


NGU Rapport 95.050

Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i
Øverbygda, Snåsa kommune

Rapport nr. 95.050		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Titel: Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Øverbygda, Snåsa kommune				
Forfatter: Oddveig Bredesen, Bernt Olav Hilmo, Jan Fr. Tønnesen (geofysikk)		Oppdragsgiver: Øverbygda vassverk (privat)		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Snåsa		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Grong		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1823-4, Grong		
Forekomstens navn og koordinater: Skråmo, ØV 3.837 NS 71.306 (Sonebelte 33 W)		Sidetall: 54 Pris: kr 150.- Bilag: 13 stk		
Feltarbeid utført: Mai 1994-mai 1995	Rapportdato: 10.juli 1995	Prosjektnr.: 63.2509.60	Ansvarlig: 	
Sammendrag:				
<p>Det ble med tanke på grunnvannsforsyning utført 16 sonderboringer på 3 steder; Ålmo, Omli og Skråmo, alle i Øverbygda. Borplassene ble valgt på grunnlag av georadaropptak og feltbefaringer. Etter forundersøkelsene der kapasitet og vannkvalitet ble vurdert, ble det bestemt å gå videre med langtids prøvepumping på Skråmo, ved Storåselva.</p> <p>Det ble pumpet fra 2 stk 50 mm brønner i perioden oktober -94 til mai -95. Kapasiteten har variert mellom 10 og 5 l/s. Vannkvalitetet har vært tilfredsstillende med unntak av pH som tidvis har vært noe lav (6-7,6). Grunnvannet bør luftes før det pumpes på nettet. Pga senkningen av grunnvannsnivået rundt brønnene, anbefales det å sette ned en ny rørbrønn med nedsenkbar pumpe.</p>				
Emneord: Hydrogeologi	Geofysikk	Grunnvannsforsyning		
Sonderboring	Brønnboring	Løsmasse		
Grunnvannskvalitet	Prøvepumping	Fagrapport		

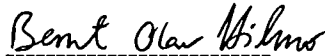
FORORD

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 mer bruk og bedre beskyttelse av grunnvann. En viktig del av prosjektet besto i registrering av potensielle grunnvannsressurser i landets kommuner. Prosjektet ble gjennomført dels ved feltbefaring (ca 30 % av kommunene) og dels ved gjennomgang av eksisterende bakgrunnsmateriale.

I tilknytning til NGU's gjennomføring av "Geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen" ble det fra fylkesmyndighetene satt fram ønske om en videreføring av GiN-prosjektet. Siktemålet for denne videreføringen var en detaljdokumentasjon av vannkvalitet og utnyttbar vannmengde for utvalgte "GiN-lokaliteter". Tanken var, gjennom framlegging av disse detaljdata, å legge grunnlag for etablering av grunnvannsverk som kunne fungere som "reklame" og pådriver for økt utnyttelse av grunnvannsressurser i de øvrige deler av fylket.

Ut fra GiN-resultatene, kvaliteten på eksisterende vannforsyning og anbefalinger fra fylkesgeologene, ble 12 kommuner i Nord-Trøndelag og på Fosen valgt ut for undersøkelser i 1992 og -93. Snåsa kommune var en av de utvalgte kommunene. I den forbindelse er det i ettertid kommet direkte forespørsel fra private vannverk i Snåsa kommune om flere og mere detaljerte grunnvannsundersøkelser.

Trondheim, 10. juli 1995



Bernt Olav Hilmo
prosjektansvarlig



Helge Hugdahl
programleder

INNHOLDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON	5
1 INNLEDNING.....	6
2 FELTARBEID, METODER OG ANALYSER.....	7
2.1 GEORADARMÅLINGER	7
2.2 SONDERBORINGER.....	7
2.3 VANNANALYSER.....	8
3 RESULTATER, FORUNDERSØKELSER	9
3.1 GEOFYSISKE UNDERSØKELSER.....	9
3.1.1 Ålmo	9
3.1.2 Skråmo	12
3.1.3 Konklusjon geofysikk	14
3.2 SONDERBORINGER	15
3.2.1 Ålmo	15
3.2.2 Omli	15
3.2.3 Skråmo	16
4 PRØVEPUMPING, SKRÅMO	17
4.1 HYDRAULISKE PARAMETRE OG KAPASITET	17
4.2 GRUNNVANNSKVALITET	19
4.3 FORURENSING OG FORSLAG TIL KLAUSULERING.	20
4.4 VIDERE ARBEID.....	21
REFERANSER	22
TEKSTBILAG:.....	23
DATABILAG:	23
KARTBILAG:	23

KONKLUSJON

Forundersøkelsen:

Georadaropptakene ved Álmo konkluderte med at det var de mest sentrale delene som var mest gunstig med tanke på grunnvannsforsyning. Det ble gjort 4 sonderboringer, der borhull 2 ved avkjørselen til grustaket ga mest vann, men kapasiteten ble redusert mot dypet. Manganverdiene var dessuten for høye i forhold til kravene i drikkevannsforskriftene.

Ved Omli, på vestsiden av Storåselva, ble det kún foretatt 2 sonderboringer. Pga for høyt finstoffinnhold ble det ikke gått videre med disse undersøkelsene.

Tolkningen av georadaropptakene som ble gjort på Skråmo, på østsiden av Storåselva, viste at det var de østligste områdene som hadde størst penetrasjonsdyp og var dermed gunstigst for grunnvannsuttak. Sonderboringene ga den samme konklusjonen. I tillegg var nitratverdiene i grunnvannet høyere i de sentrale områdene som ble undersøkt.

Prøvepumpingen:

Det ble etter resultatene fra sonderboringene og vurderinger av vannkvaliteten, bestemt å fortsette undersøkelsene lengst nordøst på Skråmo. Det ble satt ned 2 stk 50 mm brønner med filter på 8,5-13 m dyp. Prøvepumpingen ble startet i slutten av oktober 1994 og pågikk med ulike pumpestopp til i slutten av mai 1995. Kapasiteten har variert fra 10 l/s ved oppstart til 5-7 l/s i mars/april 1995. Vannkvaliteten er tilfredsstillende med unntak av pH som varierer mellom 6 og 7,6. I følge drikkevannsforskriftene bør vannet ligge mellom 6,5 og 8,5.

Grunnvannet bør luftes før det benyttes. Ved en slik lufteprossess kan pH øke. Hvis dette ikke gir en tilstrekkelig og stabil nok pH heving kan det tilsettes f.eks lut (NaOH) til vannet. Stor mektighet med tørr sand og grusmasser opp til den oppdyrkede terrasseflaten gir god beskyttelse mot forurensing. For å beskytte grunnvannskilden er det påkrevet med restriksjoner på bruken av arealer i nærheten av grunnvannsbrønnene. Disse restriksjonene er gitt ved en soneinndeling som er vist i kartbilag -06. I forhold til NGUs forslag vil det ikke bli påkrevd med begrensninger ved bruken av dyrkamark.

Stor senkning rundt brønnene gir ulik og tidvis for stor løftehøyde for ei sugepumpe. Det anbefales derfor at det settes ned en ny rørbrønn med nedsenkbar pumpe.

1 INNLEDNING

Gjennom prosjektet "Grunnvann i Norge" ble det i 1990 gjort en vurdering av grunnvannsmulighetene i Øverbygda i Snåsa kommune (Hilmo & Storrø, 1991). Som en oppfølging av dette ble det i 1992 utført en mere detaljert forundersøkelse, spesielt av en stor breelavsetning ved Ålmo (Hilmo & Bredesen, 1993). Undersøkelsene ga ingen klar indikasjon på om det var mulig å dekke det oppgitte behovet med tilfredsstillende grunn-/kildevann. Spesielt ble det registrert høyt innhold av nitrat i flere prøver.

Det ble etter en forespørsel fra Øverbygda vassverk bestemt å gå videre med undersøkelsene i området. Det videre arbeidet er gjort med tanke på å dekke Øverbygda vassverks behov (7 l/s), og hvis mulig Sørbygda vassverks behov (3 l/s).

På bakgrunn av de tidligere undersøkelsene, og avsetningens beliggenhet i forhold til ledningsanlegg, ble det bestemt å gå videre med undersøkelser i den sørlige delen av avsetningen, dvs i området rundt massetaket og Ålmo. Videre prioriteringer var nordøst på avsetningen, i området Omli/Skråmo (se kartbilag -01).

Det ble gjort geofysiske undersøkelser med etterfølgende sonderboringer i disse områdene. For å fremskaffe en endelig dokumentasjon av kvantitet og kvalitet på grunnvannsressursen, ble langtidsprøvepumping gjennomført i perioden 25.10.94-20.12.94 og 2.3.95 til slutten av mai 1995. Rapporten beskriver resultatene fra forundersøkelsene og fra prøvepumpingen.

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

Oddveig Bredesen (feltarbeid, rapportering)

Bjørn Iversen (løsmasseboring)

Jan Fr. Tønnesen (geofysikk).

Styremedlem Per-Odd Eggen og formann Arne Kjell Wahlstrøm i Øverbygda vassverk har vært kontaktpersoner. Vassverket har bidratt med utstyr og framlegging av strøm til prøvepumping, overvåking av prøvepumping og vannprøvetaking.

Kostnadene er dekket av Øverbygda vassverk. De påløpte kostnader er i samsvar med kostnadsoverslaget.

2 FELTARBEID, METODER OG ANALYSER

2.1 Georadarmålinger

En generell beskrivelse av georadarmålinger og teoretiske prinsipper er gitt i tekstbilag 1.

Georadaren som ble benyttet var av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada) med 400 V sender og 50 MHz antenner. Opptakstiden var 800 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 1,6 ns. Målingene ble utført med 32 registreringer ("stacks") ved hvert målepunkt (posisjon). Antenneavstand og flyttavstand var 1 m ved profilmålingene. Profillengden angir antall antenneflyttinger multiplisert med flyttavstand. Dersom en ved måling har vært unøyaktig med antenneplasseringen, stemmer nødvendigvis ikke de angitte profillengder med de virkelige. I slike tilfeller kan informasjon om kryssende profiler, veier og terrengdetaljer benyttes for mer eksakt plassering av profilene.

Det er ikke utført noen CMP-målinger for beregning av radarbølgehastighet i grunnen. Ved utplotting av utvalgte georadarprofiler fra Álmo og Skråmo i kartbilagene -04 og -05, ble det benyttet en hastighet på 0,080 m/ns for beregning av dybdeskala (m under terrengoverflaten). Variasjoner i terrengoverflaten er ikke lagt inn, og høydeskala er derfor utelatt. Avstanden mellom horisontale tidslinjer langs profilene utgjør 100 ns i toveis gangtid, eller 4 m dyp med den anvendte dybdeskala. Den valgte hastigheten kan erfaringsmessig representere vannmettet sand/grus. Den er nok for lav for sand/grus over grunnvannsspeil, og lagtykkelsen over kan derfor være noe større enn antydnet. Myrtykkelser vil bli noe overdrevet med den anvendte dybdeskala, da myrtorv som regel har lavere hastighet.

2.2 Sonderboringer

For å finne best mulig plassering mht. kvalitet og kapasitet ble det på bakgrunn av de geofysiske undersøkelsene fulgt opp med sonderboringer med prøvetaking og kapasitetstesting på Álmo og Skråmo.

På de aktuelle områdene ble det sonderboret hvis egnede masser ble indikert, ble det satt ned testbrønner av 32 mm rør med én meter filterlengde. I hvert nivå hvor det ble testpumpet ble det så tatt prøver av oppumpede masser, målt brønnens vanngiverevne og tatt prøver av grunnvannet.

Det er utført kornfordelingsanalyser av masseprøvene og fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøvene. Massenes kornfordeling kan brukes til å bestemme filteråpningen på en eventuell produksjonsbrønn.

Videre ble det valgt ut en lokalitet for langtids prøvepumping. Til prøvepumpingen på Skråmo ble det satt ned 2 stk 50 mm brønner med 3 m langt filter på hhv. 8,5-11,5 og 10-13 m dyp. Det ble benyttet elektriske sugepumper. Under prøvepumpingen ble det tatt vannprøver for kjemisk analyse som ble analysert ved kjemisk laboratorium, NGU.

Under pumpeperiodene ble kapasiteten registrert og grunnvannsstanden målt i nærliggende observasjonsbrønner. Disse dataene gir grunnlag for en vurdering av grunnvannskvalitet, eventuelle rens tiltak og mengder grunnvann som kan tas ut.

Mer detaljert beskrivelse av boringer og prøvetaking se tekstbilag 2.

2.3 Vannanalyser

Prøver for fysisk-kjemiske analyser ble samlet inn av lokal oppsynsmann og oversendt for analyser ved NGU's laboratorier, Trondheim. Det ble ikke foretatt noen form for konservering eller filtrering av prøvene. Følgende analyser ble utført;

-Ledningsevne	-Turbiditet
-pH	-30 kationer
-Alkalitet	- 7 anioner
-Fargetall	

For nærmere beskrivelse av laboratorieundersøkelser se tekstbilag 2.

I tillegg til de kjemiske analysene omtalt foran er det utført enkelte analyser i felt. Dette er i første rekke nitrat (NO₃) som har vist seg å være den kvalitetsmessig begrensende faktor. Også temperatur (°C), surhetsgrad (pH) og oksygeninnhold (mg O₂/l) har blitt målt i felten.

3 RESULTATER, FORUNDERSØKELSER

3.1 Geofysiske undersøkelser

For å vurdere mulighetene for grunnvannsforsyning fra løsmasser i Øverbygda i Snåsa, er det utført georadarundersøkelser ved Ålmo og Skråmo (kartbilag -01). Målingene ble utført 24.-25. mai 1994. I begge områdene er det målt ett langprofil og tre korte tverrprofiler. De åtte profilene har en samlet lengde på nær 2,5 km, og de enkelte profillengdene er vist i tabell 1. Profilplasseringen er vist i kartbilag -02 for Ålmo og -03 for Skråmo. Utskrift av georadaropptak fra utvalgte profildeler er vist i kartbilag -04 for Ålmo og -05 for Skråmo. Resultater fra de øvrige profildeler er bare beskrevet i teksten.

For vurdering av grunnvannsmuligheter ut fra georadarmålinger, vil penetrasjonsdyp under grunnvannsspeil være den viktigste positive indikator, men strukturer i løsmassene gir i tillegg en del informasjon om avsetningstype og løsmassesammensetning.

Tabell 1. Oversikt over målte georadarprofiler i Øverbygda, Snåsa.

Lokalitet	Profil	Lengde (m)	Kartbilag
Ålmo	P1	862	-04
Ålmo	P2	250	-04
Ålmo	P3	123	-04
Ålmo	P4	46	-
Skråmo	P5	835	-05
Skråmo	P6	77	-
Skråmo	P7	109	-
Skråmo	P8	151	-

3.1.1 Ålmo

3.1.1.1 Profilbeskrivelser (P1-P4)

Langprofilet P1 er målt langs fylkesvegen fra vegkryss i sør ved Ålmo-gårdene og nordover langs vestskråningen av breelvdeltaet. Mellom pos. 612 og 790 går profilet i en bue øst for vegen, men følger vegen igjen siste del med endepunkt ca. 150 m før brua over Storåselva. Deltaoverflaten i øst ligger ca. 160 m o.h., mens terrenghøyden langs profilet varierer fra 125 til vel 130 m o.h.

Penetrasjonsdyp er 4-8 m de første 170 m og 12-16 m langs resten av profilet. Dårlig penetrasjon med lite strukturer i den sørlige delen skyldes finstoffrikt materiale (silt/leire).

Kildeutslag i deltaskråning i sør (ved pos. 180) og myr på terrasseflatene i nordlige del indikerer at det er vannmettet materiale nær overflaten. Disse forhold kan skyldes et hengende grunnvannsspeil nær overflaten, og dermed kan "normalt" grunnvannsspeil ligge dypere i avsetningene. Fra posisjon 160 til 180 skråner det ned en kraftig reflektor fra 3-4 meters dyp til ca. 7 m, og den fortsetter i et dyp på 7-8 m fram til pos. 250. Det er usikkert om reflektoren indikerer grunnvannsnivå eller om den skyldes overgang til annen materialtype. Videre fram til pos. 275 skråner reflektoren ned til 12-13 meters dyp og kan følges fram til pos. 300. De påfølgende 200 m kan det antydes en svak reflektor på ca. 10 meters dyp. Den synes å krysse en del andre strukturer i området og kan muligens indikere grunnvannsspeil. Rundt pos. 425 og 480 opptrer det noen kraftigere reflektorer under dette nivå.

Refleksjonsstrukturer i løsmassene indikerer fra nær horisontale til slakt skrånende lag med fall mot nord fra pos. 160 til 250. Derfra er strukturene mer variable, men er dominert av slakt skrånende reflektorer med fall mot sør langs profilet. Den tilsynelatende betydelige variasjon i reflektivitet i løsmassene langs profilet kan skyldes både overflateforhold og virkelige endringer i løsmasse- eller porevanns-sammensetning. I området pos. 500-610 er det meget sterke reflektorer i øvre del (ned til ca. 8 m) med meget svak reflektivitet under. Den svake reflektiviteten skyldes trolig overgang til mer finkornige løsmasser, men kan også forklares med at mesteparten av signalet blir reflektert i øvre del. En svak struktur som stikker opp til ca. 8 meters dyp rundt pos. 585, kan være fjell. Området nordafor langs profilet ser ut til å utgjøre et oppfylt basseng med en markert bunnreflektor. Denne skråner ned fra ca. 5 m ved pos. 610 til 12-13 meters dyp ved pos. 680, og stiger opp igjen fra pos. 770 og når opp til ca. 2 m ved enden av profilet. Reflektoren er dårlig bestemt i det mellomliggende området sentralt i bassenget, noe som delvis skyldes at det nederst i avsetningene der er et 4-5 m tykt lag med kraftig reflektivitet med overgrense fra ca. 12 meters dyp ved pos. 725 stigende til 8 meters dyp ved pos. 770. Forøvrig er det meget svake refleksjoner fra løsmassene i bassenget, noe som indikerer relativt finkornig og homogent materiale.

Tverrprofil P2 har et penetrasjonsdyp på 12-16 m ved start i østligste del, mens det videre er mellom 16 og 20 m med en svak økende tendens fra øst mot vest. Det er et kraftig og til dels kaotisk refleksjonsmønster som synes å være dominert av fra nær flattliggende til skrånende reflektorer med fall mot vest. I området pos. 170-230 er det reflektorer med fall mot øst. Det er vanskelig å angi noen sikker reflektor som indikerer grunnvannsspeil. En noe usammenhengende reflektor som synes å krysse en del andre løsmassestrukturer, sees fra ca. 12 meters dyp ved pos. 20 og skråner slakt ned til ca. 18 m i vest.

Tverrprofil P3 viser penetrasjonsdyp på 12-16 m langs den østlige halvdel av profilet, mens penetrasjonen videre vestover bare er 4-5 m. Det regnes at den dårlige penetrasjonen skyldes overflatenært finkornig materiale nedover skråningen mot vest. I den østlige del indikeres klare skråreflektorer med fall mot øst langs profilet. En kryssende reflektor kan indikere grunnvannsspeil med et dyp på ca. 8 m i pos. 15-20 og 9-10 m ved pos. 40.

Tverrprofil P4 viser penetrasjonsdyp på 10-12 m i østligste del, men fra bunn av veiskråning ca. 5 m under veibanen og nedover slak skråning mot vest, avtar penetrasjonen til ca 5 m ved vestenden. Penetrasjonen begrenses av en relativt kraftig bunnreflektor som trolig markerer overgang til finkornig materiale. Over er det relativt kraftig reflektivitet. I østligste del er det skrålag med fall mot vest, mens usammenhengende strukturer videre mot vest synes å være mer flattliggende.

Tverrprofil P2 og P3 indikerer at reflektiviteten i løsmassene er svakere og penetrasjonen til dels mindre på og like ved fylkesvegen. Den mest sannsynlige årsaken er innvirkning fra vegsalt, men også veglegemets sammensetning kan ha betydning. Variasjon i reflektivitet som er påvist langs sentrale deler av P1 kan derfor også skyldes at overflateforholdene varierer langs fylkesvegen.

3.1.1.2 Sammenfattende vurdering

Ut fra liten penetrasjon og/eller svak reflektivitet i løsmassene regnes området langs sørligste del av P1 å være uegnet og nordlige del som lite egnet for grunnvannsformål. Langs P1 vil da det sentrale området mellom kryss P4 (pos. 180) og ca. avkjørsel til grustak (pos. 510) stå igjen som aktuelt for oppfølgende grunnvannsundersøkelser. Gunstig område omfatter også hele P2 og østlige halvdel av P3, og likeså områdene mellom alle disse profildelene.

Lokalisering av grunnvannsspeil er noe usikker. Vannmetning nær terrengoverflaten både i sør og nord kan tyde på et hengende grunnvannsspeil. Svake indikasjoner i sentrale del av P1 og østlige del av P3 antyder at "naturlig" grunnvannsspeil der kan ligge 8-10 m dypt. Dersom det ønskes å pumpe opp grunnvann under dette nivå, er mulighetene fremdeles tilstede, da det er oppnådd 4-8 m georadarpenetrasjon i mulig egnet materiale dypere enn dette.

Refleksjonsstrukturene indikerer at breelavsetningene har en relativt komplisert oppbygging og må regnes å være avsatt i flere episoder med forskjellig avsetningsretning. Noe uventet opptrer f.eks. skrålagning med fall mot øst langs P3.

3.1.2 Skråmo

3.1.2.1 Profilbeskrivelser (P5-P8)

Profilene er plassert på elve-eroderte terrasser langs sørsiden av Storåselva, hvor terreng høyden varierer fra 140 til vel 150 moh. Hovedterrassen sønnafor, som har en terreng høyde på omlag 170 moh, representerer trolig den opprinnelige overflate på breelvdeltaet.

Langprofilet P5 er målt langs elva i en avstand som varierer fra 5 til 50 m. Profilet starter i ØNØ på sti/traktorveg i skog, krysser over dyrket mark i området pos. 37-270, men fra pos. 137 til 175 er det et lite skogholt. Videre mot VSV passerer profilet hogstfelt fram til pos. 480. Derfra er det variabel skogdekket mark fram til enden (pos. 835) med myrdekket overflate fra ca. pos. 500 til 680.

Dyp til grunnvannsspeil vil variere i forhold til terreng høyde over elvenivå, dvs. fra nær 0 til 5-6 m. Grunnvannsspeil kan antydes langs store deler av profilet, men er stedvis vanskelig å skille ut nøyaktig fra andre reflektorer med nær horisontalt forløp. Reflekterte georadarsignaler indikerer et penetrasjonsdyp på 16-20 m, og det er derfor god penetrasjon under grunnvannsnivå i området. Det kan skilles mellom to hovedområder langs profilet. I østlige del (pos. 0-350) er det relativt kraftig refleksivitet helt ned, mens det langs resten av profilet er gjennomgående svakere reflektorer i løsmassene under et visst nivå, dvs. dypere enn 10 m fram til pos. 600 og 5-6 m langs resten av profilet. Dette indikerer at det er mer finkornig materiale mot dypet i vestlige del av området.

I østligste del er det slake og relativt kraftige reflektorer med fall mot vest langs profilet. Fra pos. 120 skråner det opp reflektorer med motsatt fallretning. Skrålagningen ser ut til å gå over i en mer markert oppstikkende struktur fra pos. 185 til 235. Denne har toppunkt ved pos. 205 hvor reflektorene bøyer over fra fall mot øst til markert fall mot vest. Denne løsmassestrukturen kan være en esker, dvs. løsmasser som er avsatt av en breelv under isen. Videre vestover fram til pos. 350 er refleksjonsmønsteret mer uregelmessig, men fortsatt ganske markert. Resten av profilet er dominert av nær horisontale reflektorer i løsmassene. Skrålagning med fall mot øst langs profilet når 4-7 m ned under grunnvannsnivå i området pos. 625-690.

Fjelloverflaten er meget vanskelig å identifisere langs østlige del av profilet, men kan muligens indikeres av uklar refleksor som varierer mellom 17 og vel 20 meters dyp i området pos. 120-250. Vestover mellom pos. 420 og 490 er det en relativt markert refleksor som stiger opp fra ca. 18 meters dyp til et toppunkt på 13-14 meters dyp ved pos. 470. Fra pos 590 kommer det igjen en refleksor på 15 meters dyp. Den når opp i 12 meters dyp ved pos. 630 og varierer mellom 8 og 12 m fram til pos. 735, med toppunkt ved pos. 665 og 705. Videre fram til pos. 810 er dybden 11-14 m. Reflektoren antas å representere fjell, men kan ikke utelukkes å være overflaten av annen avsetningstype, mest sannsynlig morene. Det opptrer noen reflektorer under den antatte fjellreflektoren. Spesielt sees en skrårefleksor med fall mot øst fra pos. 800, og en nær horisontal refleksor fra pos. 745 og østover til 720. Disse kan representere sprekkesoner i fjell, eller eventuelt skjær/brudd-plan i morene.

Tverrprofil P6 har en bunnreflektor på 13-14 meters dyp ved sørøstenden, men kan ikke følges videre fra pos. 15. I området pos. 40-60 er det en reflektor på 8-9 meters dyp og den kan nå opp mot 7 m mot enden av profilet. Disse bunnreflektorene kan indikere fjell eller overgang til annen løsmasstype som i P5. Profilet går på myroverflate fram til pos. 40. Det ser ut til at det sentralt under myra stikker opp en svak struktur som har skrålagning med fall mot sør i sørlige del og mot nord i nordlige (fram til pos. 40).

Tverrprofil P7 har en markert reflektor på 7-8 meters dyp de sørligste 50 m. Det er usikkert om denne indikerer grunnvannsspeil, som må regnes å grunne opp til ca. 4 meters dyp ved nordenden. Det ser ut til å stikke opp en struktur under den kraftige reflektoren i sør med mulig toppunkt ved pos. 10. Det er usikkert om denne kan indikere fjelloverflate, overflate av annen avsetningstype, eller om den skyldes sideeffekter fra den trange ravinedalen. Videre nordover er løsmassene dominert av relativt svake skråreflektorer med fall mot sør.

Tverrprofil P8 har et penetrasjonsdyp på rundt 20 m, men med et nokså rotete refleksjonsmønster. Sørlige del domineres av relativt kraftige og nær horisontale reflektorer. Det kan antydes en oppstikkende struktur med toppunkt rundt pos. 80. På sørsiden antydes skrålagning med fall mot sør, mens reflektorene på nordsiden har motsatt fallretning. Strukturen antas å være den samme som krysses av P5 med toppunkt ved pos. 205. En reflektor som skråner ned fra ca 17 meters dyp ved sørenden til rundt 19 m fra pos. 20 til 45 indikerer muligens fjelloverflaten.

3.1.2.2 Sammenfattende vurdering

Dyp til grunnvannsspeil langs langprofil P5 varierer fra nær 0 til 5-6 m avhengig av terreng høyden over elvenivå. Med et penetrasjonsdyp på 16-20 m er det oppnådd god penetrasjon under grunnvannsspeil. Det kan imidlertid skilles mellom to hovedområder langs profilet. I østlige del (pos. 0-350) er det relativt kraftig refleksivitet ned mot 20 meters dyp, dvs. 12-14 m under grunnvannsspeil. Vestafør er det gjennomgående svakere reflektorer under et visst nivå, dvs. dypere enn 10 m under terrengoverflaten fram til pos. 600 og dypere enn 5-6 m langs resten av profilet. Dette indikerer at det er mer finkornig materiale mot dypet i vestlige deler. Det østlige området står fram som et meget gunstig område for oppfølgende grunnvannsundersøkelser, mens området vestafør er mindre gunstig og derfor er mer usikkert.

Refleksjonsstrukturene indikerer at breelvavsetningene har en relativ kompleks oppbygging og må regnes å være avsatt i flere faser. Ulike deler kan derfor ha forskjellig sammensetning og grunnvannsmuligheter. Lengst øst er det f.eks. "normal" delta-skrålagning med fall mot vest. En oppstikkende struktur med toppunkt rundt pos. 205 i P5 kan tolkes å være en esker, dvs. løsmasser som er avsatt av en breelv under isbreen.

Fjelloverflaten kan muligens antydes i 17-21 meters dyp i øst. Fra pos. 400 i P5 kan den komme noe grunnere og varierer mellom 8 og 14 m fra pos. 600 og ut profilet. Det er imidlertid ikke utelukket at antydet fjellreflektor kan være overflaten av annen avsetningstype, og da mest sannsynlig morene.

3.1.3 Konklusjon geofysikk

Ut fra georadarmålinger ved Álmo og Skråmo framstår nordøstre del av området ved Skråmo som det mest lovende for oppfølgende grunnvannsundersøkelser. Der er det mulig egnede løsmasser ned til 12-14 meters dyp under grunnvannsspeil. I sørvestre del ved Skråmo ser det ut til å være mer finkornig materiale mot dypet, men det kan også her være noen meter under grunnvannsnivå med egnede løsmasser. Ved Álmo er det relativt gunstige forhold sentralt i området, mens forholdene er vurdert å være dårlig egnet i nordlige del og uegnet i sørlige del.

I Skråmo-området antas det å være god kommunikasjon mellom grunnvannsmagasin og vassdrag. Egnet område ved Álmo ligger lenger fra vassdrag og må regnes å ha dårlig kommunikasjon med elva fra nordlig retning. Om området har bedre kontakt med elva lenger østfra er uvisst.

Målingene indikerer at breelavsetningene ved Álmo og Skråmo har en relativ kompleks oppbygging og må regnes å være avsatt i flere faser. Ulike deler, også innenfor anbefalte områder, kan derfor ha forskjellig sammensetning og grunnvannsmuligheter.

3.2 Sonderboringer

Ut fra tolkningene av georadarprofilene og tidligere boringer ved Ålmo, ble det i mai 1994 gjort 4 sonderboringer både ved Ålmo (kartbilag -02) og ved Skråmo (kartbilag -03). Det ble dessuten gjort 2 sonderinger ved Omli (kartbilag -03).

3.2.1 Ålmo

Det ble her foretatt 4 sonderboringer som viste henholdsvis *13 m, mer enn 15 m, 2 m, og 13 m* løsmassetykkelse (databilag 1.1-1.4). Den mest gunstige boringen var som antydnet i georadartolkningen, borhull (bh) 2 ved avkjørselen til grustaket. Her ble det registrert sand/finsand ned til 14 m dyp. Pumpingen av testbrønnen ga 0,3-2 l/s i ulike nivå mellom 3 og 10 m. Kapasiteten reduseres mot dypet pga. høyere finstoffinnhold. Kornfordelingskurve for bh 2 er vist i databilag 5.

Nitrat-innholdet (15,4 mg NO₃) på 4-5 m's dyp er høyt, men tilfredsstillende likevel kravene i de nye drikkevannsforskriftene. Innholdet av mangan er for høyt (0,13 mot 0,05 mg Mn/l), mens pH er 6,62 som er noe lavt (databilag 2).

I borhull 4 på motsatt side av vegen for bh 2, ble fjell registrert på 13 m dyp. Testpumpingen ga lite vann, det var høyt partikkelinnhold og vond lukt av vannet (reduserende forhold). I bh 1 ble fjell registrert på 12,7 m dyp med finsand/sand i de overliggende massene. Testpumpingen i nivå 3,5-4,5 m ga meget lite vann. Det ble også boret et hull helt nord i georadarprofilet. Reflektoren som kunne følges de siste 250 m var som antydnet fjelloverflaten. Fjellet ble her registrert på 2 m dyp.

Det ble ikke sonderboringer langs profilene P2 og P3 da grunnvannsnivået trolig lå for dypt for testpumping med sugepumpe.

3.2.2 Omli

Det ble foretatt to sonderboringer ned mot Storåselva i Omli. Det ble boret ned til 23 og 17 m (databilag 1.5-1.6). Massene besto av sand og finsand ned til ca 10 m's dyp, derifra ble massene mere siltholdige. Pga. det høye finstoffinnholdet ga testpumpingen ingen positive resultater mht. vannuttak.

3.2.3 Skråmo

I den første feltperioden ble det foretatt 4 sonderboringer, bh 1-4 (databilag 1.7-1.10).

Den første boringen (bh 1) ble gjort ved elva og ga vannmengder på 2,8-2,9 l/s på 9 og 11 m's dyp. Boringene indikerte grusig sand ned til minimum 17 m's dyp. Nitrat-innholdet lå for høyt, men avtok noe nedover i profilet (34-23 mg NO₃/l). Vannet hadde ellers en god kvalitet, med unntak av for lav pH (databilag 2). Ved de to sonderboringene på hogstflaten (bh 2 og 3) og sonderboringen lengre mot sørvest (bh 4), var massene mer finstoffholdige, og det var derfor vanskelig å få klare vannprøver ved testpumping. En vannprøve fra borhull 2 har god kjemisk vannkvalitet (databilag 2). Det ble tatt ut to masseprøver fra bh 1 og én fra bh 2. Kornfordelingskurvene finnes i databilag 5.

Etter vurdering av resultatene ble det i samråd med oppdragsgiver bestemt å gå videre med undersøkelsene på Skråmo. Både kvalitet og kapasitet ved Ålmo var usikker. Nitrat-innholdet var høyt på begge stedene. På Ålmo ble det i tillegg registrert for høye mangan-konsentrasjoner. Dette er hovedsakelig driftsmessig, men kan også være helsemessig uheldig (oppblomstring av bakterier i rustsvuller i ledningsnett). Mangan-innholdet er vanskelig (kostbart) å fjerne/reducere. På Skråmo var det også registrert for høye nitrat-konsentrasjoner, men det kunne se ut som konsentrasjonen varierte noe etter beliggenhet av prøvestedet i forhold til dyrket mark.

I slutten av oktober ble det gjort 6 nye sonderboringer ved Skråmo, bh 5-10 (databilag 1.11-1.16).

Borhullene lengst sørvest (5-8) besto hovedsakelig av finsand fra 2-3 m ned til fjell som ble registrert fra 5 til 10 m dybde. Borhull 1 som ved undersøkelsene i mai ga mye vann, ble testet ytterligere. Nitratinnholdet lå fortsatt for høyt. Det ble også gjort en sonderboring i nærheten av bh 1, dvs bh 9. Der ble fjell registrert på 17 m dyp. Massene besto av sand, delvis grusig. Grunnvannsnivået ble registrert 5-6 m under terrengnivået, og pga for stor løftehøyde for sugepumping ble det ikke foretatt kapasitets- og kvalitetstesting her.

Den siste sonderboringen ble gjort ca 150 m nord for jordet nedenfor Skråmo gård (bh 10). Det ble her registret grusig sand og sand ned til fjell som ble truffet på vel 13 m dybde. Massene ga mye vann, 2 l/s på 4,5-5,5 m dyp og rundt 1 l/s på to nivå lengre nede. Nitrat-innholdet var her på 13,6 mg NO₃/l, og det er av de laveste verdiene som har blitt målt med så stort vannuttak. Vannet er også her surt (6,27), og innholdet av jern var noe for høyt i forhold til kravene i drikkevannsforskriften (0,3 mot 0,2 mg Fe/l)

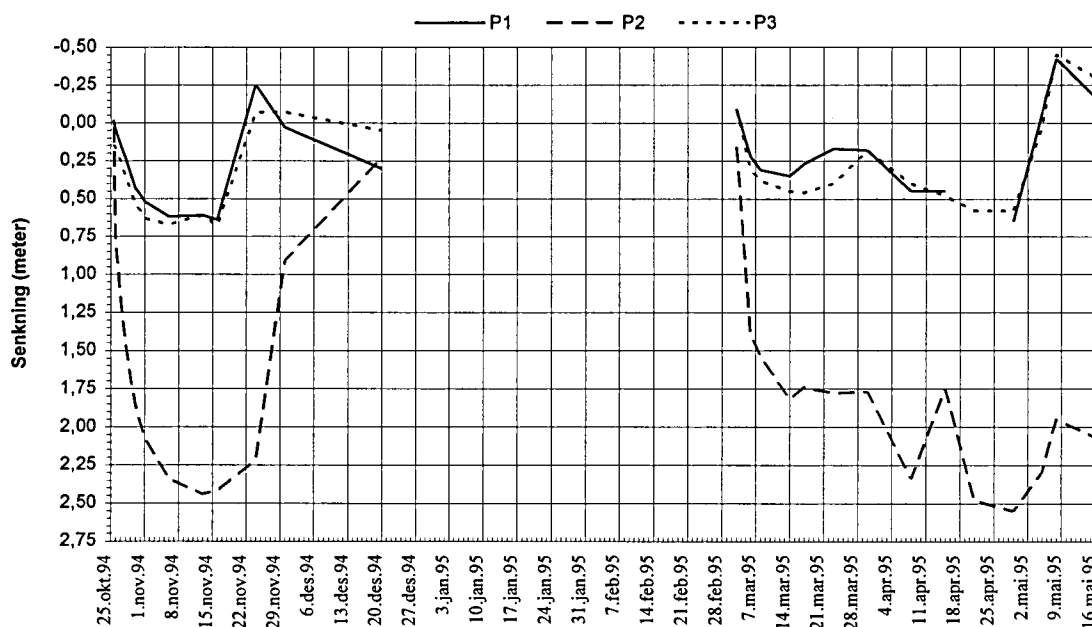
4 PRØVEPUMPING, SKRÅMO

4.1 Hydrauliske parametre og kapasitet

På grunnlag av resultatene fra de innledende undersøkelsene ble det satt ned 2 stk 50 mm brønner for langtidsprøvepumping ved P2 (bh 10) på Skråmo, se kartbilag -03. Det ble benyttet rustfritt materialer og såkalte Con-slot filter (kontinuerlige slisser). Begge brønnene har 3 m filter, brønn A har filter fra 8,5-11,5 m dyp og filteråpning 1,5 mm, brønn B har filter fra 10-13 m dyp og filteråpning på 1,0 mm. Brønnene er dimensjonert for permanent grunnvannsuttak.

Prøvepumpingen ble gjennomført med et vannuttak som varierte fra 10 l/s i starten til 5-7 l/s i mars/april. Under prøvepumpingen ble grunnvannsnivået registrert i de 3 observasjonsbrønnene: P1, P2, og P3 (kartbilag -03). P1 og P3 er plassert med spissen på 7,5 m dyp, mens P2 ved elva er satt ned til 11,5 m. I databilag 3 er grunnvannsnivået i observasjonsbrønnene under prøvepumpingen satt opp. Disse registreringene er vist i diagramform i figur 1. Ved uttak av grunnvann fra en vertikal brønn dannes en senkningstrakt inn mot uttakspunktet. En skulle da forvente størst senkning i observasjonsbrønn P1 som er nærmest brønnene. Her ses ingen reaksjon før etter 1 døgn. Da fås en jevn senkning med maksimum på 64 cm etter 23 døgns pumping. P3 har tilnærmedesvis samme senkningsforløp med en maksimum senkning på 68 cm ved samme tidspunkt. Ved pumpestart i mars registreres maks. senkning etter 57 døgn med 65 cm i P1 og 58 cm i P3 (da i forhold til grunnvannsstand før pumping den 2.3.95).

Den største senkningen fås i P2 som står ved elva, 17 m fra vannuttaket. Etter ett døgn pumping er senkningen på 78 cm og maks. er 2,44 m etter 19 døgns pumping. I den andre pumpeperioden fås størst senkning etter 57 døgn med 2,55 m senkning.



Figur 1. Endring av grunnvannsnivå i observasjonsbrønnene P1, P2 og P3. 0-nivået refereres til grunnvannsnivå rett før de to pumpestartene.

Årsaken til at en ikke registrerer størst senkning ved uttaket kan være at P1 og P3 er plassert for høyt i profilet, trolig over et tettere lag. Grunnvannsnivået som registreres i P1 og P3 kan være kunstig høyt da det kan opptre et såkalt "hengende" grunnvannspeil. Det er usikkert hvordan senkningen rundt brønnen i den nedre akviferen er. For stor senkning kan føre til at det blir for stor løftehøyde til at det er fysisk mulig å pumpe vann med sugepumpe. Vannmengden kan gå ned og i verste fall reduseres helt. (Dette kan ha vært årsaken til en pumpestopp.) Det anbefales derfor å sette ned en ny rørbrønn der det plasseres ei senkpumpe i brønnen.

Det tettere laget som er observert på ca 5,5-6,5 m dyp, er gunstig ut fra et forurensingsmessig synspunkt. Brønnene vil trekke på dypereliggende vann med lengre oppholdstid i løsmassene, og nedbøren (samt eventuelle forurensinger) vil bli forsinket og renses på veg ned i magasinet. Det tettere laget er trolig også en av årsakene til at en ikke får så stor mating fra elva som forventet. Med et beregnet nedslagsfelt på 275 da, en årlig nedbørmengde på 1250 mm og en antatt infiltrasjon på 400 mm vil bidraget fra nedbøren tilsvare et årsgjennomsnitt på 3,5 l/s. Elveinfiltrasjonen antas å være en like stor bidragsyter til magasinet som den direkte nedbøren.

Pumpekapasiteten har variert under pumpeperioden. I starten ble det pumpet ut ca 10 l/s, mens kapasiteten har blitt redusert til 8 l/s i november og 5-7 l/s i mars/april.

Massens hydrauliske ledningsevne (permeabiliteten) K kan beregnes vha. Coopers-Jacobs ekstrapolasjonsmetode der Transmissivitet T (total vannlederevne i vannmettet sone), kan finnes ut fra følgende formel:

$$T = 0,183 \cdot \frac{Q}{\Delta s} = 0,183 \cdot \frac{0,01 m^3 / s}{1,74 m} = 1 \cdot 10^{-3} m^2 / s$$
 der Δs finnes ut fra senkningskurva for P2, og Q er pumpet vannmengde.

$T = K \cdot m$, der m er den vannmettede delen av magasinet, her 11 m
 $\Rightarrow K = 9,55 \cdot 10^{-5} m/s$

Vannets strømningshastighet kan beregnes etter følgende formel:

$$v_n = \frac{v}{n_e} = K \cdot \frac{i}{n_e}$$

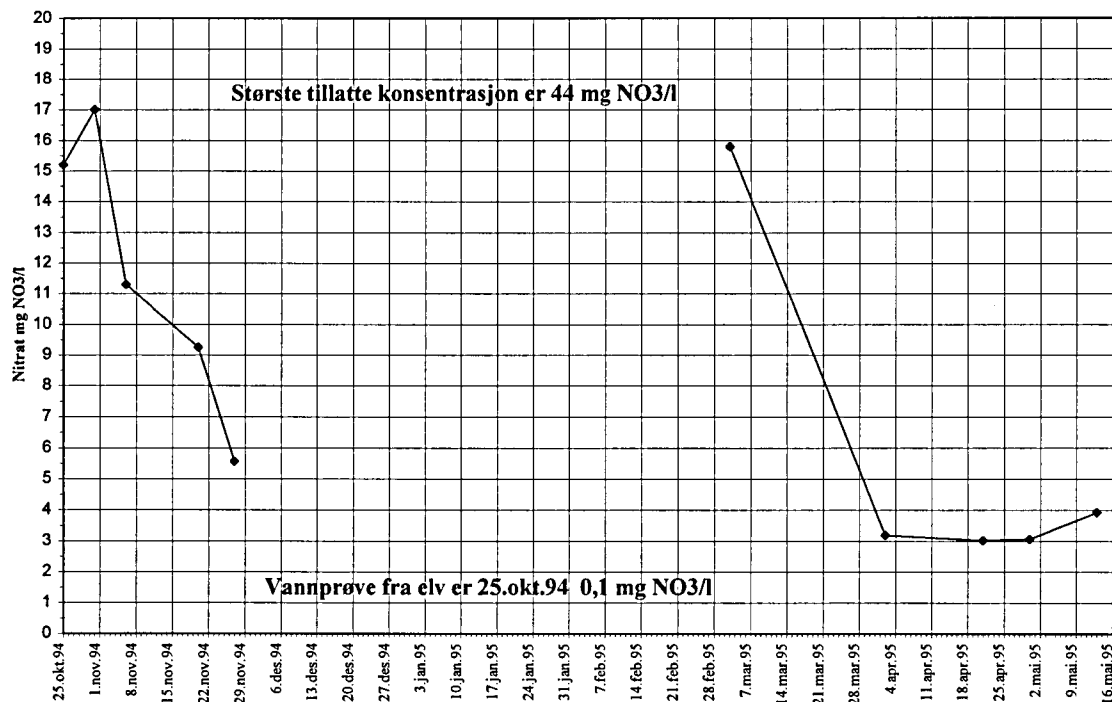
hvor v_n er netto hastighet, n_e er effektiv porøsitet, her anslått til 9%, i er hydraulisk gradient, $i = H/L = 0,01$ (anslått). $\Rightarrow v_n \approx 1 m/døgn$

4.2 Grunnvannskvalitet

Grunnvannets kjemiske sammensetning under prøvepumping av brønn A og B er vist i databilag 4.1-4.3. Vannets pH er tidvis for lav, men viser ellers tilfredsstillende kvalitet for bruk til drikkevannsforsyning. pH varierer mellom 5,99 og 7,63 med et gjennomsnitt på 6,45. I drikkevannsforskriftene er det stilt krav til at surhetsgraden skal ligge mellom 6,5 og 8,5. I tillegg sier forskriftene at vannet ikke skal være aggressivt. Alkaliteten er her noe lav, den ligger rundt 0,6 mmol/l, mens det i forskriften er veiledende verdier på 0,6-1,0 mmol. Også innholdet av kalsium ligger i nedre del av anbefalt intervall som er 15-25 mg Ca/l, her analysert til 11-17 mg/l. En måling av oksygen-innholdet i grunnvannet er utført. Målingen viste 1,8 mg O₂/l. Dette er lavt, og det anbefales at grunnvannet luftes før det distribueres til forbrukerne. Når vannet luftes blir også innholdet av fritt karbondioksid CO₂, (som virker aggressivt) redusert, og vi får en pH-heving. Hvis ikke lufteprosessen gir tilfredsstillende pH-heving, kan det tilsettes lut (NaOH) til vannet. Dette gir pH-heving, men i liten grad økning i alkaliteten. pH-verdien ute på nettet kan derfor synke.

Vannprøvene fra P2 og elva viste høye verdier av jern, hhv 0,3 og 0,1 mg Fe/l. Prøvene fra prøvepumpingen ga ingen utslag av jern og dette forholdet kan dermed betraktes som tilfredsstillende. Nitratverdiene har variert og det er en tydelig reduksjon i nivåene etter pumpestart da nitratinnholdet har vært på 15-17 mg NO₃/l. Utover pumpeperioden har nivået gått markant ned, minimumsverdier er registrert i april -95 på rundt 3 mg NO₃/l, se figur 2.

Dette tyder på at det trekkes på mindre forurensingsmessig påvirket vann, dvs dypereliggende grunnvann. Uansett ligger verdiene under største tillatte konsentrasjon, som i de nye forskriftene er satt til 44 mg NO₃/l.



Figur 2. Konsentrasjonen av nitrat i grunnvannet under prøvepumpingen.

Samtidig som nitratverdiene går ned ved lengre tids pumping, går pH-verdiene opp. Dette er positivt og kan skyldes at det etter hvert trekkes inn dypere grunnvann som er mer påvirket av forvitningsreaksjoner, og dermed har høyere bufferkapasitet med hensyn på pH.

Ledningsevnen (et mål på mengde løste ioner i vannet) har variert, og en minimumsverdi i månedskiftet mars/april skyldes en nedbørs- og/eller en snøsmelteperiode. Ut fra det forhold at en får en markant senkning i grunnvannsstanden i P2 ved elva og relativt store variasjoner i grunnvannets ioneinnhold, synes det som elva generelt sett er en liten bidragsyter til vannuttaket. I flomperioder kan det imidlertid synes som om elva er en viktig kilde for grunnvannsnydannelse.

Ellers tilfredsstillende alle analyserte parametre de aktuelle kravene til drikkevannsforsyning, (unntatt bly der deteksjonsgrensa er for lav i forhold til grenseverdien i forskriften).

4.3 Forurensing og forslag til klausulering.

Vannets oppholdstid i umettet sone har stor betydning for både grunnvannets kjemiske og hygieniske kvalitet. Folkehelsa anbefaler at grunnvann som skal benyttes til drikkevann bør ha en oppholdstid i grunnen på minst 60 døgn for å oppnå tilfredsstillende bakteriologisk rensing.

I henhold til Folkehelsas (SIFFs) veileder A3: «Beskyttelse av grunnvannskilder», er det påkrevet med restriksjoner på bruken av arealer i nærheten av grunnvannsbrønner. Arealrestriksjonene blir gitt ved en soneinndeling der det er strengest restriksjoner i sonene nærmest brønnen.

- Sone 0: Brønnområdet
- Sone 1: Det nære tilsigsområdet. Grense for 60 døgns oppholdstid under full pumpebelastning.
- Sone 2: Det fjerne tilsigsområdet. Hele infiltrasjonsområdet.
- Sone 3: Det ytre verneområdet. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet.

Soneinndelingen går fram av kartet i kartbilag -06. Utbredelsen av sonene er angitt på grunnlag av avsetningens stratigrafi og utbredelse, tykkelsen på umettet sone, grunnvannets kvalitet under prøvepumping og grunnvannets strømningshastighet og strømningsmønster inn mot brønnstedet under pumping (anslått ut fra kornstørrelse og prøvepumpingsresultat). For å beregne 60 døgns grensen (sone 1) ble den effektive hastigheten (beregnet til 1 m/døgn) benyttet. Dette gir en 60 døgns grense på ca 60 m i radius rundt brønnområdet.

Innenfor sone 0 (inngjerdet område) tillates ingen aktivitet utover det som har med grunnvannsanlegget å gjøre. Innenfor sone 1 tillates skogbruk og jordbruk i begrenset omfang (beiting og engslått uten bruk av naturgjødsel og sprøytemidler). All annen aktivitet som kan forurense grunnvannet er ikke tillatt. Innenfor sone 2 er det ikke tillatt med kloakkutslipp i grunnen eller industri/annen virksomhet med stor fare for forurensning av grunnen.

I henhold til dette er det nødvendig med følgende tiltak:

- Sone 0: • Inngjerding (min. 10 x 20 m)
- Sone 1: • Kloakkutslippet fra gården må legges om/utbedres. Følgende alternativer for godkjent løsning er aktuelle:
- Installering av minirensanlegg.
- Infiltrasjon i grunnen utenfor sone 2, enten på terrasseflaten vest for gården, eller på den lavereliggende flaten i enden av driftsveien nedenfor gården.
- Sikring mot punktutslipp fra gjødselkjeller.
- Uttak av masser, bakkeplanering, deponering av avfall, slam og lignende må ikke forekomme.
- Sone 2 og 3: • Ingen endringer i forhold til dagens arealbruk.

Dette betyr at det ikke er nødvendig med begrensninger på bruken av dyrkamarka.

4.4 Videre arbeid

Pga stor senkning ved vannuttaket anbefales det å sette ned en ny rørbrønn der det plasseres ei senkpumpe i brønnen.

Størrelsen på brønnen bestemmes i dette tilfellet av pumpediameteren. Ønsket pumpekapasitet settes her til 7 l/s og en løftehøyde på 150 m (anslått). Med bruk av Grundfos dykkpumpe (SP 27-19) blir nødvendig diameter med bruk av Con-Slot filter på 6 ⁵/₈" ($D_y=170$ mm, $D_i=155$ mm). Velger slissevidde på 1mm. Filteret plasseres i 9-13 m dybde fra terrengnivå. Pumpa som er 2,76 m lang må plasseres under filteret (trolig ca 2,5 m i fjell).

Under pumpa bør det være 0,5 m pumpesump.

REFERANSER

Hazen, A. 1893: Some physical properties of sands and gravels with special reference to their use in filtration. *Ann. Rep. Mass. State Bd. Health.*

Hilmo, B.O. og Storrø, G. 1991: Grunnvann i Snåsa kommune. *NGU Rapport 91.100.*

Hilmo, B.O. og Bredesen, O. 1993: Grunnvannsundersøkelser i Snåsa kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag og Fosen. *NGU Rapport 93.039.*

Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

Statens institutt for folkehelse (Folkehelsa) 1987: Beskyttelse av grunnvannskilder, *Veiledningshefte A3, Oslo.*

TEKSTBILAG:

- Tekstbilag 1: Beskrivelse av georadar som målemetode
Tekstbilag 2: Hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder

DATABILAG:

- Databilag 1: Borprofiler fra sonderboringen
Databilag 2: Kjemiske analyser fra undersøkelsesbrønner
Databilag 3: Senkningsdata fra observasjonsbrønner under prøvepumping
Databilag 4: Fysiske og kjemiske vannanalyser fra prøvepumping
Databilag 5: Kornfordelingskurver fra undersøkelsesbrønner

KARTBILAG:

- Kartbilag 95.050 -01: Oversiktskart, Øverbygda, M: 1.50.000
Kartbilag -02: Detaljkart sonderboringer og georadarprofiler, Ålmo
Kartbilag -03: Detaljkart sonderboringer og georadarprofiler, Omli/Skråmo
Kartbilag -04: Utsnitt av georadarprofiler (P1, P2 og P3), Ålmo
Kartbilag -05: Utsnitt av georadarprofil P5, Skråmo
Kartbilag -06: Soneinndeling for klausulering rundt brønnområdet

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE forts.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

<i>Medium</i>	ϵ_r	<i>v (m/ns)</i>	<i>ledningsevne (mS/m)</i>
<i>Luft</i>	1	0.3	0
<i>Ferskvann</i>	81	0.033	0.1
<i>Sjøvann</i>	81	0.033	1000
<i>Leire</i>	5-40	0.05-0.13	1-300
<i>Tørr sand</i>	5-10	0.09-0.14	0.01
<i>Vannmettet sand</i>	15-20	0.07-0.08	0.03-0.3
<i>Silt</i>	5-30	0.05-0.13	1-100
<i>Fjell</i>	5-8	0.10-0.13	0.01-1

HYDROGEOLOGISKE OG -HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORORIEMETODER

1 SONDERBORINGER

a) Metodikk

Standard sonderboringer i løsmasser blir gjort med Borros borerigg og Ø57 mm krone med vannspyling. Boringen er hydraulisk drevet og kan gjøres med både rotasjon og slag. Vanligvis bores det til 20-30 m dyp eller til fjell, men ellers er lengden av sonderstrengen eneste begrensning i mulig boredyp. For å få en mest mulig sikker kontroll av fjelldyp, bores det min. 0.5 m ned i fjellet.

Sonderboringer kan også gjøres med håndholdt borutstyr (pionar slagbormaskin). Det benyttes 40 mm firkantet sonderspiss og Ø25 mm sonderstenger av en meters lengde. Denne boremetoden er mest brukt på lokaliteter med vanskelig tilgjengelighet og ved grunne boringer.

b) Dataregistreringer

Under boring med Borros borerigg registreres borsynk (sekund/m), vanntrykk (kg), om det brukes slag under boring og karakterisering av boreslammet (farge og kornstørrelse). Ved sonderboring med håndholdt borutstyr registreres borsynk og friksjonslyden ved dreining av sonderspissen.

c) Tolkning

Ut fra dataregistreringene og egne vurderinger gjør boreingeniøren en tolkning av massene for hver meter. Fargen på boreslammet sier i tillegg noe om det er oksyderende (brunt spylevann) eller reduserende forhold (grått spylevann) i magasinet. Hvis spylevannet forsvinner i grunnen, gir vanntrykket en indikasjon på massenes hydrauliske ledningsevne. Ved sonderboring med håndholdt borutstyr vurderes løsmassetypen for hver meter ut fra borsynk, dreiemotstand og friksjonslyd ved dreining av sonderspissen.

2 TESTPUMPINGER

a) Metodikk

Hvis sonderboringen indikerer egnede masser for grunnvannsuttak, blir det boret en undersøkelsesbrønn for kapasitetsmålinger og prøvetaking av masser og grunnvann i bestemte nivå i magasinet. Brønnen bores med samme utstyr som sonderboringene og den settes ned i et forboret hull. Undersøkelsesbrønner lages av Ø32 mm damprør med en meter filterlengde bestående av 3-5 mm brede slisser. Det finnes også spesielle sandspisser til dette formålet. Før testpumpingen spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring. Testpumpingen skjer ved bruk av bensindrevet sugepumpe med en kapasitet på 5 l/s. For å kunne vurdere

kapasiteten i hvert nivå og for å få klart grunnvann til prøvetaking, må det bygges opp et naturlig grusfilter rundt brønnfilteret. Dette gjøres ved vekselvis spyling og pumping av brønnen, dreining av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe pumpa gjentatte ganger. For å få pumpet opp vann med sugepumper må dybden til grunnvannsnivået ikke være større enn 6-7 m.

b) Dataregistreringer

Før pumpingen starter måles grunnvannsstanden i testbrønnen. I hvert nivå hvor det blir testpumpet, blir brønnens vanngiverevne målt (l/s) og det blir tatt prøver av grunnvannet etter ca. 15 min. pumping. Grunnvannsstanden blir også målt like etter pumpingen. I tillegg blir det gjort en bedømming av vanngjennomgangen ut fra hvor raskt nedspylt vann synker i testbrønnen. Ved en undersøkelse av en grunnvannsføremkomst er det vanlig med 2-10 undersøkelsesbrønner som prøvetas og testpumpes i 2-5 forskjellige nivå.

c) Tolkning

De forskjellige nivåenes vanngiverevne, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumpingen blir brukt til en helhetlig vurdering av grunnvannsmagasinet's hydrauliske egenskaper og til å bestemme lokalisering og filterplassering til eventuelle fullskala pumpebrønner.

3 SEDIMENTPRØVETAKING

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpede masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpede prøver, men i tilfeller med lav grunnvannsstand eller for liten prøvemengde ved pumping, tas det oppspylte prøver. Oppspylte prøver tas etter at brønnen er spylt ren for masser som er trengt inn under boring, mens oppumpede prøver tas like etter oppstart av testpumping. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekarer. Ved undersøkelser som stiller strengere krav til representative og mer uforstyrrende prøver blir det benyttet spesielle prøvetakere.

Ut fra sedimentprøvenes kornfordeling kan man gjøre overslag av massenes hydrauliske ledningsevne og anbefale filteråpning på eventuelle produksjonsbrønner.

4 BORINGER AV FJELLBRØNNER

a) Metodikk

Fjellbrønner blir boret med Nemec borerigg og Ø140 mm borkrone med luftspyling. Det blir benyttet foringsrør ned til fast fjell. Boreriggen kan bore skråbrønner, opptil 45° fra loddlinjen. Vanligvis blir det boret til 60-150 m dyp, men boringen kan bli avsluttet før på grunn av fare for igjenrasing av hullet (løst fjell) eller på grunn av klare indikasjoner på tilstrekkelige vannmengder på mindre dyp.

b) Dataregistrering

Under boring registreres borsynk, farge på borkaks, svakhetssoner/sprekker, dybde til eventuelle vanninnslag og anslått mengde vann som blåses opp under boring.

c) Tolkning

Ut fra fargen og forandringer av fargen på borkakset kan man vurdere bergartstype, type svakhetssone og bergartsgrenser. Vannmengden som blåses opp under boring gir grunnlag for kapasitetsanslag.

5 TESTPUMPINGER AV FJELLBRØNNER

Til testpumping av fjellbrønner benyttes en Ø95 mm elektrisk senkpumpe og strømaggregat. Pumpa plasseres på min. 45 m dyp, eller ca. 2 m over bunnen hvis brønndypet er mindre enn 45 m. Kapasiteten kan måles på flere måter. En metode er å først lense hullet (til pumpa suger luft) og så måle utpumpet vannmengde over minimum 2 timer. Hvis brønnens kapasitet er så stor at pumpa ikke greier å lense hullet, kan kapasiteten anslås ut fra senkningen av grunnvannsspeilet og pumperaten. Hvis brønnens kapasitet er såpass lav at det tar uforholdsmessig lang tid å måle et bestemt vannvolum, kan kapasiteten beregnes ut fra grunnvannsnivåets stigningshastighet i borhullet etter lensing.

6 FULLSKALA, LANGTIDS PRØVEPUMPING

a) Metodikk

Fullskala, langtids prøvepumping av løsmassebrønner kan skje ved bruk av forskjellige brønntyper og pumper avhengig av forventet grunnvannsnivå under pumping, pumperate og av sjansene for at brønnen senere kan benyttes til produksjonsbrønn.

Tabell 1: Brønn- og pumpetyper som benyttes til fullskala prøvepumping.

Brønntype	Pumpetype	Pumperate	Grunnvannsstand under pumping	Produksjonsbrønn
Ø50-100 mm damprør med oppslisset filter	El. sugepumpe (tørroppstilt)	1-20 l/s pr. brønn	Mindre enn ca. 6 m under overflaten	Nei
Ø50-76 mm brønn i rustfritt stål og med Con Slot filter	El. sugepumpe (tørroppstilt)	1-10 l/s pr. brønn	Mindre enn ca. 6 m under overflaten	Ja
Ø 150-500 mm rørbrønn.	El. senkpumpe	1-50 l/s pr. brønn	Ingen begrensning	Ja

For å kunne måle grunnvannsnivået rundt prøvebrønnen før og under pumpeperioden blir det satt ut observasjonsbrønner av Ø32 mm damprør med filter bestående av oppslisset rør. Det er viktig at disse brønnene blir satt ned i samme nivå som filteret på prøvebrønnen eller i et nivå med god hydraulisk kommunikasjon til prøvebrønnen. Oppumpet grunnvann blir ledet bort fra brønnens influensområde eller til et vassdrag med mye større vannføring enn pumperaten for å unngå reinfiltrasjon og tilbakestrømning til pumpebrønnen.

b) Dataregistrering

Før og under prøvepumpingen blir grunnvannsstanden i observasjonsbrønnene målt ved hjelp av et spesiallaget målebånd. Målingene blir gjort med korte tidsintervall i starten og stadig lengre intervall etter hvert. I tillegg blir pumperaten målt, enten manuelt med målekar og stoppeklokke eller ved hjelp av automatisk vannmåler. Det prøvepumpes i min. 3 måneder, men for større vannverk bør det prøvepumpes ett år slik at man får med eventuelle sesongvariasjoner i nedbør og vannføring i nærliggende vassdrag som kan ha innvirkning på kapasitet og grunnvannskvalitet.

c) Tolkning

Pumperaten og senkningen av grunnvannsnivået under pumping gir grunnlag for beregning av hydrauliske parametere som igjen brukes til vurderinger av magasinets/brønnens totale kapasitet, størrelsen på den delen av grunnvannsmagasinet som påvirkes av prøvepumpingen (influensområde) og størrelsen på klausulerinssonene og da spesielt sone 1 som representerer grensen for 60 døgn oppholdstid.

7 VANNPRØVETAKING

Under grunnvannsundersøkelser er det aktuelt å ta vannprøver fra:

- undersøkelsesbrønner i løsmasser
- borede fjellbrønner
- kildeutslag
- prøvepumpingsbrønner
- nærliggende produksjonsbrønner
- nærliggende overflatevann som kan infiltrere i grunnvannsmagasinet

Prøvetakingen av grunnvann fra undersøkelsesbrønner blir tatt etter min. 15 min. pumping og fra borede fjellbrønner etter min. 1 times pumping. Vannprøver fra eksisterende produksjonsbrønner tas så nær inntaket som mulig.

Hver vannprøve omfatter en 500 ml ufiltrert prøve til analyse av pH, elektrisk ledningsevne, alkalitet, turbiditet og fargetall, en filtrert (0.45 µm papirfilter) 100 ml prøve til anionanalyser og en 100 ml filtrert og surgjort prøve (tilsatt 0.5 ml ultraren 65 % salpetersyre) til kationanalyser. Vannprøvene blir lagret i kjølerom/kjøleskap før analyse på NGU's laboratorium.

8 FELTANALYSER

Feltanalyser blir gjort for å få en foreløpig vurdering av grunnvannskvaliteten, og av parametre som må/bør analyseres i felt. Aktuelle kationer og anioner (Fe, Mn, NO₃), CO₂-innhold og O₂-innhold blir bestemt ved bruk av fargespektrometri, mens til feltmålinger av pH, Eh og ledningsevne brukes sensoriske metoder.

Den største fordel med feltanalysene er at de gir raske indikasjoner på grunnvannskvaliteten. Dette kan ha stor betydning for feltundersøkelsene i og med at foreløpige resultater av grunnvannskvalitet gir grunnlag for omprioriteringer av boringer/lokaliteter og grunnlag for lokalisering og filterplasseringen av testbrønner. Forundersøkelser og nedsetting av testbrønner kan dermed gjøres i samme tidsrom.

9 LABORATORIEUNDERSØKELSER

I forbindelse med grunnvannsundersøkelser blir det ved NGU's laboratorium utført kornfordelingsanalyser av masseprøver og fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver. Kornfordelingen er bestemt ved tørrsiktning av materiale større enn 0.063 mm med bruk av følgende siktesats: 0.0625 mm, 0.125 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm, 4.0 mm, 8.0 mm og 16 mm. Hvis mer enn 10 % av prøven er mindre enn 0.0625 mm blir det kjørt sedigrafanalyse på oppslemmet materiale av denne prøvedelen.

Som standard analyseres følgende fysikalsk-kjemiske parametre:

- | | |
|----------------|---------------|
| - ledningsevne | - turbiditet |
| - pH | - 30 kationer |
| - alkalitet | - 7 anioner |
| - fargetall | |

Bestemmelse av ledningsevne blir gjort etter Norsk Standard (NS) 4721 og måleinstrumentet er et Radiometer CDM 83 Conductivity meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.004 mS/m og en målenøyaktighet på $\pm 2\%$ for verdier over 0.2 mS/m, ± 0.004 mS/m i måleområdet 0.004-0.2 mS/m og ± 0.003 mS/m i måleområdet < 0.004 mS/m.

pH-verdien blir bestemt etter NS 4720 og måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH meter med en analyseusikkerhet på ± 0.05 pH.

Bestemmelse av alkalitet blir gjort etter NS 4754 og måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på $\pm 2.5\%$ for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.004 mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og ± 0.03 mmol/l i måleområdet 0.03-0.2 mmol/l.

Fargetallet bestemmes etter NS 4787 og instrumenttypen er et SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer med en nedre bestemmelsesgrense på 1.4 og en analyseusikkerhet på $\pm 7.5\%$.

Bestemmelse av turbiditet blir gjort etter NS 4723 og måleinstrumentet er et Hach 2100 A Turbidimeter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.05 FTU og en analyseusikkerhet på ± 0.04 FTU i måleområde 0.05-1.0, ± 0.4 FTU i måleområde 1.0-10, ± 4 FTU i område 10-100 og ± 40 FTU i område 100-1000 FTU.

Standardanalyse av 30 forskjellige elementer bestemmes ved ICP og bruk av måleinstrumentet Thermo Jarrell Ash ICP 61. Nedre bestemmelsesgrenser og analyseusikkerhet går fram av tabell 2.

I tillegg kan tungmetaller som Pb, Cd, Hg, As, Se og Sb bestemmes ved bruk av atomadsorpsjon og med en målenøyaktighet som tilfredsstillende de krav som stilles i Forskriftene om vannforsyning og drikkevann m.m. (Sosial- og Helsedepartementet, 1995).

Tabell 2: Nedre bestemmelsesgrense og analyseusikkerhet for analyserte kationer.

Element	Nedre bestemmelsesgrense	Analyseusikkerhet	Element	Nedre bestemmelsesgrense	Analyseusikkerhet
Si	20 ppb	10 %	V	5 ppb	
Al	20 ppb	10 %	Mo	10 ppb	10 %
Fe	10 ppb		Cd	5 ppb	20 %
Ti	5 ppb		Cr	10 ppb	
Mg	50 ppb		Ba	2 ppb	
Ca	20 ppb		Sr	1 ppm	
Na	50 ppb	10 %	Zr	5 ppb	10 %
K	500 ppb	20 %	Ag	10 ppb	10 %
Mn	1 ppb		B	10 ppb	10 %
P	100 ppb		Be	1 ppb	
Cu	5 ppb		Li	5 ppb	20 %
Zn	2 ppb		Sc	1 ppb	
Pb	50 ppb	20 %	Ce	50 ppb	20 %
Ni	20 ppb		La	10 ppb	10 %
Co	10 ppb		Y	1 ppb	

Sju forskjellige anioner bestemmes ved en IC-analyse der instrumenttypen er en Dionex ionekromatograf 2120i. Nedre bestemmelsesgrense går fram av følgende tabell:

Tabell 3: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner

ION	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.10	0.05	0.2	0.1

Analyseusikkerheten er 10 % rel. for alle ionene.

Kvaliteten av analysene er kontrollert ved beregning av ionebalansen (Σ kationer = Σ anioner)

Ionebalanseavviket er beregnet etter formelen: $(\Sigma kation - \Sigma anion) / (\Sigma kation + \Sigma anion) \times 100\%$.

Avhengig av totalkonsentrasjonen kan ionebalanseavviket si om totalkvaliteten i analysen er tilfredsstillende. Ionebalanseavviket bør være mindre enn følgende verdier for at totalkvaliteten er akseptabel:

Σ Anioner + Σ kationer [mekv/l]	20	7	0.9
Ionebalanseavvik [%]	2	3	12

Sammenligning av totalt ioneinnhold og målt elektrisk ledningsevne gir også muligheter for å kontrollere analyseresultatene.

NGU, faggruppe for laboratorier er akkreditert for alle de nevnte analysene (akkrediteringsdokument P020), og en nærmere beskrivelse av kvalitetssikring, produksjonsrutiner og måleutstyr er gitt i NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-lab.

LITTERATUR

Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

Bjerkli, K., 1994: NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-LAB. *Norges geologiske undersøkelse*.

GiN-veileder nr. 3, 1990: Grunnvannsundersøkelser i løsmasser. *Norges geologiske undersøkelse Miljøverndepartementet*.

GiN-veileder nr. 6, 1990: Grunnvatn i fjell til spreidd busetnad. *Norges geologiske undersøkelse Miljøverndepartementet*.

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Álmo i Øverbygda, Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 26.05.94

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja UNDERSØKELSESRØNN: ja

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 SONE: 33 Ø-V: 3.818 N-S: 71.290

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 129

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand/finsand	-	-	-	B/G				
	"	0,15	-	-	B/G				
3,5	"	0,20	-	-	B/G		≈ 0		Liten vanngjennomgang
	"	0,15	-	2	B/G				
5,5	"	0,15	-	2-4	B/G		0		
	"	0,13	-	2-4	B/G				
7,5	"	0,15	-	2-4	B/G				
	"	0,13	-	4-6	G				
9,5	"	0,14	-	-	G				
	"	0,15	-	-	G				
11,5	"	0,15	-	-	G				
	sand/fins. (hardere)	1,14	-	2	Borte				
13,5	Antatt fjell fra 12,7 m	3,15	DS	1	Borte				
			S						
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

L: Ledningsevne [$\mu\text{S}/\text{cm}$]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Álmo i Øverbygda, Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 26.05.94

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja

UNDERSØKELSESBRØNN: ja

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 SONE: 33 Ø-V: 3.818 N-S: 71.294

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 129

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: 10 m med 32 mm rør står igjen som peilerør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	myr, sand			-	B				
	grusig sand	0,20		-	B				
3,5	"	0,27	DS	-	B	3,9		1,0	
	sand	0,15	-	1-2	B/G				
5,5	"	0,36	-	1	B/G			2,0	VP, MP L=150, pH=6,7 O ₂ =6,9
	"	1,04	-	1-2	B/G				
7,5	sand/finsand	0,35	-	1-2	G			0,5	L=160, pH=6,2
	"	0,18	-	2	G				
9,5	"	0,34	-	2	G			0,3	mye finsand
	siltig finsand/sand	1,00	-	2-3	Borte				
11,5	"	1,40	DS	3	G				mye finsand
	"	0,50	-	1-2	G				
13,5	"	1,00	S	1	G				
	silt		S	15-20	G				
15,5	silt			15-20					krona tett
17,5									Vannet ble ikke klart ved noe nivå.
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

 L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Ålmo i Øverbygda, Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 26.05.94

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja **UNDERSØKELSESBRØNN:** nei

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1823-4 **SONE:** 33 **Ø-V:** 3.816 **N-S:** 71.298

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 127

BRØNN-/FILTERTYPE: Undersøkelsesbrønn ikke etablert

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:
MERKNAD:

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vann-trykk	Boreslam	Temp.	P.tid før prøve taking	Vann-føring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[°C]	[min]	[l/s]	
1,5	grusig sand	-	-	-	B				
	fjell fra 2,0 m	-	S	-	Borte				
3,5									
5,5									
7,5									
9,5									
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

 L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER
STED: Ålmo, Øverbygda i Snåsa

UTFØRT DATO: 26.05.94

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: Ja

UNDERSØKELSESRØNN: Ja

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1823-4 **SONE:** 33 **Ø-V:** 3.818 **N-S:** 71.295

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 130

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:
MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vanntrykk [kg]	Boreslam	Temp [°C]	Pumpetid før vann- prøvetaking [minutter]	Vann- føring [l/s]	Prøve- nr.	Merknad
1,5	myr		-		B					
	myr, sand		-		borte					
3,5	sand		-		"					
	grusig sand	0,18	-		"					
5,5	grusig sand	1,10	DS	0-2	"		15	0,2-0,3		dårlig lukt, mye finstoff
	siltig finsand	1,47	DS	2-3	"					
7,5	" , lagdelt	0,46	-	2	"					
	"	0,17	-	3-4	"					
9,5	"	0,17	-	3-4	"					
	"	0,13	-	3	"					
11,5	finsand, silt	0,17	-	3	"					
	"	0,15	-	3	"					
13,5	" , fjell fra 13m		S	2	"					
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

 L: Ledningsevne [$\mu\text{S}/\text{cm}$]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER
STED: Omli i Øverbygda, Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 24.05.95

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja **UNDERSØKELSESBRØNN:** ja

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1823-4 **SONE:** 33 **Ø-V:** 3.832 **N-S:** 71.305

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 144

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:
MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand/grus				B				
	finsand/sand	0,15		1	B/G				
3,5	"	0,17			G				
	"	0,18			G				
5,5	"	0,20			G				spyling, gj.gang
	"	0,19			G				
7,5	"	0,20			G				
	"	0,20		2	G				
9,5	"	0,21		2	G				
	finsand/silt	0,50		1	G				
11,5	"	0,32		1-3	G			0	Liten vanngj. gang
	"	0,40	DS	2	Borte				
13,5	"	1,00	S	2	G			0	
	"	0,35	S		G				
15,5	"	0,28			G				
	"	0,26	DS	3	G				
17,5	"	0,30	DS	2	borte				
	silt	0,20	DS	1	G				
19,5	finsand/silt	1,00			G				
	"	0,35	DS		G				
21,5	"	1,00	DS		G				
	"	0,40	DS	3	G				
23,5	"	0,45	DS	3	G				
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

 L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Omli i Øverbygda, Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 24.05.94

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja UNDERSØKELSESRØNN: nei

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 SONE: 33 Ø-V: 3.832 N-S: 71.305

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 144

BRØNN-/FILTERTYPE: Undersøkelsesbrønn ikke etablert

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand/grus	-	-	-	B				
	"	1,08	S	-	borte				
3,5	grusig sand	0,47	-	-	B				
	"	0,33	-	1	B				
5,5	sand/finsand	0,37	-	1	G				
	"	0,40	-	1	borte				
7,5	"	0,20	-	1-2	borte				
	"	0,30	-	2	borte				
9,5	"	0,54	-	2	borte				
	"	1,08	-	2-3	G				
11,5	siltig finsand	0,40	DS	3	borte				
	"	0,20	DS	4	G				
13,5	"	0,34	DS	1	G				
	"	1,07	S	2	G				
15,5	"	0,40	DS	2	G				
	"	1,00	DS	1	G				
17,5	"	0,40	DS	2	borte				
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

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Skråmo i Øverbygda, Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 26.05.94 og 12.10.94

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: Ja

UNDERSØKELSESBRØNN: Ja

UTM-KOORDINATER: Grong

KARTBLAD (M711): 1823-4

SONE: 33

Ø-V: 3.834

N-S: 71.305

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 144 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: Etter pumping 1,1 m

MERKNAD: Røret ble 26.05.94 trekt opp til 9,5 m. Den 12.10.94 ble røret slått ned igjen og massene ble testet på nytt.

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann - trykk [kg]	Bore- slam	Temp [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann - føring [l/s]	Prøve -nr.	Merknad
1,5	Sand/grus		DS	-	G					
	"	0,25	-	1-2	G					
3,5	"	0,40	-	1-2	G					
	Grusig sand	0,50	DS	1-2	G					
5,5	"	1,04	DS	1	G	2,9		1,0		VP, MP, L=130, pH=6,2, O ₂ =8,8
	"	1,40	DS	3	borte					
7,5	"	1,20	S	2-3	G	3,4		1,25		L=140, pH=5,3, O ₂ =9,2
	"	1,05	S	2	G					
9,5	"	1,00	S	2	G	3,6		2,8		VP, MP, L=130, pH=5,8 O ₂ =7,0
	"	2,10	DS	5	borte					
11,5	"	2,10	DS	3-5	borte	3,6		2,9		VP, L=90, pH=5,8 O ₂ =7,1
	"	1,50	S	5	G					
13,5	"	2,10	S	5-6	borte			2,5		
	"	1,52	S	4-6	borte					
15,5	"	1,52	S	4	borte					
	"	1,45	S	4	borte					
17,5	"	1,26	S	4-5	borte					
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

 L: Ledningsevne [$\mu\text{S}/\text{cm}$]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Skråmo i Øverbygda, Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 26.05.94

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja UNDERSØKELSESRØNN: ja

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 SONE: 33 Ø-V: 3.833 N-S: 71.304

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 147

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: ca 2,5 m

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand m/stein		-		G				
	grusig sand	0,35	-	-	G				
3,5	"	0,35	-	-	G				
	"	0,43	-	-	G/B				
5,5	"	0,48	-	-	G	1,9		0,6	VP, MP L=160, pH=6,6, O ₂ =9,1
	"	1,15	-	1	G				
7,5	"	0,53	-	-	G	3,4		0,5	L=190, pH=6,0 O ₂ =9,7
	"	1,25	-	1	G				
9,5	"	1,01	-	1	G				
	sand hardt	1,45	-	1	G				
11,5	blokk/fjell fra 11 m	2,15	-	-	G				
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

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Skråmo i Øverbygda, Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 26.05.94

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja UNDERSØKELSESRØNN: ja

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 SONE: 33 Ø-V: 3.833 N-S: 71.304

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 147

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	grus/sand		DS	-	-				
	sand	0,54	-	1	G				
3,5	sand	0,56	-	1	G				
	sand	0,55		-	G				
5,5	sand	0,50		-	G				
	sand	0,55		-	G				
7,5	sand, hardt	1,10	DS	-	G			0,3	mye sand, vannet ble ikke klart
	finsand/sand, hardt	1,00	DS	2-3	G				
9,5	sand, veksl. hardhet	1,16	DS	1-4	G				
	"	1,05	DS	2	G				
11,5	"	1,32	-	1	G				
	"	0,51	DS	1-3	G				
13,5	"	0,56	DS	1-3	G				
	"	0,51	DS	-	G				
15,5	leire fra 15 m	0,38	-	-	G				
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

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Skråmo i Øverbygda, Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 26.05.94

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja **UNDERSØKELSESBRØNN:** ja

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 **SONE:** 33 **Ø-V:** 3.830 **N-S:** 71.302

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 150

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 3,2 m

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	myr		-	-	B				
	sand	0,11	-	-	B				
3,5	sand	0,12	-	-	B				
	sand, noe grus	0,12	DS	1	borte				
5,5	grus med sandlag	1,25	DS	1	borte			0,6	mye finsand
	sand	0,65	-	2-3	borte				
7,5	sand	0,28	-	2-3	borte			0,1	god vanngj.gang
	sand	0,23	-	1	borte				
9,5	sand, noe grus	0,33	-	1	borte				
	sand	0,45	-	1-2	borte				
11,5	sand, noe grusig	0,58	-	-	borte			~ 0	
	sand m/gruslag	1,02	DS	1-4	borte				
13,5	sand	0,55	-	1	borte				
	silt, tettere masser	2,15	S	1	borte				
15,5	"	2,20	S	2-5	borte				
	"	4,00	-	2	G				
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

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Skråmo

UTFØRT DATO: 11.10.94

BORPUNKT NR: 5

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja UNDERSØKELSESRØNN: nei

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 SONE: 33 Ø-V: 3.829 N-S: 71.301

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 142 moh

BRØNN-/FILTERTYPE: Undersøkelsesbrønn ikke etablert

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve- taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	myr		-		B				
	myr, sand	0,11	-		G				
3,5	finsand	0,22	-		G				
	"	0,20	-		G				
5,5	"	0,18	-		G				
	"	0,15	-		G				
7,5	sand/finsand	0,20	-	2	G				
	sand/finsand	0,30	-	2	G				
9,5	finsand	0,30	-	1	delv. borte				
	fs.grovt matr, fjell fra 10	0,30	DS		borte				
11,5			S		G				
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

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Skråmo

UTFØRT DATO: 11.10.94

BORPUNKT NR: 6

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja

UNDERSØKELSESRØNN: nei

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 SONE: 33 Ø-V: 3.829 N-S: 71.302

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 141 moh

BRØNN-/FILTERTYPE: Undersøkelsesbrønn ikke etablert

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Myr				B				
3,5	Grus	1,00	DS		B				
	Grus, finsand fra 3 m	0,35	-		G/B				
5,5	Finsand	0,14	-		G				
	Finsand	0,17	-		G				
7,5	Sand/fs, grovt siste 10 cm	0,30	-		G				
	Blokk/fjell fra 6,4 m		S		G				
9,5									
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

L: Ledningsevne [$\mu\text{S}/\text{cm}$]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Skråmo

UTFØRT DATO: 11.10.94

BORPUNKT NR: 7

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja

UNDERSØKELSESRØNN: nei

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 **SONE:** 33 **Ø-V:** 3.831 **N-S:** 71.303

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 141 moh

BRØNN-/FILTERTYPE: Undersøkelsesbrønn ikke etablert

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Myr, grus fra 1,4 m		DS						
3,5	Myr, grus finsand fra 3m Finsand	0,20 0,13	DS -		B G				
5,5	"	0,14 0,13	- -		G/B delv borte				
7,5	"	0,13	-		G/B				
7,5	Finsand, lite gruslag	0,12	-		G/B				
9,5	Finsand	0,10	-		G/B				
9,5	"	0,10	-		G/B				
11,5	"	0,15	-		G/B				
11,5	Finsand, fjell fra 11 m		S		G/B				
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

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Skråmo

UTFØRT DATO: 11.10.94

BORPUNKT NR: 8

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja

UNDERSØKELSESRØNN: nei

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 **SONE:** 33 **Ø-V:** 3.833 **N-S:** 71.304

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 147 moh

BRØNN-/FILTERTYPE: Undersøkelsesbrønn ikke etablert

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Sand/grus								
	Sand, grus, stein		S						
3,5	Sand, grus		S						
	Sand		S						
5,5	Sand, fjell fra 5m		S						
7,5									
9,5									
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

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER
STED: Skråmo

UTFØRT DATO: 11.10.94

BORPUNKT NR: 9

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: ja

UNDERSØKELSESBRØNN: ja

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1823-4 **SONE:** 33 **Ø-V:** 3.835 **N-S:** 71.305

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 146 moh

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 5-6 m

MERKNAD: Røret står igjen på 12 m

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand, grus, stein		DS		B/G				
	"	1,30	-		B/G				
3,5	sand	1,11	DS		B/G				
	sand, grusig	2,07	S		B/G				
5,5	"	2,43	DS		B/G				Lite vann, god vanngj.gang
	"	0,40	-		B/G				
7,5	"	1,01	-		B/G				
	"	1,13	-		B/G				
9,5	"	1,14	DS		B/G				spylt, god vanngj.gang
	sand, fin	1,05	DS		G				
11,5	"	0,55	S		G				Spylt, liten vanngj.gang
	"	0,50	S		G				
13,5	"	0,49	S		G				
	"	0,49	S		G				
15,5	sand, grusig mot slutten	0,50	S		G				
	sand, grusig	1,15	S		G				
17,5	"	1,10	S		G				
	fjell fra 17 m								
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunnt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

 L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Skråmo, Øverbygda Snåsa kommune

UTFØRT DATO: 12.10.94

BORPUNKT NR: 10 (P2)

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: Ja

UNDERSØKELSESBRØNN: Ja

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1823-4 **SONE:** 33 **Ø-V:** 3.837 **N-S:** 71.306

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 144 moh

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: 32 mm rør står igjen på 11,5 m

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand, stein		S		B				
3,5	sand, grusig grusig sand	0,50 0,40	S DS		borte G/B				Pumpet tørt
5,5	grusig sand grusig sand	1,15 1,05	S S	2 3	G G			ca 2	Mye vann, NO ₃ =10-15
7,5	" , tett m/m finstoff sand	1,30 1,10	S S	5 10	G borte			1	
9,5	" "	1,30 1,20	S S	5 5	G G				Vanngj.gang
11,5	" "	1,30 1,25	S S	2 5	G G			1,3	VP
13,5	" sand, fjell fra 13,3 m	1,30	S	2 2	borte 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

L: Ledningsevne [μ S/cm]

VANNANALYSER

FYLKE: Nord-Trøndelag

KART (M711): 1823-4, Grong

KOMMUNE: Snåsa

PRØVESTED: Ålmo og Skråmo, Øverbygda

OPPDRAGSNUMMER: 74/94

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	2 Ålmo	1 Skråmo	1 Skråmo	1 Skråmo	2 Skråmo	10 Skråmo		
Dato	26.05.94	26.05.94	26.05.94	26.05.94	26.05.94	12.10.94		
Brønntype	løsmasse	løsmasse	løsmasse	løsmasse	løsmasse	Løsmasse		
Prøvedyp m	4,5-5,5	4,5-5,5	8,5-9,5	10,5-11,5	4,5-5,5	10,5-11,5		
Brønndimensjon mm	32	32	32	32	32	32		
X-koordinat Sone: 33	3.818	3.834	3.834	3.834	3.833	3.837		
Y-koordinat Sone: 33	71.294	71.305	71.305	71.305	71.304	71.306		
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Surhetsgrad, felt/lab pH	6,62	5,88	6,33	6,15	6,39	7, 6,27	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab µS/cm	166	166	169	154	83,9	154	< 400	
Temperatur °C	3,9	2,9	3,6	3,6	1,9		< 12	25
Alkalitet mmol/l	1,00	0,45	0,74	0,71	0,41	0,69	0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l						< 1,4	< 1	20
Turbiditet F.T.U						1,80	< 0,4	4
Oppløst oksygen mg O ₂ /l	6,9	8,8	7,0	7,1	9,1		> ca 9	
Fritt karbondioksid mg CO ₂ /l							< 5 ²	
Redoks.potensial, E _h mV								
Anioner								
Fluorid mg F/l	0,216	0,216	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,070		1,5
Klorid mg Cl/l	9,3	12,9	10,9	9,51	6,62	8,50	< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,10	< 0,01		0,16
Brom mg Br/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10		
Nitrat mg NO ₃ /l	15,4	34,3	27,6	22,6	5,2	13,6		44
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,02		
Sulfat mg SO ₄ /l	8,44	6,14	5,70	5,69	5,03	8,72	< 25	100
Sum anioner+alkalitet meq/l	1,71	1,52	1,63	1,48	0,80	1,34		
Kationer								
Silisium mg Si/l	6,5	2,6	3,2	3,3	3,2	3,6		
Aluminium mg Al/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	< 0,01	0,038	0,015	0,023	0,025	0,313	< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	4,1	2,8	3,2	3,0	2,1	3,3		20
Kalsium mg Ca/l	17,7	19,0	20,2	17,7	8,6	17,8	15-25 ²	
Natrium mg Na/l	5,1	4,1	4,3	4,2	3,9	4,3	< 20	150
Kalium mg K/l	2,3	2,3	2,6	2,0	0,82	2,8	< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,128	0,009	0,003	0,002	0,002	0,013	< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	0,005	0,004	0,002	< 0,002	0,003	0,005	< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		0,02
Nikkel mg Ni/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		0,05
Kadmium mg Cd/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		0,005
Krom mg Cr/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,05
Sølv mg Ag/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,01
Sum kationer ³ meq/l	1,50	1,42	1,53	1,37	0,79	1,42		
Ionebalanseavvik ⁴ %	- 7	- 3	- 3	- 4	- 1	3		

¹ Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

² Vannet bør ikke være aggressivt.

³ Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

⁴ Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)·100%

SENKNINGSDATA FRA OBSERVASJONSBRØNNER UNDER PRØVEPUMPINGEN

Tid dato, klokkeslett	P1		P2		P3	
	Gv-nivå fra topp rør	Gv-endring	Gv-nivå fra topp rør	Gv-endring	Gv-nivå fra topp rør	Gv-endring
25.10.94 13:52	3,17		1,55		2,02	
25.10.94 13:52	3,17	0,00				
25.10.94 13:53	3,15	-0,02				
25.10.94 13:54	3,15	-0,02				
25.10.94 13:56	3,17	0,00				
25.10.94 13:57			1,53	-0,02		
25.10.94 13:58	3,18	0,01			2,05	0,03
25.10.94 14:00	3,17	0,00				
25.10.94 14:02			1,58	0,03	2,08	0,06
25.10.94 14:07	3,17	0,00	1,58	0,03	2,12	0,10
25.10.94 14:22	3,17	0,00	1,61	0,06	2,15	0,13
25.10.94 14:52	3,17	0,00	1,64	0,09	2,16	0,14
25.10.94 15:22	3,17	0,00	1,66	0,11	2,16	0,14
26.10.94	3,21	0,04	2,33	0,78	2,19	0,17
27.10.94	3,31	0,14	2,70	1,15	2,27	0,25
28.10.94	3,40	0,23	3,00	1,45	2,37	0,35
29.10.94	3,50	0,33	3,22	1,67	2,46	0,44
30.10.94	3,60	0,43	3,40	1,85	2,56	0,54
31.10.94	3,64	0,47	3,52	1,97	2,60	0,58
01.11.94	3,69	0,52	3,62	2,07	2,65	0,63
06.11.94	3,79	0,62	3,89	2,34	2,69	0,67
13.11.94	3,78	0,61	3,99	2,44	2,63	0,61
16.11.94	3,81	0,64	3,97	2,42	2,70	0,68
24.11.94	2,92	-0,25	3,77	2,22	1,95	-0,07
30.11.94	3,20	0,03	2,46	0,91	1,95	-0,07
20.12.94	3,47	0,30	1,78	0,23	2,07	0,05
Ny pumpestart						
02.03.95	3,27		2,25		2,12	
03.03.95	3,19	-0,08	2,41	0,16	2,03	-0,09
06.03.95	3,49	0,22	3,64	1,39	2,43	0,31
08.03.95	3,58	0,31	3,79	1,54	2,50	0,38
14.03.95	3,62	0,35	4,07	1,82	2,57	0,45
17.03.95	3,54	0,27	3,99	1,74	2,58	0,46
23.03.95	3,44	0,17	4,03	1,78	2,52	0,40
30.03.95	3,45	0,18	4,02	1,77	2,30	0,18
08.04.95	3,72	0,45	4,59	2,34	2,52	0,40
15.04.95	3,72	0,45	4,00	1,75	2,60	0,48
21.04.95			4,73	2,48	2,70	0,58
29.04.95	3,92	0,65	4,80	2,55	2,70	0,58
05.05.95	3,20	-0,07	4,54	2,29	2,14	0,02
08.05.95	2,85	-0,42	4,20	1,95	1,67	-0,45

VANNANALYSER

FYLKE: Nord-Trøndelag

KART (M711): 1823-4, Grong

KOMMUNE: Snåsa

PRØVESTED: Skråmo, Øverbygda

OPPDRAGSNUMMER: 200/94 og 224/94

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	A	B	P2 (bh10) ved elv	A+B	Kilde	Elv							
Dato	14.10.94	14.10.94	12.10.94	25.10.94	25.10.94	25.10.94							
Brønntype	Løsmasse	Løsmasse	Løsmasse	Løsmasse									
Prøvedyp	m	8,5-11,5	10-13	10,5-11,5	8,5-13								
Brønndimensjon	mm	50	50	32	2x50								
X-koordinat	Sone: 33	3.837	3.837	3.837	3.837	3.837	3.837						
Y-koordinat	Sone: 33	71.306	71.306	71.306	71.306	71.306	71.307						
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon					
Surhetsgrad, felt/lab	pH	5,99	6,00	7	6,27	6,7	6,07	7,39	6,13	7,5-8,5	6,5-8,5 ²		
Ledningsevne, felt/lab	µS/cm	155	153		154	156	153	126	126	18	16	< 400	
Temperatur	°C					5,2				4,1		< 12	25
Alkalitet	mmol/l	0,65	0,63		0,69	0,63		0,52		0,03		0,6-1,0 ²	
Fargetall	mg Pt/l	< 1,4	< 1,4		< 1,4	1,6		7,0		73,5		< 1	20
Turbiditet	F.T.U	0,11	0,11		1,80	0,10		0,45		0,40		< 0,4	4
Oppløst oksygen	mg O ₂ /l					1,8						> ca 9	
Fritt karbondioksid	mg CO ₂ /l											< 5 ²	
Redoks.potensial, E _h	mV												
Anioner													
Fluorid	mg F/l	< 0,05	0,071		0,070	0,067		0,061		0,076			1,5
Klorid	mg Cl/l	8,92	9,02		8,50	6,66		6,13		2,14		< 25	
Nitritt	mg NO ₂ /l	< 0,01	< 0,01		< 0,01	< 0,01		< 0,01		< 0,005			0,16
Brom	mg Br/l	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10		< 0,10		< 0,10			
Nitrat	mg NO ₃ /l	15,4	15,6		13,6	15,2		15,1		0,10			44
Fosfat	mg PO ₄ /l	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02		< 0,02		< 0,02			
Sulfat	mg SO ₄ /l	8,80	8,95		8,72	8,56		6,58		1,01		< 25	100
Sum anioner+alkalitet	meq/l	1,34	1,33		1,34	1,25		1,08		0,12			
Kationer													
Silisium	mg Si/l	2,7	2,9		3,6	2,9		1,9		0,311			
Aluminium	mg Al/l	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02		< 0,02		0,105		< 0,05	0,2
Jern	mg Fe/l	< 0,01	0,017		0,313	< 0,01		< 0,01		0,127		< 0,05	0,2
Magnesium	mg Mg/l	2,8	2,9		3,3	2,8		2,3		0,302			20
Kalsium	mg Ca/l	16,9	17,3		17,8	17,1		14,4		1,1		15-25 ²	
Natrium	mg Na/l	3,7	4,0		4,3	3,9		3,9		1,5		< 20	150
Kalium	mg K/l	4,8	4,7		2,8	4,3		2,2		< 0,5		< 10	12
Mangan	mg Mn/l	0,004	0,005		0,013	0,003		0,002		0,007		< 0,02	0,05
Kobber	mg Cu/l	< 0,005	< 0,005		< 0,005	< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,1	0,3
Sink	mg Zn/l	< 0,002	< 0,002		0,005	< 0,002		< 0,002		0,005		< 0,1	0,3
Bly	mg Pb/l	< 0,05	< 0,05		< 0,05	< 0,05		< 0,05		< 0,05			0,02
Nikkel	mg Ni/l	< 0,02	< 0,02		< 0,02	< 0,02		< 0,02		< 0,02			0,05
Kadmium	mg Cd/l	< 0,005	< 0,005		< 0,005	< 0,005		< 0,005		< 0,005			0,005
Krom	mg Cr/l	< 0,01	< 0,01		< 0,01	< 0,01		< 0,01		< 0,01			0,05
Sølv	mg Ag/l	< 0,01	< 0,01		< 0,01	< 0,01		< 0,01		< 0,01			0,01
Sum kationer ³	meq/l	1,36	1,40		1,42	1,36		1,14		0,16			
Ionebalanseavvik ⁴	%	1	3		3	4		3		14			

¹ Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

² Vannet bør ikke være aggressivt.

³ Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

⁴ Ionebalanseavvik = Σkationer - Σanioner / (Σkationer + Σanioner) · 100%

VANNANALYSER

FYLKE: Nord-Trøndelag

KART (M711): 1823-4, Grong

KOMMUNE: Snåsa

PRØVESTED: Skråmo, Øverbygda

OPPDRAKSNUMMER: 272/94, 26/95, 63/95, 86/95 ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

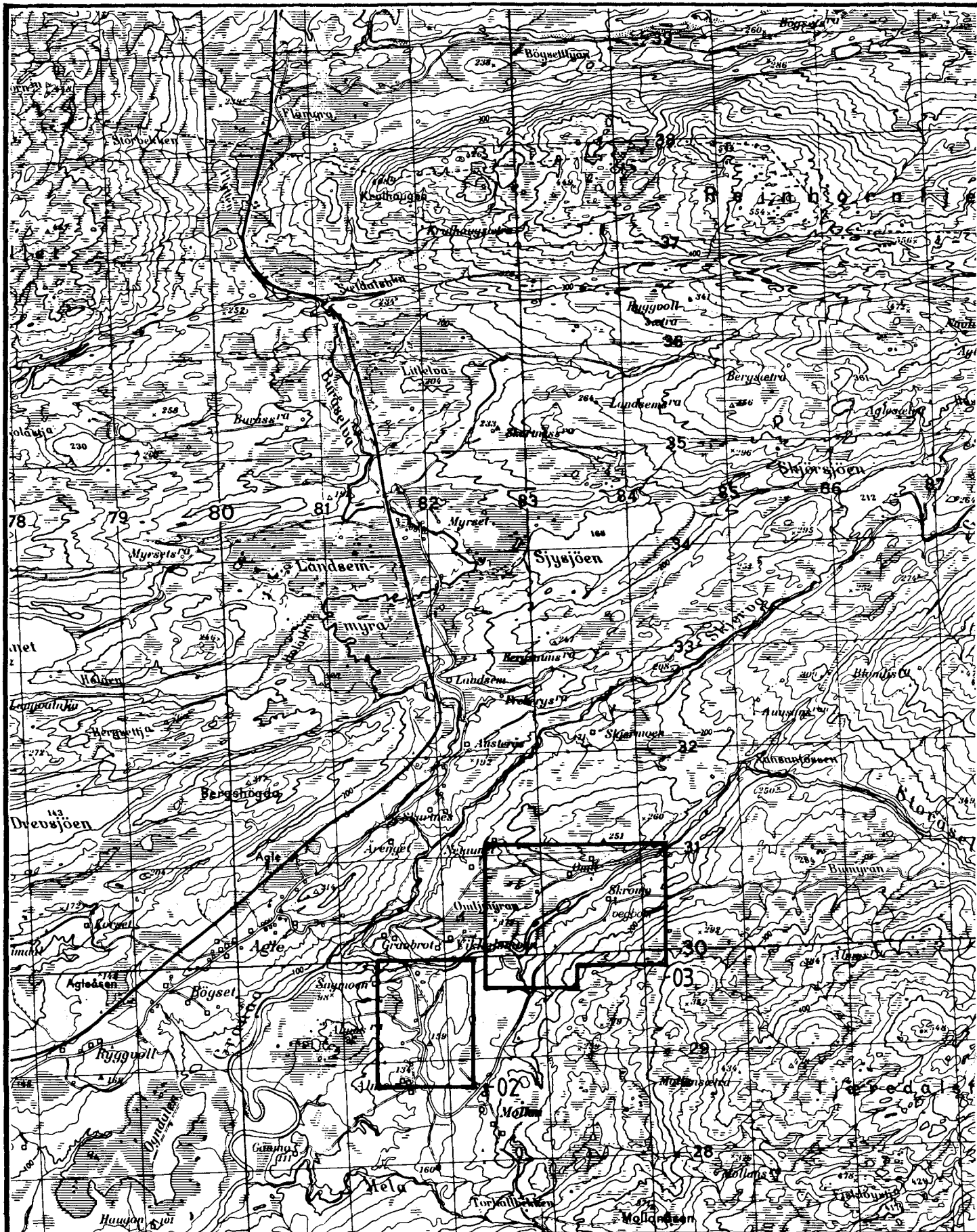
Brønn-nr/sted	A+B		A+B		A+B		A+B		A+B		A+B										
Dato	31.10.94		06.11.94		20.11.94		27.11.94		03.03.95		02.04.95										
Brønntype	løsmasse		løsmasse		løsmasse		løsmasse		løsmasse		løsmasse										
Prøvedyp	m		8,5-13		8,5-13		8,5-13		8,5-13		8,5-13										
Brønndimensjon	mm		2x50		2x50		2x50		2x50		2x50										
X-koordinat	Sone: 33		3.837		3.837		3.837		3.837		3.837										
Y-koordinat	Sone: 33		71.306		71.306		71.306		71.306		71.306										
Fysisk/kjemisk												Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon								
Surhetsgrad, felt/lab	pH		6,21		6,31		6,48		6,46		6,21		6,27		7,5-8,5	6,5-8,5 ²					
Ledningsevne, felt/lab	µS/cm		138		137		126		126		118		106		150		99		< 400		
Temperatur	°C																		< 12	25	
Alkalitet	mmol/l		0,60		0,56		0,49		0,50		0,65		0,46						0,6-1,0 ²		
Fargetall	mg Pt/l		2,3		< 1,4		1,5		1,7		< 1,4		< 1,4						< 1		20
Turbiditet	F.T.U		0,08		0,08		0,05		0,07		0,08		0,06						< 0,4		4
Oppløst oksygen	mg O ₂ /l																		> ca 9		
Fritt karbondioksid	mg CO ₂ /l																		< 5 ²		
Redoks.potensial, E _h	mV																				
Anioner																					
Fluorid	mg F/l		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05								1,5
Klorid	mg Cl/l		10,9		8,22		8,03		6,47		8,77		6,48						< 25		
Nitritt	mg NO ₂ /l		< 0,25		< 0,25		< 0,25		< 0,25		< 0,25		< 0,10								0,16
Brom	mg Br/l		< 0,10		< 0,10		< 0,10		< 0,10		< 0,10		< 0,10								
Nitrat	mg NO ₃ /l		17,0		11,3		9,25		5,56		15,8		3,19								44
Fosfat	mg PO ₄ /l		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2								
Sulfat	mg SO ₄ /l		8,32		9,42		6,94		8,25		7,51		8,41						< 25		100
Sum anioner+alkalitet	meq/l		1,37		1,19		1,03		0,96		1,32		0,88								
Kationer																					
Silisium	mg Si/l		3,2		3,1		2,6		2,5		3,3		2,6								
Aluminium	mg Al/l		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,05						0,2
Jern	mg Fe/l		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,05						0,2
Magnesium	mg Mg/l		2,6		2,4		2,2		1,9		3,0		1,9								20
Kalsium	mg Ca/l		15,4		14,0		13,0		11,4		17,6		11,2						15-25 ²		
Natrium	mg Na/l		3,7		3,6		3,4		3,3		4,1		3,5		< 20						150
Kalium	mg K/l		3,7		3,0		3,1		2,4		3,2		2,1		< 10						12
Mangan	mg Mn/l		0,0016		0,0014		0,0016		0,0012		0,0051		0,0014		< 0,02						0,05
Kobber	mg Cu/l		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,1						0,3
Sink	mg Zn/l		< 0,002		< 0,002		< 0,002		< 0,002		< 0,002		< 0,002		< 0,1						0,3
Bly	mg Pb/l		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05								0,02
Nikkel	mg Ni/l		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02								0,05
Kadmium	mg Cd/l		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005								0,005
Krom	mg Cr/l		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01								0,05
Sølv	mg Ag/l		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01								0,01
Sum kationer ³	meq/l		1,24		1,13		1,06		0,93		1,39		0,92								
Ionebalanseavvik ⁴	%		- 5		- 3		1		- 2		3		2								

¹ Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

² Vannet bør ikke være aggressivt.

³ Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

⁴ Ionebalanseavvik = Σkationer - Σanioner / (Σkationer + Σanioner) · 100%



NGU / ØVERBYGDA VASSVERK
 GRUNNVANNSUNDERSØKELSE
 LOKALISERINGSKART FOR KARTBLAD 95.050 -02 OG -03
 ØVERBYGDA
 SNÅSA KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1: 50 000

MÅLT

TEGN

TRAC

KFR.

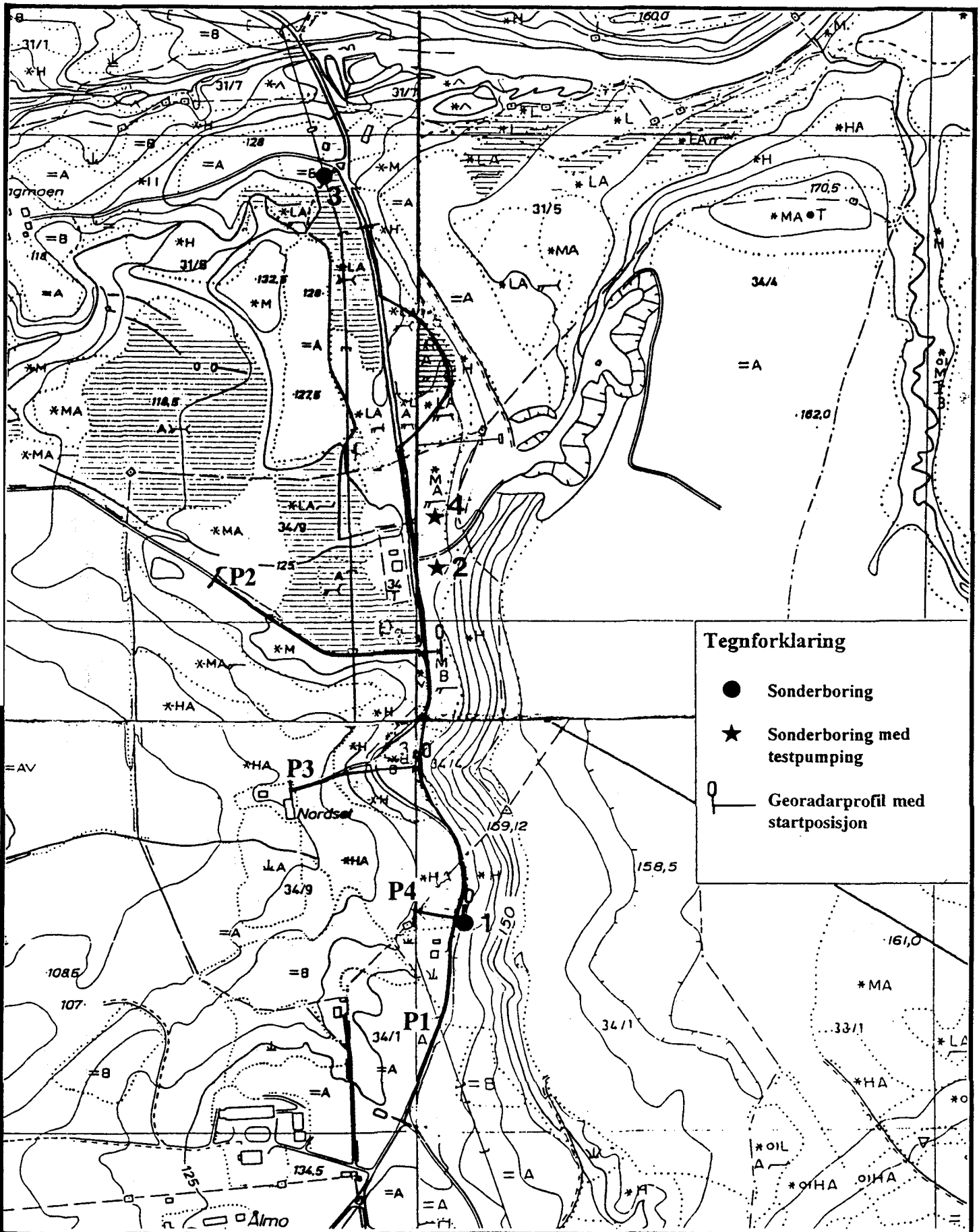
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.

95.050-01

KARTBLAD NR.

1823 IV



Tegnforklaring

- Sonderboring
- ★ Sonderboring med testpumping
- ⊥ Georadarprofil med startposisjon

NGU / ØVERBYGDA VASSVERK
 GRUNNVANNSUNDERSØKELSE
 OVERSIKTSKART
 ÅLMO
 SNÅSA KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1: 5 000

MÅLT

TEGN

TRAC

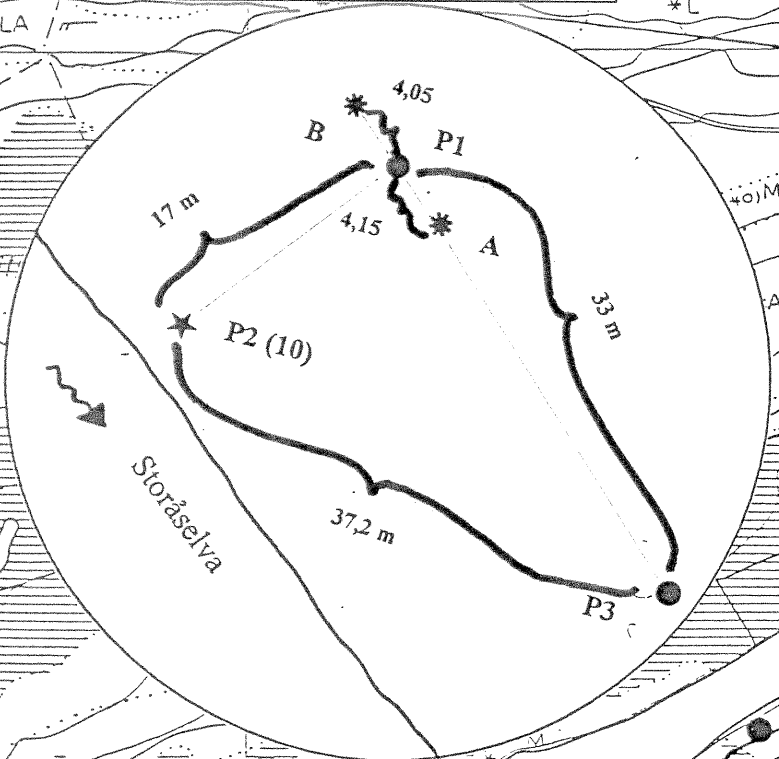
KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 95.050-02

KARTBLAD NR.
 1823 IV

Detaljsskisse, brønnområdet



Tegnforklaring

- Sonderboring
- ★ Sonderboring med testpumping
- * Prøvepumpingsbrønn
- ⊗ Kildeutslag
- P1 Observasjonsbrønn
- P5 Georadarprofil med startposisjon

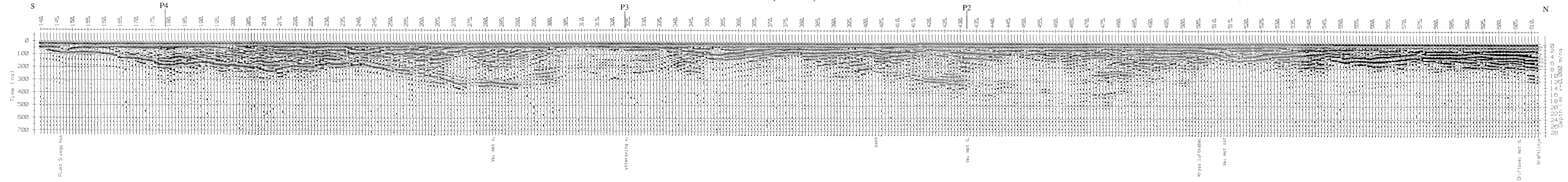
NGU / ØVERBYGDA VASSVERK
GRUNNVANNSUNDERSØKELSE
OVERSIKTSKART
OMLI / SKRÅMO
SNÅSA KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1: 5 000	MÅLT	
	TEGN	
	TRAC	
	KFR	

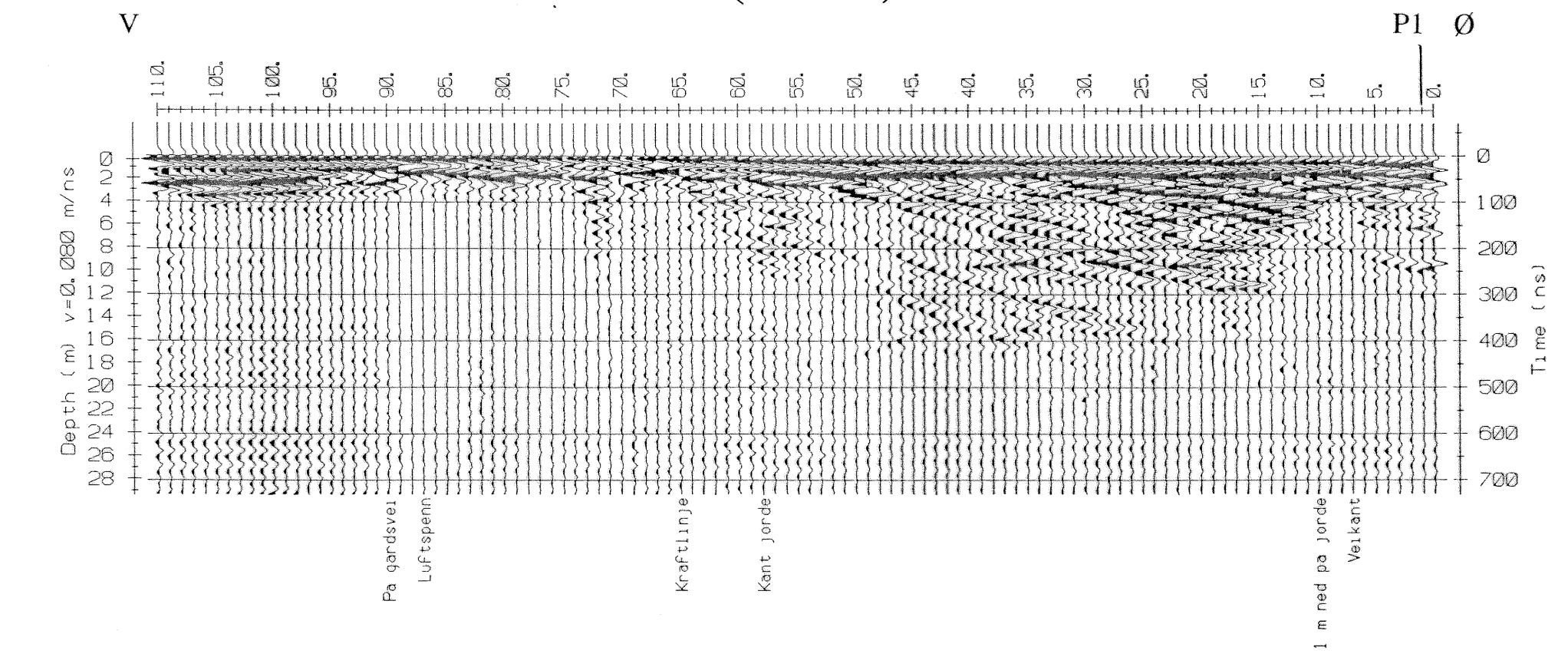
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR. 95.050-03	KARTBLAD NR. 1823 IV
--------------------------	-------------------------

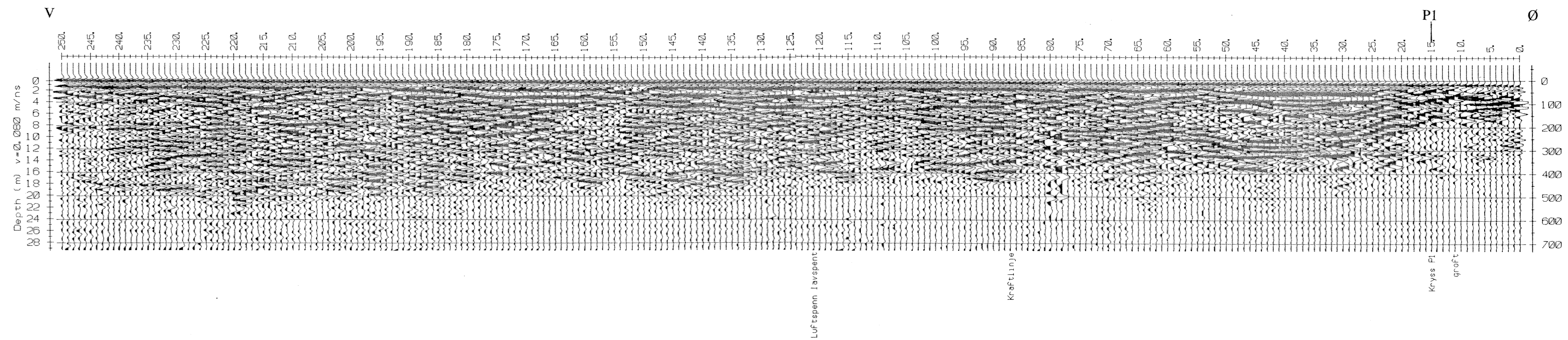
P1 (utsnitt)



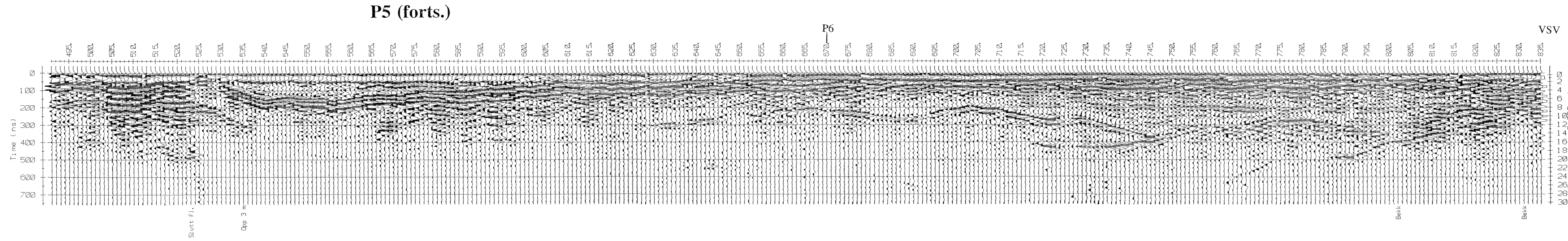
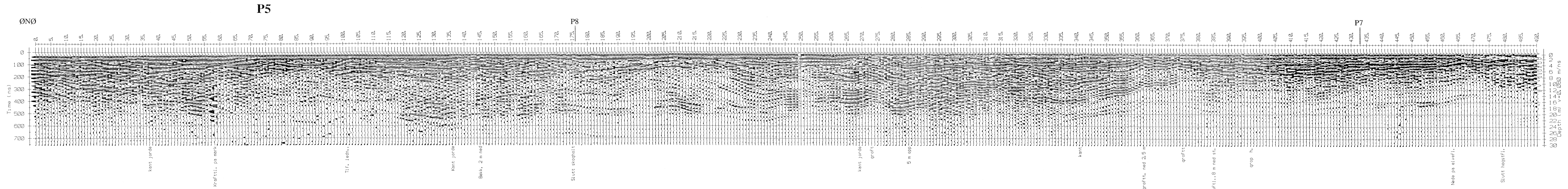
P3 (utsnitt)



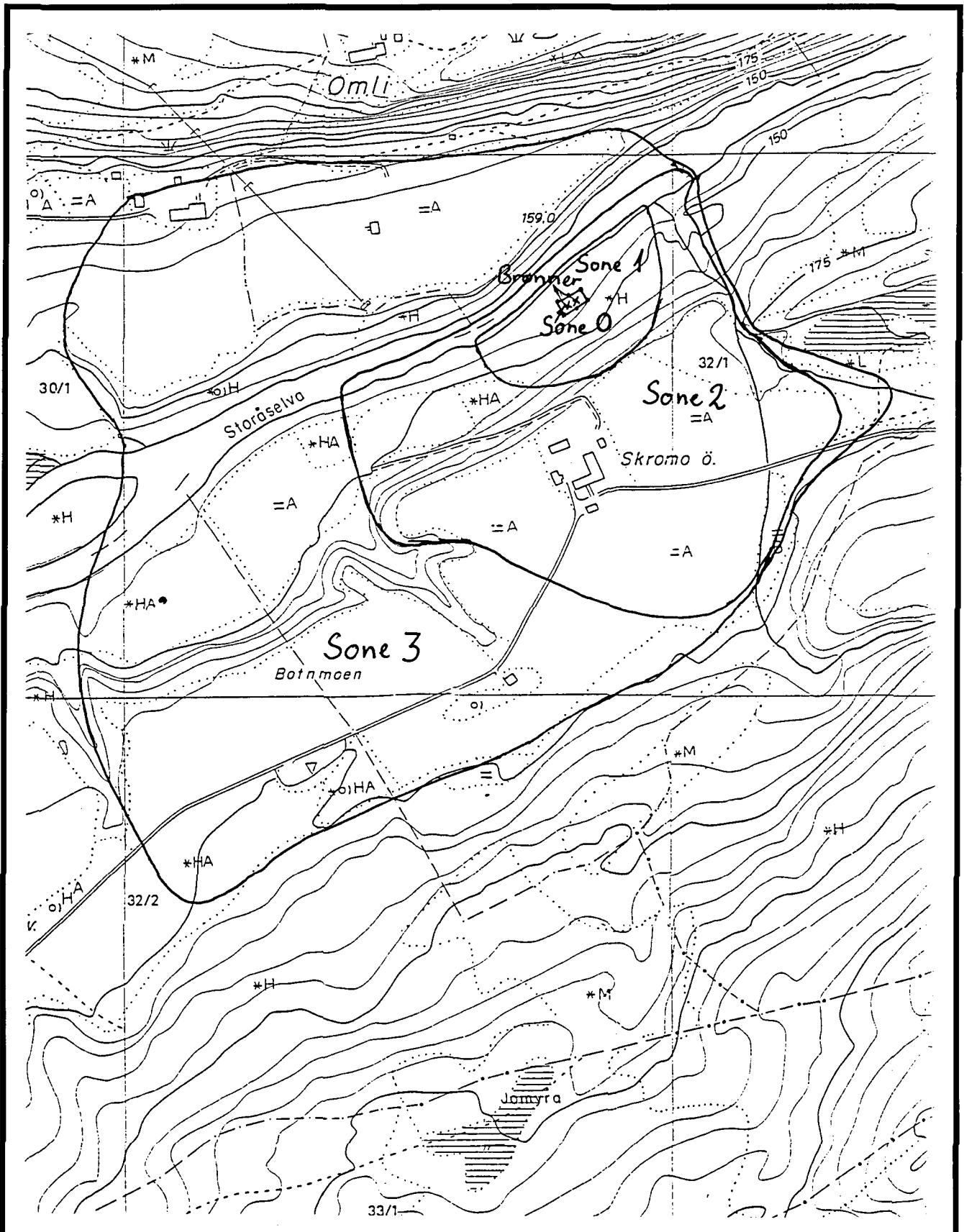
P2



NGU / ØVERBYGDA VASSVERK GRUNNVANNSUNDERSØKELSE GEORADARPROFILER (P1, P2 OG P3) ÅLMO SNÅSA KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT
	1: 500	TEGN.
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM.	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
	95.050-04	1823 IV



NGU / ØVERBYGDA VASSVERK GRUNNVANNUNDERSØKELSE GEORADARPROFIL P5 SKRÅMO SNÅSA KOMMUNE, NORD-TRONDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT	
	1: 500	TEGN.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM.	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	95.050-05	1823 IV	



NGU/ØVERBYGDA VASSVERK
 KLAUSULERINGSSONER RUNDT GRUNNVANNSS-
 BRØNNER

SKRÅMO

SNÅSA KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1:5.000

MÅLT

TEGN

TRAC

KFR

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR
 95.050-06

KARTBLAD NR
 1823 IV