

NGU Rapport 93.039

Grunnvannsundersøkelser i Snåsa
kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet
i Nord-Trøndelag og Fosen

Rapport nr. 93.039		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser i Snåsa kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag fylke.				
Forfatter: Bernt Olav Hilmo og Oddveig Bredeesen		Oppdragsgiver: Snåsa komm., Nord-Trøndelag fylke og NGU.		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Snåsa		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Grong		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1823-III Snåsa og 1823-IV Grong		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 85	Pris: Kr 105,-	
		Kartbilag:		
Feltarbeid utført: juni-november 1992	Rapportdato: 31.03.93	Prosjektnr.: 63.2509.60	Ansvarlig: <i>Tor Erik Finne</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>Som en videreføring av GiN-prosjektet er det foretatt oppfølgende grunnvannsundersøkelser med tanke på utredning av alternative vannkilder til Snåsa-, Øverbygda- og Sørbygda vassverk. Disse vannverkene forsynes i dag fra urensede overflatevannskilder med høyt humusinnhold og tidvis høye bakterietall.</p> <p>For Snåsa vannverk ble det ut fra innledende undersøkelser påvist muligheter for grunnvannsuttak både ved Sandnes, Sagbakken og Korsvollan, men ut fra vannkvalitet, mulige utbyggingskostnader og praktiske hensyn ble elvedeltaet ved Sagbakken valgt for langtids prøvepumping. Prøvepumpingen viste at det er mulig å ta ut vassverkets vannbehov på 12 l/s. Vannkvaliteten var god, slik at eneste nødvendig vannbehandling er lufting og alkalisering. Vurdering av hydrologiske forhold indikerer at det ikke er mulig å forsyne Snåsa vannverk med vann fra Heimsjøen.</p> <p>For Sørbygda og Øverbygda er grunnvann fra brelvavsetningen fra Ålmo vurdert. Kapasiteten på en kildehorisont er noe knapp ut fra vassverkens samlede behov, og grunnvannet fra kildene har noe høyt nitratinnhold. Et uttak fra rørbrønner kan gi vann av bedre kvalitet. For å kunne gi en sikrere vurdering av både kapasitet og kvalitet er det er gitt et forslag på oppfølgende undersøkelser. Det er i tillegg forelått undersøkelser på andre avsetninger.</p>				
Emneord: Hydrogeologi	Grunnvannsforsyning		Sonderboring	
Prøvepumping	Grunnvannskvalitet		Grunnvannskilde	
Hydrologi	Vannverk stort		Fagrapport	

FORORD

Etter initiativ fra Miljøverndepartementet (MD) gjennomførte Norges geologiske undersøkelse i perioden 1989-1992 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". Disse påviste ressursene vil danne grunnlaget for etablering av vannverk som kan fungere som "reklame" for en videre progresjon i utnyttelsen av grunnvannsressurser i trøndelagsfylkene.

Ut fra GiN-resultatene, data vedrørende kvaliteten på eksisterende vannforsyning og anbefalinger fra fylkesmyndighetene, samt ønske om en geografisk spredning, ble følgende kommuner valgt ut for undersøkelser i 1992: Flatanger, Overhalla/ Grong, Snåsa og Steinkjer i Nord-Trøndelag samt Osen i Sør-Trøndelag. Kommunene Overhalla og Grong har 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 %). I tillegg har alle kommunene bidratt med en vesentlig egeninnsats.

Norges geologiske undersøkelse
Trondheim 31.03.93

Bernt Olav Hilmo
Bernt Olav Hilmo
prosjektleder

Helge Hugdahl
Helge Hugdahl
programleder

INNHALDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON	4
1 INNLEDNING	5
2 DAGENS VANNFORSYNINGSSITUASJON, SNÅSA KOMMUNE	6
3 METODIKK	7
4 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER, SNÅSA VASSVERK	9
4.1 Innledende undersøkelser	9
4.1.1 SANDNES	9
4.1.2 SAGBAKKEN	10
4.1.3 KORSVOLLAN	11
4.1.4 VALG AV PRØVEPUMPINGSOMRÅDE	11
4.2 Langtidsprøvepumping	12
4.2.1 ETABLERING AV BRØNNOMRÅDE	12
4.2.2 GRUNNVANNSSTAND UNDER PRØVEPUMPING	12
4.2.3 AKVIFERPARAMETRE	13
4.2.4 MATNINGSOMRÅDE	14
4.3 Grunnvannskvalitet under prøvepumping	16
4.4 Nøvendig klausulering og beskyttelsessoner	17
4.5 Forslag på brønnutforming	17
5 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER, SØRBYGDA OG ØVERBYGDA	19
5.1 Innledende grunnvannsundersøkelser	19
5.1.1 BESKRIVELSE AV AVSETNINGEN	19
5.1.2 BORINGER	20
5.1.3 KILDEUTSLAG	20
5.2 Metoder for uttak av grunnvann	22
5.2.1 SAMLEGRØFT	22
5.2.2 SANDSPISSER	22
5.3 Nødvendig renstiltak	23
5.4 Oppsummering med forslag til oppfølgende undersøkelser	23
6 HEIMSJØEN	24
6.1 Bakgrunn	24
6.2 Beskrivelse av nedbørsfeltet	24
6.3 Vannbalanse	25
6.3.1 NEDBØR	25
6.3.2 FORDAMPING	26
6.3.3 UTTAKSMENGDER BERG VASSVERK	26
6.3.4 VANNSTANDSMÅLINGER	26
6.3.5 VANNBALANSE, KONKLUSJON	26
6.4 Vannkvalitet	28
6.5 Konklusjon	30
REFERANSER	31
VEDLEGG	32

KONKLUSJON

Snåsa sentrum

De innledende undersøkelsene basert på sonderboringer med enkle testpumper og prøvetaking viser at det er gode muligheter for grunnvannsuttak både ved Sandnes, Korsvolla og Sagbakken. Ut fra beliggenhet, vannkvalitet, forventete utbyggingskostnader og praktiske hensyn ble elvedeltaet ved Sagbakken valgt ut for langtids prøvepumping. I løpet av en ca 3 mnd. pumpeperiode med et vannuttak på 13-15 l/s ble det kun registrert små senkninger (mindre enn 2 m) av grunnvannsnivået ved prøvebrønnene, og grunnvannsstanden ble stabil etter ca 4 døgns pumping.

Vannkvaliteten var god gjennom hele pumpeperioden, men ut fra grunnvannets pH-verdi og oksygeninnhold anbefales lufting og alkalisering.

Utenom en god sikring rundt selve brønnstedet og ved fylkesveien er det ikke nødvendig med større restriksjoner i forhold til dagens arealbruk. Eventuelle endringer i arealbruken må vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle.

Øverbygda og Sørbygda

Ut fra tidligere undersøkelser og feltbefaringer ble grunnvannsundersøkelsene konsentrert om Ålmoavsetningen som er et stort breelvdelta med over 20 m sand og grus. Det er registrert betydelige kildeutslag i foten av terrassen mellom et massetak og Ålmo gård. Samlet vannmengde er målt til ca 5 l/s som er noe knapt i forhold til Øverbygda og Sørbygda samlede vannbehov.

Det største problemet med vannkvaliteten i kildene er høyt nitratinnhold grunnet gjødsling av dyrket mark på toppflaten ovenfor kildeutslagene. Grunnvannet har også noe lav pH i forhold til Folkehelsas normer, men er ellers av god uorganisk-kjemisk kvalitet.

Sonderboringer med enkle testpumper ved kildehorisonten viser at det er mulig å ta ut grunnvann fra rørbrønner med et lavere nitratinnhold enn i kildene. På grunn av begrenset mektighet av sand og grus over finkornige sedimenter, kan eventuelle sandspisser settes på skrå inn i avsetningen for å oppnå størst mulig filterlengde.

Det anbefales videre undersøkelser av avsetningen og eventuelt også av andre løsavsetninger i området.

Heimsjøen

Hydrologiske målinger ved Heimsjøen indikerer at tilrenningen ikke er stor nok til å kunne dekke vannbehovet til Snåsa v.v. I løpet av en ca 4 mnd. måleperiode ble gjennomsnittlig avløp beregnet til 3.3 l/s utover det som tas ut av Berg v.v. Nedbørsmengden i måleperioden var over det normale. Vannkvaliteten i Heimsjøen kan forklares ved at nedbørsvann med lav pH fører til oppløsning av kalksteinen i nedbørsfeltet, noe som gir høyere alkalitet og pH og høyere konsentrasjon av kalsium. Det er dermed intet som tyder på at Heimsjøen mates med grunnvann fra fjerntliggende områder via dyptgående sprekkesystemer.

1 INNLEDNING

På bakgrunn av kvaliteten på eksisterende vannforsyning og tidligere vurderinger av mulighetene for grunnvannsforsyning, prioriterte Snåsa kommune disse forsyningsstedene for oppfølgende grunnvannsundersøkelser:

- 1 Snåsa sentrum
- 2 Øverbygda
- 3 Sørbygda

I GiN-rapporten (Hilmo og Storrø, 1991) ble det ut fra eksisterende data, feltbefaring og en enkelt sonderboring konkludert med muligheter for grunnvannsforsyning til de samme forsyningsstedene. Den første fasen i feltarbeidet som bestod av feltbefaring, sonderboringer med enkle testpumper ved Sandnes, Sagbakken, Ålmo og Korsvolla og registrering av kildehorisont ved Ålmo, ble foretatt i perioden 9-16. juni. Langtidsprøvepumpingen ved Sagbakken kom i gang 24.08 og varte til 26.11. Prøvetaking og målinger av vannstand og nedbør ved Heimsjøen ble foretatt fra 18.06 til 23.10.

Forsker Bernt Olav Hilmo har vært ansvarlig for arbeidet. Andre involverte var:

Oddveig Bredesen (diplomoppgave, inst. for vassbygg, NTH)
Bjørn Iversen (løsmasseboringer)
Eilif Danielsen (løsmasseboringer)
Gaute Storrø (igangsetting av prøvepumping)
Øystein Jæger (nedrigging, vannprøvetaking)
Per Parnas (overvåkning Heimsjøen)

Ellers har kommunen bidratt med utstyr og framlegging av strøm til prøvepumping, innmåling av observasjonsbrønnene, overvåkning av prøvepumpingen og vannprøvetaking.

Da det under feltbefaringen og ved videre samtaler med kommunen kom fram flere opplysninger angående grunnvannsmulighetene, ble det gjort endel endringer i feltarbeidet i forhold til den oppsatte arbeidsplanen, men de påløpte kostnadene ble omtrent like store som budsjettet, d.v.s. ca. kr. 380.000.

Etter henvendelse fra Inst. for vassbygg, NTH og i samarbeid med Snåsa kommune kom det i stand en diplomoppgave, hvor målsetningen bl. a. var å utrede mulighetene for grunnvannsforsyning til de tre nevnte vannverkene og i tillegg vurdere disse alternativene opp mot andre alternativer basert på rensing av overflatevann.

2 DAGENS VANNFORSYNINGSSITUASJON, SNÅSA KOMMUNE

Snåsa kommune er i gang med utarbeidelse av hovedplan for vann, hvor resultatene fra denne rapporten og Oddveig Bredesens diplomoppgave vil inngå.

Vannforsyningen besørges i dag fra 14 forskjellige vassverk der 10 er private og resten kommunale. 5 av vassverka som forsyner ca 6% av innbyggerne i kommunen er basert på grunnvann, resten benytter overflatevann. De fleste overflatekildene har lav pH-verdi og høyt humusinnhold. Unntaket er Heimsjøen som forsyner Berg vassverks 50 abonnenter. Denne vannkilden er kalkholdig og svakt basisk og den har et lavt fargetall.

Tabell 2.1: *Oversikt over vannverkene i kommunen med vannkilde, eierform og antall personer tilknyttet.* (Fylkesmannens vassverksregister, 1990)

VANNVERK	VANNKILDE	EIERFORM	PERSONER
Berg	Heimsjøen	Privat	50
Breide	Oppkomme	Privat	60
Fjellstad	Oppkomme	Kommunalt	20
Gifstad	Oppkomme	Privat	30
Grønøra	Fjellbrønn	Kommunalt	10
Hammer	Snåsavatnet	Privat	20
Holsing	Revtjøna	Privat	70
Kjenstad	Grunnvatn	Privat	12
Nordsia	Trekvitla	Kommunalt	70
Snåsa	Bjørnsjøene	Privat	835
Snåsa Kroa		Privat	20
Sørbygda	Movatn	Privat	200
Vest-Snåsa	Snåsavatnet	Kommunalt	400
Øverbygda	Movatn	Privat	400

De 3 største vannforsyningskilder i Snåsa er Bjørnsjøen (Snåsa Vassverk), Movatnet (Øverbygda v.v. og Sørbygda v.v) og Snåsavatnet (Vest-Snåsa v.v. og Hammer v.v.). Disse kildene forsyner 84 % av innbyggerne.

Flere av de større anleggene har kapasitetsproblemer i tørkeperioder. Problemene oppstår i hovedsak p.g.a. gjenngroing av røtverrsnittet som følge av store mengder organisk materiale i vannet som tas inn på anlegget.

Nedbørsfeltene til de forskjellige overflatevannkildene er ikke spesielt sikret mot forurensing. Aktiviteter i området er beiting, turgåing mm. Bakteriologisk forurensing er påvist ved de fleste anlegg forsynt fra overflatekilder. Bare Hammer, Snåsa Kroa og Vest-Snåsa har bygd ut behandlingsanlegg for vannet. Desinfeksjon som er et minstekrav for overflatevannverk, er etablert ved de to sistnevnte i form av UV-anlegg.

Tabell 2.2: *Vannkvaliteten til vannverkene i Snåsa.* (Innherred Kjøtt- og Næringsm.kontroll, 1991)

VASSVERK	Bakterier* 1 / 2 / 3	pH	Fargetall [mg Pt/l]	Turbiditet [FTU]	KOF Mn [mg O/l]
Berg	120!/1!/1#	7.4-7.8	6-8	0.33	2.7
Breide	34/0/0	5.8-6.1#	4-10	0.26	1.7
Fjellstad	210!/1!/0	7.1 !	17 !	0.27	2.2
Gifstad	6/0/0	5.8 #	<1	0.15	<1.0
Grønøra	62/0/0	7.3-7.4!	12-39 #	1.30#	2.7
Hammer	Det er ikke tatt prøver av vannet				
Hølsing	4/0/0	6.4 #	33 #	0.39	6.1
Kjenstad	7/0/0	5.7 #	1	0.16	<1.0
Nordsia	520!/0/0	6.6-7.0!	20-27 !	0.31	4.0
Snåsa	120!/1!/1#	6.1-6.5#	50-82 #	0.65 !	8.6
Snåsa Kro	110!/1!/1#	7.2-7.4!	15-32 #	0.30	4.2
Sørbygda	92!/1!/1#	6.2-6.4#	40-53 #	0.33	6.5
VestSnåsa	60/0/0	6.7-7.0!	26-34 #	0.74 !	4.5
Øverbygda	190!/7#/1#	6.3-6.6!	46-70 #	0.72 !	6.9

* Bakterier, her målt på 3 forskjellige parametre:

1. Totalantall bakterier 20°C /ml
2. Koliforme bakterier 37°C /100ml
3. Termotolerante koliforme bakt. /100ml

! betyr at resultatet ligger utenfor ønskelig verdi.

betyr at resultatet ligger utenfor akseptabel verdi.

En mer detaljert beskrivelse av Snåsa- Øverbygda- og Sørbygda vassverk er gitt i Bredesen (1992).

3 METODIKK

Planleggingen startet med en gjennomgang av GiN, fase I og eksisterende geologiske rapporter og kart i kommunen. I samråd med kommunen ble det så satt opp en detaljert arbeidsplan med kostnadsoverslag for hvert prioritert område innen kommunen. Arbeidsplanen beskrev også kort hvilke løsavsetninger som kunne være egnet for grunnvannsuttak.

På hver vurderte løsavsetning 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, målt brønnens vanngiverevne og tatt prøver av grunnvannet etter ca. 15 min. pumping.

Det er utført kornfordelingsanalyser på masseprøvene og uorganisk-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 en egnet lokalitet for langtidsprøvepumping.

Til langtidsprøvepumpingen ved Sagbakken ble det benyttet en Ø2"- og en Ø3" brønn med sugepumpe. Under prøvepumpingen ble det tatt vannprøver for kjemisk analyse 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. Samtidig ble også vannstanden i Snåsavatnet registrert. Disse dataene gir grunnlag for en vurdering av grunnvannskvalitet, eventuelle rensiltak og mengder grunnvann som kan tas ut.

På Ålmoavsetningen i Øverbygda ble det i tillegg til boringer og enkle testpumper foretatt kapasitetsmålinger og detaljert vannprøvetaking over tid av en kildehorisont.

Til vurdering av mulige uttak av vann fra Heimsjøen ble det gjort følgende:

- kartlegging og registrering av mulige inn- og utløp i Heimsjøen
- registrering av vannstandsendringer i Heimsjøen
- måling av nedbørsmengder
- måling av avløpsmengder til Berg vassverk
- tatt vannprøver til kjemiske analyser

Vannprøvene fra samtlige undersøkelser ble analysert på følgende uorganisk-kjemiske parametre:

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

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

4 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER, SNÅSA VASSVERK

Snåsa vassverk forsynes i dag fra Bjørnsjøene. Vannkvaliteten er preget av høyt fargetall, lav pH og tidvis bakteriologisk forurensning. Framtidig vannbehov er anslått til 12 l/s (Bredesen, 1992). På grunnlag av tidligere undersøkelser, eksisterende ledningstrase og feltbefaringer ble det besluttet å gjøre oppfølgende undersøkelser på Granadeltaet ved Sandnes, ved Sagbakken og ved Korsvollan (vedlegg 1). I tillegg ble det vurdert om Heimsjøen har tilstrekkelig kapasitet til å kunne forsyne både Berg v.v. og Snåsa v.v.(kap.6).

4.1 Innledende undersøkelser

4.1.1 SANDNES

Sandnestangen ligger på østsida av Snåsavatnet, ca 3 km sør for Viosen. Tangen er et ca 1 km² stort elvedelta der Granaelva munner ut i Snåsavatnet. Størsteparten av området er skogbevokst med noe myr innimellom. Lengre inn på deltaet, ca 300 m fra vatnet ligger nærmeste dyrket mark. Strandområdene mot Snåsavatnet benyttes til friluftaktiviteter som bading og fiske. Overflatematerialet i deltaet er dominert av sand. Ut fra feltbefaring og kartstudier kan en se små strandvoller ned mot Snåsavatnet og spor etter gamle elveløp flere steder på deltaet.

Det ble i forbindelse med GiN-kartleggingen i kommunen (Hilmo & Storrø, 1991) utført en sonderboring på Sandnestangen. Boringen viste min. 20 m sand, men testpumper på forskjellig nivå ga bare små vannmengder.

Det ble foretatt ytterligere 3 sonderboringer i juni 1992. Kartet i vedlegg 2.1 viser beliggenheten av disse, mens sonderborskjemaene er vist i vedlegg 3.1-3.3.

Massene i de tre borhulla består av 15-22 m sand med finsandlag over silt og leire.

Det ble satt ned Ø5/4" rør for testpumping i alle tre borhulla. Særlig borh. 2 og 3 ga brukbare kapasiteter (opptil 4 l/sek i borh. 3) i flere nivå.

Avsetningen mates trolig både fra Granaelva og Snåsavatnet, slik at det er muligheter for store uttak av grunnvann.

Vannkvaliteten (vedlegg 4) er preget av lav pH (5-6), lavt kalsiuminnhold (1-5 mg/l) og noe høyt manganinnhold (16-370 µg/l). En vannprøve fra borh. 2, 14 m dybde, har over 0.5 mg Fe/l noe som er klart over Folkehelsas normer (vedlegg 10). De svært lave konsentrasjonene av sulfat i borh. 1 og 2 tyder på reduserende forhold, d.v.s. at svovelholdige ioner forefinnes som HS⁻-ioner. Sulfatinnholdet er betydelig høyere i borh. 3, noe som stemmer overens med målinger av halvcellepotensialet (Eh) som indikerte at grunnvannet der har høyere oksygeninnhold.

Et annet betenkelig moment angående vannkvaliteten i avsetningen er at det under boringen ble påtruffet lag med høyt innhold av organisk materiale. Dette er uheldig i grunnvannssammenheng fordi organiske partikler gir muligheter for økt innhold av tungtløselige elementer som jern, mangan, aluminium, bly, kobber, sink, kadmium. I tillegg fører høyt organisk innhold til lavt oksygeninnhold og ofte lav pH-verdi.

4.1.2 SAGBAKKEN

Den aktuelle avsetningen er et elvedelta der Bruvollrelva renner ut i Snåsavatnet, ca 4 km SV for Viosen (vedlegg 1). Selve deltaet er ca 350 m og det har bygd seg ca 250 m ut i Snåsavatnet.

Deltaflata nyttes i dag til skogbruk. Riksvei 763 passerer i foten på deltaflata, og nord for veien er det jordbruksområder. Løsmassene stammer hovedsaklig fra erosjon i breelvavsetningene mot Korsvollan. Avsetningen ligger like nedenfor et bratt fjellskråning, slik at elva har hatt stor fart ned mot deltaet. Dette har ført til at elveerodert materiale er avsatt på samme sted i et relativt langt tidsrom og dette gir muligheter for oppbygging av betydelige mektigheter med sand og grus. Deltaflata har tydelige spor etter gamle elveløp.

Grunnvannsmagasinet på avsetningen antas å stå i hydraulisk kontakt med både Bruvollrelva og Snåsavatnet. Forutsatt tilstrekkelige mektigheter og hydraulisk ledningsevne i massene skulle det derfor være muligheter for store uttak av grunnvann.

Også på Sagbakken ble det sonderboret på 3 plasser (vedlegg 2.2).

Borpunkt 1 (vedlegg 3.4)

Profilet består av vesentlig sand og grus til 25.5 m, men med et lag av organisk rik sand/finsand fra ca 14-19 m. Det ble prøvepumpet fra 6 forskjellige dyp. Kapasiteten varierte fra 0.3-3 l/s, og med høyest kapasitet ved 9, 13, 21 m og 25 m (over 1 l/s). Det ble tatt vannprøver fra 5 nivå (vedlegg 4). pH-verdien målt i laboratoriet varierte mellom 6.2 og 6.5, mens pH målt i felt varierte mellom 6.3 og 6.8. Jerninnholdet er under 0.05 mg/l i toppen og bunnen av borhullet, mens det i prøvene fra 13 og 17 m er henholdsvis 0.14 og 0.58 mg/l. Det høye jerninnholdet i dette nivået har trolig sammenheng med det organiske innholdet i massene som ble påvist i tilnærmet samme nivå. Aluminium viser samme tendensen, mens innholdet av mangan blir lavere nedover i borhullet. Bortsett fra noe lav pH og et nivå med for høye Fe-konsentrasjoner er grunnvannsprøvene fra borhullet av god kjemisk kvalitet.

Borpunkt 2 (vedlegg 3.5)

Massene består av sand og grus med noe varierende vanngjennomgang til minst 26 m dyp. Kapasiteten på testbrønnen varierte fra 0.1 til 3.7 l/s. De seks vannprøvene fra forskjellige dybder viser relativ lav pH (5.7-6.6) og høyt jerninnhold (0.14-2.0 mg Fe/l). I tillegg har enkelte prøver for høye Mn-konsentrasjoner og andre for lave konsentrasjoner av Ca i forhold til Folkehelsas normer for godt drikkevann.

Borpunkt 3

Massene består av relativt dårlig sortert sand og grus med dårlig vanngjennomgang ned til ca 11 m. På større dyp blir massene mer siltig (morenepreg). På grunn av dårlig vanngjennomgang ved spyling av testbrønnen ved ulike nivå, ble det ikke gjort testpumper.

4.1.3 KORSVOLLAN

Den undersøkte avsetningen er et breelvdelta som ligger på begge sider av E6 ca 4 km nord for Snåsavatnet og knapt 4 km nordvest for eksisterende vannkilde, Bjørnsjøen (vedlegg 1). Avsetningen danner et ca 1.3 km² stort platå på kote 168-174 moh. Den blir delt av Korsvollrelva som renner ut i Snåsavatnet ved Sagbakken. Snitt i massetak i avsetningen viser et grovt topplag av vesentlig grus over sandige masser.

Det ble vurdert flere borlokaliteter på deltaet. En slamlagune nord på deltaet begrenset egnede områder for grunnvannsuttak. Områdene rundt Korsvollrelva er ellers stort sett oppdyrket. Ut fra avsetningens oppbygging, grunnvannsstand, framkommelighet og forurensningstrusler ble det sonderboret like ved et gammelt massetak på vestsida av E6 (vedlegg 2.3).

Sonderboringen (vedlegg 3.7) viste vesentlig sand og grus ned til ca 14 m. Derfra er massene tettere og mer moreneaktig. Boringen ble avslutet på 23.5 m dyp. Det ble prøvepumpet på 7 og 11 m. Kapasiteten var henholdsvis 1.4 og 0.5 l/s. Tatt i betraktning størrelsen på avsetningen og det at den mates av større bekker og elver, bør man kunne dekke det oppgitte vannbehovet for Snåsa v.v. Analyser av uorganisk-kjemiske parametre (vedlegg 4) viser at det oppumpede grunnvannet har noe lav pH (ca 6) og for høy Mn-konsentrasjon i den ene av de to prøvene sammenlignet med Folkehelsas normer for godt drikkevann. Ellers er vannprøvene av god kjemisk kvalitet.

4.1.4 VALG AV PRØVEPUMPINGSOMRÅDE

Sonderboringen ved Korsvollan indikerte mulighet for grunnvannsuttak. Beregnet avstand for en pumpeledningstrasé opp til eksisterende vannkilde, Bjørnsjøen er 4000 m. Støpejernsledningen fra Bjørnsjøen til Viosen er av dårlig kvalitet og må før eller siden skiftes ut eller rehabiliteres. Dette vil gi såpass store kostnader at dette alternativet er lite realistisk i forhold til de to andre alternativene basert på grunnvann fra Sandnes og Sagbakken. Begge de aktuelle avsetningene ligger ved Snåsavatnet og ved en eventuell grunnvannsutbygging kan det være aktuelt å legge pumpeledning i sjøen inn til Viosen.

Sandnes ligger noe nærmere forsyningsstedet enn Sagbakken (2.7 km mot 4.0 km) Bunnforholdene i Snåsavatnet er avgjørende for kostnadene ved legging av sjøledning. Ut for Sandnes er helninga slak, mens det ut for Sagbakken, er bunntopografien mer varierende med brådyp og renner. Sagbakken ligger gunstigere til med hensyn til adkomst og fremføring av strøm.

På begge stedene ga testpumpinga indikasjon på god vanngiverevne og begge avsetningene står i hydraulisk kontakt med Snåsavatnet og ei større elv. På grunn av forskjellig tykkelse av sand og grus, kan grunnvannsuttaget skje mye dypere fra elvedeltaet ved Sagbakken enn fra elvedeltaet ved Sandnes. Dette fører til at faren for overflateforurensing er minst ved et grunnvannsuttak ved Sagbakken.

Den kjemiske kvaliteten på grunnvannsprøvene fra testpumpingene på de to stedene er ganske lik. Jern- og mangankonsentrasjonene er varierende i begge avsetningene. Kalsiuminnholdet i grunnvannet er relativt lavt på begge stedene, men høyest ved Sagbakken. Ved testbrønnene ved Sandnes ble det registrert mye organisk materiale i de oppumpede massene. Grunnvannet i slike masser har ofte organisk bundede tungmetaller som er vanskelig å fjerne ved oksidering/felling.

Ut fra de nevnte betraktningene ble Sagbakken valgt til langtidsprøvepumping for vurdering av grunnvann til Snåsa vannverk.

4.2 Langtidsprøvepumping

Målet med prøvepumpingen er å bestemme hvor mye vann som kan tas ut av magasinet under kontinuerlig pumping, kartlegge eventuelle variasjoner i vannkvaliteten og fastlegge størrelsen av den delen av magasinet som påvirkes av pumpingen (influensområdet).

4.2.1 ETABLERING AV BRØNNOMRÅDE

Ut fra resultatene fra de innledende undersøkelsene og en generell vurdering av oppholdstid og forurensningstrusler, ble prøvebrønnene for langtidsprøvepumping plassert ved peilebrønn 1 (vedlegg 2.2). I tillegg til de tre Ø5/4" observasjonsbrønnene som allerede var etablert, ble det satt ned en ny observasjonsbrønn (P4) nærmere elva (vedlegg 2.2). Alle observasjonsbrønnene ble nivellert og oppmålt av Snåsa kommune.

Som prøvebrønner ble det satt ned en Ø2"- og en Ø3" brønn med 6 m lange filtere bestående av 10-15 cm lange og 2-3 mm brede slisser. Brønnene ble plassert ca 1 m ut fra hver side av peilebrønn 1. Brønnene ble satt til henholdsvis 15.5 og 25.5 m dyp.

Kjemiske analyser fra testpumpingen av Ø5/4"-brønnene indikerte et varierende jerninnhold med dypet. For å kunne plassere brønnfilterene der jerninnholdet i grunnvannet var lavest ble det gjort feltmålinger. Disse viste et jerninnhold i grunnvannet fra Ø3"-brønnen på ca 1.5 mg/l, noe som er langt over Folkehelsas norm på 0.1 mg/l for godt drikkevann, mens jerninnholdet i Ø2"-brønnen var ca 0.2 mg/l. De andre feltmålingene (pH, ledningsevne, oksygen, nitrat og mangan viste ingen vesentlige forskjeller mellom de to brønnene.

Det ble derfor besluttet å sette ned en ny Ø3"-brønn med filter fra 19.5-25.5 m ved siden av den gamle Ø3"-brønnen. Feltmålinger av grunnvannet fra denne viste et jerninnhold på under 0.1 mg/l. Den gamle Ø3"-brønnen ble senere benyttet til peilebrønn (P5).

4.2.2 GRUNNVANNSSTAND UNDER PRØVEPUMPING

Prøvepumpingen startet 24.08.92. For å ta ut vannmengder tilsvarende det oppgitte vannbehovet på 12 l/s ble det kun prøvepumpet fra 3"-brønnen. Senkningsdata fra prøvepumpingsperioden er vist i vedlegg 5.

Senkingen i P1 ble registrert med 15-30 sek. mellomrom de første minuttene og siden med stadig lengere mellomrom. Etter hvert ble også grunnvannstanden i de andre observasjonsbrønnene registrert. Senere ble grunnvannstanden avlest daglig, og etter 2 uker ukentlig. Under prøvepumpingsperioden ble det tatt regelmessige vannprøver for kjemiske analyser. Det ble tatt en vannprøve for mikrobiologisk analyse (vedlegg 12).

Oppumpet vannmengde Q , varierer noe under prøvepumpingen. Den første timen var $Q = 14.5$ l/s. Vannmengden gikk siden litt ned før den stabiliserte seg på ca 13 l/s. Ved prøvepumpingsens to siste

døgn ble det pumpet fra både 2" og 3"-brønnen. Oppumpet vannmengde var da 15 l/s.

Resultatene viser at vannstanden i P1 synker fra 22.80 moh til 21.87 moh de første 18 sekundene noe som hovedsaklig skyldes trykkendringer grunnet tømning av brønnrøret. Videre synker vannstanden jevnt, og etter en halv time er senkningen 1.4 m.

Vannstanden i P1 ble avlest både 27. og 28. august til 21.165. Dette kan tyde på at stasjonære forhold er etablert etter 4 døgn (5730 min). Vannstanden synker imidlertid ytterligere 0.28 til den 24/9, mens vannstanden i Snåsavatnet i samme periode har sunket med 0.30 m (25/8 til 24/9). Endring i grunnvannstanden i denne perioden skyldes derfor mest senkning av vannstanden i Snåsavatnet.

I P5 som også står i umiddelbar nærhet til pumpebrønnen, men der spissen er plassert på 15.5 m (i det øverste laget med grov sand og grus), ble senkningen bare 18 cm etter 4 døgn. Dette viser tydelig at det er dårlig hydraulisk kontakt mellom de to permeable lagene adskilt av et finsandlag. Videre synker vannstanden ved P5 i samme størrelsesorden (0.31 m) som P1 og Snåsavatnet i tidsrommet fra 28/8 til 24/9.

Vannstanden i P2 (13.5 m dyp) og i P4 (5.5 m dyp) viste ingen merkbar endring som følge av pumpingen, mens i P3 ble det registrert en liten vannstandsending fra 23.05 til 22.925 moh etter 4 døgn. Ved prøvepumpingen to siste dager da det ble pumpet med en større vannmengde, fikk man reaksjoner i alle peilebrønnene (uavhengig av vannstandsendinger i Snåsavatnet).

Senkningsdataene tyder på at influensområdet strekker seg forbi P1 mot nord (64 m), mens i øst- og sørlig retning har senkningstrakta en noe mindre utstrekning.

I vedlegg 6 er senkningen i grunnvannstanden ved de ulike peilebrønnene under prøvepumpingen vist. I samme diagram er vannstand i Snåsavatnet registrert, (Helge Rein, By Brug) Dataene er plottet mot en logaritmisk tidsskala. Her kan en tydelig se samvariasjon mellom vannstanden i Snåsavatnet og grunnvannstanden. P3 som ligger lengst fra sjøen har tydelig større avsenking enn P2, P4 og P5. Vannstanden i Snåsavatnet ligger ca 1/2 meter under grunnvannstanden i P2 som ligger bare 20 m fra Snåsavatnet under hele prøvepumpingsperioden. Dette tyder på at vannstandsmålingene i Snåsavatnet som ble foretatt i sørenden, ca 35 km fra Sagbakken og nivellerte høyder av observasjonsbrønnene ikke stemmer helt overens.

4.2.3 AKVIFERPARAMETRE

I vedlegg 7 er det gitt en definisjon av de mest brukte hydrogeologiske parametrene. Det nederste grovere laget (fra 19.5-25.5 m) kan betraktes som et delvis lukket grunnvannsmagasin i og med at et ca 5 m tykt lag med finere materiale ligger over. Grunnvannsnivået (tryknivået) står over akviferens grenseflate. Lekkasje gjennom dette tettere laget er avhengig av tykkelse og hydraulisk konduktivitet på laget og trykkforskjellen mellom lagene.

Over det lekkende laget har vi en åpen akvifer. Magasinkoeffisienten S , er så stor at grunnvannsnivået i den øverste akviferen ikke endres særlig under prøvepumpingen. Dette kan ses av variasjonene i grunnvannsnivået i P3 og P4 og P5 som står i det øverste laget.

Beregning av konduktivitet ut fra kornfordelingsanalyse

På bakgrunn av masseprøvenes kornfordelingskurver (vedlegg 8.1-8.4) kan hydraulisk konduktivitet beregnes ut fra to forskjellige formler.

* Gustafson: $K = E(U) \cdot d_{10}^2$, $U = d_{60}/d_{10}$, (Andersson m/fl, 1984)

* Hazen: $K = 0.01157 \cdot d_{10}^2$, (Hazen, 1893)

Tabell 4.1 *Konduktiviteten ved P1 og P2 beregnet ved ulike formler bygget på kornfordelingsanalyse.*

Dyp	Gustafson [m/s]	Hazen [m/s]
P1 9 m	$2.52 \cdot 10^{-4}$	$1.73 \cdot 10^{-4}$
13 m	$1.22 \cdot 10^{-3}$	$8.83 \cdot 10^{-4}$
17 m	$3.33 \cdot 10^{-4}$	$2.36 \cdot 10^{-4}$
21 m	$1.75 \cdot 10^{-3}$	$1.27 \cdot 10^{-3}$
25 m	$1.75 \cdot 10^{-3}$	$1.33 \cdot 10^{-3}$
P2 5 m	$4.85 \cdot 10^{-4}$	$3.74 \cdot 10^{-4}$
7 m	$1.19 \cdot 10^{-4}$	$8.13 \cdot 10^{-5}$
15 m	$1.33 \cdot 10^{-3}$	$9.58 \cdot 10^{-4}$
19 m	$6.44 \cdot 10^{-4}$	$4.98 \cdot 10^{-4}$

Cooper Jacobs metode

Transmissivitet T og magasinkoeffisient S beregnes ved Cooper-Jacobs ekstrapolasjonsmetode, (Carlsson & Gustafson, 1984), ut fra en grafisk løsning. Senkningen av vannstanden i observasjonsbrønnene plottes som funksjon av tiden, i et halvlogaritmisk diagram. Størrelsene Δs og t_0 finnes av diagrammet (vedlegg 6). Transmissivitet og magasinkoeffisient beregnes så etter formlene:

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

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

Det ble utført 2 korttidstester som er brukt i beregningen av hydrauliske parametre.

I tabell 4.2 er transmissiviteten T og magasinkoeffisienten S for peilebrønn 1 beregnet ut fra senkningsdiagrammene til disse testene.

Tabell 4.2: *Transmissivitet, magasinkoeffisient og konduktivitet for P1 beregnet ved Cooper Jacobs metode (se vedlegg 6).*

Peilebrønn dato	Transmissivitet T [m ² /s]	Magasinkoeffisient S [-]	Konduktivitet K [m/s]
P1 20/8	$8.01 \cdot 10^{-3}$	0.0164	$1.33 \cdot 10^{-3}$
P1 24/8	$8.56 \cdot 10^{-3}$	0.000212	$1.43 \cdot 10^{-3}$

Konklusjon, hydrogeologiske parametre

Sammenstilling av konduktivitet for akviferen beregnet ved kornfordelingsanalyse og senkningsdata, viser at Hazens metode og Cooper Jacobs metode gir verdier i samme størrelsesorden. Ved P1, i den nederste akviferen (21 og 25 m) får en ved Hazen et snitt på $1.3 \cdot 10^{-3}$ m/s, mens Cooper Jacobs gir et snitt på $1.38 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Magasinkoeffisienten beregnet etter Cooper Jacobs metode gir to vidt forskjellige svar ved pumping 20. og 24. august. Dette skyldes forskjell i uttatt mengde Q som igjen gir stor forskjell i verdien på t_0 grunnet relativt store senkninger i starten som en følge av trykkendringer ved tømning av brønnrøret ved pumpestart. Den reelle magasinkoeffisienten er derfor trolig større enn S -verdien på 0.0164 beregnet ut fra det første forsøket.

Tabell 4.3 nedenfor viser verdier for konduktivitet (fra Hazen) og beregnet transmissivitet ($T=K \cdot b$) for de ulike lagene.

Tabell 4.3: *Hydrogeologiske parametre ved P1, en oversikt*

Lagdeling ved P1	Konduktivitet [m/s]	Transmissivitet [m ² /s]	Magasinkoeffisient [-]
Åpen akvifer 1.8-15.5	$8.80 \cdot 10^{-4}$	$1.20 \cdot 10^{-2}$	-
Tett lag 15.5-19.5	$2.36 \cdot 10^{-4}$	$9.44 \cdot 10^{-4}$	-
Lukket akv. 19.5-25.5	$1.30 \cdot 10^{-3}$	$7.80 \cdot 10^{-3}$	0.0164

4.2.4 MATNINGSOMRÅDE

Det elveavsatte deltaet består sentralt av minst 25 m sand og grus. Nærmer foten av avsetningen ved P3, ble det påtruffet siltige masser på 8.5 m dyp.

Ut fra peileresultatene før og under pumping er det mulig å danne seg et strømningsbilde. Før pumping går grunnvannsstrømmen fra nord og ut over deltaet mot Snåsavatnet og elva som trolig står i hydraulisk kontakt med grunnvannsmagasinet. Denne grunnvannsstrømmen stammer fra direkte infiltrasjon av nedbør på avsetningen og fra høyereliggende områder nord for avsetningen.

Under pumpeperioden senkes grunnvannsspeilet ved brønnen og vi får en grunnvannsstrøm fra Sagbakkelva og Snåsavatnet inn mot brønnen. Etter en tids pumping ser man at grunnvannsstanden i observasjonsbrønnene følger vannstanden i Snåsavatnet (vedlegg 5 og 6) noe som bekrefter hydraulisk forbindelse mellom brønnen og Snåsavatnet.

4.3 Grunnvannskvalitet under prøvepumping

Grunnvann inneholder en mengde løste uorganisk-kjemiske komponenter. Den kjemiske sammensetningen vil reflektere de prosesser som er i jordsmonn, umettet og mettet sone. De fleste bestanddeler er i ionisert form. Den totale konsentrasjonen av Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- og SO_4^{2-} utgjør som oftest mer enn 90% av totalt løst stoff i grunnvann, (Freeze & Cherry, 1979).

Vedlegg 10 gir en oversikt over mikrobiologiske, fysiske og uorganiske kvalitetsnormer for drikkevann. Dataene er hentet fra *Kvalitetsnormer for drikkevann, Veiledningshefte G2*, SIFF, 1987). Kvaliteten er inndelt i 3 klasser: god, mindre god og ikke tilrådelig.

Grunnvannskvaliteten ved Sagbakken er generelt god (vedlegg 11 og 12). Vannet er svakt surt (pH 6.0-6.8), og har for lavt oksygeninnhold. Ca-innholdet ligger i underkant av Folkehelsas norm på 15-25 mg Ca/l, men det er vesentlig høyere enn i dagens vannkilde, slik at brukerne vil trolig finne at vannet er hardt nok. Jern- og manganinnholdet er tilfredstillende under langtidsprøvepumpingen. Innholdet av nitrat i grunnvannet har hatt en jevn reduksjon fra pumpestart (4.8-1.3 mg/l), men det har hele tiden ligget klart under Folkehelsas norm for godt drikkevann på 11 mg/l. Nitratinnholdet kan skyldes påvirkning fra gjødsling av dyrket mark like nordvest for avsetningen eller gjødsling av plantefeltet ved brønnområdet.

Det er spesielt ut fra at et alkalisk vann er mindre korrosivt (spesielt ved sementbaserte rør) normen på 15-25 mg Ca/l er satt. Vurdering av et lavt kalsiuminnhold og virkningen det har på korrosjon av ledningsnett, bør gjøres i sammenheng med surhet og alkalitet.

Resultater fra mikrobiologiske prøver av grunnvann tatt 21/9 92 viser at det **hverken er påvist kimtall (total antall bakterier), koliforme eller termotolerante koliforme bakterier i grunnvannet.**

Det er ikke blitt analysert på fargetall og turbiditet, men en visuell bedømmelse tyder på at disse parametrene er tilfredstillende.

Under prøvepumpingen ble det hverken registrert lukt eller smak på vannet.

Nødvendige rensertiltak for å tilfredstille Folkehelsas normer for vannkvalitet vil dermed være:

- * alkalisering
- * lufting
- * desinfeksjon i beredskap

Alkalisering med NaOH er en billig og driftssikker metode. Alternativt kan alkaliseringen gjøres med $\text{Ca}(\text{OH})_2$, som i tillegg til høyere pH også vil gi noe høyere Ca-innhold. Denne metoden har imidlertid skapt problemer ved en rekke vassverk i form av ufullstendig oppløsning av kalken som fører til forhøyet turbiditet og ujevn pH (Ellingsen 1990). Ut fra dette og det usikre behovet for økt hardhet, bør alkalisering med NaOH velges.

Luftingen blir av Bredeesen (1992) foreslått ved eksisterende høydebasseng i form av plaskelufting. Et alternativ vil være trykklufting ved brønnstedet. Fordelen med dette er at alle abonnentene får godt luftet vann, og at vannet i ledningen fram til høydebassenget blir mindre korrosivt.

En nærmere beskrivelse av disse tiltakene med kostnader er gitt i Bredeesen (1992).

4.4 Nøvendig klausulering og beskyttelsessoner

Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for både grunnvannets kjemiske og hygieniske kvalitet.

Folkehelsa anbefaler at grunnvann som skal brukes til drikkevann bør ha en oppholdstid i grunnen på minst 60 døgn for å oppnå tilfredstillende bakteriologisk rensing.

For å beskytte grunnvannskilden brukes en soneinndeling, basert på grunnvannets oppholdstid. For sonene er det satt opp restriksjoner som avtar i styrke med økende avstand fra uttaksstedet (GiN-veileder nr. 7).

Sone 0: Brønnområdet

Sone 1: Det nære tilsigsområdet. Grense for 60 døgn oppholdstid under full pumpebelastning.

Sone 2: Det fjerne tilsigsområde. Hele infiltrasjonsområdet.

Sone 3: Det ytre verneområde. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet.

For å beregne 60 døgn grensen må vi kjenne den effektive hastigheten til en vannpartikkel som strømmer gjennom grunnen (se vedlegg 7). Som et middel for hele avsetningen nyttes en K -verdi på $6 \cdot 10^{-4}$ m/s (se tab. 4.1). Gradienten I som tilsvarende gjennomsnittlig helning på grunnvannsspeilet under prøvepumping er vanskelig å beregne i og med at observasjonsbrønnene står i forskjellig nivå og dermed er ikke grunnvannsnivået direkte sammenlignbart. Observasjonsbrønnene P3, P4 og P5 står alle i det øverste sand- og gruslaget, og ut fra målingene av grunnvannssnivået under pumping er det en gradient på ca 0.5 % mellom P3 og P5 og en lav negativ gradient fra P4 til P5 etter 3 døgn pumping. Fra P2 til P5 blir gradienten ca 0.2 %.

Hvis vi bruker en gradient på 0.5 % blir gjennomsnittshastigheten $3 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Med en effektiv porøsitet på 15 % blir den effektive hastigheten $2 \cdot 10^{-5}$ m/s.

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

$$l = v_e \cdot t$$

når t settes lik 60 døgn, blir l 103 m mot P3, mens l blir mindre mot P4 og P2 på grunn av mindre gradient.

Det er her ikke medregnet oppholdstiden i umettet sone. Det observerte finsandlaget mellom 14 og 19 m ved brønnstedet virker også som en effektiv barriere mot eventuell forurensning fra overflata. Den reelle 60-døgnsonen blir derfor mindre enn det som er beregnet her. Vedlegg 13 viser forslag på soneinndeling rundt brønnstedet.

Utbredelsen av senkningstrakten under prøvepumpingen viser også hvor stor del av avsetningen som blir influert av grunnvannsutttaket. Selv om prøvepumpingen bare forårsaket små endringer i grunnvannsnivået i to av peilebrønnene (P2 og P4) kan en ta med hele avsetningen innunder sone 2 som er mulig infiltrasjonsområde i og med at den ligger innenfor en avstand av ca 350 m fra brønnområdet. Sone 3 er ikke angitt på kartet i vedlegg 13, men vil i dette tilfelle omfatte hele området ovenfor som har avrenning mot deltaflata.

Elvedeltaet nyttes i dag til skogbruk og muligens noe friluftsliv, og det vil ikke være nødvendig med restriksjoner på dagens arealbruk ved et eventuelt grunnvannsutttak, men endringer i arealbruken innenfor sone 2 og spesielt sone 1 må vurderes i hvert enkelt tilfelle ut fra faren for foringelse av grunnvannskvaliteten.

4.5 Forslag på brønnutforming

Bredesen (1992) har gjort en detaljert beskrivelse av brønnutforming med dimensjonering av pumpe, filterdiameter, filterlengde,

Det ble foreslått å bruke en rørbrønn med Ø8 5/8" Con Slot filterrør ($D_f = 218$ mm) med et 5.4 m langt formasjonsfilter med filteråpning 1.5 mm. Filteret plasseres fra 20-25.4 m. Pumpa foreslås plassert like over filteret på ca 18 m dyp. Brønnen bør plasseres ved eksisterende prøvebrønn. Ut fra sikkerhetshensyn blir det vanligvis anbefalt å ha 2 brønner. I dette tilfellet kan den Ø3" prøvebrønnen brukes som reservebrønn. Dette krever at man har en sugepumpe i reserve som kan påkobles denne brønnen ved opprensning/vedlikehold av den permanente produksjonsbrønnen. I tilfelle langvarig strømstans, bør man ha nødstrømsaggregat i reserve.

Et alternativ til denne brønnutformingen er å bruke to Ø3-4" brønner med markoppstilte sugepumper. Dette vil gi kostnader av samme størrelsesorden som den foreslåtte rørbrønnen med senkpumpe. Ut fra driftssikkerhet er bruk av rørbrønn med senkpumpe det beste alternativet.

Før levering av grunnvann fra prosjektert brønn bør man pumpe brønnen i minst en 1 uke hvorpå det tas vannprøver for analyse av mikrobiologiske og fysiske parametere.

Bredesen (1992) har beregnet kostnadene til grunnvannsforsyning fra Sagbakken og kostnadene til en forbedring av eksisterende kilde basert på membranfiltrering og alkalisering.

Etter omregning til nåverdi fikk grunnvannsalternativet en total kostnad på ca 6 mill. kr, mens rensing av eksisterende kilde ble kostnadsberegnet til 6.95 mill. kr.

5 GRUNNVANNSUNDERSØKELSER, SØRBYGDA OG ØVERBYGDA

Både Sørbygda- og Øverbygda vassverk forsynes fra Movatnet. I GiN-rapporten for Snåsa kommune (Hilmo og Storrø, 1991) ble det angitt 3 områder med muligheter for grunnvannsuttak:

- Breelvavsetningen ved Ålmo
- Elveavsetninger langs Granaelva, øst for Navlus.
- Breelvavsetning ved Belbu

Av disse er mulighetene for større grunnvannsuttak størst fra breelvavsetningen ved Ålmo, og denne ligger også gunstigst til med hensyn på en eventuell utbygging, idet vannledningen fra Movatnet til Øverbygda går over avsetningen.

I tillegg er en breelvavsetning ved Bergsmo vurdert, men ut fra en befaring er det små muligheter for større grunnvannsuttak. Derfor ble det bestemt å gjøre innledende grunnvannsundersøkelser ved Ålmo.

5.1 Innledende grunnvannsundersøkelser

5.1.1 BESKRIVELSE AV AVSETNINGEN

Kart over området med inntegning av sonderboringer og kildeutslag er vist i vedlegg 2.4.

Ålmo-avsetningen er en breelvavsetning bygd opp til datidens havnivå (167 moh). Hele avsetningen som ligger på begge sider av Granaelva har en utbredelse på ca 1.8 km². Størst mektighet av sand og grus finnes trolig i nærheten av massetaket like nord for Ålmo. Et seismisk profil og skjæringer i massetaket indikerer min. 25 m sand og grus over finsand og silt.

Det er registrert markerte kildeutslag ved foten av terrasseskråningen mellom massetaket og Ålmo og noen mindre kildeutslag i skråningen mot Granaelva lenger nord på avsetningen.

Granaelva renner stort sett på fjell forbi den vestligste delen av avsetningen, mens den i området Skromo-Omli muligens står i hydraulisk kontakt med selve avsetningen. Ut fra tidligere kartlegging og feltbefaringer er området ved Omli og strekningen mellom massetaket og Ålmo mest aktuell for grunnvannsuttak, og ut fra beliggenheten av de store kildeutslagene og avstand til eksisterende ledningstrase ble undersøkelsene konsentrert i det sistnevnte området.

Nedbørsfeltet til denne delen av avsetningen er ca 3.8 km². Størstedelen av avrenningen fra nedbørsfeltet samles i mindre bekker som renner over avsetningen og munner ut i Granaelva. Hvor mye av denne vannføringen som infiltreres i avsetningen er ikke målt, men hvis en antar at 20 % av nedbøren i hele nedbørsfeltet infiltreres vil dette tilsvare ca 30 l/s i nydannelse av grunnvann. Dette grunnvannet renner ut av magasinet i flere kilder og kildehorisonter mellom Ålmo og Skromo. Det må understrekes at beregningene av grunnvannsmengder ut fra nedbørsforhold, nedbørsfelt og infiltrasjon er meget usikre.

Mesteparten av toppflaten på avsetningen er oppdyrket, mens terrasseskråningene er skogkledd. I tilknytning til det nevnte massetaket ligger Snåsa Betong. Avløpet fra driftsbygningen går via en 3-kamret slamavskiller og ut i grunnen.

5.1.2 BORINGER

Det ble tilsammen utført 4 sonderboringer på avsetningen. Sonderboringskjemaene er vist i vedlegg 3.8-3.11.

Borpunkt 1

Massene består av et 2-3 m tykt topplag av sand og grus og videre sand/finsand ned til ca 7 m. Kornfordelingen til en masseprøve fra 5 m dyp er vist i vedlegg 8.3. På større dyp blir massene mer finkornig med små muligheter for grunnvannsuttak. Det ble først testpumpet på 3 og 5 m og kapasiteten ble målt til henholdsvis 0.3 og 0.8 l/s. For å få klare vannprøver satte vi ned en sandspiss med dukfilter. Kjemiske analyser av to vannprøvene fra 3 og 4 m dyp (vedlegg 4) viser at grunnvannet har noe lav pH (6.1 og 6.4) og høye Mn-konsentrasjoner (0.15 og 0.39 mg/l) i forhold til Folkehelsas normer for drikkevann. Nitatkonsentrasjonene er meget lav (0.7 og 1.5 mg/l) sammenlignet med nitratkonsentrasjonene i grunnvannet fra kildehorisonten.

Hydraulisk ledningsevne er ut fra kornfordelingskurven til masseprøven beregnet til ca $5 \cdot 10^5$ m/s.

Borpunkt 2

Den andre sonderboringen viste ca 2 m myr over sand og grus. Massene blir gradvis mer finkornige, og fra ca 6 m til boringen stoppet i blokk eller fjell på 13.5 m er massene dominert av finsand. Det ble satt ned en Ø5/4" testbrønn, men spyling av brønnen ved 3.5, 5.5 og 7.5 m dyp indikerte tette masser med små muligheter for grunnvannsuttak.

Borpunkt 3

Denne boringen ble foretatt oppe på deltaflata. For å unngå for stor dybde til grunnvannsspeilet ble borpunktet plassert helt inn mot dalsiden.

Topplaget består av stein og sand, og fra 2.5-4.5 m ble det registrert sand og finsand. På større dyp er det påvist morene ned til minst 8.5 m.

På grunn av tette materialer (finsand og morene) ble det ikke utført testpumping.

Borpunkt 4

Massene består hovedsaklig av sand med enkelte gruslag ned til 7 m dyp. Vedlegg 8.3 viser kornfordelingskurven til en masseprøve fra 5 m dyp. Fra 7 m domineres massene av finsand, silt og muligens leire. Boringen ble avsluttet mot blokk eller fjell på 17 m dyp.

Det ble prøvepumpet på 5 og 7 m. Oppumpet vannmengde ble målt til henholdsvis 0.7 og 0.4 l/s. En vannprøve fra 5 m dyp viser en pH-verdien på 5.9 og en nitratkonsentrasjon på 11.2 mg/l. Ellers er vannprøven av god kjemisk kvalitet.

5.1.3 KILDEUTSLAG

Det er vanskelig å anslå hvor mye vann en kan ta ut fra kildeutslagene. Nedbørnormalen for Ålmoavsetningen er i følge Bredesen (1992) ca 1250 mm/år.

Delen av Ålmoavsetningen som dreneres direkte mot kildehorisonten mellom massetaket og Ålmo er ca 0.3 km². Med en antatt infiltrasjon på 50 % tilsvarer dette en nydannelse av grunnvann på ca 6

l/s. Dette stemmer godt overens med kapasitetsmålinger av kildehorisonten (tab. 5.1).

Mesteparten av grunnvannet fra kildehorisonten ved Álmo renner i ei grøft og gjennom ei stikkrenne under vegen. Vannføringen i denne stikkrenna ble målt 5 ganger mellom juni og november 1992.

Tabell 5.1: *Målinger av vannføringen i ei grøft fra kildeutslag ved Álmo.*

Dato	11/6 92	4/9 92	1/10 92	28/10 92	27/11 92
Q [l/s]	7-10 ¹	5.50	4.95	4.24	4.26

¹ Vannføringen beregnet vha tverrsnittsmålinger av røret og vannhastigheten.

Ved punkt 11 og 13 (vedlegg 14) har det tidligere vært en brønn ved et kildeutslag som har forsynt en del beboere ved Álmo. Det renner i dag en jevn strøm gjennom et plastrør. Kapasiteten i denne kilden ble den 4/9 92 målt til 0.5 l/s.

En ser at vannføringen Q , har gått ned med over 1 l/s fra tidlig i september til sist i oktober. Dette har trolig sammenheng med lite nedbør i denne perioden (Bredesen, 1992).

Det er tatt til sammen 18 vannprøver av kildehorisonten mellom massetaket og Álmo. En tabell over de viktigste uorganisk-kjemiske parametrene er vist i vedlegg 15, mens vedlegg 14 viser prøvetakingssted og dato, samt nitratinnholdet som er det største problemet med vannet fra kildene. I forhold til Folkehelsas normer har alle prøvene fra kildeutslagene en nitratkonsentrasjon som tilsvarer mindre god vannkvalitet (11-44 mg NO₃).

Prøvene som ble tatt i juni hadde et gjennomsnittlig nitratinnhold på 32 mg NO₃/l (28-41), mens den tilsvarende verdien i vannprøver tatt 4. september var 23 mg NO₃/l (17-33). Ser en på vannkvaliteten fra et og samme kildeutslag ser man også her en nedgangen i nitratkonsentrasjon fra juni til september, fra 41 til 18 mg NO₃/l. I en vannprøve tatt 1/10 har nitratinnholdet økt igjen til 26 mg NO₃/l. Det virker som de høyeste nitratkonsentrasjonene er målt etter perioder med intensiv nedbør.

Gjødsling av dyrket mark er årsaken til de relativt høye nitratkonsentrasjonene i grunnvannet. Reduksjon i nitratinnhold utover sommeren og høsten kan skyldes tidspunktet for gjødslingen og at en større andel av nitrogenet forbrukes i vekstsesongen.

Grunnvannet fra kildehorisonten er gjennomgående svakt surt, med en pH varierende fra 5.9-7.6. Et snitt av alle vannprøvene gir en pH-verdi på 6.5. Jerninnholdet er uakseptabelt høyt ved én prøve (nr 14: 0.49 mg Fe/l). Ved den samme prøven ble det også målt en høy mangankonsentrasjon. Grunnvannets kalsiuminnhold ligger i området 11-25 mg Ca/l, med et gjennomsnitt på 15.8 mg Ca/l. Dette faller innenfor Folkehelsas anbefalte normområde. Også de andre målte parametrene faller innenfor Folkehelsas normer for godt drikkevann.

5.2 Metoder for uttak av grunnvann

Utnyttelse av kildeframsprings til vannforsyning har vært mye benyttet, særlig til mindre vassverk. Den mest vanlige metoden for oppsamling av grunnvannet har vært å anlegge en gravd brønn i eller umiddelbart oppstrøms kildeutspringet eller en samleikum nedenfor kilden. Ordinære rørbrønner er som regel mindre aktuelt på grunn av liten tykkelse av permeable masser ved kildeutslagene.

For uttak av grunnvann ved kildehorisonten mellom Ålmo og massetaket anbefales samlegrøft eller skråstilte sandspisser.

5.2.1 SAMLEGRØFT

Uttak av grunnvann fra kildehorisonten ved Ålmo kan skje ved bruk av samlegrøft(er). Bredesen (1992) gir en detaljert beskrivelse av oppbygging av et slikt grunnvannsanlegg.

Grøftene bør legges i overkant av kildeframspringsene slik at en unngår kontakt med myrlaget nedenfor, og de bør være 30-50 m lange og legges med et fall på minst 1% ned mot en oppsamlingskum. To grøfter anbefales koblet inn på samme kum. Grøftene anbefales gravd til 1-1.5 m dyp. Som drenerør benyttes et Ø128 mm tunnelrør med tett bunn. Rundt drenerøret påfylles det ca 0.5 m med filtermasse av grov sand og grus. Hvis massene under grøftene er tette bør det legges en fiberduk i bunnen av grøftene for å hindre igjentetting av filtergrusen rundt drenerørene. For at ikke grunnvannet skal renne rett igjennom grøftetverrsnittene legges det tettesjikt av armert plastfolie i nedre sidekant. Over filtergrusen kan det legges stedlige masser, men de bør være relativt tette slik at man unngår oppstuvinger av vann på overflata. For å unngå direkte innrenning av overflatevann bør det legges et tett lag (leire) på toppen av grøftene. Topplaget slettes ut og sås i. I tillegg bør det graves grunne drenergrøfter 10-15 m ovenfor selve oppsamlingsgrøftene.

Som et prøveprosjekt kan et slikt anlegg med to grøfter og en kum bygges ut. Skulle kvalitet og kapasitet bli tilfredstillende, kan flere bygges ut etter behov. Det er viktig at et eventuelt prøveanlegg kjøres i minst ett år for nøye overvåkning av kapasitet og kvalitet.

5.2.2 SANDSPISSER

Kjemiske analyser av grunnvannsprøver viste at grunnvann tatt dypere i magasinet fra testbrønnene har lavere nitratinnhold enn grunnvannet i kildeutslagene. Sonderboringene viste også en mektighet av permeable masser under grunnvannsspeilet på kun 3-5 m. For å få tilstrekkelig filterlengde og for å ta ut grunnvann dypest mulig kan en derfor sette skråstilte brønner inn i avsetningen. I første omgang foreslås det å sette 1-2 Ø2" sandspisser med et 3-4 meter langt filter for prøvepumping. Sandspissene bør settes med ca 30° fall.

For å kunne ta ut det aktuelle vannbehovet på 9.5 l/s er det nødvendig med 3-5 sandspisser. Disse må plasseres med såpass stor avstand at de ikke influerer på hverandre. En sikrere vurdering av dette alternativet krever videre undersøkelser (kap. 5.4).

5.3 Nødvendig renstiltak

Sammenlignet med norske kvalitetsnormer for godt drikkevann er nitratinnhold i grunnvannet fra kildeutslagene for høyt, men sammenlignet med utenlandske normer (maks. 20-100 mg NO₃/l) og anbefalte verdier fra WHO (maks. 45 mg NO₃) er nitratinnholdet akseptabelt. Nitratinnholdet er også akseptabelt i forhold til utkast til nye drikkevannsforskrifter hvor veiledende verdi er 25 mg NO₃/l, mens høyeste anbefalte konsentrasjon er 50 mg NO₃/l (Statens næringsmiddeltilsyn, 1992).

Bredesen (1992) omtaler forskjellige metoder for nitratfjerning og hun hevder at ionebytting er den mest egnede metoden i dette tilfellet. Kostnadene ved en slik rensing er imidlertid såpass store at det er lite aktuelt å bygge ut et grunnvannsanlegg med nitratfjerning i dette området.

Vannet har dessuten lav pH og bør derfor alkaliseres (tilsettes lut). En bør ha mulighet for påkobling av desinfeksjonsanlegg ved en eventuell bakteriologisk oppblomstring. I tillegg bør grunnvannet luftes. Ved en eventuell utbygging av et grunnvannsanlegg kan det bli aktuelt med restriksjoner på gjødsling av dyrket mark på områdene nærmest brønnstedet. En endelig klausulering kan først gjøres etter prøvepumping/prøvedrift av et eventuelt anlegg.

5.4 Oppsummering med forslag til oppfølgende undersøkelser

Bredesen (1992) kom fram til at utbygging av grunnvannsanlegg ved Ålmo til Øverbygda v.v. og Sørbygda v.v. vill gi en utbyggingskostnad på ca 6.2 mill. kr, mens en rensing av eksisterende kilde totalt vil koste ca 9.6 mill. kr.

De utførte undersøkelsene gir ikke godt nok grunnlag til å kunne anbefale utbygging av grunnvannsføremkomsten ved Ålmo. Det er særlig kapasiteten og nitratinnholdet som er kritiske parametere. Grunnvannsutttak ved oppsamling av kildehorisonten er usikkert både med hensyn på kapasitet og kvalitet (høyt nitratinnhold). Uttak fra sandspisser kan gi vann med lavere nitratinnhold, mens kapasiteten er vanskelig å vurdere før man har foretatt langtids prøvepumping.

På bakgrunn av dette og de høye kostnadene forbundet med rensing av eksisterende kilde, anbefales det ytteligere oppfølgende undersøkelser. Nedenfor er det satt opp forslag på et videre undersøkelsesprogram.

1) Nærmere undersøkelser av Ålmoavsetningen.

- Geofysikk og flere sonderboringer mellom massetaket og Ålmo for å finne gunstigste stedet for grunnvannsutttak fra rørbrønner/sandspisser. Det er også aktuelt å gjøre slike undersøkelser i andre deler av avsetningen (Omli, Vikkelsmo og Sagmoen).
- Langtids prøvepumping på den mest gunstige lokaliteten.
- Hvis det ikke påvises egnede lokaliteter for grunnvannsutttak fra rørbrønner/sandspisser, bør det bygges et prøveanlegg basert på oppsamling av grunnvann fra kildehorisonten ved Ålmo slik som skissert i kap. 5.2.

2) Undersøkelser av en breelavsetning ved Torkallbekken/Mela (vedlegg 1). Avsetningen ligger gunstig til i forhold til et eventuelt felles fordelingsbasseng for vassverkene (Bredesen, 1992), og på grunn av reduserte lednings- og pumpekostnader kan et anlegg her bli billigere enn grunnvann fra Ålmo. Ut fra en kort befaring så det ut til å være små muligheter for direkte uttak av grunnvann, men grunnvannsutttak etter kunstig infiltrasjon av overflatevann kan være mulig. Det foreslås derfor oppfølgende undersøkelser i form av geofysikk og sonderboringer på denne avsetningen.

3) Ved en sammenkobling mellom Øverbygda- og Sørbygda vassverk vil en oppnå større sikkerhet i vannforsyningen ved å ha flere vannkilder. Det foreslås derfor å undersøke andre avsetninger med sonderboringer og enkle testpumper og eventuelt langtids prøvepumping (Landsem, Bergsmo og Belbu)

Størst sikkerhet i vannforsyningen hadde en oppnådd ved en sammenkobling mellom Snåsa-, Øverbygda- og Sørbygda v.v. til et ringsystem med 2-3 uavhengige vannkilder, men foruten de praktiske og politiske problemene dette ville medført, ville det også bli dyrt på grunn av stort behov for nye ledninger og større ledningsdimensjoner.

6 HEIMSJØEN

6.1 Bakgrunn

Berg vassverk har Heimsjøen som vannkilde (vedlegg 2.5). Vassverket forsyner ca 50 personer med vann av god kvalitet, selv om det også her i enkelte prøver er påvist for høye bakterietall. I motsetning til andre overflatevannskilder har Heimsjøen lavt fargetall (6-8), gunstig pH (7.4-7.8) og relativt høyt kalkinnhold.

Sjøen har ingen synlige utløp, men ved høy vannstand renner det ut vann gjennom en fjellsprekk i den nordøstlige enden av sjøen. I og med at sjøen har såpass lite nedbørsfelt er det heller ingen bekker som renner ut i sjøen. Vannkvaliteten, beliggenheten og det at den ikke har synlige utløp, har gitt grunnlaget for spekulasjoner om sjøen mates med grunnvann fra underliggende sprekkesystemer. En "kjedeligere" forklaring er at nedbørsfeltet er stort nok til å gi tilstrekkelig tilrenning av vann til å forsyne Berg v.v og samtidig gi en stabil vannstand.

På bakgrunn av gunstig beliggenhet og god vannkvalitet ytret Snåsa vassverk sterke ønsker om en vurdering av hvorvidt Heimsjøen har stor nok kapasitet til å kunne brukes som ny vannkilde til vassverket. Det er derfor viktig å vurdere teorien om en mulig innstrømning av grunnvann fra underjordiske fjellsprekker, og dette krever en vannbalanseberegning ut fra hydrologiske studier. Dessuten kan en ut fra variasjoner i kjemisk sammensetning på Heimsjøen under forskjellige nedbørforhold vurdere om sjøen mates med grunnvann med en stabil kjemisk sammensetning.

6.2 Beskrivelse av nedbørsfeltet

Heimsjøen ligger på toppen av Bergsåsen, vel 1.5 km nordøst for Snåsa sentrum (vedlegg 1). Sjøen som ligger 246 moh har et areal på 38.000 m² og et nedbørsfelt på bare 132.000 m². Gjennomsnittlig høyde på nedslagsfeltet er 250-255 moh (vedlegg 2.5).

Bergsåsen er en del av av den såkalte Snåsakalken som finnes i et SV-NØ-gående belte gjennom hele bygda. Kalken er godt oppsprukket i overflaten og gjennomskjæres av flere markerte sprekkesoner.

Berggrunnen er dekt med et tynt humusdekke og vegetasjonen er dominert av bar- og lauskog. Noe av nedbøren vil infiltreres i det oppsprukkede fjellet, men mesteparten av dette vil renne ut i Heimsjøen etter en viss oppholdstid i grunnen.

6.3 Vannbalanse

Vannbalansen for et område er gitt av følgende ligning:

$$Q = P - E - \Delta M - Q_g \quad (\text{Otnes \& Ræstad, 1978})$$

Q = overflateavløpet (i elver og bekker)

P = nedbøren

E = sum (netto) avdamping (evapotranspirasjon)

M = magasin i feltet, grunnvann, jordfuktighet, snø, innsjøer

Q_g = avløp/innløp via grunnvannet

Her er Q , mengden vann Berg vassverk tar ut til sin vannforsyning. Sjøen har ellers ingen synlige inn/utløp, men ved høy vannstand i sjøen ble det registrert et avløp i en gruntliggende fjellsprekk i nordøstlig ende av sjøen.

Nedbøren ved Heimsjøen ble delvis målt i en nedbørsmåler plassert i nedbørsfeltet til Heimsjøen og delvis ved omregning fra nedbørsdata fra Kjølbi. Avdamping er vanskelig å måle direkte. Denne parameteren kan beregnes ut fra formler med nedbør, temperatur og høyde over havet som variable. Endring i magasinet, ΔM vil her si vannstandsendringer i Heimsjøen. Parameteren ΔM er egentlig endring av hele magasinet i feltet (grunnvann, jordfuktighet mm). Her benyttes kun endring av sjømagasinet. Systemet vil pga endring av grunnvannstanden få en treghet.

Q_g , avløp/innløp via grunnvannet er eneste ukjente parameter i vannbalanseligningen og kan da beregnes. Dersom beregningene gir en negativ Q_g -verdi kan det tyde på at Heimsjøen får tilførsel av dyptgående grunnvann.

6.3.1 NEDBØR

Årlig nedbørsmengde for nedbørsfeltet til Heimsjøen er anslått til 1220 mm (Bredesen, 1992).

Det ble 5.september 1992 plassert en nedbørsmåler i nedbørsfeltet til Heimsjøen. Denne ble ut fra vurderinger av gjennomsnittshøyde i feltet og topografien/vegetasjonen plassert ca 50 m vest for Heimsjøen på kote 250 moh (Bredesen, 1992). Observert nedbørsmengde ble korrigert for lav fangevne pga fordampingstap og vindens innvirkning på nedbøren. Målt nedbør i *ml* og nedbør omgjort til nedbørshøyde (*mm*) er vist i tabell i vedlegg 16.

6.3.2 FORDAMPING

Bredesen (1992) har ut fra litteraturstudier og beregninger kommet fram til en fordampning på ca 300 mm pr. år noe som tilsvarer ca 25 % av total nedbør.

6.3.3 UTTAKSMENGDER BERG VASSVERK

To ledninger er lagt fra østenden av sjøen og ned til et utjevningsbasseng ved Berg ca. 145 moh. Et 1" og et 1.5" PVC rør fungerer etter hevertprinsippet. Vannføringen ved høydebassenget i de to ledningene ble målt til 0.94 l/s.

6.3.4 VANNSTANDSMÅLINGER

Den 18.juni 1992 ble et vannstandsbrett montert i Heimsjøen. Avlesningene av vannstandsendringer ble gjort med jevne mellomrom utover sommeren, spesielt etter lange tørke/nedbørsperioder. Resultater fra vannstandsmålinger er vist i vedlegg 16.

6.3.5 VANNBALANSE, KONKLUSJON

Vannbalanseberegninger er utført i tabell 6.1. Målinger av nedbør og vannstand i 9 perioder fra 18/6 til 23/10 92 er lagt til grunn for beregningene (vedlegg 16). For enkelthets skyld er nedbøren korrigert for fordampingen. Dette er ikke helt korrekt da fordampingen ikke nødvendigvis skjer samtidig med nedbøren. I beregningene er det heller ikke tatt hensyn til at fordampingen er større om sommeren enn om høsten.

Resultatene gir kun positive Q_g -verdier (underjordisk avløp). Gjennomsnittlig verdi for avløpet blir 3.3 l/s.

De beregnede Q_g -verdiene avtar utover høsten, noe som kan skyldes en reduksjon av fordampningen. Ser man på hele måleperioden under ett og samtidig setter fordampningen i måleperioden til 150 mm får man følgende:

Nedbør: 428 mm på et 132 000 m ² stort nedbørsfelt fordelt over 128 dager tilsvarer	5.11 l/s.
- Fordampning: 150 mm tilsvarer	1.79 l/s.
- Vannstandsendring i sjøen: +8 cm på 38 000 m ² tilsvarer	0.27 l/s.
- Uttak til Berg vassverk:	0.94 l/s.

= Avrenning fra sjøen:	<u>2.11 l/s.</u>

Tabell 6.1: *Vannbalanseberegninger*

Periode	Nedbør [l/s] P-E	Berg [l/s] Q	Vannst [l/s] ΔM ¹	Vannbalanse $Q_v = P - E - \Delta M - Q$
18/6 - 22/6	13.02	0.94	+3.31	8.77
22/6 - 25/6	7.62	0.94	+0.28	6.40
25/6 - 20/8	6.56	0.94	+0.39	5.23
20/8 - 5/9	2.56	0.94	-1.10	2.72
5/9 - 10/9	0.40	0.94	-1.57	1.03
10/9 - 1/10	1.62	0.94	-0.95	1.63
1/10 - 6/10	2.44	0.94	-0.60	2.10
6/10 - 17/10	7.72	0.94	+5.05	1.73
17/10 - 23/10	0	0.94	-1.40	0.46

¹ + betyr vannstansheving, - betyr vannstandssenking

Bruker man middelværdier for nedbør og fordampning for et helt år (1220-300 mm) blir samlet avrenning lik 3.85 l/s og avrenning utenom Berg v.v. lik 2.91 l/s.

Hvis det ikke er større innløp av grunnvann i sjøen kan det derfor ut fra hydrologiske forhold tas ut 2-3 l/s i tillegg til eksisterende uttak uten å tømme sjøen. Dette er langt mindre enn vannbehovet til Snåsa vassverk.

Selv om disse beregningene ikke tyder på dyptliggende innløp av grunnvann, kan det likevel ikke helt utelukkes, da det samtidig kan være undervannsavløp som er mye større enn det beregnede.

En tilførsel av grunnvann fra fjellsprekker må komme fra et høyereliggende område. Nærmeste høyereliggende område ligger ca 4 km mot sør eller nord. Det er lite sannsynlig at det er åpne sprekker i en såpass lengde og at den ikke lekker ut andre steder enn på toppen av en åsrygg.

Den tydelige samvariasjonen mellom nedbør og vannstand taler også mot teorien om større tilskudd av grunnvann fra fjerntliggende områder via åpne fjellsprekker.

6.4 Vannkvalitet

Vann fra Heimsjøen er som tidligere nevnt av god kjemisk og fysisk kvalitet.

Tabell 6.2 viser resultater fra analyser av uorganiske kjemiske parametre av vannprøver tatt i perioden 1990 til 1992. Det er tre prøver fra Heimsjøen og en prøve fra en bekk ved høydebassenget til Snåsa v.v. ved Støvra. Denne bekken kommer fra Bergsåsen og renner på kalkstein.

Vannet i bekken har høyere innhold av Mg, Ca og NO₃ enn vannet i Heimsjøen, men har ellers lik kjemisk sammensetning. Det relativt høye nitratinholdet skyldes forurensning fra dyrket mark like ovenfor prøvestedet. Analysene viser at overflatevann i kontakt med kalkholdig fjell får høye konsentrasjoner av Ca, Mg og samtidig høy alkalitet og basisk pH-verdi.

Vannet i Heimsjøen har fra det faller ned som nedbør og til det når Heimsjøen runnet på og delvis i kalkholdig oppsprukket fjell. Det er derfor naturlig at vannet i Heimsjøen har høyt innhold av Ca, har høy alkalitet og er svakt basisk.

Ut fra analyseresultatene ser man at alkaliteten som i dette tilfelle tilsvarer konsentrasjonen av HCO₃⁻ er ca 1.4 mmol/l, mens konsentrasjonen av Ca er ca 27 mg/l som tilsvarer 0.68 mmol/l. Ved oppløsning av kalsitt, CaCO₃, etter følgende ligning:



dannes det to mol HCO₃ for hvert mol Ca, og dette stemmer godt overens med analyseresultatene som gir et forhold mellom alkaliteten (HCO₃) og Ca på 2.1.

Det tilsvarende forholdet for vannprøven fra bekken ved Støvra er 1.99.

Oppløsning av kalsitt vil samtidig føre til en økning i pH. Ved likevekt er pH-verien ca 7.9 som stemmer overens med pH i Heimsjøen.

Innholdet av de andre ionene reflekterer kjemisk sammensetning av nedbøren.

Hvis endel av tilrenningen til Heimsjøen hadde vært grunnvann fra dyptliggende fjellsprekker hadde oppholdstiden blitt mye lengre, og vannet hadde fått høyere konsentrasjoner av f. eks. Si, K og SO₄. Vannkjemien i Heimsjøen og Støvrabekken kan dermed forklares ved at surt nedbørsvann løser opp kalk og dermed får høyere alkalitet, Ca-innhold og pH-verdi.

Den høyeste verdien (31 mg Ca/l) er målt etter en tørrværsperiode. Mens like før den laveste målingen av kalsium (26.1 mg/l) ble foretatt, ble det registrert en nedbørstopp.

Tabell 6.2: *Resultater fra vannanalyser*

Vannkvalitets parametre	Bekk Støvra 26/6 1990	Kranv Berg 18/2 1991	Heimsjøen 20/8 1992	Heimsjøen 17/10 1992
F [mg/l]	<0.05	-	<0.05	<0.05
Cl [mg/l]	5.90	-	6.09	5.51
NO ₂ [µg/l]	-	-	<100	<50
NO ₃ [mg/l]	19.9 !	0.27	<0.05	<50
SO ₄ [mg/l]	4.08	-	1.95	1.99
Si [µg/l]	-	-	169.3	181.4
Al [µg/l]	<100	-	23.9	<20
Fe [mg/l]	0.02	<0.02	<0.01	<0.01
Mg [mg/l]	3.5	1.6	1.43	1.49
Ca [mg/l]	55.8 !	31 !	26.14 !	28.14 !
Na [mg/l]	4.20	-	3.09	3.10
K [mg/l]	<0.5	-	<0.2	<0.2
Mn [mg/l]	<0.05	<0.02	<0.002	<0.002
Cu [µg/l]	-	-	<2	<2
Zn [µg/l]	-	-	<5	<5
Ba [µg/l]	-	-	<2	26.8
Sr [µg/l]	-	-	64.0	51.9
pH	8.11	7.4	8.03	8.17
Ledn.evne [µS/cm]	306	159	152	153
Alkalit. [mmol/l]	2.78 !	-	1.41 !	1.46 !

Prøven fra februar 1991 ble tatt i springen hos T. Berg og analysert ved Innherred kjøtt og næringsmiddelkontroll. De to prøvene direkte fra sjøen, tatt august og oktober 1992, har blitt analysert ved laboratoriet til NGU, se vedlegg B.

6.5 Konklusjon

Vannbalanseberegningene gir et overskudd av vann. Dette kan delvis skyldes at fordampingen er større enn den beregnede, men mesteparten renner trolig ut i grunne sprekker i nordsøstenden av sjøen. Hvor mye som forsvinner her er umulig å få et reelt mål på.

En dyptgående innstrømningskanal med grunnvann fra et fjerntliggende område kan likevel ikke avskrives, men virker ut fra topografisk, geologisk og hydrologiske betraktninger usannsynlig.

Vannets relativt høye pH-verdi, alkalitet og kalsiuminnhold skyldes oppløsning av kalk. Konsentrasjonen av andre ioner (f.eks. K, Si og SO_4) er såpass lav at vannet ikke har typisk grunnvannskarakter. Kalsiuminnholdet i sjøen varierte noe og i svak samsvar med nedbørsmengden.

Det er derfor små muligheter for et større vannuttak på fra sjøen. Et uttak som tilsvarer hele Snåsa vassverks vannbehov ($Q_{\text{dim}} = 12 \text{ l/s}$) synes urealistisk. Ut fra nedbørsmengder, fordamping og størrelsen på nedbørsfeltet kan det tas ut 2-3 l/s i tillegg til dagens uttak til Berg vassverk.

En sikrere undersøkelse av tilrenning/avrenningsforholdene i Heimsjøen kan gjøres ved nedtapping av sjøen og så måle oppfyllingshastigheten.

I tillegg vil man ut fra temperaturmålinger kunne indikere om sjøen mates fra dyptgående grunnvann, fordi dette vill gi en sjøtemperatur som er mindre påvirket av lufttemperaturen enn i en sjø med bare en beskjeden tilrenning av overflatevann.

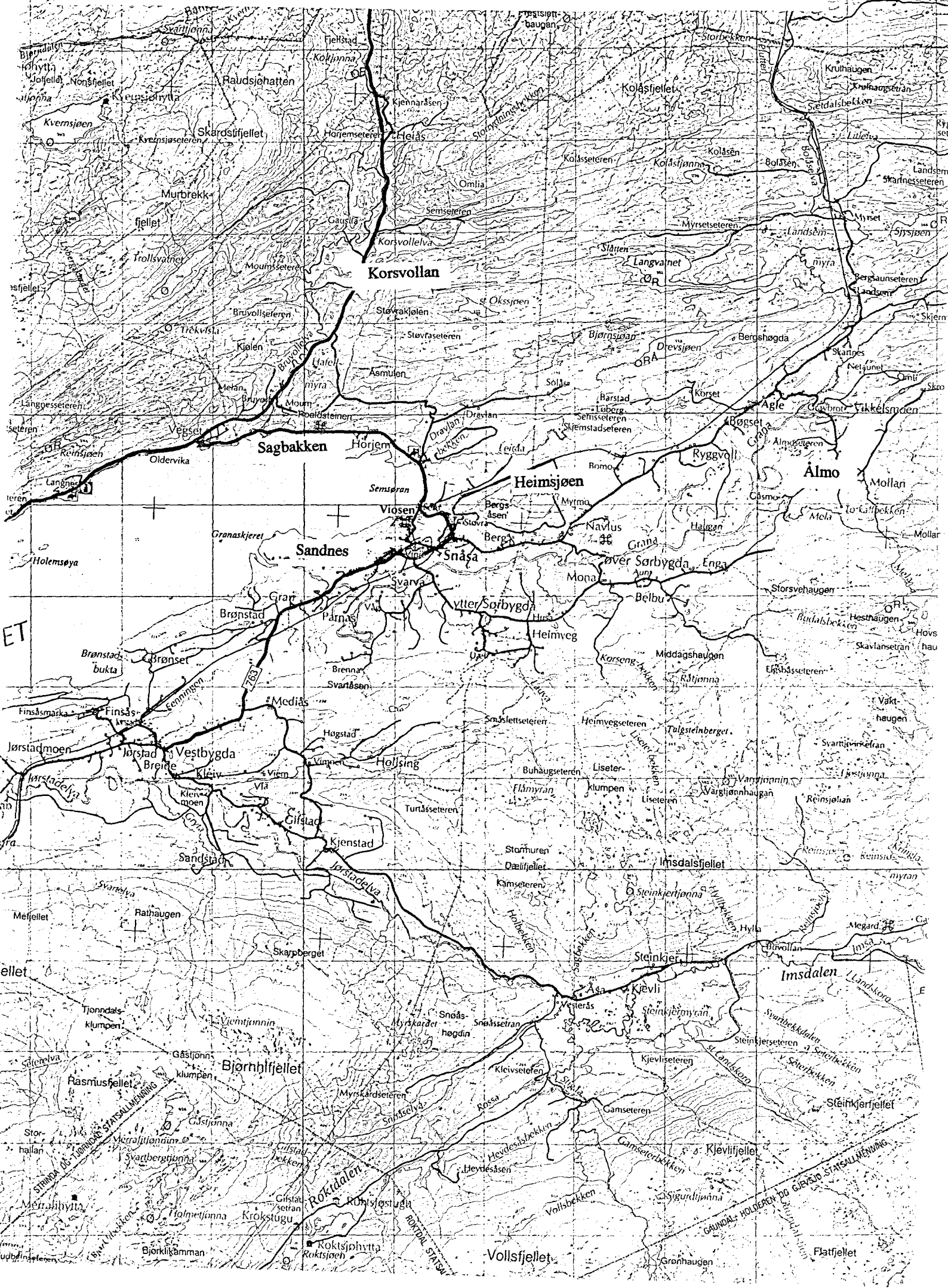
REFERANSER

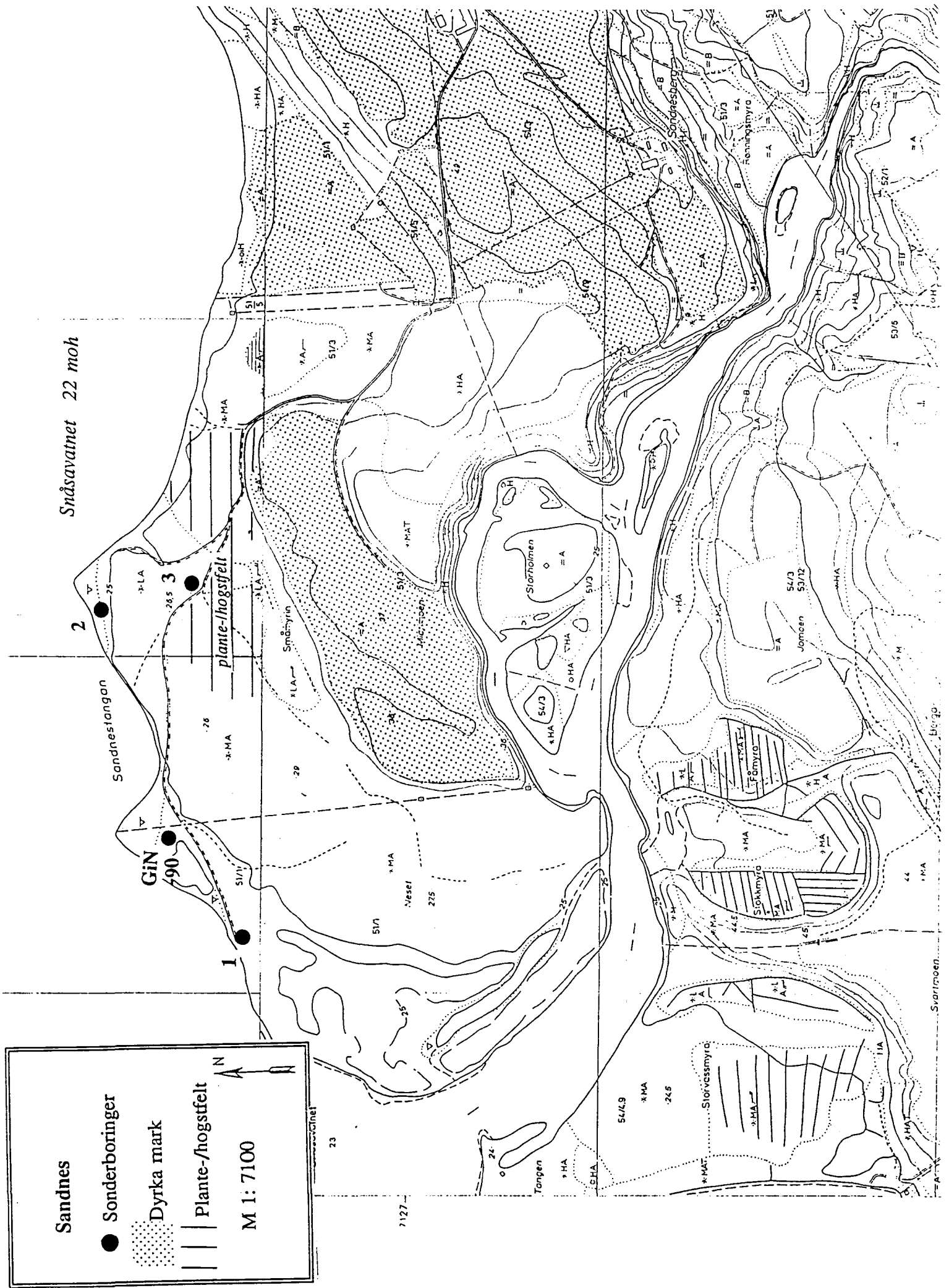
- Bergstrøm, B. 1991 : Grong. Kvartærgeologisk kart 1823 IV - M 1:50 000, med beskrivelse, *Norges geologiske undersøkelse*.
- Bredesen, O. 1992 : Plan for utbedring av vannforsyningen til Snåsa sentrum, Sørbygda og Øverbygda i Snåsa kommune. *Hovedoppgave ved institutt for vassbygging, Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole*.
- Ellingsen, K. 1990 : Behandling av grunnvann i vannverk. Forelesningsnotater fra NIF-kurs i "Grunnvann. brønner, pumper, vannbehandling". Fagernes hotell, 1990.
- Freeze, R. A. & Cherry, J. A. 1987 : Groundwater, *Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs New Jersey*.
- Fylkesmannen i Nord-Trøndelag 1990 : Vassverksregister for Nord-Trøndelag.
- GiN-veileder nr. 7, Eckholdt, E. og Snilsberg, P. 1992 : Grunnvann. Beskyttelse av drikkevannskilder. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Hilmo, B. O. & Storrø, G. 1991 : Grunnvann i Snåsa kommune, NGU Rapport 91.100. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Innherred Kjøtt- og Næringsmiddelkontroll (1990-1992) : Analyseresultater av vannprøver fra Snåsa.
- Statens institutt for folkehelse (Folkehelsa) 1987 : Kvalitetsnormer for drikkevann, Veiledningshefte G2, Oslo.

VEDLEGG

Vedlegg 1	Oversiktskart Snåsa
Vedlegg 2.1	Detaljkart, sonderboringer ved Sandnestangen
Vedlegg 2.2	Detaljkart, Sonderboringer, observasjonsbrønner og pumpebrønner ved Sagbakken
Vedlegg 2.3	Detaljkart, sonderboring ved Korsvollan
Vedlegg 2.4	Detaljkart, sonderboringer ved Ålmo
Vedlegg 3.1-3.11	Undersøkelsesboringer, borprofiler
Vedlegg 4	Kjemiske analyser fra undersøkelsesboringer og av kildeutslag ved Ålmo
Vedlegg 5	Senkningsdata i peilebrønnene ved prøvepumping, Sagbakken
Vedlegg 6	Vannstand i observasjonsbrønner og i Snåsavatnet under prøvepumping
Vedlegg 7	Definisjoner av hydrogeologiske parametre
Vedlegg 8	Kornfordelingskurver for masseprøver fra undersøkelsesboringer
Vedlegg 9	Senkningsdiagram ved P1 i starten på prøvepumpingsperioder, den 20/8 og 24/8.
Vedlegg 10	Vannkvalitetsnormer
Vedlegg 11	Kjemiske analyser av grunnvann fra prøvepumping, Sagbakken
Vedlegg 12	Analyser av bakterietall i grunnvann fra prøvepumping, Sagbakken
Vedlegg 13	Detaljkart, forslag på soneinndeling rundt brønnstedet ved Sagbakken
Vedlegg 14	Detaljkart, kildeutslag ved Ålmo
Vedlegg 15	Kjemiske analyser av kildeutslag ved Ålmo
Vedlegg 16	Nedbør- og vannstandsmålinger, Heimsjøen

Vedlegg 1 Oversiktskart Snåsa, Utsnitt av Snåsakartet, M 1:100 000.





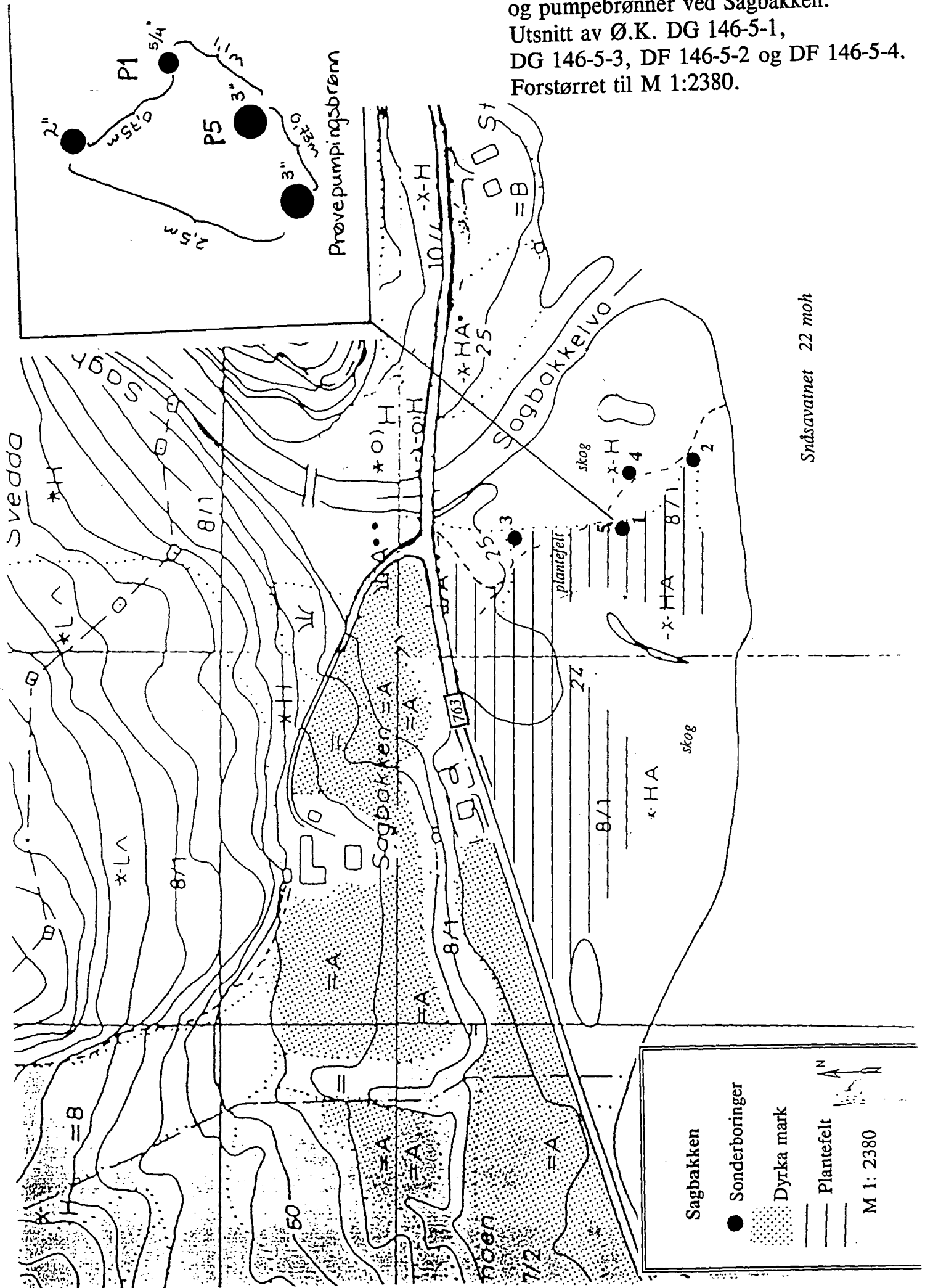
Sandnes

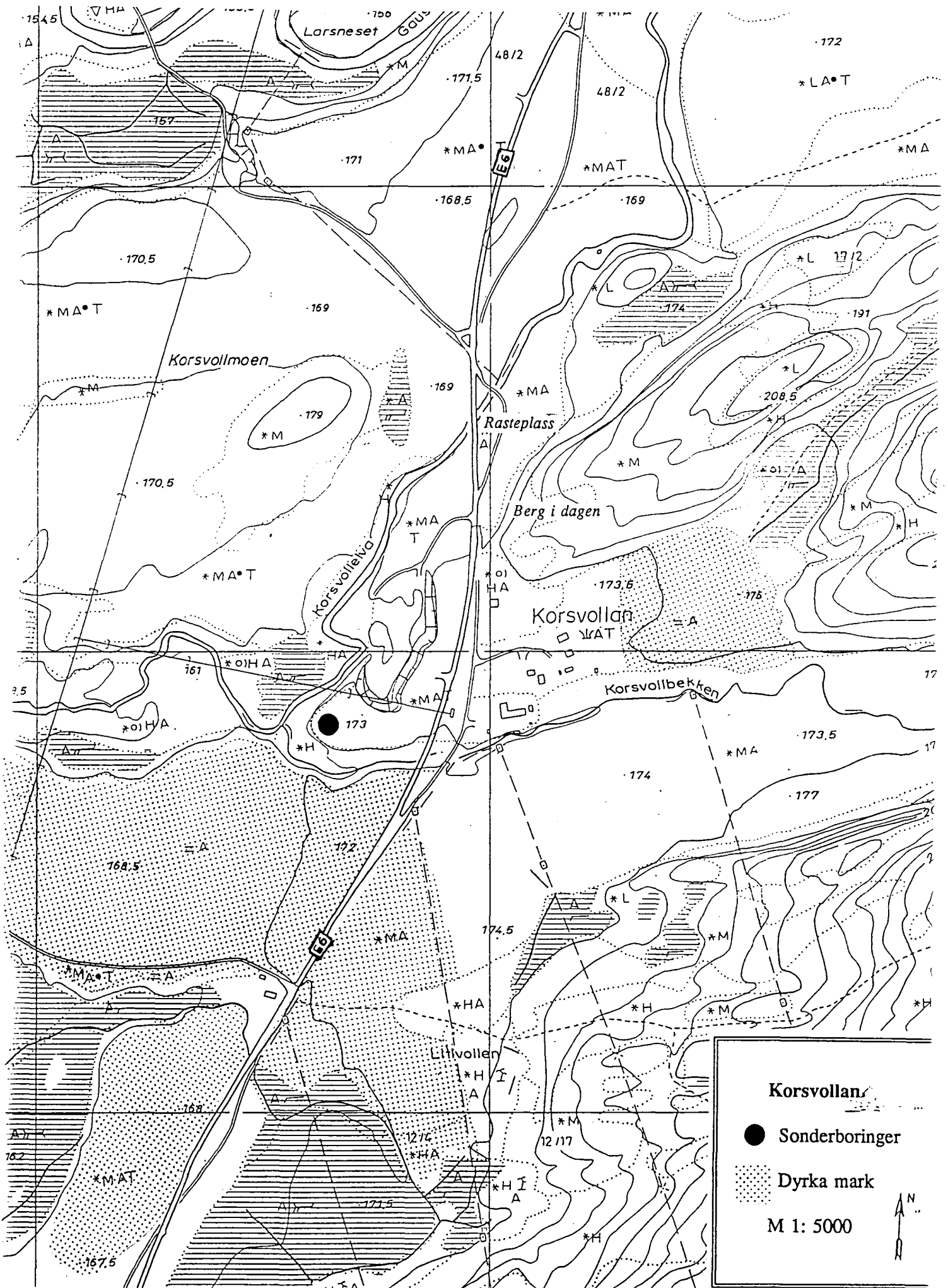
- Sonderboringer
- ▨ Dyrka mark
- ▨ Plante-/hogstfelt

M 1: 7100

N

Sonderboringer, observasjonsbrønner og pumpebrønner ved Sagbakken.
 Utsnitt av Ø.K. DG 146-5-1,
 DG 146-5-3, DF 146-5-2 og DF 146-5-4.
 Forstørret til M 1:2380.





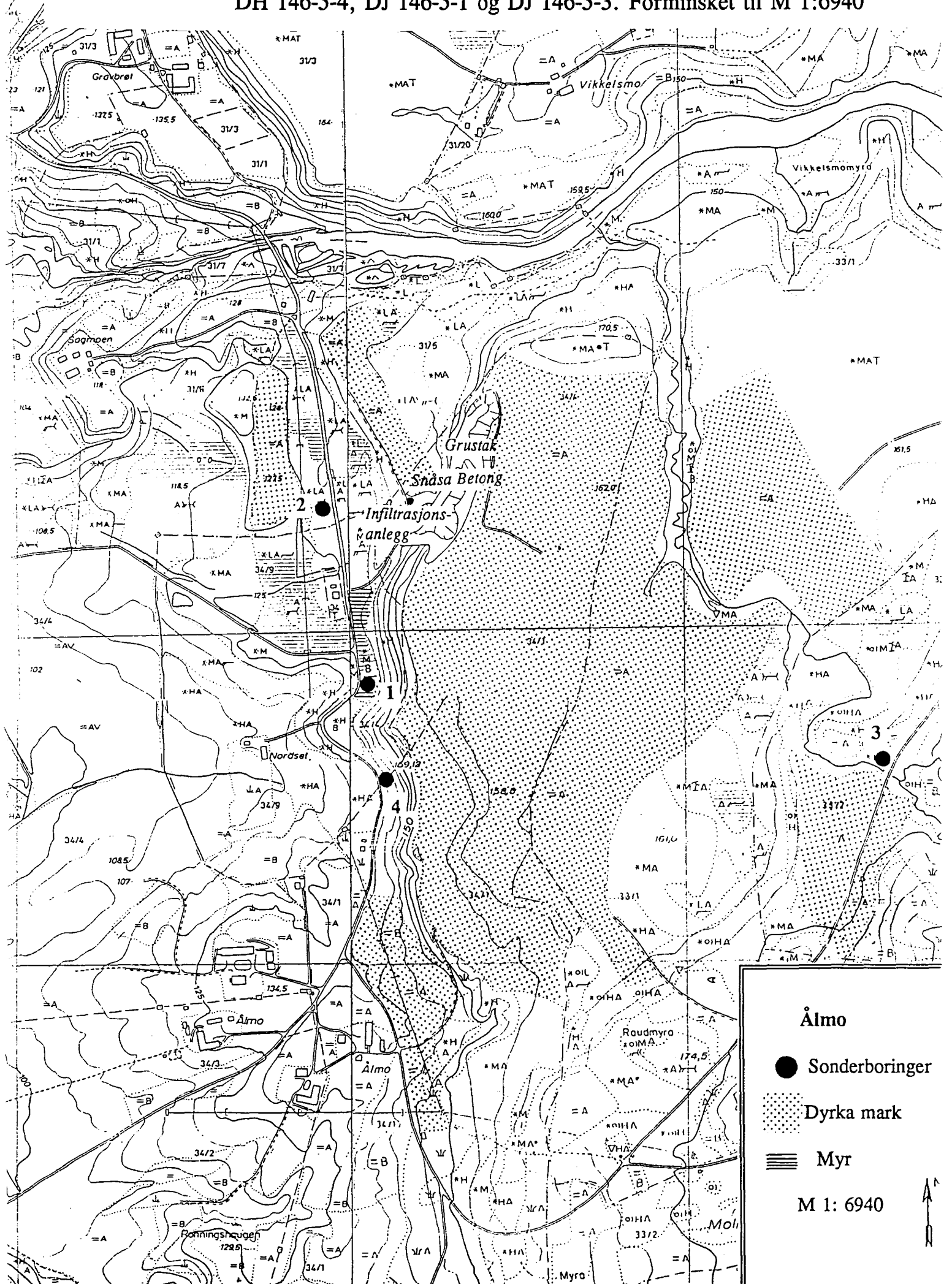
Korsvollan

● Sonderboringer

▫ Dyrka mark

M 1: 5000





Vedlegg 3.1

SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER

STED: Sandnes, Snåsa

DATO: 09.06.92

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):1823-3 **SONE:** Ø-V: 3693 **N-S:** 71 272

NGO-KOORDINATER:

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

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 24 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca 1 m **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	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Sand	-		-	Borte					
	sand	0,15		-	borte					
3.5	sand	0,15		-	borte					
	sand/finsand	0,13		1-2	borte			-		Ingen gj.gang
5.5	sand/finsand	0,13		1-2	borte					
	sand/finsand	0,13		1	borte			-		ingen gj.gang
7.5	sand/finsand	0,12		1	borte					
	sand/finsand	0,15		1	borte			7,5		
9.5	sand/finsand	0,15		1	borte					
	sand/finsand	0,22		1-2	borte	5,8		40	1	VP
11.5	sand/finsand	0,23		1-2	borte					
	finsand	0,20		7	G					
13.5	finsand	0,22		7	G					
	finsand	0,28		10	G					
15.5	finsand	0,28		10	G					
	finsand	0,35		10-12	G					
17.5	finsand	0,55		10-12	G					
	finsand/siltig	0,45	DS	3-5	borte					
19.5	finsand/siltig	0,50	S	3-5	borte					
	finsand/siltig	0,30	S	4	borte					
21.5	finsand/siltig	0,38	S	4	borte					
	finsand/siltig	0,34	S	4	borte					
23.5	finsand/siltig	0,35	S	4	borte					
	finsand/siltig	0,20	S	4	borte					
25.5	finsand/siltig	0,20	S	4	borte					
	finsand/silt/leire	0,20		4	borte					
27.5	finsand/silt/leire	0,25		4	borte					
	finsand/silt/leire	0,18		4	borte					
29.5	til 31.5m	0,18		4	borte					
	30,5+31,5	0,20+0,19		4+4	borte					

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøv

VP: Vannprøve

Vedlegg 3.2

SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER

STED: Sandnes, Snåsa

DATO: 09.06.92

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):1823-3 **SONE:** **Ø-V:**3697 **N-S:**71 274

NGO-KOORDINATER:

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

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 24 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1 m **MERKNAD:**Røret står på 7.5m dyp

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	Sand	-		1-2	G					
	sand	0,16		-	borte					
3.5	sand	0,16		-	borte					
	sand	0,15		-	borte	4,7	15	40	2	VP
5.5	sand	0,15		-	borte					
	sand	0,16		-	borte	4,5	15	160	3	VP
7.5	sand	0,16		-	borte					
	sand	0,17		-	borte	4,9	15	60	4	VP
9.5	sand	0,17		-	borte					
	sand	0,17		0-1	borte	5,0	15	60	5	VP
11.5	sand	0,17		0-1	borte					
	sand/finsand	0,20		0-2	borte					god vanngj.gang
13.5	sand/finsand	0,20		2	borte					
	sand/finsand	0,22		2	borte	5,9	15	20	6	VP
15.5	sand/finsand	0,22		2	borte					
	finsand/siltig	0,30		2	borte					
17.5	finsand/siltig	0,29		2	borte					
	fins.siltig, tettere	0,40	DS	2-3	borte					
19.5	fins.siltig, tettere	0,31	S	3	borte					
	fins.siltig, løsere	0,27	DS	2	borte					
21.5	finsand/siltig	0,31	DS	3	borte					
	finsand/siltig	0,32		3-4	borte					
23.5	finsand/siltig	0,33		3-4	borte					
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg 3.3

SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER

STED: Sandnes, Snåsa

DATO: 10.06.92

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-3 **SONE:** Ø-V: 3697 **N-S:** 71 273

NGO-KOORDINATER:

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

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 27 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 2.5m **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	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Sand	-		-	G					
	sand	0,30		-	G					
3.5	sand	0,25		-	G					
	sand	0,24		1	G					
5.5	sand	0,23		1-2	borte	3,6		250	7	VP+MP
	sand, finsand	0,35		2-3	borte					
7.5	sand, finsand	0,33		2-3	borte	3,9		200	8	VP+MP
	sand, fins. løsere	0,25		2	borte					
9.5	sand, fins. løsere	0,25		2	borte	5,1		80	9	VP+MP, god gj.g
	sand, finsand	0,20		1-2	borte					
11.5	sand, finsand	0,17		1-2	borte					spylt, dårlig gg
	sand	0,15		1-2	borte					
13.5	sand	0,15		1-2	borte					spylt, dårlig gg
	sand	0,16		1-2	borte					
15.5	sand, finsand	0,35		2	borte					
	sand, finsand	0,35	DS	2-3	borte					
17.5	sand, finsand	0,40		2	borte					
	sandigere	0,15		3	borte					
19.5	sandigere	0,15		3	borte					grått, mye org.s
	sandigere, løst	0,12		2	borte					
21.5	sandigere, løst	0,13		2	borte					
	leire	0,06		4	borte					
23.5	leire	0,07		4	borte					
	leire	0,10		4-5	borte					
25.5	leire	0,11		4-5	borte					
	leire									presser ned med håndmakt
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

gj.g = gg = vannjennomgang

Vedlegg 3.4

SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER

STED: Sagbakken, Snåsa

DATO: 15.06.92

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4

SONE:

Ø-V: 3690

N-S: 71 295

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD:

AKSE:

Y(Ø-V):

X(N-S):

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 24.64 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1.7 m **MERKNAD:** Røret står på 9.5 m

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	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Grus/sand	-	S	0-2	G					
	grus/sand	0,24		1	G					
3.5	grus/sand, løsere	0,10		0-2	G					
	sand/grusig	0,22		2	G					
5.5	sand/grusig	0,26		2	G			25		
	sand/grusig	0,08		1	G					
	sand/grusig	0,08		1	G					dårlig vanngj.g
7.5	sand/grusig	0,08		0-1	G					
9.5	sa/grusig, hardere	0,17		0-1	G	5,4	15	120	20	VP&MP sv. l & s
	lagdelt sa/finsa/gr	1,10		0-1	G					
	lagdelt sa/finsa/gr	0,45	DS	2-3	G					god vanngj.gang
11.5	lagdelt sa/finsa/gr	1,50		1-2	G					
	lagdelt sa/finsa/gr	1,15		1-2	G	5,4	15	170	21	VP+MP, ikke l&s
	grusig	1,10	DS	-	G					
	lagdelt sand/finsand	0,45	DS	2	G					
15.5	lagdelt sand/finsand	0,45	DS	2	G					
	lagdelt sand/finsand	0,47	DS	2	G	5,7	15	40	22	VP+MP, svak lukt
	lagdelt sand/finsand	0,20	DS	2-4	G					
	lagdelt sand/finsand	1,00	DS	3	G					dårlig vanngj.g
19.5	lagdelt sand/finsand	1,00	S	2-3	G					
	lagdelt sand/finsand	1,15	S	2-3	G	5,6	15	175	23	VP+MP, ikke l&s
21.5	grove masser, grus	1,25	S	1-2	borte					
	grove masser	1,05	S	1	borte					god vanngj.g
23.5	finere masser	1,20	S	3	borte					
	finere, noe grovt	0,50	S	3	G	5,7	15	65	24	VP+MP
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve VP: Vannprøve l & s: Lukt og smak

Vedlegg 3.5

SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER

STED: Sagbakken, Snåsa

DATO: 12.06.92

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 **SONE:** Ø-V: 3690 **N-S:** 71 294

NGO-KOORDINATER:

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

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 23.70

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1.3 m **MERKNAD:** Røret står på 15.5 m

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	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Grus, sand	-		-	borte					
	grus, sand	0,30	DS	-	borte					
3.5	sand, grusig	0,20		1-2	borte			5		
	sand, grusig	0,11		-	borte					
5.5	sand, grusig	0,13		-	borte	3,5		150	14	VP+MP
	sand, grusig	0,18		-	borte					
7.5	sand, finere	0,26		1-2	borte	4,8		20	15	VP+MP, lukt, smak
	sand, grusig	0,26	S	7	borte					
9.5	sand, grusig	0,27	S	7	borte					
	sand, grusig	0,30	S	2	borte					
11.5	sand, grusig	0,36		2	borte					
	sand, grusig	0,47		1	borte					
13.5	sand, grusig	0,26	S	1-2	borte	5,9		20		
	sand	0,27	S	-	borte					
15.5	sand, lagdelt	0,25		3	borte	5,0		225	16	VP+MP
	sand, lagdelt	0,17		4	borte					
17.5	sand, lagdelt	0,31	S	3	borte	5,3		80	17	VP
	sand, lagdelt	0,30	S	3	borte					
19.5	sand, lagdelt	0,40	S	3	borte	5,1		120	18	VP+MP, svak lukt
	sand, lagdelt	0,35	S	3	borte					
21.5	sand, grusig	0,14	S	3-5	borte			100		
	sand, grusig	0,22	S	5	borte					
23.5	sand	0,36	S	5	borte			40	19	VP, lukt, smak
	sand	0,19	S	5-7	borte					
25.5	sand	1,00	S	3	borte					
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg 3.6

SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER

STED: Sagbakken, Snåsa

DATO: 15.06.92

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4

SONE: Ø-V: 3690

N-S: 71 296

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD:

AKSE:

Y(Ø-V):

X(N-S):

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 25.57 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1.3 m **MERKNAD:** Røret står på 5.5 m

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	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Stein, sand	-	S	0-2	borte					
	sand	0,45	S	2	G					
3.5	sand	0,37	S	2	G					for lav vannst.
	sand, løsere	0,08	S	-	G					
5.5	sand, løsere	0,24	S	-	G					dårlig vanngj.g.
	sand, grusig	1,00	DS	0-5	G					
7.5	lagdelt, sand/grus	0,43	DS	2	G					dårlig vanngj.g.
	sa/gr + finsand/silt	1,40	DS	2-4	G					
9.5	sa/gr + finsand/silt	1,30	S	2	G					
	finsand, siltig	1,30	S	1-2	G					
11.5	lagdelt	0,56	DS	1-2	G					
	siltig	1,45	S	3	G					
13.5	siltig	1,51	S	3	G					
	siltig	1,40	S	3	G					
15.5	siltig, m/finsandlag	0,20	DS	0-3	G					
	siltig	1,00	S	2	G					
17.5	siltig	0,57	S	1-2	G					
	siltig	0,50	S	2	G					
19.5	siltig	1,00	S	2	G					
21.5										
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg 3.7

SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER

STED: Korsvollan, Snåsa

DATO: 17.06.92

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4

SONE: Ø-V: 3712

N-S: 71 331

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD:

AKSE:

Y(Ø-V):

X(N-S):

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 171 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 2.5 m **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	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Grus/sand	-	S	-	G/B					
	grus/sand	1,08	S	0-2	G					
3.5	grus/sand, vekslende	0,28	DS	0-3	G					
	grus/sand, vekslende	0,35		1	G					
5.5	grus/sand, vekslende	0,48	DS	0-1	G					
	grus/sand, vekslende	1,00		0-2	G					
7.5	mest grusig	1,16	DS	0-2	G	5,0	15	80	25	VP+MP
	sand/grusig	1,25	DS	0-3	G					
9.5	sand/grusig	1,40	DS	0-3	G					god vanngj.gang
	sand/grusig	1,30	S	2-4	G					
11.5	antatt blokk	3,00	S	-	borte	4,5	15	30	26	VP+MP grove mass
	grove masser	1,45	DS	0-2	borte					
13.5	grove masser, sand	0,50	DS	0-2	borte					god vanngj.gang
	tettere, vekslende	1,10	DS	0-2	borte					
	lagdelt, grovt/sand	1,30	S	0-3	borte					
15.5	lagdelt, grovt/sand	1,25	S	0-1	borte					tette masser
	moreneaktig	1,30	S	-	borte					
17.5	moreneaktig, sand	0,40	S	2-3	borte					
	moreneaktig, sand	0,55	S	2	borte					
19.5	moreneaktig, sand	1,55	S	4-6	borte					
	moreneaktig, sand	1,50	S	3	borte					
21.5	moreneaktig, sand	2,15	S	3	borte					
	moreneaktig, sand	2,30	S	4	borte					
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg 3.8

SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER

STED: Ålmo, Snåsa

DATO: 10.06.92

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4

SONE: Ø-V: 3818

N-S: 71 293

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD:

AKSE:

Y(Ø-V):

X(N-S):

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 128 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 0.5 m **MERKNAD:** Tok opp og satte ned sandspiss for å prøve å få opp en klar vannprøve på 4.5m, 6.5m.

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	Grusig sand	-	DS	-	borte					
	grusig sand	0,22		1-2	B					
3.5	grusig sand	0,32	DS	1-2	B	5,0	10	20	10	VP
	sand/fins. tettere	0,40	DS	2-3	B/G		10			VP
5.5	sand/fins. tettere	0,28	S	2-3	B/G	5,2		50	11	MP
	sand/fins. tettere	0,55		3	B/G					
7.5	sand/fins. tettere	0,40	DS	3	B/G					
	finsand/silt	0,35	DS	3-5	B/G					
9.5	finsand/silt	0,40	DS	3-5	B/G					
	silt	0,24	S	8-10	B/G					
11.5	silt	0,24	S	8-10	B/G					
	silt, tettere	1,45	DS	4-8	B/G					
13.5	silt, tettere	1,40	S	4	B/G					
	silt, tett	1,45	S	2	B/G					
15.5	silt, tett, lagdelt	1,15	S	2	B/G					
	silt, tett	1,30	S	2-3	B/G					
17.5	silt, tett	1,20	S	3	B/G					
19.5										
21.5										
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg 3.9

SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER

STED: Ålmo, Snåsa

DATO: 10.06.92

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4

SONE: Ø-V: 3817

N-S: 71 295

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD:

AKSE:

Y(Ø-V):

X(N-S):

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 127 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1,5m **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	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Myr	-		-	borte					
	myr,sand	0,20		-	borte					
3.5	sand, grus	1,45	DS	1	borte					ingen vanngj.g
	sand,grus	2,00	DS	-	borte					
5.5	sand,grus	0,23	DS	0-3	borte					ingen vanngj.g
	sand, finsand	0,22		4	borte					
7.5	sand, finsand	0,20		4	borte					dårlig vanngj.g
	sand, finsand	0,20		5	borte					
9.5	sand, finsand	0,20		5	borte					
	sand, finsand	0,23		7	borte					
11.5	sand, finsand	0,20		5-8	borte					
	sand, finsand	1,18		3	borte					
13.5	blokk? fjell				borte					
15.5										
17.5										
19.5										
21.5										
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg 3.10

SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER

STED: Ålmo, Snåsa

DATO: 10.06.92

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4

SONE: Ø-V: 3825

N-S: 71 291

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD:

AKSE:

Y(Ø-V):

X(N-S):

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 170 moh

BRØNN-/FILTERTYPE: 5/4" slisset rør med 1m filterlengde og 2-3mm 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	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Stein, sand	-	S	0-2	B/G					
	stein, sand	1,40	S	-	G					
3.5	sand, finsand	1,01		-	G					
	sand, fins. lagdelt	1,15	DS	0-2	G					
5.5	blokk, morene	3,10	DS	0-2	G					
	moreneaktig	1,20	S	1	G					
7.5	moreneaktig	2,40	S	1-2	G					
9.5	moreneaktig	2,00								
11.5										
13.5										
15.5										
17.5										
19.5										
21.5										
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg 3.11

SONDERBORING, UNDERSØKELSESBRØNN I LØSMASSER

STED: Ålmo, Snåsa

DATO: 11.06.92

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4

SONE: Ø-V: 3818

N-S: 71 291

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD:

AKSE:

Y(Ø-V):

X(N-S):

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 128 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 0.5 m **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	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Stein, grus	-	S	-	B/G					
	grus, sand	0,30		1-2	B					
3.5	sand, grusig	0,23		1-2	B			5		dårlig vanngj.g
	sand, grus	0,25		-	B					
5.5	sand, grus	0,25		-	B	5,6	15	40	12	VP+MP
	sand, lagdelt	0,40		1-2	G					
7.5	sand, tettere	0,14		5-7	G	6,1		25		
	sand, finsand	0,15		5	G					
9.5	sand, finsand	0,15		5	G					
	sand, finsand	0,15		5	G					
11.5	sand, finsand	0,15		5	G					
	sand, finsand	0,17		8	G					
13.5	sand, finsand	0,17		8	G					
	sand, finsand	0,17		8	G					
15.5	sand, siltig	0,50	DS	5	G					
	siltig, hardere	2,00	S	5	G					
17.5	blokk, fjell									
19.5										
21.5										
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg 4 Kjemiske analyser fra undersøkelsesboringer og av kildeutslag ved Álmo

ANIONER

Løpenr.	Prøve mrk	F µg/l	Cl mg/l	NO ₂ µg/l	NO ₃ µg/l *mg/l	SO ₄ mg/l *µg/l
1.	Sandnes Bh1 9.5-10.5m	115.0	8.11	<50.0	122.0	140*
2.	" Bh2 3.5-4.5m	79.3	6.72	alle	<50.0	2.02
3.	" Bh2 5.5-6.5m	212.0	15.50	like	"	<100*
4.	" Bh2 7.5-8.5m	<50.0	13.30	unntatt	"	407*
5.	" Bh2 9.5-10.5m	214.0	13.40	nr. 31	"	<100*
6.	" Bh2 13.5-14.5m	122.0	14.10	"	"	<100*
7.	" Bh3 4.5-5.5m	<50.0	10.00		285.0	4.52
8.	" Bh3 6.5-7.5m	<50.0	10.50		313.0	6.63
9.	" Bh3 8.5-9.5m	64.6	9.50		<50.0	11.20
10.	Álmo Bh1 2.5-3.5m	224.0	8.72		747.0	11.50
11.	" Bh1 3.5-4.5m	84.0	8.86		1.54*	10.60
12.	" Bh4 4.5-5.5m	<50.0	8.42		11.20*!	6.26
13.	Álmo Kilde 1	112.0	10.40		30.60*!	4.69
14.	Sagbakken Bh1 4.5-5.5m	<50.0	5.29		<50.0	4.14
15.	" Bh1 6.5-7.5m	<50.0	6.62		<50.0	4.20
16.	" Bh1 14.5-15.5m	<50.0	5.58		"	1.10
17.	" Bh1 16.5-17.5m	<50.0	6.99		"	3.32
18.	" Bh1 18.5-19.5m	197.0	5.42		"	5.59
19.	" Bh1 22.5-23.5m	128.0	8.50		"	3.49
20.	" Bh3 8.5-9.5m	69.0	9.11		"	9.53
21.	" Bh3 12.5-13.5m	<50.0	7.82		"	9.34
22.	" Bh3 16.5-17.5m	<50.0	6.23		"	7.59
23.	" Bh3 20.5-21.5m	<50.0	9.56		10.5*!	8.65
24.	" Bh3 24.5-25.5m	<50.0	9.65		5.43*	12.30
25.	Kossvollan 6.5-7.5m	<50.0	4.56		317.0	4.34
26.	" 10.5-11.5m	<50.0	5.14		<50.0	12.60
31.	Álmo, basseng	125.0	10.0	90.6 !	28.1*!	8.17
32.	Álmo, kilde 1	<50.0	9.7	<50	29.7*!	4.51
33.	" 6	114.0	11.4	<50	41.0* #	4.79
34.	" 5	<50.0	10.1	<50	29.9*!	4.49

! Betyr at verdi ligger utenfor anbefalt verdi-område.

Betyr at verdi ligger utenfor akseptabelt verdi-område.

Vedlegg 4 forts.

KATIONER

Nr.	Si mg/l	Al µg/l	Fe µg/l mg/l	Mg mg/l µg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K µg/l mg/l
1.	6.51	<20	83.2	2.18	4.23!	5.64	<200
2.	5.29	<20	11.4	1.22	2.27!	5.38	·
3.	7.81	<20	22.8	2.27	4.50!	11.96	·
4.	7.13	<20	58.7	1.71	3.43!	10.14	·
5.	8.11	<20	21.2	1.98	3.97!	10.55	·
6.	8.62	<20	528.7#	1.99	4.23!	10.10	·
7.	3.54	81.0	27.7	1.40	1.74!	5.39	·
8.	3.68	58.7	<10	1.40	2.08!	5.68	·
9.	4.75	61.5	11.4	1.95	3.11!	5.21	·
10.	7.63	26.1	<10	5.86	13.89!	5.76	1.98*
11.	8.48	<20	<10	6.27	16.66	6.10	1.33*
12.	2.40	31.7	34.3	3.84	12.97!	3.80	<200
13.	3.63	33.8	<10	3.92	13.75!	4.48	270.5
14.	1.71	187.5	157.0!	985.3*	7.07!	3.45	<200
15.	2.50	168.8	1.03*#	1.70	10.54!	3.97	<200
16.	3.33	48.3	2.05*#	1.69	9.62!	4.79	<200
17.	3.75	21.3	277.8#	3.19	13.60!	4.98	471.7
18.	3.47	33.1	669.4#	2.86	13.90!	5.10	<200
19.	6.29	<20	139.8!	5.73	27.87!	5.65	639.8
20.	3.89	43.7	36.2	2.83	15.22	6.80	943.5
21.	3.47	91.2	139.8!	3.42	17.61	7.57	425.6
22.	3.08	95.0	581.4#	1.82	12.42!	4.31	282.0
23.	3.94	28.1	31.1	2.82	11.21!	6.67	1.52*
24.	3.78	48.6	72.5	2.93	13.28!	7.36	1.89*
25.	2.67	30.1	<10	1.65	7.01!	3.21	<200
26.	3.16	28.3	19.0	2.11	12.09!	4.12	249.4
31.	4.80	43.5	<10	3.54	25.43!	5.12	1.34*
32.	3.10	<20	·	3.74	13.47!	3.97	699.5
33.	4.07	28.2	·	4.74	16.41!	4.63	775.4
34.	3.26	21.3	·	3.19	11.30!	3.92	471.7

! Betyr at verdi ligger utenfor anbefalt verdi-område.

Betyr at verdi ligger utenfor akseptabelt verdi-område.

Vedlegg 4 forts.

KATIONER

Nr.	Mn µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Ba µg/l	Sr µg/l	Merknad
1.	370.0#	<2	42.4	6.7	21.2	
2.	122.6#	<2	82.9	3.7	14.8	
3.	258.8#	<2	19.8	6.4	29.6	
4.	226.4#	<2	29.1	5.5	21.1	
5.	268.0#	<2	28.2	5.5	23.8	
6.	313.3#	<2	67.4	7.1	24.2	
7.	16.4	<2	10.0	6.4	13.1	
8.	16.5	<2	11.9	6.7	15.2	
9.	70.4!	2.3	12.6	9.5	21.5	9. Grått, mye organisk stoff.
10.	152.0#	<2	<5	12.6	46.0	
11.	387.9#	<2	80.1	9.5	58.6	
12.	5.8	<2	6.9	10.4	30.1	
13.	<2	<2	<5	28.2	67.4	
14.	12.2	6.0	<5	3.9	18.4	
15.	47.0	2.4	16.5	2.3	33.5	15. Lukt/smak
16.	43.2	2.4	<5	<2	24.9	
17.	80.0!	<2	<5	<2	52.1	
18.	80.7!	<2	<5	<2	52.5	18-20. Svak lukt/smak
19.	104.9#	<2	<5	<2	111.3	
20.	48.4	<2	<5	<2	47.5	
21.	32.6	<2	5.7	3.3	47.0	
22.	28.3	<2	5.7	<2	28.3	22. Svak lukt
23.	2.0	5.4	<5	9.5	45.4	
24.	3.0	4.6	<5	13.8	47.7	
25.	30.2	<2	5.1	12.1	25.6	Grove masser, svak lukt
26.	243.3#	<2	7.0	24.2	33.8	
31.	3.4	3.3	<5	17.7	106.7	
32.	<2	<2	<5	35.1	67.2	
33.	<2	2.7	<5	28.5	75.5	
34.	<2	2.2	<5	25.2	59.7	

! Betyr at verdi ligger utenfor anbefalt verdi-område.

Betyr at verdi ligger utenfor akseptabelt verdi-område.

Vedlegg 4 forts.

Nr.	pH målt i felt	pH målt i lab	ledn. evne felt mS/cm	ledn. evne lab µS/cm	temp °C	E _n mV 'V	Alkalitet mmol/l
1.	6.30 #	5.85 #	0.056	73.3	5.8	-	0.49 #
2.	6.30 #	5.74 #	0.030	51.1	4.7	-	0.24 #
3.	6.35 #	5.75 #	0.066	102.8	4.5	-	0.55 #
4.	6.30 #	5.85 #	0.100	85.3	4.9	-	0.42 #
5.	6.40 #	5.79 #	0.103	91.9	5.0	0.47'	0.49 #
6.	6.40 #	5.70 #	0.109	95.5	5.9	0.88'	0.49 #
7.	5.70 #	5.05 #	0.047	53.4	3.6	130	0.07 #
8.	5.50 #	5.00 #	0.056	57.4	3.9	125	0.07 #
9.	-	4.97 #	-	67.4	5.1	-	0.07 #
10.	6.40 #	6.14 #	0.140	143.0	5.0	100	0.94
11.	"	6.37 #	0.160	161.0	5.2	-	1.13 #
12.	6.40 #	5.91 #	0.165	117.8	5.6	105	0.60
13.	-	5.96 #	-	133.0	-	-	0.31 #
14.	-	5.94 #	-	61.2	3.5	-	0.30 #
15.	-	5.78 #	-	84.5	4.8	-	0.48 #
16.	6.41 #	5.68 #	0.092	81.4	6.0	82	0.52 #
17.	-	6.04 #	-	114.9	5.3	-	0.84
18.	6.50' !	5.81 #	0.093	114.7	5.1	96	0.77
19.	6.90 !	6.60 !	0.162	182.0	5.7	83	1.57 #
20.	6.77 !	6.25 #	0.093	131.0	5.4	95	0.87
21.	6.60 !	6.46 #	0.244	370.0	5.4	130	1.08 #
22.	6.40 #	6.25 #	0.260	289.0	-	138	0.60
23.	6.30 #	6.15 #	0.173	306.0	-	126	0.51 #
24.	6.30 #	6.30 #	0.230	349.0	-	135	0.70
25.	-	5.90 #		64.6	5.0		0.42 #
26.	-	6.14 #		101.5	6.5		0.61
31.		7.04 !		186.0			0.95
32.		6.43 #		129.0			0.34 #
33.		6.21 #		158.0			0.35 #
34.		5.90 #		114.1			0.29 #

! Betyr at verdi ligger utenfor anbefalt verdi-område.

Betyr at verdi ligger utenfor akseptabelt verdi-område.

*pH-målingene foretatt i felt er ikke korrigert for temperatur, og er derfor 0.3-0.4 pH-enheter for høye.

*Ledningsevne målingene foretatt i felt på prøvene 1-3 og 20-24 er heller ikke temperaturkorrigert.

Korrigert for temperatur ville verdiene blitt ca 40 % høyere, og de ville da ha stemt godt overens med lab.-målingene.

Vedlegg 5 Senkningsdata i peilebrønnene ved prøvepumping, Sagbakken

TID tid= 0 24.08.92 kl.11.30.00	Q [l/min]	P1 24.64 m.o.h	P2 23.70 m.o.h	P3 25.57 m.o.h	P4 23.31 m.o.h	P5 24.58 m.o.h	Snåsa- vatnet m.o.h.
00.00.00	0→870	22.80	22.60	23.05	22.54	22.74	22.11
00.00.18	"	21.87					"
00.00.30	"	21.85					"
00.00.50	"	21.82					"
00.01.03	"	21.80					"
00.01.23	"	21.78					"
00.01.43	"	21.76					"
00.02.07	"	21.74					"
00.02.31	"	21.72					"
00.03.53	"	21.67					"
00.05.21	"	21.63					"
00.08.19	"	21.57					"
00.10.00	"		22.60				"
00.11.00	"				22.54		"
00.12.50	"			23.05			"
00.14.50	"	21.49					"
00.15.50	"				22.54		"
00.17.35	"	21.47					"
00.31.20	"	21.40					"
00.33.00	"					22.695	"
00.34.00	"		22.61				"
00.35.00	"				22.54		"
00.37.12	"			23.05			"
00.39.00	"	21.38					"
00.40.00	"					22.695	"
00.54.00	"	21.36					"
00.55.00	"					22.69	"
01.10.00	825	21.346					"
01.12.00	"		22.61				"

Vedlegg 5 forts.

TID	Q	P1	P2	P3	P4	P5	Snåsavt
01.13.00	825				22.546		22.11
01.15.00	"			23.045			"
01.23.00	"	21.34					"
01.31.00	"	21.33					"
01.34.00	"					22.684	"
01.48.00	"	21.327					"
02.05.00	"	21.324					"
02.06.00	"					22.683	"
02.08.30	"		22.616				"
02.10.00	"				22.554		"
02.12.00	"			23.044			"
¹ 25/8 13 ³⁵	"	21.32	22.615	23.045	22.555	22.68	"
25/8 18 ¹⁵	"	21.30	22.64	23.04	22.605	22.69	"
27/8 13 ⁰⁰	795	21.165	22.63	22.95	22.535	22.565	22.12
28/8 11 ⁰⁰	"	21.165	22.63	23.925	22.545	22.56	"
² 1/9 17 ⁰⁰	"	?	?	?	?	?	22.11
4/9 10 ⁵⁰	"	21.085	22.575	22.76	22.465	22.47	22.08
7/9 12 ²⁵	"	21.03	22.545	22.645	22.43	22.415	22.07
14/9 13 ⁰⁰	780	20.94	22.465	22.42	22.34	22.31	21.97
21/9 12 ⁰⁰	"	20.895	22.41	22.40 ³	22.295	22.28	21.85
24/9 19 ¹⁵	"	20.89	22.38	-	22.26	22.25	21.82
28/9 9 ³⁰	"	20.95	22.405	22.00	22.325	22.32	21.77
12/10 10 ⁰⁰	"	21.27	22.87	22.40	22.775	22.83	22.32
19/10 12 ¹⁵	"	21.20	22.78	22.33	22.695	22.665	22.36
9/11 13 ¹⁵	765	21.24	22.74	22.285	22.64	22.64	22.25
16/11 12 ⁵⁰	735	21.165	22.71	22.255	22.6	22.605	22.26
24/11 14 ⁵⁰	900	20.75	22.705	22.05	22.625	22.65	22.21
⁴ 26/11 13 ⁵⁰	900→0	20.64	22.64	21.945	22.515	22.50	22.20
26/11 14 ¹⁰	0	22.15				22.52	22.20
27/11 12 ⁰⁰	0	22.615	22.62	22.725	22.52	22.63	22.20

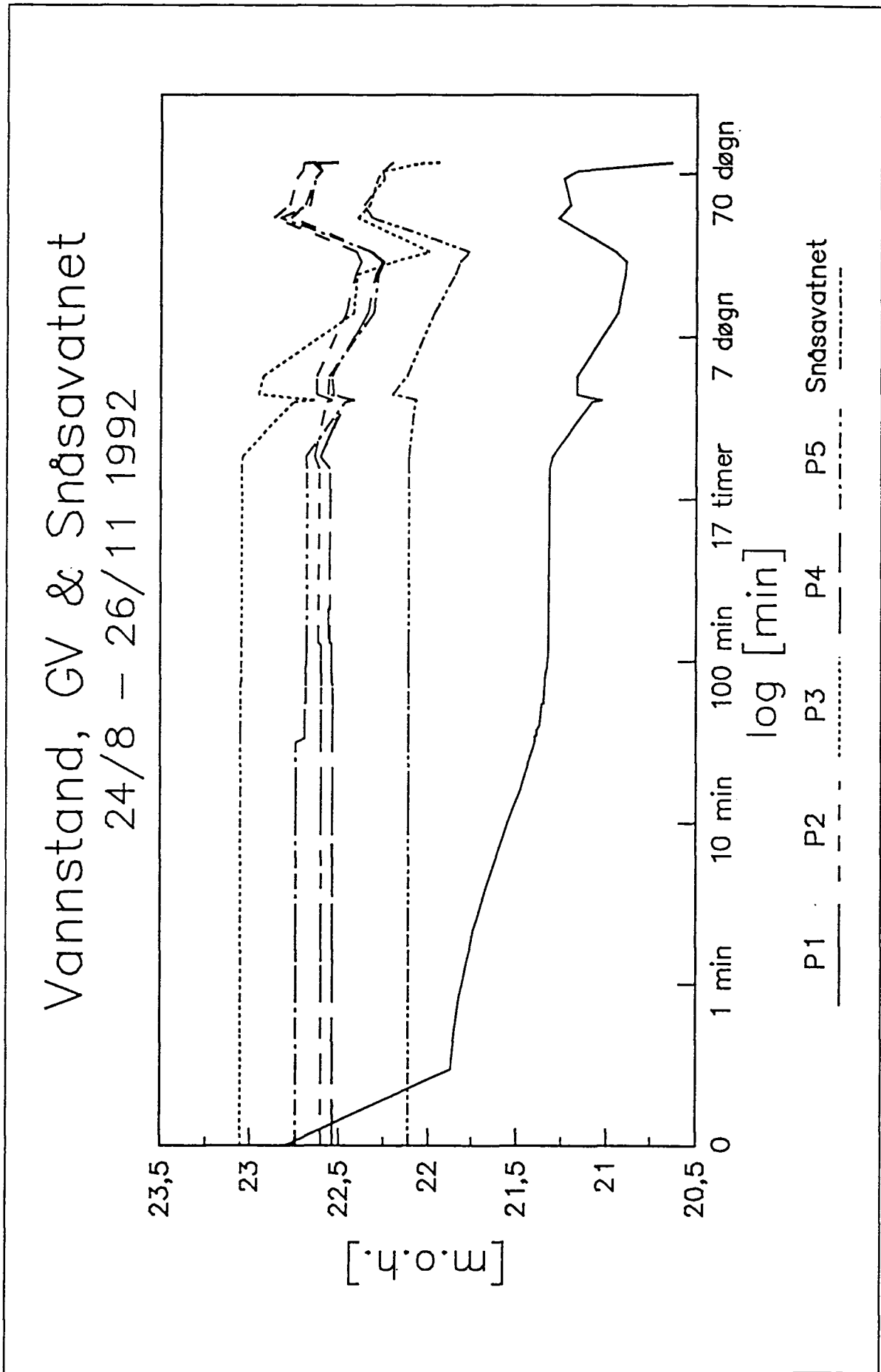
¹ Ny tidsregning, før: (time.min.sek) nå: dato klokkeslett

² Pumpet stoppet sannsynligvis 28/8 pga strømbrydd som følge av tordenvær. Ny start 1/9 kl 17⁰⁰. Vannstanden ble ikke målt.

De følgende senkningsdata beregnes i forhold til nytt tidspunkt for pumpestart.

³ Peilerør har gått tett, brønnen er tørr. Brønnen ble forlenget med to meter slik at spissen står nå på 7.5 m dyp.

⁴ Pumpen ble stanset etter vel 3 mnd prøvepumping. Peilingen er foretatt før pumpen ble stanset.



Vedlegg 7: 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.

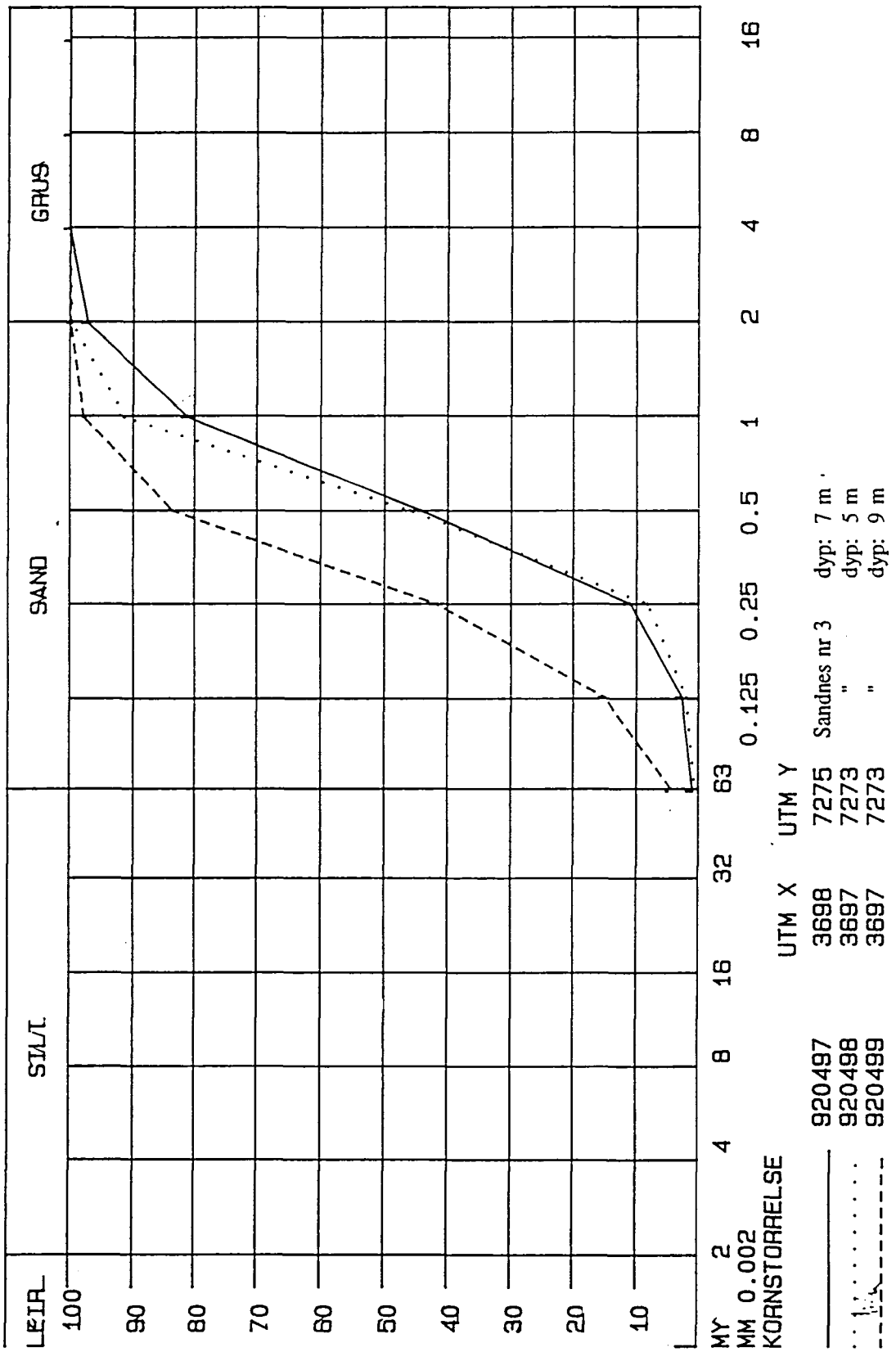
Magasinkoeffisient S defineres som det vannvolum som et grunnvannsmagasin kan avgi eller lagre pr. arealenhet, ved en enhets forandring av grunnvannsnivået. For en lukket akvifer avhenger magasinforandringen av volumendringen av væske og kornskjelett.

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.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

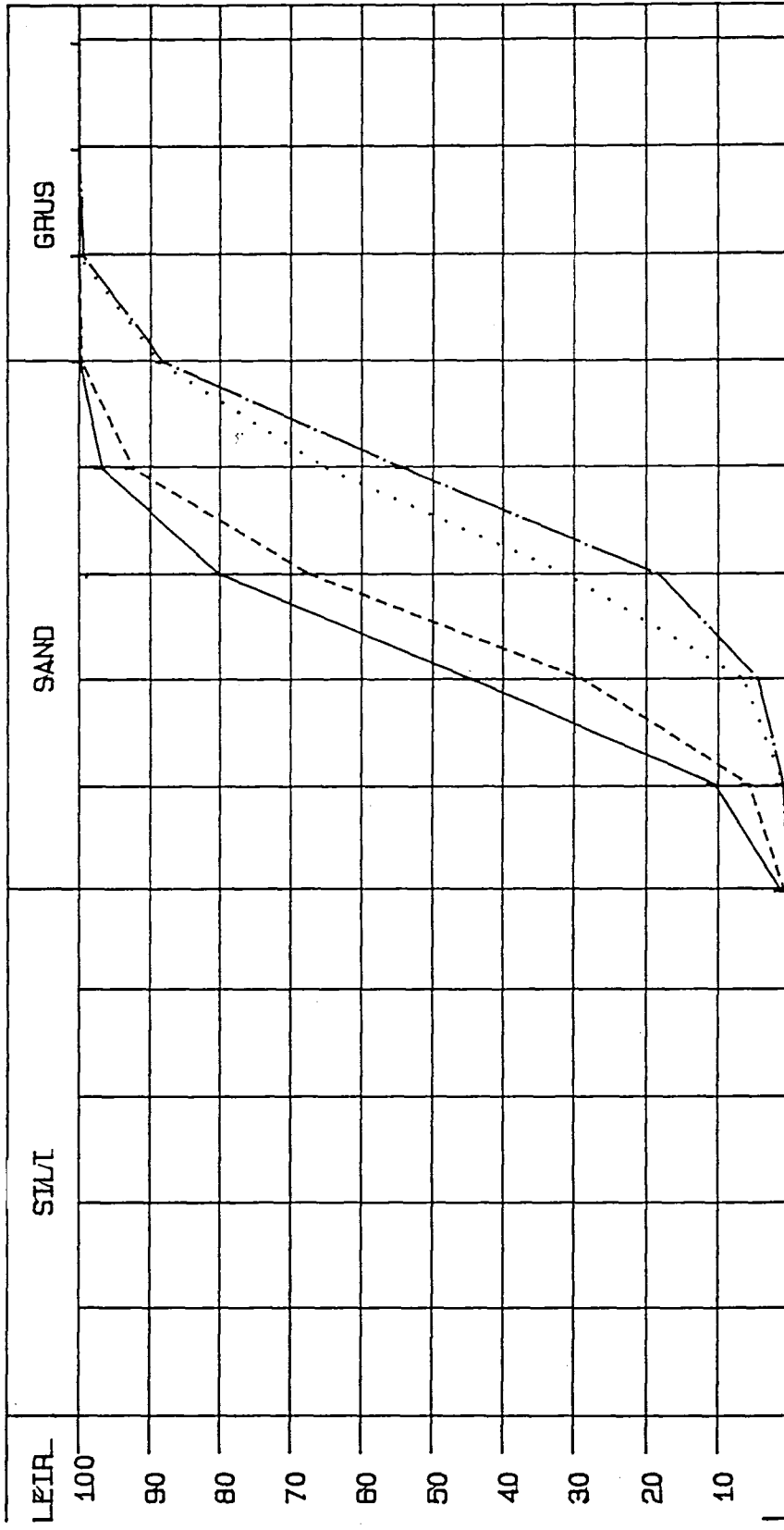
KORNFORDELINGSKURVE

SNASA 18283



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVER
GRONG 18234



MY 2 4 8 16 32 63 0.125 0.25 0.5 1 2 4 8 16
MM 0.002

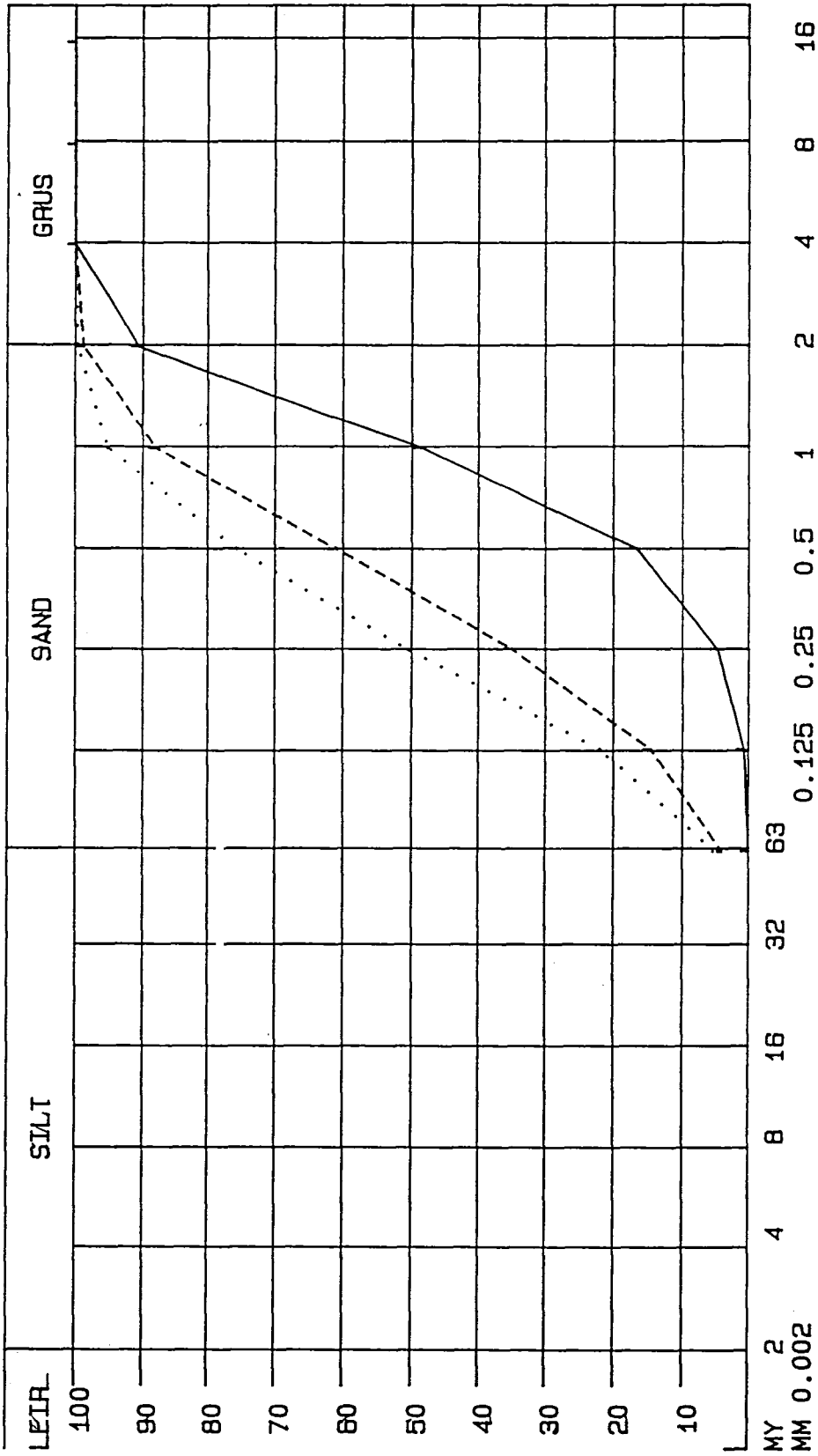
KORNSTØRRELSE

KORNSTØRRELSE	UTM X	UTM Y	Sagbakken nr 1,	dyp:
—	3690	7306	Sagbakken nr 1,	9 m
.....	3690	7306	"	13 m
- - - -	3690	7306	"	17 m
- · - ·	3690	7306	"	21 m

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

GRONG 18234



MY 2 4 8 16 32 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 16000
 MM 0.002
 KORNSTØRRELSE

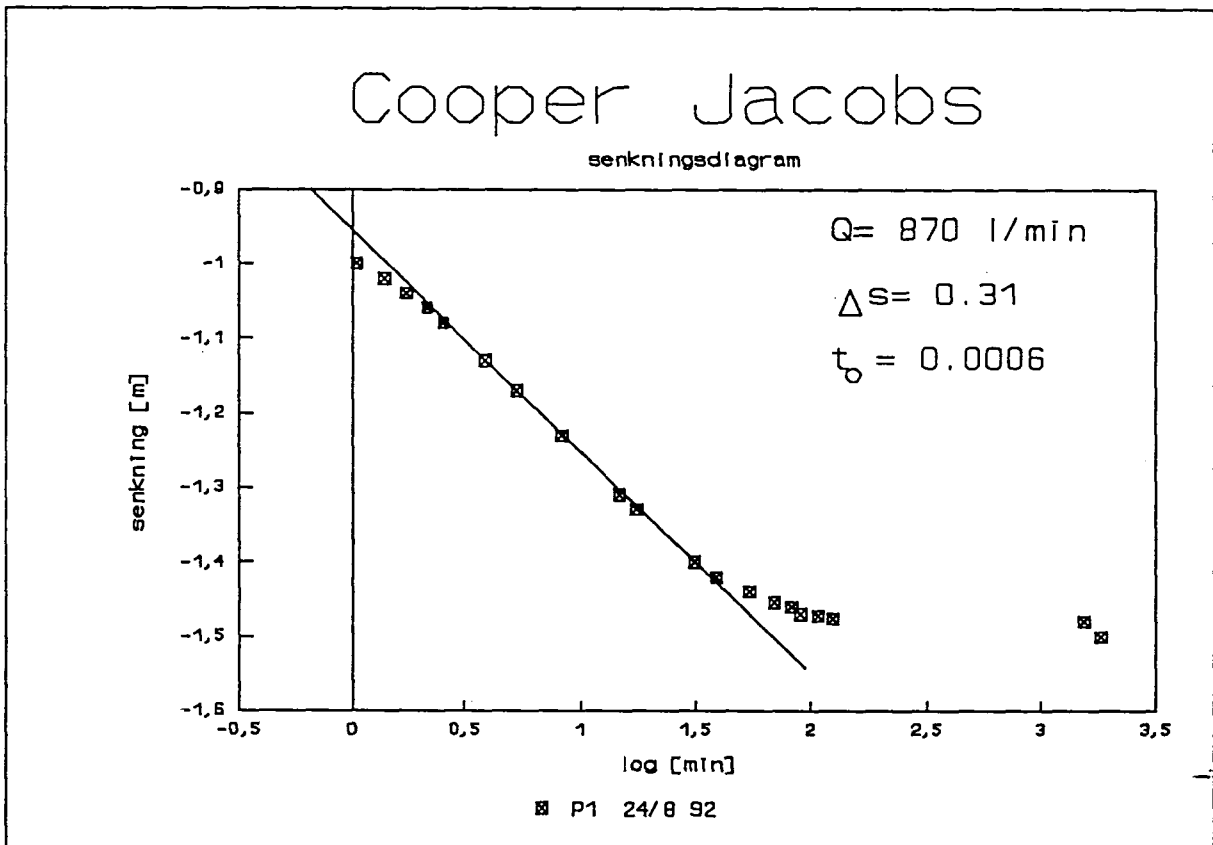
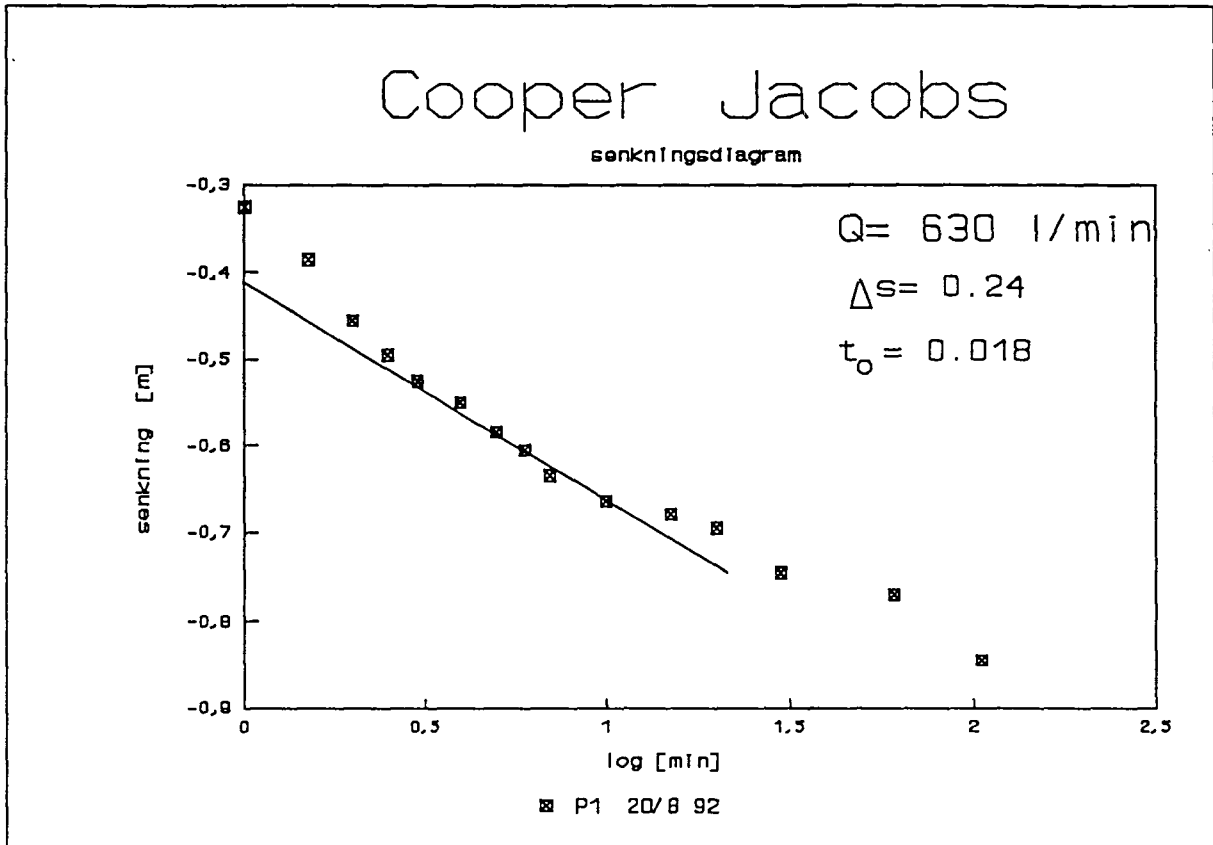
UTM X UTM Y
 3690 7306
 3712 7331
 3712 7331

dyp: 25 m
 dyp: 7 m
 dyp: 11 m

Sagbakken nr 1,
 Korsvollan,
 "

920510
 920511
 920512

Vedlegg 9 Senkningsdiagram ved P1 i starten på prøvepumpingsperioder, den 20/8 og 24/8.



Vedlegg 10 Vannkvalitetsnormer

Folkehelsa har gitt kvalitetsnormer til vannforsyningskilder. De har delt inn vurderingen av kvalitet i 3 klasser:

- 1) God
- 2) Mindre god
- 3) Ikke tilrådelig

Opplysningene er hentet fra *Kvalitetsnormer for drikkevann, Veiledningshefte G2*, SIFF, 1987.

I sammenheng med innføring av EØS-avtalen vil det bli innført felles kvalitetskrav til drikkevann. Utkastet til nye forskrifter er meget like Folkehelsas kvalitetsnormer fra 1987, men enkelte klare avvik finnes:

Parametre	Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Ca	100 mg/l	
Mg	30 mg/l	50 mg/l
Fe	50 µg/l	200 µg/l
Mn	20 µg/l	50 µg/l
Cl	25 mg/l	
NO ₃	25 mg/l	50 mg/l
Fargetall	1 mg Pt/l	20 mg Pt/l
Koliforme bakt.	0	0

Vedlegg 10 forts. Oversikt over drikkevannsnormer (SIFF, 1987)

Parameter	god	mindre god	ikke tilrådelig uten videre vannbeh.
Anioner			
Fluorid mg F/l	< 1.5	-	> 1.5
Klorid mg Cl/l	< 100	100-200	> 200
Nitritt $\mu\text{g NO}_2\text{-N/l}$	< 5	5-50	> 50
$\mu\text{g NO}_2\text{/l}$	< 16.5	16.5-165	> 221
Nitrat mg NO ₃ -N/l	< 2.5	2.5-10	> 10
mg NO ₃ /l	< 11	11-44	> 44
Sulfat mg SO ₄ /l	< 100	-	> 100
Kationer			
Aluminium mg Al/l	< 0.05	0.05-0.2	> 0.2
Jern mg Fe/l	< 0.1	0.1-0.2	> 0.2
Magnesium mg Mg/l	< 10	10-20	> 20
Kalsium mg Ca/l	15-25		
Natrium mg Na/l	< 20		
Mangan mg Mn/l	< 0.05	0.05-0.1	> 0.1
Kobber mg Cu/l	< 0.1	0.1-0.3	> 0.3
Sink mg Zn/l	< 0.3		> 0.3
Bly $\mu\text{g Pb/l}$	< 5	5-20	> 20
Kadmium $\mu\text{g Cd/l}$	< 1	1- 5	> 5
Krom $\mu\text{g Cr/l}$	< 10	10-50	> 50
Sølv $\mu\text{g Ag/l}$	< 50		> 50
Bor mg B/l	< 0.3		> 0.3
pH-verdi	7.5-8.5	6.5-9.0	< 6.5 og > 9.0
Alkalitet mmol/l	0.6-1.0		
Fysiske parametre			
Fargetall mg Pt/l	< 15	15-25	> 25
Turbiditet FTU	< 0.5	0.5-1.0	> 1.0
Temperatur	< 10°C		
Lukt og smak	Ingen		
Bakteriologiske parametre			
Koliforme bakt. pr. 100 ml	0	1-3	> 3
Termtolerante koliforme bakterier pr. 100 ml	0	0	≥ 1
Total antall bakterier (kimtall)	< 100 *		

* Folkehelse har ingen tallmessig norm på totalantallet bakterier (kimtallet), men Innherred Kjøtt- og Næringsmiddelkontroll praktiserer en norm for god vannkvalitet på mindre enn 100 i kimtall.

Vedlegg 11 Kjemiske analyser av grunnvann fra prøvepumping. Sagbakken

Løpenr.	Prøve mrk			F µg/l	Cl mg/l	NO ₂ µg/l	NO ₃ mg/l *µg/l	SO ₄ mg/l *µg/l
	brønn	dyp	dato kl.					
1.	5/4*	8.5-9.5	15/6	69.0	9.11	<50	<50*	9.53
2.	"	12.5-13.5	"	<50.0	7.82	"	"	9.34
3.	"	16.5-17.5	"	<50.0	6.23	"	"	7.59
4.	"	20.5-21.5	"	<50.0	9.56	"	10.50	8.65
5.	"	24.5-25.5	"	<50.0	9.65	"	5.43	12.30
6.	2*	17.5-23.5	20/8	<50.0	9.53	<100	7.62	8.96
7.	2*	19.5-25.5	21/8	<50.0	9.69	"	8.54	8.17
8.	3*	9.5-15.5	20/8	142.0	8.42	"	<50*	11.20
9.	2+3*	"	"	0.30 ¹⁾	"	"	"	"
10.	2+3*	"	"	1.00	"	"	"	"
11.	2+3*	"	"	1.30	101.0	8.73	1.06	10.70
12.	3*	9.5-15.5	"	2.00	"	"	2.68	"
13.	2*	19.5-25.5	"	2.00	"	"	"	"
14.	3*	19.5-25.5	21/8	123.0	9.61	"	7.94	10.60
15.	3*	"	"	"	"	"	5.76	"
16.	25/8	kl 20 ^{15 2)}	"	93.5	9.17	"	4.76	8.99
17.	27/8	kl 13 ⁰⁰	"	120.0	9.29	"	4.01	9.05
18.	28/8	kl 11 ¹⁵	"	115.0	8.78	"	3.66	9.08
19.	4/9	kl 11 ^{00 3)}	"	96.6	8.56	"	3.42	8.50
20.	7/9	kl 12 ²⁵	"	<50	8.47	"	3.15	8.43
21.	11/9	kl ?	"	69.2	7.61	<250	2.67	7.98
22.	14/9	kl 13 ⁰⁰	"	62.5	8.14	<100	2.35	7.77
23.	21/9	kl 12 ⁰⁰	"	56.2	7.89	"	1.87	7.83
24.	28/9	kl 9 ³⁰	"	59.5	7.45	"	1.68	7.92
25.	12/10	kl 10 ⁰⁰	"	75.8	5.77	<50	1.43	8.75
26.	19/10	kl 12 ¹⁵	"	75.4	5.72	<50	1.27	9.01
27.	9/11	kl 13 ¹⁵	"	67.6	7.73	<100	1.03	8.41
28.	16/11	kl 12 ⁵⁰	"	<50	6.76	<100	0.65	5.69
29.	26/11	kl 13 ⁰⁰	"	57.0	7.63	<100	1.00	8.24

Ved analyse av vannkvaliteten under kap 4.5 ble resultater fra selve prøvepumpingen lagt til grunn (nr 16-29).

ppb = µg/l, ppm = mg/l

! Betyr at verdi ligger utenfor anbefalt verdi-område.

Betyr at verdi ligger utenfor akseptabelt verdi-område.

¹⁾ Tid etter pumpestart [timer.min].

Pumpestart: 20/8 kl. 12³⁰

²⁾ Alle prøver tatt fra 3", 19.5-25.5m dyp.

Pumpestart: 24/8 kl. 11³⁰

³⁾ Pumpen har stoppet, sannsynligvis 28/8.

Ny start 1/9 kl 17⁰⁰

Vedlegg 11 forts.

Nr.	Si mg/l	Al µg/l	Fe µg/l *mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K µg/l mg/l
1.	3.89	43.7	36.2	2.83	15.22	6.80	943.5
2.	3.47	91.2	139.8!	3.42	17.61	7.57	425.6
3.	3.08	95.0	581.4#	1.82	12.42!	4.31	282.0
4.	3.94	28.1	31.1	2.82	11.21!	6.67	1.52*
5.	3.78	48.6	72.5	2.93	13.28!	7.96	1.89*
6.	4.27	275.6	220.4#	2.67	10.23!	6.21	918.6
7.	3.91	65.7	46.2	2.71	10.49!	6.41	1.09'
8.	3.89	<20	58.7	3.01	15.01	6.97	323.1
9.							
10.			0.81'#				
11.	3.81	22.9	90.7	2.91	13.32!	6.77	937.6
12.			1.48'#				
13.			<0.02'				
14.	3.87	27.6	17.8	2.97	12.71!	7.29	2.52'
15.			<0.02'				
16.	3.77	<20	16.0	2.64	11.11!	6.77	1.84'
17.	3.70	•	12.4	2.57	10.90!	6.37	153.0
18.	3.68	•	14.2	2.52	10.56!	6.24	1.15'
19.	3.65	•	16.0	2.50	10.44!	6.08	966.1
20.	3.51	•	<10	2.52	10.96!	5.84	<200
21.	3.59	25.0	<10	2.49	10.92!	5.79	485.8
22.	3.37	22.5	•	2.46	10.78!	5.61	<200
23.	3.22	<20	•	2.36	10.54!	5.39	•
24.	3.11	•	11.0	2.34	10.36!	5.21	•
25.	3.23	•	10.7	2.29	10.08!	4.97	•
26.	3.21	•	<10	2.31	10.18!	5.00	•
27.	3.03	25.2	17.9	2.18	9.90!	5.05	1.02'
28.	3.02	<20	12.0	2.19	9.96!	5.07	1.34'
29.	2.92	<20	14.0	2.16	9.66!	4.93	1.20'

Vedlegg 11 forts.

Nr.	Mn µg/l mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Ba µg/l	Sr µg/l	Merknad
1.	48.4	<2	<5	<2	47.5	Svak lukt/smak
2.	32.6	<2	5.7	3.3	47.0	
3.	28.3	<2	5.7	<2	28.3	Svak lukt
4.	2.0	5.4	<5	9.5	45.4	
5.	3.0	4.6	<5	13.8	47.7	
6.	7.3	<2	24.2	10.4	46.9	6.O ₂ 2-4 mg/l ¹⁾
7.	<2	<2	42.4	11.0		Fosfat <0.4 mg/l
8.	47.4	<2	<5	<2		
9.						9,10,12,13 og 15 er
10.	<0.3*					feltmålinger
11.	30.2	<2	10.3	4.7	49.5	
12.						
13.						
14.	<2.0	<2	<5	14.1	42.3	Q=300l/m O ₂ =4-5mg/l
15.						Q=700l/m O ₂ =5-6mg/l
16.	<2.0	<2	<5	11.6	42.3	
17.	<2.0	<2	<5	10.4	41.0	
18.	<2.0	<2	<5	9.7	39.5	
19.	<2.0	<2	<5	8.2	38.5	
20.	2.9	<2	<5	9.9	38.0	
21.	3.3	<2	<5	9.2	37.6	
22.	2.9	<2	<5	8.9	36.4	
23.	2.9	<2	<5	7.8	35.1	
24.	2.1	<2	<5	7.8	34.1	
25.	2.5	<2	<5	8.4	33.2	
26.	3.2	<2	<5	8.4	33.7	
27.	3.3	2.9	<5	8.3	32.4	
28.	3.5	<2	<5	8.7	32.9	
29.	3.1	<2	11.1	7.0	31.8	

¹⁾ Vannet er mettet med O₂ ved 12-14 mg/l

Vedlegg 11 forts.

Nr.	*pH målt i felt	pH målt i lab	*ledn. evne felt mS/cm	ledn. evne lab μ S/cm	temp °C	E _h mV *V	Alkalitet mmol/l
1.	6.77 !	6.25 #	0.093	131.0	5.4	95	0.87
2.	6.60 !	6.46 #	0.244	370.0	5.4	130	1.08
3.	6.40 #	6.25 #	0.260	289.0	-	138	0.60
4.	6.30 #	6.15 #	0.173	306.0	-	126	0.51 #
5.	6.30 #	6.30 #	0.230	349.0	-	135	0.70
6.		6.22 #		111.7			0.51 #
7.		6.16 #		115.8			0.52 #
8.		6.72 !		136.0			0.90
9.	6.38 #				5.3	0.89*	
10.	6.25 #		0.088		5.2	0.87*	
11.		6.50 !		129.4			0.78
12.	6.36 #		0.094			0.80*	
13.							
14.		6.50 !		137.0			
15.	6.30 #		0.096		5.4	135	0.68
16.		6.04 #		118.5			0.61
17.		6.24 #		113.5			0.62
18.		6.54 !		110.1			0.62
19.		6.40 #		107.9			0.61
20.		6.70 !		106.9			0.64
21.		6.60 !		104.6			0.63
22.		6.68 !		102.5			0.63
23.		6.63 !		99.9			0.61
24.		6.72 !		98.2			0.60
25.		6.70 !		96.7			0.59
26.		6.81 !		96.9			0.59
27.		6.60 !		94.3			0.57
28.		6.60 !		95.0			0.58
29.		6.43 !		93.1			0.56

*pH-målingene foretatt i felt er ikke korrigeret for temperatur, og er derfor 0.3-0.4 pH-enheter for høye.

*Ledningsevne målingene foretatt i felt er heller ikke temperaturkorrigeret. Korrigeret for temperatur ville verdiene blitt ca 40 % høyere, og de ville da ha stemt godt overens med lab.-målingene.

Vedlegg 12 Analyser av bakterietall i grunnvann fra prøvepumping, Sagbakken

INNHERRED KJØTT- OG NÆRINGSMIDDELKONTROLL

Hannegata 20
7700 STEINKJER
Tlf. (077) 62982/83

INNHENNETT

29.09.92

Snåsa Kommune
Teknisk Etat

7760 SNÅSA

Dato.: 25/09/92

Lab.nr: 92/1499

Arkiv.: 143614

RESULTAT AV PRØVER TATT UT 21/09/92

1: Grunnvann, ubehandlet

(Grunnvann v/Bruvoll bru)

Analyse	Benevning	1:
Totalantall bakterier 20°C/ml		0
Koliforme bakterier 37°C /100ml		0
Termotolerante koliforme b/100ml		0

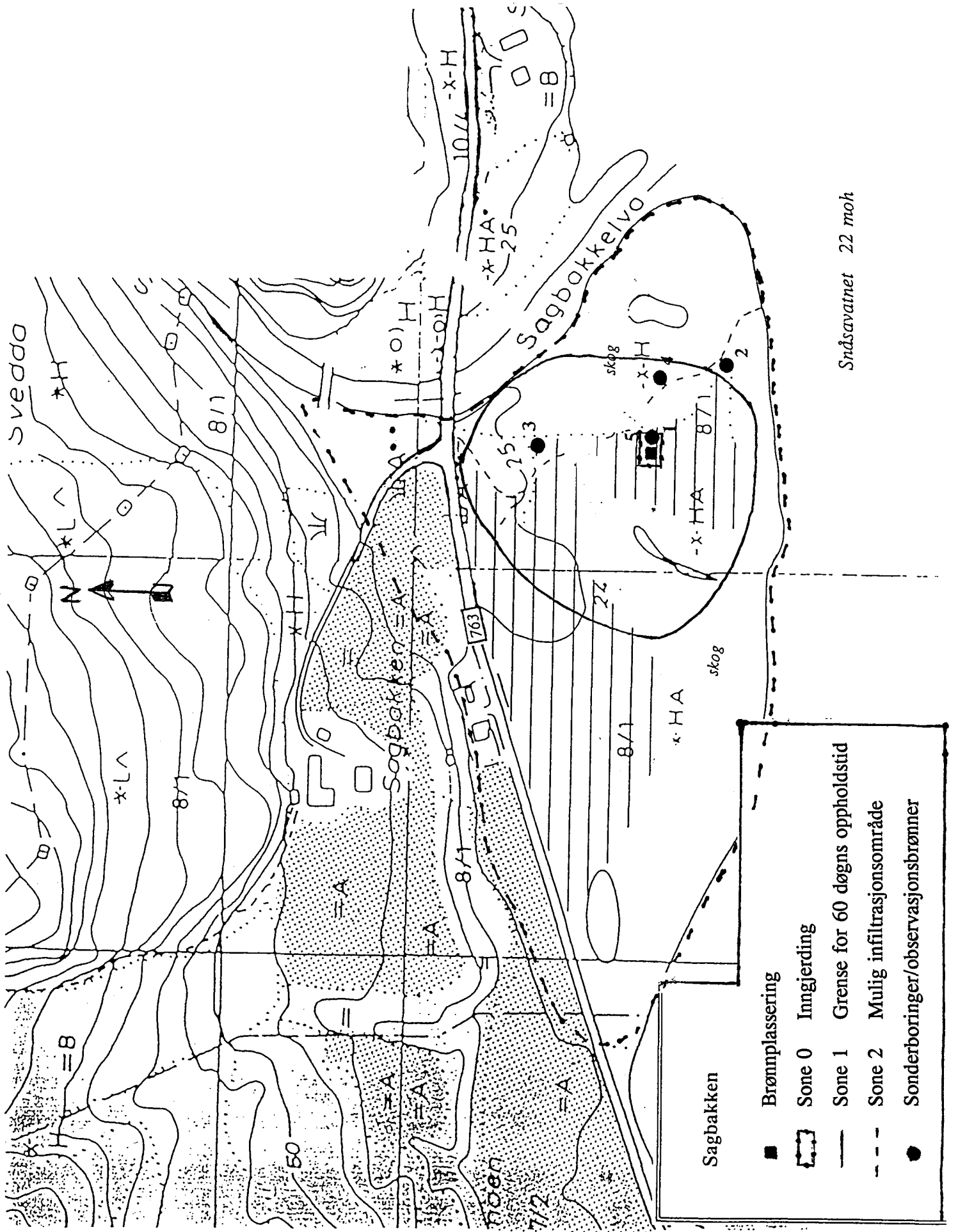
Med hilsen


Kjell Aurstad
byveterinær







Eli Sjetne Vaadal
Avdelingsveterinær

Kopi til:
Snåsa komm. Helse- og sosialavd.

Vedlegg 13 Forslag på soneinndeling rundt brønnstedet ved Sagbakken. Utsnitt av Ø.K. DG 146-5-1, DG 146-5-3, DF 146-5-2 og DF 146-5-4, forstørret til M 1:2380.



Snåsavatnet 22 moh

	Brønnplassering
	Inngjerding
	Grense for 60 døgns oppholdstid
	Sone 2 Mulig infiltrasjonsområde
	Sonderboringer/observasjonsbrønner

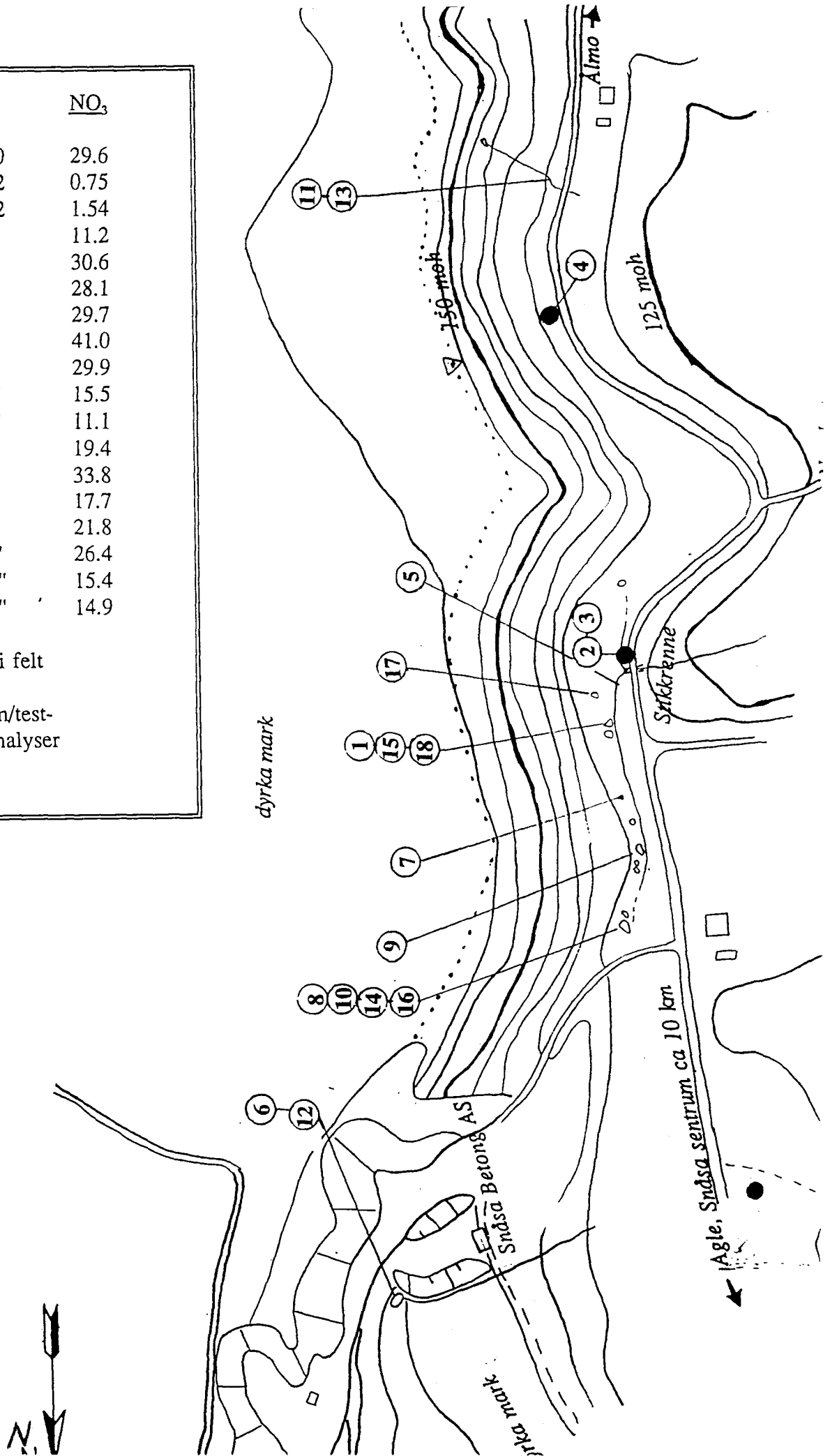
Vedlegg 14 Detaljkart over kildeutslag ved Álmo, M 1:2500.

Nr	dato	NO ₃
1	27/6 90	29.6
2	10/6 92	0.75
3	10/6 92	1.54
4	11/6 "	11.2
5	11/6 "	30.6
6	24/6 "	28.1
7	24/6 "	29.7
8	24/6 "	41.0
9	24/6 "	29.9
10	21/8 "	15.5
11	21/8 "	11.1
12	4/9 "	19.4
13	4/9 "	33.8
14	4/9 "	17.7
15	4/9 "	21.8
16	1/10 "	26.4
17	28/10 "	15.4
18	27/11 "	14.9

Nr 10 og 11 er målt i felt

● Sonderboringer m/test-pumpinger og vannanalyser

Målestokk: 1:2500



Vedlegg 15 Kjemiske analyser av kildeutslag ved Ålmo

Kilde	dato	F [µg/l]	Cl [mg/l]	NO ₂ [µg/l]	NO ₃ [mg/l]	SO ₄ [mg/l]
1.	27/6 90	90	9.8	<50	0.75	11.50
2.	2.5-3.5 10/6	224	8.72	<50	0.75	11.50
3.	3.5-4-5 10/6	84	8.86	<50	1.54	10.60
4.	4.5-5.5 11/6	<50	8.42	<50	11.2 !	6.26
5.	11/6 92	112	10.4	<50	30.6 !	4.69
6.	24/6 92	125	10.0	90.6 !	28.1 !	8.17
7.	24/6 92	<50	9.7	<50	29.7 !	4.51
8.	24/6 92	114	11.4	<50	41.0 !	4.79
9.	24/6 92	<50	10.1	<50	29.9 !	4.49
10.	21/8 92			0	15.5 !	
11.	21/8 92				11.1 !	
12.	4/9 92	221	9.81	<100	19.4 !	8.06
13.	4/9 92	119	13.6	<100	33.8 !	4.91
14.	4/9 92	152	10.6	<100	17.7 !	7.04
15.	4/9 92	79.9	9.66	<100	21.8 !	4.73
16.	1/10 92	96.2	10.0	<100	26.4 !	4.79
17.	28/10 92	73.6	6.68	<50	15.4 !	5.07
18.	27/10 92	<50	10.2	<100	14.9 !	3.28

Vedlegg 15 forts.

Nr.	Si [mg/l]	Al [µg/l]	Fe [µg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Na [mg/l]	K [µg/l]
1.	-	<0.1	<0.01	3.66	11.9 !	3.80	<0.5
2.	7.63	26.1	<10	5.86	13.89 !	5.76	1980
3.	8.48	<20	<10	6.26	16.66	6.10	1330
4.	2.40	31.7	34.3	3.84	12.97 !	3.80	<200
5.	3.63	33.8	<10	3.92	13.75 !	4.48	270.5
6.	4.80	43.5	<10	3.54	25.43 !	5.12	1340
7.	3.10	<20	<10	3.74	13.47 !	3.97	699.5
8.	4.07	28.2	<10	4.74	16.41 !	4.63	775.4
9.	3.26	21.3	<10	3.19	11.30 !	3.92	471.7
10.			<0.02*				
11.							
12.	4.52	23.2	<10	3.45	21.33	4.85	817.2
13.	2.08	77.9	<10	2.74	13.52 !	3.68	7400
14.	3.67	21.4	494 #	4.53	15.30	7.60	715.9
15.	2.72	24.2	<10	3.20	11.35 !	3.55	300.9
16.	3.98	21.5	<10	4.04	13.18 !	5.53	<200
17.	2.67	<20	<10	3.13	11.26 !	3.33	<200
18.	2.56	22.0	<10	2.99	11.08 !	3.38	1020

Vedlegg 15 forts.

Nr.	Mn [µg/l]	Cu [µg/l]	Zn [µg/l]	Ba [µg/l]	Sr [µg/l]	Merknad
1.	<5					
2.	152.0 #	<2	<5	12.6	46.0	
3.	387.9 #	<2	80.1	9.5	58.6	
4.	5.8	<2	6.9	10.4	30.1	
5.	<2	<2	<5	28.2	67.4	
6.	3.4	3.3	<5	17.7	106.7	
7.	<2	<2	<5	35.1	67.2	
8.	<2	2.7	<5	28.5	75.5	
9.	<2	2.2	<5	25.2	59.7	
10.	0					målt i felt
11.						målt i felt
12.	2.0	<2	<5	15.4	90.7	
13.	40.1	<2	<5	118.4	90.7	
14.	172.6 #	<2	<5	12.9	67.0	
15.	<2	<2	<5	28.6	56.6	
16.	<2	<2	<5	19.4	69.6	
17.	<2	<2	<5	26.8	51.9	
18.	<2	<2	<5	26.7	49.9	

Vedlegg 15 forts.

Nr.	pH målt i felt	pH målt i lab	ledn. evne felt [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	ledn. evne lab [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	temp [$^{\circ}\text{C}$]	E_h (mV)	Alkalitet [mmol/l]
1.		6.55 !		123			0.35
2.	6.4 #	6.14 #	140		5.0	108	0.94
3.	6.4 #	6.37 #	160		5.2	90	1.13 #
4.	6.4 #	5.91 #	165		5.6	105	0.60
5.		5.96 #		133			0.31 #
6.		7.04 !		186			0.95
7.		6.43 #		129			0.34 #
8.		6.21 #		159			0.35 #
9.		5.90 #		114			0.29 #
10.	5.6 #		77		5.1	129	
11.	5.5 #		101		5.3	148	
12.		6.77 !		169			0.84
13.		7.00 !		149			0.22 #
14.		6.47 #		159			0.76
15.		6.06 #		114			0.35 #
16.		7.36 !		136			0.39 #
17.		7.57 !		107.6			0.36 #
18.		6.07 !		107.1			0.35 #

*pH-målingene foretatt i felt er ikke korrigert for temperatur, og er derfor 0.3-0.4 pH-enheter for høye.

Vedlegg 16 Nedbør- og vannstandsmålinger, Heimsjøen

Tabell: Resultater fra nedbør- og vannstandsmålinger.

Dato	kl.	Nedbør [ml.]→[mm]	Vannst [cm]
18/6 92	8 ¹⁵	-	12.9
22/6 92	8 ¹⁵	34.5 *	15.9
25/6 92	13 ⁰⁰	16.1 *	16.1
20/8 92	19 ³⁰	242.5 *	21.1
5/9 92	12 ¹⁵	25.1 *	17.2
10/9 92	20 ¹⁵	55 → 1.75	15.3
1/10 92	9 ¹⁵	860 → 27.40	10.9
6/10 92	13 ¹⁵	325 → 10.40	10.2
17/10 92	13 ¹⁵	2200 → 70.10	22.8 ¹⁾
23/10 92	13 ¹⁵	0	20.9

¹⁾ Verdien er usikker pga. vind i området ved avlesing. Det ble benyttet en middelvei, da vannstanden varierte med 3-4cm.

* Nedbør målt ved Kjøbli værstasjon, 195 moh. På bakgrunn av sammenligning mellom Kjøbli og Berg værstasjon, se bilag 8 a-c, benyttes en faktor avhengig av årstiden for å gradere opp verdiene fra Kjøbli til Berg. Fra Berg korrigeres verdien med en høydefaktor (7% /100) opp til Heimsjøen (250 moh). Videre korrigeres nedbørsmålingene for manglende fangevne (0.88), og for avdamping (30% fordamping).