

NGU-rapport nr. 86.033

Sand- og grusundersøkelser og vurdering
av grunnvannsforsyning på Engersmoane
Sigdal kommune, Buskerud fylke



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 86.033	ISSN 0800-3416	Åpen/Forfattet	
Tittel: Sand- og grusundersøkelser og vurdering av grunnvannsforsyning på Engersmoane, Sigdal kommune, Buskerud fylke			
Forfatter: Knut Wolden		Oppdragsgiver: Sigdal kommune	
Fylke: Buskerud		Kommune: Sigdal	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Hamar		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1715-3 Eggedal	
Forekomstens navn og koordinater: Engersmoane		Sidetall: 19	Pris: 50,-
		Kartbilag: 1	
Feltarbeid utført: oktober 1985	Rapportdato: 20.03.1986	Prosjektnr.: 5306.04	Prosjektleder: Knut Wolden
Sammendrag: <p>Forekomsten har et topplag med sand og grus over tildels ensgradert fin sand. De grove lagene er mektigst i den nordre delen av forekomsten, og dette området egner seg best for masseuttak. Mot sør er massene for finkornige for utnyttelse til tekniske formål.</p> <p>Det samme området er også det best egnede for grunnvannsforsyning. Det er under prøvepumping pumpet 12000 liter i timen fra et borhull. Mektigheten på de vannførende lag er begrensede, og gravde brønner er derfor det mest aktuelle. Prøvepumping over tid må utføres for å bekrefte kapasiteten og kvaliteten på vannet. Ved grunnvannsuttak må området klausuleres etter SIFFs forskrifter.</p>			
Emneord	Ingeniørgeologi	Grunnvann	
Ressurskartlegging	Arealbruk	Sand og grus	
Fagrapport			

INNHOOLD

	SIDE
1. INNLEDNING	4
2. UTFØRELSE	4
3. KONKLUSJON	4
4. BESKRIVELSE OG DISKUSJON	5
4.1 Seismiske undersøkelser	5
4.2 Sonderboringer	6
4.3 Prøvetaking	7
4.4 Sand- og gruskvalitet	8
4.5 Grunnvann	9
4.6 Arealutnyttelse	11

TEGNINGER

86.033-01 Kwartærgeologisk kart i målestokk 1:5000
med seismiske profiler og sonderboringer.

BILAG

- 1-2 Kornfordelingskurver
- 3 Sprøhet- og flisighetsanalyse
- 4 Vannanalyser

VEDLEGG

- 1 Seismisk refraksjonsmetode
- 2 Boremetoder

1. INNLEDNING

Under informasjonsmøtet i forbindelse med etableringen av Grusregisteret i Sigdal kommune, kom det fra kommunens side fram et ønske om mer detaljerte undersøkelser på Engersmoane-avsetningen i Nedre Eggedal.

På grunn av den forestående revisjon av generalplanen, ble NGU i brev av 22. mai 1985 spurt om et prisoverslag for detaljundersøkelser for å vurdere ulike arealbruksinteresser, og hvilke innvirkninger disse eventuelt vil få for den eksisterende grunnvannskilde i området. Man ble så enige om et undersøkelsesprogram innenfor en avtalt økonomisk ramme.

Under en senere henvendelse ble muligheten for plassering av rørbrønn trukket inn i undersøkelsene. NGU lovte å vurdere også dette momentet så langt det lot seg gjøre innen den på forhånd fastsatte økonomiske ramme.

2. UTFØRELSE

Undersøkelsene ble utført i to etapper. I juli måned ble det totalt utført 2100 m seismisk profilering fordelt på 3 profiler.

På bakgrunn av tolkningen av disse, utførte man i oktober måned sonderende boringer med Borros selvgående borerigg, detaljert overflatekartlegging, og graving i skråninger og terrassekanter for prøvetaking og visuell vurdering av massene.

De seismiske undersøkelsene er utført av Gustav og Trygve Hillestad, mens boringer og det øvrige arbeidet er utført av Eilif Danielsen og Knut Wolden, alle fra NGU.

3. KONKLUSJON

Forekomsten består av et topplag sand og grus over tildels ensgradert fin sand. Topplaget er mektigst i den nordre delen av forekomsten, og for utnyttelse til tekniske formål er området nord og øst for det nåværende massetaket det mest aktuelle. Sør for massetaket avtar mektigheten på det grove topplaget raskt, og massene blir for finkornige for høyverdige veg- og betongformål.

Grunnvannsbrønn i området ved pumpehuset synes ikke å være aktuelt på grunn av kornstørrelsen og den begrensede mektigheten til fjell. Det

området som peker seg ut som det beste for grunnvannsforsyning sammenfaller med området best egnet til grusuttak. Prøvepumping i det lille massetaket øst for hovedmassetaket ga 12000 liter i timen. Analyse av vannet viser ingen høye konsentrasjoner av uønskede elementer, og tilfredsstillende dermed kravene til fysiske/kjemiske parametre som SIFF (Statens institutt for folkehelse) setter til drikkevann. De vannførende lag er ca. 4 m mektig og gir gode muligheter for vannuttak via vanlige gravde brønner.

Grunnvannsutslagene langs Gropdøla skyldes overgang fra sand og grus til finsand og silt. Dersom vannkapasiteten er tilfredsstillende i den øvre delen av ravina, i området ved borhull 2, vil et alternativ være å grave ned en oppsamlingskum med god sikring mot overflatesig i dette området. Fra oppsamlingskummen kan vannet ledes i rør til pumpehuset. For å registrere evt. kvalitets- og kapasitetsendringer over tid, må en gjennomføre forsøk med uttak av vann over lengre tid.

Uansett alternativ må videre uttak av sand og grus fra området innstilles, og arealbruken forøvrig klausuleres etter SIFFs forskrifter.

4. BESKRIVELSE OG DISKUSJON

4.1 Seismiske undersøkelser

Det er skutt 3 seismiske profiler over avsetningen. Totalt er det utført 2 100 m seismisk profilering fordelt på 2 lengdeprofiler og 1 tverrprofil, tegning 86.033-01 (Seismisk refraksjonsmetode er beskrevet i vedlegg 1). Lydhastighetene varierer mellom 360-800 m/s i de øvre delene av avsetningen, noe som indikerer tørr sand og grus.

Ved 220 m langs profil A får man inn to lag. Det underste har hastigheter på 1 300 m/s og kan være en indikasjon på grunnvannsnivå. Lengst sør på profilet får man inn et undre lag på 1 200 m/s. Sammen med vurderinger gjort under kartleggingen tyder dette på finkornige marine avsetninger hovedsakelig bestående av silt.

I profil B ligger hastighetene mellom 400 og 800 m/s. Variasjonen skyldes sannsynligvis forskjellen i kornstørrelse og pakningsgrad.

I profil C får man mot sør en hastighet på 1 600 m/s i det undre laget, noe som tolkes som sand og grus under grunnvannsnivå.

På bakgrunn av de seismiske undersøkelsene virker området øst for massetaket og Gropdøla å være det mest interessante med hensyn til grunnvannsforsyning.

4.2 Sonderboringer

For å vurdere mulighetene for å sette ned en rørbrønn i området ved pumpehuset, ble det sonderboret et hull i dette området Bh. 1, tegning 86.033-01.

Borhullet viser sand - finsand i hele lengden ned til fjell ved 6.5 m, noe som tilsvarende elvenivå. Under prøvepumping fikk man opp minimalt med vann og med høyt slaminnhold. Området egner seg derfor ikke til grunnvannsuttak.

Borhull 2 er plassert 50 m ovenfor grunnvannsutslaget oppe i ravina. Hullet er boret til 17.5 m hvor man traff fjell. Den øverste meteren består av sand og grus, videre 1 m sand, fra 2 til 8 m finsand og fra 8 til 17.5 m godt konsolidert fin sand. Dette tyder på at grunnvannsutslaget ligger i overgangen mellom sand og finsand.

Borhull 3 ble boret helt nord på avsetningen. Hullet består av tildels grovt materiale med grus og stein de øverste 2 metrene. Videre sand og grus til 6 m, deretter sand og finsand ned til fjell på 9 meter. Dette vil si at fjellet ligger ca. i nivå med elva. Kornstørrelsen tyder på at denne delen av avsetningen inneholder masser som er egnet til teknisk bruk.

Borhull 4 er boret i massetaket, og massene består av sand og grus ned til fjell på 6.5 m. Det ble gjort forsøk med prøvepumping, men minimalt med vann. Grunnvannsnivået ble logget til 2.8 m under sålen i massetaket. Videre uttak av masser herfra kan derfor føre til forurensning av grunnvannet.

Borhull 5 er boret på terrassen øst for Gropdøla og består vesentlig av sand ned til 5 m, men med noe grus mellom 1 og 2 m. Fra 5 m til fjell ved 19 m er det finsand. Grusuttak fra denne delen av forekomsten er derfor lite aktuelt.

Borhull 6 er boret i det lille massetaket og består av sand og grus med noe stein ned til 4 m, fra 4 til 7 m grusig sand, og fra 7 til 23 m under sålen i massetaket består massene av sand og finsand. Det er utført prøvepumper mellom 6-8 m og mellom 8-10 m. Mellom 6-8 m ble det pumpet ca.

12000 l/timen. Mellom 8-10 m var det ikke mulig å få opp vann med dette utstyret. Boringen viser godt konsolidert finsand fra 8 m og nedover. Grunnvannsnivået ligger på ca. 4 m. De største muligheten for grunnvannsuttak ligger mellom 4-8 m under sålen av massetaket, som igjen ligger 3-4 m under terrasseflata.

Med en mektighet på 7-8 m sand og grus, er dette området også interessant for uttak av masser til tekniske formål.

Borhull 7 består av tildels grovt materiale med grus og stein i de 2 øverste metrene. Videre sand og grus ned til fjell på 9.5 m. Kornstørrelsen tyder på at området er vel egnet for grusuttak. Til grunnvannsforsyning synes fjellet å ligge noe høyt i forhold til elvenivå for å kunne gi et grunnvannsmagasin av særlig mektighet.

Borhull 8 er boret vest for Grovdøla og viser 2 m sand og grus over 3 m sand. Fra 5-7 m ensgradert finsand. Massene er derfor ikke aktuelle for uttak til teknisk bruk.

Borhull 9 er boret lengre sør på den samme terrassen og viser sand i hele lengden ned til fjell på 7.5 m. Annet enn til fyllmasse er ikke dette materialet av interesse.

4.3 Prøvetaking

Det er tatt prøver i det store og i 2 mindre massetak i den østligste delen av avsetningen. I hovedmassetaket som har en gravedybde på ca. 5 m, varierer massene fra et tildels grovt topplag med grus og stein til skråstilte lag med sand og grus. I de sentrale deler av massetaket ligger sand opp til 2 m under overflaten. De mest utholdene grove lagene finnes i den østligste delen av massetaket. I den vestlige delen er mektigheten på det grove laget ca. 3 m. Under dette består massene hovedsakelig av sand.

Det er tatt prøve for kornfordeling og sprøhet- og flisighetsanalyse, prøvepunkt er vist på tegning 86.033-01. Kornfordelingskurven prøve 1.1, bilag 1, viser sand og grus med antydning til "sandpukkel", overskudd av materiale, i området 1-5 mm. Sprøhet- og flisighetsanalysen er utført på naturgrus i fraksjonen 8-11.3 mm og av overgrus som er knust ned til den samme fraksjon, bilag 3. Resultatene viser at naturgrusen ligger i kvalitetsklasse 2 og på grensen til 3. Det nedknuste materiale ligger i kvalitetsklasse 3, og viser større spredning enn naturgrusen.

Prøve 2.1 er tatt i et mindre massetak lenger øst, og viser tilnærmet likt forløp som prøve 1.1. Prøve 2.2 er tatt mellom 6-8 m av oppumpet masse fra borhullet under vannpumpingen. Maksimal kornstørrelse i prøven er avhengig av spaltene i vannrøret, og prøven gir derfor ikke et representativt bilde av maksimal kornstørrelse.

Lenger sør på samme terrasse ligger et lite massetak med ca. 2 m grave- dybde. Massene består av noe fingrus nærmerst overflaten. Videre nedover består massene av sand. Fra bunn av massetaket er det med skovelbor boret ca. 1.5 m hvor man traff fjell. Det er tatt prøve 1 m under sålen i masse- taket. Prøven viser fuktig, ensgradert fin sand, prøve 3.1, bilag 1.

I terrasseskråningen ned mot elva rett vest for fossen er det gravd prøve- grop ca. 7 m under terrasseflata. Prøve 4.1 viser ensgradert sand, bilag 2.

Ved stien ned fra den vestlige terrasseflata, tegning 86.033-01, er det gravd prøvegrop 2 og 6 m ned i skråningen. I den øverste gropa består massene av sand og fin grus. I den nederste gropa av ensgradert fin sand, prøve 5.1 og 5.2, bilag 2.

Som både de seismiske undersøkelserne og boringene har vist, bekrefter også prøvegropene at det under et sand- og grusig topplag med mektighet fra 3-8 m består massene av tildels ensgradert sand.

4.4 Sand- og gruskvaliteter

Sand er pr. definisjon materiale mellom 0.063 og 2 mm. For byggetekniske formål er fineste aksepterte kornstørrelse middels sand 0.2-0.6 mm. Avset- ninger med finere middelskornstørrelse enn dette har i dag lite praktisk interesse annet enn til fyllmasse.

Uttak av masser til vei- og betongformål er derfor aktuelt bare i det grovere topplaget i de nordligste delene av avsetningen. Spesielt i det høyeste nivået øst for massetaket er massene egnet til dette formål. Sik- tekurvene for prøve 3.1, 4.1 og 5.2, bilag 1 og 2, ligger alle i området for minste aksepterte kornstørrelse, og er derfor lite interessante for teknisk bruk.

For betongformål er flere forhold av betydning, men spesielt kornstørrelse og glimmerinnhold bør nevnes. For å få en tett betong er det viktig at sanden har en jevn fordeling av alle kornstørrelser, slik at det ikke

oppstår luftporer og derved svekkelse av betongen. Prøve 1.1 og 2.1 har antydning til "sandpukkel", her med overskudd av materiale i området grov sand - fin grus. Med små justeringer av kornfordelingskurven gjennom sikting, vil man kunne oppnå en tilfredsstillende kornfordeling for betongformål.

Innholdet av glimmer og skiferkorn i sanden har betydning for betongens vannbehov. Økende innhold av disse mineralene gir økende vannbehov, som igjen øker sementbehovet dersom betongens bearbeidbarhet skal ivaretas. Innholdet av glimmer i prøve tatt i massetaket viser 12 % i fraksjon 0.125-0.250 mm (Hansen, H. J. 1984: Grusregisteret i Sigdal kommune). Dette er så høyt innhold at det kan ha negative virkninger på betongkvaliteten.

For veiformål er foruten kornstørrelsen, grusmaterialets mekaniske styrke (høy ripemotstand og tilfredsstillende motstandsdyktighet mot nedknusing) av stor betydning. Det er ønskelig med grov grus og stein for nedknusing til ønskede kornstørrelser for bruk til veiformål. Knust masser gir bedre stabilitet i bære- og forsterkningslag enn naturgrus, og blir derfor foretrukket selv om rundet naturgrus ofte er noe sterkere.

Sprøhet- og flisighetsanalyse utført på materiale fra massetaket, viser at naturgrusen ligger i kvalitetsklasse 2 og på grensen til 3. Kvalitetsmessig tilfredsstillende de fleste krav som stilles for bruk i veiformål. Det knuste materialet viser for to paralleller både høyere sprøhet og høyere flisighet enn naturgrusen. En parallell avviker noe og viser lavere flisighet. Det knuste materialet ligger i sin helhet i kvalitetsklasse 3. Massene fra forekomsten holder mål til bruk i veier med moderat trafikkbelastning. Det hadde imidlertid vært en fordel med større innhold av grov grus og stein.

4.5 Grunnvann

Borhull 1 viser at massene i området ved pumpehuset består av fin sand med en mektighet på 6.5 m over fjell. Fjellet ligger dermed i nivå med elva. Prøvepumping fra borhullet ga minimalt med vann som heller ikke ble rent på grunn av høyt slaminnhold. Det er derfor ikke aktuelt å ta ut vann via rørbrønn i dette området.

Grunnvannsutslagene langs Gropdæla skyldes overgangen mellom sand og grus og mer finkornig sand - finsand. Dersom kapasiteten på utslagene i den

Øvre del av ravina er stor nok, vil man kunne grave ned en brønn i området ved borhull 2, og samle grunnvannet i denne før det slår ut i dagen. Ved å sikre brønnen for innsig av overflatevann, og så føre grunnvannet i rør til pumpehuset, vil man unngå de problemene man i dag har i forbindelse med vannverket.

Fra sålen i massetaket er mektighetene til fjell 6.5 m. Grunnvannstanden ble målt til 2.8 m under sålen i massetaket. Prøvepumping ga imidlertid dårlige resultater med vannmengder som på langt nær tilfredsstillende behovet.

Det beste resultatet av prøvepumpingen fikk man ved borhull 6, i det lille massetaket. Grunnvannstanden ble her målt til 4 m under sålen av massetaket. Det ble prøvepumpet mellom 6-8 m og med en kapasitet på 12000 l/timen. Vannet ble under pumpingen hurtig rent og var uten lukt eller smak. Prøvepumpingen mellom 8-10 m ga ikke resultater da vi ikke fikk opp vann fra dette nivået. Hele dette området, skravert felt på kartet, synes å inneholde grunnvann, men mektigheten på de vannførende lagene er for små (4 m i borhull 6) for bruk av rørbrønn som produksjonsbrønn. En mektighet på 5-6 m er minimum for et slikt anlegg. Det bør imidlertid settes ned rørbrønn og peilerør for prøvepumping over tid for å få et bedre grunnlag for å vurdere grunnvannsstrømmingen, kapasiteten og kvaliteten på vannet. Viser dette seg tilfredsstillende, er gravde brønner den beste løsningen.

Resultatene fra vannanalyser tatt mellom 6-8 m, bilag 4, viser generelt et lavt ioneinnhold, særlig når det gjelder kationer. Et visst innhold av grunnvannskationene kalsium, natrium og silisium er påvist. Det samme gjelder klor. Samlet indikerer dette en forholdsvis lang oppholdstid i grunnen. Det er ikke påvist jern i prøven, men det er påvist noe mangan. For de øvrige elementer ligger innholdet under deteksjonsgrensen. Analysen viser at vannet tilfredsstillende kravet Statens Institutt for Folkehelse (SIF) setter for drikkevann.

Vannprøven er ikke analysert med hensyn til bakteriologiske og organiske parametre.


4.6 Arealutnyttelse


De beste massene for uttak til teknisk bruk, og området best egnet for grunnvannsforsyning faller overens, og den ene arealbruken eliminerer dermed det andre. En eventuell grunnvannsforsyning fra området utelukker grusuttak og annen arealutnyttelse av nærområdet.

Man må kunne anta at det vesentligste av det aktuelle området mates fra elva, og at de sterkeste restriksjonene blir lagt på den nordligste delen av forekomsten. Dette skulle tilsi at boligbygging og etablering av travbane i den søndre del av forekomsten ikke vil falle inn under de områder som blir berørt av restriksjoner.

Dette er imidlertid avhengig av hvilken løsning man velger for vannforsyning, og hvor eventuelle brønner plasseres. Videre undersøkelser med prøvepumping og kartlegging av grunnvannsstrømmingene vil danne grunnlag for den klausulering av området som må utføres ved etablering av vannverk i henhold til SIFFs forskrifter.

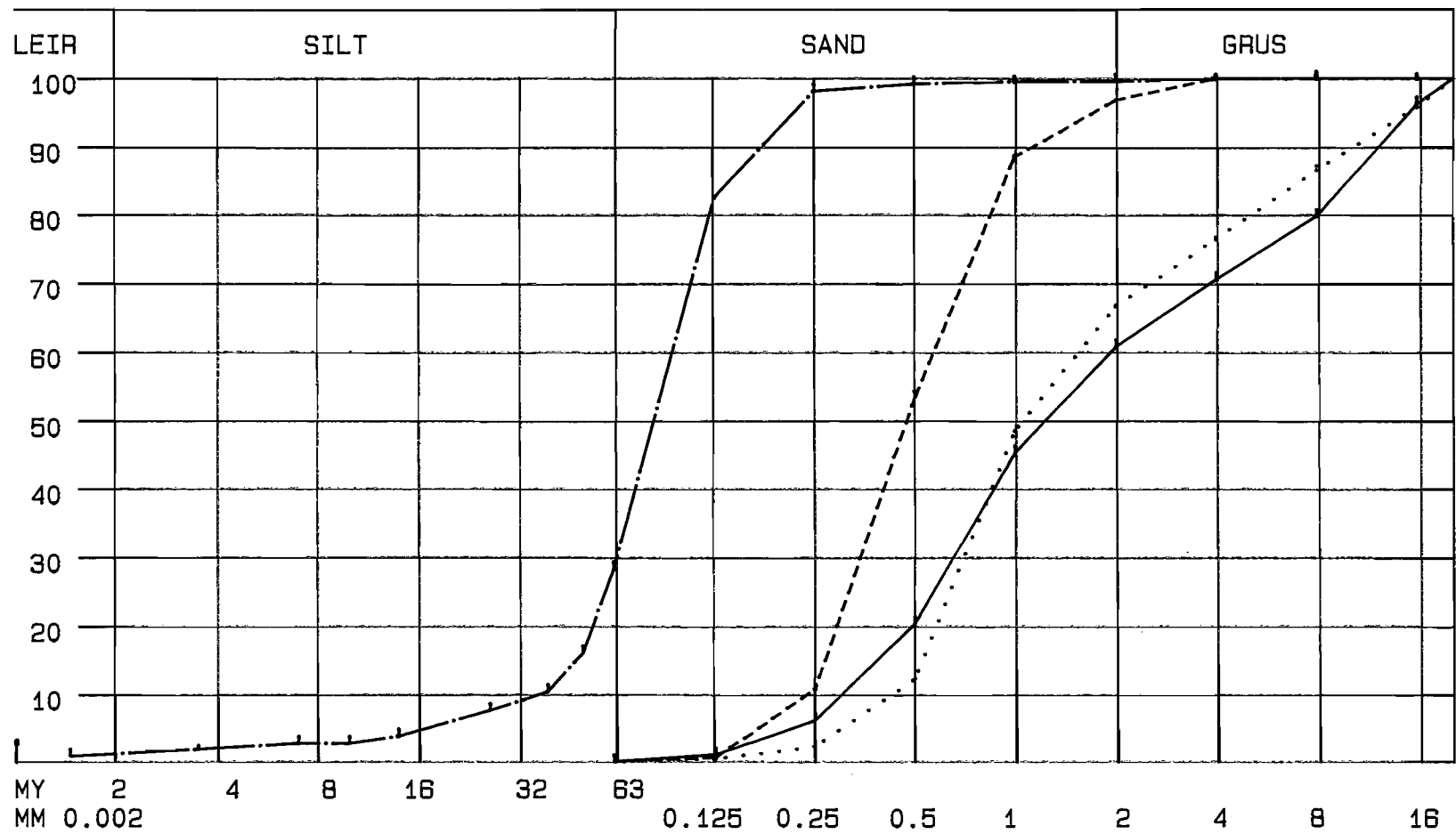
Trondheim, 20. mars 1986
Løsmasseavdelingen
Seksjon for ingeniørgeologi


Peer-Richard Neeb
seksjonssjef


Knut Wolden
avd.ing.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

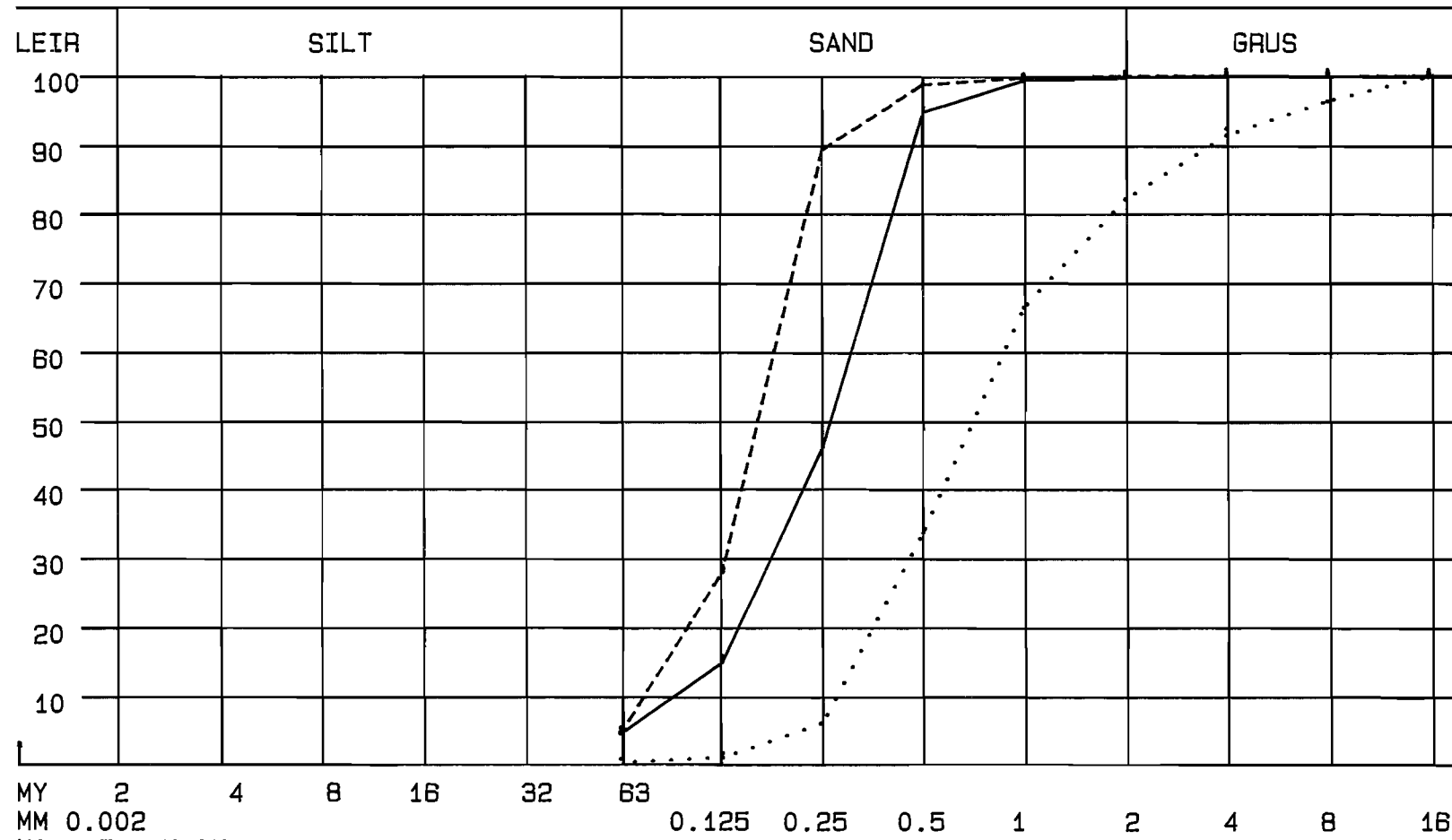
KORNFORDELINGSKURVE
 EGGEDAL 17153



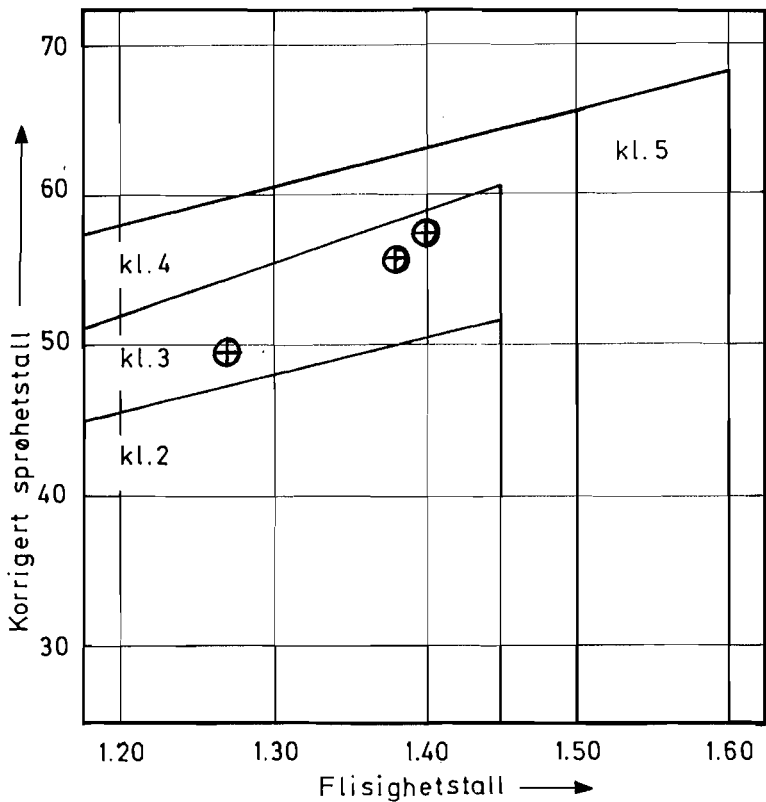
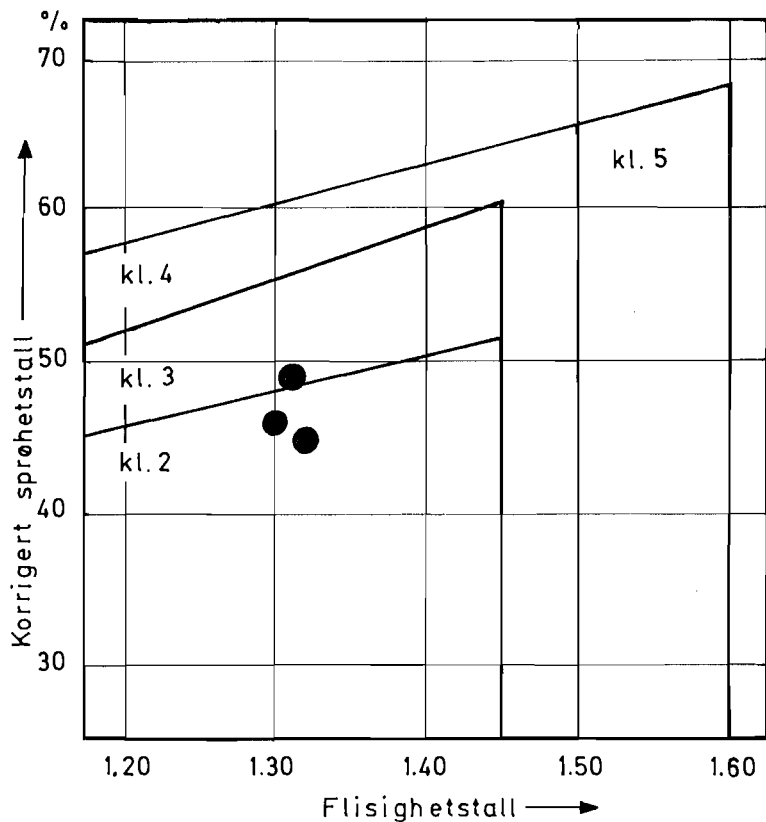
KORNSTØRRELSE	UTM X	UTM Y
Prøve 1.1	245	683
Prøve 2.1	246	684
Prøve 2.2	246	684
Prøve 3.1	248	681

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE
 EGGEDAL 17153



MY	2	4	8	16	32	63	UTM X	UTM Y
MM	0.002							
KORNSTØRRELSE								
Prøve 4.1							248	680
Prøve 5.1							247	677
Prøve 5.2							247	677



SPRØHET OG FLISIGHET VED FALLPRØVEN

KARTBLAD: 1715-3

KOORDINAT :

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

BYGGERÅSTOFF - INGENIØRGEOLOGI

VANNANALYSER

Si	3.20 ppm	Sr	14.5 ppb
Mg	560 ppb	Cl ⁻	2.3 ppm
Ca	3.14 ppb	No ³⁻	1.0 ppm
Na	1.30 ppm	So ⁴⁻	2.8 ppm

Verdiene av følgende elementer er mindre enn deteksjonsgrensen.

Al	< 100.0 ppb	V	< 7.0 ppb
Fe	< 10. ppb	Mo	< 10. ppb
Ti	< 4.0 ppb	Cd	< 6.0 ppb
Mn	< 50 ppb	Ba	< 25 ppb
Cu	< 1.0 ppb	Be	< 1.0 ppb
Zn	< 6.0 ppb	Li	< 5.0 ppb
Pb	< 90 ppb	K	< 500 ppb
Ni	< 40 ppb	Br ⁻	< 20 ppb
Co	< 20 ppb	No ²⁻	< 20 ppb
		Po ⁴⁻	< 20 ppb

SEISMISK REFRAKSJONSMETODE

Metoden grunner seg på at lydets forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/sek i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/sek i enkelte bergarter.

En "lydstråle" fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom 2 sjikt hvor lydhastigheten er henholdsvis V_1 og V_2 , og vinkelen mellom lydstråle og innfallslodd kalles i . Etter at strålen har passert sjiktgrensen vil den danne en vinkel R med innfallslodden, slik at $\sin i / \sin R = V_1 / V_2$. Når R blir 90 grader vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen, og vi har $\sin i = V_1 / V_2$. Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstiller denne betingelse kalles kritisk vinkel eller i_c .

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi årsak til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen i_c . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå frem før de direkte bølger som har fulgt terrengoverflaten. Den kritiske avstand er proporsjonal med dypet til sjiktgrensen og forøvrig bare avhengig av forholdet mellom de to hastigheter. Denne sammenheng utnytter en ved å plassere seismometre langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner i samme linje. En får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lydhastigheten langs profilet, kan en oppnå en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekkehastighetene blir ved små dyp bare bestemt i nærheten av skuddpunktene. Ofte vil det derfor være naturlig å legge størst vekt på dybdebestemmelsen under skuddpunktene.

Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. En får refrakterte bølger fra alle grenser når hastigheten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengoverflate må ikke være for stor. I praksis vil en gjerne få vanskeligheter når denne vinkel overstiger 25 grader.

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de optegnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis lyden på sin vei nedover i jordskorpen treffer et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det aldri komme

refrakterte bølger opp igjen til overflaten, og lavhastighetssjiktet vil derfor ikke kunne erkjennes av måledataene. De virkelige dyp vil være mindre enn de beregnede. Generelt må en si at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt.

Med den anvendte apparatur vil en kunne bestemme bølgenes "løpetid" med en usikkerhet av 1 millisekund når seismogrammene har gjennomsnittelig kvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/sek, svarer dette til en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetningene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Når en oppnår førsteklasses seismogrammer, kan tiden avleses med 0.5 millisekund nøyaktighet, men selv da mener vi det er urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell - størrelsesorden 1 m - blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og en må regne med prosentvis store feil i dypene.

Hastighetsvariasjoner som man vanligvis har i en del løsmassetyper er som følger:

Organisk materiale	:	150-500 m/s
Sand/grus over gr.vannsnivå	:	200-800 "
Sand/grus under " "	:	1400-1600 "
Morene " " "	:	700-1500 "
Morene under " "	:	1500-1900 "
Hardpakket bunnmorene	:	1900-2800 "
Leire	:	1100-1800 "

VEDLEGG 2.

BOREMETODER

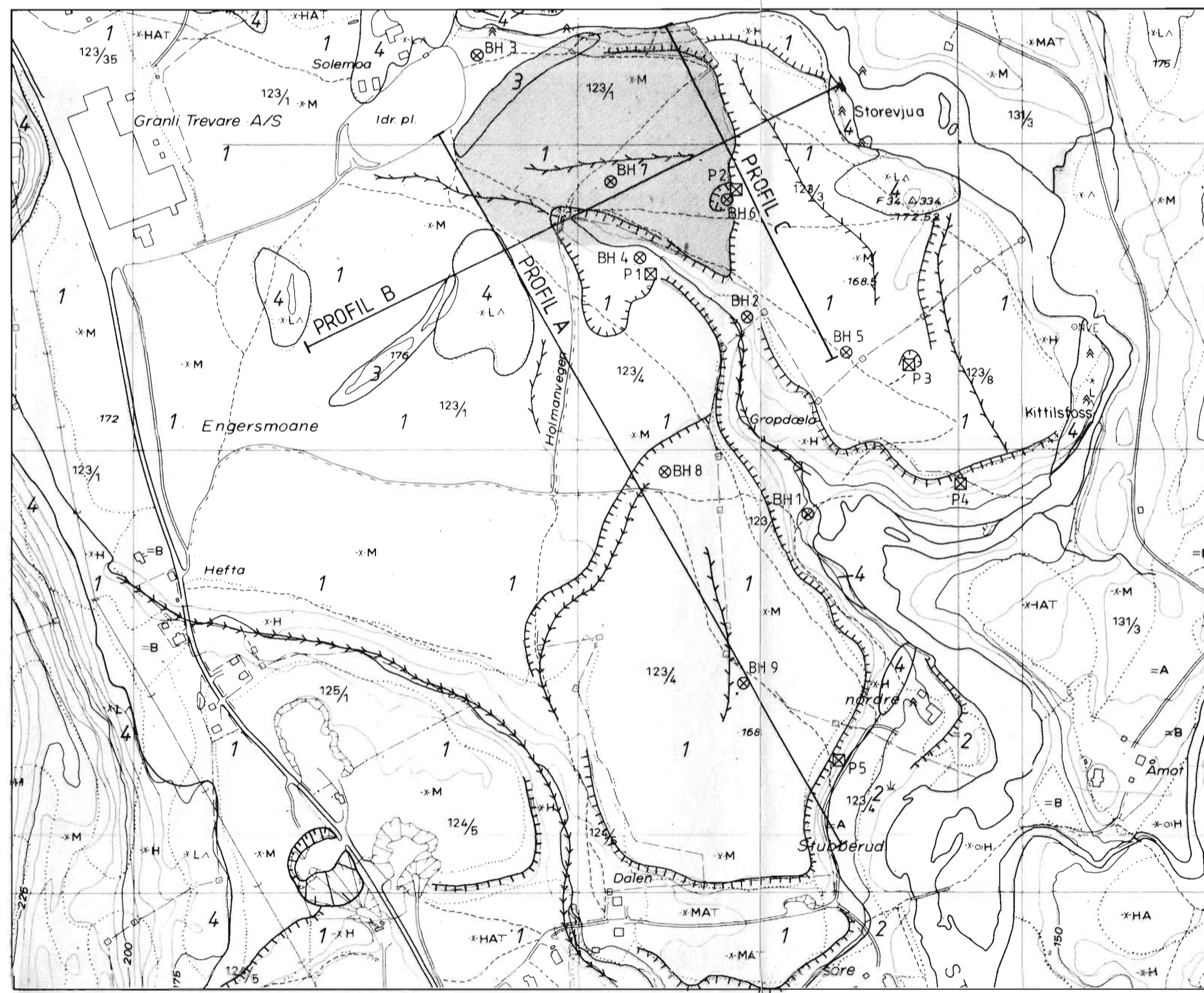
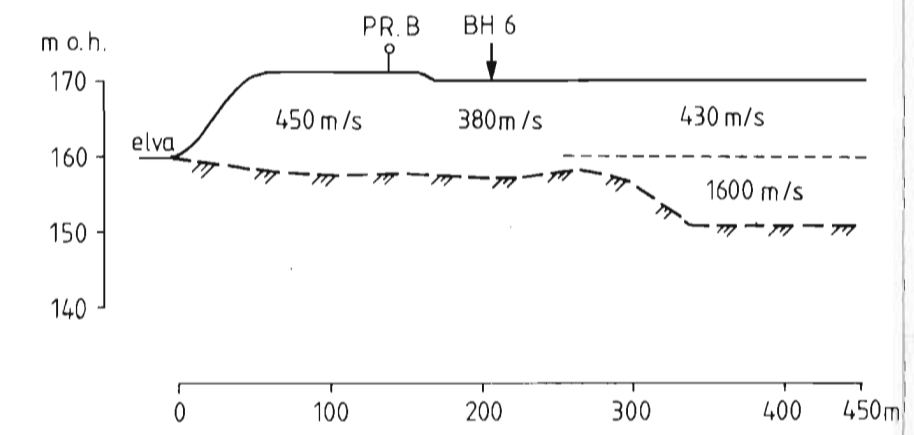
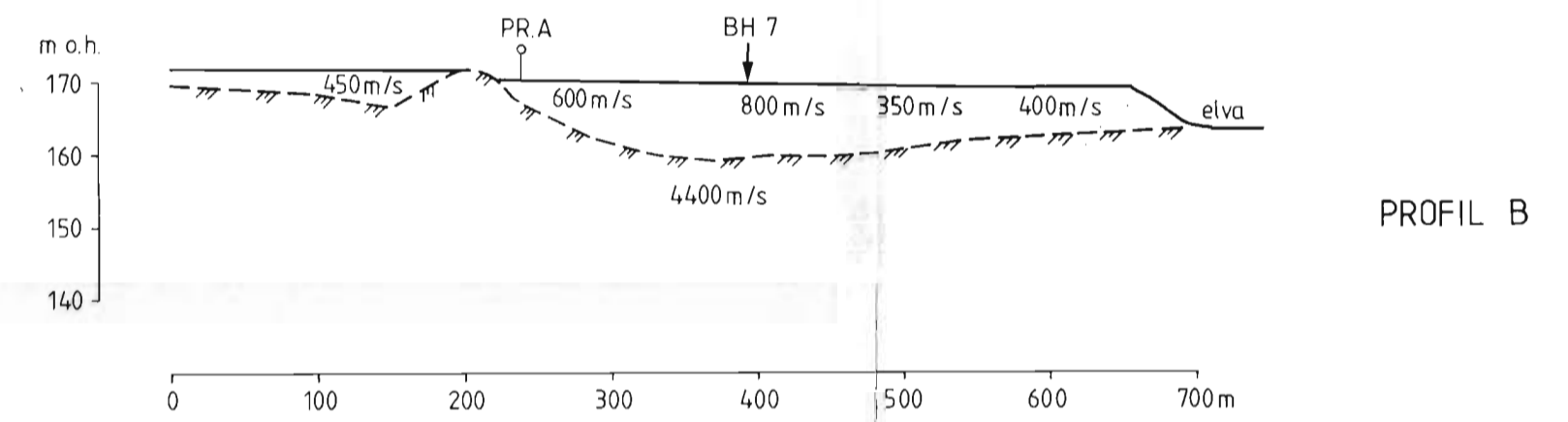
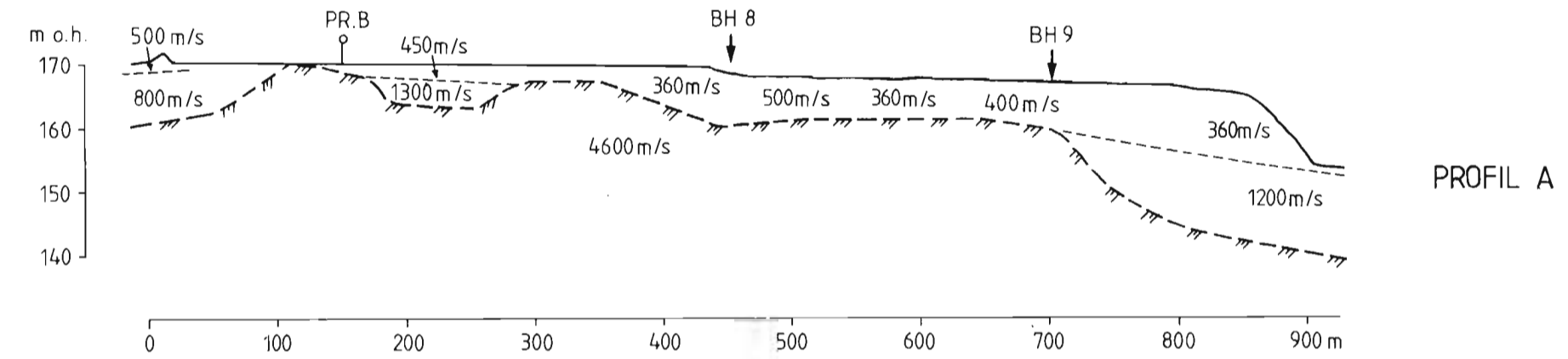
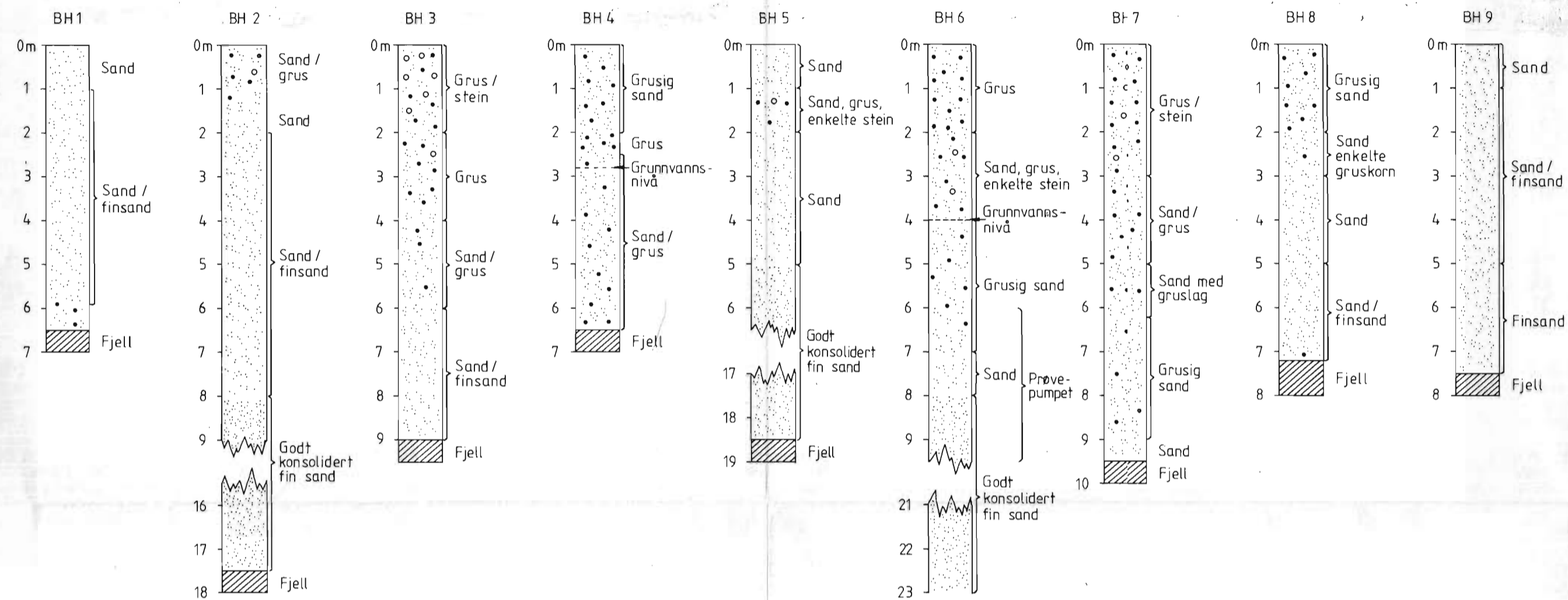
Ved detaljundersøkelser av sand og grusforekomster til teknisk bruk, grunnvannsundersøkelser, vurdering av konsekvenser ved bygge og anleggstekniske inngrep i løsmassene og andre tilfeller hvor det er av betydning å kjenne kornstørrelsesfordelingen nedover i forekomsten, vil man i varierende grad bygge sine vurderinger på data innhentet ved sonderende eller prøvehentende boringer.

Som et hjelpemiddel til dette bruk har NGU en Borros beltegående borerigg. Riggeren er utrustet med 36 mm borstreng og 46 mm krysskjærkrone for sondering. For prøvetaking benyttes en 74 mm prøvetaker som kan ta prøver opp til ca. 1 kg.

Neddrivingen av borstrengen skjer ved rotasjon, trykk og slag. Dette skjer under kontinuerlig spyling med vann eller med stabiliserende kjemikalier. Ved sonderboringer er vurderingen av kornstørrelsen basert på neddrivningshastighet, matingstrykk, vanntrykk og lyd, (massenes gnissing mot borstrengen). Tolkningen vil derfor i en viss grad være subjektiv og informasjonsmengde og nøyaktighet være avhengig av operatørens erfaring og geologiske bakgrunn.

I en kombinasjon med andre undersøkelser som seismikk eller elektriske motstandsmålinger vil påliteligheten øke. Aller best er kombinasjonen med prøvehentende boringer hvor man kan bekrefte sonderboringerne, samtidig som man kan dokumentere massenes beskaffenhet med prøvetaking.

Under prøvepumping ved grunnvannsundersøkelser brukes 5/4 " rør i lengder på 1 og 2 meter. Det nederste røret "sandspissen" er formet som en spiss i enden og har freset ut slisser i rørveggen på 3-5 mm for å slippe vannet inn i røret. Sandspissen blir drevet ned til ønsket dyp ved påskjøting av hele røret. Selve pumpingen skjer ved at sugeslangen fra en pumpe på bakken blir koblet til det øverste røret. Kapasiteten måles ved oppumpet mengde pr. tidsenhet. Metoden har sin begrensning i pumpens løftehøyde og kan derfor bare benyttes i områder hvor grunnvannsnivået maksimalt ligger 6-7 meter under overflaten. På større dyp må større rørdimensjoner og nedsenkbare pumper benyttes.



TEGNFORKLARING

GEOLOGI

- 1 BREELVMATERIALE
- 2 ELVMATERIALE
- 3 MORENERYGG
- 4 FJELL
- TERRASSEKANT
- DRENERINGSPOR
- RAVINE
- FJELLBLOTNING
- MASSETAK
- AKTUELT UTTAKSOMRÅDE FOR SAND, GRUS OG GRUNNVANN

KORNSTØRRELSER

- STEIN 264 - 64 mm
- GRUS 64 - 2 mm
- SAND 2 - 0,063 mm
- SILT 0,063 - 0,002 mm
- FJELL
- BORHULL MED REF NUMMER
- PRØVEPUNKT MED REF NUMMER

SEISMIKK

- PR. A SEISMISK PROFIL MED REF BOKSTAV
- TERRENGOVERFLATE
- SJKTGTRENS
- INDIKERT FJELLOVERFLATE
- 1300 m/s LYDHASTIGHET
- KRYSSENDE PROFIL
- CA. PLASSERING AV BORHULL I FORHOLD TIL SEISMIKK PROFIL

NGU KVARTÆRGEOLOGISK KART MED SEISMISKE PROFILER OG BORHULL ENGERSMOANE, NEDRE EGGEDAL SIGDAL KOMMUNE, BUSKERUD FYLKE	MÅLESTOKK	OBS. KW	1985
	1:5000	TEGN.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	86.033 -01	1715 III	