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.44				0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 2

SIDE: 5

LOKALITET: FJÅGESUND

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	13 131/93	14 131/93	15 131/93	16 131/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	06/07	27/07	30/07	03/08	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	13.3	12.9	13.2	12.9	15-25	
Magnesium mg/l	1.4	1.4	1.5	1.5	< 10	10 - 20
Natrium mg/l	3.6	3.8	3.8	3.9	<20	
Kalium mg/l	0.55	0.34	<0.2	0.31		
Silisium mg/l	6.6	6.7	6.7	6.7		
Jern µg/l	<10	<10	<10	<10	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2	<2	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	<20	24	<20	<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.95	0.93	0.95	0.94		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	4.9	4.9	4.8	4.6	<100	
Klorid mg/l	3.4	3.6	3.5	3.7	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	10.0	9.9	9.8	9.5	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	33.0	31.7	32.3	31.7		
Fluorid µg/l	480	470	450	450	<1500	
Sum anioner meq/l	0.92	0.91	0.91	0.90		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	103	101	103	101		
pH	-	6.8	-	6.7	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	-	30	-	21	<100	
Turbiditet FTU	-	0.45	-	0.14	<0.5	0.5-1.0
Farge	-	2	-	2	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.54	0.52	0.53	0.52	0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 3
SIDE: 1

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	17	5	6	1	SIFV KVALITETS- NORMER	
	131/93	146/93	146/93	161/93	GOD	MINDRE GOD
PRØVEDATO	10/08	17/08	24/08	31/08		
KATIONER						
Kalsium mg/l	13.5	12.7	12.4	12.3	15-25	
Magnesium mg/l	1.4	1.4	1.4	1.4	< 10	10 - 20
Natrium mg/l	4.0	3.8	3.8	3.7	< 20	
Kalium mg/l	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2		
Silisium mg/l	6.9	6.9	6.8	6.6		
Jern µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 100	100 - 200
Mangan µg/l	< 2	< 2	< 2	< 2	< 50	50 - 100
Aluminium µg/l	< 20	< 20	< 20	< 20	< 100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.96	0.91	0.90	0.89		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	4.8	4.7	4.8	4.8	< 100	
Klorid mg/l	4.3	4.4	3.9	3.8	< 100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	9.7	9.7	9.8	9.8	< 11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	33.6	33.0	31.1	31.7		
Fluorid µg/l	460	469	488	493	< 1500	
Sum anioner meq/l	0.95	0.94	0.90	0.91		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	104	101	100	101		
pH	6.6	6.6	6.7	6.8	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	340	40	2	7	< 100	
Turbiditet FTU	0.25	0.08	0.06	0.06	< 0.5	0.5-1.0
Farge	0	0	0	1	< 15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.55	0.54	0.51	0.52	0.6 - 1.0	

LOKALITET: FJÅGESUND

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	5 161/93	4 202/93	5 202/93	6 202/93	SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	07/09	14/09	22/09	28/09	GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	12.4	12.6	12.4	12.4	15-25	
Magnesium mg/l	1.5	1.5	1.5	1.5	<10	10 - 20
Natrium mg/l	3.8	3.9	3.9	4.0	<20	
Kalium mg/l	<0.2	1.6	1.7	1.4		
Silisium mg/l	6.7	7.0	7.0	7.0		
Jern µg/l	<10	<10	<10	<10	<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2	<2	<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	<20	<20	<20	<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.91	0.96	0.95	0.95		
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	4.7	4.1	4.0	4.0	<100	
Klorid mg/l	3.7	3.5	3.6	3.7	<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	9.9	9.3	9.2	9.0	<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	32.3	32.3	33.0	33.0		
Fluorid µg/l	530	535	537	522	<1500	
Sum anioner meq/l	0.92	0.89	0.90	0.90		
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	101	101	100	99		
pH	6.6	6.5	6.6	6.7	7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	11	0	1	0	<100	
Turbiditet FTU	0.09	0.08	0.08	0.22	<0.5	0.5-1.0
Farge	0	0	0	3	<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.53	0.53	0.54	0.54	0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 3

SIDE: 3

LOKALITET: FJÅGESUND

BORHULL NR: -

PRØVE NR: NGU-oppdrag nr:	7 249/93	8 249/93	9 249/93		SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVEDATO	05/10	12/10	19/10		GOD	MINDRE GOD
KATIONER						
Kalsium mg/l	12.2	12.2	12.1		15-25	
Magnesium mg/l	1.5	1.5	1.5		< 10	10 - 20
Natrium mg/l	3.9	3.9	3.9		<20	
Kalium mg/l	1.4	0.7	1.1			
Silisium mg/l	6.8	6.8	6.7			
Jern µg/l	<10	<10	<10		<100	100 - 200
Mangan µg/l	<2	<2	<2		<50	50 - 100
Aluminium µg/l	<20	<20	<20		<100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.94	0.92	0.93			
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l	4.6	4.3	4.5		<100	
Klorid mg/l	3.3	3.3	3.7		<100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ /l	9.4	9.1	9.3		<11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ /l	34.2	34.8	34.2			
Fluorid µg/l	539	525	534		<1500	
Sum anioner meq/l	0.93	0.93	0.94			
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	100	99	99			
pH	6.6	6.7	6.7		7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Kimtall /ml	2	0	6		<100	
Turbiditet FTU	0.11	0.07	0.10		<0.5	0.5-1.0
Farge	2	1	2		<15	15-25
Alkalitet mmol/l	0.56	0.57	0.56		0.6 - 1.0	

VEDLEGG: 3

SIDE: 4

INNHOLD AV "TUNGMETALLER" I VANNPRØVER

I tillegg til analyseresultatene gjengitt i vedlegg 1 til 3 er det for alle vannprøver utført analyser på parametrene som er gjengitt i nedenforstående tabell. Dette er i hovedsak parametre som ofte benevenes tungmetaller/sporelementer. For alle vannprøver ligger analyseverdiene under deteksjonsgrensen når det gjelder disse elementene, se dog merknader (*) under tabellen.

PARAMETER	DETEKSJONSGRENSE ($\mu\text{g/l}$)	SIFF-NORMER	
		GOD	MINDRE GOD
Ti	< 10		
P	< 100	< 7	7 - 11
Cu	< 2	< 100	100 - 300
Zn	< 5	< 300	
Pb	< 50	< 5	
Ni	< 40		
Co	< 10		
V	< 5		
Mo	< 10		
Cd	< 10	< 1	1 - 5
Cr	< 10	< 10	10 - 50
Ba	< 2*	< 1000	
Sr	< 2**		
Zr	< 5		
Ag	< 10	< 50	
B	< 20	< 30	
Be	< 2		
Li	< 2		
Sc	< 2		
Ce	< 50		
La	< 10		
Y	< 2		
Br	< 20		
NO ₂	< 20		
PO ₄	< 200	< 22	22 - 34

* For alle prøver ligger bariumverdiene (Ba) i området 5 til 15 $\mu\text{g/l}$.

** For alle prøver ligger strontiumverdiene (Sr) i området 20 til 300 $\mu\text{g/l}$.

VEDLEGG: 4

KJEMISKE ANALYSER UTFØRT I FELT

STED:	Vrådal	Øyan Nedre	Fjågesund		
DATO:	17.08.93	18.08.93	18.08.93		
KL:					
MÅLT					
Jern (mgFe/l)	<0.01	<0.02	<0.02		
Mangan (mgMn/l)	<0.3	-	-		
Kobber (mgCu/l)	-	-	-		
Zink (mgZn/l)	-	-	-		
Krom (mgCrO ₄ /l)	-	-	-		
Ammon.(mgNH ₃ /l)	-	-	-		
Nitrat (mgNO ₃ /l)	0.5	-	-		
Nitritt (mgNO ₂ /l)	-	-	-		
Sulfid (mgH ₂ S/l)	-	-	-		
Fosfat (mgPO ₄ /l)	-	-	-		
Oksygen (mgO ₂ /l)	5-10	-	7-8		
Kar.di. (mgCO ₂ /l)	<10	19	11		
Temperatur, (°C)	10.9	8.6	6.0		
pH	6.7	6.6	6.7		
Led.ev., (μS/cm)	114	57	68		
Redox. (mV)	240	219	223		
BEREGNET					
O ₂ -metn. (%)	40-80	-	50-60		
Led.ev. _{25C} (μS/cm)	146	75	94		
Ca-metn. (%)	1.1	0.3	0.9		

Analysemetode for løste ioner og oksygen: Chemetrics Photometer A-1051

Analysemetode for karbondioksyd: Chemetrics titrerings-ampulle

PROGRAM FOR BEREGNING AV KARBONATSYSTEMETS KOMPONENTER

PRØVEIDENTITET: Grunnvann Vrådal i Kviteseid kommune 17.08.93

DATA INN:

CO2 (mg/l)	6.48E+00	(målt? ja beregnet? nei)
HCO3 (mmol/l)	3.70E-01	
pH	6.80	
Ca (mg/l)	1.87E+01	

DATA UT:

CO2 (mg/l)	6.48E+00	(beregnet utfra målt alkalitet og pH)
H2CO3 (mmol/l)	1.47E-01	(beregnet utfra målt CO2)
HCO3 (mmol/l)	3.70E-01	(beregnet utfra målt pH)
H+ (mmol/l)	1.58E-04	(beregnet utfra målt alkalitet (HCO3))
pH	6.80	
CO3 (mmol/l)	1.17E-04	(beregnet fra målt alkalitet/kalkulert pH)
Ca (mg/l)	1.72E+03	
Metningsindeks:	-1.96264	(log(Ca-målt/Ca-beregnet))

PROGRAM FOR BEREGNING AV KARBONATSYSTEMETS KOMPONENTER

PRØVEIDENTITET: Grunnvann Øyan Nedre i Kviteseid kommune 18.08.93

DATA INN:

CO2 (mg/l)	1.90E+01	(målt? ja beregnet? nei)
HCO3 (mmol/l)	4.60E-01	
pH	6.60	
Ca (mg/l)	8.60E+00	

DATA UT:

CO2 (mg/l)	1.28E+01	(beregnet utfra målt alkalitet og pH)
H2CO3 (mmol/l)	4.32E-01	(beregnet utfra målt CO2)
HCO3 (mmol/l)	6.84E-01	(beregnet utfra målt pH)
H+ (mmol/l)	3.74E-04	(beregnet utfra målt alkalitet (HCO3))
pH	6.43	
CO3 (mmol/l)	6.17E-05	(beregnet fra målt alkalitet/kalkulert pH)
Ca (mg/l)	3.26E+03	
Metningsindeks:	-2.57805	(log(Ca-målt/Ca-beregnet))

PROGRAM FOR BEREGNING AV KARBONATSYSTEMETS KOMPONENTER

PRØVEIDENTITET: Grunnvann Fjågesund i Kviteseid kommune 18.08.93

DATA INN:

CO2 (mg/l)	1.10E+01	(målt? ja beregnet? nei)
HCO3 (mmol/l)	5.40E-01	
pH	6.60	
Ca (mg/l)	1.27E+01	

DATA UT:

CO2 (mg/l)	1.50E+01	(beregnet utfra målt alkalitet og pH)
H2CO3 (mmol/l)	2.50E-01	(beregnet utfra målt CO2)
HCO3 (mmol/l)	3.96E-01	(beregnet utfra målt pH)
H+ (mmol/l)	1.84E-04	(beregnet utfra målt alkalitet (HCO3))
pH	6.73	
CO3 (mmol/l)	1.47E-04	(beregnet fra målt alkalitet/kalkulert pH)
Ca (mg/l)	1.37E+03	
Metningsindeks:	-2.03211	(log(Ca-målt/Ca-beregnet))

MÅLEOMRÅDE OG USIKKERHET FOR UORGANISKE ANALYSER AV FAST STOFF
OG VÆSKE VED NGUs KJEMISKE LABORATORIER.

METODE: Inductive Coupled Argon Plasma (ICAP)

MATERIALE	PARAMETER	METODE	MÅLEOMRÅDE	USIKKERH.
Fast stoff	Si	ICAP	160 ppm - 100%	± 10% rel.
"	Al	"	20 ppm - 100%	"
"	Fe	"	5 ppm - 100%	"
"	Ti	"	1 ppm - 100%	"
"	Mg	"	100 ppm - 100%	"
"	Ca	"	200 ppm - 100%	"
"	Na	"	200 ppm - 100%	"
"	K	"	100 ppm - 100%	"
"	Mn	"	0.2 ppm - 100%	"
"	P	"	10 ppm - 100%	"
"	Cu	"	1 ppm - 100%	"
"	Zn	"	2 ppm - 100%	"
"	Pb	"	5 ppm - 100%	"
"	Ni	"	2 ppm - 100%	"
"	Co	"	1 ppm - 100%	"
"	V	"	1 ppm - 100%	"
"	Mo	"	1 ppm - 100%	"
"	Cd	"	1 ppm - 100%	"
"	Cr	"	1 ppm - 100%	"
"	Ba	"	1 ppm - 100%	"
"	Sr	"	2 ppm - 100%	"
"	Zr	"	1 ppm - 100%	"
"	Ag	"	1 ppm - 100%	"
"	B	"	5 ppm - 100%	"
"	Be	"	0.2 ppm - 100%	"
"	Li	"	1 ppm - 100%	"
"	Sc	"	0.2 ppm - 100%	"
"	Ce	"	10 ppm - 100%	"
"	La	"	1 ppm - 100%	"
"	Y	"	0.2 ppm - 100%	"
"	Sb	"	10 ppm - 100%	"
"	As	"	10 ppm - 100%	"
Væske	Si	ICAP	> 20 ppb	± 10% rel.
"	Al	"	> 20 ppb	"
"	Fe	"	> 10 ppb	± 5% rel.
"	Ti	"	> 5 ppb	"
"	Mg	"	> 50 ppb	"
"	Ca	"	> 20 ppb	"
"	Na	"	> 50 ppb	± 10% rel.
"	K	"	> 500 ppb	± 20% rel.
"	Mn	"	> 1 ppb	± 5% rel.
"	P	"	> 100 ppb	"
"	Cu	"	> 5 ppb	"
"	Zn	"	> 2 ppb	"
"	Pb	"	> 50 ppb	± 20% rel.
"	Ni	"	> 20 ppb	± 5% rel.
"	Co	"	> 10 ppb	"
"	V	"	> 5 ppb	"
"	Mo	"	> 10 ppb	± 10% rel.
"	Cd	"	> 5 ppb	± 20% rel.
"	Cr	"	> 10 ppb	± 10% rel.
"	Ba	"	> 2 ppb	± 5% rel.
"	Sr	"	> 1 ppb	"
"	Zr	"	> 5 ppb	± 10% rel.
"	Ag	"	> 10 ppb	"
"	B	"	> 10 ppb	"
"	Be	"	> 1 ppb	± 5% rel.
"	Li	"	> 5 ppb	± 20% rel.
"	Sc	"	> 1 ppb	± 5% rel.
"	Ce	"	> 50 ppb	± 20% rel.
"	La	"	> 10 ppb	± 10% rel.
"	Y	"	> 1 ppb	± 5% rel.
"	Sb	"	> 50 ppb	± 20% rel.
"	As	"	> 100 ppb	"

**MÅLEOMRÅDE OG USIKKERHET FOR UORGANISKE ANALYSER AV FAST STOFF
OG VÆSKE VED NGUs KJEMISKE LABORATORIER.**

METODE: Atomabsorpsjon - Grafittovn-teknikk (AAG)
Atomabsorpsjon - Kalddamp-teknikk (AAK)
Ioncromatograf (IC)

MATERIALE	PARAMETER	METODE	MÅLEOMRÅDE	USIKKERH.
Fast stoff	Pb	AAG	0.5 ppm - 100%	± 10% rel.
"	Cd	"	0.05 ppm - 100%	± 20% rel.
"	Hg	AAK	0.01 ppm - 100%	± 10% rel.
Væske	Pb	AAG	> 2 ppb	"
"	Cd	"	> 0.02 ppb	"
"	Hg	AAK	> 10 ppt	"
"	F ⁻	IC	> 50 ppb	"
"	Cl ⁻	"	> 100 ppb	"
"	Br ⁻	"	> 20 ppb	"
"	NO ₃ ⁻	"	> 50 ppb	"
"	PO ₄ ³⁻	"	> 200 ppb	"
"	SO ₄ ²⁻	"	> 100 ppb	"
"	Ledningsevne	NS 4721	0.004 - 0.2 mS/m	±0.004 mS/m
"	pH	NS 4720	> 0.2 mS/m	± 2% rel.
"	Alkalitet	NS 4754	0.03 - 0.2 mmol/l	± 0.05 pH
			0.2 - 2 mmol/l	± .04 mmol/l
			> 2 mmol/l	± 2.5% rel.