

NGU Rapport 99.020

Grunnvannsundersøkelser ved Hellesylt,
Stranda kommune

Rapport nr.: 99.020		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved Hellesylt, Stranda kommune				
Forfatter: Aase Midtgård Skrede, Øystein Jæger og Eilif Danielsen		Oppdragsgiver: Stranda kommune og Norges geologiske undersøkelse		
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Stranda		
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Geiranger 1219 II		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 29	Pris: 50,-	
		Kartbilag: 2		
Feltarbeid utført: oktober 1998	Rapportdato: 20.02.99	Prosjektnr.: 2713.15	Ansvarlig: <i>Aase Midtgård</i>	
Sammendrag:				
<p>I forbindelse med prosjektet "Økt bruk av grunnvann" har Stranda kommune bedt NGU om bistand til å utrede grunnvann som alternativ til dagens vannkilde ved Hellesylt vassverk.</p> <p>Vannforsyningen er i dag basert på elveinntak i Sunnylvoldskreddalen, dette ligger i et jordbruksområde med dyrehold. Vannet er til tider sterkt påvirket av aktiviteten i området.</p> <p>Det er undersøkt muligheter for grunnvann fra løsmasser i Sunnylvoldskreddalen. Dagens vannbehov er 7 l/s, mens forventet vannbehov i år 2020 er 13 – 20 l/s. Feltundersøkelsene er utført høsten 1998 og har omfattet befaring, georadarundersøkelser, løsmasseboringer for kapasitetstesting og uttak av masseprøver. Massene består i stor grad av rasmateriale og morenemateriale og inneholder mye finstoff med liten vanngjennomgang. Innenfor det aktuelle undersøkelsesområdet ble det ikke påvist noen egnet lokalitet som kan dekke vannbehovet for Hellesylt.</p>				
Emneord: Grunnvannsforsyning	Georadar	Sonderboring		
Løsmasse	Vannverk	Hydrogeologi		
	Fagrapport			

FORORD

En god vannforsyning med hensyn til kapasitet og kvalitet er grunnleggende og burde være en selvfølge i vårt land som har så mye lett tilgjengelig og lite forurenset ferskvann. Likevel har nesten 1 million nordmenn for dårlig vannforsyning, mest på grunn av feil valg av vannkilde og mangelfullt rensed vann. EU-normene og de nye norske drikkevannsforskriftene medfører behov for en bedring av drikkevannsforsyningen i mange områder. I en femårsperiode fra 1995-1999 vil ulike departement bevilge 100 mill. kr. hvert år til forbedring av vannforsyningen.

Etter initiativ fra Miljøverndepartementet gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i perioden 1989-1992 prosjektet *Grunnvann i Norge (GiN)*. Det overordnede mål for GiN-prosjektet var å skape grunnlag for økt bruk og bedre beskyttelse av grunnvannsressurser. En viktig del av prosjektet bestod i registrering av potensielle grunnvannsressurser i 301 av landets kommuner. Registreringen ble gjennomført dels ved feltarbeid (30 % av kommunene) og dels ved gjennomgang av eksisterende bakgrunnsmateriale. GiN-prosjektet viste muligheter for grunnvannsforsyning til over 800 forsyningssteder (over 600 000 p.e.).

NGU har på bakgrunn av de forannevnte momentene startet prosjektet «Økt bruk av grunnvann». Formålet er å gi en sikker dokumentasjon av kvantitet og kvalitet av grunnvannsforekomster som kan nyttes til allminnelig drikkevannsforsyning. Bedre vannforsyning til næringsmiddel- og reiselivsbedrifter er også prioritert.

Prosjektet gjennomføres som et samarbeidsprosjekt mellom NGU, fylkeskommuner og kommuner. Prioriteringen av kommuner vil bli gjort i samarbeid med fylkeskommunene, mens prioriteringen av forsyningssteder vil bli foretatt i samråd med kommunene.

Ut fra Stranda kommunes interesse for prosjektet ble det gjort grunnvannsundersøkelser i Sunnnylvoldskreddalen, ved Hellesylt i 1998. Arbeidet er planlagt i samarbeid med teknisk etat.

Prosjektet finansieres av Stranda kommune (25 %), Møre og Romsdal fylkeskommune (25%) og NGU (50 %). I tillegg har kommunen bidratt med en egeninnsats i form innhenting av bakgrunnsmateriale og teknisk tilrettelegging.

Bernt Olav Hilmo
Hovedprosjektleder

Aase Midtgård Skrede
forsker

INNHALDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON	5
1. INNLEDNING	5
2. METODEBESKRIVELSE.....	6
2.1 Boringer	6
2.2 Prøveuttak.....	6
3. RESULTATER.....	6
3.1 Boringer	7
3.2 Feltmålinger	8
4. LITTERATUR.....	8

VEDLEGG

TEKSTBILAG

- 1 Hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder

DATABILAG

- 1.1 - 1.6 Borelogger
- 2.1 - 2.6 Utskrift av boreprofiler
- 3.1 Kornfordelingskurve av masseprøve fra sonderboring

KARTBILAG

- 99.020-01 Oversiktskart, grunnvannsundersøkelser i Hellesylt, Stranda kommune
- 99.020-02 Detaljkart, borehullsplassering i Sunnylvoldskreddalen

KONKLUSJON

Det er undersøkt muligheter for grunnvannsuttak fra løsmasser i Sunnylvoldskreddalen, ved Hellesylt. Langs østre elveslette er det målt 4 georadarprofil og utført 6 sonderboringer. Øverst i alle borehullene er det et topplag som består av stein og grus, deretter er det sandige masser over morene. Det er litt variasjon i mektighet og kornstørrelse for dette mellomlaget, men finstoff-innholdet er så høyt at vanngjennomgangen blir for dårlig til å kunne ta ut større vannmengder fra en pumpebrønn. Det ble ikke påvist noen egnet lokalitet som kan dekke dagens vannbehov på 7 l/s.

1. INNLEDNING

Stranda kommune har bedt NGU om bistand til å utrede grunnvann som alternativ til dagens vannkilde ved Hellesylt vassverk. NGU gjennomførte befaring i det aktuelle undersøkelsesområdet 25. juni. I samråd med kommunen ble undersøkelsesområdet avgrenset fra området ved dagens elveinntak og ca. 2 km oppover langs elva i Sunnylvoldskreddalen (se kartbilag 99. 020-01 og -02). Feltundersøkelsene ble utført i oktober 1998 og har omfattet georadarundersøkelser og løsmasseboringer.

Ansvarlig for arbeidet har vært Aase Midtgård Skrede, andre involverte var:

Øystein Jæger (befaring)

Thorleif Lauritsen (georadar)

Eilif Danielsen (løsmasseboringer)

Kommunens kontaktperson har vært Inge Rakvåg. Kommunen har bl.a. innhentet boretillatelse fra grunneierne.

2. METODEBESKRIVELSE

På grunnlag av feltbefaringen ble det i samråd med kommunen satt opp et prosjektforslag med kostnadsoverslag for det aktuelle området. Det ble målt 4 georadarprofil og utført 6 boringer. Plassering av borepunktene er gjort på grunnlag av tolkning av georadarprofiler, og er vist i kartbilag -02. Utskrifter av georadarprofiler og tolkning av disse vil bli presentert i en egen NGU-rapport.

2.1 Boringer

Alle sonderboringer og påfølgende rørdriking er utført med NGU's beltegående HAFO-borerigg. Riggeren er utstyrt med topphammer og boring skjer ved rotasjon/slag samt vannspyling gjennom borekrone. Under rørdriking blir det forsøkt testpumping i ulike nivåer og om mulig tatt ut masseprøver og vannprøver. Det understrekes at de omtalte kapasitetstestene angir vannmengder fra en undersøkelsesbrønn (Ø 32 mm) med 1 m filter. Målingene gir informasjon om vanngjennomgangen i ulike løsmasselag og representerer ikke vannkapasiteten for en eventuell produksjonsbrønn. Nærmere beskrivelse av metodikk vedrørende boringer og testpumping er gitt i tekstbilag 1.

2.2 Prøveuttak

På grunn av tette morenemasser med liten vanngjennomgang ble det ikke tatt ut noen vannprøver for analyse. En oppsugd masseprøve fra 6,7 - 7,7 m dyp i borehull 4 er analysert for kornfordeling. Nærmere beskrivelse av metodikk vedrørende laboratorieanalyser er gitt i tekstbilag 1.

3. RESULTATER

Det undersøkte området ligger i Sunnylvoldskreddalen som er et nokså trangt dalføre. Dalsidene, og stedvis dalbunnen, er dekket av rasmateriale. I dalbunnen er det noen små elvesletter og en liten breelvavsetning (Follestad m.fl. 1995). Slike løsmasser har ofte god vanngjennomgang og kan dermed være egnet for uttak av grunnvann.

3.1 Boringer

På grunnlag av tolkning av de målte georadarprofilene ble det forslått seks ulike borepunkter. Beliggenheten er vist i kartbilag -02, mens borelogger og utskrifter av boreprofil er vist i henholdsvis databilag 1.1 - 1.6 og 2.1 - 2.6.

Borehull 1 ble plassert i skjæringspunktet mellom georadarprofil 1 og 3. Det ble sonderboret ned til 23,7 m dyp. Det er litt stein og grus øverste meteren, nedover i dypet består massene hovedsakelig av grusig sand ned til ca. 16 m. Under dette nivået er det grus og blokk over morene fra ca. 20 m dyp. Det ble forsøkt testpumping ved 3 ulike nivåer. Ved 4,7 - 5,7 m ble det målt en vannmengde på ca 25 l/min. Ved henholdsvis 14,7 - 15,7 m og 16,7 - 17,7 m var det svært dårlig vanngjennomgang.

Neste borepunkt, **borehull 2**, ble boret på elvesletten på østsiden av hovedelva, tvers over munningen til Tverrelva. Her var det også stein og grus øverst. Under dette grove topplaget var det bare et par meter sand og grus før en kom ned i morenelaget. Boringen ble avsluttet ved 9,7 m og det ble ikke utført testpumping ved denne lokaliteten.

Borehull 3 er plassert om lag 120 m nord for Bh. 1. Boreprofilet er nokså likt som for borehull 2. Det er ca. to meter øverst med grus og stein, under dette ligger et gruslag med et par meters mektighet og fra ca. 6 m dyp støter en på morene. Heller ikke her ble det testpumpet.

I **borehull 4** som er plassert like ved georadarprofil P4 er det større mektighet med grus og sand over morenelaget som her ligger på ca. 10 m dyp. Det ble forsøkt testpumpet ved 2 nivåer. Fra 4,7 - 5,7 m ble det tatt ut vannmengder på mellom 40 og 130 l/min. Røret ble pumpet tomt flere ganger. Dette skyldes trolig at de omkringliggende massene er så tette at tilsiget ikke skjer hurtig nok til å få tatt ut større vannmengder. Det ble også testpumpet fra 6,7 - 7,7 m, her ble det pumpet opp mye finsand, dette vises i en kornfordelingskurve i databilag 3.1. Vannmengden i dette nivået ble anslått til å være ca. 25 l/min.

Borehull 5 ble boret ca. 20 m nord for borehull 1, langs georadarprofil P1. Her er det grus og stein øverste 4-5 m. Nedover i dypet blir massene mer finkornige og består for det meste av sand og finsand med enkelte gruskorn. På grunn av forholdsvis tette masser ble lokaliteten ansett som uegnet for testpumping og boringen ble avsluttet ved 15,7 m.

Også i **borehull 6** (ved starten på georadarprofil P2) var massene for finkornige fra ca. 4 m dyp. Boringen ble avsluttet ved 9,7 m dyp og det ble ikke gjort forsøk på testpumping her.

Sammendrag

Grunnvannsundersøkelsene i det prioriterte området i Sunnylvoldskreddalen viser at løsmassene ikke er egnet for større grunnvannsuttak. I de fleste borehullene ble boreslammet gråfarget (se databilag 1.1 - 1.6), dette indikerer høyt innhold av finstoff, noe som gir dårlig vanngjennomgang.

3.2 Feltmålinger

På grunn av mye finstoff i massene ble ikke vannet pumpet klart under testpumping. Det er ikke foretatt kjemiske analyser på vannet som ble pumpet opp, men det er gjort feltmålinger av temperatur og ledningsevne. På grunn av liten pumpekapasitet ble vannet varmet opp av pumpa og temperaturmålingene er derfor trolig litt for høye. Ledningsevnen er for alle 3 grunnvannsprøvene høyere enn i elva, dette tyder på at vannet har hatt en viss oppholdstid i grunnen.

Tabell 1 *Feltmålinger av kapasitet, temperatur og ledningsevne.*

Borehull	Dyp (m)	Vannuttak (l/min)	Temp. (°C)	EC (uS/sm)
1	4,7 - 5,7	25	7,7	37,0
4	4,7 - 5,7	40 - 130	7,8	57,5
4	6,7 - 7,7	25	6,0	38,2
Elva			4,7	20,3

4. LITTERATUR

Follestad, B.A, 1995: Møre og Romsdal fylke - kvartærgeologisk kart, M 1: 250 000. Norges geologiske undersøkelse

HYDROGEOLOGISKE OG HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORATORIEMETODER

1 SONDERBORINGER I LØSMASSER

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 grunnvannsuttag, 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 grunnvannsføremst 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 testpumpingen. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekarret. 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 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 f.eks. 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. Opp-pumpet 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 prøvempes i min. 3 måneder, men for større vannverk bør det prøvempes ett år slik at man får med eventuelle seshongvariasjoner 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 og utbredelsen av klausulerinssonene (se GiN-veileder nr. 7).

d) Langtids prøvemping av fjellbrønner

Langtids prøvemping av fjellbrønner skjer stort sett etter de samme prinsipper som prøvemping av løsmassebrønner. Pumpeperioden bør være minst tre måneder. Pumpa bør dimensjoneres ut fra kapasiteten funnet ved testpumpingen og maksimal løftehøyde (i en driftsfase). Som oftest har man ingen eller svært få peilebrønner rundt pumpebrønnen. Dette gjør det vanskelig å beregne hydrauliske parametere og størrelsen på klausuleringssoner. Kapasiteten måles sikrest ved bruk av automatisk vannmåler på utløpsledningen fra pumpa etter at pumperaten er regulert slik at vannstanden i borehullet innstiller seg i et konstant nivå like over pumpa. Det er da likevekt mellom uttatt vannmengde og det maksimale tilsiget av grunnvann til brønnen. Utløpsledningen føres såpass langt bort fra brønnen at det ikke kan skje reinfiltrasjon av opp-pumpet vann langs brønnrøret eller i nærliggende fjellsprekker som står i hydraulisk kontakt med grunnvannsmagasinet.

Under pumpeperioden tas det vannprøver til både fysikalsk-kjemiske og bakteriologiske analyser minimum en gang pr. måned.

5 VANNPRØVETAKING

Under grunnvannsundersøkelser tas det vannprøver til fysikalsk-kjemiske analyser 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.

6 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 fordelen 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/lokalteter og grunnlag for lokalisering og filterplasseringen av testbrønner. Forundersøkelser og nedsetting av testbrønner kan dermed gjøres i samme tidsrom.

7 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 på vannprøver:

- | | |
|----------------|---------------|
| - 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 ± 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. Måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på ± 2.5 % for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.04 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 ± 7.5 %.

Bestemmelse av turbiditet blir gjort etter NS 4723. 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 tilfredsstiller 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:

$$(\Sigma\text{kationer} - \Sigma\text{anioner}) / (\Sigma\text{kationer} + \Sigma\text{anioner}) \times 100 \%$$

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

GiN-veileder nr. 7, 1990: Grunnvann. Beskyttelse av drikkevannskilder. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*

Brønn-ID: 307 **Type brønn:** Undersøkelsesbrønn **Fylke:** Møre og Romsdal **Kommune:** Stranda (1525)
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 387870.00 **NS-koordinater:** 6887263.00 **Høyde over havet:** 222 meter
Oppdragsgivers navn: Stranda kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 01.10.1998 **Borerens navn:** E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 23.70 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest **Brønnrørmateriale:** Damprør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.70	Grus og stein	0	Brunt							
1.70	2.70	Sand	0	Borte							
2.70	3.70	Sand og grus	1	Borte							
3.70	4.70	Grusig sand	1-3	Borte							
4.70	5.70	Grusig sand	1-3	Borte	0.42	7.7	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
5.70	7.70	Grusig sand	1	Grått							
7.70	10.70	Sand og finsand	1	Grått							
10.70	11.70	Grusig sand	1	Grått							
11.70	14.70	Sand og finsand	2	Grått							
14.70	15.70	Sand og stein	2	Grått	0.00						Meget dårlig vanngj.g.
15.70	16.70	Grus	2	Grått							
16.70	17.70	Grus, stein og blokk	2	Borte	0.00						Dårlig vanngj.g.
17.70	18.70	Grus, stein og	2	Borte							

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
18.70	19.70	Grus	2	Borte							
19.70	23.70	Morene	2-12	Borte							

Merknad:
Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 12.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønn-ID: 450 Type brønn: Sondering Fylke: Møre og Romsdal Kommune: Stranda (1525)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 387895.00 NS-koordinater: 6887760.00 Høyde over havet: 250 meter
 Oppdragsgivers navn: Stranda kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 01.10.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 9.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	2.70	Grus og stein	0	Borte							
2.70	3.70	Sand, grus, stein, blokk	0	Borte							
4.70	5.70	Grusig sand	1-5	Borte							
5.70	6.70	Grus	1	Grått							Morenelag
6.70	7.70	Grus	1	Grått							
7.70	9.70	Morene	1-10	Grått							

Merknad:
 Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 12.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønn-ID: 453 Type brønn: Sondering Fylke: Møre og Romsdal Kommune: Stranda (1525)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 387820.00 NS-koordinater: 6887452.00 Høyde over havet: 238 meter
 Oppdragsgivers navn: Stranda kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 01.10.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 7.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	2.70	Grus og stein	0	Brunt							
2.70	4.70	Grus	0-3	Grått							
4.70	5.70	Grus, stein og blokk	0	Grått							
5.70	7.70	Morene	0-3	Grått							

Merknad:

Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 13.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønn-ID: 311 Type brønn: Undersøkelsesbrønn Fylke: Møre og Romsdal Kommune: Stranda (1525)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 387846.00 NS-koordinater: 6887308.00 Høyde over havet: 225 meter
 Oppdragsgivers navn: Stranda kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 01.10.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 11.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest Brønnrørmateriale: Dampør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): 3.00 m Målt dato: 01.10.1998

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.70	Grus og stein	0	Borte							
1.70	4.70	Grov grus	0	Borte							
4.70	5.70	Grov grus	0	Borte	0.67	7.8	15	Ja	Ja	Pumping (P)	Grov gr. Sand mot slutten Ved pumping opp mot ca 130 L/m, pumpet vi tomt
5.70	6.70	Sand og finsand	0	Borte							
6.70	7.70	Sand og finsand	0	Borte	0.42	6.0	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
7.70	8.70	Sand og finsand	0	Borte							Sa/finsa. m. gr.korn
8.70	10.70	Morene	0	Borte							Ved 9,8m. en blokk
10.70	12.70	Morene	0-12	Borte							

Merknad:
Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 16.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønn-ID: 459 Type brønn: Sondering Fylke: Møre og Romsdal Kommune: Stranda (1525)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 387860.00 NS-koordinater: 6887280.00 Høyde over havet: 223 meter
 Oppdragsgivers navn: Stranda kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 01.10.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 15.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	2.70	Grus og stein	0	Brunt							
2.70	3.70	Grus	0	Brunt							
3.70	5.70	Grusig sand	0	Borte							
5.70	7.70	Sand og finsand	3-8	Borte							
8.70	9.70	Grusig sand	5-8	Borte							
9.70	11.70	Sand og finsand	1	Borte							
11.70	12.70	Grusig sand	1	Borte							
12.70	14.70	Sand og finsand	1	Borte							
14.70	15.70	Grusig sand	1	Borte							

Merknad:

Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 16.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønn-ID: 461 Type brønn: Sondering Fylke: Møre og Romsdal Kommune: Stranda (1525)
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 387860.00 NS-koordinater: 6887150.00 Høyde over havet: 217 meter
 Oppdragsgivers navn: Stranda kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 01.10.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 9.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

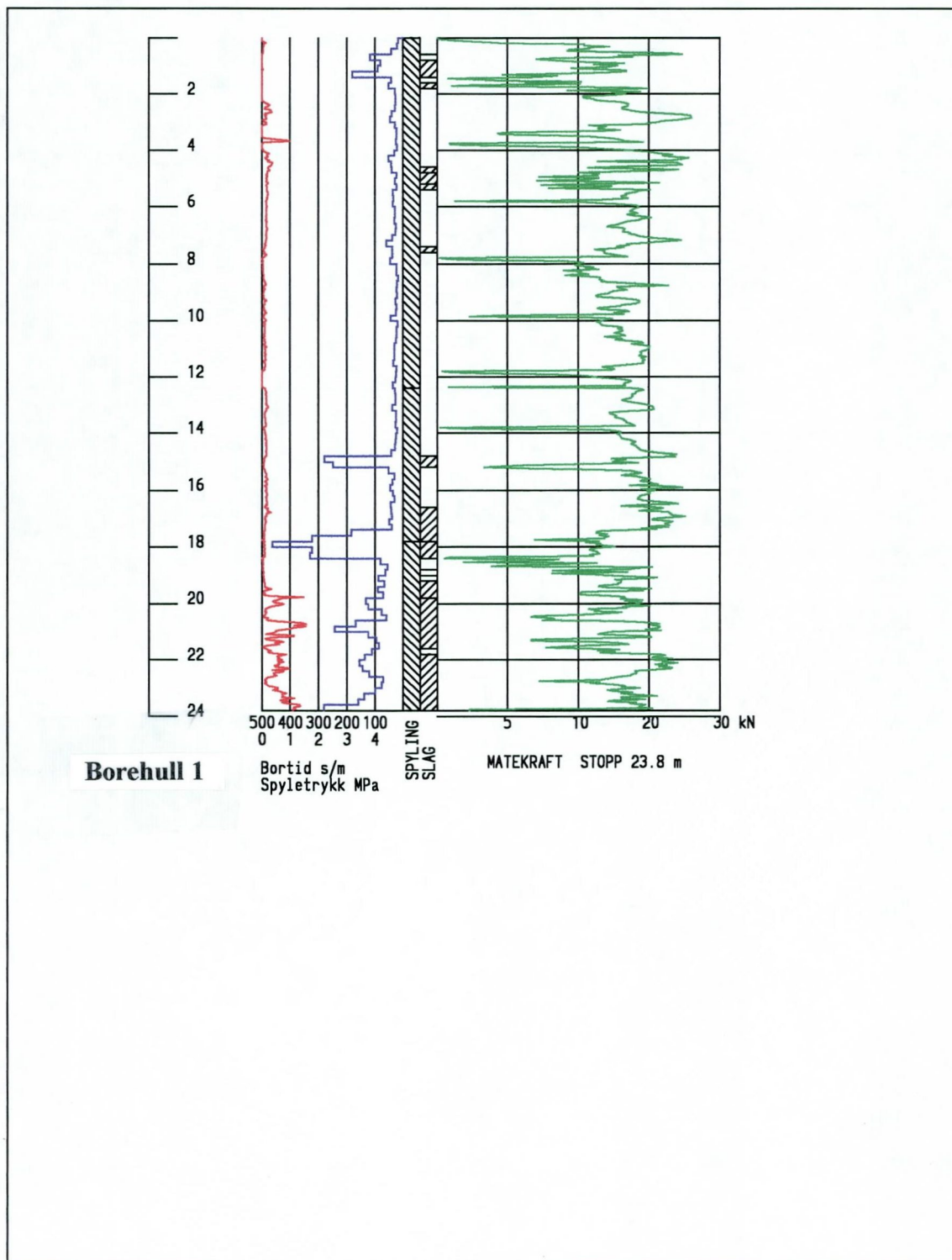
Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.70	Grus og stein	0	Brunt							
1.70	2.70	Grus og stein	0-3	Brunt							
2.70	3.70	Grusig sand	0-3	Brunt							Brunt/grått spylevann
3.70	5.70	Sand og finsand	5	Grått							
5.70	6.70	Grusig sand	3	Grått							
6.70	9.70	Sand og finsand	3	Grått							

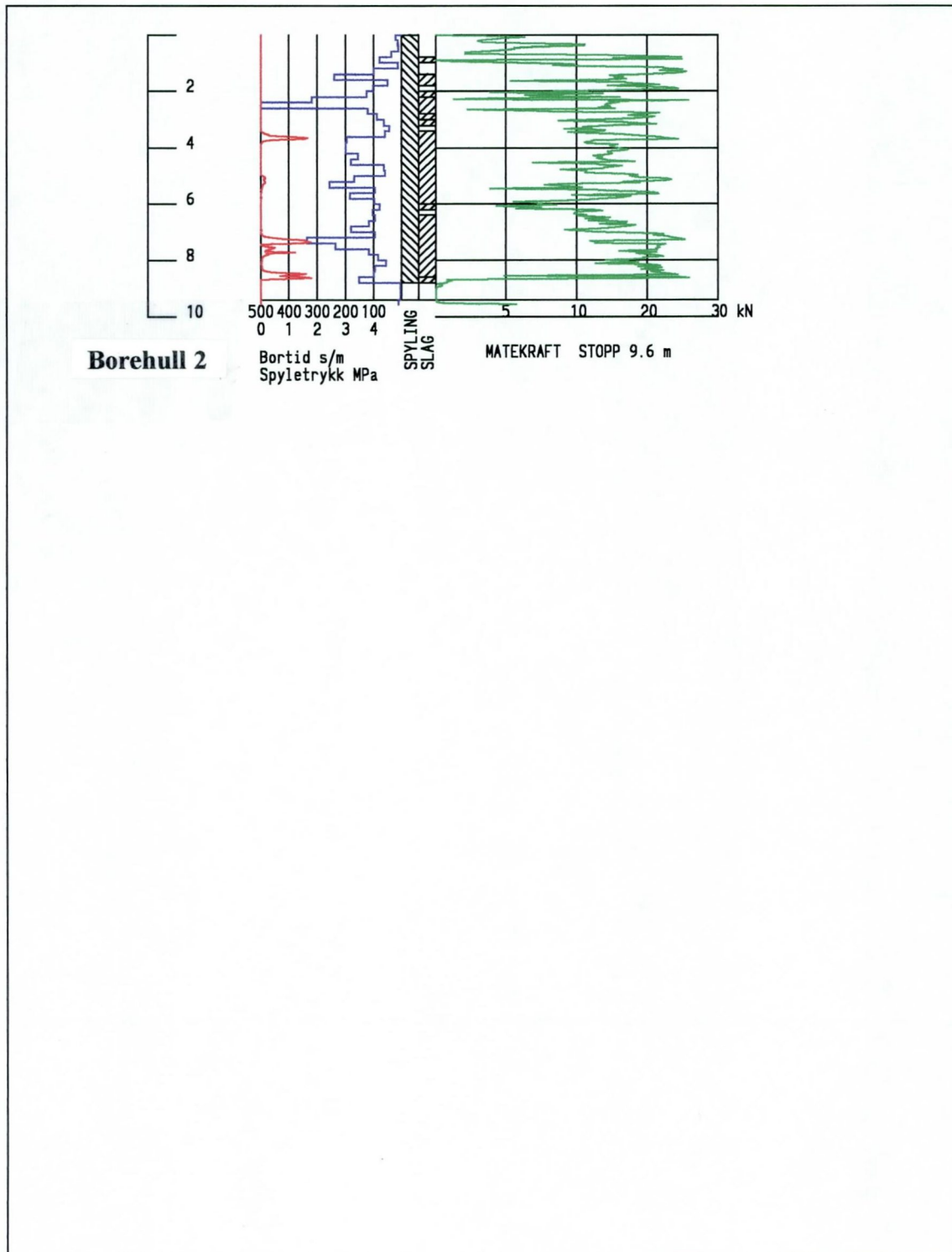
Merknad:

Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 16.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen



Prosjekt	Identifisering X:0387870 Y:6887263	Høyde	
Prosjektnavn Hellesylt	Firmanavn NGU	Dato 1998-10-06	Målestokk 1:200
		Side 1 (1)	Hålnr (GP) 384
		Fil: HELLESY.STD	



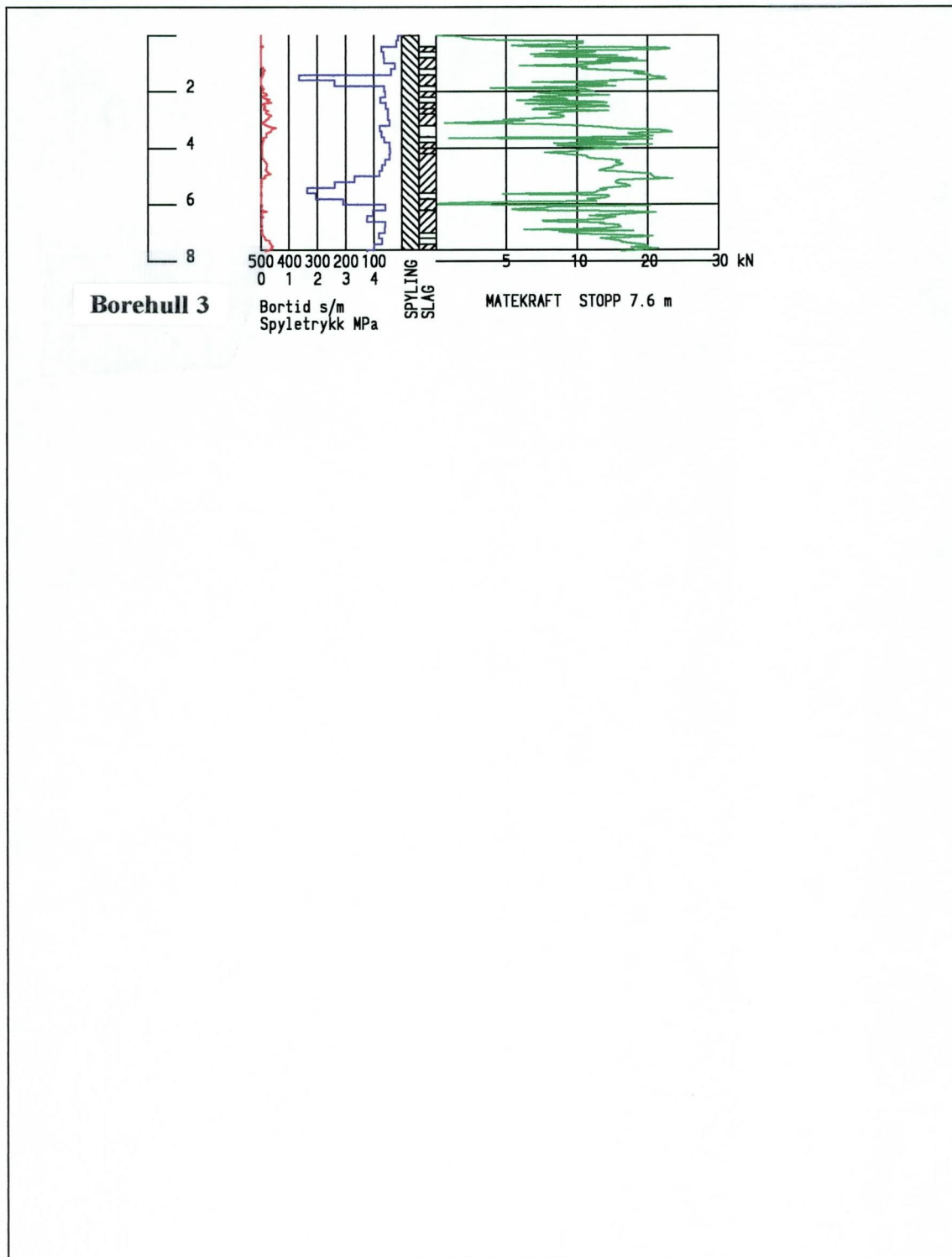
Borehull 2

Bortid s/m
Spyletrykk MPa

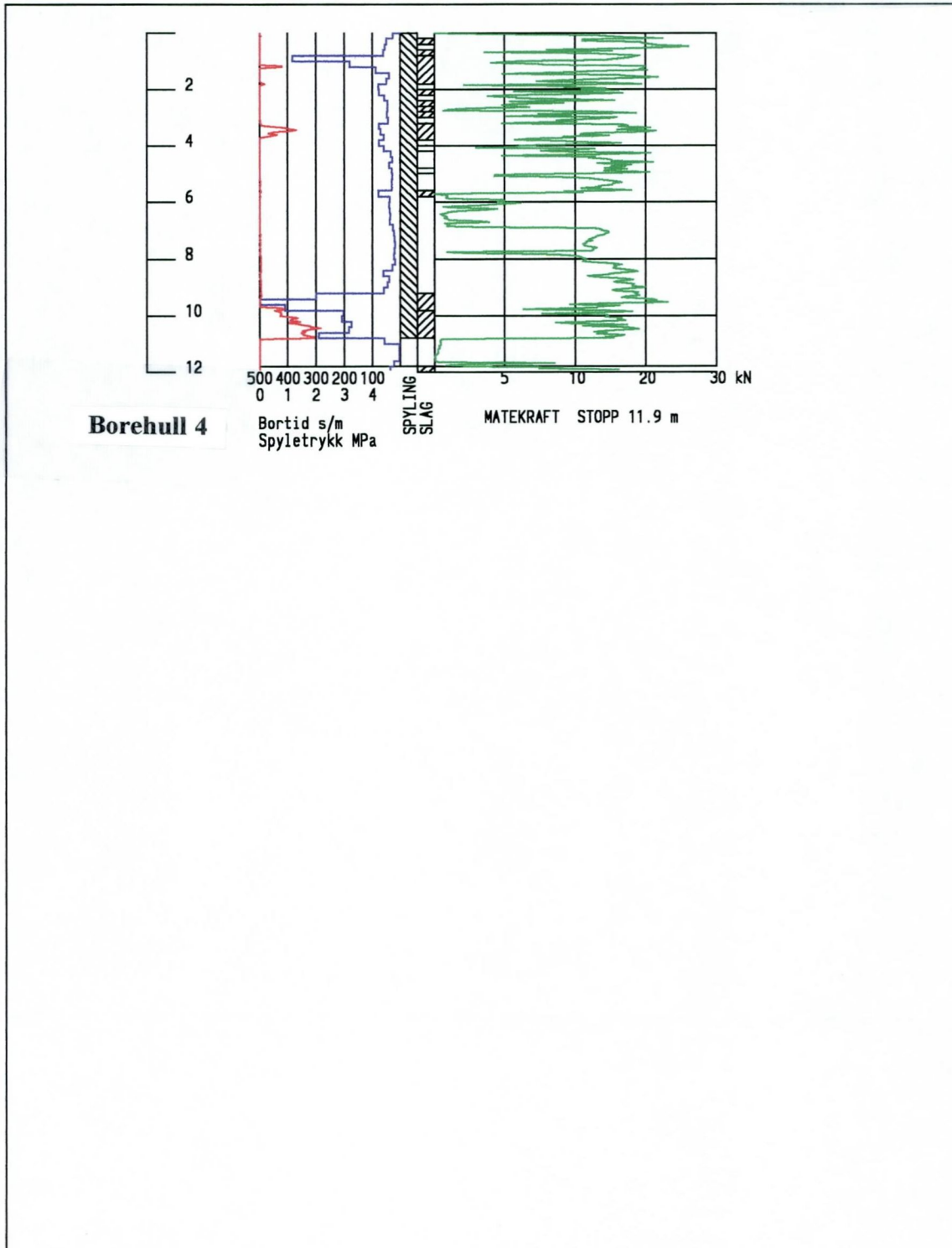
SPYLING
SLAG

MATEKRAFT STOPP 9.6 m

Prosjekt	Identifisering X:0387895 Y:6887760	Høyde
Prosjektnavn Hellesylt	Dato 1998-10-06	Målestokk 1:200
Firmanavn NGU	Side 1 (1)	Hålnr (GP) 385
	Fil: HELLESY.STD	



Prosjekt	Identifisering X:0387820 Y:6887452	Høyde	
Prosjektnavn Hellesylt	Firmanavn NGU	Dato 1998-10-07	Målestokk 1:200
		Side 1 (1)	Hålnr (GP) 386
		Fil: HELLESY.STD	



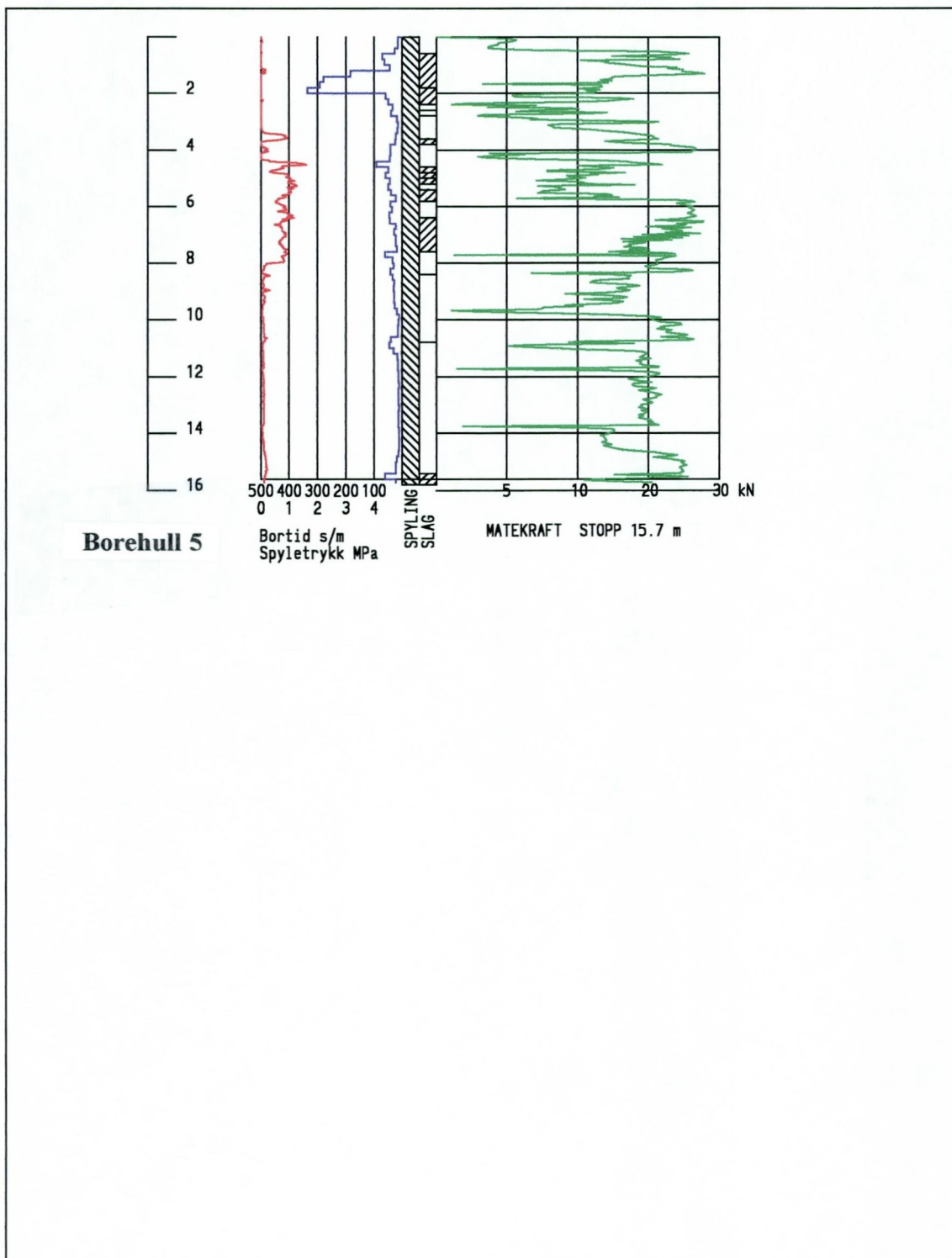
Borehull 4

Bortid s/m
Spyletrykk MPa

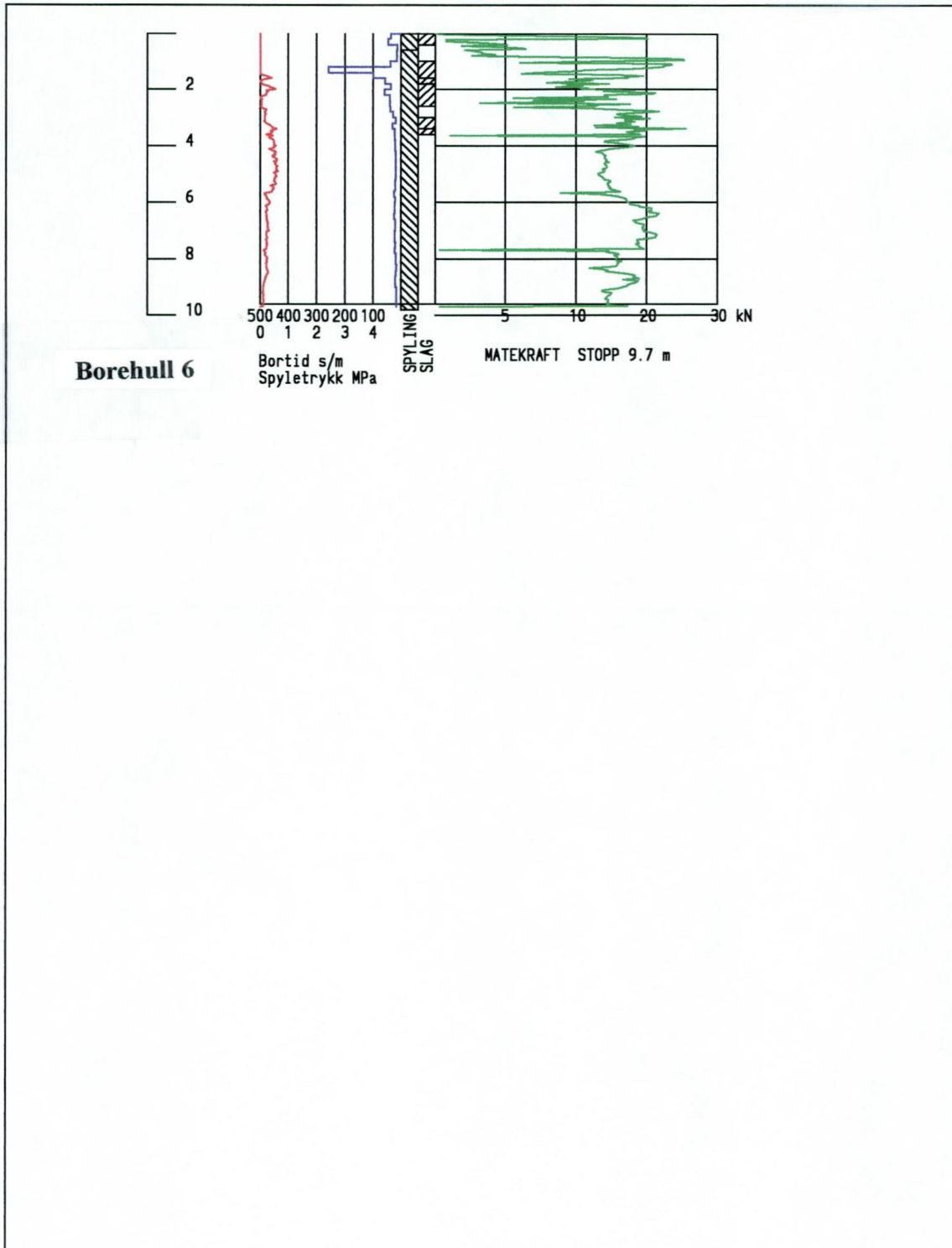
SPYLING
SLAG

MATEKRAFT STOPP 11.9 m

Prosjekt	Identifisering X:0387846 Y:6887846	Høyde	
Prosjektnavn Hellesylt	Dato 1998-10-07	Målestokk 1:200	
Firmanavn NGU	Side 1 (1)	Hålnr (GP) 387	
	Fil: HELLESY.STD		



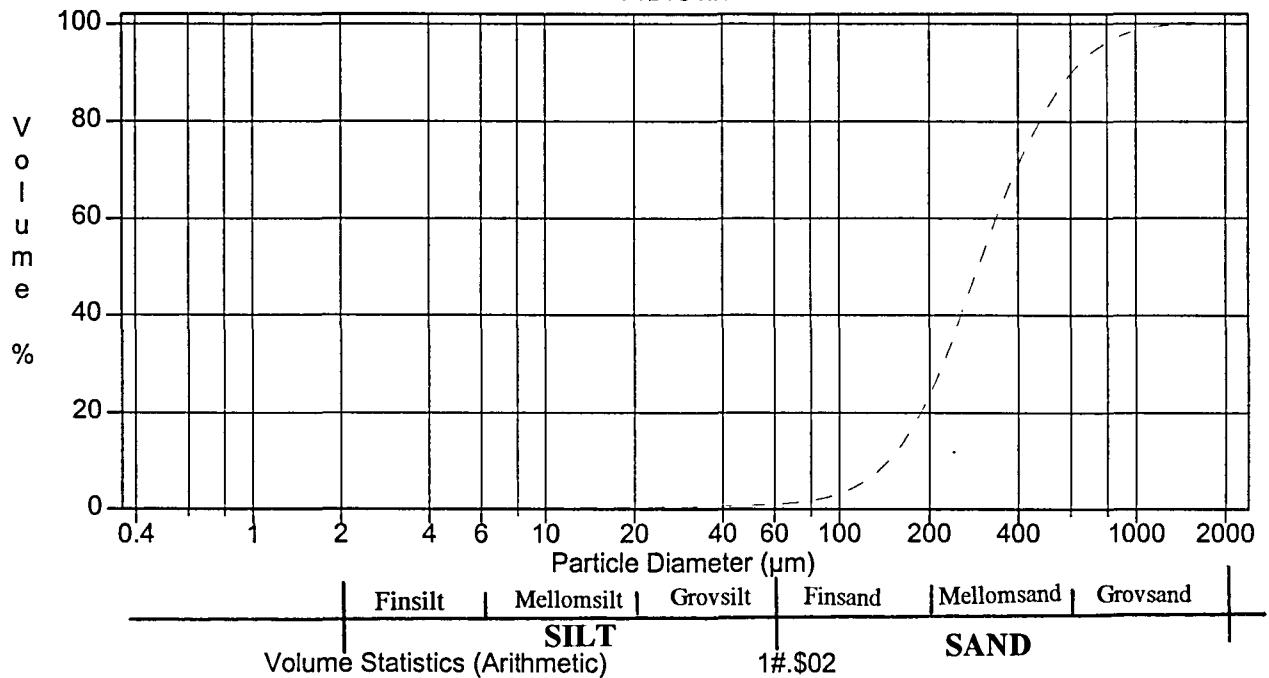
Prosjekt	Identifisering X:0387846 Y:6887846	Høyde	
Prosjektnavn	Hellesylt	Dato	Målestokk
Firmanavn		1998-10-07	1:200
		Side	Hålnr (GP)
		1 (1)	388
		Fil:	
		HELLESY.STD	



Prosjekt	Identifisering X:0387846 Y:6887846	Høyde	
Prosjektnavn	Hellesylt	Dato	Målestokk
Firmanavn		1998-10-07	1:200
		Side	Hålnr (GP)
		1 (1)	389
		Fil:	
			HELLESY.STD

Prøve nr. 1: Hellesylt, borehull 4: 6,7 - 7,7 m

Prøve nr.1



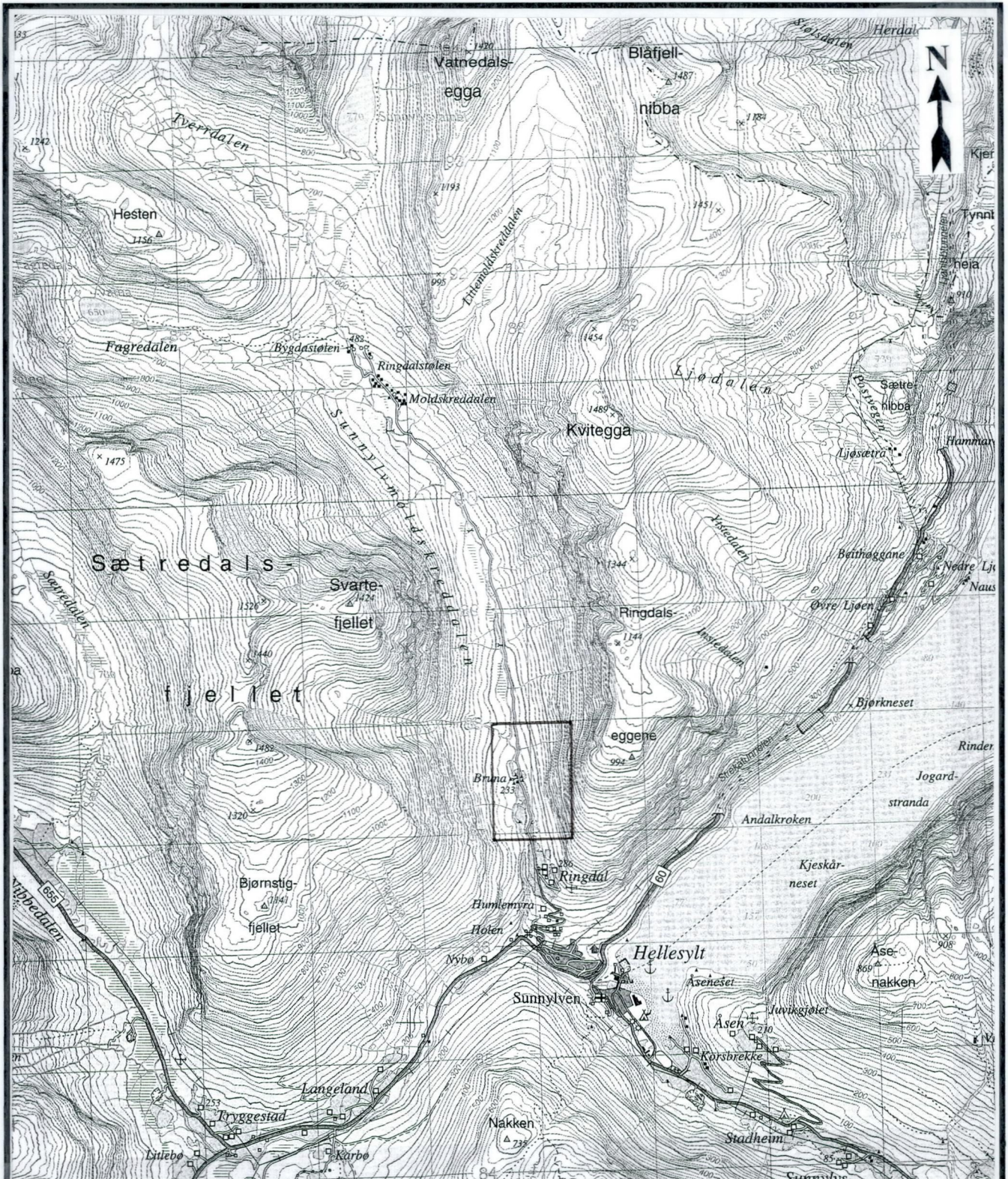
Calculations from 0.375 µm to 2000 µm

Volume	100.0%		
Mean:	343.1 µm	95% Conf. Limits:	0-737.7 µm
Median:	294.3 µm	S.D.:	201.3 µm
D(3,2):	202.3 µm	Variance:	40520 µm ²
Mean/Median Ratio:	1.166	C.V.:	58.7%
Mode:	269.2 µm	Skewness:	1.604 Right skewed
d ₁₀ :	147.0 µm	Kurtosis:	3.757 Leptokurtic
d ₅₀ :	294.3 µm		
d ₉₀ :	604.5 µm		
Specific Surf. Area	296.6 cm ² /ml		

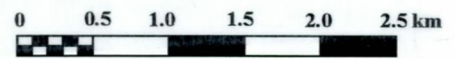
% <	10	25	60	75	90
Size µm	147.0	205.1	338.0	430.4	604.5

1#.\$02

Volume %	Particle Diameter µm
1.000	62.23
2.000	85.62
5.000	117.4
10.00	147.0
15.00	168.5
20.00	187.4
25.00	205.1
40.00	256.4
50.00	294.3
60.00	338.0
70.00	394.8
75.00	430.4
80.00	473.5
90.00	604.5



Innrammet område er vist i kartbilag -02



STRANDA KOMMUNE, Hellesylt
 OVERSIKTSKART
SUNNYLVMOLDSKREDDALEN
 MØRE OG ROMSDAL

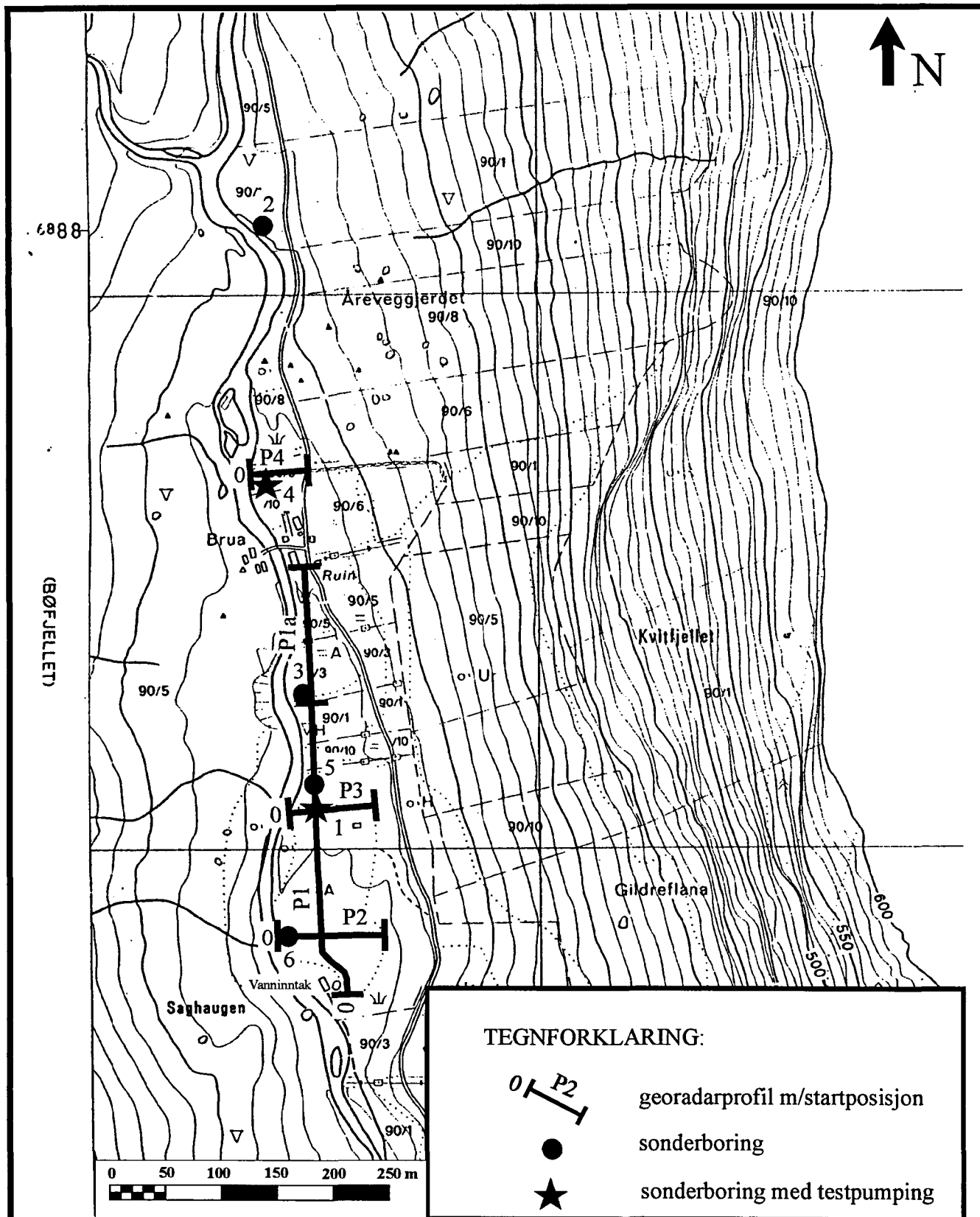
MÅLESTOKK 1: 50 000	MÅLT	
	TEGN	
	TRAC	
	KFR	

NGU Rapport 99.020

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR
 99.020-01

KARTBLAD NR
 1219 II



STRANDA KOMMUNE

DETALJKART

SUNNYLVMOLDSKREDDALEN

MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 5000

MÅLT TL/AaS

TEGN AaS

TRAC

KFR

OKT. 1998

DES. 1998

NGU Rapport 99.020

TEGNING NR
99.020-02KARTBLAD NR
1219 II