

NGU-rapport nr. 86.226

Løsmasseundersøkelser i
Vister grustak,
Tune kommune



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.	86.226	ISSN 0800-3416	Åpen/Forfattet
Tittel: Løsmasseundersøkelse i Vister grustak, Tune kommune			
Forfatter: Knut Robertsen		Oppdragsgiver: Tune kommune NGU	
Fylke: Østfold		Kommune: Tune	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Oslo		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1913-4 Vannsjø	
Forekomstens navn og koordinater: Vister 6160 65750		Sidetall: 44	Pris: 170,-
		Kartbilag: 6	
Feltarbeid utført: 1986	Rapportdato: 08.12.86	Prosjektnr.: 2344.02	Prosjektleder: Knut Robertsen
Sammendrag: <p>Vister grustak er undersøkt med tanke på avstand til fjell og grunnvann samt kvaliteten av massene i nåværende uttaksområde. Dybden til fjell er minst nede i hovedmassetaket, og varierer ifølge seismikk og boringer fra 14-30 m. Fra toppen av Raryggen er løsmasse-mektigheten 40-50 m, men kan trolig enkelte steder være opp til 60 m.</p> <p>Avstanden til grunnvannsnivået er også minst i hovedmassetaket, og varierer fra 2-10 m. Minste avstand til grunnvannet er registrert i midtre deler av delområde 8 og vestlige deler av delområde 5. Innenfor delområdene 4 og 6 er det også stedvis liten avstand til et hengende grunnvannsnivå pga. tette masser som silt og leire.</p> <p>Massenes kvalitet og sammensetning er sterkt vekslende i uttaksområdet. Massene i det nåværende driftsområdet består hovedsakelig av sand med siltlag i vekslende tykkelse. På grunn av ensgraderte og finstoffholdige masser har materialet begrensede bruksområder, se fig. 1. Ellers skaper morene og marine leirer i øvre lag problemer for grusdriften. Partier med sand og grus av god kvalitet til betong- og vegformål forekommer.</p> <p>Sett under ett er Vister grustak en viktig sand- og grusressurs for Tune kommune og ikke minst for distriktet rundt. Drivverdige masser er påvist vest for dagens uttaksområde.</p>			
Emneord	Ingeniørgeologi	Ressurskartlegging	
Sand	Grus	Volumberegning	
Grunnvannsnivå	Fagrapport		

FORORD

Etter forespørseI fra Borgconsult A/S ved Tune kommune, har NGU kartlagt løsmassene ved Vister grustak, for bruk i arealplanlegging.

Med dette framlegges sluttrapporten fra undersøkelsene.

Trondheim, 18. mars 1987



Peer-R. Neeb
seksjonssjef

Knut Robertsen
avd.ing.
(sign.)

INNHold

	Side
INNLEDNING	4
UTFØRELSE	4
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	4
GENERELL GEOLOGI	7
VISTER GRUSTAK	9
DELOMRÅDE 1-9	12-26

BILAG

1	Seismisk refraksjonsmetode
2	Boremetode
3-4	Kornfordelingskurver
5-9	Snittbeskrivelser
10-17	Borbeskrivelse
18	Sprøhets- og flisighetsanalyse
19	Nivellerte høyder

VEDLEGG

1	Kart over delområder, M 1:5 000
2-3	Kart over seismiske profiler, boringer, snittbeskrivelser og prøvepunkter, M 1:1 000
4	Skjematisk profil, som viser antatt beliggenhet av grunnvannsnivå og fjellgrunn.

INNLEDNING

Etter henvendelse fra Borgconsult A/S 15. april 1986 angående løsmasseundersøkelser i Vister grustak, Tune kommune, ble NGU bedt om å utføre oppdraget. Den økonomiske rammen for undersøkelsesopplegget ble senere noe redusert. Hensikten med undersøkelsene var å få undersøkt avstand til grunnvann og fjell samt kvaliteten av massene i nåværende uttaksområde. Det ble inngått en samarbeidsavtale hvor Tune kommune skulle dekke feltutgifter og laboratorieanalyser, mens NGU dekket øvrige bearbeidingsutgifter, og benyttet sammen personell som hadde utført løsmassekartlegging og Grusregister i området.

Tune kommune bidro i tillegg med mannskap fra oppmålingsavdelingen, traktorgraver og mobil vanntank.

UTFØRELSE

Undersøkelsene ble utført i to etapper. I juli måned ble det totalt utført 1600 m seismisk profilering fordelt på 6 profiler.

På bakgrunn av tolkningen av disse ble det plukket ut 8 borpunkter, som ble boret i september måned med en selvgående Borros borerigg.

Det ble utført både sonderboringer og prøvetakende boringer. Prøvetaking og snittbeskrivelser ble utført både i juli og september. Totalt ble det tatt 14 prøver, hvorav 3 med boreriggen. En av disse ble ikke analysert. Det er utført kornfordelingsanalyse på 11 av prøvene, sprøhets- og flisighetsanalyse på 1 og en visuell bergartsanalyse på den siste.

De seismiske undersøkelsene er utført av Gustav og Trygve Hillestad, mens boringer er utført av Eilif Danielsen og Odd Einar Rundmo, alle fra NGU.

NGU har tidligere kartlagt området i målestokk 1:50 000 i forbindelse med Leirprosjektet. Sand- og grusressursene i Tune kommune er kartlagt i målestokk 1:10 000 i forbindelse med Grusregisteret, se NGU-rapport 86.122.

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Seismiske målinger og de utførte boringene gir et godt bilde av grunnforholdene i Vister grustak. Uttaksområdet er delt inn i 9 delområder. Figur

1 viser mektigheter til grunnvannsnivå og fjell, mektighet og volum av drivverdige masser, materialsammensetning osv. for det enkelte delområde. Vedlegg 4 er et skjematisk profil på tvers av Raryggen, som viser grunnvannsnivå og fjellgrunnen.

De seismiske målingene i profil 5 og 6 (vedlegg 2 og 3) ble av forskjellige årsaker noe dårlige og avstanden til fjell og grunnvann er derfor usikre. Langs profil 5 er det ved boring registrert et hengende grunnvannsnivå som ikke kommer fram på det seismiske profilet. Ellers samsvarer seismikken rimelig godt med boringene når det gjelder avstand til fjell, grunnvann og massenes sammensetning/kornstørrelse.

Berggrunnen ser ut til å være relativt jevn, og ligger hovedsakelig 30-40 m o.h., i enkelte partier ned mot 20 m o.h. Opp mot Nordtugs grustak stiger berggrunnen til 50 m o.h. Total registrert løsmassemektighet over fjell i bunnen av hovedmassetaket varierer fra 14-30 m, mens mektighetene av løsmasser over grunnvannsnivået varierer fra 2-12 m. I borhull 5 ble grunnvannet påvist å ligge høyere enn det de seismiske målingene tilsier. Det er viktig å være klar over at seismikken har sine begrensninger, og at dybdeangivelsene kan ha en viss feilmargin. For nærmere beskrivelse av seismikk og boringer, se bilag 1 og 2. Vest for grustaket antyder profil 6 mektigheter på opptil 50 m over fjell, og 20-25 m over grunnvannsnivået.

Undersøkelsene viser at det i vestlige deler av hovedmassetaket fremdeles er mulig å ta ut flere meter sand under dagens nivå, men også at massene blir mer finkornige og mer siltholdige ned mot grunnvannsnivået (se kornfordelingskurve 1 og 2 mot 6, 7 og 8). Med traktorgraver ble det påvist grunnvann bare 2,5 m under de lavestliggende delene av grustaket (sjakt 1 og 2; vedlegg 2), på ca. kote 50.

I sørøstlige deler, delområde 8, er bunnen av massetaket delvis fylt igjen med fyllmasser fra tidligere grusdrift. Det er ikke aktuelt med dypere drift i dette området p.g.a. høyt grunnvannsnivå og finkornige masser. Leire er registrert nær fjellgrunnen ved boringer. Fra innkjøringen til grustaket og nordover til borhull 6 er leire registrert bare 4-6 m under bakkenivå.

Snitt i driftsvegger og boringer viser en sterkt vekslende materialsammensetning over selv kortere avstander. Det er et stort problem for grusdriver i hovedmassetaket at massene har så høyt innhold av finsand og silt.

FIGUR 1

Delområder	Areal (1 000 m ²)	Antatt drivverdig mektighet	Volum (1 000 m ³)	Mektighet til grunn- vannsnivå	Mektighet til fjell	Kornstørrelses- sammensetning	Videre drift	Anvendelse
1	127	15	1 905	20-25 m	40-50 m	Grusig sand Siltig sand Morene?	Godt egnet	Betongtilslag? Veiformål Kabelsand Mørtelsand Fyllmasser
2	43	7	301	5-20 m	20-35 m	Sand Siltig sand Grusig sand Silt	Godt egnet	Kabelsand Mørtelsand Fyllmasser
3	12	8	96	20-25 m	30-35 m	Sand Siltig sand Silt, Leire	Egnet	Kabelsand Mørtelsand Fyllmasser
4	49	10	490	25-30 m	35-45 m	Grusig sand Sand Siltig sand Leire, Morene	Delvis egnet	Vegformål Kabelsand Mørtelsand Fyllmasser
5	50	4	200	2-10 m	14-20 m	Sand Siltig sand Grusig sand	Godt egnet	Kabelsand Mørtelsand Fyllmasser
6	55	10	550	3-4 m 25-30 m	40-50 m	Grusig sand Siltig leire Siltig sand Morene?	Delvis egnet	Vegformål Fyllmasser Kabelsand Mørtelsand Betongtilslag?
7	28	10	280	10-20 m	20-40 m	Grusig sand Sand Morene?	Egnet	Vegformål Fyllmasser
8	59	0	-	2-5 m	20-30 m	Sand Siltig sand Siltig leire Fyllmasser	Ikke egnet	-
9	14	0	-	0-1 m	30-50 m	Myr	Ikke egnet	-
Drivverdig volum			3 822					

Det er mest aktuelt med videre drift innenfor delområdene 2, 3, 5 og deler av 4 og 7. Her finnes det store mengder tildels ensgradert sand, men også grovere grusige sandlag. Morene og leire vil være et problem i områdene 3, 4 og 7.

Et grovt overslag over drivverdige masser i nåværende uttaksområde gir et volum på ca. 1,9 mill. m³ sand og grus. I delområde 1, vest for uttaksområdet, er det også kalkulert med ca. 1,9 mill. m³ sand og grus. Forekomstene av sand og grus fortsetter trolig videre vestover, og det vil være aktuelt å undersøke massenes utbredelse, mektighet og kvalitet.

Vister grustak er en viktig leverandør av sand og grus både til Tune kommune og ikke minst til distriktene rundt som har stort underskudd på masser til ulike formål. Grustaket virker i dag uoversiktlig og rotete, men undersøkelsene viser at det fortsatt er store volum drivverdige masser igjen.

Med tanke på kommunens planer om restaurering/planering og utbygging av grustaket, vil det ut fra et ressursmessig synspunkt være mest aktuelt å starte i sørøstlige deler av uttaksområdet, innenfor delområde 8. Delområde 6 vil også være aktuelt. Uttak av masser herfra vanskeligjøres av finkornige masser med varierende mektighet og et hengende grunnvannsnivå. Det understrekes at det er påvist drivverdig sand og grus under de finkornige massene både i snittvegger og ved boring. I nordøstlige deler vil det sannsynligvis være grovere masser, jfr. delområde 7. Flere boringer må til for å få et sikrere bilde av mektighet og utbredelse av de finkornige massene, og volumet av drivverdig sand og grus.

GENERELL GEOLOGI

Vister grustak er en del av det såkalte Raet, en endemorene som ble dannet foran isbreen i perioden 11.000-10.700 før nåtid. Havet stod i denne perioden ca. 180-190 m høyere enn i dag, og med unntak av enkelte områder i Halden kommune er Raet i Østfold avsatt på havbunnen.

Raet er en fellesbetegnelse på denne ryggformen som i Østfold strekker seg mer eller mindre sammenhengende fra Moss til Halden. Ved nærmere undersøkelser viser det seg at Raet ikke er en enhetlig morenerygg, men et opp-til 1-2 km bredt endemorenekompleks av flere rygger og vekslende material-sammensetning.

Etterhvert som isbreen smeltet tilbake nordover, ble det avsatt silt og leire over Raet. Landhevingen som fulgte hevet Raet opp gjennom bølgesonen, og endemorenekomplekset ble utsatt for en omfattende bølgevasking. Overflaten ble omvasket og utjevnet, og det ble dannet et topplag med sandig og grusig materiale over morenematerialet og de marine silt/leirene.

Store smeltevannselver fra isbreen munnet ut i havet ved Halden og på strekningen Eidet-Vister i Tune kommune, og store grustak er knyttet til breelvavsetningene som ble dannet her. I Tune finner vi slike grustak ved Eidet kro, Kalnesgropa og Vister. Ved Eidet ser det ut til å ha vært en konsentrert smeltevannselv som har munnet ut i havet, mens det i områdene rundt Vister grustak har vært noe roligere og mer vekslende strømningsforhold.

Snitt og boringer i grustaket viser en typisk deltaoppbygging med finkornige masser som silt/leire og finsand som bunnlag, med lagdelt sand og grus over. Da avsetningen ikke er bygget opp til havnivå, mangler de grove topplagene.

Generelt for en deltaavsetning kan det nevnes at grove masser som grus og stein avsettes nær elvemunningen/breporten, mens sand, silt og leire fraktes lengre med avtagende kornstørrelse (fig. 2). Strømhastigheten er bl.a. avgjørende for transportlengden.

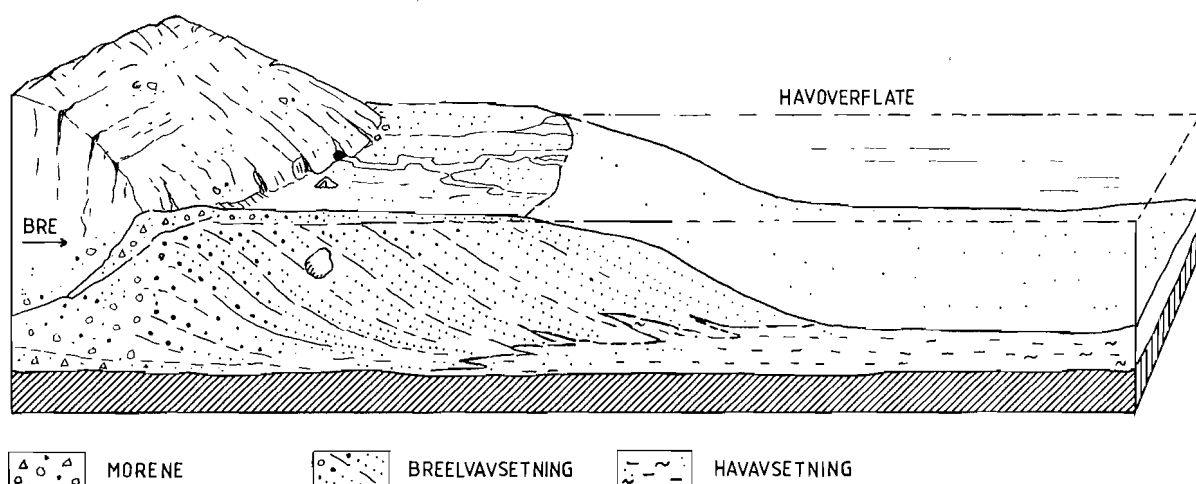


Fig. 2: Breelvmateriale bygges opp til et delta foran isfronten. Karakteristisk er et topplag av grus og stein, skrålag av sand og grus og mer horisontale bunnlag med finsand, silt og leir.

VISTER GRUSTAK

Oppbygningen av breelavsetningen ved Vister grustak vitner som sagt om vekslende avsetningsbetingelser. Generelt kan sies at de groveste massene finnes i nordlige deler, mot Gamle Kongevei. Kornstørrelsen avtar så gradvis mot sør.

Snittbeskrivelsene viser stor veksling i materialsammensetning både horisontalt i hvert enkelt snitt og mellom snittene som er spredt rundt i grustaket.

Snittbeskrivelse 1, 2 og 3 i vestre deler av hovedmassetaket viser lagdelt sand i veksling med grusige sandlag og siltige finsandlag (bilag 5, 6 og 7). Lagene varierer i mektighet fra noen cm til flere dm. Større lagpakker på 2-3 m med siltig finsand forekommer, i sørlige deler blir siltinnholdet høyere. Gravde sjakter med traktorgraver viser at kornstørrelsene gradvis blir finere i dypet.

Snittbeskrivelse 4 (bilag 8) viser at det over breelvmaterialet ligger en lagpakke med marin silt/leire, som er avsatt etter at breen trakk seg tilbake. Utbredelsen og mektigheten av dette silt-/leirlaget er noe usikkert, men det er antatt å finnes innenfor store deler av delområde 6, hvor det er påvist flere steder i snittveggene og registrert ved boring (vedlegg 1).

Også i delområde 3 og vestlige deler av delområde 4 er silt-/leirlaget påvist i snittvegger (vedlegg 1). Kraftig bølgevasking er trolig årsaken til at det flere steder ikke er tegn til noe slikt silt-/leirlag i snittveggene. Finkornige masser ble ikke påvist i borhull 8, delområde 1, og seismisk profil 6 gir heller ikke indikasjoner på slike masser.

Innenfor delområdene 4 og 7 vitner deformerte og forstyrrede lag i overflaten om nær kontakt med isbreen (snittbeskrivelse 5). Materialet har også flere steder morenestructur, er relativt hardpakket, og en kornfordelingsanalyse viser noe dårlig sortert grusig sand med 8 % finstoff (kurve 11, bilag 4).

Mektigheten på strandmaterialet i overflaten varierer fra 0,5-3 m innenfor uttaksområdet. Særlig i østlige deler har strandmaterialet stor mektighet.

Dagens uttak av masser foregår hovedsakelig på to steder i uttaksområdet, John Løkke i vestlige deler og Erik Nordtug i østlige deler. Sporadisk

drift foregår i strandmateriale nord og vest for Nordtugs grustak. I følge John Løkke ligger årlig uttak på ca. 60 000 m³, og massene brukes hovedsakelig til mørtelsand og kabelsand (fyllsand). Silt, leire og morenemasser blir levert som fyllmasse til f.eks. nye boligfelt. Dessuten er en god del slike masser brukt til å fylle igjen østlige deler av hovedmassetaket, delområde 8.

Massene fra Nordtugs grustak blir hovedsakelig brukt til asfaltproduksjon og veiformål.

Basert på gjennomsnittlige mektigheter av drivverdige masser lyder et grovt volumoverslag på i overkant av 3,8 mill. m³ sand og grus. Av dette utgjør området vest for Vistergropa ca. halvparten.

Av flere grunner er det ikke mulig å ta ut hele dette volumet. En del ligger under store mektigheter med silt/leire, en del er bundet av Lundestadveien og planlagt ny vei mellom Gamle Kongevei og Opstadveien, og en del av myra i delområde 9. I tillegg er det grunnvannsbrønner i delområde 6.

Restaurering/planering av uttaksområdet vil også medføre et stort behov for løsmasser.

I forbindelse med Grusregisteret ble sand- og grusressursene i Tune kommune kartlagt i 1985. Konklusjonen er at kommunen er godt forsynt med sand og grus i lang tid fremover, men at kvalitetsmasser til høyverdige formål og grovt materiale er en mangelvarer. Forsyningssituasjonen i tilgrensende kommuner er imidlertid en helt annen, her er sand og grus av alle kategorier en mangelvarer. Sett i denne sammenheng er sand- og grusressursene i Vister grustak og i de andre grustakene i kommunen av stor betydning.

Uttak av sand og grus kommer som regel i konflikt med andre brukerinteresser. I Vister grustak gjelder dette i første rekke bebyggelse/vei, verneverdige fornminner og landskapsformer, rekreasjons- og friluftsliv og skogbruk, foruten at grusuttak danner store sår i landskapet. Samtidig er sand og grus en viktig ressurs som samfunnet har stort behov for, og som av økonomiske grunner bør ligge nær befolkningscentra.

Det er av den grunn viktig å få dokumentert hvor disse ressursene er og kvaliteten på massene, før områdene utnyttes til bebyggelse eller andre formål som er uforenelig med grusdrift.

Undersøkelsene vest for Vistergropa gir en pekepinn om at det også her ligger store sand- og grusressurser. Området foreslås nærmere undersøkt for å få rede på utbredelse, mektighet og kvalitet av massene.

DELOMRÅDE 1

Området ligger vest for det nåværende uttaksområdet, på begge sider av Lundestadveien (vedlegg 1). I kommunens første undersøkelsesopplegg var dette området tatt med, men ble senere strøket pga. landbruksmyndighetenes ønske om å bevare områdene nord for Lundestadveien og vest for Vistergropa. Området er imidlertid svært interessant sett fra et geologisk og ressursmessig synspunkt, og NGU gjennomførte derfor for egen regning seismiske målinger på langs av Raryggen og en sonderboring midt i området. Profilet følger omtrent kote 73 på kartet.

På grunn av kraftig regn ble de seismiske målingene noe usikre, men viser at dybden til fjell er 40-50 m, se profil 6, vedlegg 2. Ca. 20 m under terrengoverflaten er det registrert en grense mellom lyd hastigheter på 650/700 m/s og 1600 m/s. Lyd hastigheter på 650/700 m/s tilsvarer tørr sand og grus, mens hastigheter opp mot 1600 m/s tilsvarer sand og grus under grunnvannsnivået (bilag 1). Sonderboring nr. 8 viser vekslende lag med sand og grus med en mektighet på ca. 25 m. Fra 25 til 30 m blir massene mer finkornige og består hovedsaklig av finsand og siltig sand. Det er grunn til å anta at grunnvannsnivået ligger på overgangen mellom de finkornige og de grovkornige massene. Dette nivået stemmer ikke helt overens med de seismiske målingene. Til sammenligning kan det nevnes at seismisk profil 2 og 3 viser et grunnvannsnivå på henholdsvis 46 og 48 m o.h. Ved hjelp av traktorgraver ble det påvist et grunnvannsnivå rundt 50 m o.h. i vestlige deler av grustaket (sjakt 1, vedlegg 2). Det ble ikke påvist leire i borhull 8, og de seismiske målingene gir heller ikke indikasjoner på silt/leirlag.

Resultatene tyder på at delområde 1 utgjør en betydelig sand- og grusressurs, med mektigheter på opp mot 25 m over grunnvannsnivået. Et volumoverslag vil med en gjennomsnittlig mektighet på 15 m drivverdige masser være på nærmere 1,9 mill. m³ fast masse. Det presiseres at dette bare gir en grov oversikt over uttakbare volum.

Forekomsten stopper imidlertid ikke med delområde 1, men fortsetter videre mot nordvest. To mindre grustak ved Lundestad/Bentemyr drives i dag på strandavsetninger med 1-4 meters mektighet over marin silt/leire. I grustaket ved Bentemyr er høy grunnvannsstand et problem, grunnet finkornige masser under sand og grus. Det vil være aktuelt å undersøke mektigheten av leira, og eventuelle drivverdige masser under denne.

En opptil 10-15 m høy morenerygg strekker seg fra Vingersletta/Steilet (150 765) mot sør og sørøst til nordvestre deler av delområde 1. Material-sammensetningen er ikke undersøkt, men ryggen inneholder trolig både sortert og usortert sand- og grusholdig morene. Det vil ut fra et ressursmessig synspunkt være interessant å foreta nærmere undersøkelser i området mellom Bentemyr, Vingersletta/Steilet og delområde 1.

Mellom Gamle Kongevei og delområde 1/moreneryggen ligger det store myr-områder. Myrene er ikke undersøkt av NGU, men de er ifølge topografisk kartverk dype. Det er stor sannsynlighet for at det under torva ligger marin leire. Dette er noe man bør undersøke nærmere hvis planer om videre grusdrift mot vest fra nåværende uttaksområde. En tidligere sonderboring utført av NGU ved de nedlagte massetakene langs Gamle Kongevei tyder på 4-6 m siltig leire under 4-5 m strandsand/-grus. Under leira er det mer enn 5 m hardpakket morene.

DELOMRÅDE 2

Området består av sørvestlige deler av grustaket, hvor en relativt smal brem med løsmasser står igjen. Deler av området er klargjort for masseuttak ved at vegetasjonen og jordsmonnet er fjernet. I dag tas det ut masser i midtre deler av området. Massene består av lagdelt og godt sortert grusig sand (snitt 2, fig. 3). Middelskornstørrelsen ligger i området 0.25-0.5 mm. Rene sandlag veksler med stein og grusholdig sand. Sandige siltlag forekommer ned gjennom hele profilet, og særlig i nedre deler er siltlag utbredt (fig. 4). Massene blir fraksjonert og på den måten får man bort noe av siltinnholdet. Kornfordelingskurve 2 viser en analysert prøve fra en av produksjonshaugene. Siltinnholdet er på bare 2 %, mens nærmere 60 % ligger i finsandfraksjonen. Kurven får derfor en såkalt sandpukkel. Massene er for ensgraderte, dvs. har for høyt innhold av finsandfraksjonen til å være særlig godt egnet til f.eks. betong eller veiformål. Det aller meste av massene går til såkalt kabelsand og fyllmasser, men noe kan trolig brukes til mørtelsand. Seismisk profil 3 berører så vidt området, og viser at en lagpakke på 7-8 m med lydshastighet på 500 m/s ligger over et 15 m tykt lag med lydshastigheter på 1300 m/s. Det underste laget er her trolig indikasjon på hvor grunnvannsnivået ligger, mens det øverste laget er tørr sand og grus. Fjellet indikeres med hastigheter på mellom 4600-5350 m/s. Med en gjennomsnittlig mektighet på 7 m vil delområde 2 inneholde ca. 300 000 m³ sand og grus. Det meste av materiale vil være ensgradert og finkornet.



Fig. 3: Lagdelt grusig sand i veksling med rene sandlag og siltig sand. Snittbeskrivelse 2. Delområde 2.



Fig. 4: Nærbilde av tynne silt- og sandlag, bilde tatt fra nedre venstre hjørne av fig. 3. Delområde 2.

DELOMRÅDE 3

Området består av en større rest med løsmasser midt i det nåværende uttaksområdet. Bare på vestsiden er det rene snitt som viser materialsammensetningen, se snittbeskrivelse 1 og fig. 5. Massene består av rene sandlag avbrutt av grusige sandlag. Midt i snittet ligger en lagpakke med 2-3 m siltig sand. En kornfordelingskurve (3) fra dette laget viser et innhold av leir og silt på henholdsvis 7 % og 30 %, mens hovedvekten ligger i finsandfraksjonen. I følge grusdriveren består delområdet også av en god del leire, og det er en naturlig forklaring på hvorfor denne delen står igjen. Sett ut fra de nærmeste seismiske profilene vil den totale mektighet over grunnvannsnivået, sett fra toppen, variere fra 20-25 m. Regner man med 8 meters gjennomsnittlig mektighet av drivverdige masser, får man et volum på ca. 96 000 m³. Store mengder silt, leire og finsand må imidlertid fjernes før det er mulig å nyttiggjøre seg hele volumet.

DELOMRÅDE 4

Området er den nordligste delen av grustaket, og grenser inn mot Lundestadveien og Asfaltverket. Det er ikke foretatt seismiske målinger eller boringer i dette området. I vestre deler er vegetasjon og jordsmonn fjernet, og klargjort for uttak av masser. Selv om snittveggene flere steder er dekket av nedrast materiale, viser de at materialsammensetningen er svært skiftende. Nær overflaten har massene flere steder morenestructur, lagene er delvis skjøvet over hverandre og deformert. Dette tyder på nær kontakt med breen. Andre steder ligger det 3-4 m tykke lag med marine silt/leirer under 2-4 m strandmateriale. Snittbeskrivelse 3 viser derimot vekslende lag med sand og grusige sandlag (fig. 6 og 7). Silt- og finsandlag forekommer ofte ned gjennom hele snittet. Større og mindre "siltballer" forekommer også i enkelte sand-/gruslag. Med noe bearbeiding kan disse massene brukes bl.a. til mørtelsand og støpesand. Kornfordelingskurve 1 viser en prøve tatt fra produksjonshaugen, mens kurve 8 er fra snittveggen og kurve 7 fra sjakt 2.

I midtre deler av delområde 4 er det ikke tegn på leire i snittveggene, men massene i de øvre lag har morenepreg, og virker noe forstyrrede. I et høyere nivå nordvest for myra i delområde 9 er det tidligere tatt ut en god del masser. I følge grusdriveren har massene vært av god kvalitet til betongformål. Videre mot sørøst er det store mektigheter av leire og



Fig. 5: Snitt fra delområde 3, se snittbeskrivelse 1. Lagdelt sand og grusig sand ligger over et 2-3 m tykt lag med siltig sandige masser.



Fig. 6: Bildet er tatt mot vest i delområde 4, og viser en over 20 m høy snittvegg. Se også snittbeskrivelse 3 og fig. 7.



Fig. 7: Nærbilde av snittveggen på fig. 6. Vekslende lag med sand og grusig sand. Siltlag med varierende tykkelse forekommer ned gjennom hele snittet. Personen på bildet ser på "siltbiller" i et grusholdig lag.

Fig. 8:
Bildet er tatt mot øst, delområde 4 og 6, og viser strandgrus over marin siltig leire (blå farge).



silt-/finsandlag, se snittbeskrivelse 4 og fig. 8. Under 2-4 m strandmateriale ligger et silt-/leirlag på 2-4 m. Så følger et lag med grusig sand på 4 m, og deretter jevne, tynne lag med silt og finsand.

Driftsveggene viser at mektighetene i delområdet er 20 m over dagens uttaksnivå i grustaket. De seismiske profilene nede i grustaket viser at det også kan påregnes inntil 10 m sand over grunnvannsnivået. På grunn av høyt silt-, leir- og finsandinnhold flere steder, allerede uttatte masser og hensyn til Lundestadveien er det ikke regnet med mer enn 10 m gjennomsnittlig mektighet på drivverdige masser, som gir et volum nær 0.5 mill. m³ sand og grus.

DELOMRÅDE 5

Den delen av grustaket som er i drift er skilt ut som eget område. Dagens uttak foregår i vestlige og sørlige deler av området, og man konsentrerer seg om å gå i dybden av det nåværende grustaket. Dette medfører at de fleste snittveggene ellers i grustaket er dekket av nedrast materiale. Tre seismiske profil dekker området, og det er gjort 2 boringer i østlige deler. Profil 1 og 2 er lagt på langs av raet, mens profil 3 ligger på tvers av ryggen (vedlegg 2). Lydhastigheter på mellom 450-600 m/s i de øverste lagene indikerer tørr sand og grus med mektigheter fra 8-10 m (vedlegg 3 og 4). Lag 2 med lydhastigheter fra 1250-1900 m/s tyder på sand og grus under grunnvannsnivået. Som det går frem av profilene ligger grunnvannsnivået på ca. 54 m o.h. i nord og ned mot 46-48 m o.h. i sør. Sammenligner man målte grunnvannsnivå der profilene krysser hverandre, varierer det med opptil 2 m. Grunnvannsnivået ble påvist med traktorgraver i sjakt 1 og 2, på henholdsvis ca. 50 og 49 m o.h., og dette stemmer godt overens med de seismiske målingene. Uttak av masser på de laveste nivåer i grustaket skjer i dag bare 2-3 m over grunnvannsnivået. Sjaktene viser vekslende lag med sand og siltig sand. Kornfordelingsprøve 6 og 7 viser høyt innhold av finsand, og mellom 2-11 % silt. Begge kurvene har såkalte sandpukler, og massene er trolig bare egnet til fyllsand. Også i nordlige deler av delområdet ble det gravd en 4 meter dyp sjakt med traktorgraver (3), som også viser sandlag i veksling med siltige sandlag.

Lag 2 kommer ikke tydelig frem på enkelte deler av profilene, og avstandene til grunnvannsnivået må derfor ikke betraktes som absolutte verdier.

Lydhastighetene på begynnelsen av profil 2 og slutten av profil 3 svarer ikke helt. Rett vest for profilene er det imidlertid snitt som viser at massene består av lagdelt grusig sand og sand med enkelte siltlag, fig. 9.

Lydhastighetene på lag 2 varierer som sagt fra 1250-1900 m/s. Økende hastigheter betyr normalt høyere innhold av finkornet materiale og/eller mer kompakte masser. Sammenligner man boringene med lydhastighetene ser man at hastigheter fra 1250-1450 m/s tilsvarer grusig sand til siltig sand under grunnvannsnivå; mens hastigheter fra 1600-1900 tilsvarer sandig silt til siltig leire under grunnvannsnivå. Borhull 6 viser ca. 6 m sand over siltig leir (1600 m/s). Borhull 7, som ligger nordøst for det seismiske profilet, viser sand og grusig sand, med noe morene mot slutten (1250 m/s). Undersøkelsene og opplysninger fra grusdriver tyder på at det i et større område rundt borhull 6, og trolig sørover mot innkjørselen til grustaket, ligger leire under sanda. Forutsatt at lydhastighetene på 1600-1900 m/s konsekvent kan tolkes som siltig leire, så kan utbredelsen leses av på profilene. Dette bør imidlertid kontrolleres med flere boringer.

Lydhastigheter på 4500-5350 tilsvarer fjellgrunnen, og denne ser ut til å ligge relativt flatt innenfor området, ca. 30-35 m o.h.

DELOMRÅDE 6

Delområde 6 ligger i østre deler av uttaksområdet, i samme nivå som delområde 4, ca. 80-82 m o.h. Det er åpnet to grunne massetak, og snittvegger på 2-4 m viser grusig sandig materiale med en del stein, fig. 10. I østre grustak står grunnvannet enkelte steder i dagen, og grusdriver har drenert området. På grunn av grunnvannsbrønner i nordre deler av området, har ikke dreneringsarbeidene blitt så omfattende.

Det ble lagt et seismisk profil (5) som dekker nordre deler av området, og som krysser søndre deler av myra (delområde 9). Måleresultatene ble imidlertid dårlige, så lydhastighetene og dybdene er usikre. Dette skyldes trolig at det ligger høyhastighetslag over lag med lavere lydhastighet, og at profilet krysser et myrområde. Målingene antyder et øvre lag med lydhastigheter på 800 m/s over lag nr. 2 på 1600 m/s. Dette kan tolkes som tørr sand og grus over vannmettet sand og grus, men en prøvetakende boring forteller om helt andre forhold i lag 1. Borhull 1 ble plassert nede i det lille grustaket som har tilførselsvei fra grustaket til Nordtug (vedlegg 3).

Fig. 9:

Bildet er tatt i snittveggen over sjakt 1, i vestlige deler av uttaksområdet, og viser middels - finkornet sand i veksling med tynne siltlag. Bilnøkler som målestokk til høyre i bildet.

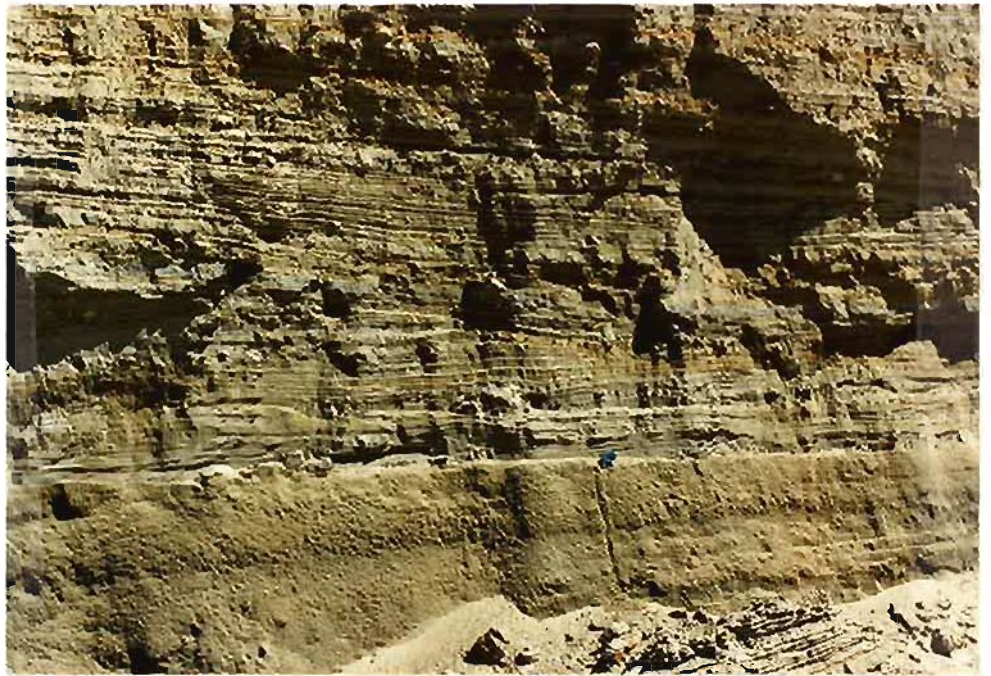


Fig. 10 viser grovt strandmateriale i det østligste massetaket i delområde 6. Mek-tigheten varierer fra 2-4 m.



Det ble påvist et grunnvannsnivå 0,5-1 m under dagens uttaksnivå. Videre nedover ble det registrert leire ned til 11,5 m dyp. Det er notert leire i borjournalen, men prøve 12 fra 8,5 m dyp viser lagdelt sand og siltig leire, og antakelig består også de overliggende lagene av slike masser (sammenlign med snittbeskrivelse 4). På grunn av sammenblandingen av lagene i prøvetaker blir kornfordelingskurven (12) noe spesiell. Den viser 60 % innhold av silt/leire, men hovedvekt på silt, og 40 % sandinnhold, hovedsakelig finsand. De finkornige massene er årsaken til at det er blitt dannet et såkalt hengende grunnvannsnivå i delområde 6. Vannet trenger i liten grad gjennom silt-/leirlagene, og følger istedet disse og kommer ut som kilder i driftsveggene til hovedmassetaket. Under denne finkornige lagpakken er det påvist mer enn 6 m drivverdige masser av sand og grus. Boringer ble avsluttet etter 17,5 m p.g.a. brudd på borstanga. I følge seismikken ligger grunnvannsnivået på kote 59, men sammenligner man med målingene og boringene ned i hovedmassetaket er nok dette noe høyt. Grunnvannet i borhull 5 ble påvist til ca. kote 51, mens de seismiske målingene viser grunnvann fra kote 49-51 m. Det betyr at det kan dreie seg om sand og grus med mektigheter på opptil 10-15 m mellom grunnvannsnivået og den finkornige lagpakken i delområde 6. Prøve 13 tatt på 16 m dyp viser et silt-/leirinnhold på 20 % og sand-/grusinnhold på 80 %. Også her er flere lag blandet i prøvetakeren. Prøven viser at det er silt-/leirlag i vekslning med grusige sandlag.

Borhull 7 nede i hovedmassetaket, inn mot driftsveggen nær snittbeskrivelse 4, antyder 14 m sand med noe grus. Trolig vil det her også være siltlag. Grunnvannsnivået er her ikke påvist.

Driftsveggene i sørlige deler av delområdet, som varierer i høyde fra 20-25 m, er stort sett dekket av rasmateriale, men rene snittvegger kan observeres i øvre deler der det er vannutslag. Snittveggene viser et 2-4 m tykt sandig gruslag over silt/leire av varierende mektighet. Under dette ligger det relativt hardpakket og noe dårlig sortert sand og grus med stein. Mektigheten på dette materialet er varierende. Under ligger trolig bedre sortert og lagdelt sand og grus.

Med en gjennomsnittlig drivverdige mektighet på 10 m vil delområde 6 inneholde ca. 550 000 m³ masse. Det understrekes at massene er av varierende kvalitet og at tykke lag med silt/leire må fjernes for å nyttiggjøre seg dette volumet. Området må også dreneres.

Innenfor delområde 6 vil konflikter med grunnvannsbrønner og planlagt vei gjennom området føre til at muligheten for uttak av masser vil være begrenset.

En visuell bergartsanalyse fra strandmaterialet i det øvre grustaket viser at 97 % av bergartskornene består av gneis og granittisk gneis. I tillegg ble det registrert 2 % sparagmitt/kvartsitt og 1 % vulkanske bergarter. 88 % av bergartskornene er klassifisert som sterke og 12 % som svake p.g.a. forvitrede og glimmerrike korn. Denne klassifiseringen går på bergartenes egnethet, spesielt til veiformål, men også til betong, og nyttes bl.a. i Grusregisteret. En sprøhets- og flisighetsanalyse av samme materiale viser relativt god kvalitet, med gjennomsnittlige sprøhets- og flisighetstall på henholdsvis 42,5 og 1,34 (bilag 18). Materialet ligger innenfor kvalitetsklasse 2 i sprøhets- og flisighetsdiagrammet.

DELOMRÅDE 7

Dette utgjør den østlige grense for hva kommunen vil ha undersøkt. Et mindre grustak i et høyere nivå enn hovedmassetakets drives av Nordtug.

Snittvegger på 10-12 m viser strandmateriale over hardpakket og noe dårlig sortert grusig sand med enkelte stein og blokk (snittbeskrivelse 5, fig. 11). Overskyvninger og foldninger i øvre lag tyder på nær kontakt med isbreen. En kornfordelingsprøve (11) viser et siltinnhold på nær 7 % og et grusinnhold på 22 %. Prøven viser et betydelig innhold av finsandfraksjonene, og kornfordelingskurven får en karakteristisk sandpukkel. Massene sorteres og tilsettes trolig knuste masser før de brukes i asfaltproduksjon.

Det er ikke tegn til det silt-/leirlaget som er registrert i delområde 6, men i bunnen av massetakets østre del er det registrert vekslende finsand- og siltlag.

Et seismisk profil (4) på langs av grustaket viser et øvre lag med lyd- hastigheter fra 500 til 650 m/s (vedlegg 3). Mektigheten varierer fra 11 m i nordøst til 15 m i sørvest. Større mektigheter og høyere lyd- hastighet i sørvest skyldes påførte fyllmasser med mektigheter på 4-6 m. Lag 2 som trolig viser grunnvannsnivået, kommer tydelig fram langs hele profilet, med lyd- hastigheter på 1600 m/s.



Fig. 11: Bildet er tatt mot nordøst i massetaket i delområde 7, og viser hardpakket og noe dårlig sortert breelvmateriale. Massene i øvre deler viser brennære avsetningsbetingelser. Se også snittbeskrivelse 5.

Profilen viser at fjellgrunnen stiger fra kote 35 i sørvest opp mot kote 50 ved borhull 2, for så å avta ned mot kote 40 i nordøst.

Borhull 2 inne ved dagens driftsområde viser grusige lag med stein og en del finstoff, med ca. 7 m mektighet. Under følger 2 m sand over siltig sand. Boret stoppet trolig mot en blokk på 13,5 m dyp.

Borhull 3 viser vekslende lag med sand og grus ned til 15 m dyp, så følger 4 m silt, sand og leire over 2 m hardpakket sand. Deretter stoppet boret mot fjell.

Avstanden til fjell og til mer finkornede og trolig vannmettede jordarter funnet ved boring, stemmer godt overens med resultatene fra seismikken.

Med en antatt drivverdig mektighet for hele området på 10 m vil et volumoverslag lyde på ca. 280 000 m³ sand og grus. Mulighetene til å fortsette i samme driftsretning som nå er begrenset av Opstadveien og tilgrensende grustak i nordøst, men boringene viser at det kan være muligheter for å drive mer i dybden.

DELOMRÅDE 8

Delområde 8 omfatter østlige deler av hovedmassetaket, som i dag ikke er i drift. Bunnen i grustaket er preget av fyllmasser med varierende mektighet.

To seismiske profiler dekker vestlige deler av området. Profil 1 viser et 3-5 m tykt overflatelag med lydshastighet på 400 m/s.

Fra borhull 6 til Opstadveien består det øverste laget av fyllmasser. Et gravd snitt med traktorgraver (4) viser grusig sand med høyt innhold av blokk. Kornfordelingskurven 9 viser at materialet også inneholder 18 % silt/leir. Dette er trolig fyllmasser. Grunnvann ble her ikke påvist p.g.a. problemer med å grave dypere enn 2-3 m, massene raste stadig ut slik at hullet bare fikk større diameter. I følge de seismiske målingene skulle det på dette punktet være kortest avstand ned til lag 2, og trolig grunnvannsnivået.

En boring (4) øst for dette punktet viser 5-6 m sand over siltig sand. Siltige leirlag forekommer mot slutten, og på 28,5 m dyp traff boret

fjell. Avstanden til fjell stemmer godt overens med de seismiske resultatene, selv om borhullet ligger noe til side for profilet. Grunnvannsnivået ble ikke påvist, men ligger sannsynligvis høyt, på ca. 2-3 m dyp.

Borhull 5 viser vekslende lag med grusig sand og finsandlag. I følge de seismiske målingene skulle lag 2 og antatt grunnvannsstand ligge på ca. 5 m dyp. Et vann-nivå ble peilet på ca. 2,5 m dyp i borhullet ca. 1 døgn etter boringen, og dette er nok mer å stole på enn de seismiske målingene. Borhullet ligger på en vifte av løsmasser som er vasket ut fra driftsveggen p.g.a. dreneringen fra delområde 6 som munner ut høyt oppe i snittveggen. Grunnvannet kan av den grunn stå noe høyere her enn ellers langs profilet. En prøvetaking på 13 m dyp viser lagdelt grusig sand og siltig sand. Prøvematerialet var i minste laget for å kunne utføre en kornfordelingsanalyse.

Borhull 7 ligger øst for profil 1 og helt inn mot snittveggen. Det viser sand og grusig sand ned til 14,5 m. Under sanden ligger 3 m morene, trolig nær fjellet. Boringen ble avsluttet uten å treffe fjell.

Fra borhull 6 til borhull 4 faller berggrunnen fra kote 43 til kote 22, og total løsmassemekthet øker fra 14 til 29 m.

Østre deler av profil 2 viser også et øvre lag med lydshastighet på 400 m/s, som består av fyllmasser. Lag 2 med en lydshastighet på 1900 m/s består sannsynligvis av siltig leire under grunnvannsnivået, og ikke morenemasser som ble skrevet på den foreløpige tolkningen. I et lavereliggende område rett øst for innkjøringen til hovedgrustaket kommer grunnvannspeilet fram i dagen, og her er det også observert leirholdige masser i bunnen.

Av det som går fram av boringer og seismiske målinger er det ikke aktuelt med grusdrift i dypere nivå enn dagens, p.g.a. høyt grunnvannsnivå og innhold av finkornige masser.

DELOMRÅDE 9

Myra i nordøstre deler av uttaksområdet er skilt ut som eget delområde.

Muntlige kilder opplyser at myra er fra 11-20 m dyp. Sondering med en 4 m lang sonderstang rundt på myra resulterte bare i at vi traff på et stubbelag ca. 2 m under overflaten. Det er imidlertid lite trolig at myra er så dyp som 20 m. Mer sannsynlig er det at det ligger tette masser, silt og

1 ble det påvist leire fra 2,5 m nede i grustaket, d.v.s. ca. 5 m under terrengoverflaten. Det er derfor rimelig å anta at myra kan ha en mektighet på ca. 4-5 m, og at leira under er av en bløt konsistens, grunnet manglende tørrskorpedannelse. Med tanke på planering av massetaket kan det være viktig å få bekreftet myras mektighet og forholdene under myra.

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 "

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.

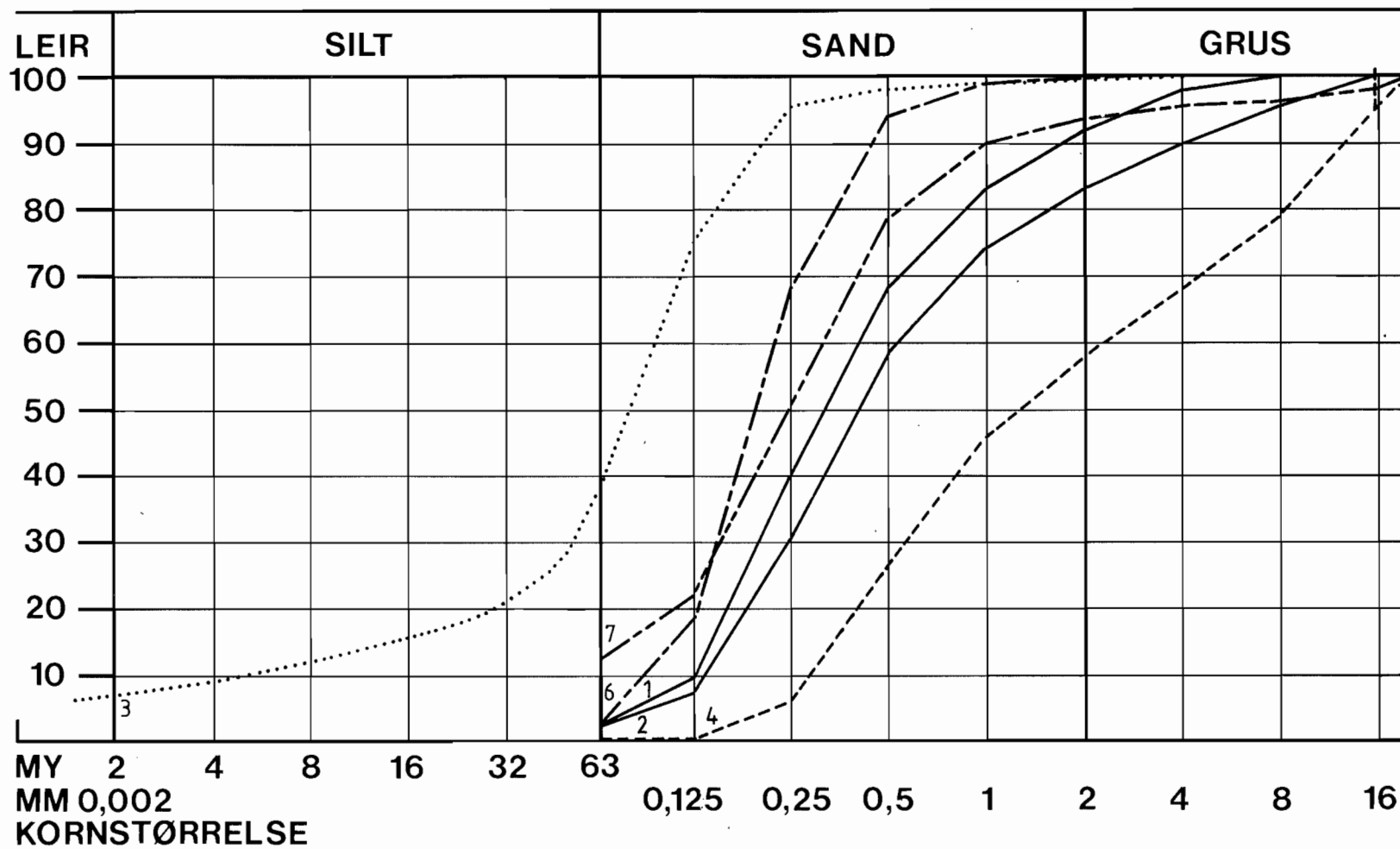
Som et hjelpemiddel til dette bruk har NGU en Borros beltegående borerigg. Riggen er utrustet med 36 mm borstreng og 46 mm krysskjærkrone for sondering. For prøvetaking benyttes en 74 mm prøvetaker som kan ta prøver opp til ca. 1 kg.

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 sonderboringene, 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.

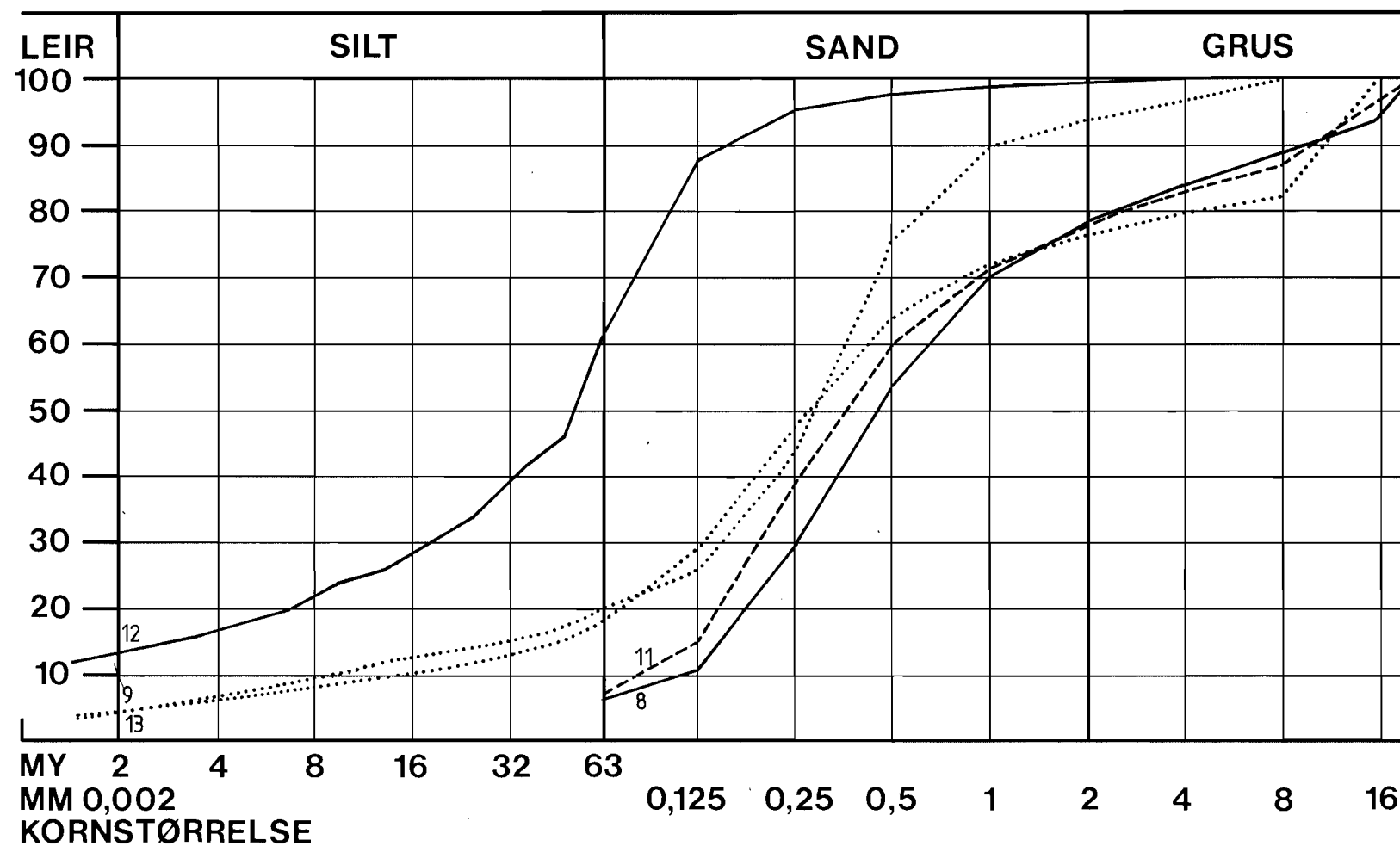
VISTER GRUSTAK



- 1,2
- 3
- - - 4
- - - - 6
- · - · 7

NGU KORNFORDELINGSKURVER VISTER GRUSTAK TUNE KOMMUNE, ØSTFOLD FYLKE	OBS. KR	1986
	TEGN.	
	TRAC. IL	DES. 1986
	KFR. KR	MARS 1987
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 86.226-03	Bilag 3

VISTER GRUSTAK



— 8, 12
 9, 13
 - - - 11

NGU
 KORNFORDELINGSKURVER
 VISTER GRUSTAK
 TUNE KOMMUNE, ØSTFOLD FYLKE

OBS. KR	1986
TEGN.	
TRAC. IL	DES. 1986
KRF. KR	MARS 1987

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 86.226-04

Bilag 4

SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. 1

SIDE

UTM-KOORD. $\emptyset - V - N - S$

VISTER GRUSTAK, TUNE

NGU

BESKRIVELSE	METER	KORN-STØRR.	SEDIMENT-STRUKTURER	MIDDELKORNSTØRRELSE					PRØVE OG FOTO NR.	KOMMENTAR
				SILT	SAND	GRUS	STEN	BLOKK		
Homogene, morenelingnende masser uten lagdeling	2									Snittvegg nord-syd, nær vinkelrett på raet
Svake skrålag mot S-SSV vekslende rene sandlag med grusig sand	4 6								Fig. 5	
Sandig silt, kompakt, stor trauforn	8								PRØVE 3	
Isolert grusomme	10									
Nær hor. sandlag										
Nedrast	12 14 16 18 20									

mm 0.06 0.2 0.6 2 6 20 60 200 N.G.I. SKALA

BILAG 5

mm 0.075 0.125 0.250 0.5 1.0 2.0 4.0 8.0 16 32 64 125 250 WENTWORTH'S SKALA

Ø 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 Ø-SKALA

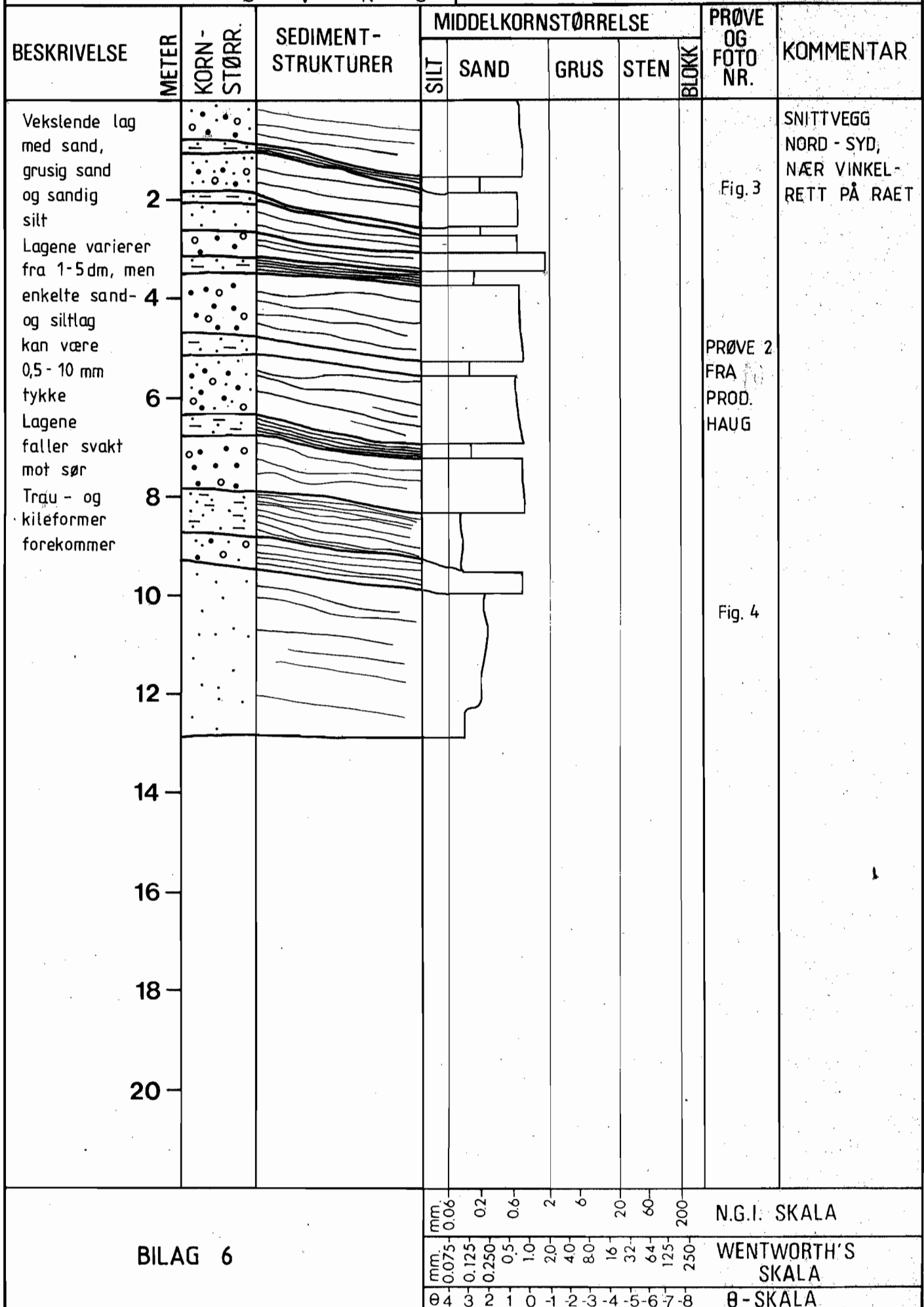
SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. 2

SIDE

UTM-KOORD. Ø - V - N - S

VISTER GRUSTAK, TUNE

NGU



SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. 3

SIDE

UTM-KOORD. Ø - V - N - S

VISTER GRUSTAK, TUNE

NGU

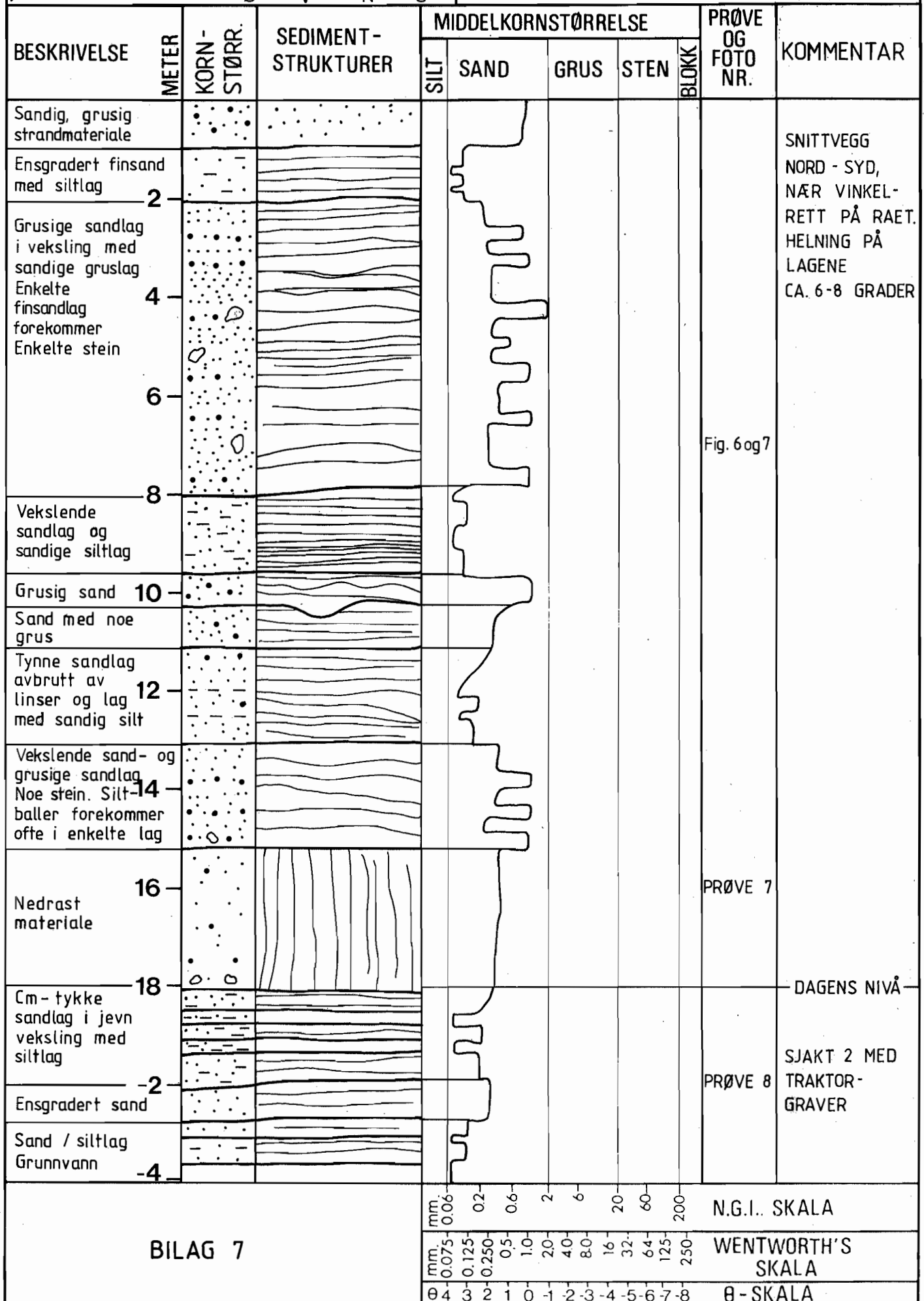


Fig. 6 og 7

PRØVE 7

PRØVE 8

SNITTVEGG
NORD - SYD,
NÆR VINKEL-
RETT PÅ RAET.
HELNING PÅ
LAGENE
CA. 6-8 GRADER

DAGENS NIVÅ

SJAKT 2 MED
TRAKTOR-
GRAVER

SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. 4

SIDE

UTM-KOORD. $\emptyset - V - N - S$

VISTER GRUSTAK, TUNE

NGU

BESKRIVELSE	METER	KORN-STØRR.	SEDIMENT-STRUKTURER	MIDDELKORNSTØRRELSE					PRØVE OG FOTO NR.	KOMMENTAR
				SILT	SAND	GRUS	STEN	BLOKK		
Sandig, siltig leire		12-12								2-4m STRAND-MATERIALE ER FJERNET
Sandig leire	2	22								
Siltig leire		22								
Lagdelt grusig sand med enkelte stein Siltlag forekommer	4 6									SNITTVEGG NORD-SYD NÆR VINKEL-RETT PÅ RAET
Ensgadert sand i tynne lag i veksling med siltig sand Mektigheten på lagene varierer fra 1-20 cm	8 10 12									
Sandlag i veksling med grusig sand	14									
Nedrast	16 18									
	20									

BILAG 8

mm. 0.06 0.2 0.6 2 6 20 60 200 N.G.I. SKALA

mm. 0.075 0.125 0.250 0.5 1.0 2.0 4.0 8.0 16 32 64 125 250 WENTWORTH'S SKALA

Ø 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 Ø-SKALA

SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. 5

SIDE

UTM-KOORD. -
 Ø - V N - S

VISTER GRUSTAK, TUNE

NGU

BESKRIVELSE	METER	KORN-STØRR.	SEDIMENT-STRUKTURER	MIDDELKORNSTØRRELSE					PRØVE OG FOTO NR.	KOMMENTAR
				SILT	SAND	GRUS	STEN	BLOKK		
Steinig, sandig grus, brunlig topplag										
Sandig, grusig materiale Morenisert	2									
Trauformet lagdelt sand, tynne siltlag	4								Fig. 11	
Noe lagdelt sandig, grusig materiale med stein og blokk. Endel siltinnhold. Hardpakket materiale	6 8 10 12									
	14 16 18 20									
BILAG 9				mm.	N.G.I. SKALA					
				mm.	WENTWORTH'S SKALA					
				Ø	Ø - SKALA					

PRØVE 11

SNITTVEGG
ØST - VEST
PARALLELT
MED RAET

Norges geologiske undersøkelse
Teknisk berrapport, løsmasser

Kartblad: Vannsjø		Borhull nr. 4		UTM				
Maskin Borros		Oppdrag nr.		Dato 16.09.86				
		Sted: Bunker		Tune				
		Oppdragsgiver: Tune kommune						
Boremannskap		Arbeidets art		Timer	Flytt./rigg	Reparasjon	Div.arb.	Totalt
Danielsen		Sondering						
Rundmo								

Dybde m	Opptak m	Borsynk min.	Vann		Mating	Slag	Diverse
			kg	L			
1.5				8			Sand
2.5		028	2-4	8			Sand
3.5		041	2	"		DS	Sand
4.5		228	"	"		DS	Sand - blokk
5.5		031	"	"			Sand
6.5		015	"	"			Sand/finsand
7.5		051	"	"		DS	Hart/finsand
8.5		031	2-6	"			Siltig sand:
9.5		021	"	"			Siltig sand
10.5		032	"	"			Siltig sand
11.5		028	2-4	"			Siltig sand
12.5		029	10-20	"			Siltig sand
13.5		036	2-6	"			Siltig sand
14.5		031	2-4	"			Siltig sand
15.5		017	6-10	"			Siltig sand
16.5		019	"	"			Siltig sand - mer sand
17.5		017	"	"			Siltig sand - mer sand
18.5		022	"	"			Sand
19.5		033	4	"		DS	Sand
20.5		021	10-20	"			Sand - mye finstoff
21.5		028	10-15	"		DS	Sand
22.5		016	21-36	"			Silt/leire
23.5		015	25	"			Silt/leire
24.5		012	30-40	"			Silt/leire
25.5		036	28-35	"		DS	Silt/leire. Hardpakket sand mot slutten
26.5		125	2	"		S	Hardpakket sand mot slutten.
27.5		105	"	"		S	Hardpakket sand mot slutten.
28.5		436	"	"		S	50 cm hardpakket sand så fjell/blokk

Norges geologiske undersøkelse
Teknisk borrhapport, løsmasser

Borhull nr. 5	UTM
Oppdrag nr.	Dato 16.09.86

Kartblad: Vannsjø	Sted:					
Maskin Borros	Oppdragsgiver: Tune kommune					
Boremannskap	Arbeidets art	Timer	Flytt./rigg	Reparasjon	Div. arb.	Totalt
Danielsen	Prøvetaking					
Rundmo						

Dybde m	Opptak m	Borsenk min.	Vann		Mating	Slag	Diverse
			kg	L			
1.5					40		
2.5		018	3				Grus og sand
3.5		013	"				Finsand
4.5		019	"				Finsand med noen gruslag
5.5		039	"				Sand og grus
6.5		124	"			DS	Grus
7.5		114	3-20			"	Sand
8.5		143	3			"	Sand med noe grus
9.5		115	3-10			"	Sand
10.5		022	5-15				Sand og silt
11.5		240	2			DS	Sand (hardpakket)
12.5		202	"			DS	Sand med enkelte gruslag
13.5	12.8						Prøve 14
							Grunnvannstand 2.5 m under bakken

Norges geologiske undersøkelse

Teknisk borrhøpport, løsmasser

Kartblad: Vannsjø			Borhull nr. 6		UTM	
Maskin Borros			Oppdrag nr.		Dato 17.09.86	
Boremannskap			Sted:			
Danielsen			Oppdragsgiver: Tune kommune			
Rundmo			Arbeidets art	Timer	Flytt./rigg	Reparasjon
			Sondering			Div. arb.
						Totalt

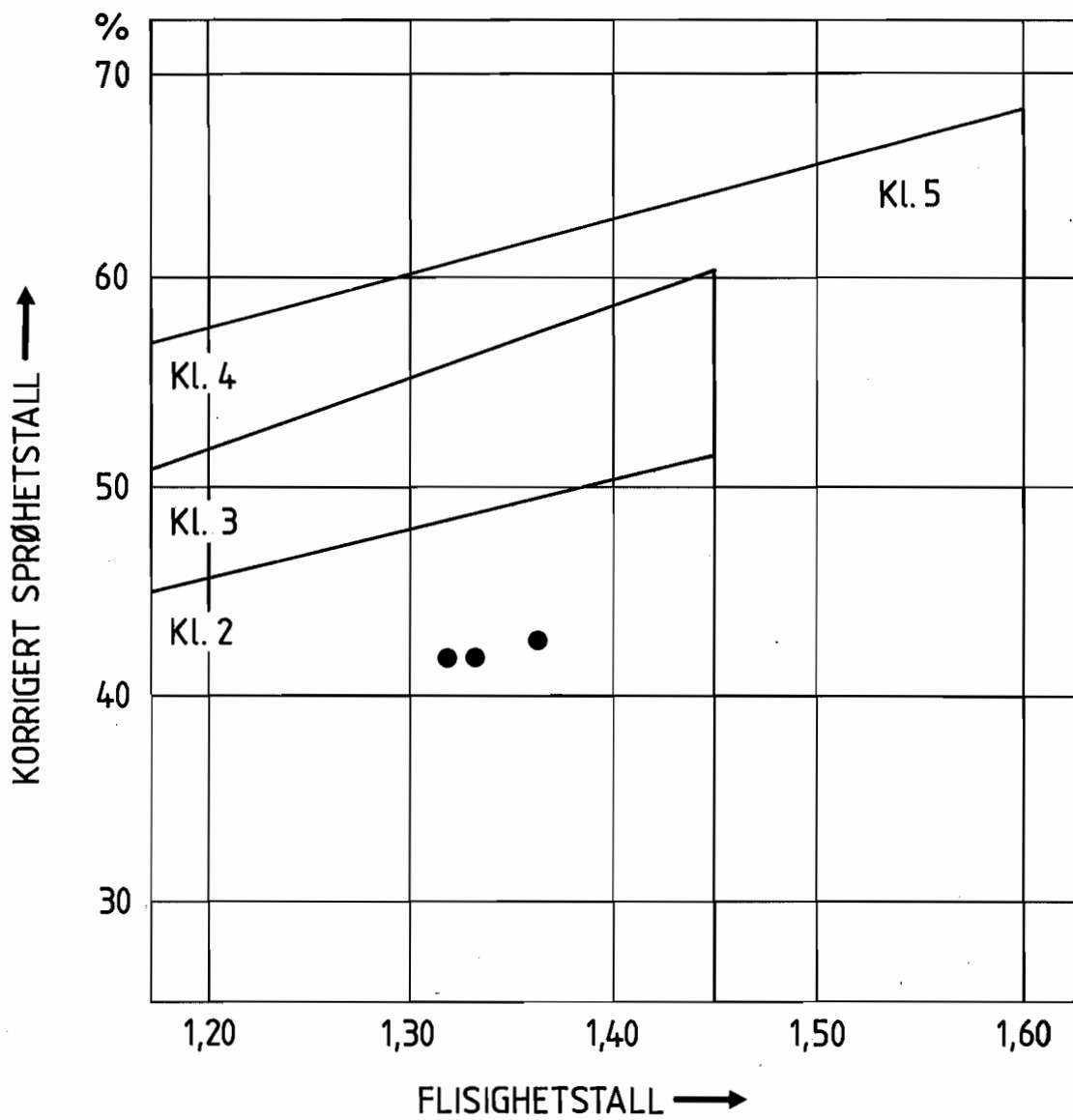
Dybde m	Opptak m	Borsenk min.	Vann		Mating	Slag	Diverse
			kg	L			
1.5					40		
2.5		035	3			DS	Sand
3.5		056	"			"	"
4.5		057	"			"	"
5.5		059	"			"	"
6.5		043	"			"	"
7.5		039	3-40			"	Silt og sand
8.5		013	3-20				Silt og leire
9.5		014	20-25				Leire
10.5		015	15-25				"
11.5		014	20-25				"
12.5		025	15-25			DS	"
13.5		054	3			DS	Sand
14.5			tørr sand			S	Sand - Fjell fra 14.0 m

Norges geologiske undersøkelse

Teknisk berrapport, løsmasser

Kartblad: Vannsjø		Borhull nr. 8	UTM			
Maskin Borros		Oppdrag nr.	Dato 17.09.86			
		Sted: Lundestadveien				
		Oppdragsgiver: Tune kommune				
Boremannskap	Arbeidets art	Timer	Flytt./rigg	Reparasjon	Div.arb.	Totalt
Danielsen	Sondering					
Rundmo						

Dybde m	Opptak m	Borsynk min.	Vann		Mating	Slag	Diverse
			kg	L			
1.5			1	10	45	DS	Grus - stein
2.5		137	2	"	"	"	Sand med gruslag
3.5		211	"	"	"	"	Sand med gruslag
4.5		125	"	"	"	"	Sand med enkelte gruskorn
5.5		120	"	"	"	"	Sand med enkelte gruskorn
6.5		129	2-20	"	"	"	Grus med sandlag
7.5		135	2-30	"	"	"	Grus, sand mot slutten
8.5		112	4-30	"	"	"	Sand med små gruslag
9.5		140	"	"	"	"	Sand med små gruslag
10.5		129	4	"	"	"	Grus
11.5		050	2	"	"		Grus
12.5		130	"	"	"		Grus
13.5		150	4	"	"		Grusig sand
14.5		114	"	"	"		Grusig sand
15.5		100	4-10	"	"		Grusig sand
16.5		039	8	"	"		Sand/finsand
17.5		124	6-16	"	"	DS	Sand/finsand, grovere mot slutten
18.5		127	2-4	"	"	"	Sand
19.5		143	2-40	"	"	"	Siltig sand
20.5		146	2	"	"	S	Grusig sand
21.5		144	2-40	"	"	"	Hardpakket sand
22.5		134	3	"	"		Hardpakket sand
23.5		203	1	"	"	S	Grusig sand
24.5		155	1	"	"	"	Grusig sand
25.5		104	2-6	"	"	DS	Siltig sand
26.5		102	4	"	"	DS	Siltig sand, sand mot slutten
27.5		144	1	"	"	"	Hardpakket sand/Finsand
28.5		141	1	"	"	S	Hardpakket sand
29.5		035	4-6	"	"		Silt
30.5		120	2	"	"	DS	Silt - sand mot slutten



● Naturgrus 8-11,3 mm

NGU

SPRØHET- OG FLISIGHETSDIAGRAM, PRØVE 10, FRA DELOMRÅDE 6

VISTER GRUSTAK

TUNE KOMMUNE, ØSTFOLD FYLKE

MÅLESTOKK

MÅLT KR

1986

TEGN

TRAC IL

DES. 1986

KFR. KR

MARS 1987

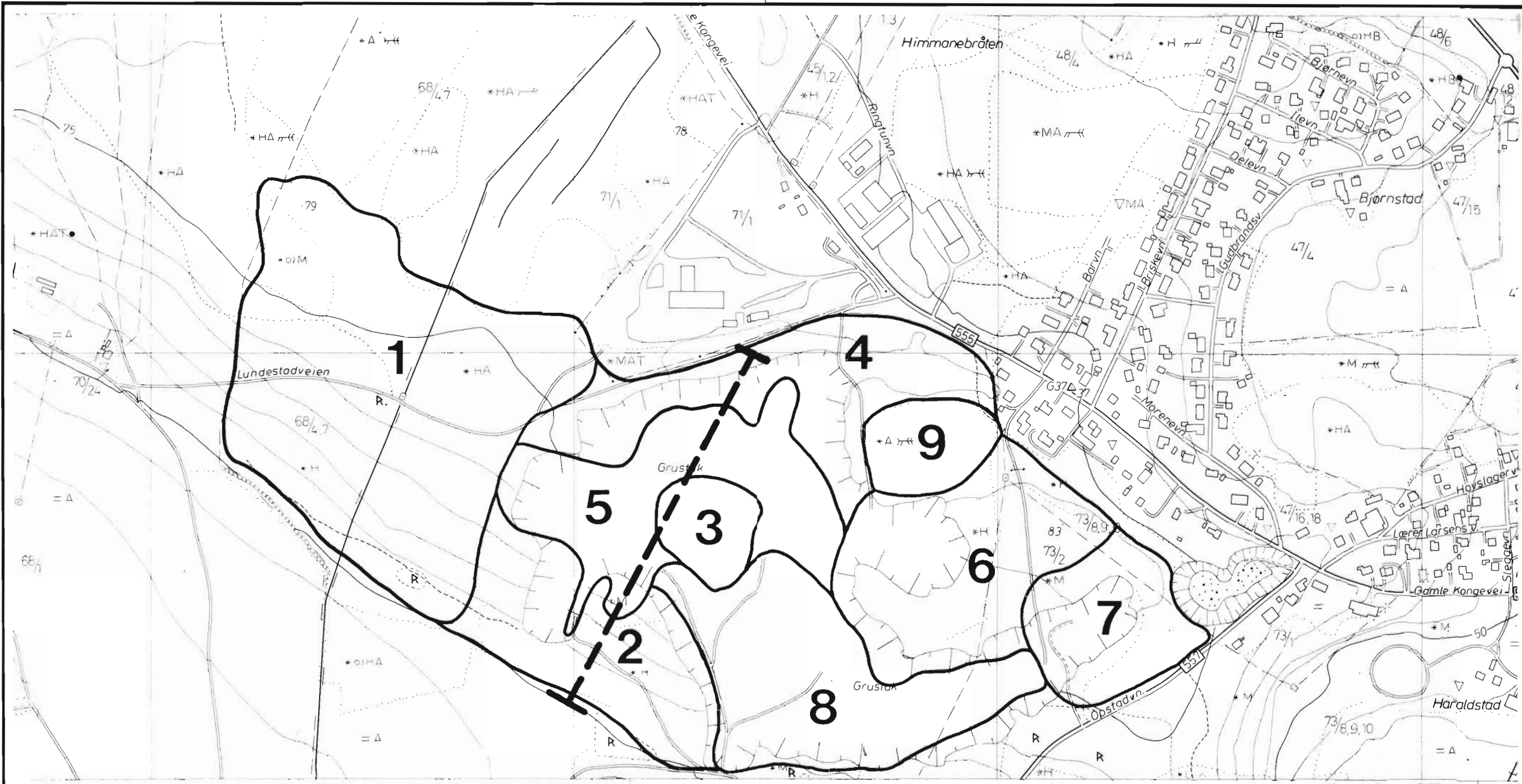
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
86. 226-18

Bilag 18

1603	50.284	Z	106.9700	Z	110.7300
		AVST	41.910	AVST	54.920
Z	99.8148	I-SH	0.220	I-SH	0.170
AVST	39.838	8	56.608	19	68.747
I-SH	0.090				
A	50.490	Z	117.4000	Z	105.4000
		AVST	14.750	AVST	76.700
A	50.490	I-SH	0.220	I-SH	0.170
		9	57.206	20	71.462
Z	98.7531	Z	98.4969	Z	100.5926
AVST	204.114	AVST	181.000	AVST	99.456
I-SH	0.205	I-SH	0.220	I-SH	0.170
B	54.695	E	65.463	G	77.034
Z	99.2963	E	65.463	G	77.034
AVST	221.099				
I-SH	0.205	Z	105.9800	Z	97.6100
C	53.142	AVST	109.880	AVST	106.440
		I-SH	0.150	I-SH	-1.250
C	53.142	10	55.307	21	79.779
Z	98.7700	Z	110.4300	D	60.968
AVST	45.980	AVST	54.270		
I-SH	0.340	I-SH	0.150	Z	95.5309
1	54.370	11	56.761	AVST	169.223
Z	102.5500	Z	105.7900	I-SH	0.115
AVST	35.650	AVST	29.720	H	72.954
I-SH	0.340	I-SH	0.150	H	72.954
2	52.054	12	62.913		
Z	99.7300	Z	99.9400	Z	110.8400
AVST	89.980	AVST	11.180	AVST	117.870
I-SH	0.340	I-SH	0.150	I-SH	0.170
3	53.864	13	65.623	22	53.151
Z	99.2200	Z	109.6100	Z	102.4400
AVST	146.080	AVST	91.340	AVST	38.510
I-SH	0.340	I-SH	0.150	I-SH	0.170
4	55.273	14	51.877	I	71.648
B	54.695	Z	102.9100	I	71.648
Z	103.3900	AVST	210.330	Z	107.4500
AVST	33.550	I-SH	0.150	AVST	4.410
I-SH	0.230	15	56.005	I-SH	0.200
5	53.139	Z	103.3800	23	71.333
Z	102.0200	AVST	154.680	Z	99.6400
AVST	25.840	I-SH	0.150	AVST	122.756
I-SH	0.230	16	57.406	I-SH	0.200
6	54.105	Z	104.2000	J	72.543
Z	98.1000	AVST	98.020	J	72.543
AVST	85.630	I-SH	0.150		
I-SH	0.230	17	59.151	Z	101.7700
7	57.480	Z	105.5700	AVST	19.010
Z	97.1510	AVST	43.640	I-SH	0.260
AVST	135.055	I-SH	0.150	24	72.274
I-SH	0.230	18	61.799	Z	99.4200
D	60.968	1567	76.310	AVST	92.670
D	60.968	Z	98.2253	I-SH	0.260
		AVST	64.210	25	73.647
		I-SH	-0.310		
		F	77.790		
		F	77.790		

Höyder.



TEGNFORKLARING

--- SKJEMATISK PROFIL

8 DELOMRÅDE

Vedlegg 1

NGU NÅVÆRENDE UTTAKSOMRÅDE, INNDELT I DELOMRÅDER TUNE KOMMUNE ØSTFOLD FYLKE	MÅLESTOKK 1:5000	OBS. KR	1987
		TEGN.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 86. 226 - 01	TRAC. IL	NOV. 1986
		KFR. KR	MARS 1987
		KARTBLAD NR.	CQ 031-5-4

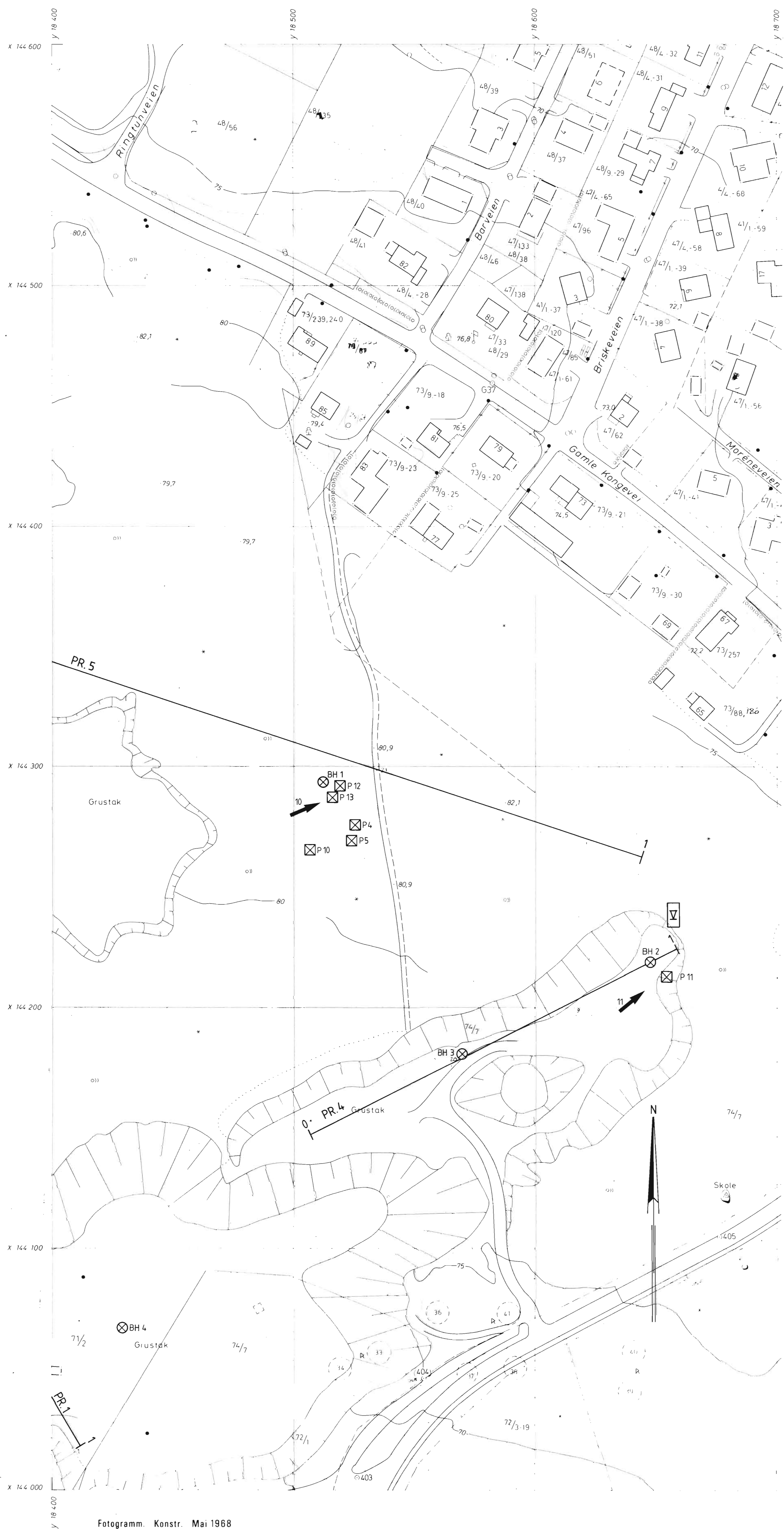


TEGNFORKLARING

- ⊗ BH1 BORHULL MED REFERANSENUMMER
- ⊗ P2 PRØVEPUNKT MED REFERANSENUMMER
- PR.1 SEISMISKE MÅLINGER MED PROFILNUMMER
- II SNITTBESKRIVELSE MED NUMMER
- ⊕ GRAVD SJAKT MED TRAKTORGRAVER
- 3 NIVELLERTE HØYDER
- ➔ 3 FOTORETNING MED FIGURNUMMER

Vedlegg 2

NGU DETALJKART MED SEISMISKE PROFILER, BORPUNKT, PRØVE- TAKINGSPUNKT, SNITTBESKRIVELSER OG GRAVD SJAKTER VISTER GRUSTAK TUNE KOMMUNE, ØSTFOLD FYLKE	MÅLESTOKK	OBS. KR	1986
	1:1000	TEGN	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TRAC	IL	DES 1986
	KFR	ISJ	MARS 1987
TEGNING NR.	86 226-02	KARTBLAD NR.	CQ.031-1-63

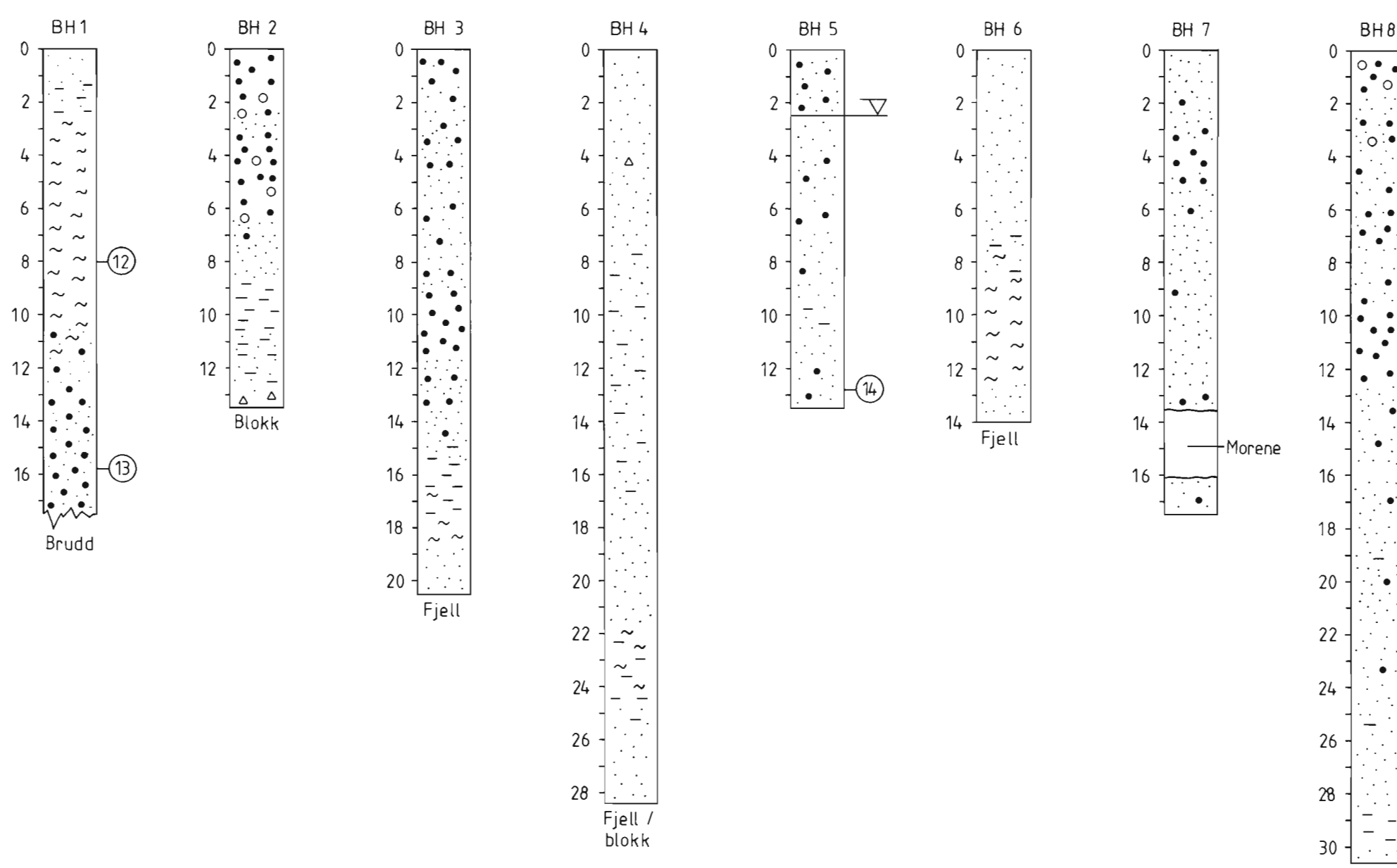


Fotogramm. Konstr. Mai 1968

TEGNFORKLARING

- BH 1 BORHULL MED REFERANSENUMMER
- P 2 PRØVEPUNKT MED REFERANSENUMMER
- PR. 1 SEISMISKE MÅLINGER MED PROFILNUMMER

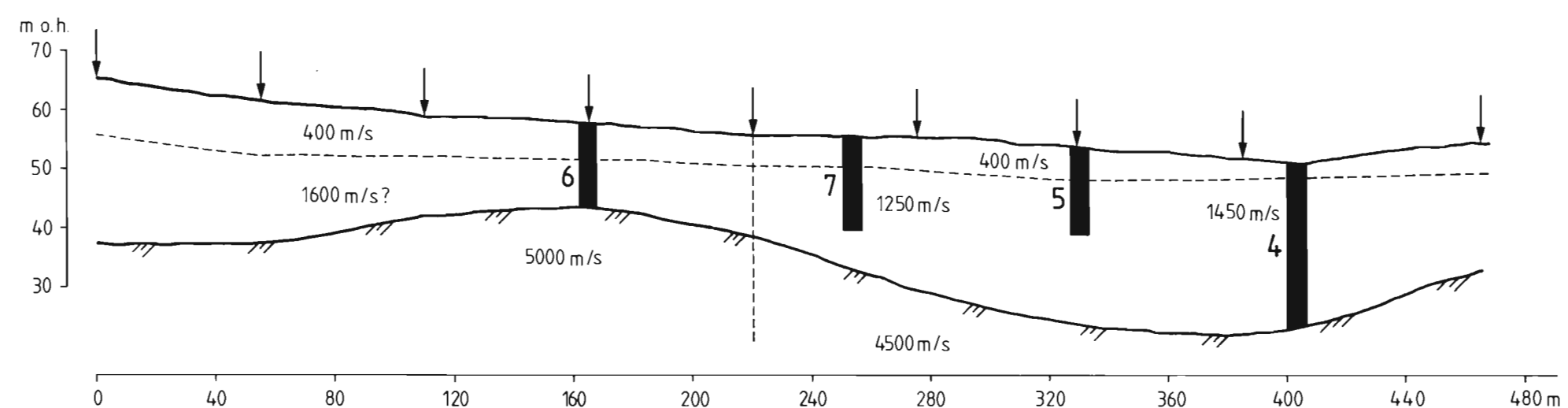
- SNITTBEKRIVELSE MED NUMMER
- GRAVD SJAKT MED TRAKTORGRAVER
- 1 NIVELLERTE HØYDER
- FOTORETNING MED FIGURNUMMER



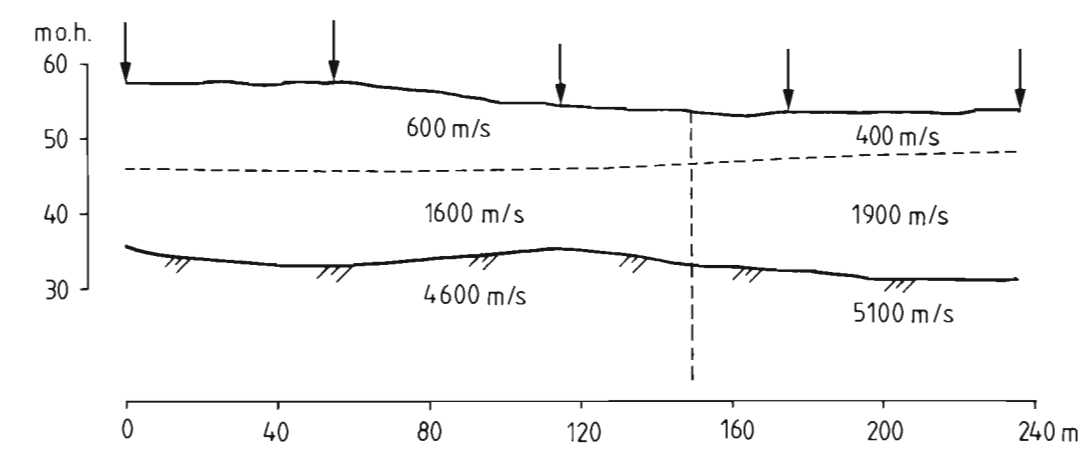
TEGNFORKLARING

- BLOKK (STØRRE ENN 256 mm)
- STEIN (256 - 64 mm)
- GRUS (64 - 2 mm)
- SAND (2 - 0,063 mm)
- SILT (0,063 - 0,002 mm)
- LEIR (MINDRE ENN 0,002 mm)
- PRØVENUMMER
- GRUNNVANNSNIVÅ

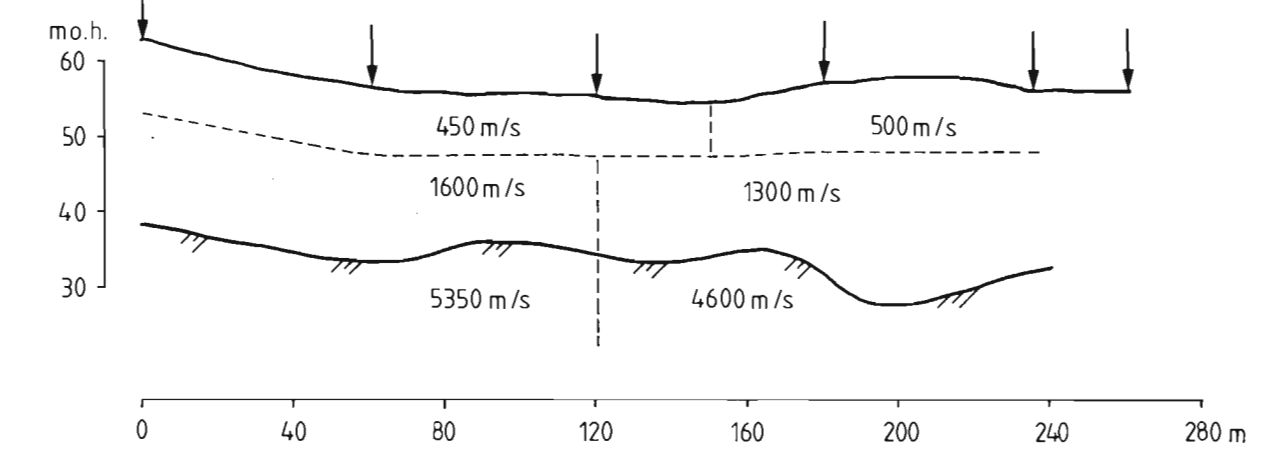
PROFIL 1



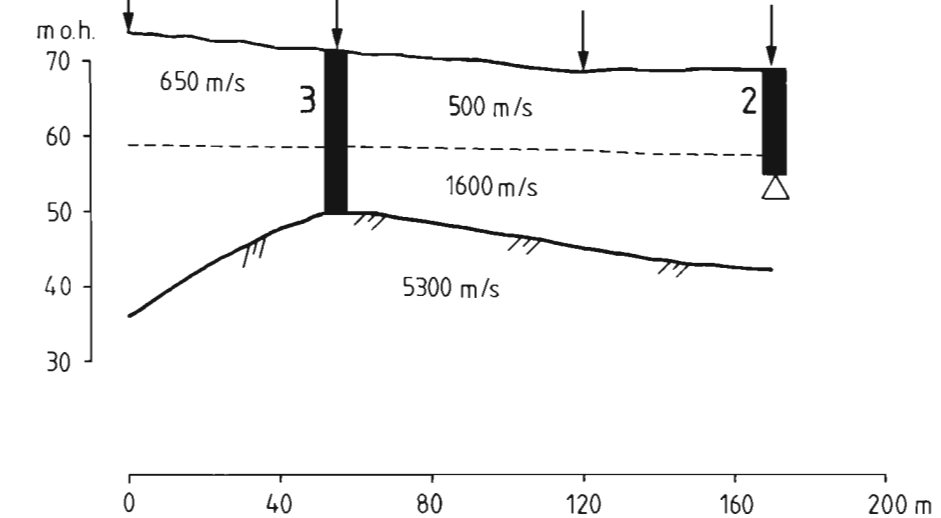
PROFIL 2



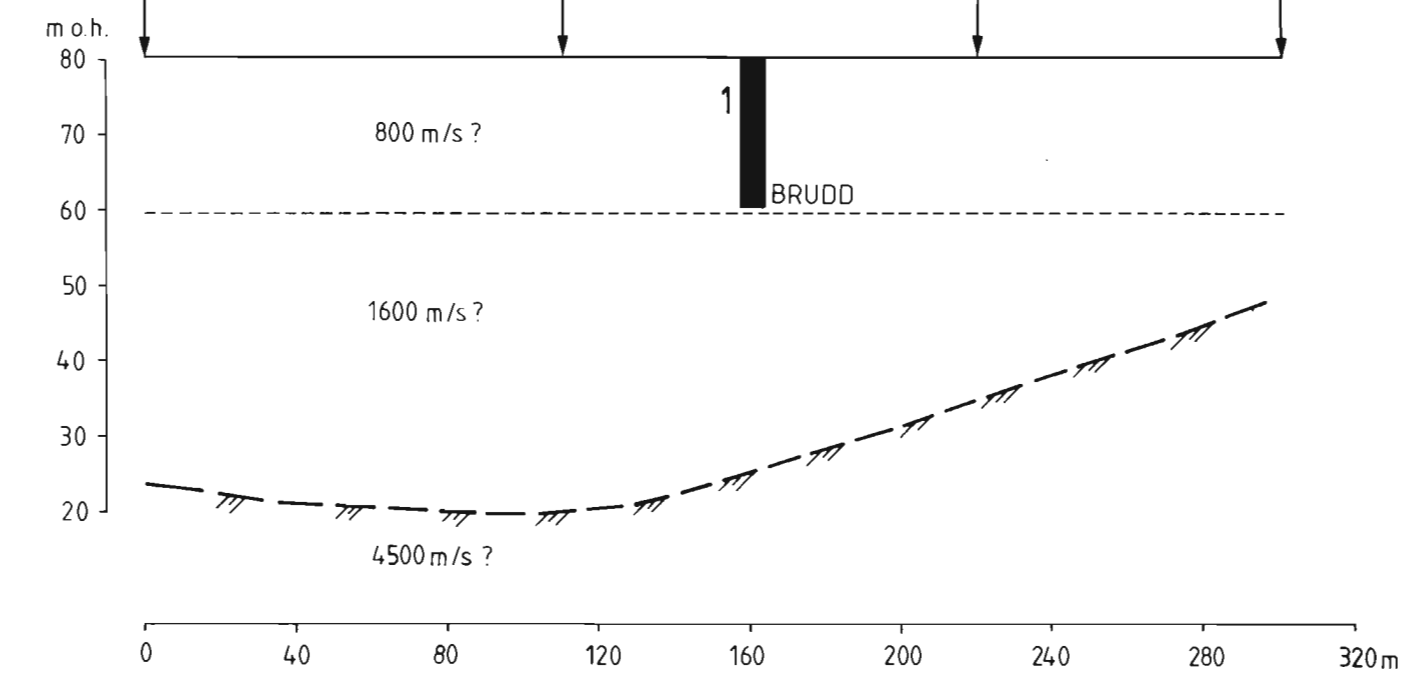
PROFIL 3



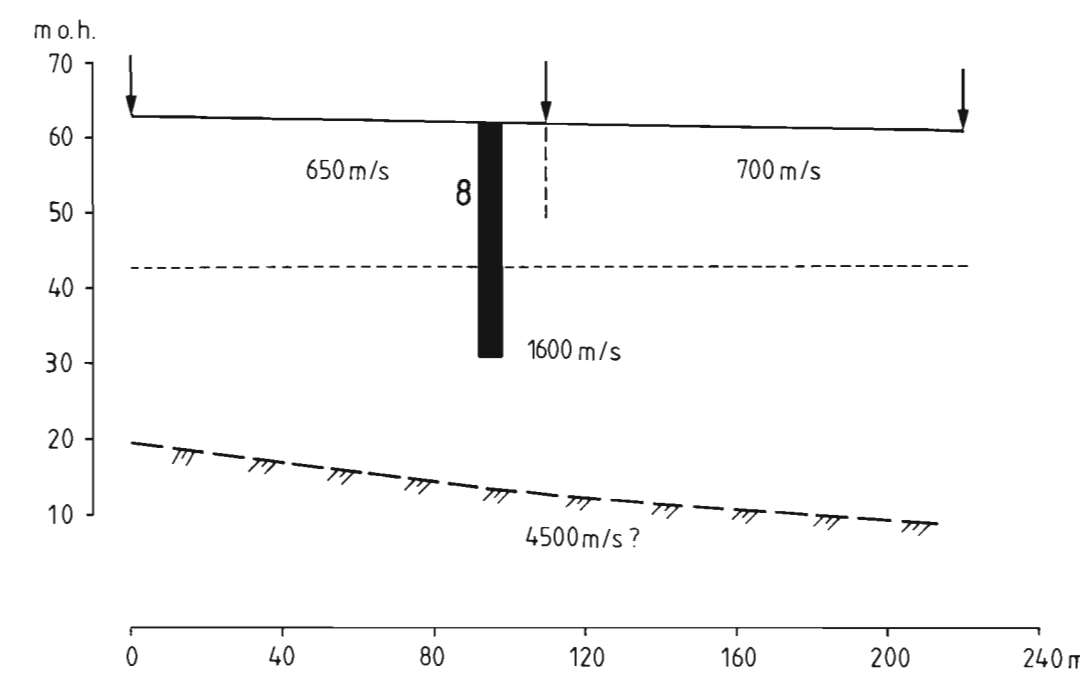
PROFIL 4



PROFIL 5



PROFIL 6

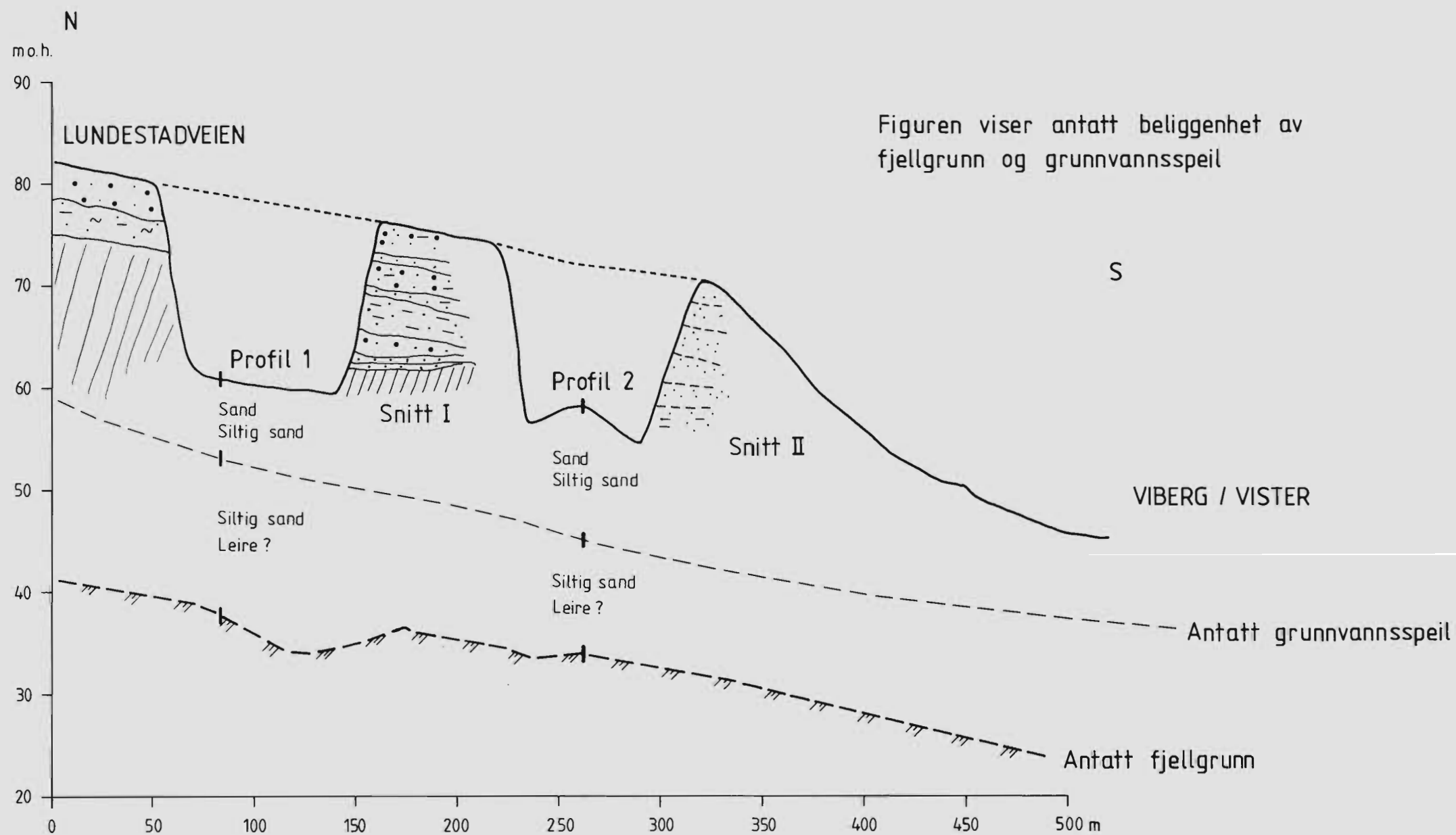


TEGNFORKLARING

- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- SJIKTGRENSE
- INDIKERT FJELLOVERFLATE
- 1600 m/s SEISMISK HASTIGHET
- SONDERBORING

LM = 1:20 000
HM = 1:1000

NGU DETALJKART MED SEISMISKE PROFILER, BØRPUNKT, PRØVE- TAKINGSPUNKT, SNITTBEKRIVELSER OG GRAVDE SJAKTER VISTER GRUSTAK TUNE KOMMUNE, ØSTFOLD FYLKE	MÅLESTOKK	OBS. KR	1986
	1:1000	TEGN.	DES. 1987
		KFR. KR	MARS 1987
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	86. 226-03	CQ 031-1-64	



NGU
 PROFIL PÅ TVERS AV RAET VED
 VISTER GRUSTAK
 TUNE KOMMUNE, ØSTFOLD FYLKE

MÅLESTOKK	OBS. KR	1986
L = 1: 2500	TEGN.	
H = 1: 500	TRAC. IL	NOV. 1986
	KFR. KR	MARS 1987

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.	Vedlegg 4
86. 226 - 04	