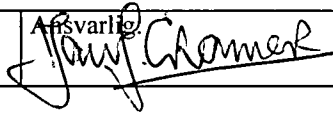


NGU Rapport 2000.092

Ingeniør- og hydrogeologiske undersøkelser
langs Brattreitelva, Verran kommune, Nord-
Trøndelag fylke.

Rapport nr.: 2000.092		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Ingeniør- og hydrogeologiske undersøkelser langs Brattreitelva, Verran kommune, Nord-Trøndelag fylke.			
Forfatter: Gaute Storrø		Oppdragsgiver: Nord Trøndelag E-verk (NTE)	
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Verran	
Kartblad (M=1:250.000) Namsos		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1623-2, Holden	
Forekomstens navn og koordinater: Follavatnet (603000-7104500), Brenna (603700-7104700), Rennemo (605100-7105300), Ystmark (606000-7105700) og Malm (608300-7106400)		Sidetall: 48 Pris: kr 70,- Kartbilag: 0	
Feltarbeid utført: 1999 - 2000	Rapportdato: 15.01.2001	Prosjektnr.: 2712.17	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>I forbindelse med en planlagt regulering av Brattreitelva i Verran kommune, utførte NGU i juni 2000 en feltbefaring i områdene langs omtalte elv. Ved den planlagte reguleringen vil en stor del av avrenningen fra Brattreitelvas nedslagsfelt bli overført gjennom tunnel til Follavatnet. Langs elva er det registrert 3 private vannverk samt ett planlagt kommunalt vannverk. Undersøkelsene ble i første rekke konsentrert om å klarlegge de eventuelle skadevirkninger som kan oppstå ved en redusert vannføring i Brattreitelva. Størrelsen på vanninfiltrasjonen fra elva til det omkringliggende grunnvannsmagasin ble beregnet til 0.02 m³/sek. NTE har utført beregninger av i hvor stor del av året vassføringen etter regulering, statistisk sett, vil kunne ligge lavere enn 0.02 m³/sek. Beregningene viser at en slik vannføring vil kunne opptre i 2 % av året. Omfanget av uønsket lav vannføring vurderes derfor som stort nok til at forholdet bør ivaretas gjennom pålegg om styrt minstvassføring.</p> <p>Redusert vannføring i Brattreitelva forventes ikke å medføre reduksjon i kapasiteten for fjellbrønnene som forsyner de private vannverkene ved Brenna, Rennemo og Ystmark. Det er derfor ikke grunnlag for å kreve at det iverksettes særskilte tiltak rettet mot disse grunnvannsanleggene.</p> <p>Den største risikoen for overflatedrenering antas å være knyttet til tilnærmet vertikale sprekkesoner i tunnelens midtre parti. Topografien gir også indikasjoner på en sprekkesone som krysser den sørligste del av tunneltraséen. Den førstnevnte sonen går gjennom flere markerte våtmarksområder. Den sørligste sonen går gjennom områder med dyrket mark. Under tunneldrivingen bør det legges ekstra vekt på lekkasjeproblematikk på de omtalte tunnelstrekningene.</p> <p>Det anbefales at utbygger pålegges å opprettholde en minstevassføring i Brattreitelva på 0.03 m³/sek, målt ved brua over elva på R720. Utbygger bør pålegges å opprette og drive en målestasjon ved den omtalte bru, hvor det foretas målinger av vannstand/vannføring i Brattreitelva. I de tilfeller hvor vannføringens døgnmiddelverdi er mindre enn 0.03 m³/sek. bør tapping fra damstedet i Brattreitelva automatisk iverksettes. Tapping opprettholdes inntil vannføringens 3-døgns middelverdi overstiger 0.03 m³/sek.</p> <p>For en ytterligere sikring av grunnvannsressursene ved utløpet av Brattreitelva anbefaler vi terskelbygging på strekningen fra brua på R720 ned til elvemunningen.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Ingeniørgeologi	Vassdrag	
Grunnvannsbrønn	Berggrunn	Løsmasser	
Vannforsyning	Sprekkesone	Fagrapport	

INNHALDSFORTEGNELSE

INNHALDSFORTEGNELSE	3
1. INNLEDNING	4
2. RESULTATER.....	5
2.1 Grunnvannsføremkomsten ved Brattreitelvas utløp i Malm sentrum	5
2.2 Private grunnvannsverk langs Brattreitelva	6
2.2.1 Grunnvannsbrønn ved Brenna.....	6
2.2.2 Grunnvannsbrønn ved Rennemo	6
2.2.3 Grunnvannsbrønn ved Ystmark	6
2.3 Ingeniørgeologiske forhold i tilknytning til overføringstunnel fra Brattreitelva til Follavatnet.	6
3. KONKLUSJONER/ANBEFALINGER	7
4. REFERANSER	8

FIGURER

- 1 Oversiktskart for området Follavatnet – Brattreitelva – Malm.
- 2 Oversiktskart for Malm sentrum.
- 3 Detaljkart for Brennaområdet.
- 4 Detaljkart for områdene Rennemo og Ystmark.
- 5 Ingeniørgeologisk kart for overføringstunnel Brattreitelva.
- 6 Overføringstunnel Brattreitelva, vertikalsnitt østre tunnelalternativ.
- 7 Vassføringskurver for Brattreitelva ved inntaksdam og ved utløp i Malm.

TEKSTBILAG

- 1 Statusrapport for geologiske undersøkelser i Malm pr 07.12.99.
- 2 Statusrapport for geologiske undersøkelser langs Brattreitelva pr 25.09.00.

1. INNLEDNING

I forbindelse med en planlagt regulering av Brattreitelva i Verran kommune, utførte NGU i juni 2000, etter oppdrag fra Nord Trøndelag E-verk (NTE), en feltbefaring i områdene langs omtalte elv, fra Follavatnet i vest til Malm sentrum i øst (se figur 1). Ved den planlagte reguleringen vil en stor del av avrenningen fra Brattreitelvas nedslagsfelt bli overført gjennom tunnel til Follavatnet. Langs elva er det registrert 3 private vannverk basert på borebrønner i fjell (se figur 1, 3 og 4) samt ett planlagt kommunalt vannverk basert på løsmassebrønn (se figur 1 og 2). Sistnevnte anlegg er planlagt plassert i grusavsetningene rundt Brattreitelvas utløp i Malm sentrum.

Ifølge beregninger utført av NTE vil den naturlige minstevannføringen i Brattreitelva, ved utløpet i Malm sentrum, etter reguleringen være ca $0.2 \text{ m}^3/\text{sek}$ (se figur 7). Beregningen er basert på 50-prosentilen, d.v.s. at statistisk sett så vil minstevannføringen etter reguleringen kunne ligge under $0.2 \text{ m}^3/\text{sek}$ i halvparten av årets døgn.

Etter oppdrag fra Verran kommune startet NGU i 1991 med undersøkelser av grunnvannsforekomsten ved Brattreitelvas utløp (NGU Rapportene 91.130, 91.231 og 94.039). Undersøkelsene har pågått fram til høsten 2000. Det er dokumentert at forekomsten har et uttakspotensiale som med god margin dekker det aktuelle behovet ved ett nytt hovedvannverk for Malm sentrum. Vannkvaliteten tilfredsstiller kravene som er angitt i drikkevannsforskriften med unntak av jern som ligger 1-10 ganger høyere enn drikkevannsnormen. Grunnvannet viser også sporadisk for høyt innhold av mangan. Arbeidene som ble utført i 1999-2000 er rapportert i statusrapporter datert 07.12.99 og 25.9.00 (se tekstbilag 1 og 2).

En regulering av Brattreitelva kan påvirke grunnvannsforekomsten ved elvas utløp på følgende måte:

- 1) Redusert vannføring i Brattreitelva kan medføre redusert infiltrasjon og derav følgende reduksjon i grunnvannsnydannelsen.
- 2) Grunnvannsforekomsten ligger ved Beistadfjorden og redusert grunnvannsnydanning kan resultere i saltvannsinntrengning og forringet grunnvannskvalitet.
- 3) Erfaringsmateriale viser at grunnvannsforekomster som ligger i nær tilknytning til regulerte vassdrag ofte viser forhøyet innhold av jern og/eller mangan i grunnvannet. Årsaken antas å være at senket elvevannstand gir senket grunnvannstand. I flomperioder vil grunnvannstanden stige og jern/mangan vaskes ut fra utfellingslag i det som vanligvis er umettet sone.

Gjennom de undersøkelser som er utført innen grunnvannsforekomsten ved Brattreitelvas utløp er det forsøkt å kartlegge hvilket omfang de foran omtalte skadevirkninger kan få, ved en eventuell vassdragsregulering.

Det er registrert 3 private vannverk langs Brattreitelvas nordside, som henter vann fra grunnvannsbrønner boret i fjell. En reduksjon av vannføringen i elva kan i utgangspunktet tenkes å medføre redusert vanntilførsel til disse brønnene. Forholdet er undersøkt gjennom studier av geologiske kart over området samt gjennom en feltbefaring ved de aktuelle brønnene.

Overføring av vann fra Brattreitelva til Follavatnet er planlagt gjennomført ved etablering av en 7 – 800 meter lang tunnel. Det er foretatt en befaring langs tunneltraséen for å kartlegge

eventuelle sprekkesoner i berggrunnen. Som grunnlagsmateriale er resultatene fra et forholdsvis detaljert berggrunnsgeologisk kartleggingsarbeid, utført av T. Thorsnes i 1986, benyttet (se NGU Rapport 87.070). Utfra disse undersøkelsene er det gjort en vurdering av risikoen for at kraftverkstunnelen kan bevirke drenering av innsjøer, elver, bekker og/eller våtmarksområder i tunnelens nærområde. Enkle vurderinger av ingeniørgeologiske forhold knyttet til tunneldriften er også gjennomført.

2. RESULTATER

2.1 Grunnvannsføremkomsten ved Brattreitelvas utløp i Malm sentrum

I undersøkelsen som ble gjennomført i 1993-94 ble det konkludert med at den aktuelle grunnvannsføremkomsten har et uttakspotensiale som med god margin dekker det aktuelle behovet ved ett nytt hovedvannverk for Malm sentrum (> 15 l/sek). Vannkvaliteten tilfredsstiller kravene som er angitt i drikkevannsforskriften med unntak av jern som ligger 1-10 ganger høyere enn drikkevannsnormen. Grunnvannet viser også sporadisk for høyt innhold av mangan. Vannet bør behandles med alkalisering og justering av pH til 8.0 – 8.5 og deretter luftes og eventuelt filtreres (NGU Rapport 94.039).

Undersøkelsene som ble utført i 1999-2000 ble i første rekke konsentrert om å klarlegge de eventuelle skadevirkninger som kan oppstå, ved den omtalte grunnvannsføremkomsten, ved en redusert vannføring i Brattreitelva. Størrelsen på vanninfiltrasjonen fra elva til det omkringliggende grunnvannsmagasinet ble målt ved hjelp av sporstoff-forsøk. Under et konstant vannuttak på 12 l/sek fra pumpebrønn (PB, se figur 2) ble det funnet at en saltvannspuls flyttet seg fra elva til PB, en strekning på 30 m, i løpet av 6 døgn. Dette gir en netto strømningshastighet på $v_n = 5$ m/døgn. Arealet av elvebunnen, fra brua på RV720 til elveosen, er beregnet til $A = 1600$ m². Det antas at den effektive porøsitet i sand/grus-massene er $n_{eff} = 20$ %. Vannmengden som infiltreres gjennom elvebunnen er da:

$$Q = v_n \times A \times n_{eff} = 5 \times 1600 \times 0.2 \text{ m}^3/\text{døgn} = 1600 \text{ m}^3/\text{døgn} = \underline{0.02 \text{ m}^3/\text{sek}}.$$

Ved en feil er vannmengden som infiltreres gjennom elvebunnen i Brattreitelva angitt til 0.15 m³/s i vår statusrapport av 25.09.00 (se tekstbilag 2). Feilen har oppstått ved at vi ikke har tatt hensyn til den effektive porøsiteten ved disse første beregningene.

Som vist i figur 7 er minstevannføring i Brattreitelva etter regulering beregnet til 0.15 m³/s. Dette synes i utgangspunktet å være mer enn tilstrekkelig til å opprettholde den nødvendige grunnvannsnydannelse i den aktuelle grunnvannsføremkomsten. Det må imidlertid understrekes at minstevannføringen her er beregnet utfra 50-prosentilen, d.v.s. at statistisk sett så vil vannføringen etter reguleringen kunne ligge under 0.15 m³/sek i halvparten av årets døgn. Etter forespørsel fra NGU har NTE utført beregninger av i hvor stor del av året vassføringen etter regulering, statistisk sett, vil kunne ligge lavere enn 0.02 m³/sek. Beregningene viser at vassføring lavere enn 0.02 m³/sek vil kunne opptre i 2 % av året, d.v.s. samlet ca 1 uke pr. år (Støvik-NTE, pers. medd.). Forventet omfanget av uønsket lav vannføring kan derfor ikke betegnes som spesielt stort, men likevel stort nok til at forholdet bør ivaretas gjennom pålegg om styrt minstvassføring.

Det er ikke alene vannmengden, men også vannstanden, d.v.s. trykkgradienten fra elv til grunnvannsmagasin, som er avgjørende for omfanget av grunnvannsnydannelse. Vi har grovt

regnet av minstevannstanden etter regulering, på samme måte som minstevannføringen (se figur 7), vil reduseres med 50 %. Vi har ingen mål på naturlig minstevannstand i Brattreitelva på den aktuelle strekningen, men anslår at denne kan ligge i området 0.5 – 1.0 m (vannstand målt i forhold til elveleiets dypeste punkt). Stipulert reduksjon i minstevannstand blir da 0.25 – 0.5 m. Utfra en midlere helning på elveløpet på 2% (1:50) kan da 0.5-1.0 meter høye terskler med 100 m's mellomrom være en aktuell løsning. Det bør utføres terskelbygging på strekningen fra brua på R720 ned til nivået for middel lavvann (MLW) i Beitstadfjorden. Detaljutforming av terskelopplegget bør vurderes nærmere av dertil egnede sakkyndige (hydrologer, landskapsarkitekter, fiskeribiologer m.m).

2.2 Private grunnvannsverk langs Brattreitelva

Det er registrert 3 private vannverk langs Brattreitelvas nordside, som henter vann fra grunnvannsbrønner boret i fjell. En reduksjon av vannføringen i elva kan i utgangspunktet tenkes å medføre redusert vanntilførsel til disse brønnene. Etter henvendelse fra disse vannverkene er det utført en befaring for å klarlegge hvorvidt en regulering av Brattreitelva vil kunne gi uønskede, negative konsekvenser for grunnvannsverkene.

2.2.1 Grunnvannsbrønn ved Brenna

Brønnens beliggenhet er vist i figur 1 og 3. Redusert vannføring i Brattreitelva forventes ikke å medføre reduksjon i kapasiteten for brønnen. Vanntrykket i den aktuelle brønnene er slik at brønnen renner over (artesisisk). Dette innebærer at brønnen viser mer enn 100 m overtrykk i forhold til vannivået i Brattreitelva. Brønnen må derfor i all hovedsak få sin vanntilførsel fra sprekker i berggrunnen i de høyereliggende områdene på nordsiden av Brattreitelva.

2.2.2 Grunnvannsbrønn ved Rennemo

Brønnens beliggenhet er vist i figur 1 og 4. Redusert vannføring i Brattreitelva forventes ikke å medføre reduksjon i kapasiteten for brønnen. Vanntrykket i den aktuelle brønnene er slik at brønnen renner over (artesisisk). Dette innebærer at brønnen viser mer enn 90 m overtrykk i forhold til vannivået i Brattreitelva. Brønnen må derfor i all hovedsak få sin vanntilførsel fra sprekker i berggrunnen i de høyereliggende områdene på nordsiden av Brattreitelva.

2.2.3 Grunnvannsbrønn ved Ystmark

Brønnens beliggenhet er vist i figur 1 og 4. Redusert vannføring i Brattreitelva forventes ikke å medføre reduksjon i kapasiteten for brønnen. Vanntrykket i den aktuelle brønnene er slik at brønnen renner over (artesisisk). Dette innebærer at brønnen viser mer enn 100 m overtrykk i forhold til vannivået i Brattreitelva. Brønnen må derfor i all hovedsak få sin vanntilførsel fra sprekker i berggrunnen i de høyereliggende områdene på nordsiden av Brattreitelva.

2.3 Ingeniørgeologiske forhold i tilknytning til overføringstunnel fra Brattreitelva til Follavatnet.

Tunnelens beliggenhet er vist i figur 1, 5 og 6. Det er kun østre tunnelalternativ som er tegnet opp i vertikalprofil (figur 6) og alle heretter anførte pel-nr refererer til dette alternativet.

Den største risikoen for overflatedrenering antas å være knyttet til tilnærmet vertikale sprekkesoner pel nr 400-420 og 470-490 (figur 6). Sonene krysser et større myrområde som ligger vest for tunneltraséene og et mindre myrområde som ligger rett over østre tunnelalternativ (figur 5). Feltobservasjonene gir ikke grunnlag for en nærmere spesifisering av de omtalte sprekkesonenes beskaffenhet med hensyn til drenering og transport av vann. Under tunneldrivingen bør det legges ekstra vekt på lekkasje- og drenerings-problematikk på hele strekningen fra pel nr 400 til pel nr 500.

Berggrunnen langs tunneltraséene består av sandstein/konglomerat, dog med et mulig unntak av en kort strekning ved nordre tunnelpåhugg, som kan bestå av dioritt. Eksakt beliggenhet av grensen mellom dioritt og sandstein/konglomerat ble ikke kartlagt i forbindelse med feltbefaringen. Bergartgrensen har fall mot nord, men fallvinkelen kan ikke bestemmes eksakt utfra feltobservasjoner. Sonen antas å krysse østre tunneltrasé i området pel nr 690-750. Bergartsgrensen kan være ledsaget av oppsprekking idet den er sammenfallende med en regional forkastningssone. Berggrunnsforholdene ved nordre tunnelpåhugg bør kartlegges nærmere. Eventuelle stabilitets-/lekkasjepoblemer kan trolig unngås ved flytting av damsted og tunnelpåhugg mot sør.

Topografien gir indikasjoner på en sprekkesone som krysser den sørligste del av tunneltraséene, vist med tykk, stiplet linje i figur 5. Den østligste del av sonen er klart markert i form av et skar i terrenget, mens forløpet mot vest er mere uklart. Sonen antas å ha et tilnærmet vertikalt forløp og synes å krysse østre tunneltrasé ved pel nr 170-190, d.v.s. ved søndre tunnelpåhugg. Feltobservasjonene gir ikke grunnlag for en nærmere spesifisering av sprekkesonens beskaffenhet med hensyn til drenering og transport av vann. Sonen går gjennom områder med dyrket mark hvilket medfører at det under tunneldrivingen bør legges ekstra vekt på eventuell lekkasje- og dreneringsproblematikk knyttet til denne sprekkesonen.

3. KONKLUSJONER/ANBEFALINGER

Det anbefales at utbygger pålegges å opprettholde en minstevassføring i Brattreitelva på $0.03 \text{ m}^3/\text{sek}$, målt ved brua over elva på R720. Denne minstevassføringen vil utfra våre beregninger være nødvendig for å opprettholde en tilstrekkelig grunnvannsnydannelse i grunnvannsforekomsten ved elvas utløp i Malm sentrum. Det er da lagt inn en sikkerhetsfaktor på 1.5 (50 %) i forhold til den målte infiltrasjon gjennom elvebunnen.

Utbygger bør pålegges å opprette og drive en målestasjon ved den omtalte bru, hvor det foretas målinger av vannstand/vannføring i Brattreitelva med registreringer en gang pr klokke-time. Som grunnlag for beregning av minstevassføring anbefales det at døgnmiddelverdier benyttes. I de tilfeller hvor vannføringens døgnmiddelverdi (middelverdi for 24 på hverandre følgende målinger) er mindre enn $0.03 \text{ m}^3/\text{sek}$ bør tapping fra damstedet i Brattreitelva automatisk iverksettes. Tapping opprettholdes inntil vannføringens 3-døgns middelverdi (middelverdi for 72 på hverandre følgende målinger) overstiger $0.03 \text{ m}^3/\text{sek}$.

For å sikre grunnvannsressursene ved utløpet av Brattreitelva anbefaler vi terskelbygging på strekningen fra brua på R720 ned til nivået for middel lavvann (MLW) i Beitstadfjorden. Dette vil heve vannspeilet i elva og redusere strømningshastigheten slik at tilstrekkelig infiltrasjon sikres gjennom perioder med lav vannføring. Utfra en midlere helning på elveløpet på 2% (1:50) og en stipulert reduksjon i minstevannstand på 0.25 – 0.5 m kan da 0.5-1.0 meter høye terskler med 100 m's mellom-rom være en aktuell løsning.

Detaljutforming av terskelopplegget bør vurderes nærmere av dertil egnede sakkyndige (hydrologer, landskapsarkitekter, fiskeribiologer m.m).

Vi finner ikke grunnlag for å kreve at utbyggeren må iverksette særskilte tiltak rettet mot de private grunnvannsanleggene langs nordsiden av Brattreitelva.

Den største risikoen for overflatedrenering antas å være knyttet til tilnærmet vertikale sprekkesoner pel nr 400-420 og 470-490. Sonene krysser et større myrområde som ligger vest for tunneltraséene og et mindre myrområde som ligger rett over østre tunnelalternativ. Under tunneldrivingen bør det legges ekstra vekt på lekkasje- og drenerings-problematikk på hele strekningen fra pel nr 400 til pel nr 500. Topografien gir indikasjoner på en sprekkesone som krysser den sørligste del av tunneltraséene. Den østligste del av sonen er klart markert i form av et skar i terrenget, mens forløpet mot vest er mere uklart. Sonen antas å ha et tilnærmet vertikalt forløp og synes å krysse østre tunneltrase ved pel nr 170-190. Sonen går gjennom områder med dyrket mark hvilket medfører at det under tunneldrivingen bør legges vekt på eventuell lekkasje- og dreneringsproblematikk knyttet til denne sprekkesonen.

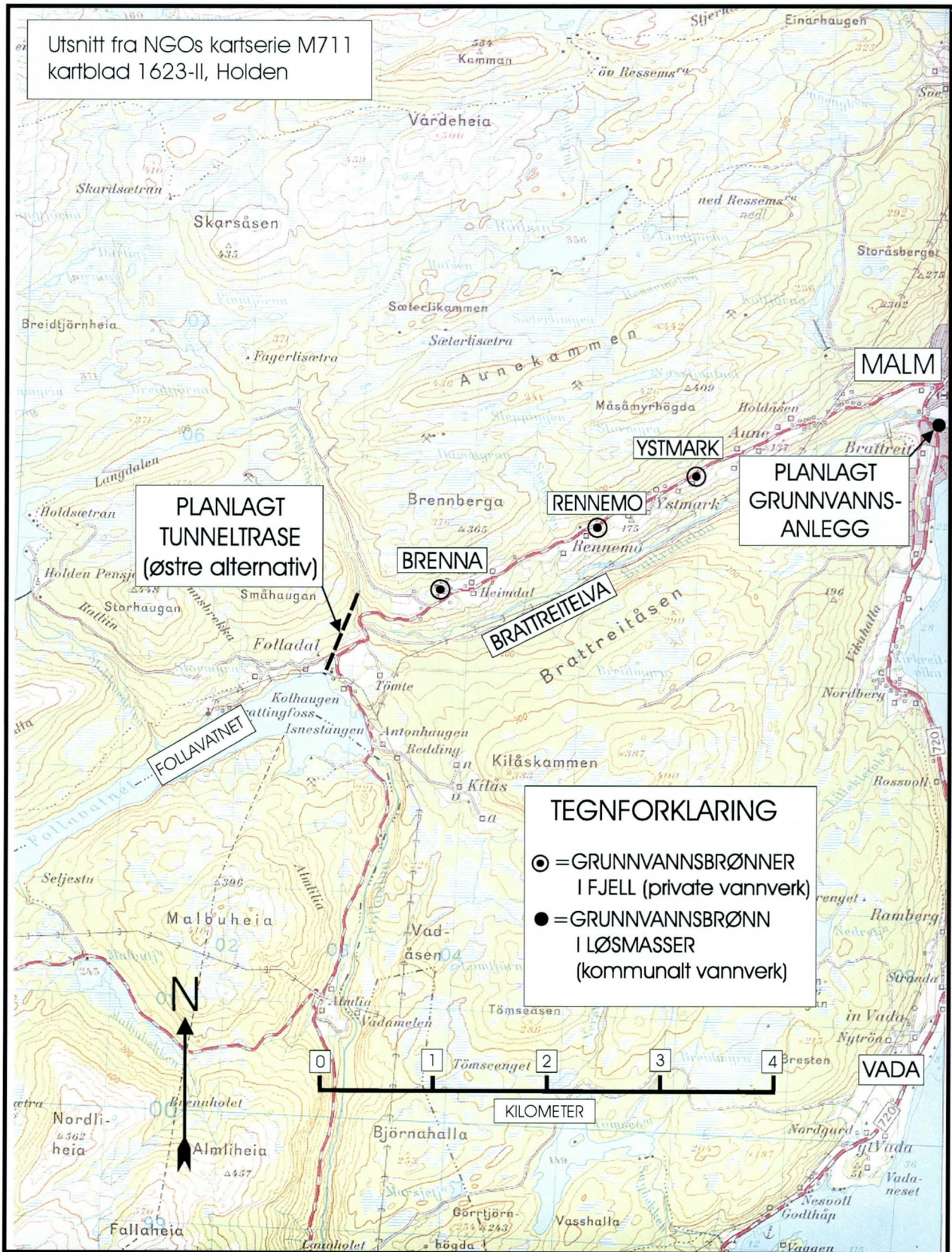
Det bør etableres enkle målestasjoner for overvåking av grunnvannstand i de foran omtalte myrområdene og ved de oppdyrkede områdene ved søndre tunnelpåhugg. Målinger bør startes opp når det endelige resultatet av konsesjonssøknaden foreligger, slik at en får et datagrunnlag for å karakterisere grunnvannstilstanden før det planlagte naturinngrepet (tunnelbyggingen), og videreføres fram til utbyggingen er avsluttet. Aktuelt måleintervall kan være en gang pr uke, eventuelt hyppigere (en gang pr døgn) dersom det velges en løsning med automatisk overvåking (datalogger).

4. REFERANSER

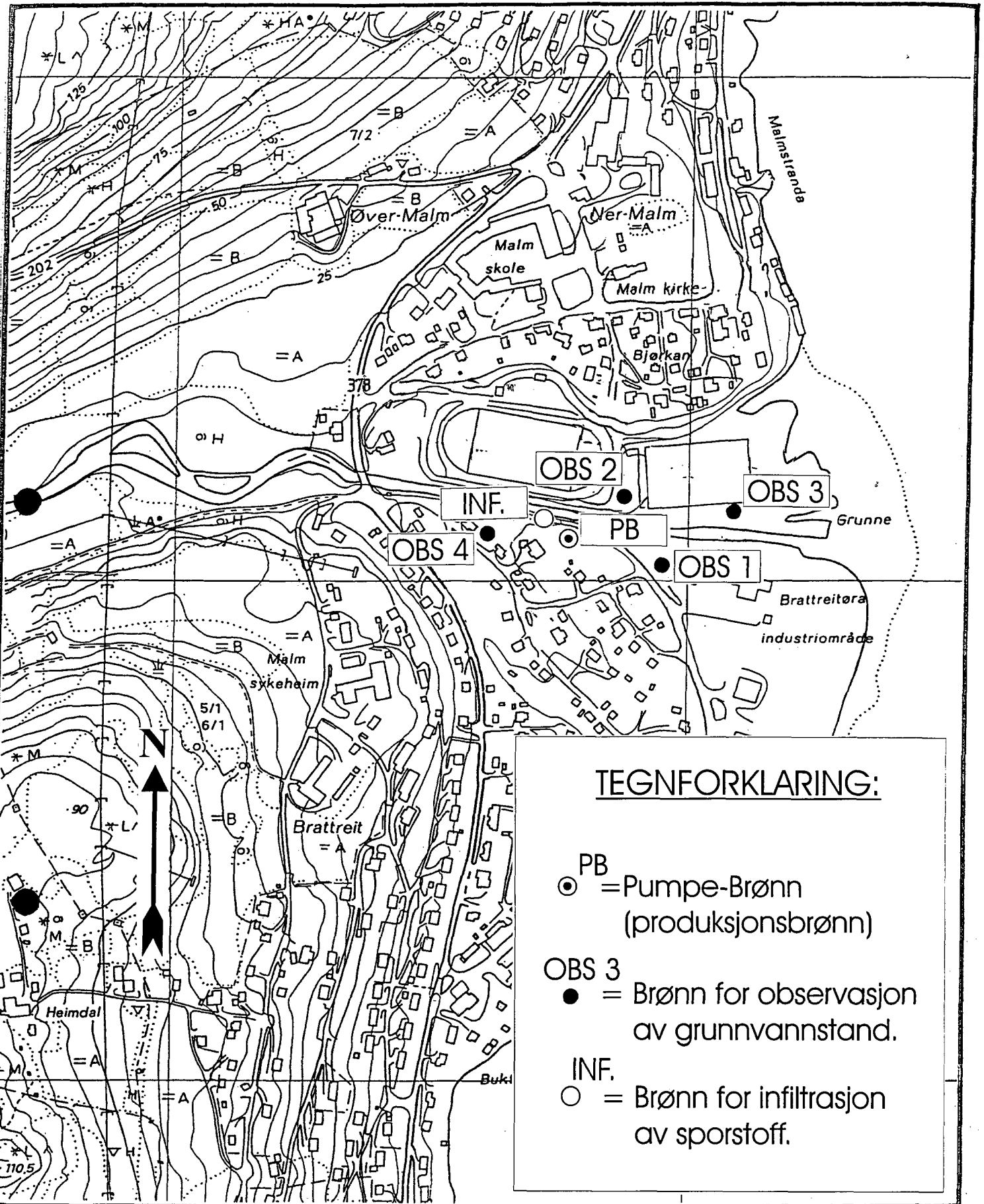
- NGU Rapport 87.070 ”Strukturgeologiske undersøkelser i Malm, Verran kommune, Nord-Trøndelag.”
- NGU Rapport 91.130 ”Grunnvann i Verran kommune”.
- NGU Rapport 91.231 ”Grunnvannsundersøkelser i Verran, Nærøy, Vikna, Fosnes og Namsos.”
- NGU Rapport 94.039 ”Grunnvannsundersøkelser i Verran kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag fylke.”

Figurer

Oversiktskart for området Follavatnet - Brattreitelva - Malm i Verran kommune, Nord-Trøndelag fylke.



Figur 1.



TEGNFORKLARING:

- PB = Pumpe-Brønn
 (produksjonsbrønn)
- OBS 3 = Brønn for observasjon
 av grunnvannstand.
- INF. = Brønn for infiltrasjon
 av sporstoff.

NGU / VERRAN KOMMUNE
 GRUNNVANNSUNDERSØKELSE
 OVERSIKTSKART
 MALM
 VERRAN KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1 : 5000	MÅLT JFT	
	TEGN	
	TRAC	
	KFR.	

Figur 2.

KARTBLAD NR.
 1623 II
 1723 III

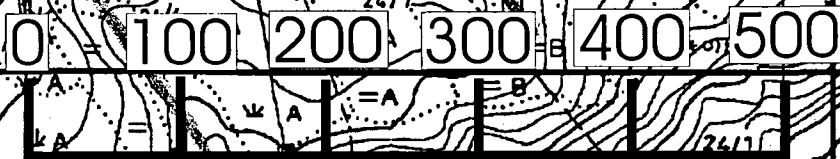
Detaljkart for Brennaområdet, Verran kommune

Grunnvannsbrønn boret i fjell, totaldyp 120 m, d.v.s. bunn av brønn ligger ca 115 moh. Oppgitt kapasitet: ca 300 l/t. Brønnen renner over (artesiske) d.v.s. mer enn 100 m overtrykk i forhold til Brattreitelva.

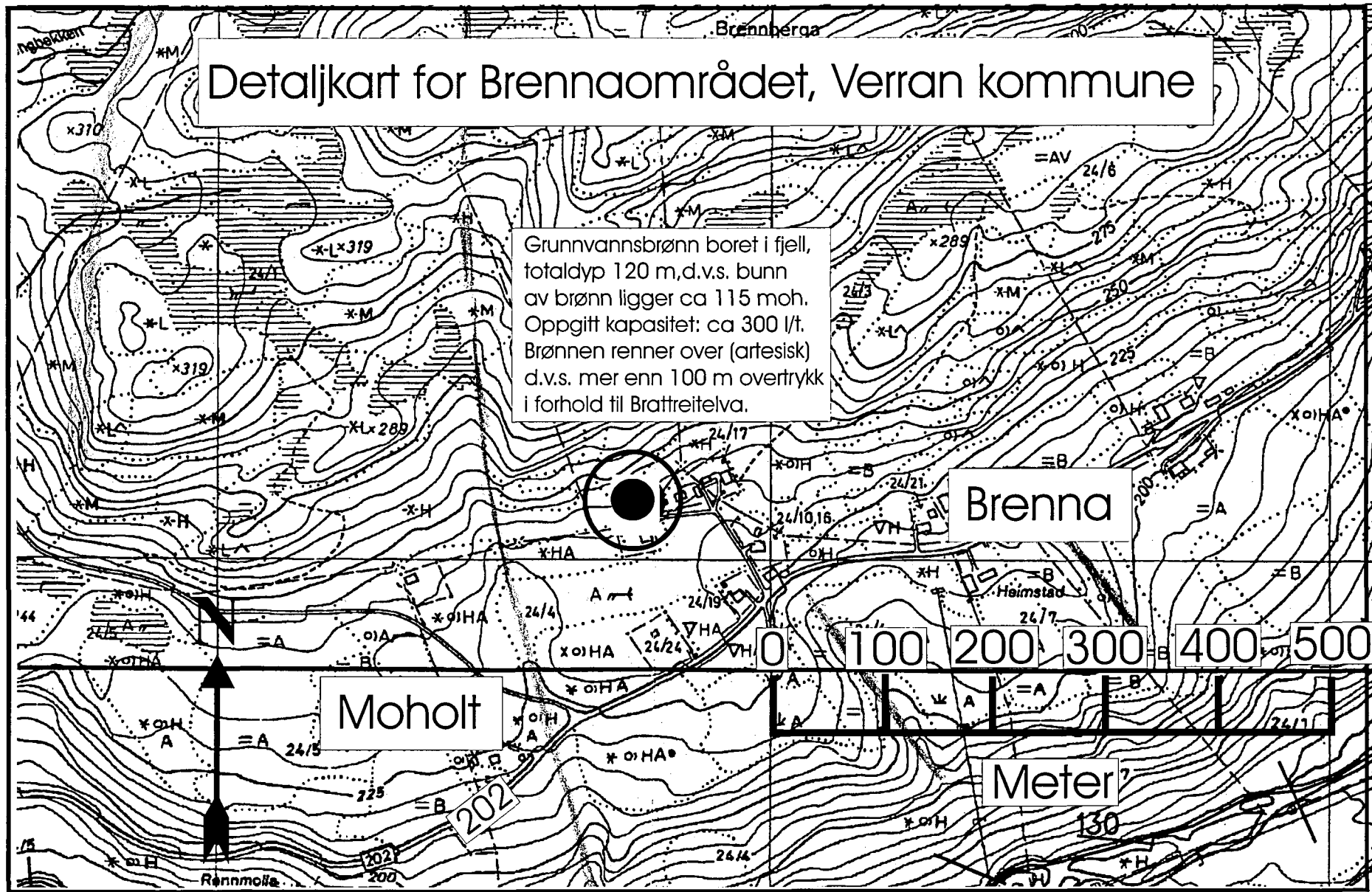
Brenna

Moholt

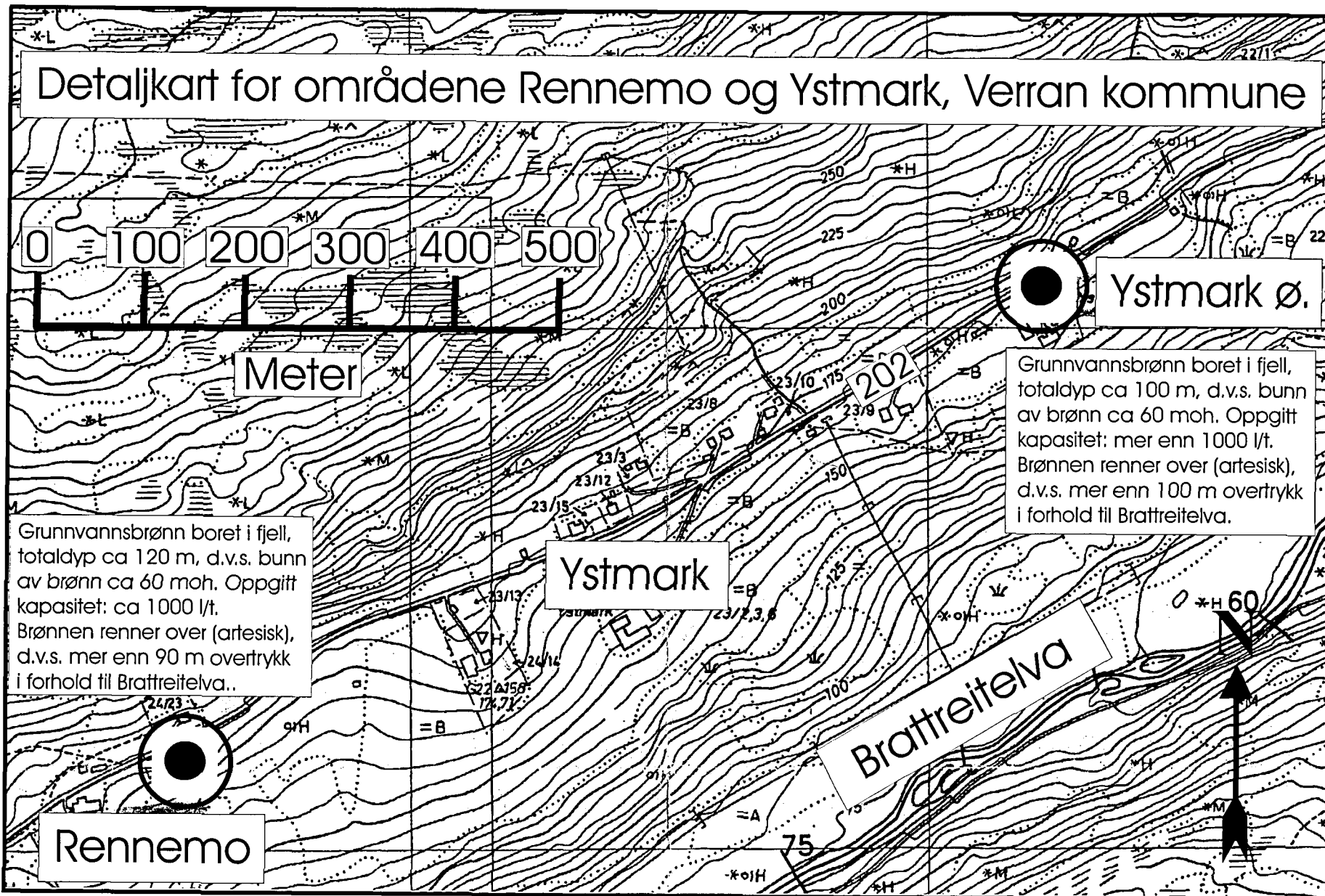
Meter



Figur 3



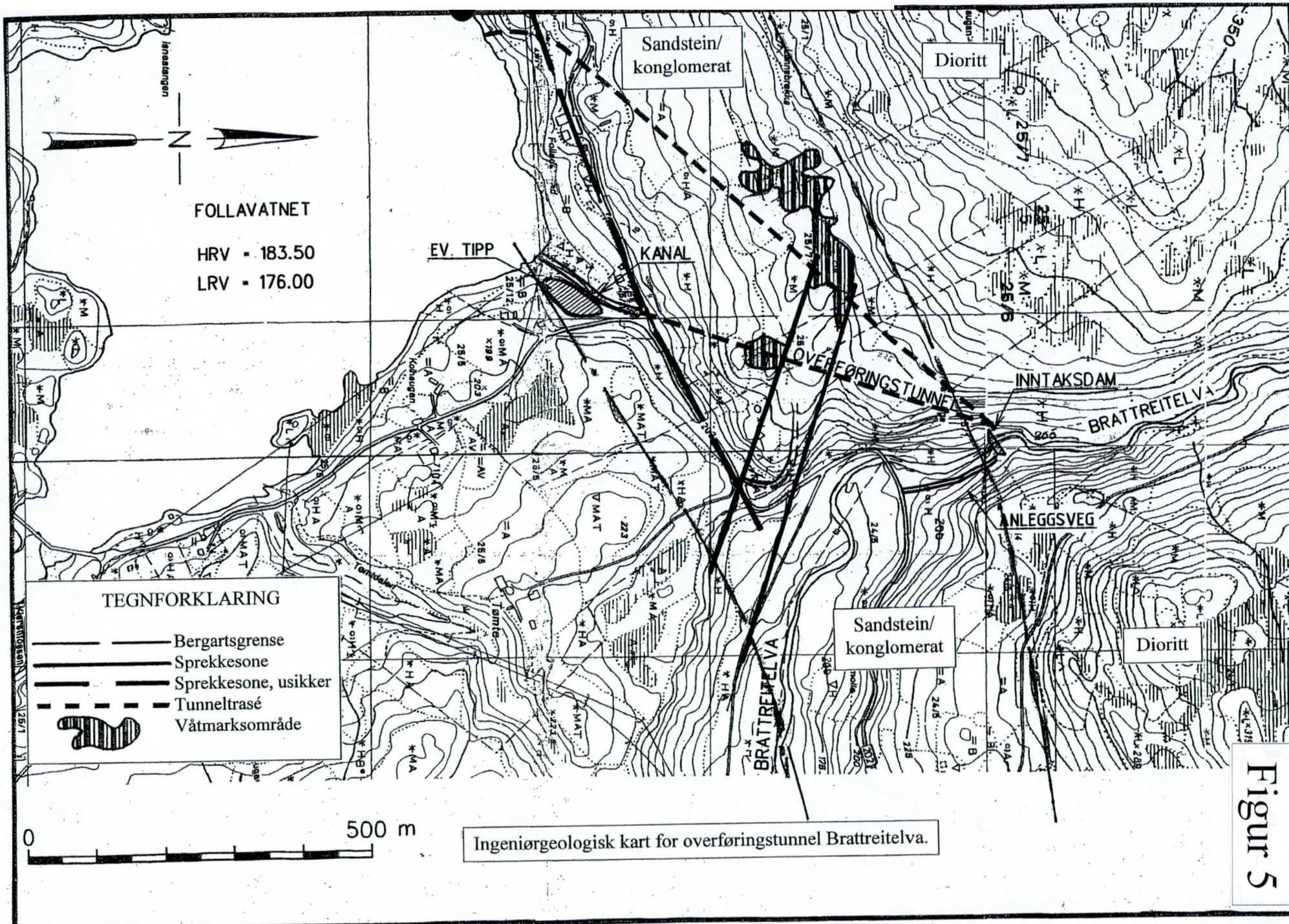
Detaljkart for områdene Rennemo og Ystmark, Verran kommune



Grunnvannsbrønn boret i fjell, totaldyp ca 120 m, d.v.s. bunn av brønn ca 60 moh. Oppgitt kapasitet: ca 1000 l/t. Brønnen renner over (artesiske), d.v.s. mer enn 90 m overtrykk i forhold til Brattreitelva..

Grunnvannsbrønn boret i fjell, totaldyp ca 100 m, d.v.s. bunn av brønn ca 60 moh. Oppgitt kapasitet: mer enn 1000 l/t. Brønnen renner over (artesiske), d.v.s. mer enn 100 m overtrykk i forhold til Brattreitelva.

Figur 4



FOLLAVATNET

HRV = 183.50

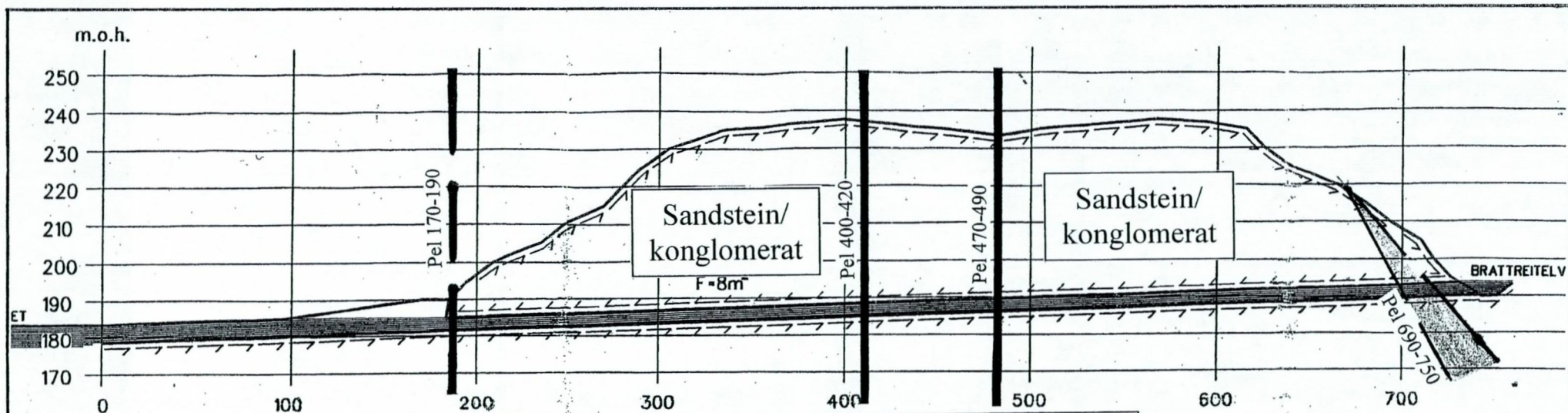
LRV = 176.00

TEGNFORKLARING

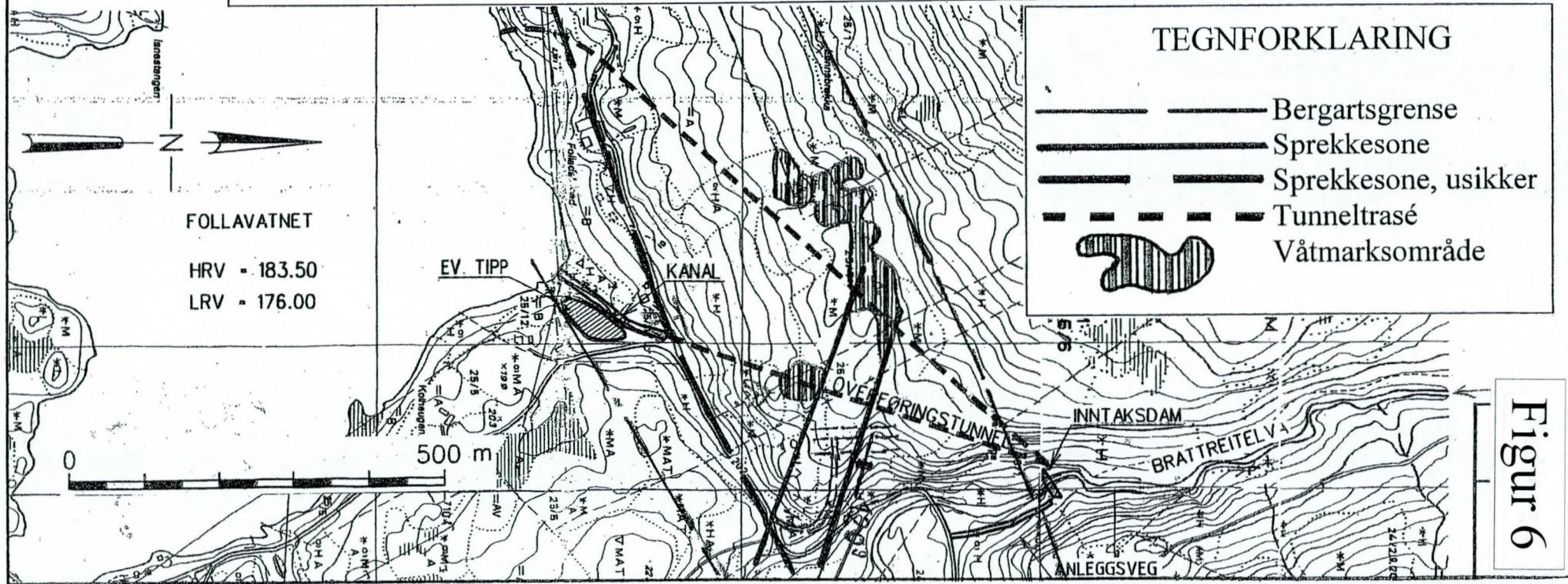
- Bergartsgrense
- Sprekkesone
- Sprekkesone, usikker
- - - Tunneltrasé
- ▨ Våtmarksområde

Ingeniørgeologisk kart for overføringstunnel Brattreitelva.

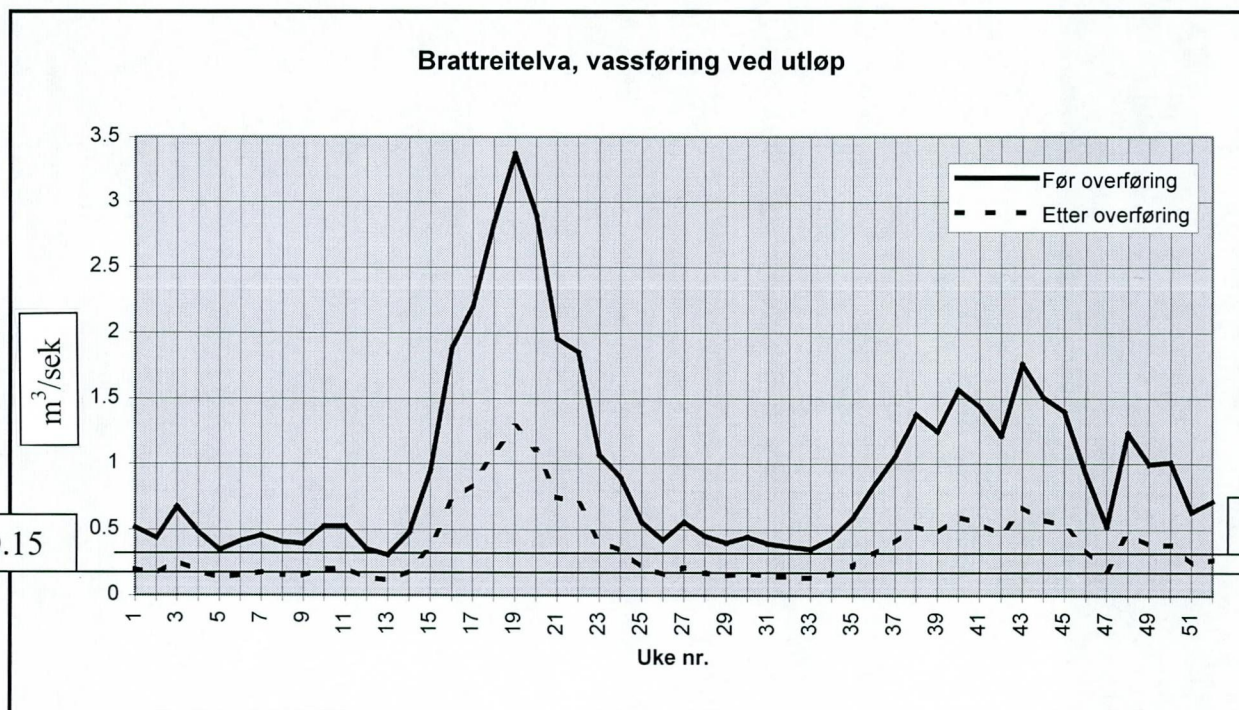
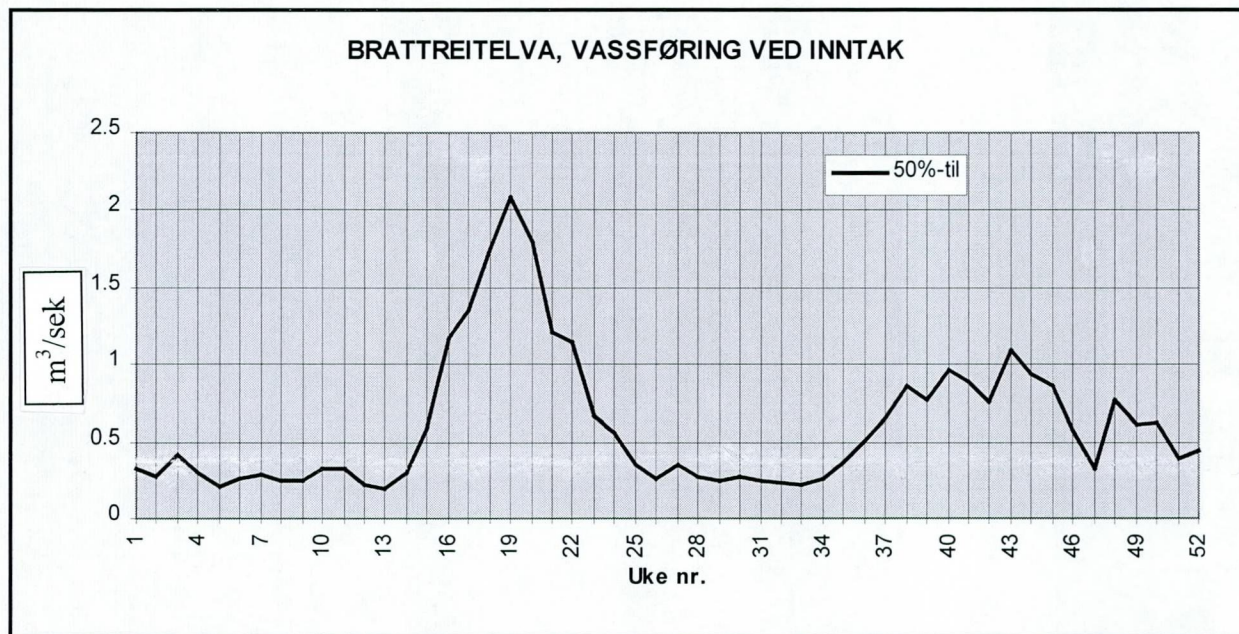
Figur 5



Overføringstunnel Brattreitelva, vertikalsnitt østre tunnelalternativ.



Figur 6



Referanse: Nord Trøndelag E-verk v/Støvik.

Figur 7

Tekstbilag 1

Grunnvannsundersøkelser i Malm - Statusrapport

Innledning

Nord-Trøndelag Energiverk (NTE) arbeider med planer om å overføre Brattreitelva til Follvatnet, og ønsker i den forbindelse en vurdering om dette vil påvirke en påvist grunnvannsføremst i løsmasser ved Brattreitelvas utløp i fjorden i Malm, Verran kommune.

Den påviste føremsten er tidligere utredet ved geofysiske undersøkelser, undersøkelserboringer med prøvetaking av løsmasser og grunnvann og ved prøvepumping av prøvebrønn (NGU Rapport 91.130, 91.231 og 94.039). Kapasiteten under denne prøvepumpingen som varte fra september 1993 til april 1994, varierte mellom 11,3 og 16,7 l/s. Kvaliteten på grunnvannet er brukbar, men det har litt for høye konsentrasjoner av jern i forhold til kravene i Drikkevannsforskriften.

Grunnvannsføremsten har vært brukt som nød vannforsyning i perioden etter at prøvepumpingen ble avsluttet, og i kommunens hovedplan for vannforsyning foreligger det planer om utbygging av ny vannforsyning til Malm basert på denne grunnvannsføremsten.

Undersøkelserboringer – vurdering av infiltrasjonsforhold

Formålet med disse undersøkelserne var:

- Bedre kartlegging av grunnvannsmagasinet
- Utrede grunnvannets infiltrasjonsforhold, særlig hvordan forholdene for å få infiltrert elvevann ved forskjellig vannføring.
- Finne grensen mellom ferskt og salt grunnvann.

Utførte undersøkelser:

- 3 sonderboringer (pioner) med sedimentprøvetaking i elveløpet/elvebreddene.
- Sedimentprøvetakingen ble gjort med en gjennomstrømningsprøvetaker.
- 5 sonderboringer (Hafø beltegående rigg) med nedsetting av undersøkelsesbrønner for testpumping og prøvetaking av grunnvann og løsmasser.

Resultater

Sonderboringene i elveløpet indikerte grusige og sandige masser. I hvert borhull ble det tatt 3 masseprøver fra 1 - 5 m dyp. Plasseringen av disse sonderboringene er vist i kartbilag 1, mens databilag 2.1-2.3 viser kornfordelingsanalysene. Masseprøvene består hovedsakelig av grus og sand, men enkelte prøver har opptil 15 % siltinnhold. Det er ikke påvist tette lag mellom elveløpet og grunnvannsmagasinet. Dette betyr at det kartlagte grunnvannsmagasinet står i hydraulisk kontakt med elva og vil mates med vann fra denne. ~~Det påviste siltinnholdet vil imidlertid føre til at infiltrasjonen av elvevann skjer relativt langsomt.~~ En nærmere vurdering av infiltrasjonsforholdene og grunnvannets oppholdstid vil bli gjort på grunnlag av utført sporforsøk.

Plasseringen av de fem undersøkelsesboringene utført med Hafø beltegående rigg er vist i kartbilag 1, mens databilag 1.1-1.5 viser borprofilene og databilag 2.4-2.5 viser kornfordelingskurver for masseprøver tatt i undersøkelsesbrønnene.

Borhull 1 og 5 viser liten løsmassetykkelse og dårlige forhold for grunnvannsuttak. Begge disse boringene ligger vest for grunnvannsmagasinet. Ingen av de andre boringene har påvist fjell. I borhull 2 ble det boret til 38 m. De øverste 20 meterne består av sand og grus med god vanngjennomgang, mens massene fra 20 til 34 m dyp består av sand og finsand med liten

vanngjennomgang. Her ble det også påtruffet organisk innhold i massene (barkbiter og torv). Det ble påvist leire fra ca. 34 m dyp.

I borhull 3 er det påvist 18 m med grusig sand med god vanngjennomgang. Fra 18 til 24 m er det påvist sand med god til middels vanngjennomgang og fra 24 til 28 m består massene av sand og finsand med dårlig vanngjennomgang.

Massene i borhull 4 er av samme karakter som i borhull 3. Det er påvist knapt 20 m med grusig sand med middels til god vanngjennomgang, mens de underliggende massene har høyere finstoffinnhold og følgelig mindre vanngjennomgang.

Under testpumpingen i brønn 2, 3 og 4 ble det tatt grunnvannsprøver som er analysert på fysikalsk-kjemiske parametere (se databilag 3.1-3.2). Grunnvannet fra borhull 2 er upåvirket av saltvann, mens grunnvann fra både hull 3 og 4 er saltvannspåvirket. Saltvannsfronten ligger i nærheten av borhull 3 idet den dypeste prøven har lavere saltinnhold enn prøven tatt på 8,7-9,7 m dyp. Tidligere undersøkelser (NGU Rapport 94.039) viste at grunnvannet i en undersøkelsesbrønn på sørsida av elva, ca 60 m oppstrøms for borhull 3 ikke er påvirket av saltvann. Saltvannsfronten er tegnet inn på kartbilag 1.

Grunnvannet har en pH-verdi varierende fra 6,4 til 8,2 og en alkaliteten varierer fra 0,17 til 2,9 mmol/l. Denne relativt store variasjonen skyldes varierende innhold av karbonatminerale i løsmassene og/ eller forskjellige betingelser for oppløsning av karbonater grunnet forskjellig innhold av CO₂. Ellers er den kjemiske sammensetningen på grunnvannet preget av relativt høye konsentrasjoner av kalsium og sulfat. Alle brønnene viser en økning i innholdet av jern og mangan mot dypet.

I forhold til kravene til drikkevann er prøvene fra borhull 2 tatt på 6,7-7,7 m og 10,7-11,7 m av god kvalitet, mens de andre prøvene har for høyt innhold av jern og mangan og/eller for høyt innhold av sjøsalter.

Etablering av prøvebrønn – prøvepumping

Formål:

- Utrede grunnvannsforekomstens kapasitet under forskjellig elvevannføring.
- Undersøke grunnvannets kvalitet under pumping og ved forskjellig uttaksmengde.
- Vurdere brønnens influensområde, dvs. området som påvirkes av pumpingen
- Vurdere grunnvannets oppholdstid fra elvebunn til pumpebrønn

Utførte undersøkelser

Det er satt ned en Ø200 mm prøvebrønn med filter fra 7,0-12,8 m dyp (se kartbilag 2). Det ble montert en dykkpumpe på 12-14 m dyp med en maks. kapasitet på 20 l/s ved 5 m løftehøyde. I peilebrønn 1, 2, 3 og 4 ble det montert automatiske vannstandsmålere. I pumpebrønnen ble det satt ned en automatisk ledningsevne måler. På utløpet av pumpe ble det montert en automatisk vannmåler.

I løpet av pumpeperioden er det tatt 2 prøver som er analysert på fysikalsk-kjemiske parametere.

Resultater

Produksjonskapasiteten for en grunnvannsbrønn kan defineres gjennom den vannmengde som kan tas ut ved en gitt senkning av grunnvannstanden i forhold til den initielle ("naturlige") vannstanden.

Ved et tilnærmet konstant vannuttak på 10-12 l/s (databilag 6) observeres en stabil vannstand i pumpebrønn (PB) på nivå 3.8 m over vannstandssensor (mos) (databilag 5) hvilket tilsvarer 5.5 m senkning av grunnvannstanden i forhold til initiell vannstand. Den 13 november ble vannuttaket økt og grunnvannstanden stabiliseres på nivå 0.5 mos ved et vannuttak på 15-17 l/s, hvilket tilsvarer 8.8 m senkning av grunnvannstanden i forhold til initiell vannstand. Dette er karakteristika som kan benyttes for å vurdere hvorvidt kapasiteten for den aktuelle brønnen endres som følge av en eventuell regulering av Brattreitelva.

For å gjøre en nærmere utredning av infiltrasjonsforholdene i elveløpet og for å finne grunnvannets oppholdstid fra elvebunn til pumpebrønn ble det utført sporforsøk. Det ble injisert en saltløsning i en infiltrasjonsbrønn (INF) som er plassert i kanten på Brattreitelva, ca. 30 m nordvest for pumpebrønnen (PB) (se kartbilag 2). Det ble utført kontinuerlig måling av elektrisk ledningsevne i grunnvannet i PB (databilag 5). Saltløsningen ble gjenfunnet i PB knapt 6 døgn (138 timer) etter injeksjonen. Vannuttaket fra PB var i hele denne perioden 10-12 l/s (databilag 4). Sporforsøket dokumenterer en direkte hydraulisk kontakt mellom elv og grunnvannsmagasin og viser en forholdsvis rask strømming av vann fra elv til grunnvannsbrønn under det gitte vannuttaket.

Det hydrauliske samspillet mellom elv og grunnvannsmagasin er også klart dokumentert i vannstandskurvene for de ulike observasjonsbrønner (databilag 4). Infiltrasjonsbrønnen (INF), som er plassert helt i kanten av Brattreitelva, viser endringene i elvevannstand. Vannstandsvariasjonene i de tre observasjonsbrønnene (OBS 1 – 3) er nær sagt identisk med variasjonene i elvevannstanden, dog med en betydelig demping (50-60 %) av svingningene i grunnvannstanden.

Det er i løpet av pumpeperioden tatt to vannprøver som er analysert på fysikalsk-kjemiske parametere. Alle målte parametere med unntak av jern ligger innenfor kravene i Drikkevannsforskriften (databilag 3.3). Jerninnholdet ligger på 0,5-0,6 mg/l, mens høyeste tillatte konsentrasjon er 0,2 mg/l. Grunnvannets pH-verdi er målt til i overkant av 6,5, mens det ideelt sett bør ligge i området 7,5-8,5. Hvis grunnvannet skal brukes til drikkevannsforsyning er det dermed behov for reduksjon av jerninnholdet. Dette kan skje ved lufting/oksidering og filtrering gjennom sandfilter. I tillegg kan pH-verdien i vannet med fordel heves til ca. 8.

Vurderinger av betydningen av redusert elvevannføring

De foreliggende data gir en klar dokumentasjon på det nære samspillet mellom vannstanden i Brattreitelva og grunnvannstanden i det aktuelle grunnvannsmagasinet. Slik reguleringsplanene er skissert vil middelvannføringen for Brattreitelva reduseres fra 1420 l/s til 540 l/s, d.v.s. en reduksjon på 62 %, hvilket også vil innebære en generell reduksjon av midlere vannstand i elv og grunnvannsmagasin.

Undersøkelsene viser at infiltrasjonskapasiteten for bunnsedimentene i Brattreitelva er forholdsvis høy. De innsamlede data gir ikke grunnlag for en eksakt kvantifisering av infiltrasjonskapasiteten, men med bakgrunn i kornfordelingskurver for innsamlede sedimentprøver settes denne til 0.05-0.1 l/s pr m². Infiltrasjonen skjer langs en elvestrekning på ca. 400 m gjennomsnittlig vannførende bredde av elveløpet under lavvannføring anslås til 3 m. Et orienterende anslag for den vannmengde som i dagens situasjon infiltreres gjennom elvebunnen ved lavvannføring er da 60-120 l/s.

Ved å bruke resultatet fra sporforsøket finner man at vannets hastighet fra elva til brønnen er ca. 5 m/døgn. Hvis man benytter denne hastigheten som infiltrasjonshastighet for hele den 400 m lange elvestrekningen, får man en infiltrasjonsmengde på ca 70 l/s. $\approx 0.07 \frac{m^3}{s}$

$$\rightarrow 5,8 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s} \Rightarrow \text{elvebredde} \approx 3m$$

Disse tallene på infiltrasjonsmengder gir et veiledende bilde av den minstevannføring som kan være påkrevet i Brattreitelva for å opprettholde en tilfredsstillende infiltrasjon og grunnvannsnydannelse under lav vannføring.

Forslag på tiltak

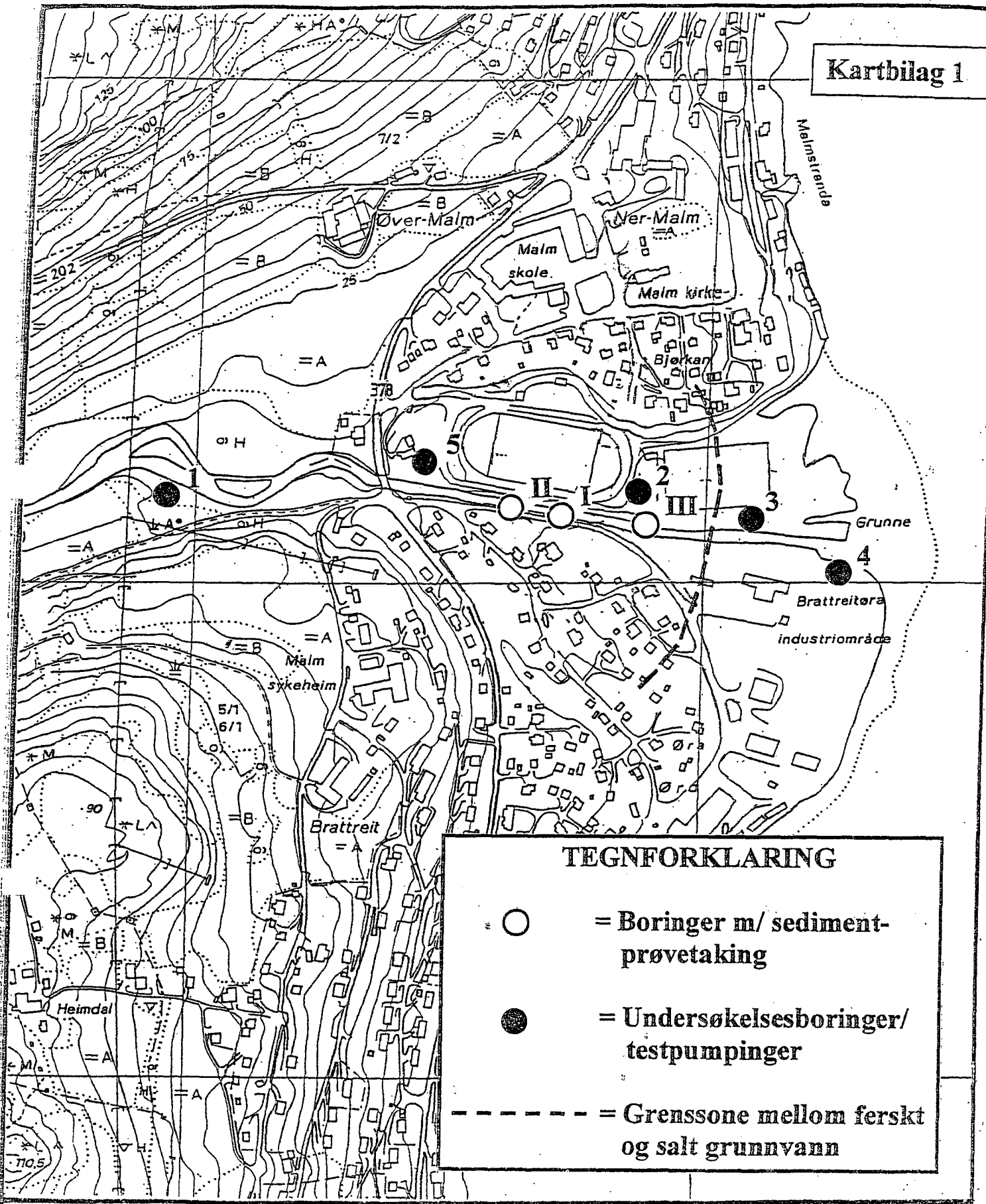
Ut fra vår vurdering vil kvantiteten og kvaliteten av grunnvannsressursen ved Brattreitelva kunne sikres gjennom terskelbygging kombinert med krav om minstevannføring. Tersklene bør bygges såpass høye at vann-nivået i elveløpet selv under en minstevannføring blir minst like høyt som dagens vann-nivå ved en normalvannføring. Tersklene bør bygges på strekningen mellom brua og OBS 3 (se kartbilag 2). Terskelbygging har følgende positive innvirkninger på grunnvannsmagasinet:

- Det opprettholder et stabilt grunnvannsnivå tilsvarende dagens grunnvannsnivå under normalvannføring.
- Det gir større infiltrasjonsflate i elveløpet, noe som igjen gir en stabil nydannelse av grunnvann fra infiltrert elvevann.
- Det kan virke gunstig for grunnvannskvaliteten, i og med at tersklene sikrer en jevn nydannelse av oksygenrikt grunnvann og dermed muligens motvirker økninger i jerninnhold under perioder med lavt grunnvannsnivå.

Et orienterende anslag for nødvendig minstevannføring er angitt til 60-120 l/s, men en nærmere spesifisering av dette vil bli gitt i sluttrapporten.

Bilag

Kartbilag 1:	Kart i M. 1 : 5 000 som viser plasseringen av sonderboringer, undersøkelsesbrønner og prøvetakingsbrønner.
Kartbilag 2.	Kart i M. 1 : 5 000 som viser plasseringen av observasjonsbrønner, infiltrasjonsbrønn for sporforsøk og pumpebrønn.
Databilag 1.1-1.5	Borprofiler
Databilag 2.1-2.6	Kornfordelingsanalyser
Databilag 3.1-3.3	Fysikalsk-kjemiske vannanalyser
Databilag 4	Senkningsforløp i observasjonsbrønner under prøvepumping
Databilag 5	Resultater av automatiske ledningsevne målinger, grunnvannsstand og temperatur i pumpebrønn under sporforsøk.
Databilag 6	Vannmengde under prøvepumping/sporforsøk

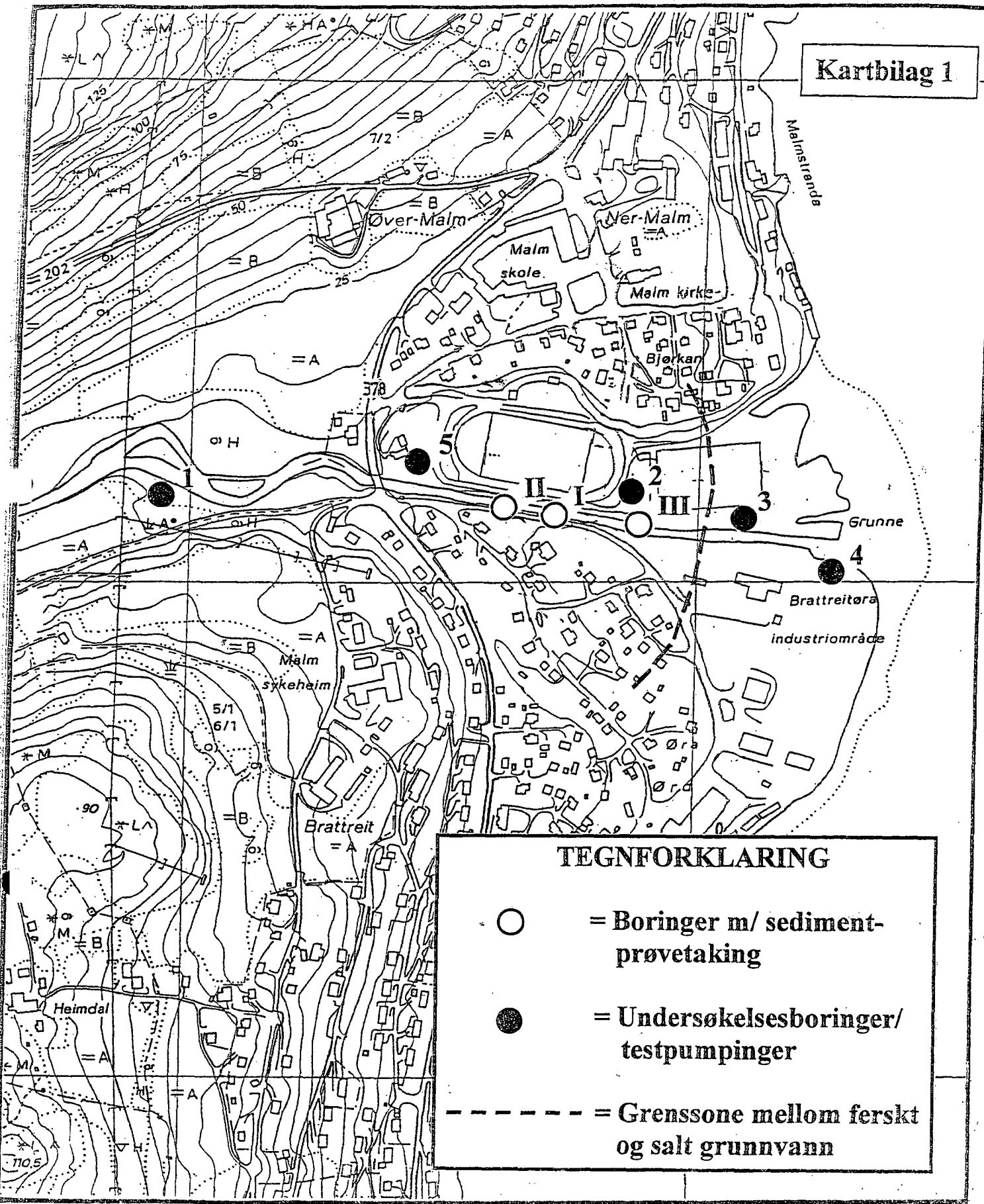


TEGNFORKLARING

- = Boringer m/ sediment-prøvetaking
- = Undersøkellesboringer/ testpumpinger
- = Grenssone mellom ferskt og salt grunnvann

NGU / VERRAN KOMMUNE
 GRUNNVANNSUNDERSØKELSE
 OVERSIKTSKART
 MALM
 VERRAN KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1: 5000	MÅLT JFT	
	TEGN	
	TRAC	
	KFR.	



TEGNFORKLARING



= Boringer m/ sediment-prøvetaking



= Undersøkesboringer/ testpumper



= Grenssone mellom ferskt og salt grunnvann

NGU / VERRAN KOMMUNE
GRUNNVANNSUNDERSØKELSE
OVERSIKTSKART
MALM
VERRAN KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

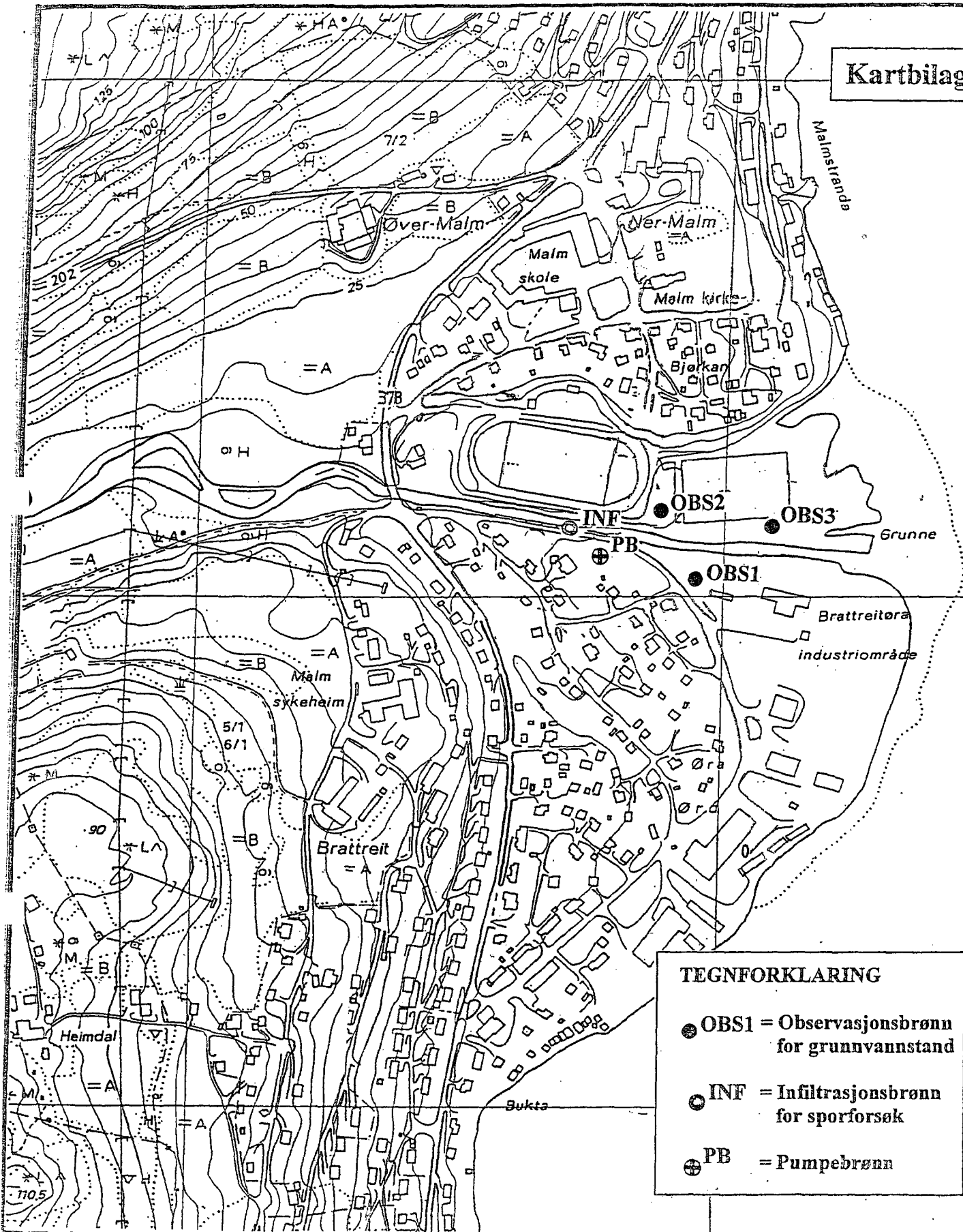
1: 5000

MÅLT JFT

TEGN

TRAC

KFR.



TEGNFORKLARING

- OBS1 = Observasjonsbrønn for grunnvannstand
- INF = Infiltrasjonsbrønn for sporforsøk
- ⊕ PB = Pumpebrønn

NGU / VERRAN KOMMUNE
 GRUNNVANNSUNDERSØKELSE
 OVERSIKTSKART
 MALM
 VERRAN KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1: 5000	MÅLT JFT	
	TEGN	
	TRAC	
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
	1623 II
	1723 III

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Malm, Verran

UTFØRT DATO: 06.10.99

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Hafo borelegg

SONDERBORING: X UNDERSØKELSESRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):

SONE: 32 V

Ø-V: 6079

N-S: 71066

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 13 moh

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: Ca. 1,5 m

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]	
1,7	Stein, grus og sand		S	0	B/G				
	grus og sand		DS	5	G				
3,7	Sand/finsand			3	G				
	Finsand + blokk		S	3	G				
5,7	Finsand			3	G				
	Moreneaktig		S	4	G				
7,7	Morene		S	4	G				
	Fjell fra 8 m		S	0	G				
9,7									
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

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Malm, Verran

UTFØRT DATO: 06.10.99

BØRPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Hafo borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESBRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):

SONE: 32

Ø-V: 6084

N-S: 71066

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BØRPUNKTET: 7 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 3,05 m

MERKNAD: 12 m rør står igjen som peilebrønn

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,7	Stein, grus og sand		DS DS	0	Borte				
3,7	Stein, grus og sand Grus og sand		DS	0 0	Borte Borte				
5,7	Grusig sand Grusig sand			0 0	Borte Borte				
7,7	Grusig sand Grusig sand			0 0	Borte Borte	6,3	15	5,0	MP + VP
9,7	Grusig sand Grusig sand,			1-2 1-2	Borte Borte				
11,7	Grusig sand, Grusig sand,			1-2 1-2	Borte Borte	5,8	15	3,0	MP + VP, jernsmak
13,7	Grusig sand, Grusig sand, grovt		DS	1 1-2	Borte Borte				
15,7	Grusig sand Grusig sand			2-3 2	Borte Borte				
17,7	Grusig sand, grovt Grusig sand			2 1	Borte Borte	6,1	15	2,5	MP + VP, jernsmak
19,7	Grusig sand Grusig sand			0 0	Borte Borte				
21,7	Sand Sand		DS	0 2-3	Borte Borte	7,0		0,6	MP, barkebiter
23,7	Sand Sand			0 0	Borte Borte				Dårlig vanngjennomgang
25,7	Sand Sand			4 4-5	Borte Borte				
27,7	Sand Sand, hardere			5 4-5	Borte Borte				
29,7	Sand Vekslende sand og grus Sand og grus			4-5 4-5 4-5	Borte Borte Borte				

S: Slag
MP: Materialprøve

DS: Delvis slag

B: Brunt
VP: Vannprøve

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

Databilag 1.2 forts.

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vann-trykk	Boreslam	Temp.	P.tid før prøve taking	Vann-føring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[°C]	[min]	[l/s]	
31,7	Sand og grus			4-5	Borte				
	Sand og grus			4-5	Borte				
33,7	Sand og grus			4-5	Borte				
	Sand og grus			4-5	Borte				
35,7	Leire			5-15	Borte				
	Leire			5-15	Borte				
37,7	Leire			5-15	Borte				
	Leire			5-15	Borte				
39,7									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Malm, Verran

UTFØRT DATO: 06.10.99

BØRPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Hafa borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):

SONE: 32

Ø-V: 6083

N-S: 71064

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BØRPUNKTET: 5 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1,90 m

MERKNAD: 12 m rør står igjen

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,7	Stein, grus og sand		DS	0	Borte				
	Stein, grus og sand		DS	0	Borte				
3,7	Grus og sand			0	Borte				
	Grusig sand			0	Borte				
5,7	Grusig sand			0	Borte				
	Grusig sand, grovt		DS	0	Borte				
7,7	Grusig sand			0	Borte				
	Grusig sand		DS	0	Borte	6,4	15	2,5	MP + VP, lednev: 79,8 mS/m
9,7	Grusig sand		DS	2-4	Borte				
	Grusig sand			1	Borte				
11,7	Grusig sand			0	Borte				
	Grusig sand			0	Borte	5,0	15	2,0	MP + VP, lednev: 22,7 mS/m
13,7	Grusig sand			2	Borte				
	Grusig sand			2	Borte				
15,7	Sand			2-4	Borte				
	Sand			2-4	Borte	7,8		0,3	Lednev: 66,0 mS/m
17,7	Sand			5-10	Borte				
	Sand			5-10	Borte				Bra vanngjennomgang
19,7	Sand			4	Borte				
	Sand			4	Borte				Bra vanngjennomgang
21,7	Sand/finsand			4	Borte				
	Sand/finsand			4	Borte				Dårlig vanngjennomgang
23,7	Sand/finsand			2	Borte				
	Sand/finsand, noe grovt			2	Borte				Dårlig vanngjennomgang
25,7	Sand/finsand			2-6	Borte				
	Sand/finsand			2-6	Borte				
27,7									
29,7									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Malm, Verran

UTFØRT DATO: 07.10.99

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Hafo borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):

SONE: 32

Ø-V: 6084

N-S: 71064

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 1 moh

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 0,72 m (flo)

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
1,7	Stein, og grus		S	0	Borte				
	Grusig sand		DS	0	Borte				
3,7	Grus og sand			0	Borte				
	Sand			6	Borte				
5,7	Sand			8	Borte				
	Sand			8	Borte				
7,7	Grusig sand			0-8	Borte				
	Grusig sand			0	Borte				
9,7	Grusig sand			0-2	Borte	7,6	15	0,8	VP, ledn.ev. 760 mS/m
	Stein, grus og sand		DS	0	Borte				
11,7	Stein, grus og sand		DS	0	Borte				
	Grusig sand			4	Borte				
13,7	Grusig sand			4	Borte				
	Grusig sand			4	Borte				
15,7	Grusig sand			5	Borte				
	Sand			4	Borte				
17,7	Grusig sand			5	Borte	5,9	15	1,1	VP, lednev. 370 mS/cm
	Grusig sand			5	Borte				
19,7	Grusig sand		DS	5	Borte				Tettere masser
	Grusig sand		DS	5	Borte				
21,7	Grusig sand		DS	5	Borte				
	Grusig sand			5	Borte				
23,7	Grusig sand		S	5	Borte				
	Sand/finsand + grus		S	5-8	Borte				
25,7	Sand/finsand		S	7	Borte				
	Sand/finsand		S	7	Borte				
27,7	Sand/finsand		S	7	Borte				
	Sand/finsand		S	7	Borte				
29,7	Sand/finsand		S	7	Borte				

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Malm, Verran

UTFØRT DATO: 06.10.99

BORPUNKT NR: 5

BORUTSTYR: Hafo borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):

SONE: 32 V

Ø-V: 6081

N-S: 71066

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 10 moh

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: Ca. 4 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
1,7	Stein, grus og sand		S	3-5	B/G				
	Stein, grus og sand		S	0	G				
3,7	Sand + blokk		S	5-10	G				
	Fjell fra 4,8 m		S						
5,7									
7,7									
9,7									
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

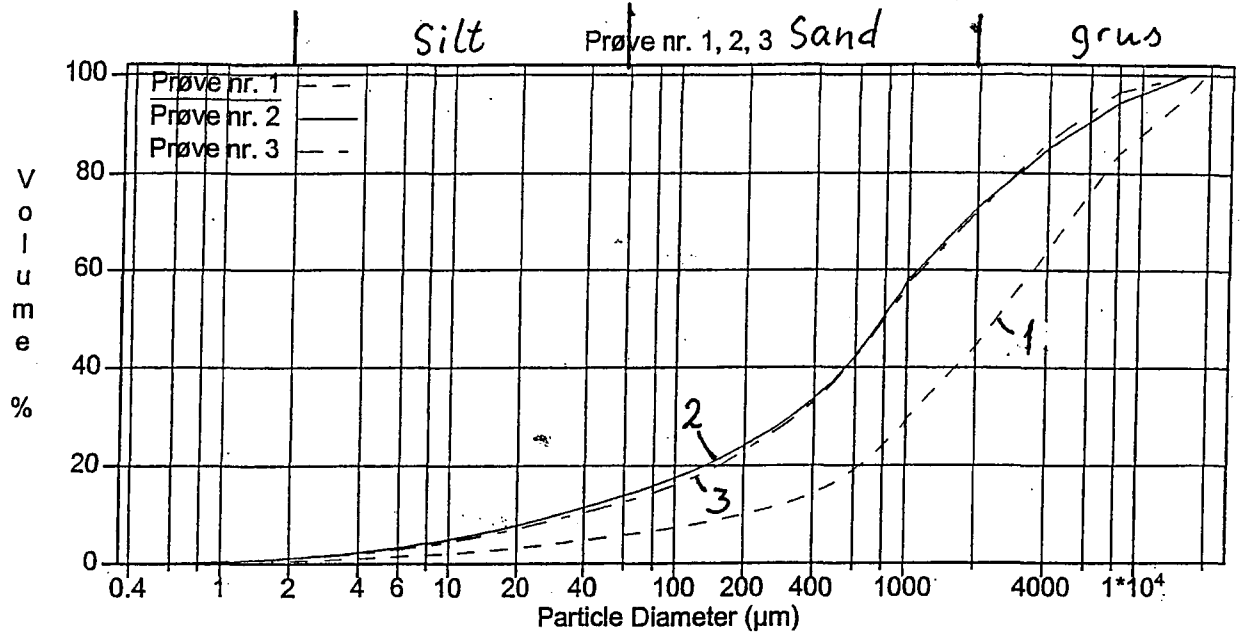
G: Grått

S: Svart

R: Rødt

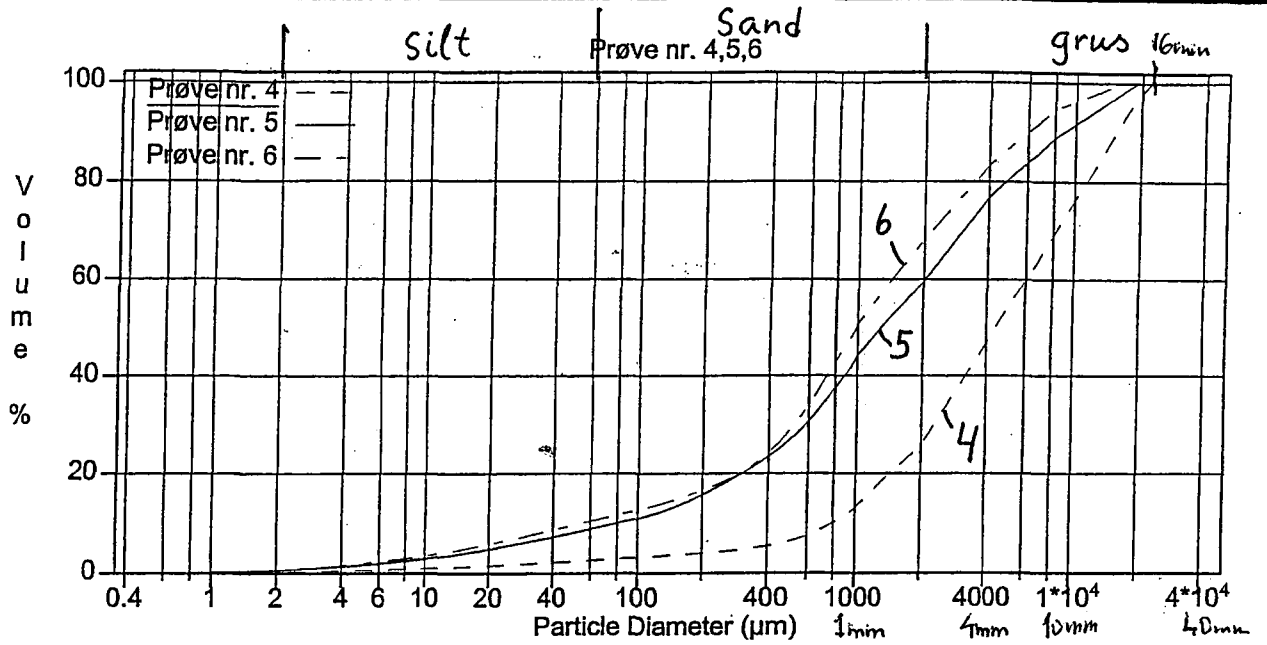
MP: Materialprøve

VP: Vannprøve



Volume %	1a.\$01 Particle Diameter µm	2a.\$01 Particle Diameter µm	3a.\$01 Particle Diameter µm
1.000	3.873	1.822	2.071
2.000	9.466	3.449	3.914
5.000	45.10	10.47	12.24
10.00	202.2	31.00	37.42
15.00	436.0	70.59	87.18
20.00	638.4	134.5	155.3
25.00	836.1	215.2	233.1
40.00	1708	545.5	553.5
50.00	2582	785.1	804.4
60.00	3613	1150	1203
70.00	5246	1816	1871
75.00	6243	2363	2420
80.00	7240	3172	3106
90.00	12049	6108	5381
D_{60}/D_{10}	17.9	37.1	32.2

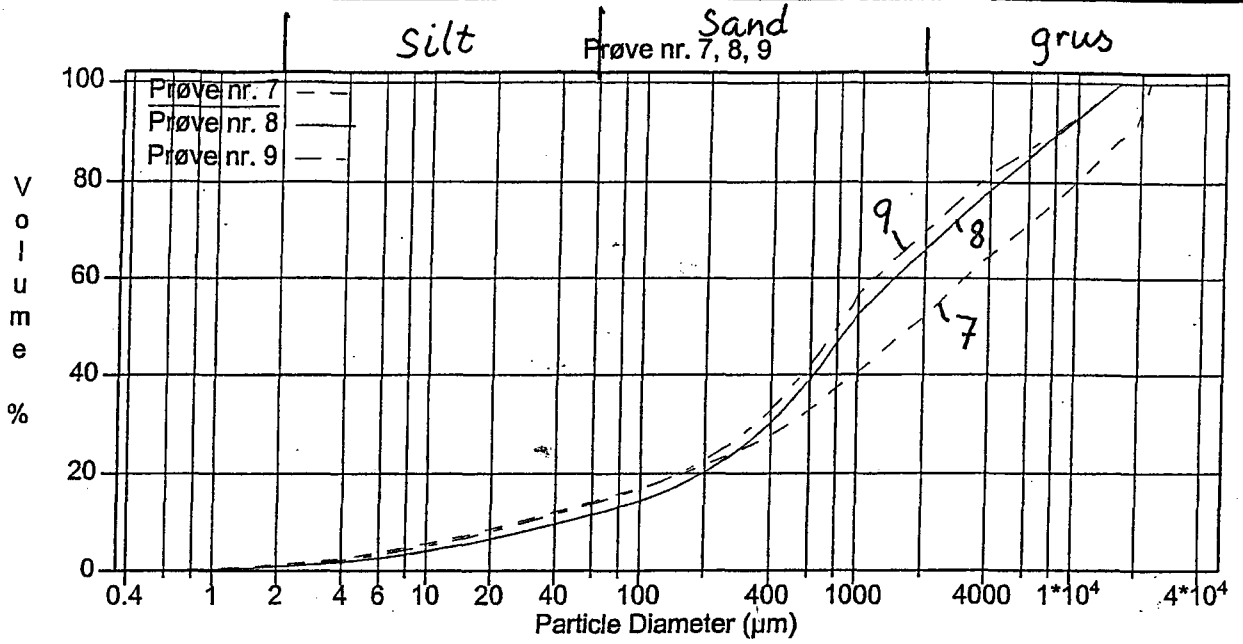
Prøve nr.	Borhull	Dyp (m)
1	I	1,0-1,3
2	I	2,0-2,3
3	I	3,0-3,3



Volume %	4a.\$01 Particle Diameter µm	5a.\$01 Particle Diameter µm	6a.\$01 Particle Diameter µm
1.000	10.43	3.026	2.673
2.000	33.41	6.213	5.145
5.000	353.6	22.03	16.75
10.00	801.5	81.62	56.55
15.00	1152	184.9	157.1
20.00	1549	303.2	297.0
25.00	1947	444.4	417.3
40.00	3365	880.1	732.4
50.00	4597	1381	988.1
60.00	6391	2058	1535
70.00	8370	3224	2243
75.00	10168	3808	2911
80.00	11966	5109	3579
90.00	15561	9107	6393

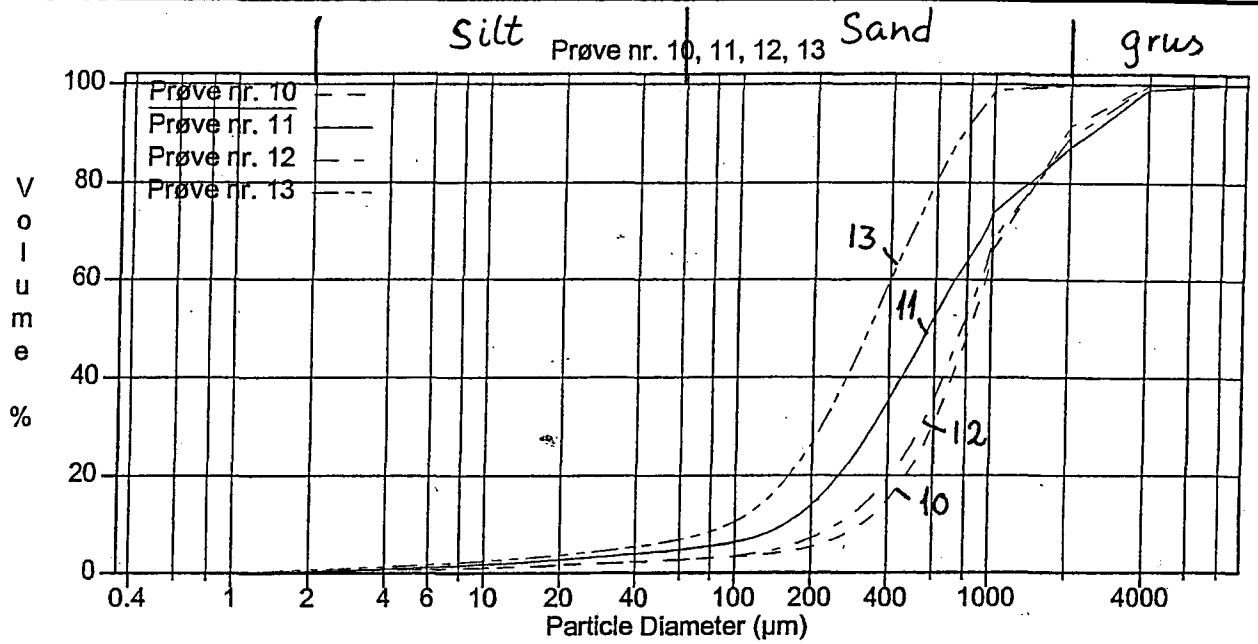
D_{60}/D_{10} 8.0 25.2

Prøve nr.	Borhull	Dyp (m)
4	II	1,0-1,5
5	II	2,7-3,3
6	II	4,6-5,0



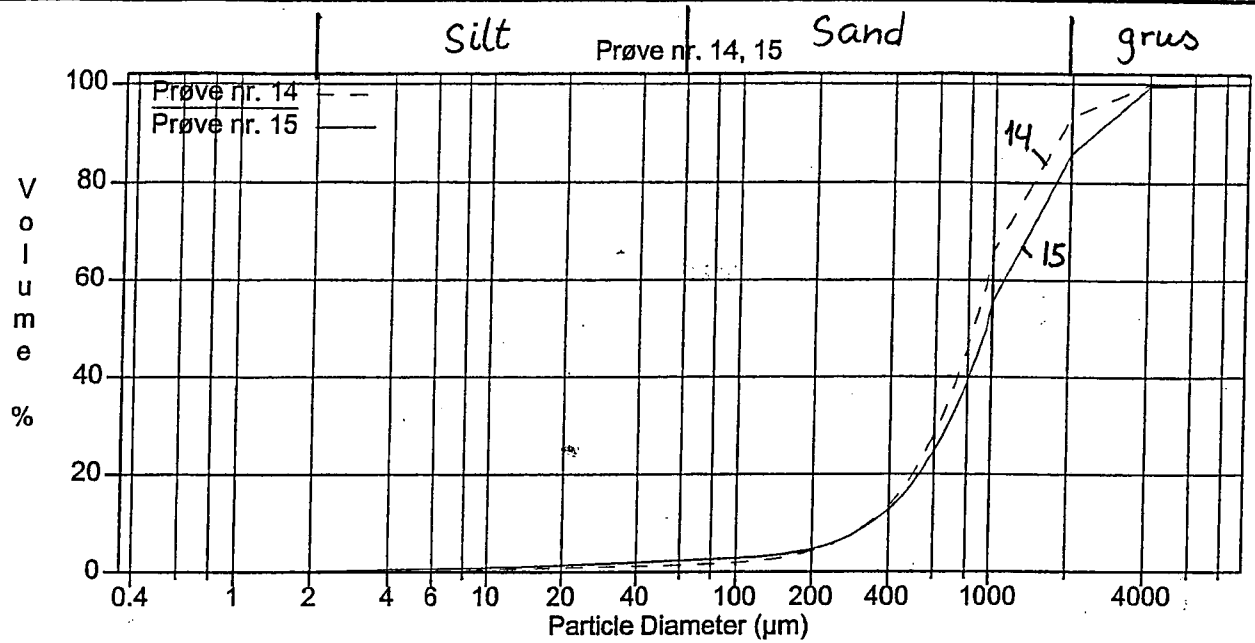
Volume %	7a.\$01 Particle Diameter µm	8a.\$01 Particle Diameter µm	9a.\$01 Particle Diameter µm
1.000	1.610	2.271	1.929
2.000	3.045	4.335	3.547
5.000	8.852	13.79	10.21
10.00	27.01	44.40	29.75
15.00	68.94	110.3	73.45
20.00	158.4	194.5	151.8
25.00	302.1	290.4	242.7
40.00	969.9	623.9	552.7
50.00	1829	921.8	809.2
60.00	3273	1554	1253
70.00	5908	2656	2042
75.00	7675	3468	2882
80.00	10552	4615	3721
90.00	17460	8403	7967

Prøve nr.	Borhull	Dyp (m)
7	III	1,3-1,6
8	III	2,6-3,2
9	III	4,7-5,3



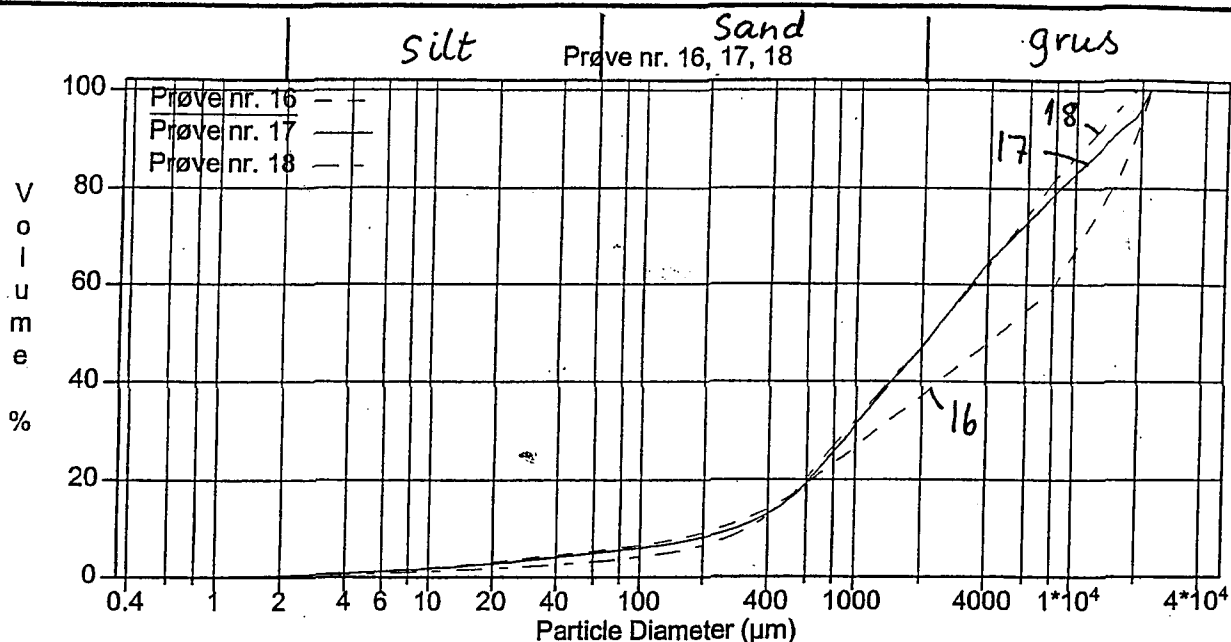
Volume %	10a.\$01 Particle Diameter µm	11a.\$01 Particle Diameter µm	12a.\$01 Particle Diameter µm	13a.\$01 Particle Diameter µm
1.000	10.27	5.190	10.15	3.205
2.000	31.56	13.22	34.81	7.805
5.000	187.5	65.12	150.3	34.98
10.00	319.1	159.1	257.7	96.10
15.00	404.8	211.9	339.8	133.6
20.00	473.2	257.4	410.9	163.1
25.00	535.2	301.7	475.2	190.3
40.00	710.3	449.5	653.5	272.7
50.00	827.3	568.5	773.2	333.3
60.00	951.4	723.6	907.3	402.8
70.00	1160	936.7	1090	486.2
75.00	1354	1090	1324	536.1
80.00	1547	1460	1558	594.1
90.00	1935	2465	2104	757.9

Prøve nr.	Borhull	Dyp (m)
10	2	6,7-7,7
11	2	10,7-11,7
12	2	16,7-17,7
13	2	20,7-21,7



Volume %	14a.\$01 Particle Diameter µm	15a.\$01 Particle Diameter µm
1.000	27.59	12.03
2.000	105.1	40.04
5.000	223.0	215.0
10.00	337.7	344.2
15.00	423.5	442.4
20.00	496.5	526.3
25.00	561.5	603.3
40.00	734.3	813.5
50.00	844.1	951.3
60.00	956.1	1148
70.00	1151	1478
75.00	1332	1642
80.00	1513	1807
90.00	1876	2609

Prøve nr.	Borhull	Dyp (m)
14	3	8,7-9,7
15	3	12,7-13,7



Volume %	16a.\$01 Particle Diameter µm	17a.\$01 Particle Diameter µm	18a.\$01 Particle Diameter µm
1.000	4.183	4.786	7.829
2.000	10.19	12.07	24.19
5.000	53.67	64.74	141.1
10.00	237.6	284.3	325.8
15.00	439.9	468.5	465.9
20.00	642.1	623.1	597.1
25.00	906.7	780.3	740.9
40.00	2545	1556	1516
50.00	4812	2363	2357
60.00	8283	3506	3583
70.00	11737	5563	5422
75.00	13465	6938	6500
80.00	15192	8695	7578
90.00	18823	14787	12396

Prøve nr.	Borhull	Dyp (m)
16	Pumpebrønn	5,0-6,0
17	Pumpebrønn	9,0-10,0
18	Pumpebrønn	13,0-14,0

VANNANALYSER

FYLKE: Nord-Trøndelag

KART (M711): 1723-III Steinkjer

KOMMUNE: Verran

PRØVESTED: Malm

OPPDRAKSNUMMER: 0288.99

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	2	2	2	2	3	3			
Dato	06.10.99	06.10.99	06.10.99	06.10.99	06.10.99	06.10.99			
Brønntype	u.brønn	u.brønn	u.brønn	u.brønn	u.brønn	u.brønn			
Kapasitet l/s	5,0	3,0	2,5	0,6	2,5	2,0			
Dyp m	6,7-7,7	10,7-11,7	16,7-17,7	20,7-21,7	8,7-9,7	12,7-13,7			
X-koordinat Sone: 32									
Y-koordinat Sone: 32									
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon	
Surhetsgrad, felt/lab pH	7,86	7,686		8,18	8,18	6,43	6,59	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab mS/m	25,5 36,8	24,0 43,1	38,6	41,7	79,8	22,7		< 40	
Temperatur °C	6,3	5,8	6,1	7,0	6,4	5,0		< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,90	0,69	1,76	2,90	0,26	0,35		0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	3,2	1,7	1,8	2,1	21,9	54,5		< 1	20
Turbiditet F.T.U	0,80	3,9	2,0	100	22	23		< 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	0,58	0,18	0,14	0,12	0,11	0,12			1,5
Klorid mg Cl/l	10,8	9,9	10,8	15,8	200	63,7		< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05			0,16
Brom mg Br/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,58	0,14			
Nitrat mg NO ₃ /l	1,42	0,27	< 0,05	< 0,05	0,23	< 0,05			50
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
Sulfat mg SO ₄ /l	59,1	52,2	79,3	36,2	26,5	25,2			100
Sum anioner+alkalitet meq/l	2,49	2,07	3,72	4,11	6,46	2,68			
Kationer									
Silisium mg Si/l	3,27	2,98	1,70	8,74	1,21	1,54			
Aluminium mg Al/l	< 0,02	0,026	< 0,02	< 0,02	0,100	0,127		< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,054	0,163	0,531	1,63	0,165	1,79		< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	3,39	3,55	3,96	10,2	8,23	4,40			20
Kalsium mg Ca/l	33,7	30,3	58,8	55,3	10,7	8,8		15-25 ²	
Natrium mg Na/l	7,7	7,7	7,5	11,3	111	40,2		< 20	150
Kalium mg K/l	4,0	3,8	6,7	2,0	3,6	1,8		< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,007	0,041	0,074	1,11	0,006	0,049		< 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	0,010	0,004	< 0,002	0,019	0,008		< 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	2,30	2,14	3,59	4,12	6,04	2,55			
Ionebalanseavvik ⁴ %	-4	2	-2	0	-3	-2			
Salinitet (‰)	0,18	0,15	0,27	0,36	0,38	0,17			

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): 1723-III Steinkjer

KOMMUNE: Verran

PRØVESTED: Malm

OPPDRAKSNUMMER: 0288.99

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	4	4										
Dato	07.10.99	07.10.99										
Brønntype	u.brønn	u.brønn										
Kapasitet l/s	0,8	1,2										
Dyp m	8,7-9,7	16,7-17,7										
X-koordinat Sone: 32												
Y-koordinat Sone: 32												
Fysisk/kjemisk										Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon	
Surhetsgrad, felt/lab pH		6,87		7,02							7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab mS/m	760	631	370	327							< 40	
Temperatur °C		7,6		5,9							< 12	25
Alkalitet mmol/l		0,69		0,17							0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l		4,1		5,9							< 1	20
Turbiditet F.T.U		2,5		4,9							< 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										1,5
Klorid mg Cl/l	2223	1126									< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,05	< 0,05										0,16
Brom mg Br/l	8,06	3,59										
Nitrat mg NO ₃ /l	< 0,05	< 0,05										50
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2										
Sulfat mg SO ₄ /l	285	146										100
Sum anioner+alkalitet meq/l	69,25	34,93	0,00	0,00	0,00	0,00						
Kationer												
Silisium mg Si/l	1,38	1,26										
Aluminium mg Al/l	< 0,02	< 0,02									< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,272	0,460									< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	124	76,1										20
Kalsium mg Ca/l	58,9	37,7									15-25 ²	
Natrium mg Na/l	1100	528									< 20	150
Kalium mg K/l	41,7	23,2									< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,022	0,046									< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	< 0,005	< 0,005									< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	0,020	0,009									< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	< 0,05	< 0,05										0,02
Nikkel mg Ni/l	< 0,02	< 0,02										0,05
Kadmium mg Cd/l	< 0,005	< 0,005										0,005
Krom mg Cr/l	< 0,01	< 0,01										0,05
Sølv mg Ag/l	< 0,01	< 0,01										0,01
Sum kationer ³ meq/l	60,98	31,11	0,00	0,00	0,00	0,00						
Ionebalanseavvik ⁴ %	-6	-6	!Divisjon	!Divisjon	!Divisjon	!Divisjon						
Salinity (‰)	3,80	1,95										

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): 1723-III Steinkjer

KOMMUNE: Verran

PRØVESTED: Malm

OPPDRAKSNUMMER: 0329.99

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	PB	PB									
Dato	21.10.99	28.10.99									
Brønntype	u.brønn	u.brønn									
Kapasitet l/s	12	12									
Dyp m	7,0-12,8	7,0-12,8									
X-koordinat Sone: 32											
Y-koordinat Sone: 32											
Fysisk/kjemisk									Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon	
Surhetsgrad, felt/lab pH	6,53	6,60							7,5-8,5	6,5-8,5 ²	
Ledningsevne, felt/lab mS/m	11,4	13,4							< 40		
Temperatur °C									< 12	25	
Alkalitet mmol/l	0,50	0,56							0,6-1,0 ²		
Fargetall mg Pt/l	12,9	9,1							< 1	20	
Turbiditet F.T.U	0,78	1,0							< 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									1,5
Klorid mg Cl/l	6,56	9,88							< 25		
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,05	< 0,05								0,16	
Brom mg Br/l	< 0,1	< 0,1									
Nitrat mg NO ₃ /l	0,36	0,78								50	
Fosfat mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2									
Sulfat mg SO ₄ /l	17,49	20,39								100	
Sum anioner+alkalitet meq/l	1,06	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00					
Kationer											
Silisium mg Si/l	1,53	1,63									
Aluminium mg Al/l	0,020	0,032							< 0,05	0,2	
Jern mg Fe/l	0,573	0,513							< 0,05	0,2	
Magnesium mg Mg/l	1,88	2,18								20	
Kalsium mg Ca/l	12,5	15,0							15-25 ²		
Natrium mg Na/l	5,99	7,38							< 20	150	
Kalium mg K/l	0,62	0,71							< 10	12	
Mangan mg Mn/l	0,036	0,030							< 0,02	0,05	
Kobber mg Cu/l	< 0,005	< 0,005							< 0,1	0,3	
Sink mg Zn/l	0,034	0,023							< 0,1	0,3	
Bly mg Pb/l	< 0,05	< 0,05								0,02	
Nikkel mg Ni/l	< 0,02	< 0,02								0,05	
Kadmium mg Cd/l	< 0,005	< 0,005								0,005	
Krom mg Cr/l	< 0,01	< 0,01								0,05	
Sølv mg Ag/l	< 0,01	< 0,01								0,01	
Sum kationer ³ meq/l	1,04	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00					
Ionebalanseavvik ⁴ %	-1	-1	!Divisjon	!Divisjon	!Divisjon	!Divisjon					

Sallinitet (‰) | 0,08 |

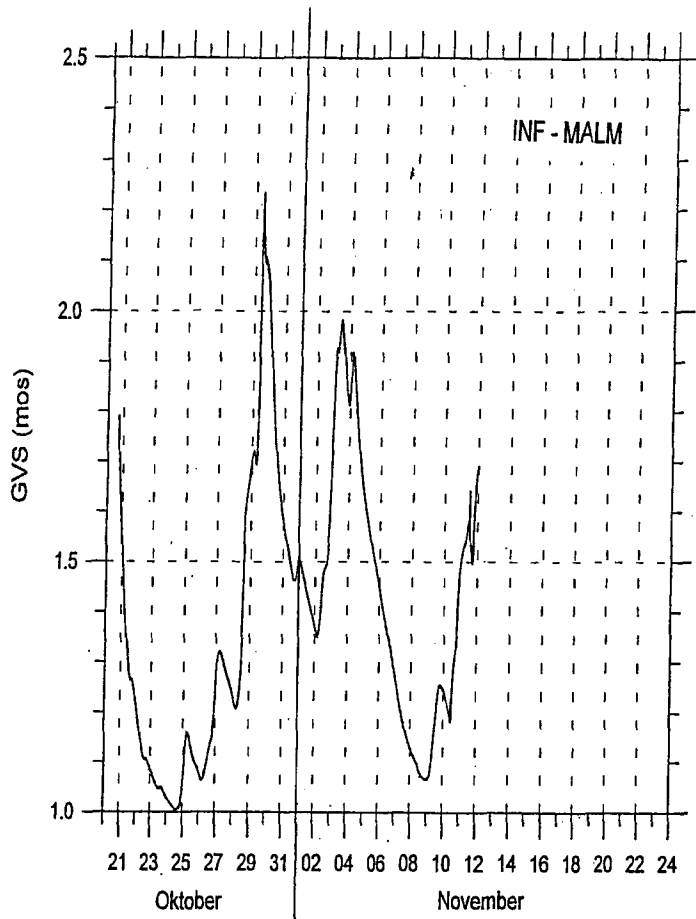
1. Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

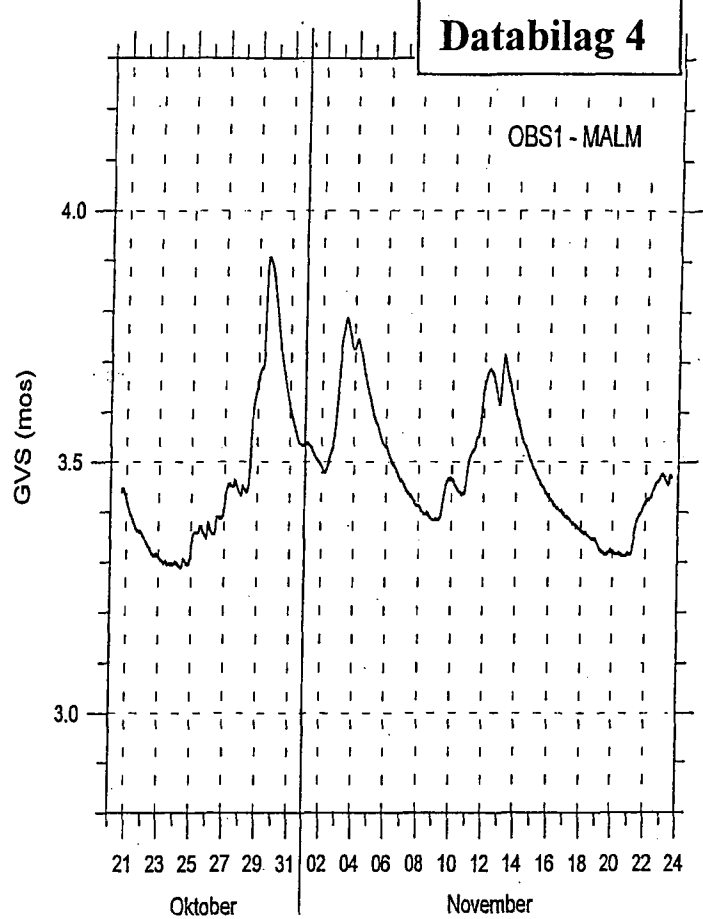
3. Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

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

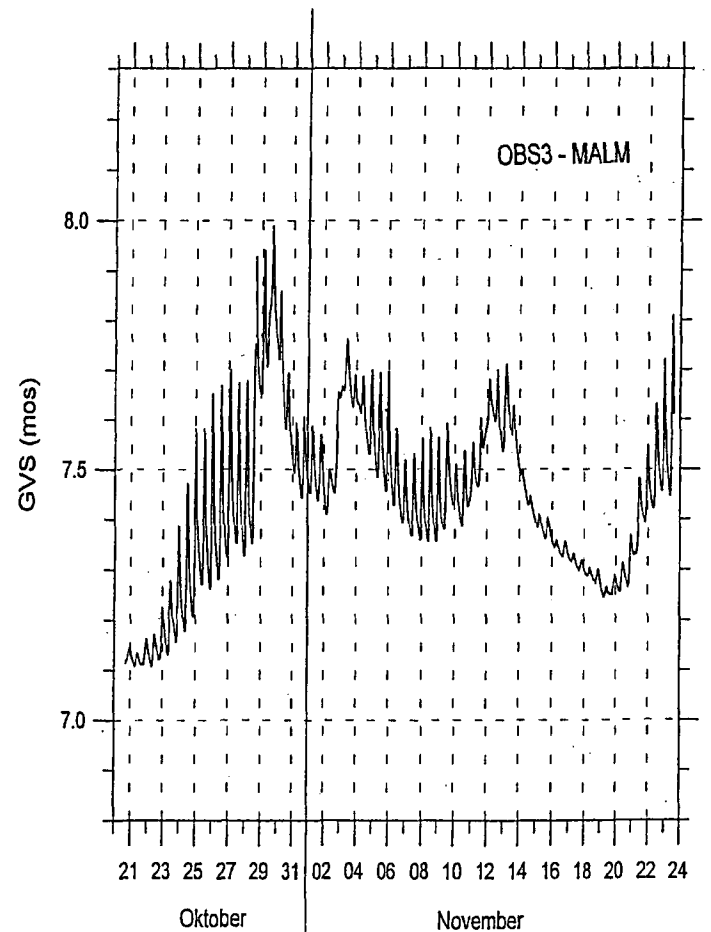
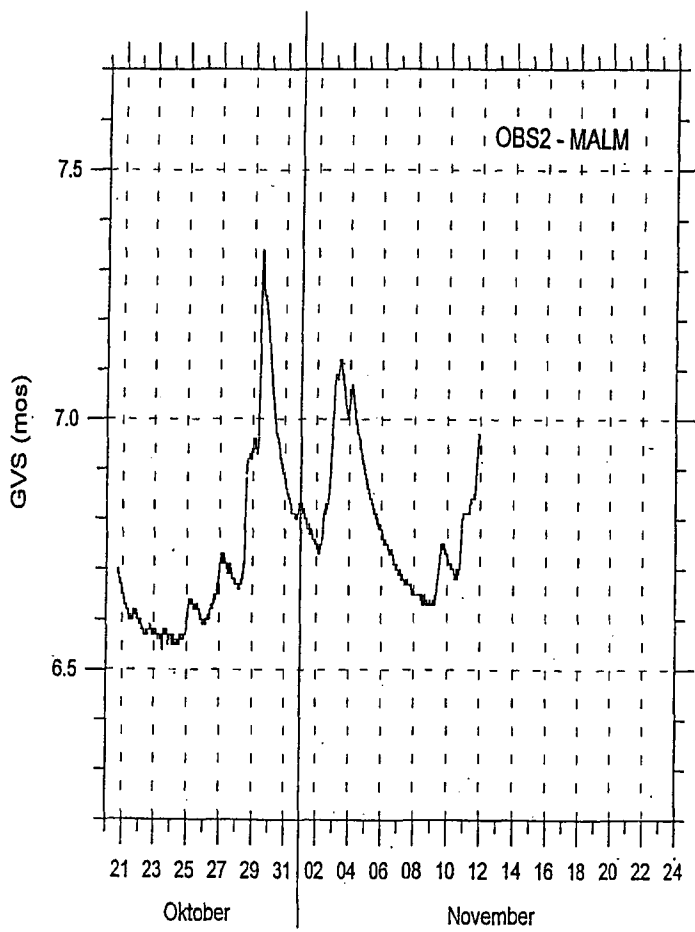
Databilag 4



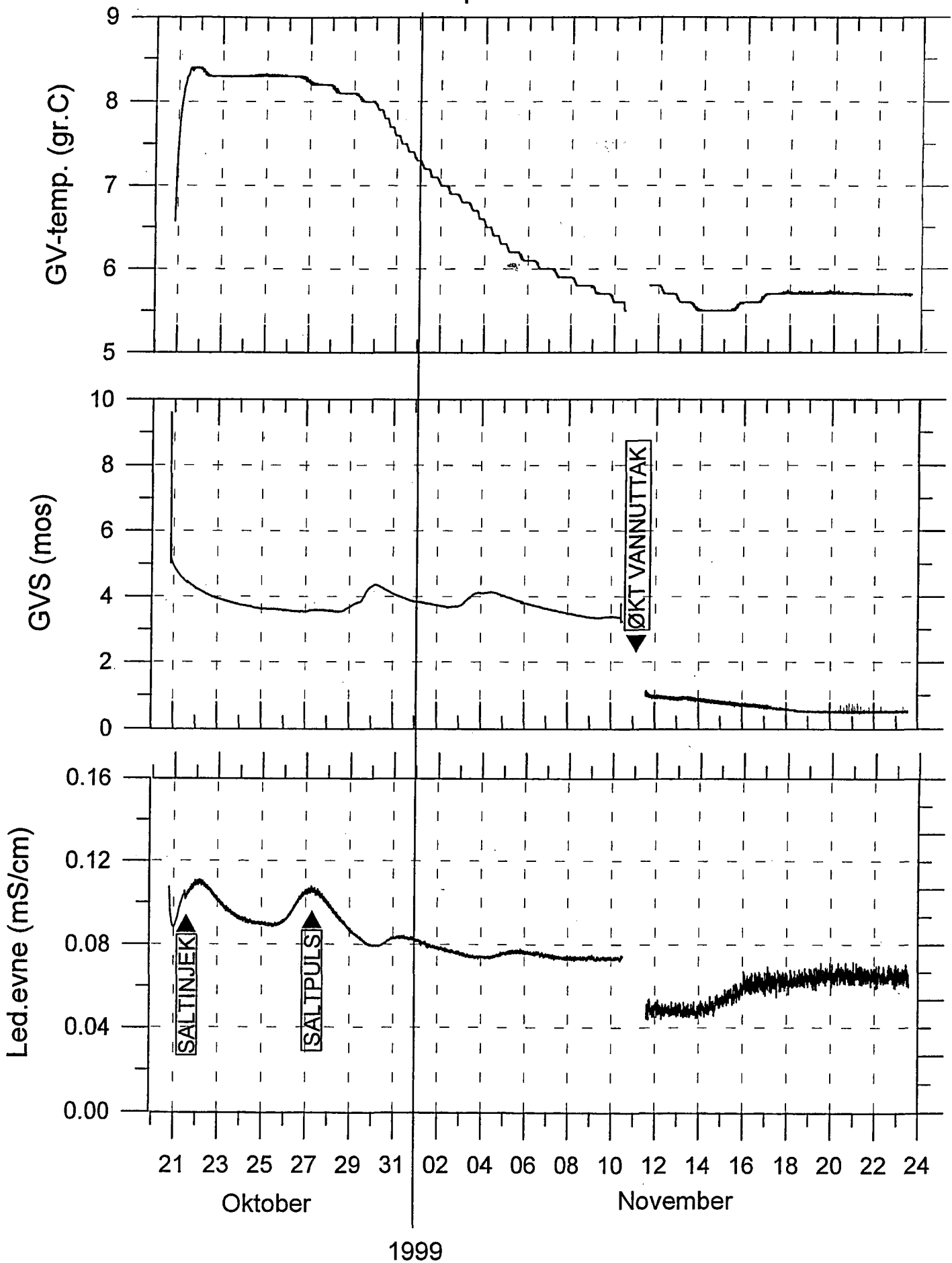
1999



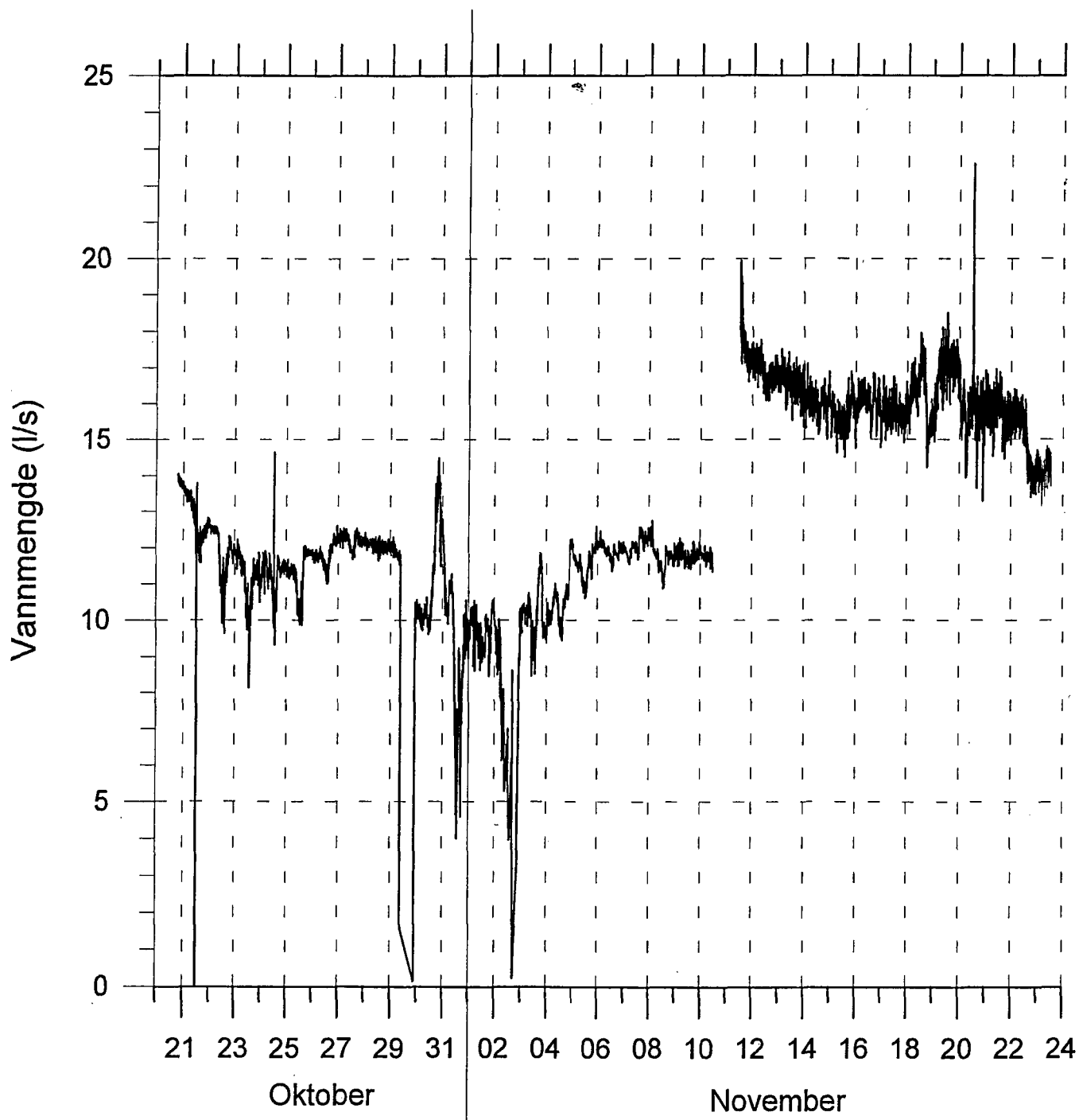
1999



Ledningsevne, grunnvannstand og temperatur i PB under sporforsøk i Malm



Vannmengde under sporforsøk - Malm.



1999

Tekstbilag 2

Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk
Seksjonsleder Bjørn Høgaas
7736 STEINKJER

Deres ref.:
Vår ref.: 99/00618-010 VANN BOH/GS/gsa
Arkiv: 2712.17

Trondheim, 25. september 2000

Saksbehandler: Gaute Storrø

STATUSRAPPORT FOR GEOLOGISKE UNDERSØKELSER I MALM

Med henvisning til telefonsamtale oversendes statusrapport for hydro- og ingeniørgeologiske vurderinger i forbindelse med planlagt regulering av Brattreitelva i Verran kommune. Våre saksbehandlere er for tiden noe overbelastet når det gjelder rapportering og vi ser derfor ingen muligheter for å ferdigstille formell sluttrapport for prosjektet før medio oktober 2000. Våre sluttkonklusjoner er imidlertid klare og presenteres i det følgende.

For å sikre grunnvannsressursene ved utløpet av Brattreitelva anbefaler vi terskelbygging på strekningen fra brua på R720 ned til elvemunningen. Dette vil heve vannspeilet i elva og redusere strømnings-hastigheten slik at tilstrekkelig infiltrasjon sikres gjennom perioder med lav vannføring. Detaljutforming av terskelopplegget bør vurderes nærmere, men utfra en midlere helning på elveløpet på 2% (1:50) kan 1 meter høye terskler med 50 m's mellomrom være en aktuell løsning.

Det anbefales en minstevassføring på 0.15 m³/s, målt ved brua på R720. Denne minstevassføringen vil utfra våre beregninger, basert på måling av infiltrasjonskapasitet v.h.a. sporforsøk, være nødvendig for å opprettholde en tilstrekkelig grunnvannsnnydannelse.

Redusert vannføring i Brattreitelva forventes ikke å medføre reduksjon i kapasiteten for fjellbrønner som ligger langs nordvestsiden av dalføret. Vanntrykket i de aktuelle brønnene ved Moan (Fjellgårdan), Rennemo og Ystmark er slik at brønnene renner over (artesisisk), d.v.s. brønnene viser mer enn 100 m overtrykk i forhold til vannivået i Brattreitelva. Dette viser at brønnene i all hovedsak får sin vanntilførsel fra sprekker i berggrunnen i de høyereliggende områdene nordvest for Brattreitelva.

Resultatene fra de ingeniørgeologiske undersøkelsene er gitt i de 2 vedlagte kartskissene. Det er kun østre tunnelalternativ som er tegnet opp i vertikalprofil (vedlegg 2) og alle anførte pel nr refererer til dette alternativet.

Den største risikoen for overflatedrenering antas å være knyttet til tilnærmet vertikale sprekkesoner pel nr 400-420 og 470-490 (vedlegg 2). Sonene krysser et større myrområde som ligger vest for tunneltraséene og et mindre myrområde som ligger rett over østre



tunnelalternativ (vedlegg 1). Feltobservasjonene gir ikke grunnlag for en nærmere spesifisering av de omtalte sprekkesonenes beskaffenhet med hensyn til transport og drenering av vann. Under tunneldrivingen bør det legges ekstra vekt på lekkasje- og drenerings-problematikk på hele strekningen fra pel nr 400 til pel nr 500.

Berggrunnen langs tunneltraséene består av sandstein/konglomerat, dog med et mulig unntak av en kort strekning ved nordre tunnelpåhugg, som kan bestå av dioritt. Eksakt beliggenhet av grensen mellom dioritt og sandstein/konglomerat ble ikke kartlagt i forbindelse med feltbefaringen. Bergartgrensen har fall mot nord, men fallvinkelen kan ikke bestemmes eksakt utfra feltobservasjoner. Sonen antas å krysse østre tunneltrasé i området pel nr 690-750. Bergartgrensen kan være ledsaget av oppsprekking idet den er sammenfallende med en regional forkastningssone. Berggrunnsforholdene ved nordre tunnelpåhugg bør kartlegges nærmere. Eventuelle stabilitets-/lekkasje-problemer kan trolig unngås ved flytting av damsted og tunnelpåhugg mot sør.

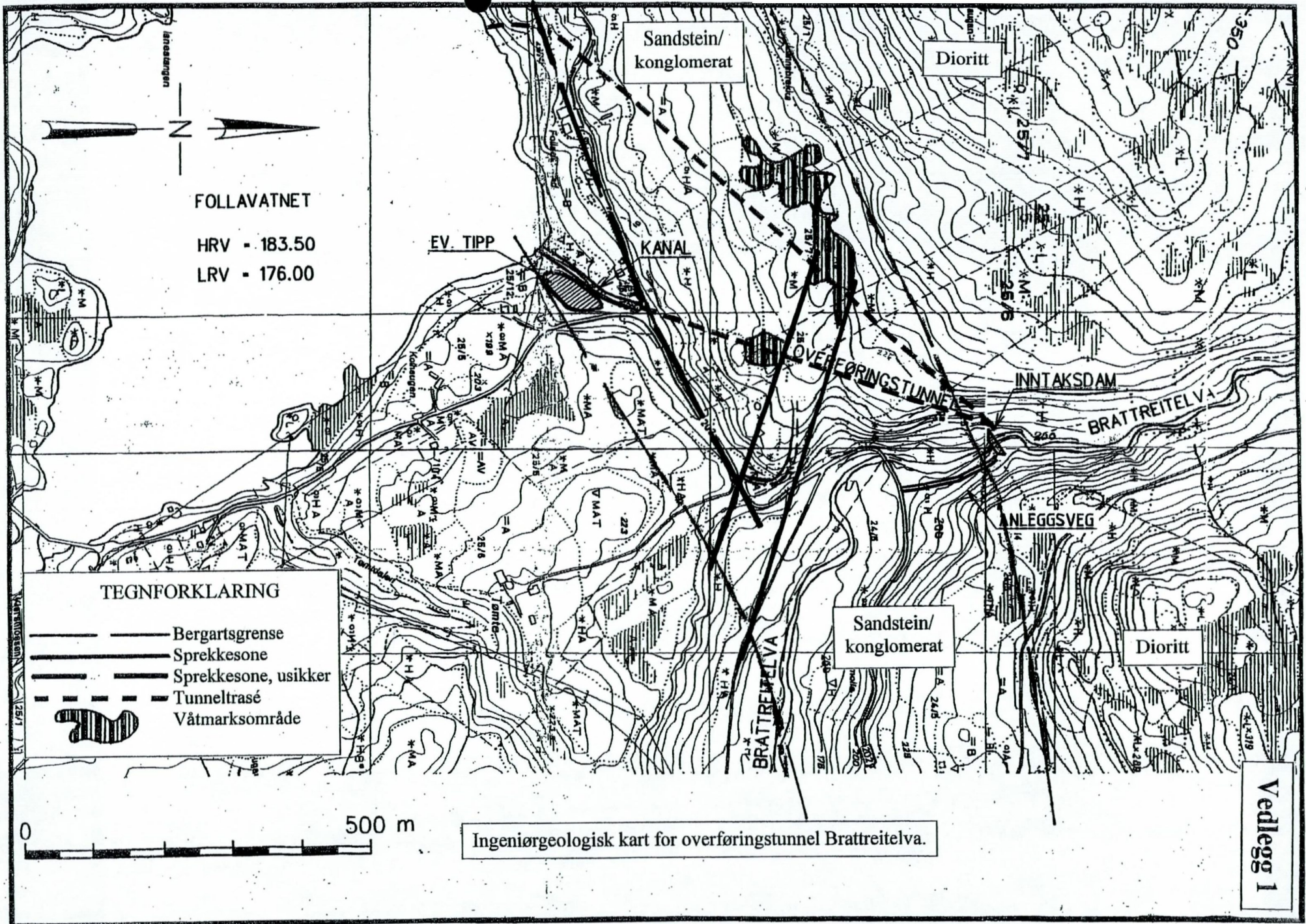
Topografien gir indikasjoner på en sprekkesone som krysser den sørligste del av tunneltraséene, vist med tykk, stiplet linje i vedlegg 1. Den østligste del av sonen er klart markert i form av et skar i terrenget, mens forløpet mot vest er mere uklart. Sonen antas å ha et tilnærmet vertikalt forløp og synes å krysse østre tunneltrase ved pel nr 170-190, d.v.s. ved søndre tunnelpåhugg. Feltobservasjonene gir ikke grunnlag for en nærmere spesifisering av sprekkesonens beskaffenhet med hensyn til transport og drenering av vann. Sonen går gjennom områder med dyrket mark hvilket medfører at det under tunneldrivingen bør legges ekstra vekt på eventuell lekkasje- og dreneringsproblematikk knyttet til denne sprekkesonen.

Med hilsen

Bernt O. Hilmo
Bernt Olav Hilmo
hovedprosjektleder
Grunnvann og grunnvarme

Gaute Storror
Gaute Storror
forsker

Vedlegg



FOLLAVATNET

HRV - 183.50

LRV - 176.00

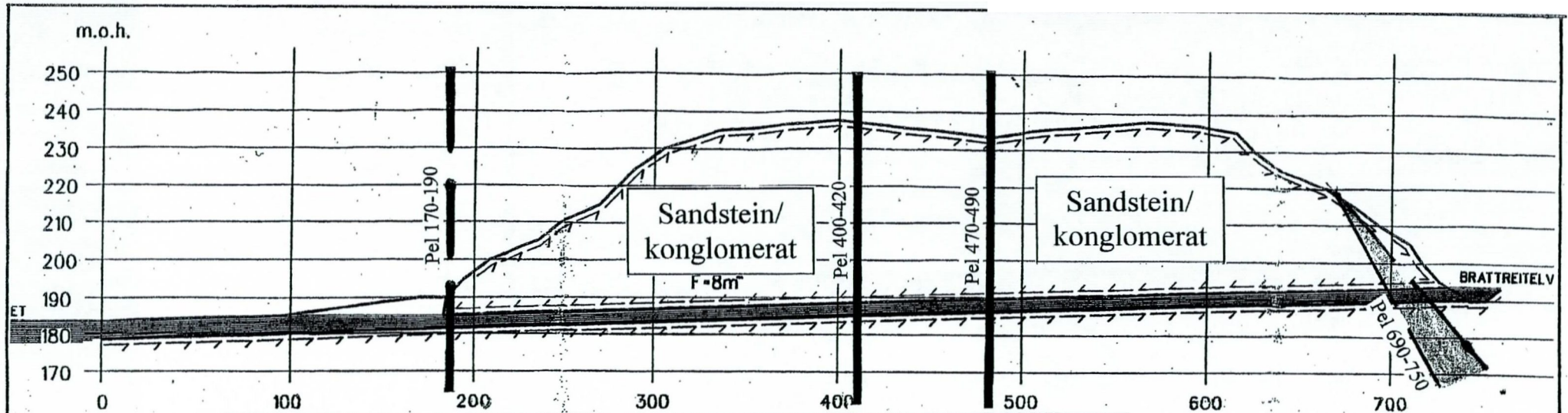
TEGNFORKLARING

-  Bergartsgrense
-  Sprekkesone
-  Sprekkesone, usikker
-  Tunneltrasé
-  Våtmarksområde

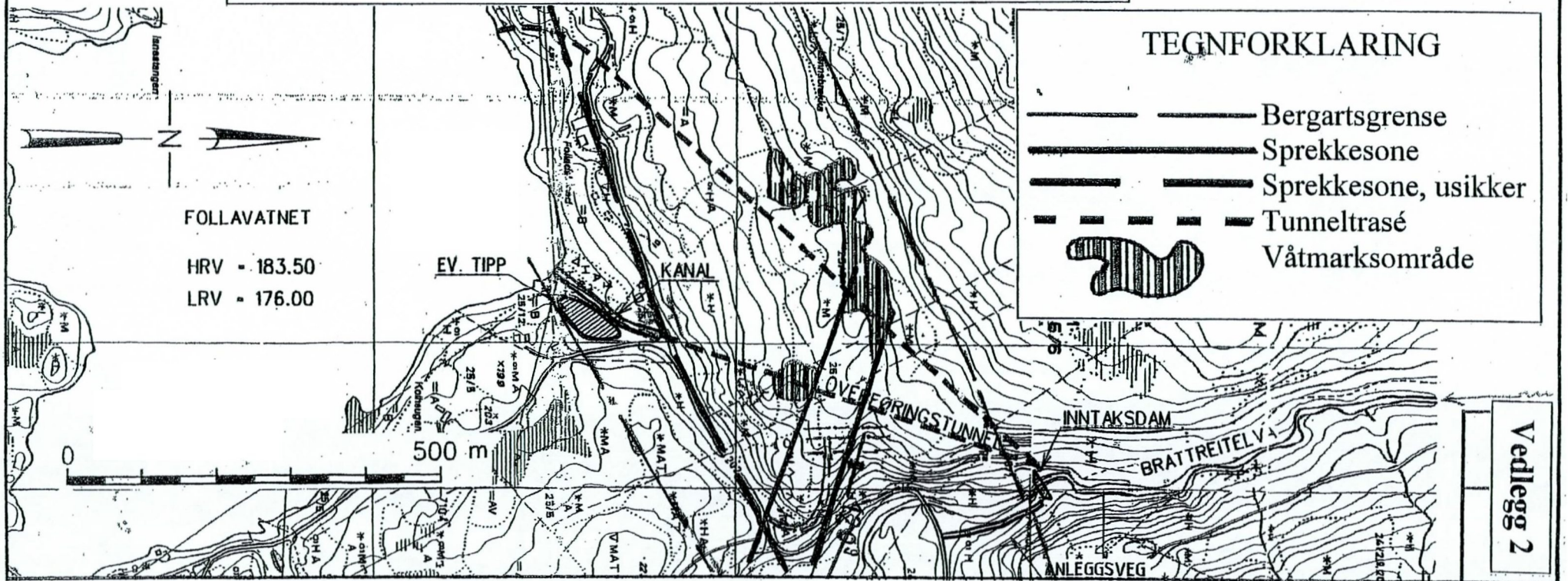
500 m

Ingeniørgeologisk kart for overføringstunnel Brattreitelva.

Vedlegg 1



Overføringstunnel Brattreitelva, vertikalsnitt østre tunnelalternativ.



TEGNFORKLARING

- Bergartsgrense
- Sprekkesone
- Sprekkesone, usikker
- Tunneltrasé
- Våtmarksområde