

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I  
STEINKJER KOMMUNE  
OPPFØLGING AV GiN-PROSJEKTET I  
NORD - TRØNDELAG FYLKE

NGU Rapport 93.040

Rapport nr. 93.040		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser i Steinkjer kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag fylke.				
Forfatter: Ellen Skullerud Øystein Jæger		Oppdragsgiver: Norges geologiske undersøkelse Nord-Trøndelag fylke. Steinkjer kommune		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Steinkjer		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Namsos, Grong og Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1722-I Vuku, 1722-IV Stiklestad 1723-II Snåsavatnet, 1723 III Steinkjer		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 108	Pris: 145,-	
		Kartbilag: 1		
Feltarbeid utført: aug. - des. 1992	Rapportdato: 2. april 1993	Prosjektnr.: 63.2509.60	Ansvarlig: <i>Tor Erik Finne</i>	
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>Rapporten omhandler oppfølgende grunnvannsundersøkelser i områdene Svarva - Jådåren, Røsegg, Følling, Hyllbrua, Heistad - Hofstad og Stod - Kvam i Steinkjer kommune. Hensikten har vært å klarlegge muligheter for vannforsyning lokalt og evt. for større deler av kommunen. Det er foretatt langtidsprøvepumping av grunnvannsmagasinet i løsmasser ved Svarva og Røsegg. I de øvrige områdene er det gjort feltbefaringer og sonderboringer med enkle prøvepumper.</p> <p><b>Konklusjoner:</b></p> <p><b>Jådåren - Svarva:</b> Det bør være mulig å ta ut inntil 8 l/s ved et permanent grunnvannsuttak. Ytterligere prøvepumping i minst 1 år anbefales.</p> <p><b>Røsegg:</b> Det prøvepumpede magasinet har en kapasitet på ca. 5 l/s. Det anbefales videre undersøkelser med sikte på evt. større grunnvannsuttak.</p> <p><b>Følling:</b> En påvist grunnvannsføremst i løsmasser har en kapasitet på minst 0.8 l/s. Langtidsprøvepumping samt oppfølgende hydrogeologiske undersøkelser anbefales.</p> <p><b>Øvrige områder:</b> Ytterligere undersøkelser er nødvendig for å fastslå uttaksmulighetene.</p>				
Emneord: Hydrogeologi	Hydrologi	Grunnvann		
Grunnvannsforsyning	Vannverk, stort	Grunnvannskvalitet		
Prøvepumping	Sonderboring	Fagrapport		

## FORORD

Etter initiativ fra Miljøverndepartementet (MD) gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i perioden 1989-92 prosjektet Grunnvann i Norge (GiN). Det overordnede mål for GiN-prosjektet var å skape grunnlag for en helhetlig strategi for forvaltning av grunnvann i Norge, med særlig fokusering på "mer bruk" og "bedre beskyttelse" av ressursene. En viktig del av prosjektet besto i registrering av potensielle grunnvannsressurser i samtlige av landets kommuner. Registreringen ble gjennomført dels ved feltbefaring (ca 30 % av kommunene) og dels ved gjennomgang av eksisterende bakgrunnsmateriale.

I tilknytning til "Geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen" ble det fra fylkesmyndighetene satt fram ønske om en videreføring av GiN-prosjektet. Siktemålet for dette arbeidet var en detaljdokumentasjon av grunnvannskvalitet og volum for utvalgte "GiN-lokaliteter", og i neste fase etablering av kommunale vannverk som kunne fungere som "reklame" for en videre progresjon i utnyttelsen av grunnvannsressurser i trøndelagsfylkene.

Ut fra GiN-resultatene, data vedrørende kvaliteten på eksisterende vannforsyning, anbefalinger fra fylkesmyndighetene samt ønske om en geografisk spredning av "reklamevannverkene", ble følgende kommuner valgt ut for undersøkelser i 1992: Flatanger, Overhalla/Grong, Snåsa og Steinkjer i Nord-Trøndelag fylke samt Osen i Sør-Trøndelag fylke. Kommunene Overhalla og Grong har i dag et interkommunalt vannverkssamarbeid og ble derfor behandlet samlet.

For 1992 hadde prosjektet en total kostnadsramme på ca. 1,85 mill. kr som ble finansiert fra følgende kilder: Nord-Trøndelag fylkeskommune (30 %), Sør-Trøndelag fylkeskommune (11 %), de enkelte kommuner (6 %) og NGU (53 %).

Norges geologiske undersøkelse  
Trondheim 30.03.93

*Bernt Olav Hilmo*  
Bernt Olav Hilmo  
prosjektleder

*Helge Hugdahl*  
Helge Hugdahl  
programleder

## INNHold

1	KONKLUSJON . . . . .	6
2	INNLEDNING . . . . .	7
3	METODIKK . . . . .	8
4	GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I JÅDÅREN / SVARVA-OMRÅDET .	9
4.1	Bosetting, vannforsyning, vannbehov . . . . .	9
4.2	Valg av lokaliteter for nærmere undersøkelser . . . . .	9
4.3	Innledende undersøkelser på Svarva-avsetningen . . . . .	10
4.4	Langtidsprøvepumping . . . . .	11
4.4.1	Etablering av brønnområde . . . . .	11
4.4.2	Målinger av grunnvannsstand under prøvepumping . . . . .	12
4.4.3	Hydrauliske parametre . . . . .	13
4.4.5	Tilsigsområde - gjenoppfylling av grunnvannsmagasinet . . . . .	18
4.5	Grunnvannskvalitet under prøvepumping . . . . .	18
4.6	Vurdering av forurensningstrusler . . . . .	20
4.6.1	Risiko for tilsig fra nedlagt avfallsfylling . . . . .	21
4.6.2	Landbruk . . . . .	22
4.6.3	Militært kjøretøylager . . . . .	22
4.7	Nødvendig klausulering og beskyttelsessoner . . . . .	22
4.8	Forslag til brønnutforming . . . . .	23
4.9	Konklusjoner . . . . .	24
5	GRUNNVANNSUNDERSØKELSER VED RØSEGG . . . . .	25
5.1	Bosetting, vannforsyning, vannbehov . . . . .	25
5.2	Innledende undersøkelser på Røsegg-avsetningen . . . . .	25
5.3	Langtidsprøvepumping . . . . .	25
5.3.1	Valg av brønnpunkt . . . . .	25
5.3.2	Etablering av brønnområde . . . . .	26
5.3.3	Forløpet av prøvepumpingen . . . . .	26
5.3.4	Hydrauliske parametre . . . . .	27
5.3.5	Grensekapasitet for grunnvannsuttak . . . . .	29
5.4	Grunnvannskvalitet under prøvepumping . . . . .	31
5.5	Vurdering av forurensningstrusler . . . . .	31
5.6	Konklusjoner . . . . .	31
6	GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I FØLLING-OMRÅDET . . . . .	32
6.1	Bosetting, vannforsyning, vannbehov . . . . .	32
6.2	Valg av lokaliteter for nærmere undersøkelser . . . . .	33
6.3	Randmorenen ved Lømsen . . . . .	33
6.4	Randåsen ved Sem . . . . .	33
6.4.1	Borpunkt P1 . . . . .	34
6.4.2	Borpunkt P2 . . . . .	34
6.5	Grunnvannsmuligheter i fjell . . . . .	35
6.6	Vurdering av forurensningstrusler . . . . .	36
6.7	Oppfølgende undersøkelser . . . . .	36
6.8	Konklusjon . . . . .	37

7	GRUNNVANNSUNDERSØKELSER VED HYLLBRUA . . . . .	38
8	GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I OMRÅDET HEISTAD - HAFSTAD . . . . .	40
9	GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I OMRÅDET STOD - KVAM . . . . .	41
10	REFERANSER . . . . .	42

VEDLEGG:

1	Oversiktskart, Steinkjer, med de vurderte områdene inntegnet. M 1:250 000.
2	Tabell over vannbehov i områdene Svarva, Røsegg og Følling.
3	Kart over området ved Svarva med undersøkelsespunkter. M 1:5000.
4	Borelogg, P4, Svarva.
5	Kornfordelingskurver av masseprøver, Svarva
6	Kart over området ved Svarva med undersøkelsespunktene innmålt. M 1:5000.
7	Tabell over grunnvannsnivået under prøvepumping, Svarva.
8a-8d	Grunnvannskotekart, Svarva.
9	Ordliste over hydrogeologiske uttrykk.
10a- 10d	Avsenkningsdiagram for P1, P3, P4 og P5, Svarva.
11	Vannanalyser, Svarva.
12	Kart over området ved Svarva med forslag til klausuleringssoner. M 1:5000.
13	Kart over området ved Røsegg med undersøkelsespunkter. M 1:5000.
14 - 15	Borelogg, P1 og P6, Røsegg.
16	Kornfordelingskurver av masseprøver, Røsegg.
17	Kart over området ved Røsegg med undersøkelsespunktene innmålt. M 1:5000.
18 - 19	Tabell over grunnvannsnivået under prøvepumping, Røsegg.
20a- 20c	Avsenkningsdiagram for P1, P2 og P3, Røsegg.
21	Vannanalyser, Røsegg.
22	Kart over området ved Følling med undersøkelsespunkter. M 1:5000.
23 - 27	Borelogger, Følling.
28	Kornfordelingsanalyser av masseprøver, Følling.
29	Vannanalyser, Følling.
30	Kart over området ved Hyllbrua med undersøkelsespunkter. M 1:20 000.
31 - 34	Borelogger, Hyllbrua.
35	Vannanalyser, Hyllbrua og Heistad - Hafstad.
36	Kart over området ved Heistad - Hafstad med undersøkelsespunkter. M 1:20 000.
37 - 40	Borelogger, Heistad - Hafstad.
41	Kart over området Stod - Kvam med undersøkelsespunkter. M 1:20000
42 - 43	Borelogger, Stod - Kvam.

## 1 KONKLUSJON

Rapporten tar for seg grunnvannsforekomster i områdene Svarva -Jådåren, Røsegg, Følling, Hyllbrua, Heistad - Hafstad og Stod - Kvam i Steinkjer kommune. Forekomstene er undersøkt med tanke på vannforsyning lokalt og eventuelt for større deler av kommunen.

Ved **Svarva - Jådåren** ble det høsten 1992 foretatt prøvepumping av et grunnvannsmagasin i løsmasser. Mulig uttaksmengde ved et permanent grunnvannsuttak er anslått til 8 l/s. Et grunnvannsanlegg på Svarva antas å dekke vannbehovet for hele Beitstad forsyningsdistrikt i tillegg til lokalt vannbehov. Det anbefales imidlertid å gjennomføre ytterligere prøvepumping over en periode på minimum ett år for å klarlegge virkninger av årstidsvariasjoner i tilsig og grunnvannskvalitet.

Vannkvaliteten er god, bortsett fra høye kalsiumkonsentrasjoner samt noe jern i en del prøver. Jerninnholdet ligger innenfor Folkehelsas norm for akseptabel vannkvalitet.

Det er også gjort undersøkelser for å kartlegge hvorvidt landbruk og en nedlagt avfallsfylling i området påvirker grunnvannskvaliteten. Det er ikke funnet indikasjoner på slik påvirkning.

Ved **Røsegg** er det også foretatt prøvepumping av et grunnvannsmagasin i løsmasser. Grunnvannsmagasinet har begrenset utbredelse og kapasiteten er beregnet til ca. 5 l/s. Det er mulig at ytterligere undersøkelser i andre deler av avsetningen kan avdekke vesentlig større kapasitet, og at kapasiteten ved prøvebrønnen kan økes betraktelig ved kunstig infiltrasjon av overflatevann.

Vannkvaliteten er i hovedtrekk som for Svarva, men jerninnholdet er mindre. Det prøvepumpede magasinet har stor nok kapasitet til å dekke vannbehovet både lokalt og i nabodistriktet Følling hvor dagens vannforsyning er lite tilfredstillende.

I området ved **Følling** er det påvist en lokalitet ved Sem hvor det er mulig å ta ut grunnvann fra løsmasser. Vannet står under trykk og det renner kontinuerlig 0.8 l vann pr. sekund ut av borhullet. Dette er nok til å dekke vannbehovet til Følling forsyningsdistrikt. Det anbefales oppfølgende undersøkelser med langtidsprøvepumping. Vannkvaliteten er i hovedtrekk som for Svarva og Røsegg.

Borebrønn i fjell ved Vanderås har for liten kapasitet til å dekke vannbehovet for distriktet. Kapasitetsproblemet kan eventuelt også løses ved boring av flere fjellbrønner.

I området ved **Hyllbrua** er det utført fire sonderboringer i løsmasser uten at nye grunnvannsforekomster er påvist. Det er angitt flere alternative muligheter for grunnvannsforsyning som alle krever videre undersøkelser.

I området **Heistad - Hafstad** er det utført fire sonderboringer i løsmasser uten at grunnvannsmuligheter er påvist. Mulighetene bør utredes med flere boringer i andre deler av de undersøkte avsetningene og i andre avsetninger. Borebrønner i fjell er også et alternativ for å forsyne området med grunnvann.

I området **Stod - Kvam** er det boret på to lokaliteter i løsmasser. Ingen av boringene var positive med hensyn til grunnvannsforsyning. Det anbefales oppfølgende undersøkelser i nærheten av eksisterende grunnvannsbrønn i løsmasser ved Utgard med tanke på økt uttak av grunnvann. Det er også muligheter for grunnvannsuttak i breelavsetningen ved Sagtangen.

## 2 INNLEDNING

Steinkjer kommune er valgt ut som en oppfølgingskommune under GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag.

Vannforsyningen i Steinkjer kommune består av en blanding av kommunale og private vannverk. Særlig utover bygdene er det mange små felles vannverk og enkeltanlegg basert på grunnvann fra borede eller gravde brønner, eller overflatevann fra sjø eller elv/bekk. For mange av anleggene er både vannmengde og kvalitet ukjent.

En del mindre kommunale og private vannverk har grunnvannskilder med god kvalitet, bortsett fra noe høy hardhet. Disse forsyner imidlertid bare 5 % av kommunens innbyggere. Av de som forsyntes fra større kommunale og private vannverk har ca. 65 % dårlig vannforsyning pga. høyt humusinnhold, tidvis dårlig hygienisk kvalitet og dårlig sikring mot forurensning. Disse forsyntes hovedsaklig fra overflatevannskilder (Steinkjer kommune, 1992).

NGU startet feltarbeidet i Steinkjer sommeren 1991, etter at aktuelle lokaliteter for grunnvann var pekt ut på grunnlag av geologiske kart og eksisterende rapporter.

Områder for nærmere undersøkelser ble så prioritert i samråd med kommunen. I disse områdene ble det i 1991 utført sonderboringer, og i en del tilfeller enkle testpumper med opptak av masseprøver og vannprøver. Ut fra disse undersøkelsene ble mulighetene for grunnvannsforsyning i de enkelte områdene klassifisert som enten god, mulig eller dårlig. Resultatene av undersøkelsene i 1991 er sammenstilt i en kommunerapport for Steinkjer (Hilmo, 1992).

Oppfølgende undersøkelser ble satt igang sommeren 1992. Utvelgelse av undersøkelsesområder ble gjort på bakgrunn av resultatene fra 1991 og kommunale prioriteringer. De utvalgte områdene er Jådåren-Svarva, Røsegg, Følling, Hyllbrua, Heistad-Hafstad og Stod-Kvam.

### 3 METODIKK

På hver av de vurderte løsavsetningene ble det først sonderboret med Borros borerigg og Ø51 mm krone. Hvis sonderboringen var positiv ble det satt ned en testbrønn av Ø5/4" rør med en meter filterlengde. I hvert nivå hvor det ble prøvepumpet ble det så tatt prøver av oppumpede masser, brønnens vanngiverevne målt, og prøver tatt av grunnvannet etter ca. 15 min. pumping.

Det er utført kornfordelingsanalyser på masseprøvene og uorganiske kjemiske analyser av grunnvannsprøvene. Massenes kornfordeling kan brukes til å bestemme filteråpningen på en eventuell produksjonsbrønn. Det må bemerkes at kornfordelingen ikke er helt representativ for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvetakeren.

Ut fra massenes mektighet og vanngjennomgang, kjemiske analyser av oppumpet grunnvann, infiltrasjonsforhold, forventet oppholdstid, forurensningstrusler og praktiske hensyn ble det valgt ut egnede lokaliteter for langtidsprøvepumping.

Til langtidsprøvepumpingen ved Svarva ble det benyttet en Ø2"- og en Ø3" brønn med sugepumpe. Under prøvepumpingen ble det tatt vannprøver for uorganisk kjemiske analyser som ble analysert ved kjemisk laboratorium, NGU og for bakteriologisk analyse som ble analysert ved Innherred Kjøtt- og næringsmiddelkontroll i Steinkjer. Under hele pumpeperioden ble kapasiteten registrert og grunnvannsstanden målt i nærliggende observasjonsbrønner. Disse dataene gir grunnlag for en vurdering av grunnvannskvalitet, eventuelle rensetiltak og mengde grunnvann som kan tas ut.

På Røseggevsetningen ble det i tillegg til boringer og enkle testpumper foretatt langtidsprøvepumping fra en Ø3" prøvebrønn, med vannprøvetaking, kapasitetsregistreringer og måling av grunnvannsstand i nærliggende observasjonsbrønner som ved Svarva.



Alle vannprøvene ble analysert på følgende uorganisk kjemiske parametre:

- ledningsevne
- pH
- alkalitet
- 30 kationer
- 7 anioner

I tillegg ble temperatur, pH, ledningsevne, jern, mangan og nitrat analysert i felt på enkelte prøver.

## **4 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I JÅDÅREN / SVARVA-OMRÅDET**

### **4.1 Bosetting, vannforsyning, vannbehov**

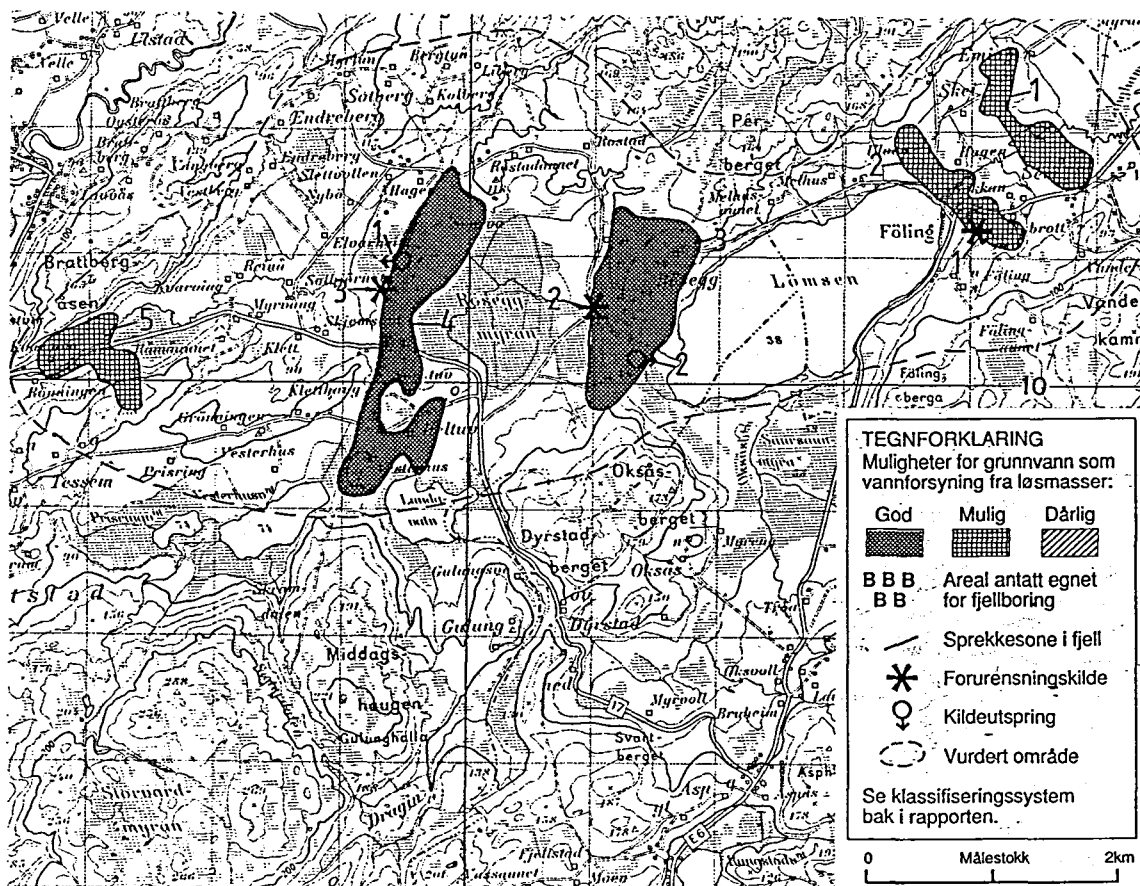
Bosettingen i området består av gårdsbruk og eneboliger. Det er stort sett spredt bebyggelse, samt enkelte små boligfelt.

Eksisterende vannforsyning dekkes av flere private vannverk og enkeltanlegg. Anleggene forsynes dels fra grunnvannskilder i fjell eller løsmasser, dels fra overflatevannkilder. Mange av grunnvannsanleggene er dårlig sikret mot overflateforurensning og grunnvannet i området er gjennomgående hardt. Overflatevannkildene har ofte høyt humusinnhold og tidvis dårlig hygienisk kvalitet.

Framtidig vannbehov er anslått til 0.7 l/s som årsmiddel for området Jådåren/Svarva/Røsegg (Skullerud, 1993). Kommunen ønsket i tillegg å få vurdert mulighetene til å forsyne hele Beitstad/Veldemelen-området med grunnvann fra Jådåren/Svarva-området, evt. også fra Røsegg, jfr. kapittel 5. Dette vil gi et tilleggsbehov på ca. 6 l/s som årsmiddel. Det vises til vedlegg 2 for mer detaljerte opplysninger om vannbehovet for hele området Jådåren/-Røsegg/Følling samt Beitstad/Veldemelen.

### **4.2 Valg av lokaliteter for nærmere undersøkelser**

På bakgrunn av tidligere undersøkelser og etter samråd med kommunen ble randavsetningene ved Svarva, Røsegg og Følling valgt ut for oppfølgende undersøkelser under GiN-programmet. Undersøkelsene ble innledet sommeren 1991. Det vises til rapport fra disse undersøkelsene (Hilmo, 1992). De vurderte områdene er vist i fig 1. Områdene Røsegg og Følling er omtalt hhv. i kapittel 5 og 6.



Figur 1: Utsnitt av kartblad 1723 III, Steinkjer, som viser de undersøkte områdene ved Svarva, Røsegge og Følling (Hilmo, 1992).

#### 4.3 Innledende undersøkelser på Svarva-avsetningen

Undersøkelsesområdet med angivelse av borpunkt mv. er vist i vedlegg 3.

Det ble sommeren 1991 foretatt sonderboring med enkle testpumper ca. 400 m nord for betongvarefabrikken, i P4 (se vedlegg 4). Sonderboringen viste over 22.5 m med hovedsakelig sand og grus, mens testpumper i 5 ulike nivå ga vannmengder mellom 0.5 og 2 l/s. Vannprøver viste god kvalitet i forhold til Folkehelsas normer for drikkevann, bortsett fra høye kalsiumkonsentrasjoner.

Kornfordelingskurver for oppspylte masseprøver fra P4 er gitt i vedlegg 5.

På grunnlag av de innledende undersøkelsene ble muligheten for større grunnvannsuttak vurdert som god. Det ble antatt at hele Beitstad/Veldemelen-området ville kunne forsynes med grunnvann fra avsetningen.

#### 4.4 Langtidsprøvepumping

I samråd med kommunen ble det besluttet å sette igang prøvepumping i Svarva-avsetningen høsten 1992.

Formålet med prøvepumping av et grunnvannsmagasin er å fastlegge hvor mye vann som kan tas ut av magasinet under kontinuerlig pumping, kartlegge eventuelle variasjoner i vannkvaliteten over tid, vurdere størrelsen på den delen av magasinet som påvirkes av pumpingen (influensområdet), og gi grunnlag for klausulering/beskyttelse av influensområdet (Ensby, 1990).

##### 4.4.1 Etablering av brønnområde

Prøvebrønn for langtidsprøvepumping ble plassert i P4 (samme sted som sonderboringen fra 1991). Brønnpunktet ligger i et lite beferdet skogsområde, hvor det er lite konflikt med dyrket mark, bebyggelse og industri. Videre ble det ved valg av brønnpunkt lagt vekt på avstanden til potensielle forurensningskilder, først og fremst en nedlagt avfallsfylling og et militært kjøretøylager (se vedlegg 3).

Sonderboringen viste lagdelte masser med ulik vanngjennomgang i lagene, jfr. berrapport (vedlegg 4). Av praktiske hensyn ble det satt ned to brønner, for å dekke hvert av de to lagene med best vanngjennomgang. En Ø3" brønn ble satt ned til 15.5 m, med 6 m filter fra 9.5 til 15.5 m. Videre ble en Ø2" brønn satt ned til 23.5 m, med 4 m filter fra 19.5 til 23.5 m. Slisseåpningen i filteret er ca. 2-3 mm. Avstanden mellom brønnene er ca. 0.5 m.

Med såpass liten avstand mellom brønnene vil de virke hydraulisk inn på hverandre. Men dette antas å ha relativt liten betydning for de etterfølgende beregninger, hvor de to brønnene er behandlet som én brønn.

Ø5/4" røret fra sonderboringen i 1991 ble brukt som observasjonsrør. I tillegg ble det satt ned 4 nye rør for observasjon av grunnvannsstand og beregning av grunnvannets strømningsretning. Observasjonsrørenes plassering er vist i vedlegg 3. Prøvebrønn og samtlige observasjonsrør er målt inn og nivellert av Steinkjer kommune (vedlegg 6).

#### 4.4.2 Målinger av grunnvannsstand under prøvepumping

Prøvepumpingen startet 01.09.92. Senkningsdata for hele prøvepumpingsperioden er gitt i vedlegg 7.

Grunnvannsstanden ble målt i samtlige rør umiddelbart før prøvepumpingen startet den 01.09.92. Ved pumpestart ble det målt fortløpende i P4 de første 2 timene og relativt ofte i øvrige observasjonsrør.

Et hovedformål med prøvepumpingen på Svarva var å få vurdert hvor mye vann vi maksimalt kan ta ut ved et permanent grunnvannsuttak. I utgangspunktet ønsket vi derfor prøvepumping i fullskala, dvs. med så stor kapasitet som mulig.

Innledningsvis var pumperaten ca. 14.3 l/s. Den stabiliserte seg etter kort tid på rundt 13.3 l/s.

Det viste seg etterhvert at fullskala prøvepumping ikke var mulig av hensyn til vannstanden i nærliggende gårdsbrønner (forholdsvis grunne, gravde brønner). Pumperaten måtte derfor settes ned flere ganger i løpet av prøvepumpingsperioden. Vi måtte også tilføre vann fra prøvebrønnen via provisorisk ledning til den nærmeste gårdsbrønnen.

Tabell 1 gir en oversikt over midlere vannuttak (pumperate) i løpet av prøvepumpingen.

**Tabell 1. Midlere vannuttak under prøvepumping på Svarva**

Tidsperiode	Midlere vannuttak
01.09.92 - 24.09.92	13.3 l/s
24.09.92 - 20.10.92	10.0 "
20.10.92 - 26.11.92	6.7 "

Før pumpestart har grunnvannsstrømmen en vestlig retning, fra toppen av avsetningen ned mot myr-/jordbruksområdene på flaten nedenfor. Se grunnvannskotekart, vedlegg 8a. Under pumping ser vi en tydelig dreining i retning nordvest allerede etter 3 døgns pumping, seinere i retning nord. I løpet av prøvepumpingen får vi altså en nesten 90 graders dreining av grunnvannsstrømmen inn mot pumpebrønnen (vedlegg 8a-d).

Vi observerer en senkning i samtlige observasjonsrør i løpet av prøvepumpingen. I P1, som ligger lengst fra prøvebrønnen, er senkningen ca. 30 cm etter 49 døgns pumping, mens den ved brønnen (P4) er 2.4 m. I P1 er responsen svært sein; etter 14 dagers pumping er senkningen ca. 10 cm i forhold til stasjonærtilstanden. En gårdsbrønn ca. 200 m nord for prøvebrønnen ble også trolig påvirket av pumpingen, uten at senkningen er målt direkte. Flere observasjonsbrønner, særlig i området nord for prøvebrønnen, kunne gitt et mer utfyllende bilde av senknings- og strømningsforhold.

Den 20.10.92, dvs. 49 døgn etter pumpestart, ble pumperaten satt ned fra 10 l/s til 6.7 l/s. Målinger i dagene rett etter dette viste at grunnvannsstanden da stabiliserte seg - det var faktisk en viss stigning (jfr. vedlegg 7). Prøvepumpingen foregikk i en periode med svært lite nedbør. Fra observasjoner andre steder i området (Røsegg, jfr. kap.5) vet vi at nivået på grunnvannsspeilet var generelt synkende, uavhengig av pumping.

Et forhold som kompliserer tolkningen av senkningsdataene er at observasjonsrørene er rammet til forskjellig dybde. Dette kan gi et noe fortegnert bilde av trykkforholdene. Simulering av grunnvannsstrøm ved hjelp av EDB-modell gir imidlertid en klar senkningstrakt ved prøvebrønnen etter 49 døgn (vedlegg 8d).

Konklusjon: Senkningstrakten strekker seg utover det området hvor vi har observasjonsbrønner, uvisst hvor langt. Det er sannsynlig at relativt store deler av avsetningen vil påvirkes av et permanent uttak i den aktuelle størrelsen.

#### 4.4.3 Hydrauliske parametre

I vedlegg 9 er det gitt en definisjon av de mest brukte hydrogeologiske parametrene.

Til tross for en del inhomogeniteter kan avsetningen betraktes som et åpent grunnvannsmagasin.

#### **Hydraulisk konduktivitet beregnet etter kornfordelingsanalyse**

Ved sonderboring i P4 i 1991 ble det tatt masseprøver for kornfordelingsanalyse. På bakgrunn av kornfordelingskurvene (vedlegg 5) er hydraulisk konduktivitet beregnet for ulike dyp, og som et middel for borhullet. Ved beregningen er Gustafsons formel brukt (Andersson m.fl, 1984):

$$K = E(U) \cdot d_{10}^2$$

hvor  $U = d_{60}/d_{10}$ .

**Tabell 2. Hydraulisk konduktivitet ved P4 beregnet etter kornfordelingsanalyse.**

Dyp [m]	$D_{60}$ [mm]	$D_{10}$ [mm]	$U=D_{60}/D_{10}$	$E(U) \cdot 10^3$	K [m/s]
5.0	0.300	0.070	4.3	14.3	$7.0 \cdot 10^{-5}$
7.0	0.225	0.069	3.3	15.9	$7.8 \cdot 10^{-5}$
11.0	0.400	0.138	2.9	16.5	$3.1 \cdot 10^{-4}$
17.0	0.400	0.125	3.2	15.8	$2.5 \cdot 10^{-4}$
23.0	0.900	0.250	3.6	15.5	$9.7 \cdot 10^{-4}$

### Cooper-Jacobs metode

Transmissivitet T og magasinkoeffisient S kan beregnes ved Cooper-Jacobs rettlinjemetode (Carlson & Gustafson, 1984), ut fra en grafisk løsning. Avsenkningen i hver enkelt observasjonsbrønn plottes som funksjon av tiden i et halvlogaritmisk diagram. Størrelsene  $\Delta s$  og  $t_0$  finnes av diagrammet. Transmissivitet og magasinkoeffisient beregnes så etter formlene

$$T = 0.183 \frac{Q}{\Delta s}$$

$$S = \frac{135 T t_{0,\min}}{r^2}$$

hvor Q er gjennomsnittlig pumperate og r er avstanden fra pumpebrønnen til observasjonsrøret.

På denne måten finner vi verdier for T og S for hver av observasjonsbrønnene 1, 3, 4 og 5. For observasjonsbrønn 2 var det pga. rennende artesiske forhold vanskelig å få til pålitelige målinger. Ved beregningene er det bare brukt data for tiden fram til 24.09.92 (ca. 33000 min.). Ved dette tidspunktet ble pumperaten endret, jfr. tabell 1. Diagram og detaljberegninger er vist i vedlegg 10.

Resultat av beregningene går fram av tabell 3. Middelveier for magasinet som helhet er også beregnet.

**Tabell 3. Transmissivitet, magasinkoeffisient og hydraulisk konduktivitet, Svarva.**

Peilerør	Transmissivitet T [m <sup>2</sup> /s]	Magasinkoeffisient S	Hydraulisk konduktivitet K [m/s]	
			Etter Cooper-Jacob	Etter kornfordelingsanalyse (middelverdi)
1	$6.67 \cdot 10^{-3}$	$1.24 \cdot 10^{-3}$	$2.78 \cdot 10^{-4}$	
2	-	-	-	-
3	$4.97 \cdot 10^{-3}$	$6.05 \cdot 10^{-3}$	$2.07 \cdot 10^{-4}$	
4	$3.12 \cdot 10^{-3}$	$4.62 \cdot 10^{-1}$	$1.30 \cdot 10^{-4}$	$3.40 \cdot 10^{-4}$
5	$5.47 \cdot 10^{-3}$	$7.44 \cdot 10^{-4}$	$2.28 \cdot 10^{-4}$	
<b>Middelverdi</b>	$5.06 \cdot 10^{-3}$	$2.68 \cdot 10^{-3}$	$2.11 \cdot 10^{-4}$	$3.40 \cdot 10^{-4}$

Tabellen viser at det er godt samsvar mellom verdiene i de ulike peilerørene. Det er også godt samsvar mellom hydraulisk konduktivitet beregnet etter Cooper-Jacobs metode og etter Gustafsons formel basert på kornfordelingsanalyse.

### Hydrauliske grenser

Cooper-Jacobs avsenkningsdiagram for de ulike observasjonsrørene har en form som antyder negative hydrauliske grenser i tilknytning til magasinet. De negative grensene utgjøres sannsynligvis av de tette marine sedimentene som omgir avsetningen, muligens også av fjell i nordøst. Dette vil til en viss grad hindre tilstrømning til grunnvannsmagasinet fra områder utenfor randåsen.

#### 4.4.4 Strømningsberegninger

##### Effektiv porøsitet

Effektiv porøsitet  $n_e$  angir hvor stor del av porevolumet i jordarten som er tilgjengelig for vanntransport. Størrelsen inngår bl.a. i beregninger av strømningshastighet i jord.

Dersom vi legger midlere hydraulisk konduktivitet etter Cooper-Jacobs metode til grunn kan vi anslå  $n_e$  til 9%.

For laget med antatt best vannledningsevne (23 m dyp) får vi  $n_e = 15\%$  dersom vi legger hydraulisk konduktivitet etter kornfordelingsanalyse til grunn.

### Strømningshastighet

Den effektive strømningshastigheten  $v_e$  er avhengig av gradienten på grunnvannsspeilet ( $I$ ) og effektiv porøsitet  $n_e$ . Ved maksimal senkning observert i løpet av prøvepumpingsperioden får vi følgende verdier for  $v_e$  i ulike retninger:

**Tabell 4. Grunnvannets strømningshastighet i ulike retninger og med varierende verdier for effektiv porøsitet.**

Retning	Midlere gradient $I$ [m/m]	Grunnvannets strømningshastighet $v_e$ [m/s]	
		$n_e = 9\%$	$n_e = 15\%$
P4	$3.056 \cdot 10^{-3}$	$7.16 \cdot 10^{-6}$	$1.97 \cdot 10^{-5}$
P5 - P4	$3.462 \cdot 10^{-3}$	$8.12 \cdot 10^{-6}$	$2.24 \cdot 10^{-5}$

### Influensradien

Senkningstraktens utbredelse uttrykt ved influensradien  $R_0$  er et mål for størrelsen av det området som påvirkes av pumpingen, dvs. influensområdet. Dette har betydning for størrelsen av det området som må klausuleres i forbindelse med drikkevannsuttak fra brønnen. Senkningstraktens utbredelse er i første rekke avhengig av de hydrauliske parametrene transmissivitet og magasinkoeffisient. Disse parametrene kan ha forskjellige verdier i ulike deler av et grunnvannsmagasin, avhengig av jordartenes sammensetning og egenskaper.

Senkningstraktens utbredelse kan dermed variere i ulike retninger ut fra brønnen.

Skullerud (1993) har beregnet influensradien ved bruk av to forskjellige metoder:



**Tabell 5. Influensradius etter 49 døgns pumping med midlere pumperate 11.8 l/s.**

Metode	1. Avstand-avsenkningsanalyse			2. Avsenkningsformel
	Retning mot P1	Retning mot P3	Retning mot P5	
Influensradius $R_0$ [m]	1000	360	3400	408

Verdien på 3400 m i retning P5 er usannsynlig stor; den strekker seg langt utenfor avsetningens grenser. Årsaken til den tilsynelatende store verdien kan være at avsetningen har en kjerne av fjell i dette området.

Influensradien velges lik verdien i retning mot P1,  $R_0 = 1000$  m.

### 60-døgns grense

60-døgns grensen defineres som den avstanden fra pumpebrønnen hvorfra grunnvannet vil bruke 60 døgn på å nå brønnen. Denne grensen er svært viktig ved fastlegging av klausuleringssoner rundt brønnen.

Den avstanden en vannpartikkel tilbakelegger i løpet av en viss tid  $t$  er gitt av

$$l = v_e \cdot t$$

Den største 60-døgns grensen får vi ved strømningshastighet  $v_e = 2.24 \cdot 10^{-5}$  m/s, jfr. tabell 4. Dette gir  $l_{60, \text{maks}} = 116$  m. Til sammenligning blir 60-døgns grensen beregnet etter gjennomsnittlig gradient mellom P1 og P4 og med midlere hydraulisk konduktivitet for hele magasinet  $l_{60, \text{midl.}} = 37$  m.

Verdien for  $l_{60, \text{maks}}$  gjelder dersom forurensningen transporteres i laget med best vannlederevne, dvs. ca. 23 m dyp ved P4. Forurensninger fra overflaten vil holdes noe tilbake i øvre jordlag med dårligere vannlederevne, slik at den reelle oppholdstiden fra  $l_{60}$  blir større enn 60 døgn.

For videre beregninger av klausuleringssoner mv. setter vi 60-døgns grense til 100 m. Dette er på den sikre siden, også om vi regner med at strømningshastigheten øker ved permanent vannuttak.

#### 4.4.5 Tilsigsområde - gjenoppfylling av grunnvannsmagasinet

Svarva-avsetningen kan karakteriseres som et åpent, selvmatende grunnvannsmagasin. Dette vil si at gjenoppfyllingen av magasinet kun skjer ved infiltrasjon av nedbør som faller på selve randavsetningen.

Skullerud (1993) har beregnet grunnvannsdannelse ut fra nedbør- og avrenningsdata, for normalsituasjonen og for lengre tørrværsperioder. Arealet av netto nedbørsfelt, dvs. netto infiltrasjonsareal, er beregnet til 0.75 km<sup>2</sup>. Det er da bare regnet med bidrag fra den nordlige delen av avsetningen. Det antas at den hydrauliske kommunikasjonen med den sørlige delen reduseres pga. relativt lite strømmingstverrsnitt i overgangspartiet, men en sikker vurdering av dette krever detaljundersøkelser.

Dette gir grenseverdier for grunnvannsnydannelse på 12.2 l/s i normalåret, og 9.5 l/s for den tørreste beregningsperioden (jan. 1974 - sept. 1975). Det må imidlertid presiseres at det knytter seg relativt stor usikkerhet til slike hydrologiske beregninger. For et selvmatende grunnvannsmagasin som Svarva-avsetningen bør det prøvepumpes minst 1 år for at man skal få oversikt over virkningen av årstidsvariasjoner i nedbør, avrenning mv.

#### 4.5 **Grunnvannskvalitet under prøvepumping**

Grunnvann inneholder en rekke uorganiske kjemiske forbindelser i løst form. Den kjemiske sammensetningen vil tildels være avhengig av prosesser i jordsmonnet, i umettet og mettet sone. Videre vil forurensning (f.eks. bakterier og virus, nitrat fra gjødsling, osv.) kunne påvirke grunnvannskvaliteten.

Folkehelse har fastsatt et sett med kvalitetsnormer for drikkevann (SIFF, 1987). Normene er ikke i seg selv bindende, men danner grunnlaget for helsemyndighetenes skjønn i forbindelse med kildevalg, vannbehandling, godkjenning og kontroll av vannverk mv.

Grunnvannskvaliteten ved Svarva er analysert gjennom regelmessige vannprøver før og under prøvepumpingsperioden. Analyseresultatene er gjengitt i vedlegg 11, og sammenstilt med de aktuelle kvalitetsnormer fra Folkehelse.

#### **Mikrobiologi**

Det er ikke påvist koliforme eller termotolerante koliforme bakterier i grunnvannsprøvene.

## **Fysiske drikkevannsnormer**

Fargetallet ligger innenfor grensen for god vannkvalitet. Tallene er imidlertid forholdsvis høye til grunnvann å være, noe som kan ha sammenheng med jerninnholdet / turbiditeten.

Turbiditeten (innhold av finpartikulært, suspendert materiale) ligger utenfor akseptabelt område for samtlige prøver. Beregninger gjort av Skullerud (1993) viser at årsaken til de høye turbiditetsverdiene kan være for stor filteråpning i prøvebrønnen, slik at finstoff trekkes inn i brønnen ved pumping. Det er grunn til å tro at et bedre dimensjonert filter og evt. noe forandret filterplassering vil kunne redusere turbiditeten betraktelig.

Ved nedsetting av brønnen ble temperaturen på grunnvannet målt til 5.2°C, dvs. godt innenfor normen. Det er ikke registrert lukt eller smak på vannet.

## **Uorganisk kjemiske parametre**

Vannprøvene er analysert på en lang rekke uorganisk kjemiske parametre. For mange av disse ligger konsentrasjonene under deteksjonsgrensen for anvendt analysemetode. Vi vil her bare trekke fram de parametrene som anses å være av størst betydning i vurderingen av grunnvannsmagasinet.

pH-verdien i vannprøvene varierer mellom 7.58 og 8.19. Dette er innenfor normen for god vannkvalitet. Alkaliteten er jevnt over høy - mellom 2.51 og 2.70 mmol/l. Normen er satt til 0.6-1.0 mmol/l. Grunnlaget for normen er først og fremst å unngå korrosjon på rør og andre elementer i vannforsyningssystemet. Med henblikk på de målte pH-verdiene er det ingen ulempe at alkaliteten er høyere enn normen.

Kalsiuminnholdet i vannprøvene er høyt, rundt 55-60 mg Ca/l, og overstiger langt den norske normen på 15-25 mg/l. I andre land, f.eks. Danmark, betrakter man imidlertid vann med 50-100 mg Ca/l som moderat hardt. Høyt kalsiuminnhold har kun bruksmessige ulemper (dårlig skumming av såpe, kalkutfellinger på varmtvannstanker o.l.).

Analyseresultatene gir svært varierende verdier for jerninnhold, fra <0.01 mg/l til 0.134 mg/l. Det knytter seg imidlertid endel usikkerhetsmomenter til prøvetakingsmetodene for enkelte av prøvene. De første 4 prøvene er tatt ved utløpet av avløpsrøret. Lufttilgang kan da ha ført til utfelling av endel jern allerede før prøvetakingen. Videre er enkelte prøver filtrert; disse viser muligens også for lave jernverdier.

Det reelle jerninnholdet antas å ligge rundt 0.1 mg/l, kanskje noe over. Dette er innenfor kravet til akseptabel vannkvalitet. Ved lufting av vannet, som er standardbehandling for

grunnvann, vil jernet raskt felles ut. Med så små konsentrasjoner som det her er snakk om, vil filtrering neppe være nødvendig.

Manganinnholdet ligger jevnt på 0.013-0.016 mg/l, som er godt innenfor normen for god vannkvalitet.

Konsentrasjonene av tungmetaller er ubetydelige eller ikke påvisbare for samtlige prøver.

For alle de analyserte anionene (fluor, klorid, nitritt, nitrat, fosfat og sulfat) er konsentrasjonene innenfor normen for god drikkevannskvalitet. Fluorinnholdet ligger i området 0.7-1.0 mg/l. Dette ansees som gunstige konsentrasjoner mht. tannhelse (Ellingsen, 1992).

### **Konklusjon vannkvalitet**

Vannanalysene viser jevnt over god vannkvalitet. De parametrene det er noe å bemerke på er turbiditet, jern og kalsium. Turbiditeten vil antakelig kunne reduseres ved bedre brønnutforming og filterplassering, mens jernet felles ut ved enkel lufting. Det er også mulig at vi får lavere Fe-verdier dersom turbiditeten synker (reduert innhold av partikulært jern). Kalsiuminnholdet kan om ønskelig reduseres med avherdingsfilter (ionebytter).

Ulike alternativer mht. vannbehandling er beskrevet av Skullerud (1993). Kostnader ved de ulike alternativer er også anslått.

## **4.6 Vurdering av forurensningstrusler**

Grunnvann er generelt godt beskyttet mot forurensninger, sammenlignet med overflatevannkilder. Det er likevel viktig å være oppmerksom på forhold som kan være potensielle forurensningstrusler. For Svarva-avsetningens vedkommende gjelder dette særlig den nedlagte avfallsfyllingen ved grustaket, det militære kjøretøylageret på toppen av avsetningen, samt evt. landbruk/gjødsling.

#### 4.6.1 Risiko for tilsig fra nedlagt avfallsfylling

Den nedlagt avfallsfyllingen representerer en potensiell forurensningsfare dersom sigevann fra fyllingen tilføres grunnvannsmagasinet. Risikoen for at dette skal kunne skje er forsøkt kartlagt gjennom ulike undersøkelser. Det vises til Skullerud (1993) for en detaljert beskrivelse av disse undersøkelsene.

Studier av kvartærgeologisk kart samt befaring i området ved fyllplassen indikerer at selve fyllplassen ligger på tette masser, og at sigevannet renner oppå de tette massene i retning vest, dvs. vekk fra grunnvannsmagasinet.

Det er tatt vannprøver i observasjonsrøret nærmest fyllplassen (P1) og i en gravd brønn tilhørende Forsvaret ca. 100 m nord for fyllplassen. Etter grunnvannskotekart (vedlegg 8d) ligger disse punktene i den eventuelle strømningsretningen fra fyllplassen mot pumpebrønnen. Vannprøvene er vurdert spesielt mhp. jerninnhold og tungmetaller.

Analyseresultatene (vedlegg 11) viser ingen tegn til vesentlig økt konsentrasjon av jern eller tungmetaller i P1 og den gravde brønnen i forhold til konsentrasjonene ved prøvebrønnen (P4).

Tungmetallkonsentrasjonene i prøvene er enten ikke påvisbare, eller så lave at de må anses som ubetydelige. Dette bekreftes av spesielle bly- og kadmiumanalyser av vannprøver fra prøvebrønnen, og hvor analysemetoden har lavere deteksjonsgrense enn de øvrige analysene. Alt i alt er det ingenting i vannanalysene som tyder på tilsig fra fyllplassen.

Strømningsberegningene (jfr. tabell 4) gir en effektiv strømningshastighet for grunnvannet mellom P1 og P4 på  $7.16 \cdot 10^{-6}$  m/s beregnet etter midlere hydraulisk konduktivitet. Avstanden mellom fyllplassen og P4 er 400 m. Dersom det mot formodning skulle gå en grunnvannsstrøm fra fyllplassen mot pumpebrønnen vil vannet få en oppholdstid i grunnen på ca. 600 døgn. Denne oppholdstiden er så lang at vi må anta at eventuelle forurensninger er fjernet lenge før vannet når brønnen.

Risikoen for at tilsig fra den nedlagte fyllplassen skal kunne forurense vannet i pumpebrønnen kan totalt sett anses for minimal.

#### 4.6.2 Landbruk

De meget lave nitratverdiene (vedlegg 11) tyder på at det ikke forekommer jordbruksforurensning fra kunstgjødning. Det er heller ikke påvist bakterier som indikerer forurensning fra husdyrgjødsel. Videre er det tettende lag med marine løsmasser (leire/silt) mellom magasinet og landbruksområder i vest. Når det gjelder landbruket på toppen av avsetningen har vi her en stor umettet sone (mer enn 20 m ved P5) som vil gi god renseeffekt.

Konklusjonen blir at det er liten fare for forurensning fra landbruket ut fra de data og analyser vi har. Man bør imidlertid være påpasselig med streng sikring av siloer, gjødselkjellere mv.

#### 4.6.3 Militært kjøretøylager

Et militært kjøretøylager ligger på toppen av avsetningen. Dette kan representere en forurensningsfare mht. lagring av oljeprodukter o.l. Den store umettede sonen i området ved lageret reduserer risikoen noe.

### 4.7 **Nødvendig klausulering og beskyttelsessoner**

Godkjenning av vannverk forutsetter at vannkilden er tilfredsstillende beskyttet mot forurensning. Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for hygienisk og kjemisk kvalitet på grunnvannet. Folkehelse anbefaler at grunnvann som skal brukes til drikkevann bør ha en oppholdstid i grunnen på minst 60 døgn for å sikre tilfredsstillende bakteriologisk rensing.

For å beskytte grunnvannskilden deles influensområdet inn i ulike klausuleringssoner basert på grunnvannets oppholdstid. Omfanget av restriksjoner vil variere for de ulike sonene, med størst omfang nærmest uttaksstedet. I SIFF-veileder A3 om beskyttelse av grunnvannskilder (1987) er det satt opp generelle retningslinjer for restriksjoner i ulike soner.

**Sone 0:** Brønnområdet

**Sone 1:** Det nære tilsigsområdet (vann i grunnvannssonen ved yttergrensen må bruke minimum 60 døgn fram til brønn under full pumpebelastning).

**Sone 2:** Det fjerne tilsigsområdet (alt utpumpet vann skal være infiltrert innenfor denne sonen).

**Sone 3:** Det ytre verneområdet (omfatter areal som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet).

60-døgns grensen er tidligere satt til 100 m. I vedlegg 12 er gitt et forslag på soneinndeling.

**Sone 0:** Et område på 15 x 15 m rundt selve brønnpunktet. Området inngjerdes.

**Sone 1:** Avgrenses av en sirkel med radius 100 m fra brønnpunktet, men slik at utstreknin- gen av sonen blir noe mindre ved overgangen til marine løsmasser vest for avsetningen. Det vil neppe være nødvendig med omfattende restriksjoner på dagens arealbruk, men restriksjoner på bruk av gjødselstoffer og plantevernmidler bør vurderes. Eventuelle endringer i arealbruken som kan forringe grunnvannskval- iteten må ikke tillates.

**Sone 2:** Avgrenses av en sirkel med radius lik sannsynlig influensradius,  $R_0 = 1000$  m, men slik at sonen ikke går utenom avsetningen, i prinsippet de samme begrensning- er som i sone 1, men unntak kan tillates. Forøvrig vil det ikke kunne tillates forurensende industri, store lager for olje og kjemikalier, søppelfyllplasser og utslipp av kloakk i grunnen. Evt. kan det være aktuelt med restriksjoner på transport av særlig forurensende stoffer på veier i sonen, og på uttak av masser helt ned mot grunnvannspeilet i grustaket. Det bør vurderes å asfaltere rundt det militære kjøretøylageret.

**Sone 3:** Omfatter resterende deler av avsetningen. Her vil det neppe være nødvendig med særlige restriksjoner på dagens arealbruk, men forurensende industri, søppelfyllin- ger mv. kan ikke tillates.

#### 4.8 Forslag til brønnutforming

Skullerud (1993) har gjort en detaljert beskrivelse av brønnutforming med dimensjonering av pumpe, filterdiameter, filtertype mv. Dimensjoneringen er gjort ut fra forutsetningen om at hele Beitstad/Veldemelen skal forsynes fra anlegget.

Det ble foreslått å bruke en rørbrønn med Con Slot filterrør, ytre diameter på filterrøret  $D_f = 219$  mm, slisseåpning 1.0 mm. Filteret plasseres fra 11-24 m, og det benyttes gruskasting med kornstørrelse  $d_f \approx 2.0$  mm. Det må benyttes senkpumpe. Pumpen foreslås plassert i pumpeump under filteret. 3" prøvebrønn kan evt. brukes som reserve-brønn ved vedlikehold mv. av produksjonsbrønn. I tilfelle langvarig strømstans bør man ha et nødstrømsaggregat i reserve.

Skullerud (1993) har også beskrevet overføringsanlegg m/ høydebasseng, vannbehandling og pumpeledning/overføringsledning.

#### 4.9 Konklusjoner

På grunnlag av de utførte undersøkelser og hydrologiske beregninger antas det at et permanent grunnvannsuttak på 8.0 l/s vil gi god sikkerhetsmargin mot overforbruk. Dette er nok til å dekke vannbehovet både lokalt og for Beitstad/Veldemelen. Det forutsettes da at nærliggende gårdsbrønner kobles ut og at disse forbrukerne forsynes fra grunnvannsverket, slik at man kan tillate større senkninger i magasinet.

Vannkvaliteten er jevnt over god. Turbiditet og jerninnhold antas å kunne reduseres ved forskriftsmessig brønndimensjonering samt enkel lufting. Fjerning av kalsium kan skje ved bruk av ionebytter (avherdingsanlegg).

Det anbefales å prøvepumpe fra forskriftsmessig dimensjonert fullskala produksjonsbrønn i minst 1 år for å kartlegge virkninger av årstidsvariasjoner i grunnvannstilsig, samt utviklingen av vannkvaliteten ved lengre tids pumping.



## 5 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER VED RØSEGG

### 5.1 Bosetting, vannforsyning, vannbehov

Bosetting og vannforsyning er i hovedsak som for Jådåren/Svarva-området, jfr. kap. 4. Framtidig vannbehov er av Skullerud (1993) anslått til 0.7 l/s som årsmiddel for hele Jådåren/Svarva/Røsegg-området. I tillegg kan det bli aktuelt å overføre vann fra Røsegg til nabodistriktet Følling. Vannbehovet for Følling er anslått til 0.6 l/s som årsmiddel. Det er også av interesse å vurdere mulighetene til å forsyne Beitstad/Veldemelen. Dette vil gi et tilleggsbehov på ca. 6 l/s som årsmiddel. Det vises til vedlegg 2 for mer detaljerte opplysninger om vannbehovet.

### 5.2 Innledende undersøkelser på Røsegg-avsetningen

Randavsetningen ved Røsegg ble valgt ut for oppfølgende undersøkelser på bakgrunn av tidligere undersøkelser og etter samråd med kommunen, jfr. kap. 4.2. Undersøkelsene ble innledet sommeren 1991. Det ble da konkludert med gode muligheter for betydelige grunnvannsuttak i avsetningen (Hilmo, 1992).

På bakgrunn av undersøkelsene i 1991 ble det besluttet å gjøre videre undersøkelser og evt. langtidsprøvepumping på østsiden av avsetningen høsten 1992. Undersøkelsesområdet med angivelse av borpunkt mv. er vist i vedlegg 13.

### 5.3 Langtidsprøvepumping

#### 5.3.1 Valg av brønnpunkt

For å fastlegge brønnpunkt ble det foretatt to sonderboringer langs kjerreveien ned mot Lømsen, hhv. P1 og P6. Ved P6 ble boringen vurdert som negativ pga. for høyt finstoffinnhold. Ved P1 fant vi derimot grus fra 4.5-12.5 m, og testpumping i fire nivå ga vannmengder mellom 4.2 og 0.5 l/s. Borrappporter for P1 og P6 er gitt i vedlegg 14 og 15. I P1 ble det i tillegg tatt masseprøver for kornfordelingsanalyse. Siktekurver er gitt i vedlegg 16.

P1 ble valgt som brønnpunkt. I tillegg til gunstig massesammensetning og meget gode resultater fra testpumping lå bl.a. følgende vurderinger til grunn for valget:

- man antok at brønnen ved en slik plassering ville kunne få tilsig fra store deler av avsetningen
- man antok at det var muligheter for naturlig infiltrasjon fra Røseggelva
- brønnpunktet lå forholdsvis langt fra hovedvei
- god avstand fra veistasjonen, som ble vurdert som en potensiell forurensningsfare pga. lagrede oljeprodukter.

Under prøvepumping viste det seg imidlertid at en del av disse antakelsene ikke holdt stikk. Av denne grunn oppsto det tildels store praktiske problemer med gjennomføringen av prøvepumpingen, som måtte avsluttes allerede etter 24 dager. Dette har medført at data for hydrogeologisk analyse og beregninger er noe mangelfulle.

### 5.3.2 Etablering av brønnområde

En Ø3" prøvebrønn ble satt ned til 10 m, med 5 m filter fra 5-10 m. Ø5/4" røret som ble brukt ved sonderboringen står ca. 1 m fra prøvebrønnen, og ble under pumpingen brukt som observasjonsrør. I tillegg ble det satt ned to nye observasjonsrør, P2 og P3. Før og under pumpingen ble det også sporadisk målt grunnvannstand i borhull P4 fra Hilmos undersøkelser i 1991. Helt på slutten av prøvepumpingen ble et nytt observasjonsrør, P5, satt ned mellom P1 og elva. Hensikten med dette var å kartlegge eventuell infiltrasjon fra elva.

Prøvebrønnen og observasjonsrørene er innmålt og nivellert av Steinkjer kommune (vedlegg 17).

### 5.3.3 Forløpet av prøvepumpingen

Prøvepumpingen ble satt igang 31.08.92, og skulle etter planen gå i 3 måneder. Pumperaten var ca. 15 l/s. Det ble gjort fortløpende målinger av vannstand i observasjonsrørene de første timene etter pumpestart. Vannstanden sank raskt, og mindre enn et døgn etter pumpestart var vannstanden i nærmeste gårdsbrønn (ca. 50 m fra prøvebrønnen) sunket under pumpeinntaket, slik at gården ble uten vann. Prøvepumpingen ble da umiddelbart stanset. Det ble lagt en liten grenledning til gårdsbrønnen via avløpsrøret for utpumpet vann fra prøvebrønnen, for å sikre gården vann under fortsatt prøvepumping. Videre ble lengden på filteret kuttet, slik at ny filterplassering ble fra 6.5-9.5 m.

Målinger av grunnvannstand for første prøvepumpingsperiode er gitt i vedlegg 18.

Ny prøvepumping ble startet 07.09.92, da grunnvannsstanden hadde steget nesten til nivået før pumpestart 31.08.92. Pumperaten stabiliserte seg i løpet av det første døgnet på 10 l/s. Etter få dager viste imidlertid vannstandspeilingene at pumperaten fremdeles var for høy. Vannuttaket ble redusert til ca. 7 l/s den 11.09.92, og ytterligere til 6 l/s den 22.09.92. Natt til den 23.09. stanset pumpen, trolig pga. for stor innstrupning på inntaket ved reduksjon av pumperaten. Gårdsbrønnen mistet på nytt vanntilførselen, og det var nå uaktuelt å gjenoppta prøvepumpingen.

Peiledata for 2. prøvepumpingsperiode og tiden etterpå (fram til 27.11.92) finnes i vedlegg 19.

#### 5.3.4 Hydrauliske parametre

Hydrauliske parametre som transmissivitet T, magasinkoeffisient S, hydraulisk konduktivitet K samt hydrauliske grenser, er beregnet og vurdert ut fra de relativt begrensede data vi har. Metodene som er brukt er i hovedsak de samme som for Svarva-avsetningen, og det vises derfor til kap. 4 for nærmere redegjørelse.

#### **Transmissivitet, magasinkoeffisient, hydraulisk konduktivitet**

Tid-avsenningsdiagram for Cooper-Jacobs metode er gitt i vedlegg 20 for peilerør P1, P2 og P3. Det er bare brukt data for perioden 07.09.92-11.09.92 (5645 min), da midlere pumperate var 10 l/s.

For beregning av hydraulisk konduktivitet er høyden på vannførende lag satt til 11.5 m.

Resultat av beregningene er vist i tabell 6, sammen med hydraulisk konduktivitet beregnet etter kornfordelingsanalyse.

**Tabell 6. Transmissivitet, magasinkoeffisient og hydraulisk konduktivitet. Røsegg**

Peilerør	Transmissivitet T [m <sup>2</sup> /s]	Magasinkoeffisient S	Hydraulisk konduktivitet K [m/s]	
			Etter Cooper-Jacob	Etter kornfordelingsanalyse (middelverdi)
1	$2.0 \cdot 10^{-3}$	$5.6 \cdot 10^{-1}$ *	$1.7 \cdot 10^{-4}$	$2.9 \cdot 10^{-4}$
2	$1.9 \cdot 10^{-3}$	$6.2 \cdot 10^{-4}$	$1.6 \cdot 10^{-4}$	-
3	$3.1 \cdot 10^{-3}$	$1.1 \cdot 10^{-3}$	$2.7 \cdot 10^{-4}$	-
Middelverdi	$2.3 \cdot 10^{-3}$	$8.6 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-4}$	$2.9 \cdot 10^{-4}$

\* Ser bort fra denne verdien ved beregning av middelverdier, da den trolig er påvirket av strømningsforhold like inntil brønnen.

Vi ser at det er godt samsvar mellom verdiene beregnet etter Cooper-Jacob i de ulike peilerørene. Hydraulisk konduktivitet etter kornfordelingsanalyse er noe høyere enn etter Cooper-Jacob. Dette kan skyldes at man ved opptaking av masseprøver har mistet en del finstoff med spylevannet.

Resultater fra observasjonsrør 4 er ikke tatt med, da det ikke er påvist noen senkning i P4 som følge av prøvepumpingen.

Transmissiviteten er relativt høy, noe som tyder på gode gjennomstrømningsmuligheter. Magasinkoeffisienten er imidlertid lav, om vi ser bort fra verdien i P1 som antas å være lite representativ. Dette indikerer at magasinet har begrenset utstrekning.

### Hydrauliske grenser

Tid-avsenkningsskurvene viser en nærmest rettlinjet senkning ved konstant pumpe-rate. Det er ingen tegn til utflating. Vi ser også at senkingen er tilnærmet lik for observasjonsrør P1, P2 og P3. Siste dag prøvepumpingen pågikk (22.09.92) ble, som nevnt i avsnitt 6.2.2, et nytt observasjonsrør P5 satt ned mellom elva og prøvebrønnen. Hensikten var å vurdere evt. kommunikasjon med elva. Vannstanden i dette observasjonsrøret, som står vel 10 m fra elva, viste seg å ligge ca. 2 m under vannstanden i elva, og bare 19 cm over vannstanden ved prøvebrønnen.

Dette tyder på at det er svært liten kommunikasjon mellom elva og magasinet, stikk i strid med hva man antok før prøvepumpingen. Målingene av grunnvannstanden i P1, P2, P3 og sist P5 viser at grunnvannsspeilet i dette området har blitt senket nærmest som vannspeilet i en innsjø som tappes. Det er svært liten forskjell på senkningen ved prøvebrønnen og i resten av peilerørene, noe tabell 7 viser.

**Tabell 7. Grunnvannsnivå i peilebrønner på Røsegg**

Peilerør	Grunnvannsnivå [m.o.h.]		
	Før pumpestart 07.09.92	Under pumping 15.09.92	Siste dag med prøvepumping 22.09.92
P1	45.022	43.052	42.712
P2	45.044	43.284	tørt
P3	45.164	43.150	42.890
P4	61.770	-	-
P5	-	-	42.899

Grunnvannspeilet utgjør altså en tilnærmet plan og vannrett flate både før og under pumping (når vi unntar P4). Alt i alt tyder resultatene av prøvepumpingen på at magasinet er nokså begrenset. Det er sannsynlig at vi har å gjøre med flere hydrauliske grenser, både mot elva, mot de marine sedimentene ved Lømsen, og antakelig også dels mot resten av randåsen.

Den relativt raske gjenoppfyllingen av magasinet etter pumpestopp tyder imidlertid på at det tross alt er en viss kommunikasjon med selve randåsen, evt. bare via begrensede sjikt.

### 5.3.5 Grensekapasitet for grunnvannsuttak

Fra selve prøvepumpingen er det svært vanskelig å vurdere grensekapasitet. Imidlertid kan vi få et begrep om kapasiteten til det begrensede magasinet som er prøvepumpet ved å studere gjenoppfyllingsdata. Fig 2. viser tid-avsenkningskurven for P1 for 2. prøvepumpingsperiode og tiden etterpå, fram til 27.11.92.

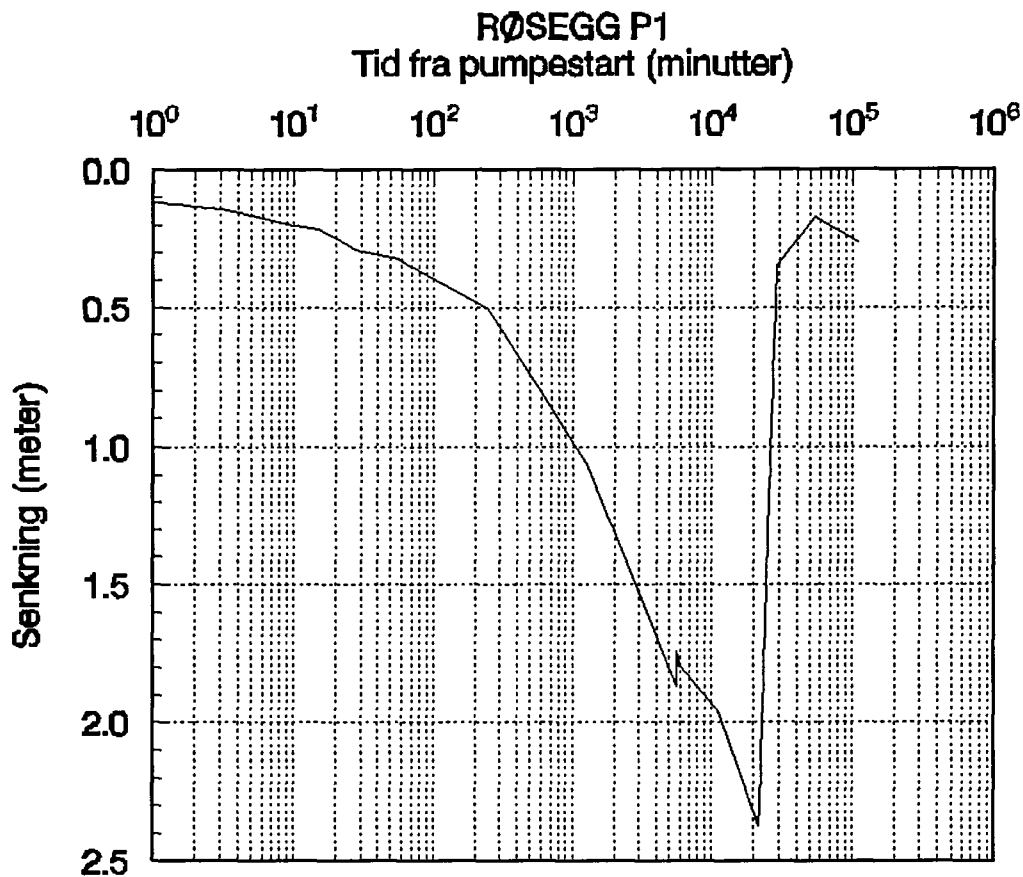


Fig 2. Tid-avsenkingskurve for Røsegg P1 (tiden 07.09.92 - 27.11.92)

Vannvolumet som er pumpet ut i løpet av prøvepumpingen utgjør totalt ca. 10350 m<sup>3</sup>. Gjenoppfyllingsdelen av kurven viser at det tar ca. 35000 minutter å fylle opp tilsvarende volum. Grensekapasitet blir etter dette ca. 5 l/s. Den aktuelle perioden var meget tørr, slik at gjenoppfyllingen antas hovedsakelig å skyldes grunnvannsstrøm fra andre deler av avsetningen, og muligens med et visst bidrag fra elva.

Det må presiseres at denne beregningen er svært overslagsmessig. Vi ser at gjenoppfyllingen ikke er helt fullstendig, og at grunnvannsspeilet ved 55000 min. begynner å synke igjen. Dette siste skyldes antakelig generelle årstids- og klimaavhengige variasjoner i grunnvannsnivået i hele området.

Ut fra nedbørsdata og generelle hydrologiske beregninger for området (Skullerud, 1993) bør det være mulig å ta ut vesentlig større vannmengder dersom man plasserer en brønn mer sentralt i selve randåsen. Dette forutsetter at de hydrogeologiske forholdene der er egnet for grunnvannsuttak.

Det er også muligheter for økt grunnvannsuttak ved kunstig infiltrasjon av overflatevann. Dette kan skje ved punktering av elvebunnen i Røseggelva eller ved infiltrasjon i umettet sone ovenfor brønnstedet.

#### **5.4 Grunnvannskvalitet under prøvepumping**

De bakteriologiske og kjemiske analysene (vedlegg 21) viser god vannkvalitet for samtlige prøver og parametre, bortsett fra høyt kalsiuminnhold.

Et forhold å merke seg er nitratkonsentrasjonene. Disse ligger riktignok innenfor normen for god drikkevannskvalitet for samtlige prøver, men sammenlignet med prøvene fra Svarva og Følling er konsentrasjonene på Røsegg høyere. Den høyeste nitratkonsentrasjonen finner vi i vannet fra kildehorisonten i overgangen mot marine sedimenter. Kildehorisonten ligger rett i åkerkanten. Nitratkonsentrasjonene tyder på en viss jordbrukspåvirkning.

#### **5.5 Vurdering av forurensningstrusler**

De viktigste forurensningstruslene mot grunnvannskvaliteten ved Røsegg utgjøres av landbruket (gjødsling, husdyr, silo mv), samt lagring og transport av oljeprodukter i forbindelse med Veivesenets anlegg.

Ved et eventuelt permanent grunnvannsuttak er det aktuelt å utarbeide klausuleringssoner rundt brønnpunktet for å hindre forurensning av grunnvannet. Dette kan f.eks. omfatte begrensninger på bruk av gjødsel i nærområdet til brønnen.

#### **5.6 Konklusjoner**

Det prøvepumpede magasinet er nokså begrenset i forhold til det man antok i utgangspunktet. Grensekapasitet for grunnvannsuttak anslås til ca. 5 l/s.

Vannkvaliteten er stort sett god, bortsett fra høyt kalsiuminnhold. Nitratverdiene gir en viss indikasjon på jordbrukspåvirkning, men konsentrasjonene ligger under Folkehelsas normer for god drikkevannskvalitet.

Ved å flytte brønnpunktet mot midten av selve randåsen vil vi forutsatt egnede løsmasser kunne ta ut større vannmengder. Dette kan avklares ved nye boringer.

Gjennom kunstig infiltrasjon fra Røseggelva vil også kapasiteten kunne økes i det magasinet vi har prøvepumpe. Beregnet transmissivitet og hydraulisk ledningsevne tyder på at massene i dette magasinet har god vannledningsevne, og forholdene skulle slik sett ligge til rette for infiltrasjon.

Det anbefales derfor å gjøre videre undersøkelser for å klarlegge mulighetene for større grunnvannsuttak.

Kapasiteten til det prøvepumpede magasinet er stor nok til å forsyne nabolikdistriktet Følling.

## **6 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I FØLLING-OMRÅDET**

### **6.1 Bosetting, vannforsyning, vannbehov**

Bosettingen i området er preget av gårdsbebyggelse samt enkelte små boligfelt.

Eksisterende vannforsyning dekkes av et lite kommunalt vannverk (Følling vannverk), flere private vannverk og enkeltanlegg. Det kommunale vannverket benytter en fjellbrønn boret i kalkstein ved Vanderås. Øvrige anlegg forsynes fra grunnvannskilder både i fjell og løsmasser, samt overflatevannkilder. Kvalitet og kapasitet er ukjent for mange av anleggene.

Steinkjer kommune vurderer vannforsyningssituasjonen i området som lite tilfredsstillende. Det er særlig behov for en utvidelse av den kommunale forsyningen slik at den dekker Følling sentrum. Det er også ønskelig å bedre vannforsyningen til Kne ved Snåsavatnet, hvor vannkilden i dag er et tjern med tvilsom hygienisk kvalitet.

Framtidig vannbehov for hele området inkl. Kne er anslått til 0.6 l/s som årsmiddel (Skullerud, 1993). Det vises til vedlegg 2 for mer detaljerte opplysninger om vannbehovet. Den kommunale fjellbrønnen ved Vanderås er oppgitt å ha en kapasitet på 0.28 l/s. Dette er klart for lite til å dekke nødvendig utvidelse av forsyningen.



## 6.2 Valg av lokaliteter for nærmere undersøkelser

På grunnlag av tidligere undersøkelser og etter samråd med kommunen ble det valgt å gjøre videre undersøkelser i to randavsetninger ved Følling, se kartutsnitt i fig 1. Den ene avsetningen er en randmorene ved nordøstenden av Lømsen, den andre er en randås ved Sem gård. Undersøkelsene ble innledet sommeren 1991, og det vises til rapport fra disse undersøkelsene (Hilmo, 1992).

Det ble i tillegg besluttet å gjøre undersøkelser i Vanderåsområdet med tanke på utnyttelse av kildeutspring for supplering av eksisterende fjellbrønn.

## 6.3 Randmorenen ved Lømsen

Denne avsetningen er ikke detaljundersøkt tidligere. Høsten 1992 ble det gjort en sonderboring (P3) ved Semselva. Lokaliseringen er vist i vedlegg 22, borrhøring i vedlegg 25.

Boringen viste grusig sand til 2.5 m, så sand/finsand, dels siltig, til 7.5 m, og deretter silt/leire til 15.5 m, hvor boringen ble avsluttet. Sonderboringen indikerte så høyt finstoffinnhold at mulighetene til grunnvannsuttag ble vurdert som dårlige.

## 6.4 Randåsen ved Sem

Lokalisering av borpunkter mv. er vist i vedlegg 22.

Avsetningen er tidligere undersøkt av Viak (1984) og av NGU i forbindelse med GiN-prosjektet i 1991 (Hilmo, 1992). Testpumper utført i forbindelse med disse undersøkelsene har gitt relativt små vannmengder, trolig pga. høyt finstoffinnhold i massene. Hilmo (1992) utelukker imidlertid ikke at avsetningen vil kunne gi nok vann til å dekke det lokale vannbehovet.

Det ble i august 1992 gjort to nye undersøkelsesboringer i randåsen, hhv. borpunkt P1 og P2.

#### 6.4.1 Borpunkt P1

Boringen ble gjort i grustaket ved Sem gård. Borrappen (vedlegg 23) indikerer hovedsakelig grus fra markoverflaten og ned til 10.5 m, hvor boringen ble avsluttet. Grunnen til at boringen ble avsluttet var tett borkrone, noe som tyder på at det også må være et forholdsvis stort innslag av finstoff i massene. Testpumping på 6.5-7.5 m dyp ga 0.8 l/s, og det ble tatt masseprøve og vannprøve fra samme dyp.

Kornfordelingskurve for masseprøven er vist i vedlegg 28. Hydraulisk konduktivitet beregnet etter kornfordelingskurven blir  $K = 3.4 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Resultater fra vannanalysene er gitt i vedlegg 29. Analysene viser litt lav pH, høy alkalitet og svært høyt kalsiuminnhold. Også magnesiuminnholdet er noe høyt, men innenfor normen for god drikkevannskvalitet. Mangankonsentrasjonen ligger litt over normen. Jerninnholdet er lavt og alle øvrige parametre ligger innenfor normen for god drikkevannskvalitet. Det er ikke tatt bakteriologiske prøver av vannet.

#### 6.4.2 Borpunkt P2

Sonderboring ble foretatt i jordekanten på nordsiden av Semselva. Borrappen (vedlegg 24) viser ca. 3 m med sand over 3.5 m leire, deretter sand og grus ned til 23.5 m, hvor boringen ble avsluttet. Fra ca. 6.5 m var forholdene artesiske, og tildels store mengder vann strømmet opp langs utsiden av røret. Det ble utført testpumping og spylt opp masseprøver fra to dyp, 6.5-7.5 m og 10.5-11.5 m. Testpumping ga hhv. 0.83 og 0.50 l/s, men som nevnt strømmet mye vann opp rundt røret i tillegg. Trykknivået på vannet var på det meste ca. 3 m over markoverflaten.

Pga. vannproblemene ble borrøret trukket opp igjen etter avsluttet undersøkelsesboring. Vann fortsatte imidlertid å strømme opp av hullet. Det ble gravd en provisorisk grøft for å lede vannet ned til Semselva. I løpet av høsten ble vannmengden som kom opp av borhullet målt flere ganger, og det ble tatt ytterligere en vannprøve for analyse.

Kornfordelingskurver basert på masseprøvene er vist i bilag 28. Midlere **hydraulisk konduktivitet** for de to nivåene det er tatt masseprøver fra er  $K = 2.5 \cdot 10^{-4}$  m/s. Dette er i samme størrelsesorden som midlere hydraulisk konduktivitet for Svarva, beregnet etter prøvepumpingsdata. Vi har imidlertid en feilkilde i og med at en del finstoff antakelig er spylt vekk slik at midlere K-verdi kan være lavere.

**Vannmengden** som renner ut av det artesiske hullet ble målt den 02.10.92 og den 20.10.92. Vi fikk da samlet opp mesteparten av vannet, og vannmengden ble målt til ca. 0.8 l/s ved begge anledninger.

**Vannanalysene** (vedlegg 29) viser varierende resultater. Natriumkonsentrasjonen i prøven fra 6.5-7.5 m er noe høy, men innenfor normen. Den relativt høye verdien kan skyldes utluting fra leire i laget like over. For øvrige prøver er natriumkonsentrasjonene lavere. Kloridkonsentrasjonene og ledningsevnen har verdier innenfor "normalområdet" for alle prøvene. Saltinnholdet er dermed neppe unormalt høyt.

Jerninnholdet er noe høyt i prøvene tatt ved boringen, men ikke påvisbart i prøven tatt den 20.10.92. Det siste kan skyldes at denne prøven er tatt ved markoverflaten (av utstrømmende vann) slik at jernet kan ha blitt oksydert og felt ut. Dette tyder på at jernet er relativt lett å fjerne ved lufting og evt. filtrering.

Kalsiumkonsentrasjonene er også her nokså høye etter norske forhold, rundt 50-60 mg Ca/l, og alkaliteten er høy. Øvrige analyseverdier ligger innenfor normene for god drikkevannskvalitet. Fluorinnholdet varierer mellom 0.7 og 1.0 mg/l. Dette er gunstige konsentrasjoner mht. tannhelse (Ellingsen, 1992).

## 6.5 Grunnvannsmuligheter i fjell

De dominerende bergartene i det aktuelle området er generelt nokså tette, og gir vanligvis små vannmengder. Unntaket er kalksteinsbergartene, som kan gi mer enn 1 l/s hvis den er godt oppsprukket eller har utviklet karstganger. Brønner i kalkstein gir ofte svært hardt vann. Kalkbergarter finner vi først og fremst i Vanderås-området, og ved Kne på vestsiden av Snåsavatnet.

Den eksisterende fjellbrønnen ved Vanderås kan muligens suppleres med flere fjellbrønner i samme område, dersom nye brønner plasseres slik at de ikke influerer på hverandre/trekker på samme magasin.

Ved Vanderås er det observert flere kildeutspring i fjell et stykke ovenfor brønnen. Disse kildeutspringene danner tilsammen en bekk som renner ned mot brønnpunktet. I august 1992 ble det foretatt feltbefaring samt to sonderboringer, P4 og P5 (vedlegg 26 og 27) i området like nedenfor disse kildeutspringene. Hensikten var å undersøke mulighetene til å samle opp kildevannet, evt. supplert med grunnvann fra en strandavsetning som bekken renner over. Vannet kunne i så fall føres ved selvføll til høydebasseng ved den eksisterende fjellbrønnen.

Sonderboringene viste hhv. 2.5 og 1.5 m med løsmasser over fjell. Mulighetene for å ta ut grunnvann fra løsmassene ble derfor vurdert som dårlige. Evt. oppsamling av kildevann bør utføres slik at en ikke risikerer at vannet forurennes før det når høydebassenget. Det vil si at vannet bør føres i ledning fra hvert enkelt kildeutspring.

Det ble tatt vannprøver for uorganisk kjemiske analyser fra fjellbrønnen ved Vanderås, og fra kildebekken ovenfor brønnen. Resultater av analysene framgår av vedlegg 29.

Vannet i fjellbrønnen ble prøvetatt i springen på nærmeste gård. Vannanalysen viser forholdsvis høyt kobberinnhold. Dette tyder på at vannkvaliteten er påvirket av utfellinger i armatur og rør. Kalsiuminnholdet er høyt, likedan alkaliteten. pH-verdien er 7.31, dvs. relativt lav, men innenfor det akseptable. Vannkvaliteten ligger forøvrig innenfor normene for god vannkvalitet.

Vannet fra kildebekken har jevnt over god kjemisk kvalitet, bortsett fra noe høyt kalsiuminnhold.

## 6.6 Vurdering av forurensningstrusler

Grunnvannet i løsavsetningene er vanligvis bedre beskyttet mot forurensninger enn grunnvannet i fjell. Dette gjelder særlig dersom det ligger finkornige masser over grunnvannsmagasinet. Når det gjelder randåsen ved Sem kan landbruket utgjøre en potensiell forurensningsfare, likedan masseuttak hvor store deler av umettet sone fjernes. En liten grovavfallsfylling er observert nedenfor grustaket mot elva. Det er ikke kjent hvor lenge det har blitt fylt grovavfall her, og i hvilket omfang. Dette bør klarlegges i videre undersøkelser. Det bør også undersøkes om husholdningsavfall er deponert her.

I løsmassene ved Sem er grunnvannet ved P2 bedre beskyttet mot forurensninger enn ved P1 pga. det overliggende laget med tett leire.

Fjellbrønner og kilder kan forurenses via sprekker o.l. i fjellet. Sprekkesystemer kan i ugunstige tilfeller transportere forurensninger over relativt lange avstander. Forurensningskilder i de aktuelle områdene Vanderås og Kne kan være landbruk, husdyr på beite, evt. utette siloer, gjødselkjellere og utette avløpssystem.

## 6.7 Oppfølgende undersøkelser

Det bør gjøres oppfølgende undersøkelser av grunnvannsforekomsten ved P2 for å vurdere kapasitet, vannkvalitet og influensområde nærmere. Dette kan skje i form av langtidspørvepumping. Skullerud (1993) har gjort en detaljert beskrivelse av brønntutforming. Det foreslås å bruke 2 stk. Ø2" sandspisser hvor filterene plasseres i forskjellig nivå under bakken:

Sandspiss 1:	7.5 - 10.5 m
Sandspiss 2:	11.5 - 14.5 m

I løpet av prøvepumpingsperioden kan en da bestemme hvilken filterplassering som er gunstigst.

Filteret bør være kontinuerlig slisset med slisseåpning 0.5 mm.

## 6.8 Konklusjon

De beste mulighetene for grunnvannsuttak av ønsket størrelse er i randåsen ved Sem. Undersøkelsesboringene har vist svært varierende forhold både med hensyn til massesammensetning, vannmengder og vannkvalitet. Den artesiske forekomsten ved Semselva (P2) vurderes som den gunstigste boringen hittil. Høsten 1992 rant det kontinuerlig, uten pumping, nok vann ut av borhullet til å dekke midlere vannbehov for hele Følling forsyningsdistrikt.

Den artesiske forekomsten ved P2 er godt beskyttet mot forurensninger pga. overliggende tette masser. Dette gjør at omfanget av eventuelle klausuleringer antakelig blir lite. Et vannuttak fra P1 vil derimot komme i konflikt med driften i grustaket.

Andre alternativer for å dekke vannbehovet i området kan være

- flere fjellbrønner ved Vanderås, eventuelt også ved Kne
- supplering av fjellbrønnen ved Vanderås med vann fra kildeutspring
- overføring av vann fra grunnvannsbrønn ved Røsegg

Det siste vil bli en relativt dyr løsning, pga. lang overføringsledning.

Området er tidligere beskrevet i NGU Rapport 92.201 (Hilmo -92) og vannbehovet er opgitt til 1,5 l/sek. Rapporten konkluderer med at den beste lokaliteten for grunnvannsuttak er den store breelvavsetningen ved Skjålågrind som ligger 3-4 km sørøst for Hyllbrua. Analyser av grunnvannet viser imidlertid høye verdier for mangan (0,19 og 0,21 mg/l). Rapporten anbefaler også en grundig registrering av kapasitet og kvalitet av kildene i foten av breelvavsetningen ved Nyheim med tanke på grunnvannsforsyning til Hyllbrua.

Kommunen ønsket imidlertid mer detaljerte undersøkelser nærmere forsyningsstedet og det ble foretatt tilsammen fire boringer i breelvavsetningene ved Tollstad og Giskås, vedlegg 31 - 34. I tillegg ble det tatt vannprøve for kjemisk analyse fra en brønn ved Skogli sørvest for Giskås. Denne brønnen forsyner bebyggelsen på Giskås og en gård ved Vålen med drikkevann og mates av en bekk med utspring i oppstrøms kilder. Plasseringen av boringene og prøvetatt brønn går fram av kartet, vedlegg 30.

Boring 1, nord for gården Tollstad, viser 13,5 m leire over tette grusige masser til 23,5 m, vedlegg 31. Det ble prøvepumpet i det antatt gunstigste nivået mellom 16,5 og 17,5 m under bakken. Prøvepumpingen ga ikke målbare mengder vann. Dette skyldes trolig at grusen er leir-/siltblandet.

Boring 2, nordøst for gården Tollstad, viser 1,5 m stein, grus og sand over leire til 18,5 m. Deretter var det tett morene til antatt fjell på 21 m, vedlegg 32.

De grusige massene i nivå 13,5 - 23,5 m i boring 1 indikerer muligheter for grunnvannsuttak. Dette bør undersøkes nærmere med supplerende boringer i samme område for evt. å påvise lokaliteter der gruslaget har mindre finstoffinnhold enn i det undersøkte borhullet.

Boring 3, sør for Giskås, viser 6,5 m grusig morene over siltig sand til 11,5 m. Over fjellet, som er påvist på 12,5 m, ligger 1 m tett morene, vedlegg 33.

Boring 4, ca. 350 m sørøst for boring 3, viser 5,5 m sand/finsand over leire. Fjell er påvist fra 10 m, vedlegg 34.

Ingen av boringene sør for Giskås indikerer muligheter for grunnvannsuttak.

De kjemiske analysene av vannet fra brønnen på Skogli ved Giskås, vedlegg 35, viser høye verdier for nitrat (17,1 mg/l) og kobber (0,16 mg/l) og noe lav pH (6,1). Nitratinnholdet kan skyldes påvirkning fra landbruksaktivitet i området, mens kobberinnholdet trolig skyldes utløst kobber fra vannrørene mellom brønnen og springen der prøven ble tatt. Det er

muligheter for heving av vannkvaliteten dersom det legges klausuler på arealbruken oppstrøms brønnen. Brønnen bør kapasitetstestes for vurdering av økt uttak.

Ni av husene på Hyllbrua forsynes med vann fra en gravd brønn nær bebyggelsen (se kartet, vedlegg 30). Kjemiske analyser som er utført av Næringsmiddelkontrollen viser at vannet har god kjemisk kvalitet bortsett fra noe lav pH (6,4) og høyt jerninnhold (0,12 mg/l), vedlegg 35. Kilden bør kapasitetstestes for vurdering av økt uttak.

Fjellbrønnen ved Vålen (se kartet, vedlegg 30) forsyner i dag 6 hus med vann. Vannet er hardt og inneholder mye mangan (0,16 mg/l), men er ellers av god kjemisk kvalitet, vedl 35. Fluoridinnholdet er så høyt (1,4 mg/l) at brukerne av vannet ikke trenger andre fluortilskudd. Kapasiteten er målt til 0,5 l/sek. (NT CONSULT -92). Dette indikerer at det er mulig å forsyne hele området med grunnvann fra fjellbrønner, men kapasitet og vannkvalitet på eventuelle nye fjellbrønner kan først vurderes etter prøvepumping.

Alternative løsninger for grunnvannsforsyning til Hyllbrua blir da:

- Kilden ved bebyggelsen på Hyllbrua bygges ut for større uttak dersom kapasiteten er stor nok.
- Etablering av en eller flere nye fjellbrønner. Dette vil, sammen med eksisterende fjellbrønn ved Vålen, kunne dekke vannbehovet.
- Utbygging av grunnvannsanlegg i breelavsetningen ved Skjålågrind. Et slikt anlegg vil i tillegg kunne forsyne bebyggelsen langs ledningstraseen.
- Utbygging av vannverk i kildene i foten av brelvterrassen ved Nyheim dersom kapasitet og kvalitet er tilfredstillende.
- Grunnvannsverk etableres i området ved boring 1 nord for Tollstad dersom nye boringer påviser muligheter for uttak.
- Brønnen ved Skogli sør for Giskås bygges ut for økt uttak dersom kapasiteten er stor nok og kvaliteten blir tilfredstillende etter klausulering.

Området er tidligere beskrevet i NGU Rapport 92.201 (Hilmo -92). Rapporten viser til flere randåser med muligheter for grunnvannsuttak fra løsmassene. Borebrønner i fjell er også angitt som alternativ for å dekke det oppgitte vannbehovet på 0,4 l/sek.

De oppfølgende undersøkelsene har omfattet tre løsmasseboringer i randåsene ved Hafstad og Hofstad og en løsmasseboring i en brelvavsetning ved Oksvoll, vedlegg 37 - 40. I tillegg er det utført kjemiske analyser av vannet fra en grunnvannskilde ved Hofstad og en fjellbrønn ved Heistad, vedlegg 35. Plasseringen av borpunktene, kilden og fjellbrønnen går fram av kartet, vedlegg 36.

Boring 1, sør for Hafstad ved elva Figga, viser 8,5 m sand med leirlag over fjell, vedlegg 37. Det er ikke muligheter for grunnvannsuttak her.

Randåsen ved Hofstad er undersøkt med 2 boringer. Boring 2, ved foten av åsen øst for Hofstadmyra, viser silt/leire til 11,5 m over sand/silt til 21,5 m, vedlegg 38. Midt på åsen, nord for Hofstadmyra, viser boring 3 tett grus/morene til 15,5 m, vedlegg 39. Boringene indikerer at mulighetene for grunnvannsuttak fra rørbrønn i løsmassene er små.

Kildeutslag nord for randåsen nyttes som vannforsyning til en av Hofstadgårdene. Brønnen er prøvetatt for kjemisk analyse av vannet, vedlegg 35. Resultatene viser høye verdier for jern (0,21 mg/l) og mangan (0,13 mg/l) og lav pH (5,44). Høyt nitratinnhold (14,8 mg/l) indikerer at vannet er påvirket av gjødsling fra landbruket. Kapasiteten til kildeutslaget er ikke målt.

Boring 4 nord for Oksvoll viser 1,5 m grus over sand/finsand til 19,5 m, vedlegg 40. Resultatene av boringen viser små muligheter for grunnvannsuttak på denne lokaliteten.

Ut fra de fire boringene er det ikke påvist egnede lokaliteter for grunnvannsuttak fra løsmasser. Det kan likevel ikke utelukkes at mulighetene er større i andre deler av avsetningene eller i andre avsetninger i nærheten.

Nord for Heistad er det tidligere etablert 2 fjellbrønner som vannforsyning til enkelthus. Bergarten i området er metasandstein og brønnene er 120 og 60 m dype. Den dypeste brønnen er prøvetatt for kjemisk analyse av grunnvannet, vedlegg 35. Analyseresultatene viser høyt manganinnhold (0,21 mg/l) og høyt kalsiuminnhold (hardt vann), men ellers god kjemisk kvalitet.



Kapasiteten av fjellbrønnene er ikke kjent, men 1 - 3 fjellbrønner vil trolig dekke det oppgitte vannbehovet for området Heistad - Hafstad. Aktuelle lokaliseringer av et slikt grunnvanns-anlegg er øst for Heistadberget eller inn mot åsen øst for Oksvoll/Tanem.

## 9 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I OMRÅDET STOD - KVAM

Området er tidligere beskrevet i NGU Rapport 92.201 (Hilmo -92) og vannbehovet er oppgitt til 1.3 l/sek. Rapporten viser til flere løsmasseavsetninger i området som kan være aktuelle for grunnvannsuttak. Kommunen ønsket å få randavsetningen som ligger tvers over Snåsavatnet ved Veines - Klinga undersøkt med tanke på regional vannforsyning. Avsetningen er undersøkt med 2 boringer, vedlegg 42 og 43. Plasseringen av borpunktene går fram av kartet, vedlegg 41.

Boring 1, nord for Snåsavatnet ved idrettsplassen på Veines, viser 3,5 m sand og grus over finsand og silt. Boringen er avsluttet mot tett morene/fjell på 15,5 m, vedlegg 42. Resultatet av boringen viser at det ikke er muligheter for større grunnvannsuttak på denne lokaliteten.

Boring 2, sør for Snåsavatnet ved gården Klinga, viser 2,5 m sand og grus over sand og finsand/silt. Boringen er avsluttet på 19,5 m, vedlegg 43. Heller ikke her er det muligheter for større grunnvannsuttak.

Eksisterede Ø5" rørbrønn ved Utgard har kapasitet på 3 l/sek. Dette er nok til å dekke det lokale behovet, men kapasiteten kan trolig utvides ved etablering av en eller flere nye brønner i nærheten. Dette kan klarlegges ved oppfølgende grunnundersøkelser i form av langtids prøvepumping.

Ved Sagtangen, ca. 3 km øst for Klinga, ligger en mindre breelavsetning ned mot Snåsavatnet hvor det kan være muligheter for større grunnvannsuttak. Kommunen ønsket ikke å få avsetningen undersøkt i denne omgangen, men på sikt bør mulighetene her kartlegges med boringer.

## 10 REFERANSER

- Andersson, A.C. m.fl. (1984): Brunnar. Undersøkning - Dimensionering - Borrning - Drift. *Statens råd för bygnadsforskning, Stockholm.*
- Bargel, T.H. og Hugdahl, H. (1986): Hyllbrua. Kvartærgeologisk kart CWX 139140, M=1:20.000. *NGU.*
- Carlson, L. og Gustafson, G. (1991): Provpumpning som geohydrologisk forskningsmetodik. *Statens råd för bygnadsforskning, Stockholm.*
- Ellingsen, K. (1992): Grunnvannskvalitet. Problemer og tiltak. GiN-veileder nr. 12. *Skrifter 106, NGU.*
- Ensby, S. (1990): Grunnvannsundersøkelser i løsmasser. GiN-veileder nr.3. *Skrifter 99 NGU.*
- Hilmo, B.O. (1992): Grunnvann i Steinkjer kommune. *NGU Rapport 92.201.*
- NT-Consult (1992): Steinkjer kommune, vannforsyning Hyllbrua. Vurdering av bestående vannanlegg ved skolen (Vålen vasslag). *Sak 491141.*
- Skullerud, E.C. (1993): Bruk av grunnvann som alternativ vannforsyningskilde for kretser i Steinkjer kommune (upubl.). *Hovedoppgave ved Institutt for vassbygging, NTH.*
- Statens Institutt for Folkehelse (1987): Beskyttelse av drikkevannskilder. *Veiledning A3.*
- Statens Institutt for Folkehelse (1987): Kvalitetsnormer for drikkevann. *Veiledning G2.*
- Steinkjer kommune (1992): *Hovedplan vann.*
- Sveian, H. (1985): Stiklestad. Kvartærgeologisk kart 1722 IV, M = 1:50.000. *NGU.*
- Sveian, H. (1988): Steinkjer. Kvartærgeologisk kart 1723 III, M = 1:50.000. *NGU.*
- VIAK AB (1984): Steinkjer kommune. Fremtidig vannforsyning i Steinkjer kommune. Redegjørelse for hydrogeologiske undersøkelser 1984. *Rapport 6112.83.1249.*

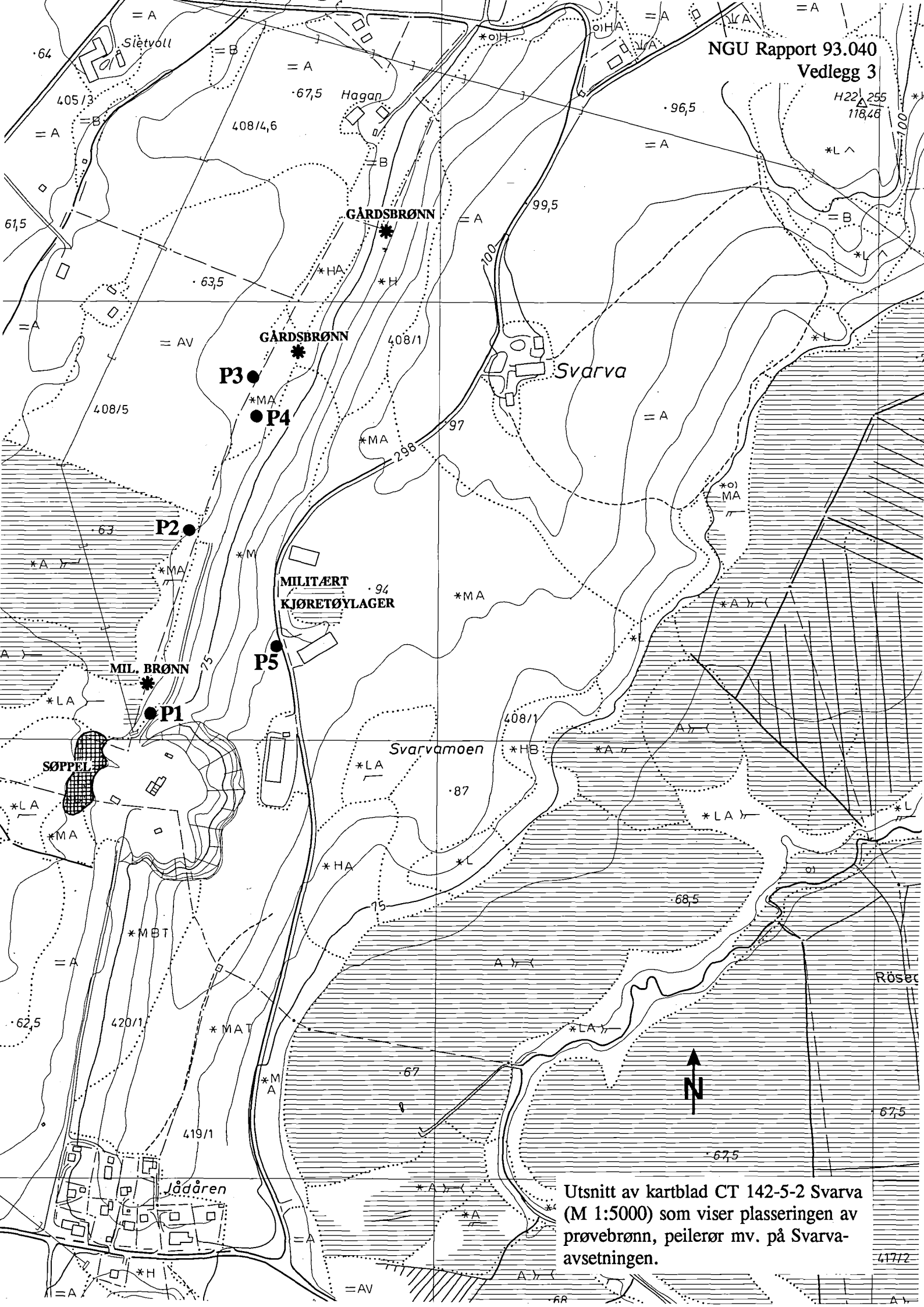


NGU OVERSIKTSKART MED DE VURDERTE OMRÅDER STEINKJER KOMMUNE NORD-TRØNDELAG FYLKE	MÅLESTOKK	MÅLT	
		TEGN	
	1: 250 000	TRAC IL	APRIL 1993
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	93.040-01		

## VANNBEHOV FOR OMRÅDENE JÅDÅREN-FØLLING.

Det er regnet med et spesifikt vannforbruk på 200 l/p.e. · døgn.

Område	Antall person-ekvivalenter	Midlere vannbehov $Q_{\text{midl.}}$	Maks. døgnforbruk $Q_{\text{d,maks.}}$	Maks. timeforbruk $Q_{\text{h,maks.}}$
	p.e.	[l/s]	l/s]	[l/s]
Jådåren-Svarva-Røsegg	300	0.7	1.4	4.5
Følling-Kne	255	0.6	1.2	4.1
Beitstad-Veldemelen	1355	6.1	7.1	16.7



Utsnitt av kartblad CT 142-5-2 Svarva (M 1:5000) som viser plasseringen av prøvebrønn, peilerør mv. på Svarvaavsetningen.

**SONDERBORING, UNDERSØKELSEBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Svarva, Steinkjer kommune

**DATO:** 29.08.91

**BORPUNKT NR:** 1

**BORUTSTYR:** Borro borerigg

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723-3    **SONE:** 32    **Ø-V:** 6196    **N-S:** 71112

**NGO-KOORDINATER:**

**KARTBLAD:**                      **AKSE:**                      **Y(Ø-V):**                      **X(N-S):**

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 75 m

**BRØNN-/FILTERTYPE:** 5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:** 1.5 m

**MERKNAD:** røret står igjen på 23.5 m

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	stein, grus og sand		S		B					
	sand	0,19			B					
3.5	Leire	0,08		2	G					
	sand og grus	0,40	DS	3	G					
5.5	sand og grus	0,56	DS	3	G		15	0.5		MP + VP
	sand og grus	1,30	DS	3						
7.5		1,25	S	6-8			15	0.6		MP + VP
	sand og grus	1,10	S	5	G					
9.5		0,50	S	2-5	G					middels vanngj.g
	sand og grus	1,00	S	3	G					
11.5		0,40	S	3	G		15	1.7		MP + VP
	sand og grus	1,20	S	4-6	G					
13.5		1,20	S	4	G					god vanngj.gang
	sand og grus	0,55	S	3	G					
15.5		1,27	S	3	G					liten vanngj.ga
	moreneaktig sa/gr	2,23	S	5	G					
17.5	moreneaktig sa/gr	1,52	S	5	G		15	0.7		MP + VP
	moreneaktig sa/gr	1,30	S	5	G					
19.5		1,21	S	3	G					middels vanngj.g
	moreneaktig sa/gr	1,30	S	5	G					
21.5		1,40	S	3-5	G					middels vanngj.g
	sand	1,25	S	3-5						
23.5	sand og grus	0,40	S	2			15	2.0		MP + VP
	sand og grus	0,53	S	1-3						
25.5	siltig sand/grus	1,40	S	5						
	silt	1,47	S	5						
27.5	sand	0,23	S	5						
	sand	0,21	DS	5						
29.5	lagdelt silt/sand	2,55	S	10	G					

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

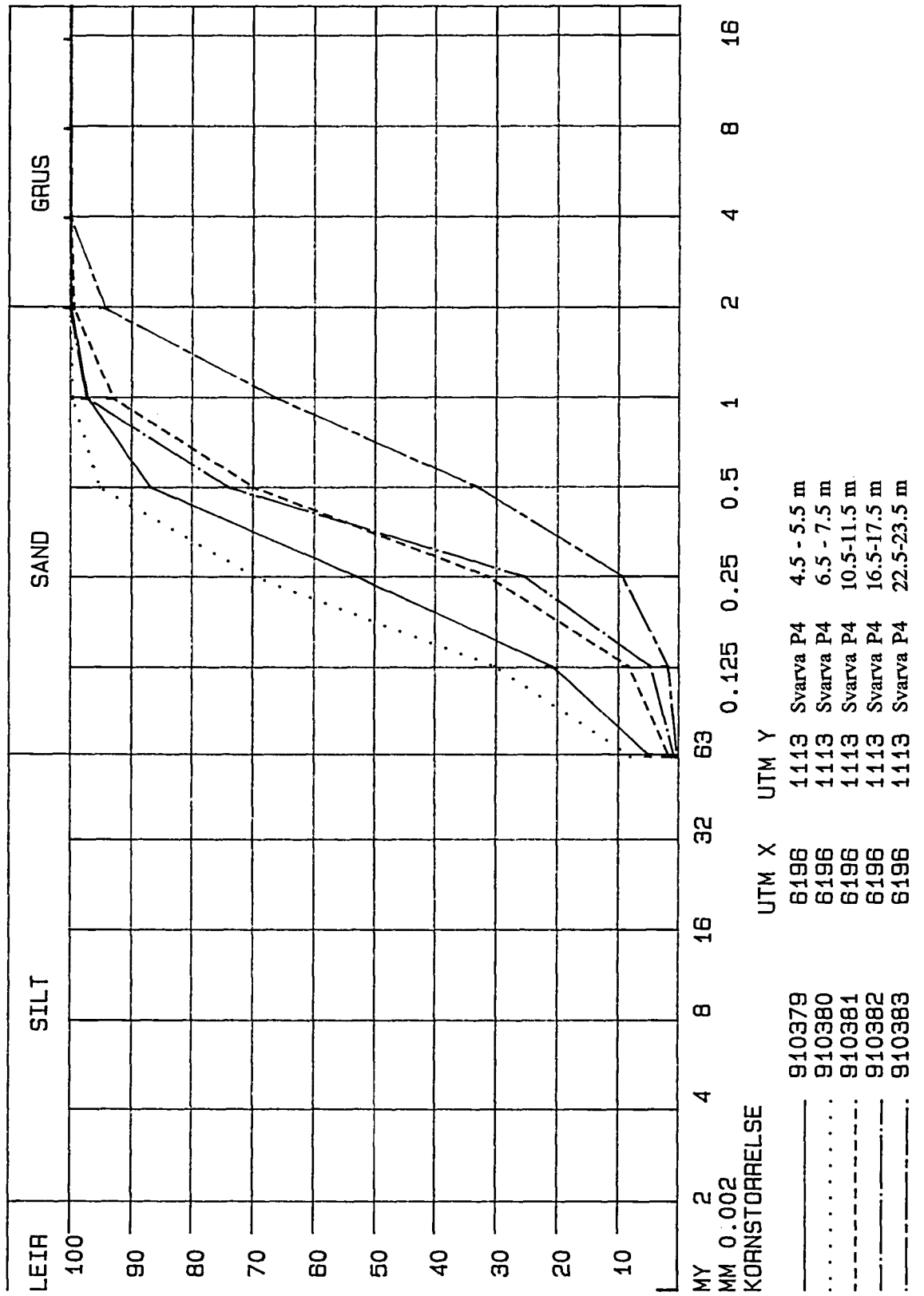
MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

XXXX XXXX



Asla/Geonor  
Navn :

Program : POLAR

Version : 3.20

Kommando : U

X

Y

H

Kode

Status

NGU Rapport 93.040

Vedlegg 6

4  
4  
4

680028.173

35679.388

70.888

F

680235.947

35715.260

65.593

F

680408.506

35788.730

66.301

F

680368.110

35792.012

68.764

F

Navn :

X

Y

H

Kode

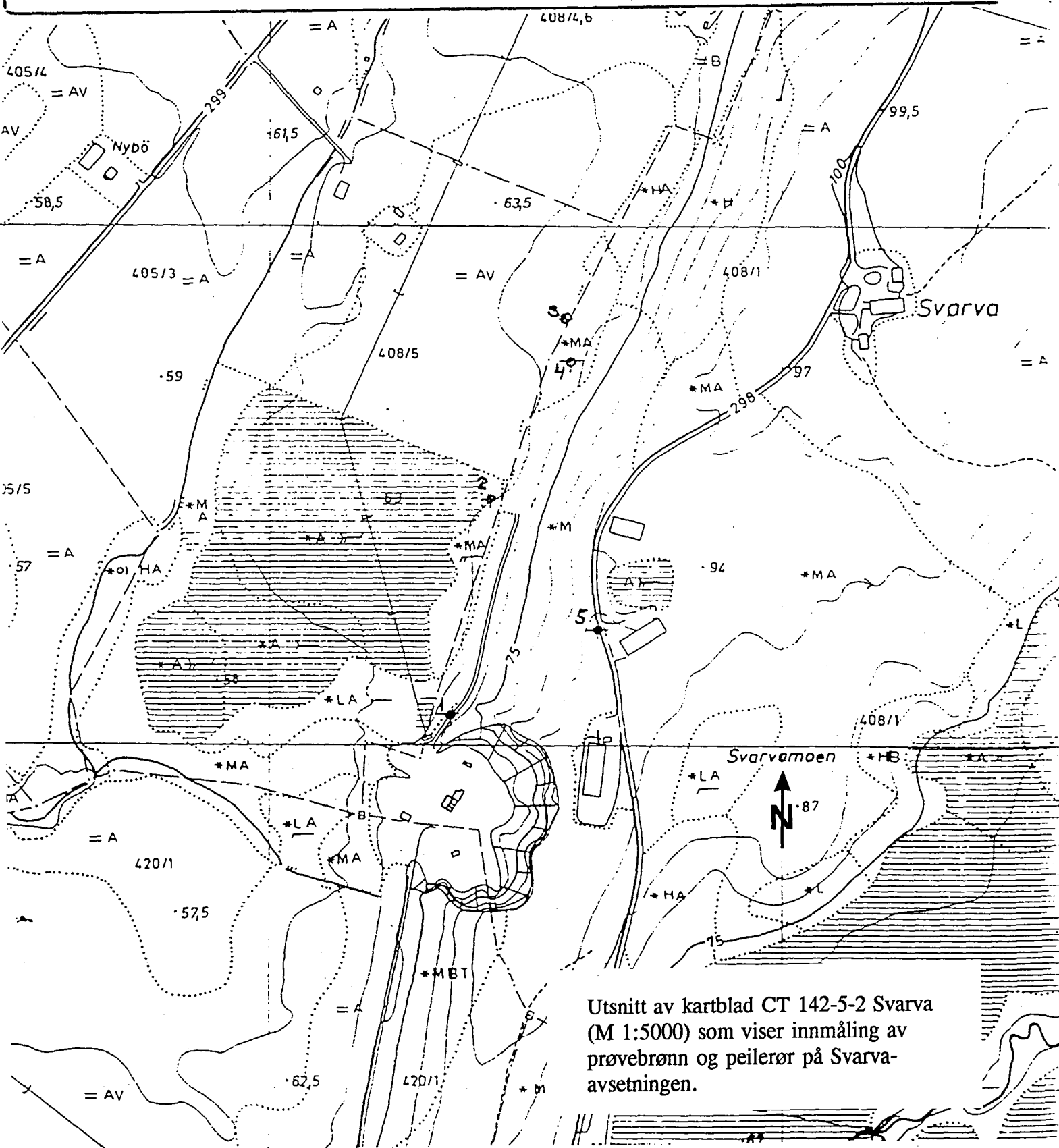
Status

680110.054

35820.652

91.156

F



Utsnitt av kartblad CT 142-5-2 Svarva  
(M 1:5000) som viser innmåling av  
prøvebrønn og peilerør på Svarva-  
avsetningen.



Dato	Tid fra pumpestart [min]	Anm.	P1 (v/ grustak)			P2 (myra)			P3 (jordekant)			
			Vannstand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunnvann [m.o.h.]	Vannstand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunnvann [m.o.h.]	Vannstand u/ topp rør	Senkning [m]
11.08.92			4,510		66,078	65,593	1,020					65,281
01.09.92			4,540			"	1,220					
"	0,0	pumpestart	4,540	0,000	70,588	65,593	1,220	0,000		66,301	65,081	
"	0,3											
"	0,8											
"	0,8											
"	1,0											
"	1,2											
"	1,4											
"	1,7											
"	1,9	14.3 l/s										
"	2,6											
"	3,1											
"	3,4											
"	4,2											
"	4,8											
"	5,5											
"	6,6											
"	9,3											
"	12,0						1,230	0,010			65,071	
"	15,5											
"	17,5											

Dato	Tid fra pumpe-start [min]	Anm.	P1 (v/ grustak)				P2 (myra)				P3 (jordekant)						
			Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunn- vann [m.o.h.]	Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunn-vann [m.o.h.]	Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunn- vann [m.o.h.]			
"	22,7																
"	27,0													1,230	0,010		65,071
"	31,0																
"	37,7																
"	51,0																
"	58,0													1,230	0,010		65,071
"	62,2																
"	65,0		4,530	-0,010		66,058											
"	86,0																
"	90,0								artesisisk					1,230	0,010		65,071
"	105,0																
"	109,0													1,230	0,010		65,071
"	114,0																
"	145,0		4,520	-0,020		66,068											
"	320,0		4,520	-0,020		66,068			artesisisk					1,230	0,010		65,071
02.09.92	1220,0		4,530	-0,010		66,058			artesisisk					1,255	0,035		65,046
04.09.92	4220,0	900 l/min	4,570	0,030		66,018			artesisisk					1,350	0,130		64,951
07.09.92	8680,0		4,615	0,075		65,973			artesisisk					1,500	0,280		64,801
08.09.92	9990,0	800 l/min	4,620	0,080		65,968			artesisisk					1,520	0,300		64,781
15.09.92	20150,0		4,720	0,180		65,868			artesisisk					1,680	0,460		64,621
22.09.92	30560,0	800 l/min	4,790	0,250		65,798			artesisisk					1,780	0,560		64,521
24.09.92	33170,0	600 l/min	4,800	0,260		65,788			0,050					1,795	0,575		64,506

PEILEDATA SVARVA

Dato	Tid fra pumpe-start [min]	Anm.	P1 (v/ grustak)				P2 (myra)				P3 (jordekant)			
			Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunn- vann [m.o.h.]	Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunn-vann [m.o.h.]	Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunn- vann [m.o.h.]
20.10.92	55030,0	600 l/min →400 l/min	4,900	0,360		65,688	frosset			1,800	0,580			64,501
23.10.92	59230,0		4,900	0,360		65,688	frosset			1,770	0,550			64,531
27.10.92	64930,0		4,920	0,380		65,668	frosset			1,770	0,550			64,531
03.11.92	75235,0		4,910	0,370		65,678	0,170			1,760	0,540	65,423		64,541
10.11.92	85300,0		4,920	0,380		65,668	frosset			1,780	0,560			64,521
26.11.92	108285,0	400 l/min	4,920	0,380		65,668	frosset			1,760	0,540			64,541
"	108285,0	pumpestopp												
"	108300,0													
"	108310,0													
"	108326,0													
"	108510,0													
"	108730,0	gbr. tom												
"	108745,0		4,910	0,370		65,678	frosset			1,765	0,545			64,536
27.11.92	109840,0		4,905	0,365		65,683	frosset			1,750	0,530			64,551
04.12.92	119725,0		4,850	0,310		65,738	frosset			1,620	0,400			64,681
10.12.92	128545,0		4,800	0,260		65,788	frosset			1,550	0,330			64,751
14.12.92	134110,0		4,700	0,160		65,888	frosset			1,500	0,280			64,801
16.12.92	136990,0		4,750	0,210		65,838	frosset			1,500	0,280			64,801
17.12.92	138430,0		4,700	0,160		65,888	frosset			1,500	0,280			64,801

PEILEDATA SVARVA

Dato	Tid fra pumpestart [min]	Anm.	P4 (v/ brønnen)				P5 (åskammen)				
			Vannstand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunnvann [m.o.h.]	Vannstand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunnvann [m.o.h.]	
11.08.92			1,800			66,078	24,960			65,593	
01.09.92			1,814				24,890				
"	0,0	pumpestart	1,814	0,000	68,764	66,950	24,890	0,000	91,156	66,266	
"	0,3		1,820			66,944					
"	0,8		1,840			66,924					
"	0,8		1,850			66,914					
"	1,0		1,880			66,864					
"	1,2		1,920			66,844					
"	1,4		2,250			66,514					
"	1,7		2,300			66,464					
"	1,9	14.3 l/s	2,320			66,444					
"	2,6		2,450			66,314					
"	3,1		2,470			66,294					
"	3,4		2,480			66,284					
"	4,2		2,500			66,264					
"	4,8		2,510			6,254					
"	5,5		2,520			66,244					
"	6,6		2,530			66,234					
"	9,3		2,550			66,214					
"	12,0										
"	15,5		2,570			66,194					
"	17,5		2,610			66,154					

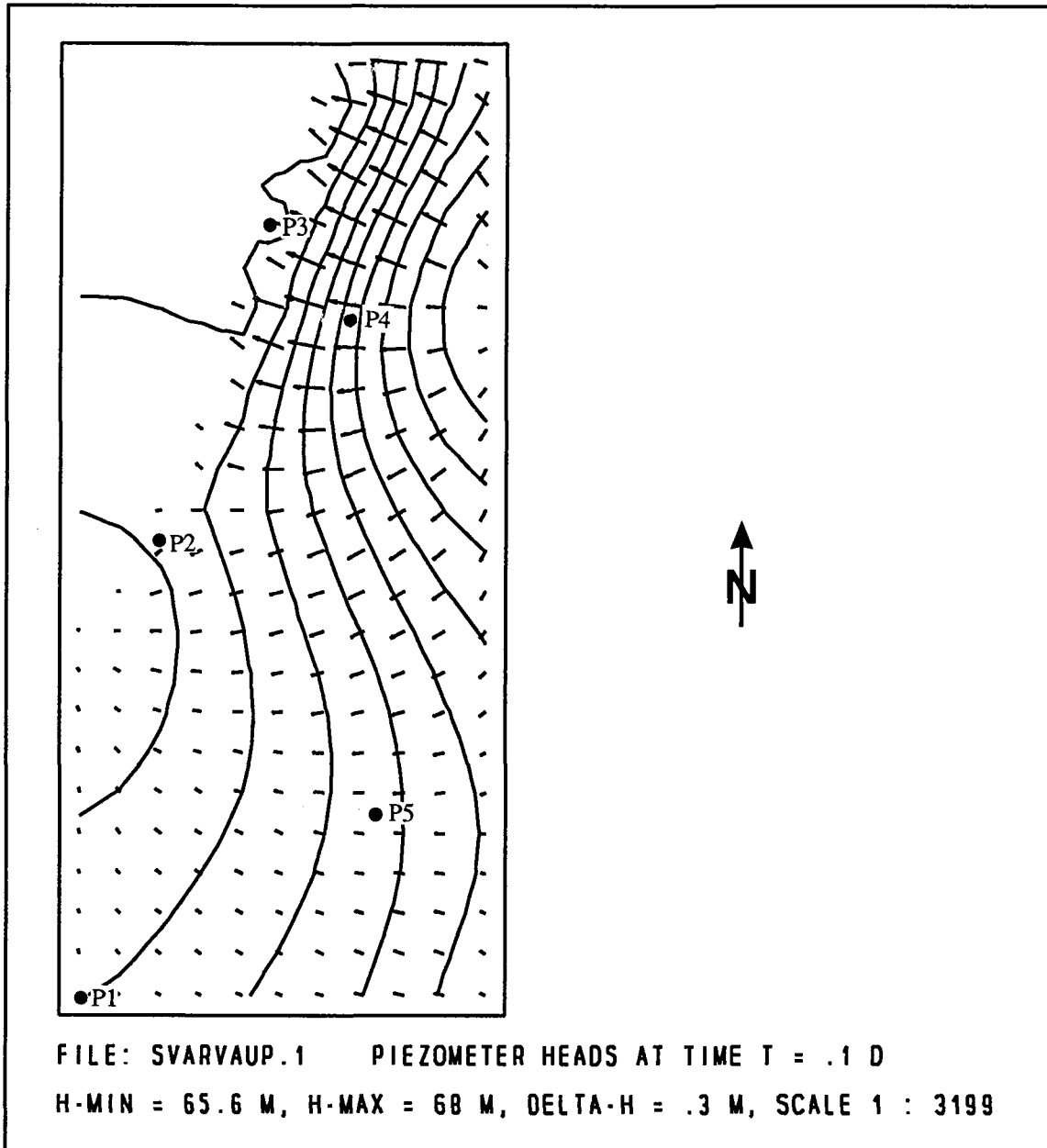
PEILEDATA SVARVA

Dato	Tid fra pumpe-start [min]	Anm.	P4 (v/ brønnen)				P5 (åskammen)						
			Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunnvann [m.o.h.]	Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunnvann [m.o.h.]			
"	22,7		2,620			66,144							
"	27,0												
"	31,0		2,630			66,134							
"	37,7		2,640			66,124							
"	51,0		2,650			66,114							
"	58,0												
"	62,2		2,660			66,104							
"	65,0			-0,010			24,890	0,000		66,266			
"	86,0		2,680			66,084							
"	90,0												
"	105,0		2,690			66,074							
"	109,0												
"	114,0		114,0			66,070							
"	145,0			-0,020									
"	320,0		2,790	-0,020		65,974	24,890	0,000		66,266			
02.09.92	1220,0		2,990	-0,010		65,774	24,900	0,010		66,250			
04.09.92	4220,0	900 l/min	3,290	0,030		65,484	24,990	0,100		66,166			
07.09.92	8680,0		3,520	0,075		65,244	25,100	0,210		6,056			
08.09.92	9990,0	800 l/min	3,556	0,080		65,208	25,102	0,212		66,054			
15.09.92	20150,0		3,860	0,180		64,904	25,250	0,360		65,906			
22.09.92	30560,0	800 l/min	4,060	0,250		64,704							
24.09.92	33170,0	600 l/min	4,085	0,260		64,679	25,400	0,510		65,756			

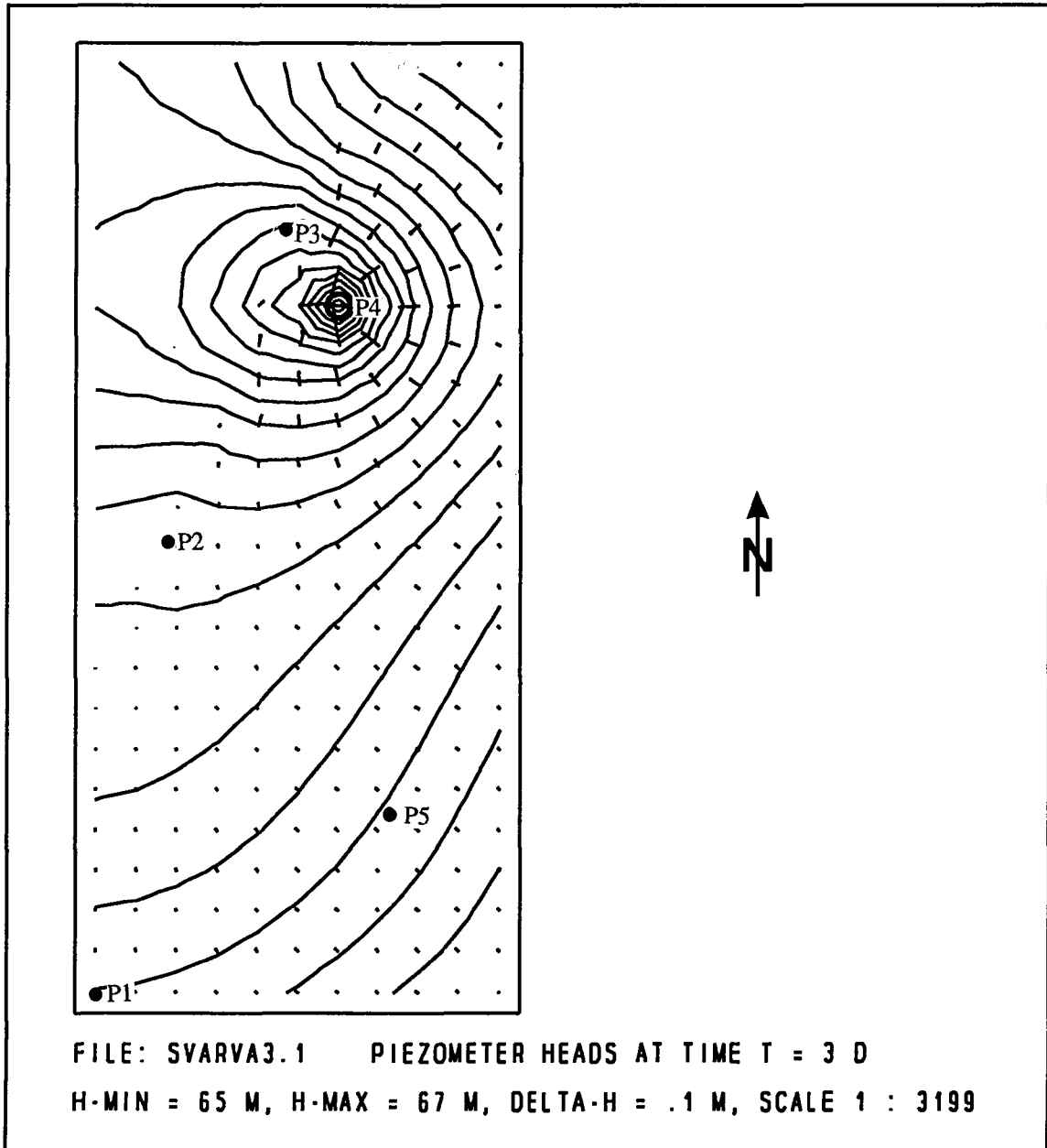
PEILEDATA SVARVA

Dato	Tid fra pumpe-start [min]	Anm.	P4 (v/ brønnen)				P5 (åskammen)			
			Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunn- vann [m.o.h.]	Vann-stand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunn-vann [m.o.h.]
20.10.92	55030,0	600 l/min →400 l/min	4,150	0,360		64,614	25,630	0,740		65,526
23.10.92	59230,0		3,610	0,360		65,154	25,530	0,640		65,626
27.10.92	64930,0		3,610	0,380		65,154	25,530	0,640		65,626
03.11.92	75235,0		3,570	0,370		65,194	25,530	0,640		65,626
10.11.92	85300,0		3,560	0,380		65,204	25,590	0,700		65,566
26.11.92	108285,0	400 l/min	3,580	0,380		65,184	25,530	0,640		65,626
"	108285,0	pumpestopp								
"	108300,0		3,370			65,394				
"	108310,0		3,360			65,404				
"	108326,0		3,330			65,434				
"	108510,0		3,250			65,514				
"	108730,0	gbr. tom								
"	108745,0		3,200	0,370		65,564	25,500	0,610		65,656
27.11.92	109840,0		3,120	0,365		65,644	25,500	0,610		65,656

PEILEDATA SVARVA

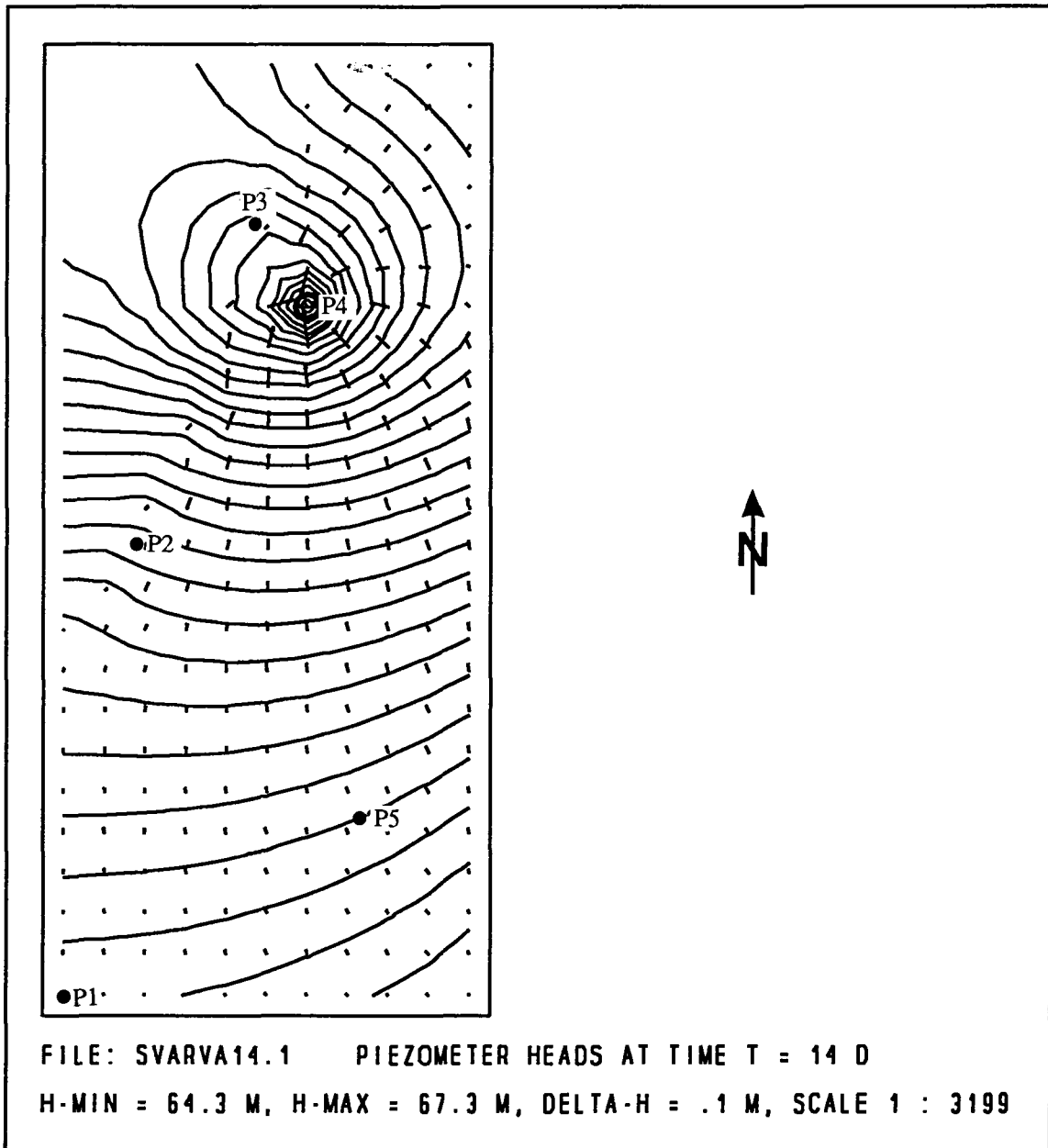


Grunnvannskoter Svarva, 01.09.92, uten pumping

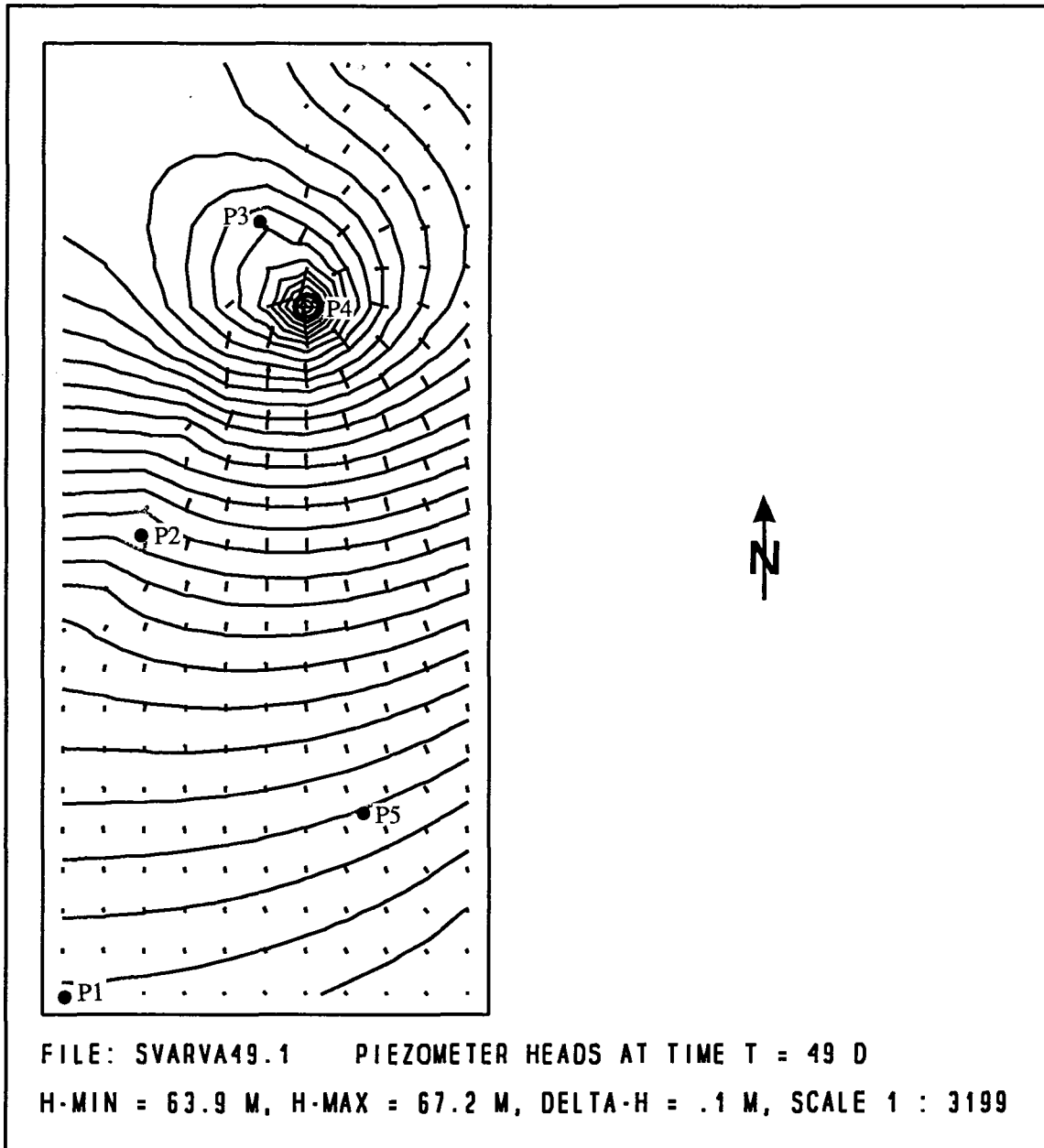


Grunnvannskoter Svarva, 04.09.92, 3 døgn etter pumpestart





Grunnvannskoter Svarva, 15.09.92, 14 døgn etter pumpestart



Grunnvannskoter Svarva, 20.10.92, 49 døgn etter pumpestart

## DEFINISJONER AV HYDROGEOLOGISKE PARAMETRE

**Hydraulisk konduktivitet  $K$**  defineres som grunnvannsstrømmen gjennom en enhetsflate vinkelrett på strømningsretningen ved gradienten 1 m/m. Den er et mål for vannlederevnen til de enkelte jordlag i magasinet.

**Gjennomsnittlig hastighet  $v$**  er gitt av:  $v = K \cdot i$

der  $i$  er hydraulisk gradient =  $\Delta h / \Delta l$ .

**Effektiv hastighet  $v_n$**  defineres som:

$$v_n = \frac{v}{n}$$

der  $n$  er effektiv porøsitet

Effektiv hastighet må brukes ved beregning av sikkerhetssoner rundt brønner basert på vannets oppholdstid.

**Transmissivitet  $T$**  defineres som den vannmengden som strømmer gjennom et 1m bredt prisme av grunnvannsmagasinet ved gradient 1m/m. Transmissiviteten er et mål for den totale vannlederevnen til jordlagene i den vannmettede delen  $b$ , av magasinet:

$$T = \int_0^b K(z) dz$$

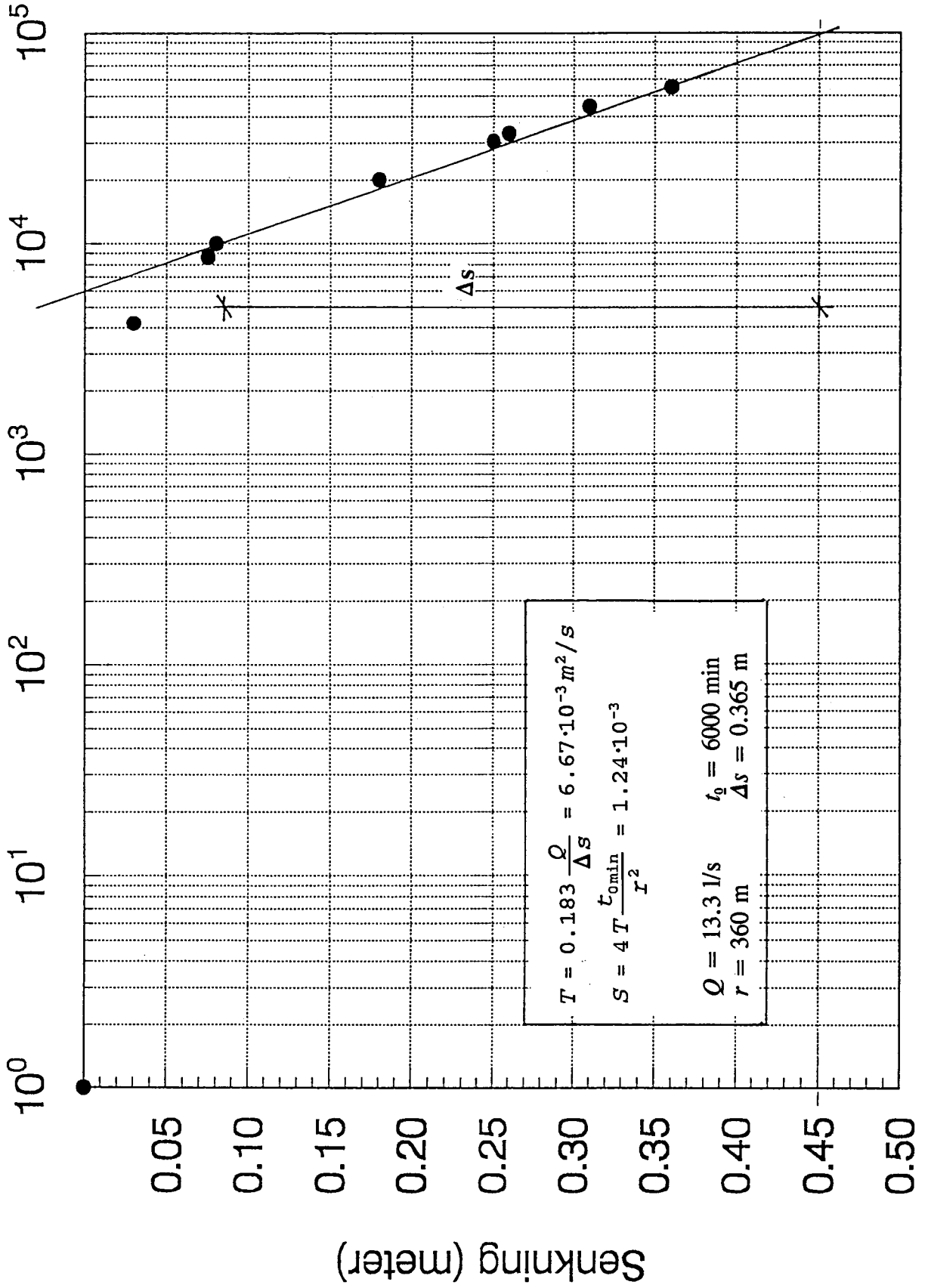
Transmissiviteten har avgjørende betydning for avsenkning og kapasitet i en grunnvannsbrønn.

**Magasinkoeffisient  $S$**  defineres som det vannvolum som et grunnvannsmagasin kan avgi eller lagre pr. arealenhet, ved en enhets forandring av grunnvannsnivået. For en lukket akvifer avhenger magasinforandringen av volumendringen av væske og kornskjelett.

**Hydraulisk grense** er en begrensingsflate mellom grunnvannsførende geologiske formasjoner med ulike hydrauliske egenskaper eller mellom geologiske formasjoner og overflatevann. En hydraulisk grense kan være negativ mot tette lag som vann ikke kan passere gjennom, eller positiv f.eks. mot overflatevann. Hydrauliske grenser har stor betydning for gjenoppfyllingen av magasinet, i og med at de innvirker på muligheten for vanntilstrømning.

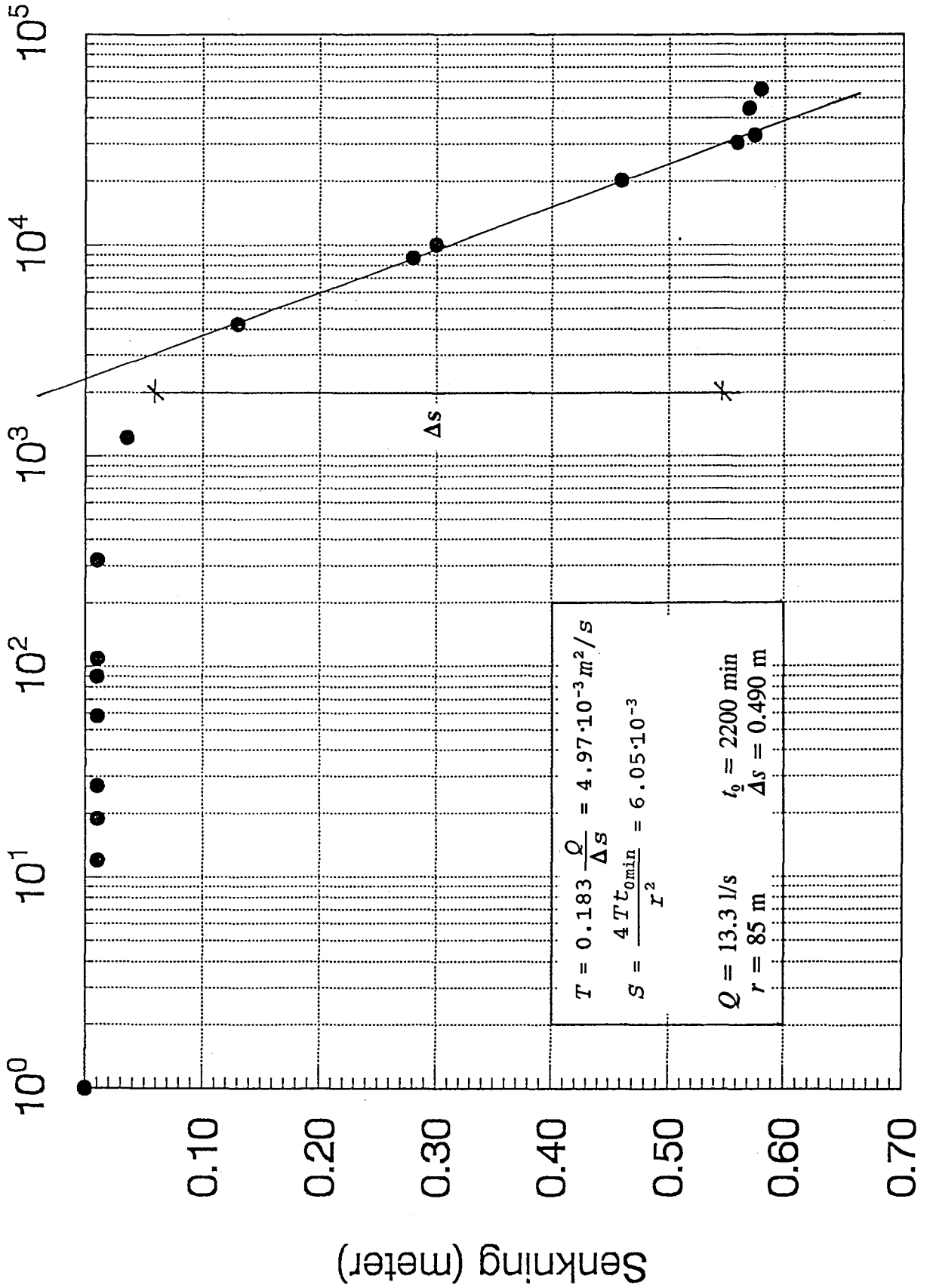
SVARVA P1

Tid fra pumpestart (minutter)

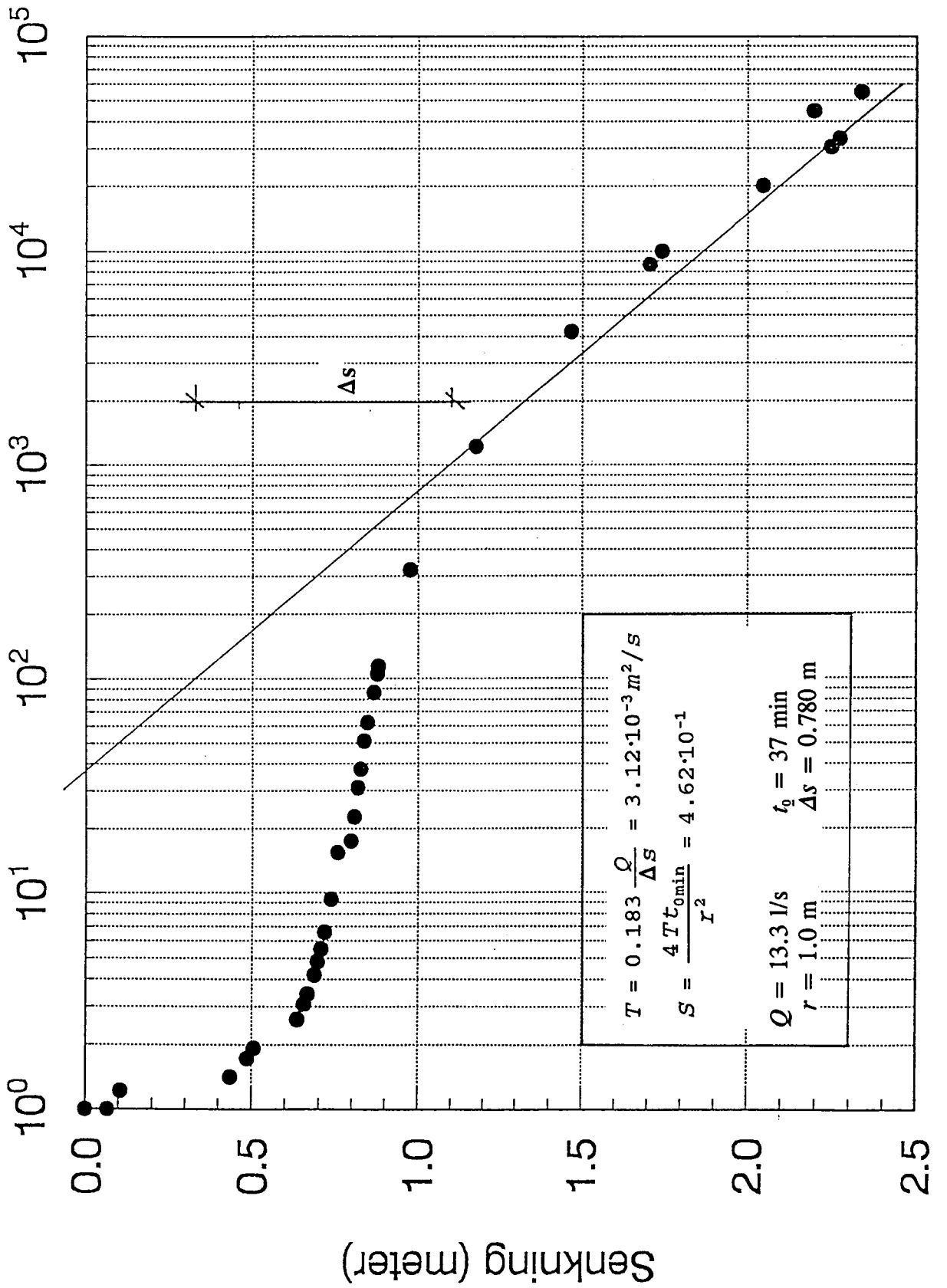


SVARVA P3

Tid fra pumpestart (minutter)

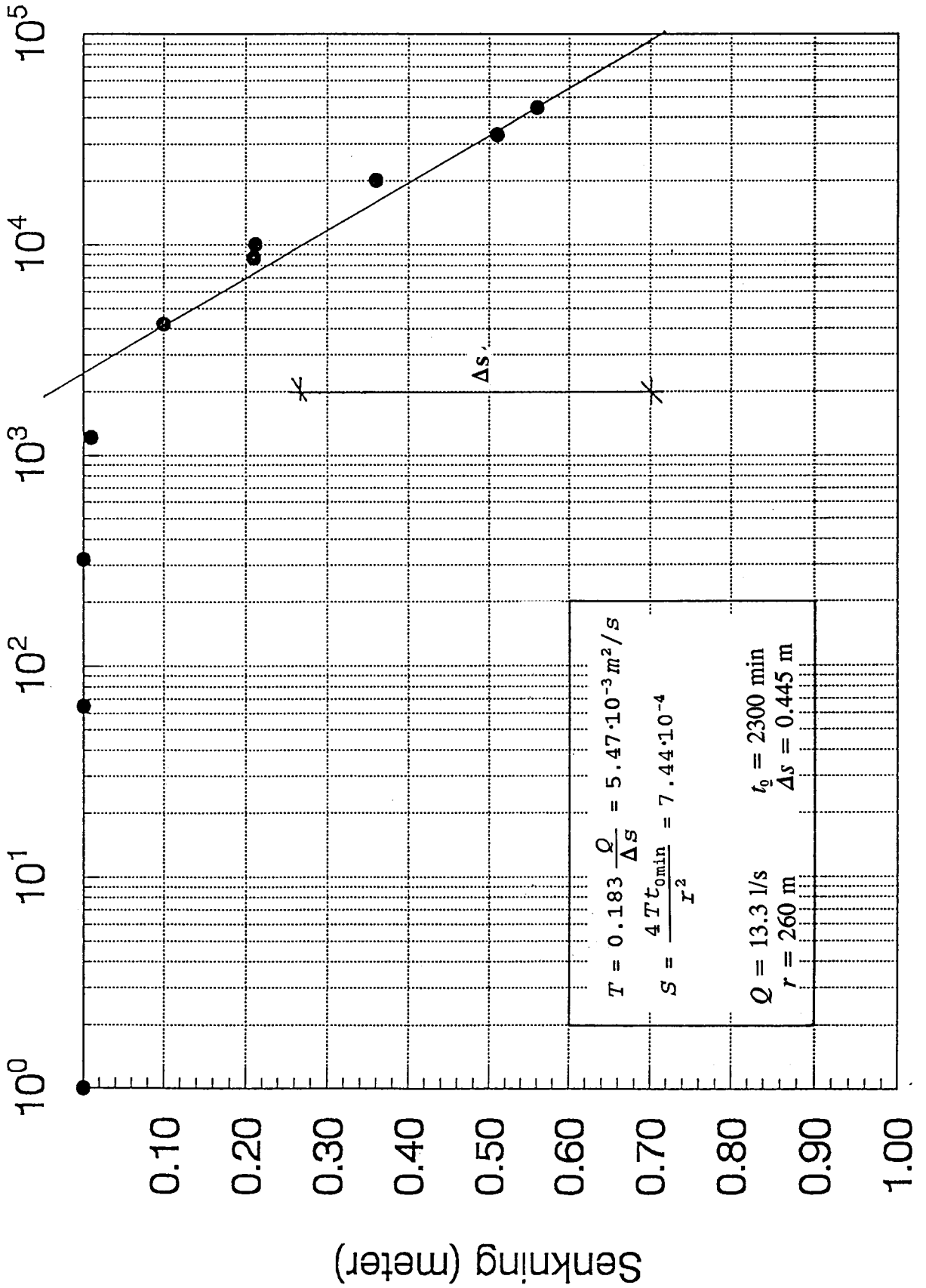


SVARVA P4  
Tid fra pumpestart (minutter)



SVARVA P5

Tid fra pumpestart (minutter)



## Kjemiske og bakteriologiske analyser av grunnvannsprøver Svarva 1992

## 1. Mikrobiologi, fysiske drikkevannsnormer, pH, ledningsevne, alkalitet

Brønn /kilde	Dyp m	Dato	Utfak l/s	Temp. °C	Totalkim ant/ml	Kol. bakt ant/ml	Termotol. kol. bakt ant /100ml	Fargetall mg Pt/l	Turb. FTU	pH	Ledn.evne µS/cm	Alkalitet mmol/l
3" + 2" brønn	9.5-15.5 + 19.5-23.5	01.09.92	14.3							7.58	361	2.69
3" + 2" brønn	"	01.09.92	14.3							7.92	358	2.65
3" + 2" brønn	"	02.09.92	14.3							7.76	353	2.59
3" + 2" brønn	"	04.09.92	15.0							7.85	344	2.51
3" + 2" brønn	"	08.09.92	13.3		0	0	0	11	1.4	8.03	339	2.53
3" + 2" brønn	"	22.09.92	13.3							8.14	342	2.55
3" + 2" brønn	"	02.10.92	10.0		55	0	0	9	1.3	8.19	346	2.61
3" + 2" brønn	"	20.10.92	10.0		14	0	0	10	1.8	8.03	359	2.66
3" + 2" brønn	"	27.10.92	6.7							8.02	356	2.69
3" + 2" brønn	"	03.11.92	6.7		33	0	0			7.97	357	2.69
3" + 2" brønn	"	18.11.92	6.7		22	0	0	9	1.6	8.06	356	2.70
3" + 2" brønn	"	26.11.92	6.7							7.92	356	2.68
Peilebrønn 1		20.10.92								8.15	293	2.29
Gravd brønn (mil.)		20.10.92								7.92	232	2.02
Folkhelsets kvalitetsnormer for drikkevann				2-10		0	0	< 15	< 0.5	7.5 - 8.5		0.6-1.0
						1-3		15-25	0.5 - 1.0	6.5 - 9.0		



Kjemiske og bakteriologiske analyser av grunnvannsprøver Svarva 1992

2. Uorganiske parametre - kationer

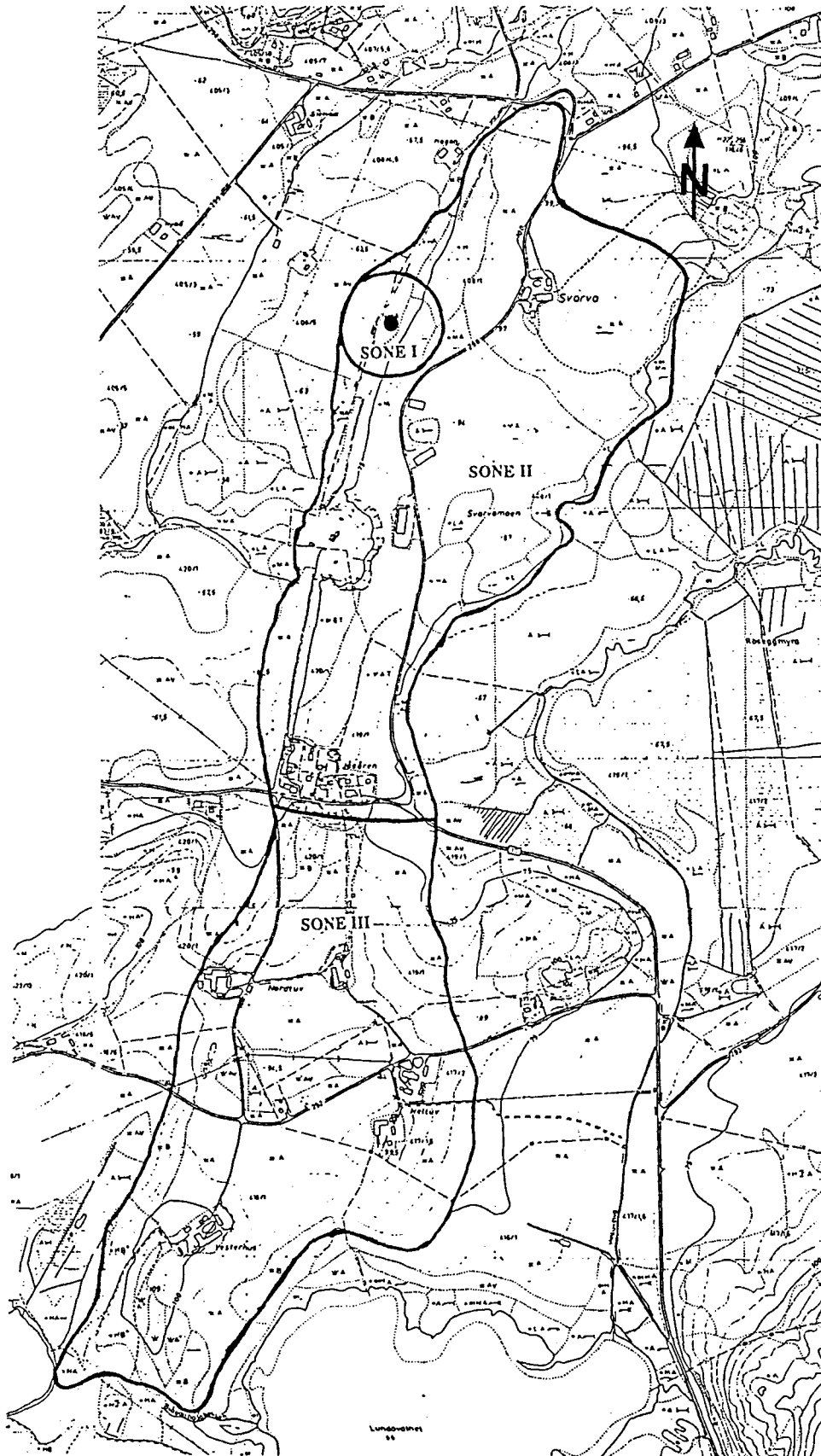
Brønn / kilde	Dyp m	Dato	Uttak l/s	Al mg/l	Fe mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	Mn mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Ba mg/l	Ag mg/l	B mg/l
3" + 2" brønn	9.5-15.5 + 19.5-23.5	01.09	14.3	<0.020	0.075	6.62	58.87	7.53	0.014	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.020	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	01.09	14.3	0.021	0.080	6.51	57.94	7.41	0.013	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.019	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	02.09	14.3	0.021	0.091	6.42	56.70	7.49	0.013	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.016	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	04.09	15.0	<0.020	<0.010	6.27	54.93	7.50	0.013	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.016	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	08.09	13.3	<0.020	0.108	6.31	56.24	7.71	0.014	<0.002	<0.005	* <0.0005	* <0.0001	<0.010	0.017	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	22.09	13.3	<0.020	0.108	6.35	56.38	7.62	0.014	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.020	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	02.10	10.0	0.033	0.018	6.54	57.42	7.58	0.015	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.018	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	20.10	10.0	0.028	0.134	6.40	58.03	7.56	0.016	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.018	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	27.10	6.7	<0.020	<0.010	6.64	58.38	7.77	0.014	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.017	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	03.11	6.7	<0.020	0.031	6.70	58.86	7.89	0.015	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.017	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	18.11	6.7	<0.020	<0.010	6.71	58.72	7.95	0.014	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.017	<0.010	<0.020
3" + 2" brønn	"	26.11	6.7	0.023	0.084	6.66	59.26	8.01	0.015	<0.002	<0.005	* <0.0005	* <0.0001	<0.010	0.018	<0.010	<0.020
Peilebrønn 1		20.10		0.021	<0.010	5.31	45.50	6.48	0.051	0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.018	<0.010	<0.020
Gravd brønn (mil.)		20.10		0.034	0.101	2.69	39.25	5.62	0.012	0.003	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.011	<0.010	<0.020
Følkeshels kvalitetsnormer for drikkevann																	
god																	
mindre god																	
			<0.1	<10	<20	<0.05	<0.3	<0.005	<0.01	<0.05	<0.001	<0.01	<0.05	<0.01	<1	<0.05	<0.3
			0.1-0.2	10-20	15-25	0.05-0.1	0.1-0.3	0.005-0.02	0.001-0.005	0.01-0.05	0.005-0.02	0.01-0.05	0.01-0.05	0.01-0.05	0.01-0.05	0.01-0.05	0.01-0.05

\* spesialanalyser med lavere deteksjonsgrense enn øvrige analyser

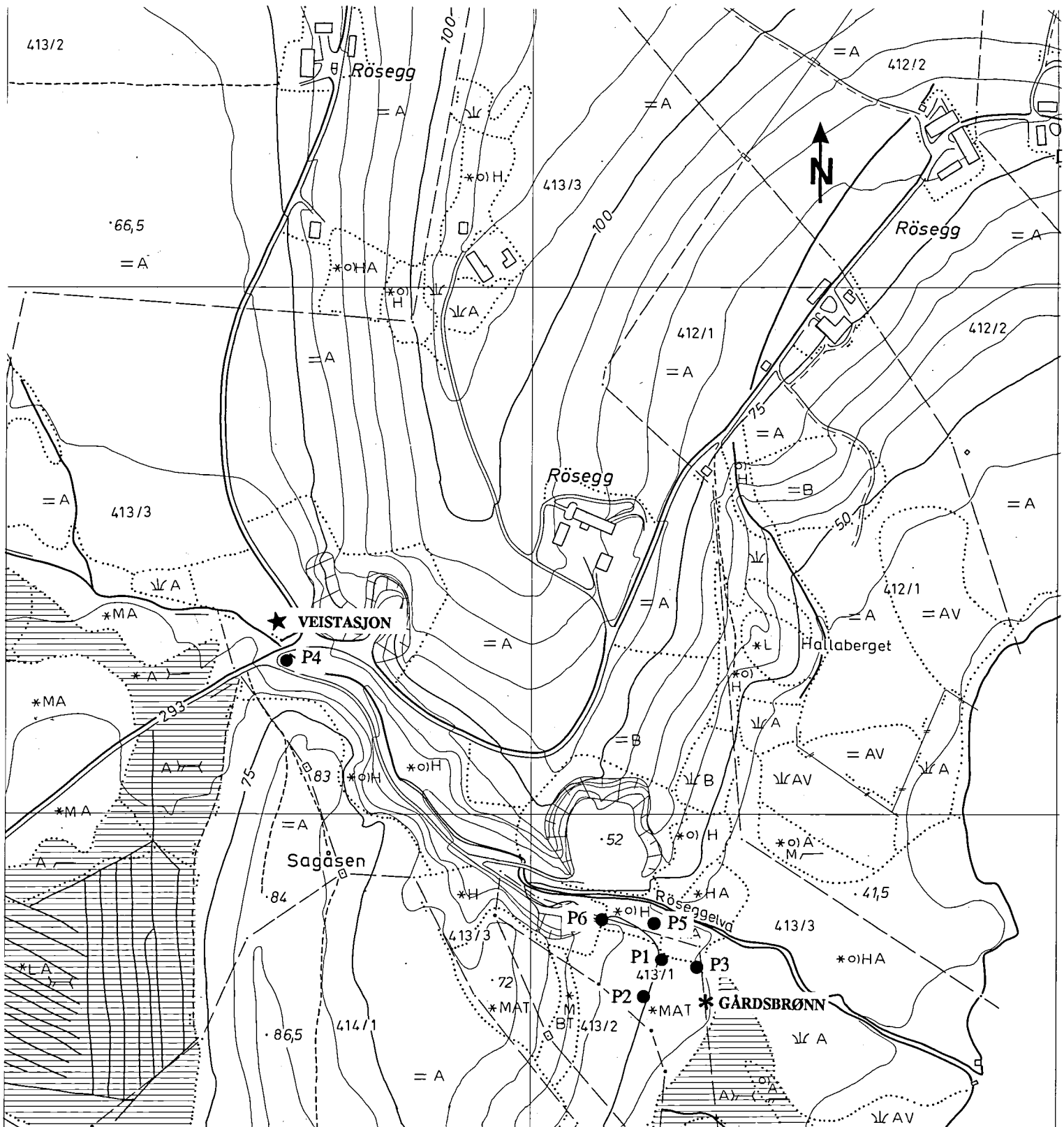
Kjemiske og bakteriologiske analyser av grunnvannsprøver Svarva 1992

3. Uorganiske parametre - anioner

Brønn / kilde	Dyp m	Dato	Uttak l/s	F <sup>-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l
3" + 2" brønn	9.5-15.5 + 19.5-23.5	01.09.92	14.3	0.760	13.3	<0.250	0.072	< 0.200	37.7
3" + 2" brønn	"	01.09.92	14.3	0.749	13.2	< 0.050	0.072	< 0.200	38.1
3" + 2" brønn	"	02.09.92	14.3	0.759	13.5	< 0.250	0.139	< 0.200	37.6
3" + 2" brønn	"	04.09.92	15.0	0.777	13.6	< 0.050	0.119	< 0.200	37.4
3" + 2" brønn	"	08.09.92	13.3	1.03	13.9	< 0.050	0.098	< 0.200	35.0
3" + 2" brønn	"	22.09.92	13.3	0.903	14.5	< 0.250	0.109	< 0.200	36.8
3" + 2" brønn	"	02.10.92	10.0	1.13	12.3	< 0.250	0.090	< 0.200	28.4
3" + 2" brønn	"	20.10.92	10.0	1.04	15.0	< 0.250	0.115	< 0.200	37.9
3" + 2" brønn	"	27.10.92	6.7	0.482	12.4	<0.250	0.075	<0.200	22.9
3" + 2" brønn	"	03.11.92	6.7	0.717	13.5	<0.250	0.139	<0.200	33.8
3" + 2" brønn	"	18.11.92	6.7	0.788	14.8	<0.250	0.158	<0.200	32.9
3" + 2" brønn	"	26.11.92	6.7	0.811	13.3	<0.250	0.120	<0.200	32.8
Peilebrønn 1		20.10.92		0.793	14.6	<0.250	<0.050	<0.200	25.4
Gravd brønn (mil.)		20.19.92		0.161	11.8	< 0.250	0.684	< 0.200	7.0
Folketsnas kvalitetsnormer for drikkevann									
god									
mindre god									
< 1.5									
< 100									
100-200									
< 16.4									
16.4 - 164									
< 11									
11 - 44									
< 100									



Forslag til klausuleringssoner i forbindelse med  
grunnvannsbrønn ved Svarva  
M  $\approx$  1: 13 150



Utsnitt av kartblad CT 142-5-2 Svarva  
(M 1:5000) som viser plasseringen av  
prøvebrønn, peilerør mv. på Røsegg-  
avsetningen.

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Røsegg, Steinkjer kommune

**DATO:** 04.08.92

**BORPUNKT NR:** 1

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 III **SONE:** 32 **Ø-V:**214 **N-S:**102

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:** 5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	sand			1					
1.5- 2.5	sand/finsand	0.33		3					
2.5- 3.5	leirblandet	0.17		3					
3.5- 4.5	grus	0.27		1					
4.5- 5.5	grus	0.27		1		6.4	15	4.17	VP
5.5- 6.5	grus	0.67	DS	1					
6.5- 7.5	grus	0.58	S	1		5.5	15	3.75	MP+VP
7.5- 8.5	grus m/stein	0.67	DS	1					
8.5- 9.5	grus	0.75	DS	1		6.2	15	0.83	MP+VP
9.5-10.5	grus m/stein	0.75	DS	1					
10.5-11.5	grus m/stein	1.17	DS	1		6.4	15	0.50	MP+VP
11.5-19.5	morene, dels m/blokk	1.50-4.50	S	2-10					
									Røret står på 11.5 m dyp

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSEBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Røsegg, Steinkjer kommune

**DATO:** 05.08.92

**BORPUNKT NR:** 6

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6213 **N-S:** 71103

**BRØNN-/FILTERTYPE:** 5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid for vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0-1.5	sand, grus	0.40	S		B/G				
1.5-2.5	sand, grus	0.50	S		G				
2.5-3.5	tette masser, noe grovt	1.00	S		G				
3.5-4.5	"	1.15	S		G				
4.5-5.5	"	0.30	DS		G				
5.5-6.5	grusig, med noe finstoff	0.40	DS		G				
6.5-7.5	"	1.15	DS		G				artesisisk på 7.5 m
7.5-8.5	tette masser, noe grus	1.30	DS		G				
8.5-9.5	"	1.15	S		G				
9.5-10.5	tette masser, finstoff	1.30	S		G				
10.5-11.5	"	0.55	S		G				
11.5-12.5	"	1.20	S		G				
12.5-13.5	"	1.10	S		G				
13.5-14.5	"	1.45	S		G				
14.5-15.5	"	0.58	S		G				
15.5-16.5	"	1.4	S		G				
16.5-17.5	"		S		G				

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

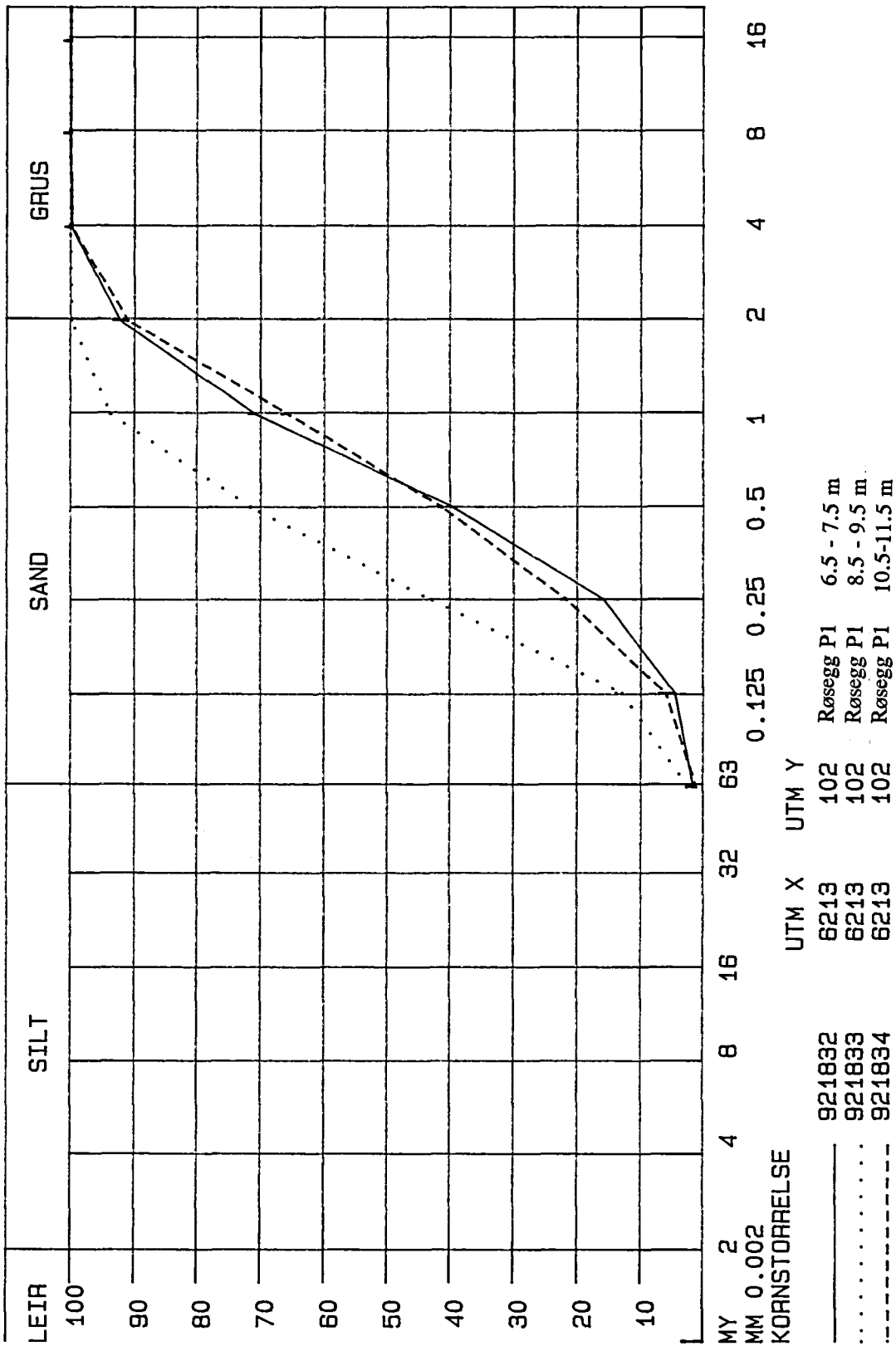
R: Rødt

MP: Materialprøve

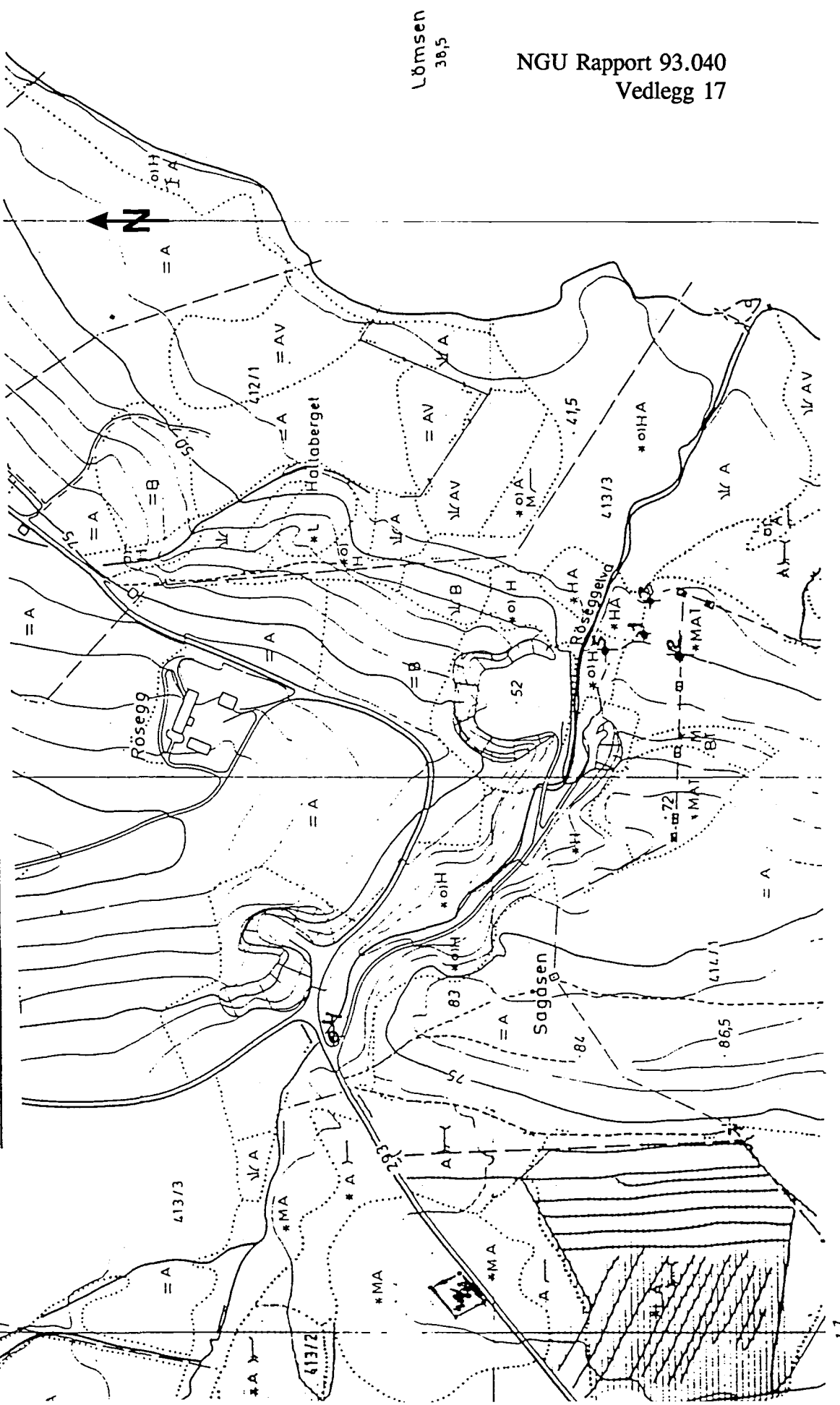
VP: Vannprøve

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE  
 STEINKJER 17233



Utsnitt / Gjenstand	Program : POLAR	Y	H	Kode	Status	Kommando : U
Navn :	X					
1	679360.363	37629.607	48.762		F	
2	679329.212	37611.899	50.994		F	
3	679355.221	37660.239	46.290		F	
4	679646.832	37268.683	54.670		F	
5	679395.796	37614.874	47.619		F	



Lømsen  
38,5

Utsnitt av kartblad CT 142-5-2 Svarva (M 1:5000) som viser innmåling av prøvebrønn og peilerør på Røsegg.



PRØVEPUMPING RØSEGG, 1.prøvepumpingsperiode. Vannstand under topp peilerør [m].					
Dato	Tid fra pumpestart[min]	P1	P2	P3	P4
31.08.92	Før start	3.650	5.850	1.180	2.900
"	0.28	3.720			
"	1.5	3.740			
"	2.5	3.750			
"	3.5	3.760			
"	4.6	3.770			
"	5.9	3.780			
"	7.4	3.790			
"	8.5		5.855	1.260	
"	10.6	3.810			
"	12.7	3.820			
"	14.0			1.270	
"	15.0	3.830			
"	17.0		5.870		
"	19.7	3.850			
"	20.5			1.290	
"	25.5	3.870			
"	27.0		5.880		
"	30.0				
"	40.0	3.910			
"	41.5		5.900		
"	42.5			1.340	
"	47.0	3.930			
"	57.5	3.950			
"	70.5	3.970			
"	78.0			1.400	
"	79.5		5.950		
"	90.0	4.000	5.964	1.412	
"	105.0	4.020			

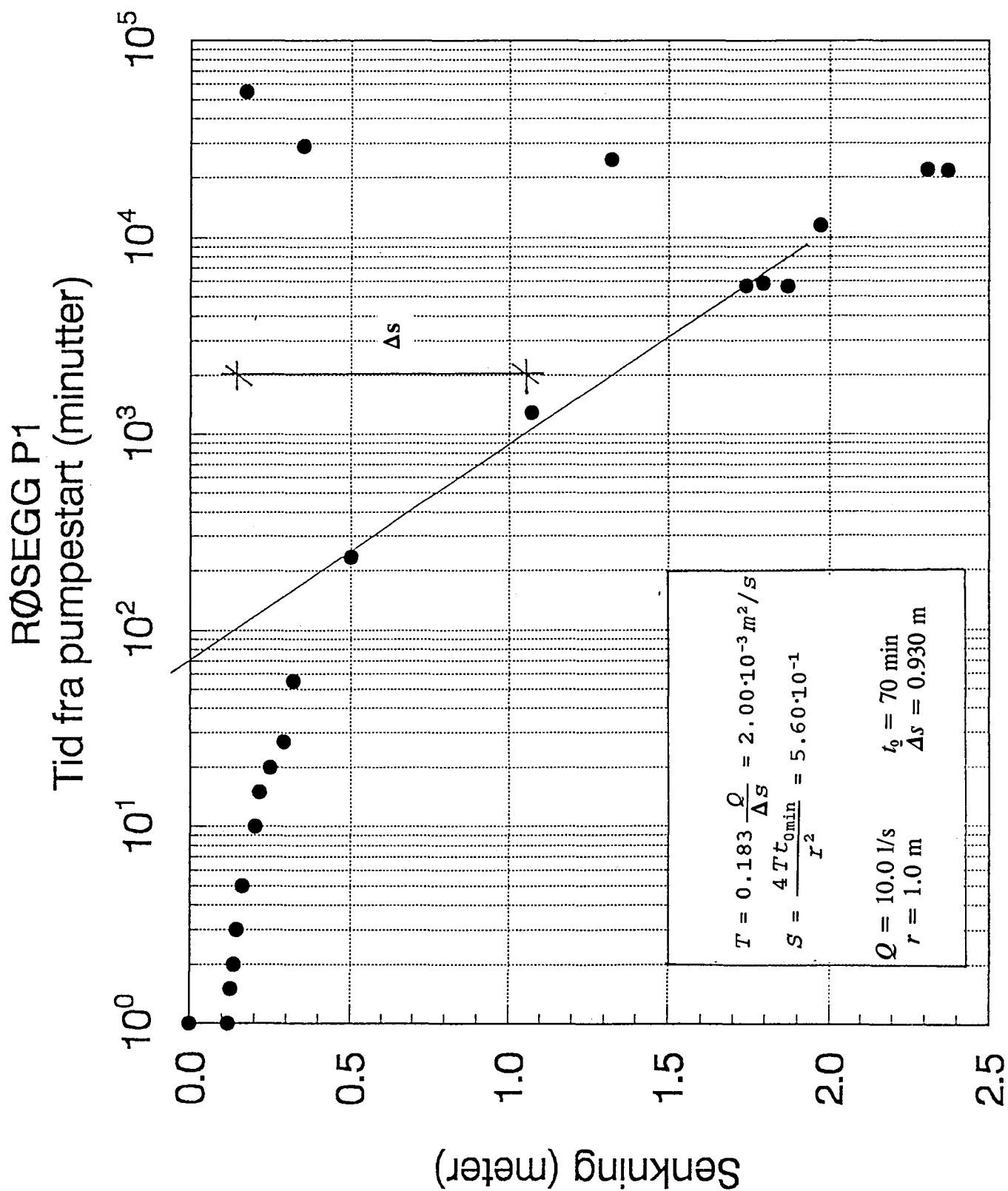


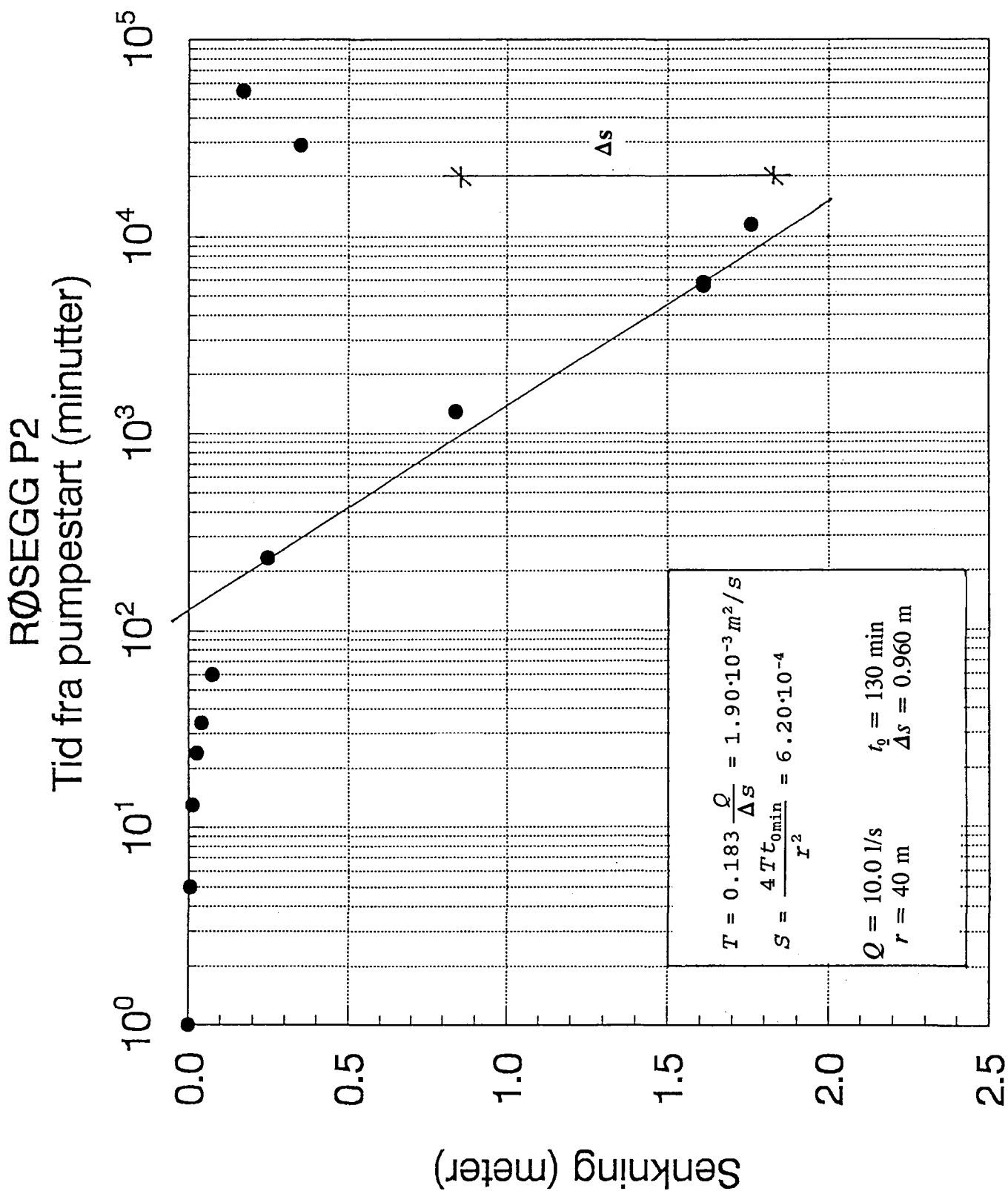
PEILEDATA RØSEGG, 2.prøvepumpingsperiode														
Dato	Tid fra pumpestart [min.]	Anm.	P1 (ved pumpa)				P2 (ved sti)				P3 (ved veien)			
			Vannstand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunnvann [m.o.h.]	Vannstand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunnvann [m.o.h.]	Vannstand u/ topp rør	Senkning [m]	Kote topp rør [m.o.h.]	Kote grunnvann [m.o.h.]
07.09.92	0.0		3.740	0.000	48.762	45.022	5.950	0.000	50.994	45.044	1.126	0.000	46.290	45.164
"	0.3		3.850	0.110		44.912								
"	1.0		3.858	0.118		44.904								
"	1.5		3.865	0.125		44.897								
"	2.0		3.874	0.134		44.888								
"	3.0		3.884	0.144		44.878								
"	5.0		3.902	0.162		44.860	5.955	0.005		45.039	1.315	0.189		44.975
"	10.0		3.940	0.200		44.822								
"	13.0						5.962	0.012		45.032	1.335	0.209		44.955
"	15.0		3.953	0.213		44.809								
"	20.0		3.986	0.246		44.776								
"	24.0						5.976	0.026		45.018	1.360	0.234		44.930
"	27.0		4.030	0.290		44.732								
"	34.0						5.990	0.040		45.004				
"	35.0										1.380	0.254		44.910
"	55.0		4.060	0.320		44.702								
"	60.0	10 l/s					6.025	0.075		44.969	1.420	0.294		44.870
"	235.0		4.240	0.500		44.522	6.195	0.245		44.799	1.590	0.454		44.700
08.09.92	1290.0		4.810	1.070		43.952	6.790	0.840		44.204	2.135	1.009		44.155
11.09.92	5645.0	10→7 l/s	5.610	1.870		43.152	7.560	1.610		43.434	2.895	1.769		43.395
"	5675.0		5.480	1.740		43.282								
"	5845.0		5.535	1.795		43.227	7.560	1.610		43.434	2.860	1.734		43.430



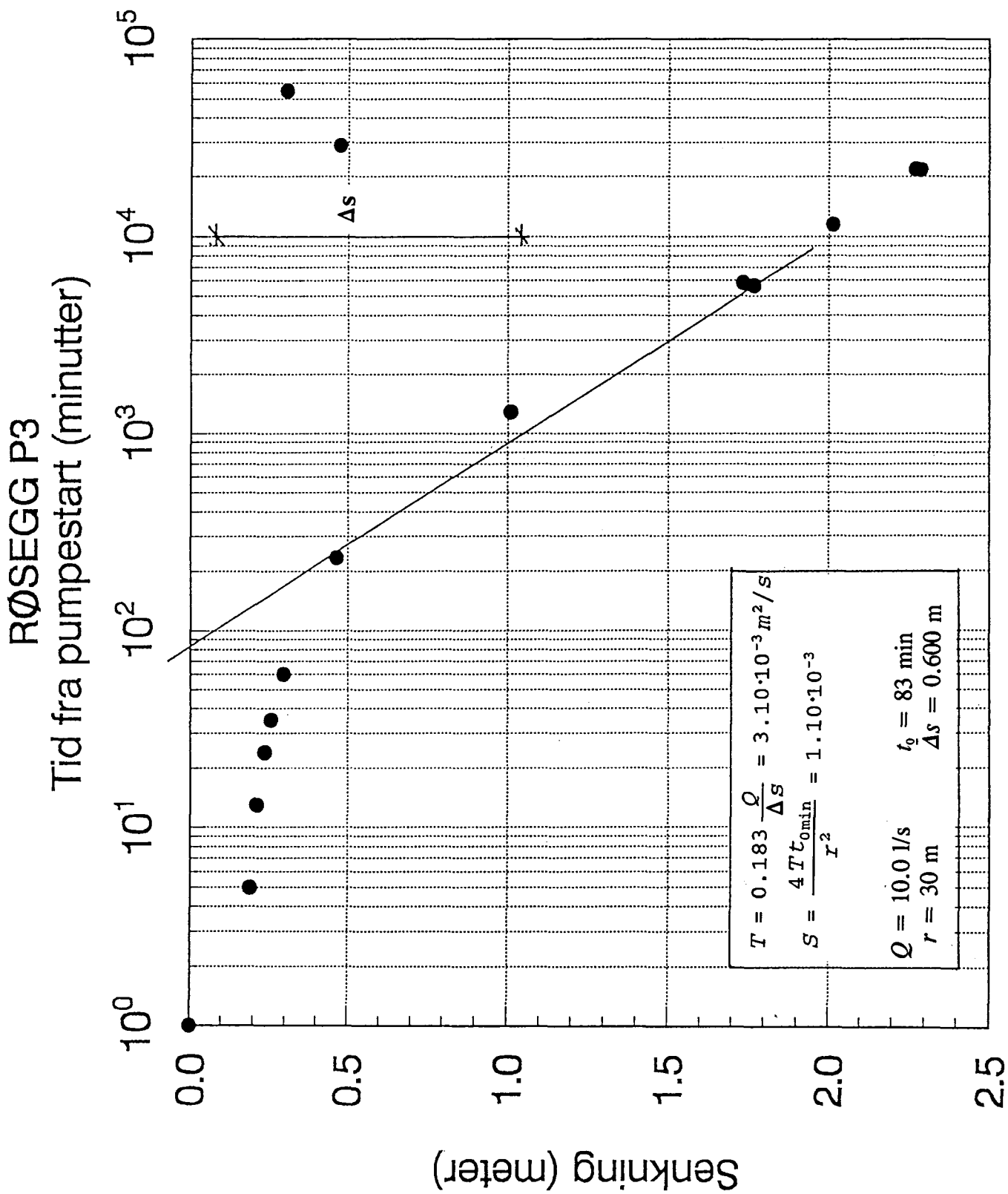














Kjemiske og bakteriologiske analyser av grunnvannsprøver Røsegg 1992

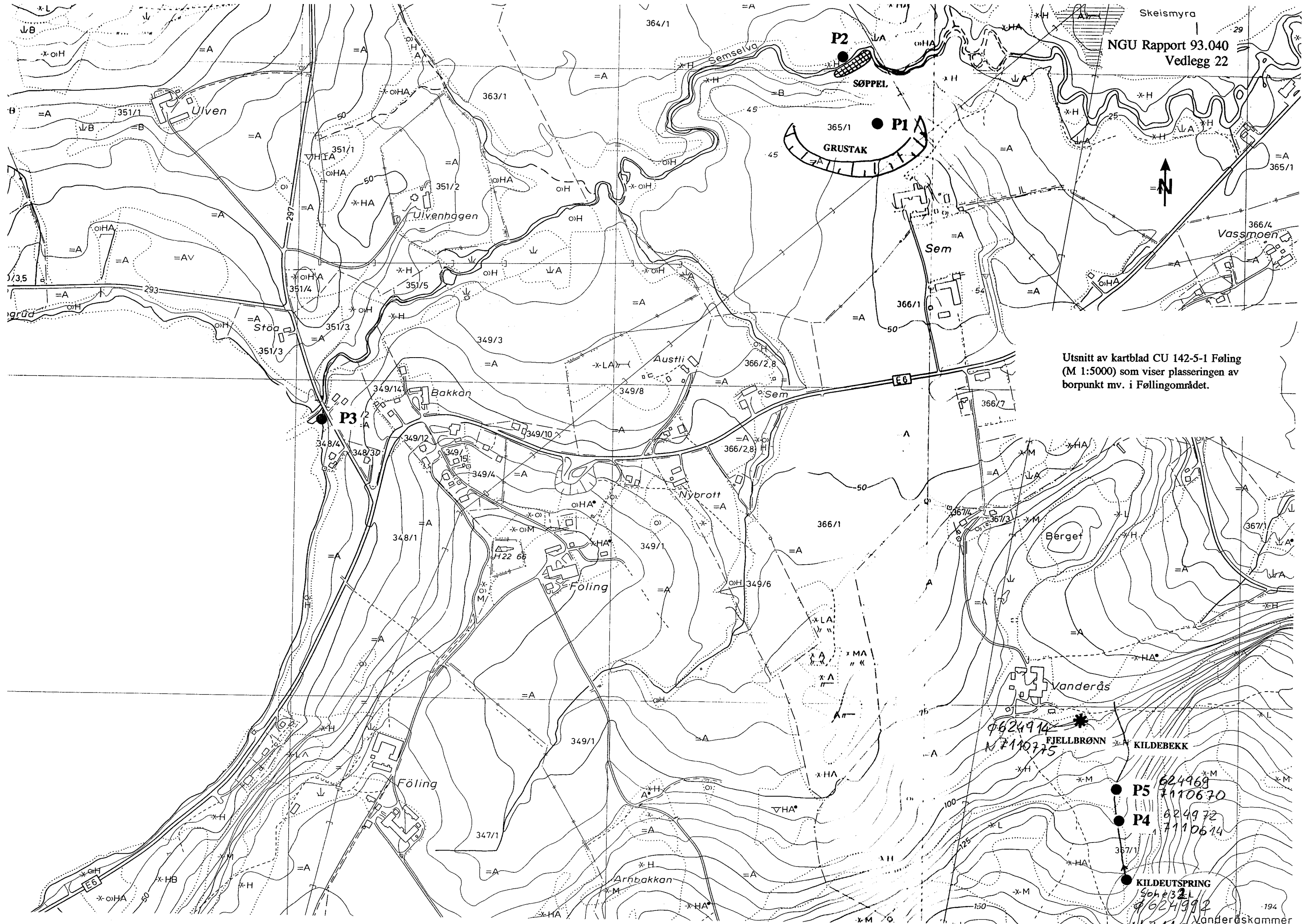
2. Uorganiske parametre - kationer

Brønn / kilde	Dyp m	Dato	Uttak l/s	Al mg/l	Fe mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	Mn mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Ba mg/l	Ag mg/l	B mg/l
5/4" prøvebrønn	4.5-5.5	04.08	4.2	0.045	0.021	4.81	55.50	6.79	<0.002	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.011	<0.010	<0.020
5/4" prøvebrønn	6.5-7.5	04.08	3.7	0.047	0.025	4.90	56.35	6.83	<0.002	0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.011	<0.010	<0.020
5/4" prøvebrønn	8.5-9.5	04.08	0.8	0.033	<0.010	4.98	56.10	6.86	0.003	0.003	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.011	<0.010	<0.020
5/4" prøvebrønn	10.5-11.5	04.08	0.5	0.035	0.012	5.34	52.80	6.92	0.004	0.004	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.011	<0.010	<0.020
Kildehorisont	0	04.08		0.031	<0.010	5.50	67.48	7.27	<0.002	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.020	<0.010	<0.020
3" brønn (1/2 t)	4.5-9.5	31.08	15.0	<0.020	<0.010	4.97	55.43	6.88	<0.002	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.012	<0.010	<0.020
3" brønn (2 t)	4.5-9.5	31.08	15.0	<0.020	<0.010	5.03	55.92	6.99	<0.002	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.012	<0.010	<0.020
3" brønn	6.5-9.5	15.09	7.0	<0.020	<0.010	7.09	63.19	16.74	<0.002	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.017	<0.010	0.028
3" brønn	6.5-9.5	22.09	7.0	<0.020	<0.010	7.27	61.43	16.30	<0.002	<0.002	<0.005	<0.050	<0.010	<0.010	0.036	<0.010	0.037
Folkehelsa kvalitetsnormer for drikkevann			god mindre god														
			<0.1 0.1-0.2 <10 10-20 <20 15-25 <0.05 0.05-0.1 <0.1 0.1-0.3 <0.005 0.005-0.02 <0.3 <0.001 0.001-0.005 <0.01 0.01-0.05 <1 <0.05 <0.3 <0.01 0.01-0.05														

Kjemiske og bakteriologiske analyser av grunnvannsprøver Røsegg 1992

3. Uorganiske parametre - anioner

Brønn / kilde	Dyp m	Dato	Uttak l/s	F <sup>-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l
5/4" prøvebrønn	4.5-5.5	04.08	4.2	0.182	10.5	< 0.050	4.43	< 0.200	18.3
5/4" prøvebrønn	6.5-7.5	04.08	3.7	0.083	10.5	< 0.050	4.64	< 0.200	18.9
5/4" prøvebrønn	8.5-9.5	04.08	0.8	0.178	10.4	< 0.050	3.73	< 0.200	20.3
5/4" prøvebrønn	10.5-11.5	04.08	0.5	0.334	10.3	< 0.050	0.54	< 0.200	27.3
Kildehorisont	0	04.08		0.120	10.7	< 0.050	9.61	< 0.200	21.2
3" brønn (1/2 t)	4.5-9.5	31.08	15.0	0.442	11.9	< 0.250	3.40	< 0.200	19.7
3" brønn (2 t)	4.5-9.5	31.08	15.0	0.405	11.8	< 0.250	3.22	< 0.200	19.7
3" brønn	6.5-9.5	15.09	7.0	0.612	23.7	< 0.050	2.96	< 0.200	25.6
3" brønn	6.5-9.5	22.09	7.0	0.504	23.4	< 0.250	2.32	< 0.200	26.3
Folkehelsa kvalitetsnormer for drikkevann									
god									
mindre god									
				< 1.5	< 100 100-200	< 16.4 16.4 - 164	< 11 11 - 44	< 0.200	< 100



Utsnitt av kartblad CU 142-5-1 Føling  
(M 1:5000) som viser plasseringen av  
borpunkt mv. i Følingområdet.

- 624914
- 7110775
- FJELLBRØNN
- KILDEBEKK
- 624969
- 7110670
- P5
- 624972
- 7110614
- P4
- KILDEUTSPRING
- Scheib321
- 624992
- Vanderåskammer
- 7110526

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Følling, Steinkjer kommune

**DATO:** 12.08.92

**BORPUNKT NR:** 1

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6247 **N-S:** 71119

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:** 5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	grus	1.5	DS						
1.5- 2.5	grus	1.5	DS	5					
2.5- 3.5	grus	1.5	DS	4					
3.5- 4.5	grus	1.0	S	4-5					
4.5- 5.5	grus	1.0	S	3-6					
5.5- 6.5	grus/stein	2.0	S	7					
6.5- 7.5	grus/stein	1.5	S	2-5		7.4	15	0.8	MP+VP
7.5- 8.5	grus	1.5	S	2-5					
8.5- 9.5	grus	1.5	S	5-8					
9.5-10.5	grus		S	3-8					Krona tett

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Følling, Steinkjer kommune

**DATO:** 12.08.92

**BORPUNKT NR:** 2

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6247 **N-S:** 71120

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:** 5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpe- tid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	stein/sand			2	G				
1.5- 2.5	sand/finsand	0.15		3	G				
2.5- 3.5	sand/finsand/leire	0.15		3	G				
3.5- 5.5	leire	0.15		3	G				
5.5- 6.5	leire/grusig	0.26		3	G				
6.5- 7.5	grus/sand, hardpakket	1.00		3	G	5.5	15	0.83	MP+VP
7.5- 10.5	grus/sand/hardpakket	1.45-2.7		5-15	-				
10.5- 11.5	grus/sand, hardpakket	1.55		5-20	G	7.5	15	0.50	MP+VP, mye vann opp langs røret
11.5- 13.5	grus/sand, mest sand	1.02		3-5	G				Mye vann, ingen prøve
13.5- 16.5	sand	1.02-2.10		3-10	G				
16.5- 17.5	sand, grusig	2.00	S	5-10	G				
17.5- 18.5	sand, grusig, hardpakket	2.10	S	10-20	G				
18.5- 19.5	sand	1.13	S	5-10	G				
19.5- 20.5	sand, grusig	1.30	S	5-10	G				
20.5- 21.5	sand, grus, hardpakket	1.45	S	5-15	G				
21.5- 22.5	"	1.30	S	10-15	G				
22.5- 23.5	"	1.30	S	10-15	G				
23.5- 24.5									
24.5- 25.5									

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSEBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Føling, Steinkjer kommune

**DATO:** 04.08.92

**BORPUNKT NR:** 3 (ved Lømsen)

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 III **SONE:** 32 **Ø-V:**6234 **N-S:** 71114

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:** 5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	sand, grusig				G				
1.5- 2.5	sand, grusig	0.25			G				
2.5- 3.5	sand/finsand	0.30			G				
3.5- 4.5	sand/finsand	0.25			G				
4.5- 5.5	sand/finsand	0.10		1-3	G				
5.5- 6.5	finsand, siltig	0.50	DS	2	G				
6.5- 7.5	finsand, siltig	1.30	DS	2	Borte				
7.5- 8.5	silt/leire	0.35	DS	3-5	G/B				
8.5-10.5	silt/leire	0.35-0.45	S	3-5	G/B				
10.5-15.5	silt/leire	0.45-1.35	S	2-4	G				

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve



**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Følling, Steinkjer kommune

**DATO:** 18.08.92

**BORPUNKT NR:** 4

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6251 **N-S:** 71108

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vann-trykk	Bore-slam	Temp.	Pumpetid for vann-prøvetaking i minutter	Vann-føring	Merknad
m		min/m		kg		°C		l/s	
0.0-1.5	silt			1	G				
1.5-2.5	grus	0.35		1	G				
2.5-3.5	fjell, oppsprukket	7.36		1	G				

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSEBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Følling, Steinkjer kommune

**DATO:** 18.08.92

**BORPUNKT NR:** 5

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6251 **N-S:** 71109

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vanntrykk	Bore-slam	Temp.	Pumpetid for vannprøvetaking i minutter	Vannføring	Merknad
m		min/m		kg		°C		l/s	
0.0-1.5	silt/grus/fjell								fjell fra 1 m

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

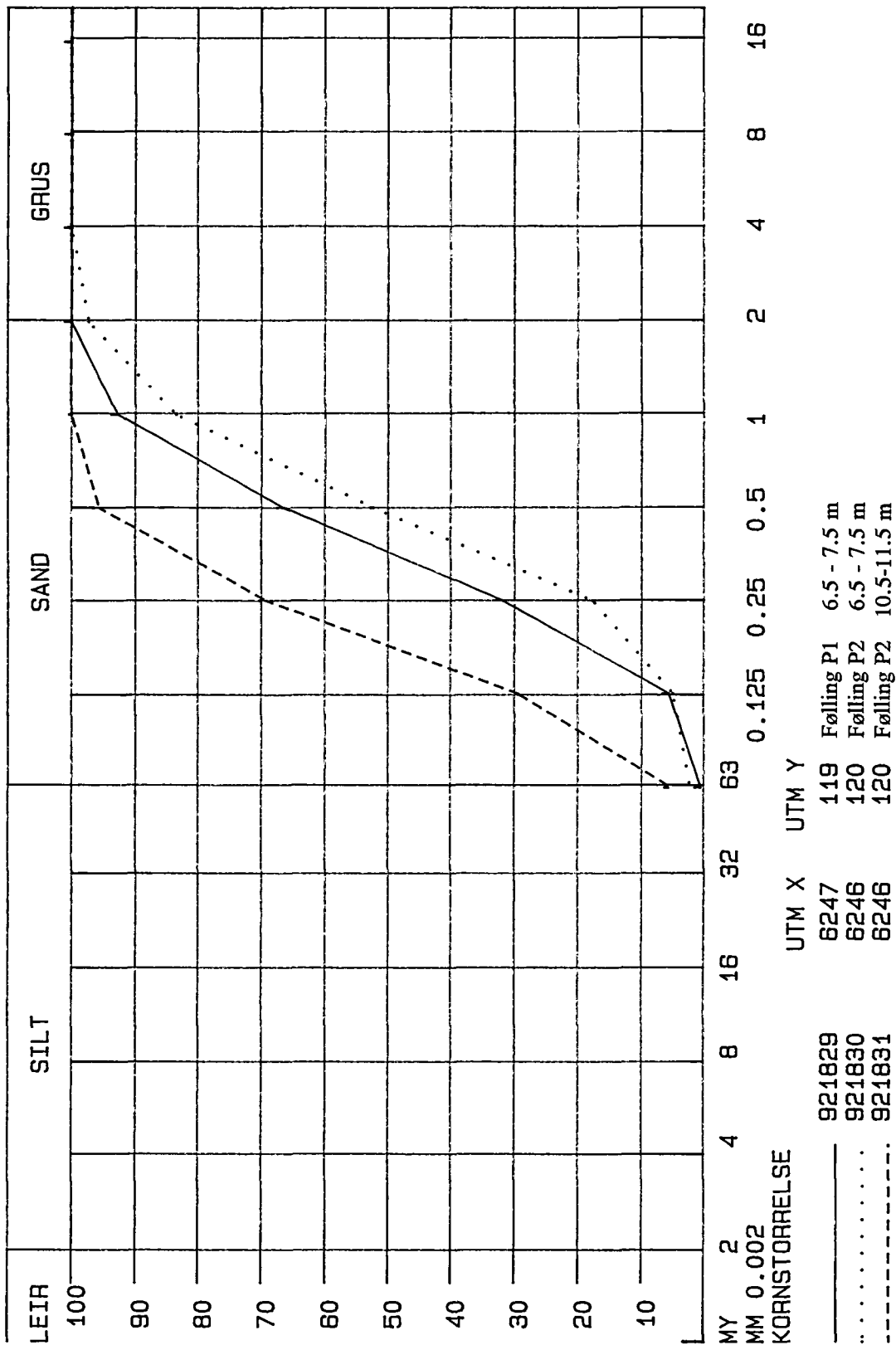
R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE  
STEINKJER 17233



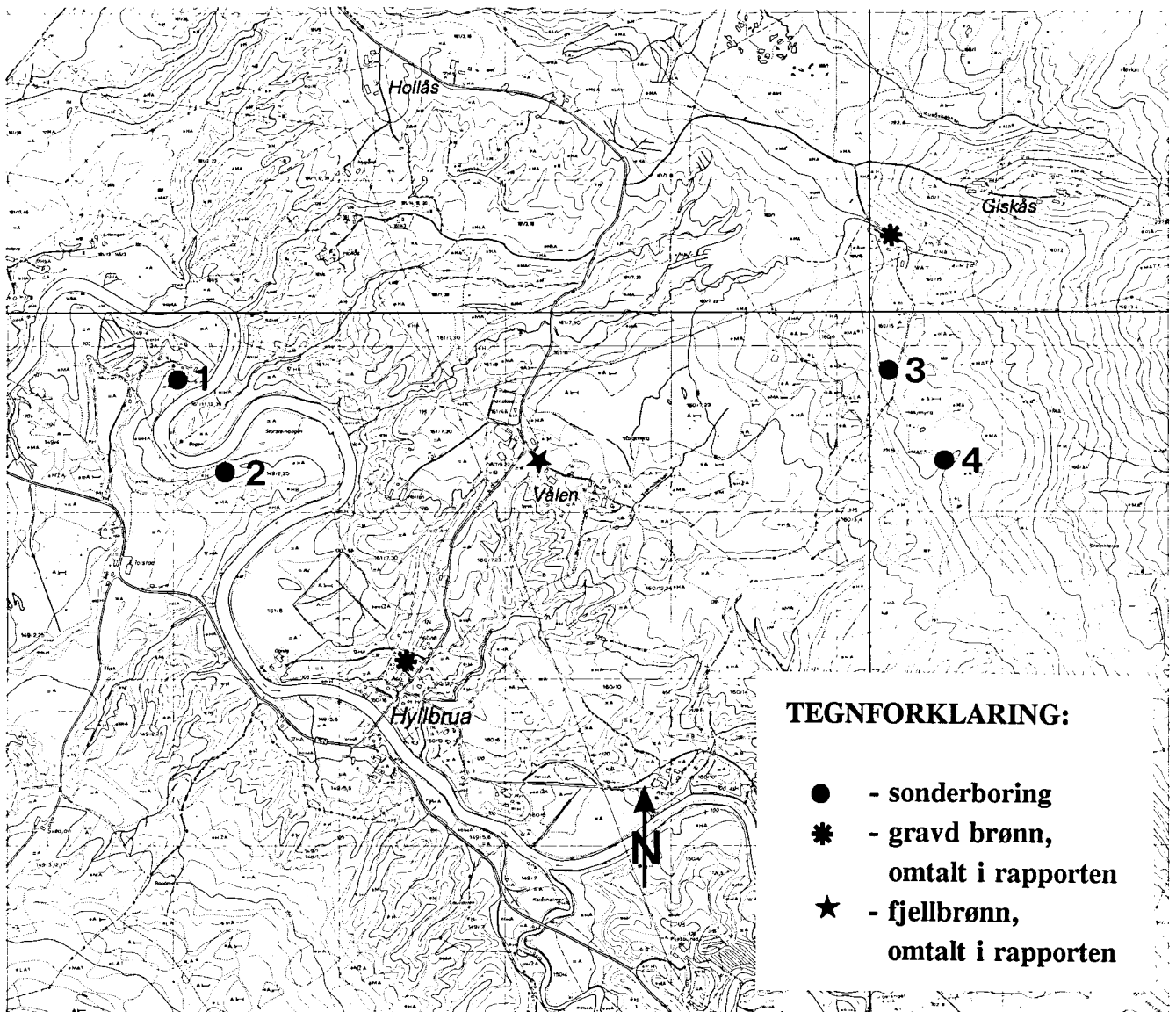
Kjemiske og bakteriologiske analyser av grunnvannsprøver Følling 1992

1. Mikrobiologi, fysiske drikkevannsnormer, pH, ledningevne, alkalitet

Brønn /kilde	Dyp m	Dato	Uttak l/s	Temp. °C	Totalkim ant/ml	Kol. bakt ant/ml	Termotol. kol. bakt ant /100ml	Fargetall mg Pt/l	Turb. FTU	pH	Ledningevne µS/cm	Alkalitet mmol/l
Kildebekk Vanderås		05.08.92								8.08	249	2.39
Fjellbrønn Vanderås		20.08.92								7.31	345	2.89
Borhull 1 ( grustak)	6.5-7.5	12.08.92	0.8	7.4						7.46	541	4.25
Borhull 2 (artesisisk)	6.5-7.5	12.08.92	0.8	5.5						7.70	362	3.12
Borhull 2 (artesisisk)	10.5-11.5	12.08.92	0.5	7.5						7.76	337	2.75
Borhull 2 (artesisisk)		20.10.92	0.8							7.94	384	3.01
Folkehelsas kvalitetsnormer for drikkevann												
god												
mindre god												
							0	< 15	< 0.5	7.5 - 8.5		0.6-1.0
							1-3	15-25	0.5 - 1.0	6.5 - 9.0		







Utsnitt av kartblad CWX 139140 Hyllbrua (M 1:20 000) som viser plasseringen av borer og omtalte brønner i området ved Hyllbrua.

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Tollstad, Steinkjer kommune

**DATO:** 13.08.92

**BORPUNKT NR:** 1

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 II **SONE:** 32 **Ø-V:** 6395 **N-S:** 71008

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** ca. 95 m

**BRØNN-/FILTERTYPE:** 5/4" slisset rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:** prøvepumping i nivå 16,5 - 17,5 m

Dyp m	Materialtype (tolking)	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	sand/leire			1					
1.5- 2.5	sand/leire	0.15		1	G				
2.5- 3.5	sand/leire	0.12		3	G				
3.5- 4.5	leire	0.08		3	G				
4.5- 5.5	leire	0.08		3	G				
5.5- 6.5	leire	0.08		4	G				
6.5- 7.5	leire	0.08		4	G				
7.5- 8.5	leire	0.08		5	G				
8.5- 9.5	leire	0.08		5	G				
9.5-10.5	leire	0.09		5	G				
10.5-11.5	leire	0.11		5	G				
11.5-12.5	leire	0.15		4	G				
12.5-13.5	leire	0.25	DS	4	G				
13.5-14.5	grusig	0.50	DS	2-3	G				
14.5-15.5	grusig	0.40	DS	3-4	G				
15.5-16.5	grus	0.45	S	4					
16.5-17.5	grus	0.45	S	3					prøvepumpet
17.5-18.5	grus	1.05	S	5-7					
18.5-19.5	grus	1.25	S	3-6					
19.5-20.5	grus, tette masser	1.55	S	8					
20.5-21.5	grus, tette masser	1.45	S	8					
21.5-22.5	grus, tette masser	0.55	DS	5-6					
22.5-23.5	grus, tette masser	1.15	S	6-8					

S: Slag DS: Delvis slag  
MP: Materialprøve

B: Brunt  
VP: Vannprøve

G: Grått

S: Svart

R: Rødt



**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Tollstad, Steinkjer kommune

**DATO:** 13.08.92

**BORPUNKT NR:** 2

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 II **SONE:** 32 **Ø-V:** 6397 **N-S:** 71005

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** ca. 95 m

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:** sonderboring

Dyp m	Materialtype (tolking)	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	stein/grus/sand			2					
1.5- 2.5	leire/finsand	0.13		2	G				
2.5- 3.5	leire	0.12		3	G				
3.5- 4.5	leire	0.10		3	G				
4.5- 5.5	leire	0.10		3	G				
5.5- 6.5	leire	0.12		3	G				
6.5- 7.5	leire	0.12		3	G				
7.5- 8.5	leire	0.11		3	G				
8.5- 9.5	leire	0.12		3	G				
9.5-10.5	leire	0.10		3	G				
10.5-11.5	leire	0.10		3	G				
11.5-12.5	leire	0.11		3	G				
12.5-13.5	leire	0.11		3	G				
13.5-14.5	leire	0.12		6	G				
14.5-15.5	leire	0.12		6	G				
15.5-16.5	leire	0.13		6	G				
16.5-17.5	leire	0.37		3	G				
17.5-18.5	leire	0.18		3	G				
18.5-19.5	morene	0.46	DS	2	G				
19.5-20.5	morene	1.40	S	3	G				
20.5-21.5	fjell ?	5.00	S	2	G				fjell fra 21 m ?

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Hesjmyra, sør for Giskås, Steinkjer kommune

**DATO:** 13.08.92

**BORPUNKT NR:** 3

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 II **SONE:** 32 **Ø-V:** 6417 **N-S:** 71009

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** ca. 175 m

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:** sonderboring

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	morene		DS	1	B				
1.5- 2.5	morene	1.40	S	1	B				
2.5- 3.5	morene	1.30	S	1	B				
3.5- 4.5	grusig	0.40	DS	2	B,G				
4.5- 5.5	grusig	0.50	DS	2	B,G				
5.5- 6.5	grusig	0.25		2	B,G				
6.5- 7.5	grusig sand/silt	0.35	DS	2	G				
7.5- 8.5	siltig sand	0.30		2	G				
8.5- 9.5	siltig sand	0.50		2	G				
9.5-10.5	siltig sand	0.30		2-3	G				
10.5-11.5	siltig sand m/grus	0.35	DS	2-3	G				
11.5-12.5	morene	1.05	S	2-3	G				
12,5-	fjell		S						

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Hesjmyra, sør for Giskås, Steinkjer kommune

**DATO:** 13.08.92

**BORPUNKT NR:** 4

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 II **SONE:** 32 **Ø-V:** 6419 **N-S:** 71006

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** ca. 175 m

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:** sonderboring

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	myr/sand			1	G				
1.5- 2.5	sand/finsand	0.15		1	G				
2.5- 3.5	sand/finsand	0.20		1	G				
3.5- 4.5	sand/finsand	0.15		1	G				
4.5- 5.5	sand/finsand	0.15		1	G				
5.5- 6.5	leire	0.15		1	G				boring u/rotasjon
6.5- 7.5	leire	0.13		1	G				
7.5- 8.5	leire	0.12		1	G				
8.5- 9.5	leire								
9.5-10.0	leire								
10.0-	fjell								

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

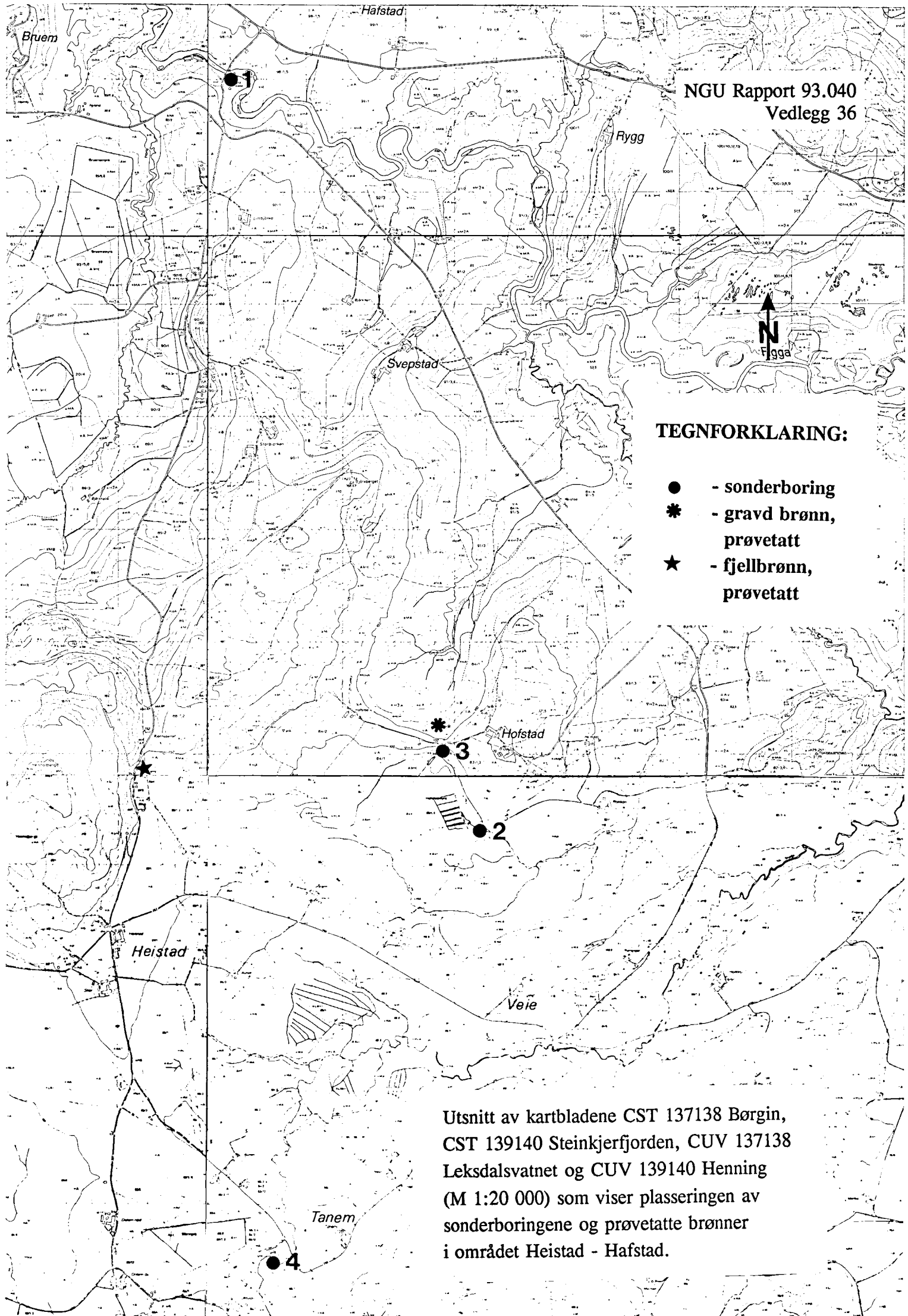
Kjemiske analyser av grunnvannsprøver fra områdene Hyllbrua og Heistad - Hafstad:

Område	Hyllbrua			Heistad-Hafstad		Folkehelsas normer	
Sted	Skogli v/ Giskås	<sup>1)</sup> Vålen	<sup>1)</sup> Hyll- brua	Heistad	Hofstad		
Brønntype	gravd brønn	fjell-brønn	gravd brønn	fjell-brønn	gravd brønn		
Dato	13.08.92	16.06.92	16.06.92	11.09.92	14.08.92	god	mindre god
Ledn.evne ( $\mu$ S/cm)	192	435	82	358	113.5		
pH	6.12	6.9	6.4	7.83	5.44	7.5-8.5	6.5-9.0
Alkalitet (mmol/l)	0.67	3.8	0.35	3.75	0.27	0.6-1.0	
Si	3.38			5.14	3.49		
Al	0.04			<0.02	0.21		
Fe	<0.01	<0.02	0.12	0.05	0.21	<0.1	0.1-0.2
Mg	4.87	8.6	1.4	10.11	1.84	<10	10-12
Ca	22.21	67	6.4	55.09	12.29	15-25	
Na	5.58	14	6.1	10.39	4.47	<20	
K	1.63	2.4	0.46	0.43	1.51		
Mn	<0.002	0.16	<0.02	0.21	0.13	<0.05	0.05-0.1
Cu	0.16			<0.002	0.018	<0.1	0.1-0.3
F	<0.05	1.4	<0.1	0.3	<0.05	<1.5	
Cl	15.1	19	11	7.8	10.9	<100	100-200
NO <sub>2</sub>	<0.05			<0.1	<0.05	<0.016	0.016-0.164
NO <sub>3</sub>	17.1	7.5	0.8	<0.05	14.8	<11	11-44
PO <sub>4</sub>	<0.2			<0.2	<0.2		
SO <sub>4</sub>	19.6	9.0	3.2	4.0	7.2	<100	

<sup>1)</sup>Prøvetatt av kommunen og analysert ved næringsmiddelkontrollen i Steinkjer. (lab.nr. 92/913)

Alle ionekonsentrasjonene er oppgitt i mg/l.

Konsentrasjonene av andre analyserte elementer ligger klart innenfor Folkehelsas normer og/eller under deteksjonsgrensen for analysemetoden.



**TEGNFORKLARING:**

- - sonderboring
- \* - gravd brønn, prøvetatt
- ★ - fjellbrønn, prøvetatt

Utsnitt av kartbladene CST 137138 Børgin, CST 139140 Steinkjerfjorden, CUV 137138 Leksdalsvatnet og CUV 139140 Henning (M 1:20 000) som viser plasseringen av sonderboringene og prøvetatte brønner i området Heistad - Hafstad.

**SONDERBORING, UNDERSØKELSEBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Hafstad, v/brua over Figga, Steinkjer kommune

**DATO:** 18.08.92

**BORPUNKT NR:** 1

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1722 IV **SONE:** 32 **Ø-V:** 6226 **N-S:** 70964

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** ca. 35 m

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:** sonderboring

Dyp m	Materialtype (tolking)	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	stein og sand		DS	2	G				
1.5- 2.5	sand/leire	0.24	-	-	-				
2.5- 3.5	sand/finsand	0.24	-	-	-				
3.5- 4.5	sand/finsand/leire	0.22	-	2-3	G				
4.5- 5.5	sand/leirblandet	0.45	-	2-3	G				
5.5- 6.5	sand/leirblandet	0.55	-	2	G				
6.5- 7.5	sand/leirbl./gruskorn	1.05	-	2	G				
7.5- 8.5	morene	1.30	S	2	G				
8.5- 9.5	fjell								Fjell fra 8.5 m

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Hofstad, øst for Hofstadmyra, Steinkjer kommune

**DATO:** 13.08.92

**BORPUNKT NR:** 2

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1722 IV **SONE:** 32 **Ø-V:** 6239 **N-S:** 70932

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** ca. 90 m

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:** sonderboring

Dyp m	Materialtype (tolking)	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid for vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	silt		-	8	G				
1.5- 2.5	silt	0.13	-	8	G				
2.5- 3.5	silt/leire	0.13	-	8	G				
3.5- 4.5	silt/leire	0.13	-	8	G				
4.5- 5.5	silt/leire	0.13	-	8	G				
5.5- 6.5	silt/leire	0.13	-	8	G				
6.5- 7.5	silt/leire	0.13	-	8	G				
7.5- 8.5	silt/leire	0.10	-	8	G				
8.5- 9.5	silt/leire	0.10	-	8	G				
9.5-10.5	silt/leire	0.10	-	8	G				
10.5-11.5	silt/leire	0.35	-	6	G				
11.5-12.5	sand/silt, hardpakket	2.30	S	5	G				
12.5-13.5	sand/silt, hardpakket	2.30	S	5	G				
13.5-14.5	sand/silt, hardpakket	2.50	S	6					borkrona tett
14.5-15.5	sand/silt, hardpakket	2.50	S	6					tørssondering
15.5-16.5	sand/silt, hardpakket	1.00	S						
16.5-17.5	sand/silt, hardpakket	1.00	S						
17.5-18.5	sand/silt, hardpakket	1.00	S						
18.5-19.5	sand/silt, hardpakket	1.00	S						
19.5-20.5	sand/silt, hardpakket	1.00	S						
20.5-21.5	sand/silt, hardpakket	1.00	S						

S: Slag DS: Delvis slag  
MP: Materialprøve

B: Brunt  
VP: Vannprøve

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER****STED:** Hofstad, nord for Hofstadmyra, Steinkjer kommune **DATO:** 14.08.92**BORPUNKT NR:** 3**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone**UTM-KOORDINATER:****KARTBLAD (M711):** 1722 IV **SONE:** 32 **Ø-V:** 6235 **N-S:** 70935**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** ca 95 m**BRØNN-/FILTERTYPE:****GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:****MERKNAD:** sonderboring

Dyp m	Materialtype (tolking)	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid for vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	sand				G				
1.5- 2.5	grusig, tett masse	0.25			G				
2.5- 3.5	blokkholdig, tett masse	4.00	S		G				
3.5- 4.5	grusig, tett masse	1.45	S		G				
4.5- 5.5	grusig, tett masse	1.32	S	3	G				
5.5- 6.5	morene, tett m/grus	2.10	S	2-5	G				
6.5- 7.5	morene, tett m/grus	1.35	S	1	G				
7.5- 8.5	morene, tett m/grus	2.20	S	3-5	G				
8.5- 9.5	morene, tett m/grus	2.15	S	3-5	G				
9.5-10.5	morene, tett m/grus	2.30	S	3-5	G				
10.5-11.5	morene, tett m/grus	2.03	S	3-6	G				
11.5-12.5	morene, tett m/grus	2.41	S	3-6	G				
12.5-13.5	leire ? løsere masse	0.31	DS	2	G				
13.5-14.5	sand, tett	0.25	DS	5	G				
14.5-15.5	sand, tett	1.00	DS	5	G				

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve



**SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER**

STED: Oksvoll, Steinkjer kommune

DATO: 14.08.92

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borro borerigg, 51 mm borkrone

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1722 IV SONE: 32 Ø-V: 6229 N-S: 70912

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 120 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: sonderboring

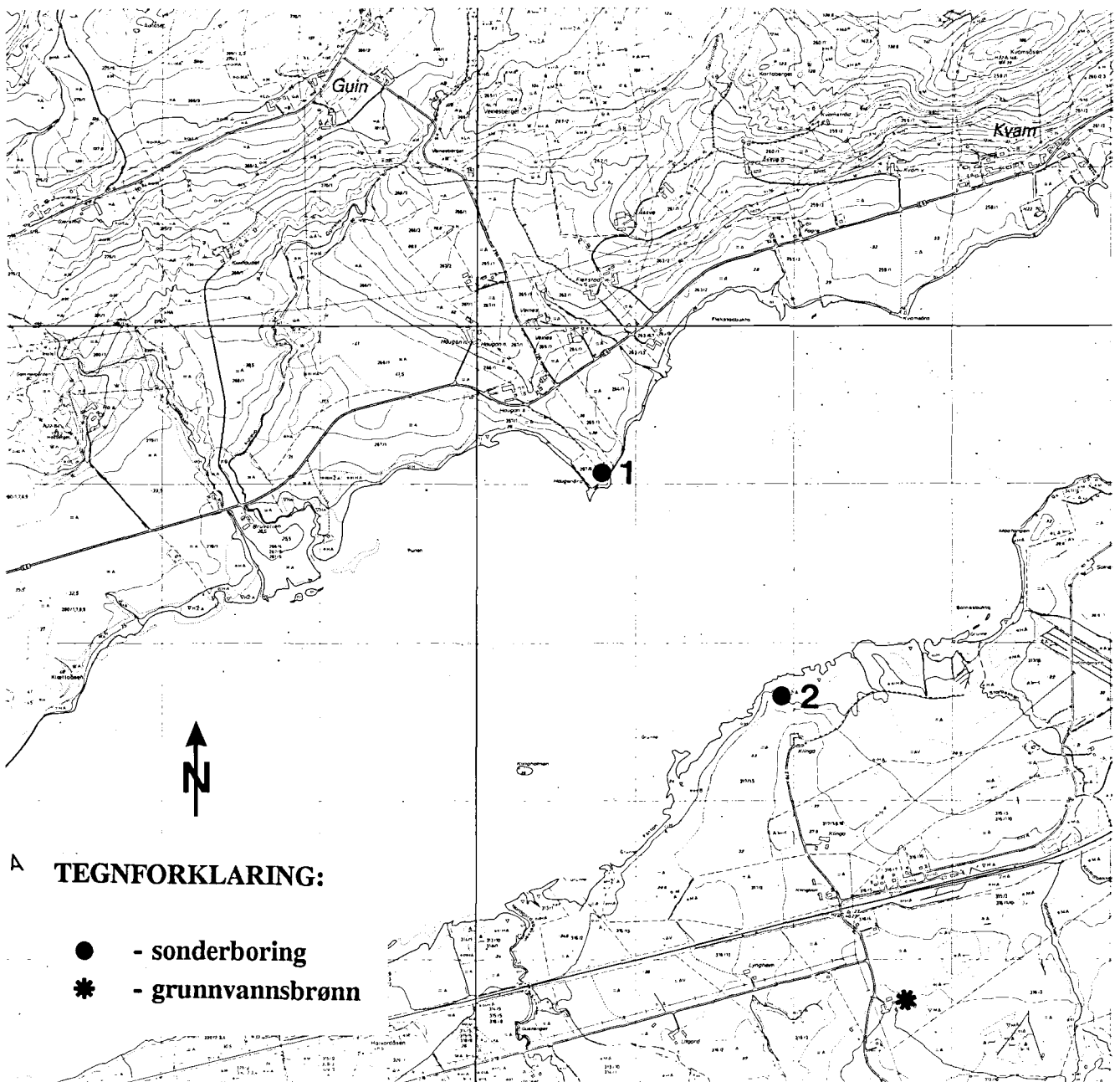
Dyp m	Materialtype (tolking)	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid for vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	grus og stein		DS	2	G,B				
1.5- 2.5	sand	0.55		2	G,B				
2.5- 3.5	sand	1.10	DS	2	G				
3.5- 4.5	sand m/små gruslag	1.00	DS	2	G				
4.5- 5.5	sand m/små gruslag	1.00	S	2	G				
5.5- 6.5	sand/finsand	1.00		3-5	G				
6.5- 7.5	sand/finsand	0.45		4	G				
7.5- 8.5	sand/finsand	0.50		3	G				
8.5- 9.5	sand/finsand	0.50		3	G				
9.5-10.5	sand/finsand	1.00		3	G				hardpakket
10.5-11.5	sand/finsand	0.50	DS	3-10	G				hardpakket
11.5-12.5	sand/finsand	0.35		6	G				
12.5-13.5	sand/finsand	0.40		6	G				
13.5-14.5	sand/finsand	0.30		6-10	G				
14.5-15.5	sand/finsand	0.40		6-10	G				
15.5-16.5	sand/finsand	0.40		8	G				
16.5-17.5	sand/finsand	0.50		8	G				
17.5-18.5	sand/finsand	0.55		8	G				
18.5-19.5	sand/finsand	0.55		8	G				

S: Slag DS: Delvis slag  
MP: MaterialprøveB: Brunt  
VP: Vannprøve

G: Grått

S: Svart

R: Rødt



Utsnitt av kartblad CUV 143144 Kvam (M 1:20 000) som viser plasseringen av sonderboringer og eksisterende grunnvannsbrønn i området Stod - Kvam.

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Veines, v/Idrettsplassen, Steinkjer kommune

**DATO:** 12.08.92

**BORPUNKT NR:** 1

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6320 **N-S:** 71147

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 25 m

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:** sonderboring

Dyp m	Materialtype (tolking)	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid for vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	sand/grus		DS		G				
1.5- 2.5	sand/grus/blokk	0.45	S		G				
2.5- 3.5	grusig sand	0.30			G				
3.5- 4.5	finsand/sand	0.30		6-8	G				
4.5- 5.5	finsand/sand	0.30	DS	3-6	G				
5.5- 6.5	finsand/sand	0.25		2	G				
6.5- 7.5	finsand/sand	0.30		2	G				
7.5- 8.5	finsand/sand	0.35		2	G				
8.5- 9.5	finsand/sand	0.40	DS	4-5	G				
9.5-10.5	sand/finsand/(leire)	0.35		2-5	G				
10.5-11.5	sand/finsand/silt	1.00	DS	3	G				
11.5-12.5	silt	1.05	S	3	G				
12.5-13.5	silt	1.40	S	3-6	G				
13.5-14.5	silt	2.00	S	4-8	G				
14.5-15.5	morene/fjell?	4.00							

S: Slag DS: Delvis slag  
MP: Materialprøve

B: Brunt  
VP: Vannprøve

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER**

**STED:** Klinga , Steinkjer kommune

**DATO:**18.08.92

**BORPUNKT NR:** 2

**BORUTSTYR:** Borro borerigg, 51 mm borkrone

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1723 II **SONE:** 32 **Ø-V:** 6327 **N-S:** 71140

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:** 25 m

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:** sonderboring

Dyp m	Materialtype (tolking)	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Merknad
0.0- 1.5	sand, grusig				B,G				
1.5- 2.5	sand, grusig	0.30		1	G				
2.5- 3.5	sand	0.23		1	G				
3.5- 4.5	sand/finsand	0.17		2	G				
4.5- 5.5	sand m/gruskorn	0.29		2	G				
5.5- 6.5	sand m/gruskorn	0.38		3	G				
6.5- 7.5	sand m/gruskorn	0.51		3	G				
7.5- 8.5	sand, hardpakket	1.00	DS	3-5	G				
8.5- 9.5	sand/finsand/silt	0.53	S	3-5	G				
9.5-10.5	sand/finsand/silt	0.35	DS	5	G				
10.5-11.5	sand/finsand/silt	0.26		5	G				
11.5-12.5	sand/finsand m/gruskorn	0.33		3-5	G				
12.5-13.5	sand/finsand/silt	0.33		3-5	G				
13.5-14.5	sand/finsand/silt	0.37		4-6	G				
14.5-15.5	sand/finsand/silt	0.35		4-6	G				
15.5-16.5	sand/finsand, tett	0.38		4-6	G				
16.5-17.5	sand/finsand m/gruskorn	0.36		4-6	G				
17.5-18.5	sand/finsand/silt	0.25	DS	4-6	G				
18.5-19.5	sand/finsand/silt	0.21	DS	4-6	G				

**S:** Slag **DS:** Delvis slag

**B:** Brunt

**G:** Grått

**S:** Svart

**R:** Rødt

**MP:** Materialprøve

**VP:** Vannprøve