

NOTEBY
NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S



RÅDGIVENDE INGENIØRER - MNIF, MRIF
GEOTEKNIKK, INGENIÖRGEOLOGI, GEOFYSIKK
BETONGTEKNOLOGI, MATERIALKONTROLL

1 7 2 4 4

ÅRDAL OG SUNNDAL VERK A/S

DEPONJOMRÅDE
DALSURI - UTLADALEN

GEOLOGISKE UNDERSØKELSER
TEKNISK/ØKONOMISK VURDERING

15. september 1976.

Innholdsfortegnelse:

A. INNLEDNING	Side 3
B. UTFØRTE UNDERSØKELSER	" 3
C. AVFALLSMASSER	" 4
D. TOPOGRAFI	" 4
E. SEISMISK PROFILERING	" 5
F. GEOLOGI	" 6
G. TEKNISK/ØKONOMISKE VURDERINGER	" 7
H. KONKLUSJONER	" 11

Tegninger:

17244-0	Oversiktskart	
-151a	Geologisk profil	
-300	Plan	(løs i lomme)
-301	Seismisk profil P1/76	
-302	" "	P2/76
-303	" "	P3/76
-304	" "	P4/76

Vedlegg:

S.50-5a
-6
-7.1 (side 1 og 2)
-8 (side 1 og 2)

Overingeniør: A.G. Øverland
 Saksbehandler: E. Strøm /R

A. INNLEDNING

Slam 2 - 33 t

Fra ÅSV's verk i Øvre Årdal kommer det daglig 40 - 60 tonn slamavfall fra renseanlegg for røkgass. Storparten av dette dumpes for tiden i sjøen, men Statens Forurensningstilsyn har pålagt bedriften å finne et nytt deponeringsområde.

ÅSV har i første omgang festet seg ved en deponiplass ved Dalsuri i Utladalen ca. 3 km ovenfor verket.

Vårt firma har fått i oppdrag å utføre seismisk profilering og geologisk vurdering av området og på grunnlag av disse undersøkelsene foreta en teknisk/økonomisk vurdering av mulighetene for å utnytte området som deponiplass.

Den foreliggende rapport inneholder resultatene av disse undersøkelsene og vår vurdering av et deponeringsprosjekt.

B. UTFØRTE UNDERSØKELSER

Som første ledd i vurderingen av området er det foretatt flyfotostudier. Disse studiene ble etterfulgt av en ingeniørgeologisk befaring, kfr. vårt brev av 18/8.76.

Videre er det i tiden 17 - 31/8.76 utført seismiske refraksjonsmålinger i området. Det er undersøkt langs 4 profiler med en samlet lengde på 875 m. Det ble benyttet en heltransistorisert 22-kanals utrustning av type SEMAB. Anvendt geofonavstand har vært avvekslende 5 og 10 m, mens skuddavstanden har variert mellom 30 og 50 m (alle mål langs terreng).

En beskrivelse av undersøkelsesmetoden og erfaringstall for seismiske hastigheter fremgår av rapportens generelle vedlegg, S50-5a,-6,-7.1 og 8 (s.1 og 2).

De seismiske undersøkelsene ble ledet av vår ing. K.E. Larsen med Å. Søggaard som måletekniker. Utsetting, nivellering og innmåling av profilene er utført av vårt firma ved ing. K.E. Larsen. Utgangspunktet for landmålingen har vært TP Dalsuri (h = 76.94) og GP 4 (h = 47.953) ved Storebrui, og alle høyder refererer seg til disse punktene. Høydesystemet er Årdal kommunes og utgår fra middelvann + 20 cm. Ved koordinatbestemmelse av

profilene er Årdal kommunes lokale system anvendt.

I tillegg til de seismiske undersøkelserne i det aktuelle deponiområdet har vi foretatt noen enkle laboratorieundersøkelser på avfalls-slammet.

C. AVFALLSMASSER

Avfallet består hovedsakelig av et svakt basisk kalkslam fra renseanlegget foruten brukt anodemateriale som i alt vesentlig består av forurensede kullstoffer.

Slammet har i våt tilstand en romvekt på ca. 1.6 t/m^3 . Vanninnholdet er ved oppvarming til $+110^\circ\text{C}$ bestemt til 83 %. Ved tørking i romtemperatur er vanninnholdet bestemt til ca. 43 %. Ut fra disse tallene har vi antatt at det ved konsolidering av slammassene vil presses ut ca. 25 % vann, regnet i vektprosent av tørrstoffet.

Forsøk på å bestemme kornfordelingen av tørrstoffet har vært mislykket på grunn av fnokking. Vi mener imidlertid at mesteparten av stoffet ligger i finsilt/leirfraksjonene.

På en prøve av utpresset porevann er det bestemt innholdet av fluorider. Dette ligger på 18.5 mg/l. Skjønnsmessig kan ikke dette karakteriseres som spesielt høyt for industrispillvann. Vi kjenner imidlertid ikke til hvilke krav som stilles med hensyn til infiltrasjon i grunnvannet av fluorider eller eventuelle andre stoffer.

D. TOPOGRAFI

Dalsuri ligger i Utladalen ca. 3 km nordøst for verket.

Dalbunnen er her relativt flat og ligger på ca. kote 45. På nordsiden av dalen ligger imidlertid en 25 - 30 m høy terrasseformasjon. Inn mot fjellsiden og parallelt denne danner terrassen en 70 - 80 m bred og ca. 300 m lang forsenkning som er tenkt utnyttet som mulig deponiområde. Bunnen i denne forsenkningen ligger på ca. kote 65, altså omtrent 20 m over dalbunnen. Volumet som maksimalt kan utnyttes som deponi er av størrelsesorden 150.000 m^3 .

I den bratte skråningen ut mot elva kan en se at terrassen er bygget opp av lagdelte silt-, sand- og grusmasser. Fra toppen av terrassen, innover hele forsenkningen og et stykke oppover fjellsiden, ligger det et teppe av tildels meget grov ur. Blokker på over 25 tonn er ikke uvanlig.

I terrasseskråningen er det flere steder observert vannsig. I den sentrale delen av terrassen er dette vannsiget observert på ca. kote 45. Lenger vest er vannsiget observert flere steder mellom kote 45 og kote 55. På det dypeste partiet i forsenkningen, d.v.s. på kote 62 - 63, når grunnvannspeilet helt opp i dagen.

E. SEISMISK PROFILERING

Beliggenheten av de seismiske profilene fremgår av plantegningen, tegning nr. 17244-300, mens resultatene av målingene er vist i profiler på tegning nr. 17244-301,-302,-303 og -304. Tegnforklaring er gitt i rapportens generelle vedlegg.

Målingene viser løsmasseavsetninger med mektighet 40 - 80 m langs alle målelinjene, men med en tydelig lagdeling i massene med hensyn til seismisk hastighet. I et drenert topplag er det målt en hastighet på 500 - 900 m/s, mens de underliggende vannmettede massene har en hastighet som varierer mellom 1550 og 2200 m/s. Dette grunnvannspeilet ligger mellom kote 62 og 63 inne på terrassen og faller jevnt av ut mot kanten og ligger på ca. kote 45 i foten av skråningen. Dette stemmer godt overens med de observasjoner av vannsig som er gjort i skråningen.

De grove urmassene viser seismiske hastigheter som varierer mellom 500 og 900 m/s. I terrasseskråningen hvor det ikke er ur, er det målt en hastighet på 500 m/s i de drenerte sand- og grusmassene. Denne mangel på hastighetskontrast mellom urmassene og de underliggende drenerte grusmassene, medfører at seismikken ikke kan avsløre tykkelsen av uren. Bedømt ut fra hastigheten i de vannmettede massene i P2 og P4's nordre deler samt P1's aller vestligste del, representerer grunnvannspeilet trolig urlagets maksimale mektighet i dette området. De målte hastigheter på 1550 - 1850 m/s er representative

for sand- og grusavsetninger under grunnvannsnivået. Mer sentralt på terrassen, d.v.s. langs resten av P1 og langs nordre halvdel av P3, er hastigheten under grunnvannsnivået målt til mellom 1900 og 2200 m/s. Disse hastigheter kan tyde på et høyt innhold av steinblokker nedover i grusavsetningene. De seismiske hastighetene alene kan imidlertid også indikere en morenehorisont like under urmassene i denne del av terrassen. Sannsynligheten er imidlertid langt større for at denne høye hastigheten må tilskrives høyt blokkinnhold i grusavsetningen.

Ved tydingen av seismogrammene foreligger en viss uoverensstemmelse i løsmassehastighetene under grunnvannsnivå i krysspunktet mellom profilene P1 og P3. Hastigheten er målt til 2000 m/s langs P1 og 2200 m/s langs P3. Dette forholdet kan muligens forklares ved en tettere pakking av urmassene langs P3 hvor den høyeste hastigheten ble bestemt.

I terrassens perifer deler i øst og vest er løsmassehastigheten målt til 1550 m/s og indikerer forholdsvis finkornige masser, trolig sand og silt. I terrassens søndre del langs P3 er hastigheten målt til 1600 - 1700 m/s, og tyder på mer grusige materialer.

Den seismiske målemetoden registrerer korteste avstand til underliggende fastere lag. Dette innebærer at fjelldybden som er angitt på profilene er minimumsdybde slik at den vertikale dybde til fjell kan være større enn angitt. Fjellet ligger imidlertid lavere enn elva Utlea's nivå under hele terrassen og er dermed av mindre interesse for prosjektet. Det er funnet indikasjoner på at det finnes et lag med hastighet 2000 m/s i slutten av P3. Dette kan være en bunmorene, men det kan også være en grovere elveavsetning. Laget ligger imidlertid for dypt til å være av særlig interesse for prosjektet.

F. GEOLOGI

På grunnlag av flyfotostudier, observasjoner i marken og de seismiske undersøkelsene har vi antydnet et skjematisk snitt gjennom terrassen som vist på tegning nr. 17244-151a. Snittet er i hovedtrekkene som vist i bilag til vårt brev datert 18.8.76 (ingeniørgeologisk befaringsnotat).

Det er noe usikkert hvordan formasjonen er dannet, men vi har antatt følgende modell: Det er sannsynligvis først avsatt en bunnmorene. Mektighet og utstrekning av denne er ukjent. Ved slutten av siste istid ble dalen fylt med smeltevannsavsetninger opp til minst kote 70. Mens denne oppfyllingen foregikk kan det fremdeles ha ligget tildels betydelige rester av isbreen langs fjellsidene. Denne isen ble begravd av løsmassene. I løpet av det tidsrom løsmassene ble avsatt er det sannsynlig at det har gått steinsprang og skred fra fjellsidene.

I tidsrommet etter sedimentasjonsfasen har elva erodert bort mesteparten av avsetningene i dalen. Dalsuri er en av de få rester som ligger igjen. Den langstrakte forsenkningen langs fjellsiden er et resultat av innsynkning da de begravde isrester sakte smeltet bort (dødisgroper).

Den grovblokkige ur som ligger over grusavsetningen er uten tvil rasmasser fra fjellsiden. Årsaken til at ura delvis ligger som et blokkteppe langt ut fra fjellsiden har antagelig vært at rasmassene har sklidd ut på store snøfonner.

Mektigheten av urmassene har det ikke latt seg gjøre å bestemme ved de seismiske undersøkelsene. Det har heller ikke latt seg gjøre å påvise at bunnmorenen eksisterer. Det er imidlertid på det rene at den eventuelt ligger så dypt at den ikke vil ha noen betydning for det aktuelle prosjektet.

Den viktigste konklusjon av de geologiske undersøkelsene er at terrassen er bygd opp av permeable løsavsetninger og at vannet fra det eventuelle deponi-området forholdsvis raskt vil infiltrere grunnvannet og følge dette ned mot elva.

G. TEKNISK/ØKONOMISKE VURDERINGER

Området er tenkt utnyttet som deponiplass ved at det i hver ende av forsenkningen bygges en dam. Ved oppfylling til kote + 74 vil magasinet romme ca. 115.000 m³ avfall. Med 60 tonn avfall pr. døgn (med en romvekt på 1.6 t/m³ og et utpresset porevolum på ca. 10 m³/døgn) vil magasinet bli fylt opp i løpet av ca. 10 år.

Hvorvidt området kan utnyttes som deponiplass for slammassene på denne måten vil imidlertid være avhengig av om utpresset porevann fra massene kan tillates å infiltrere grunnvannet. Ved konvensjonell dambygging og uten noen form for preparering av magasinbunnen vil en slik infiltrering finne sted.

Konsolideringen av slammassene vil antagelig medføre utpresset porevann av størrelsesorden $10 - 15 \text{ m}^3/\text{døgn}$. I tillegg vil vanntilsig ovenfra og nedbør direkte på deponiområdet til en viss grad forurenses av slammassene. Vannmengdene på grunn av tilsig og nedbør vil være adskillig større enn utpresset porevann fra slammassene. Nedbør alene vil således utgjøre anslagsvis $30 \text{ m}^3/\text{døgn}$ i gjennomsnitt. Vi vil likevel tro at dette vannet representerer et vesentlig mindre forurensningsproblem enn utpresset porevann. På grunn av slammassenes tette og kohesive karakter vil nedbøren renne av som overflatevann og bare oppta løselige stoffer i et tynt overflateskikt. Vanntilsig ovenfra vil renne ned i den permeable uren og infiltrere grunnvannet under deponiområdet uten at det i noen særlig grad kommer i kontakt med de tette slammassene. Det vil dermed hjelpe til å tynne ut overskuddsvannet fra slammassene før dette siger ut i grunnvannet nedenfor terrassen.

Hvis forurensning av grunnvannet kan aksepteres, kan området utnyttes til deponiplass for slammassene ved at det bygges en dam i hver ende av forsenkningen slik som antydnet på tegning 17244-300. Dammene er tenkt utført med 1 m fribord over oppfylt magasin, d.v.s. med damkrone på kote +75, 3 m bred damkrone og skråningshelning 1:2. Volumet av den østre dammen vil bli ca. 11.000 m^3 og av den vestre ca. 2000 m^3 . Både magasinvolument og damvolum er beregnet på grunnlag av noe unøyaktige kart, og tallene må derfor oppfattes som omtrentlige overslag.

Dammene er tenkt konstruert som konvensjonelle fyllingsdammer med en tetningskjerne og filter og støttefylling på begge sider av denne. Materialer til filter og støttefylling (stein og grusmasser) finnes i store mengder i rimelig nærhet av Dalsuri. Om det finnes brukbare tetningsmaterialer tilgjengelig er imidlertid noe usikkert. Et gammelt massetak inntil veien ca. 2 km lenger opp i Utladalen kan sannsynligvis gi brukbare tetningsmaterialer om massene først siktes. Før en eventuell bygging må dette massetaket undersøkes nøyere.

Et annet alternativ er å bruke slammassene i tetningskjernen. Slammet må eventuelt tørkes eller tilsettes et stabiliseringsmiddel. Denne mulige utnyttelse av slammet bør undersøkes nærmere.

Steinura som ligger over hele forsenkningen og opp over fjellsiden er alt for grov til at det har noen hensikt å fundamentere tetningskjernen direkte på denne. For begge dammene må det derfor sprenges/graves en grøft under tetningskjernen og fylle opp denne med tettere materialer og eventuelt filter og overgangssone ut mot ura. I anslutningene inn mot fjellsiden vil dette bli et meget komplisert arbeide. Urmassene ligger i labil tilstand mot fjellsiden, slik at graving i nedre del av ura vil medføre stor risiko for ras. Det er derfor tvilsomt om denne tetningsgrøften kan gjennomføres uten meget store omkostninger.

Omkostningene ved å bygge dammene er vanskelig å beregne på grunn av usikkerhetene som knytter seg til prosjektet og særlig tetningsgrøftene. Dessuten vil riggingskostnadene for entreprenøren utgjøre en stor del av kostnadene. Vi vil anslå at selve dammene kan bygges for ca. 50 kr/m³, d.v.s. totalt ca. kr. 650.000.-. I tillegg til dette vil kostnadene for preparering av fundamentet og byggingen av grøftene under tetningskjernen utgjøre et tilsvarende eller noe større beløp.

Bygging av nødvendige veier for anlegget er ikke tatt med i dette overslaget, da planleggingen av disse må sees i sammenheng med de veier som likevel må bygges for driften av deponiplassen. Videre er omkostninger til eventuelle drenasjearrangement og renseanlegg ikke medregnet.

Hvis utpresset porevann fra slammassene er av en slik karakter at vannet ikke kan tillates å infiltrere grunnvannet, må deponiområdet bygges som et vanntett basseng. Det er helt klart at de naturlige geologiske avsetningene i området er slik at spesielle tetningstiltak vil være påkrevet. Den eneste praktiske muligheten til å oppnå et vanntett basseng synes å være å dekke hele området med en plastmembran. Tilsvarende basseng for industrielt avfall og slam med plastmembraner som tetting er konstruert med godt resultat flere steder i utlandet i de senere år.

Vanligvis brukes PVC-plast i tykkelser på omkring 1 mm, men plasttype og tykkelse må avpasses for hvert enkelt prosjekt etter de mekaniske og kjemiske påkjenninger membranen vil bli utsatt for. Ved utleggingen av plastmembranen må området på forhånd være planert og komprimert. Membranen rulles så ut i remser og sveises sammen på stedet. Etter at membranen er lagt ug og alle skjøter og detaljer er kontrollert, må membranen dekkes av grus eller annet egnet fyllmateriale.

Dette dekklaget er nødvendig av flere grunner. For det første vil dekkmassene beskytte membranen mot skarpe gjenstander i avfallet og mot ødeleggelse når biler og anleggsmaskiner beveger seg over fyllområdet. Derne er dekklaget viktig i forbindelse med eventuell drenering av utpresset porevann. Denne dreneringseffekten kan økes ved å legge ned drenerør i dekkmassene. Ved å samle vannet kan dette pumpes opp og renses før det slippes ut i spillvannsnettlet eller eventuelt i grunnen.

Den største vanskeligheten ved en membrantetting i det aktuelle området i Utladalen er det ujevne underlaget som steinuren representerer. En planering av området vil bli meget kostbart og vanskelig å gjennomføre i praksis. Dammene i hver ende av forsenkningen vil imidlertid bli enklere ved en plastmembran-tetting. De kan bygges som rene steinfyllingsdammer med et avrettingslag av pukk og grus på "vannsiden". Utleggingen av selve membranen og dekklaget oppå dette kan skape noen praktiske vanskeligheter i den bratteste del av ura, men ventes ellers ikke å by på spesielle problemer.

De direkte kostnadene ved en slik plastmembran og utleggingen av denne vil bli av størrelsesorden 45 kr/m^2 , d.v.s. totalt ca. 1.1 mill. kr. Omkostningene ved planeringen av underlaget er vanskelig å anslå, men vil trolig være av størrelsesorden 100 kr/m^2 , d.v.s. totalt ca. 2.5 mill. kr. Selve dammene vil bli noe billigere enn fyllingsdammen med tetningskjerne; vi vil anslå kostnadene til ca. 0.5 mill. kr. Totalkostnadene uten noen form for drenering, pumping eller rensing av vannet og uten utgifter til veier vil etter dette overslaget ligge på over 4 mill. kr.

Dersom utpresset porevann renses og pumpes bort, vil dette øke deponiets kapasitet med anslagsvis 25 %. Uten fjerning av porevannet vil deponiplassen bare ha tilstrekkelig kapasitet for 8 - 9 års drift.

Vi vil videre påpeke at nedbøren utgjør så store vannmengder at dette i alle fall må ledes bort. Netto nedbør (nedbør minus fordampning) i Årdalsdistriktet er ca. 500 mm pr. år. Dette tilsvarer at magasinet vil fylles opp på grunn av nedbør alene i løpet av 8 - 9 år hvis dette vannet ikke fjernes. Hvorvidt dette kan gjøres uten at det renses først må eventuelt undersøkes nærmere.

H. KONKLUSJONER

Hvis utpresset porevann fra slammassene tillates infiltrert i grunnvannet kan Dalsuri utnyttes som deponiområde ved at det bygges en dam i hver ende av forsenkningen. Arbeidet med å få damanslutningene inn mot fjellsiden tette vil imidlertid medføre meget betydelige omkostninger. Direkte kostnader for dammene er anslått til ca. 1.5 mill. kr. Utgifter til vei-bygging, evt. drenering og renseanlegg, vil komme i tillegg.

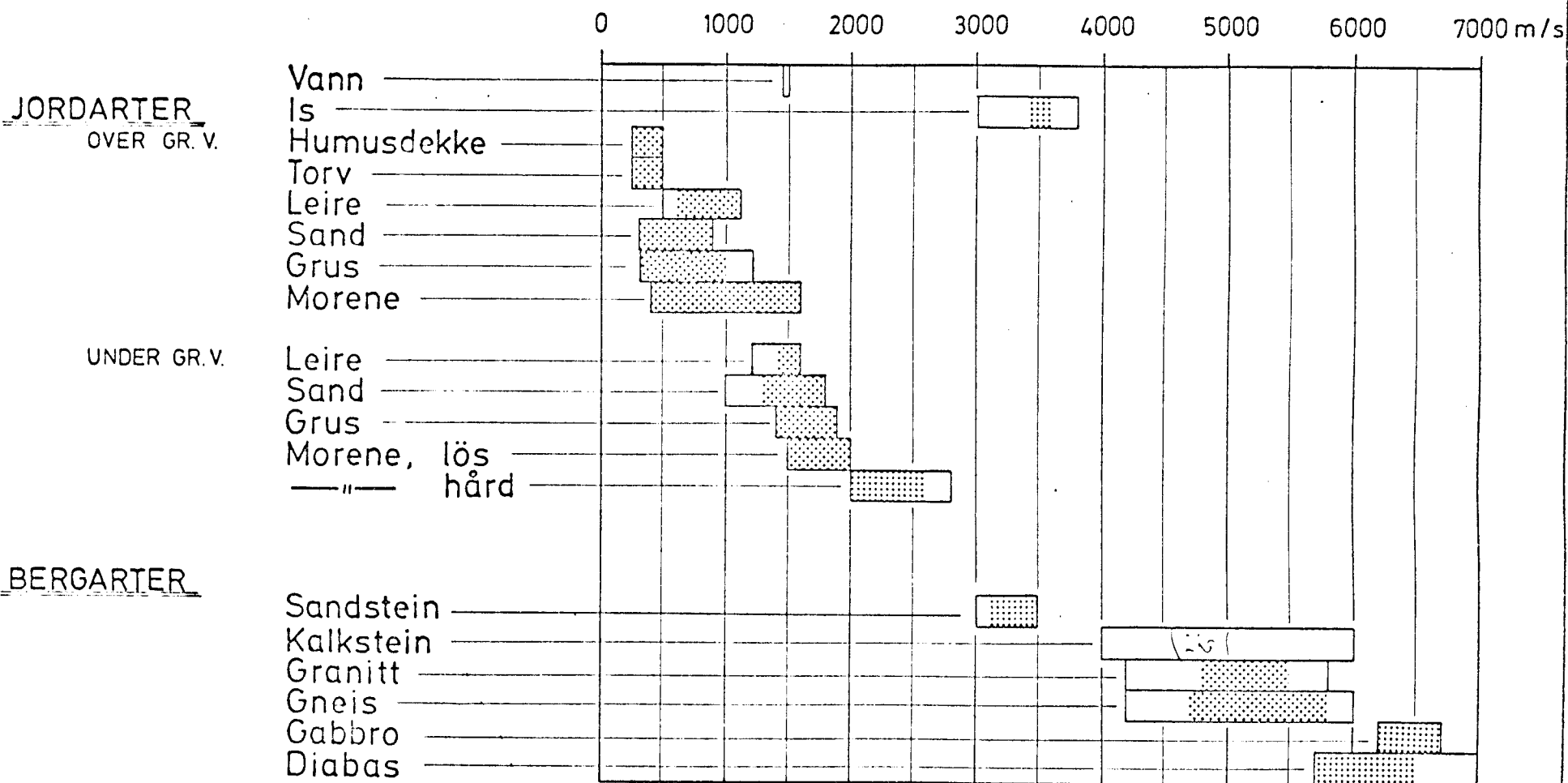
Hvis utpresset porevann fra slammassene ikke kan tillates infiltrert i grunnvannet, kan området utnyttes som deponiplass ved at det konstrueres et vanntett basseng. Dette kan gjøres ved å bygge enkle dammer i hver ende av forsenkningen og deretter dekke hele området med en plastmembran. Kostnadene ved et slikt prosjekt er overslagsberegnet til min. 4 mill. kr. I tillegg kommer utgiftene til veibygging og eventuelt renseanlegg for overflatevannet. Rensing av utpresset porevann vil kreve ytterligere omkostninger, men dette vil samtidig øke deponiets totalkapasitet med anslagsvis 25 %.

NOTE BY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S

A.G. Øverland
A.G. Øverland

Eirik Strøm
E. Strøm

5. VANLIGE SEISMISKE HASTIGHETER I SKANDINAVIA



JORDARTER
OVER GR. V.

UNDER GR. V.

BERGARTER

BECCON

КОНЦА

TEGET

DATA

MAL

SAK NR.

TECH. NR

REV.

5.

20.

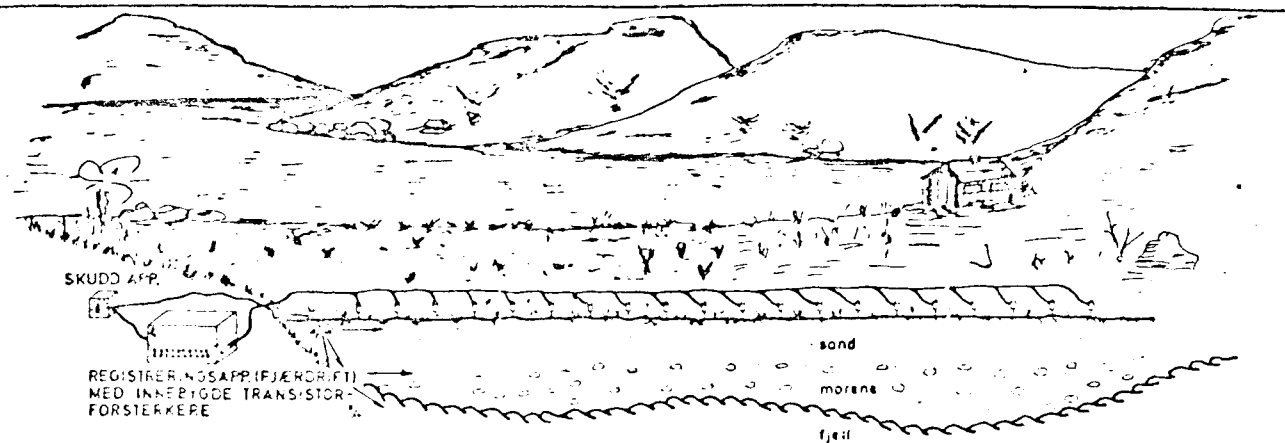
APRIL 1974

550

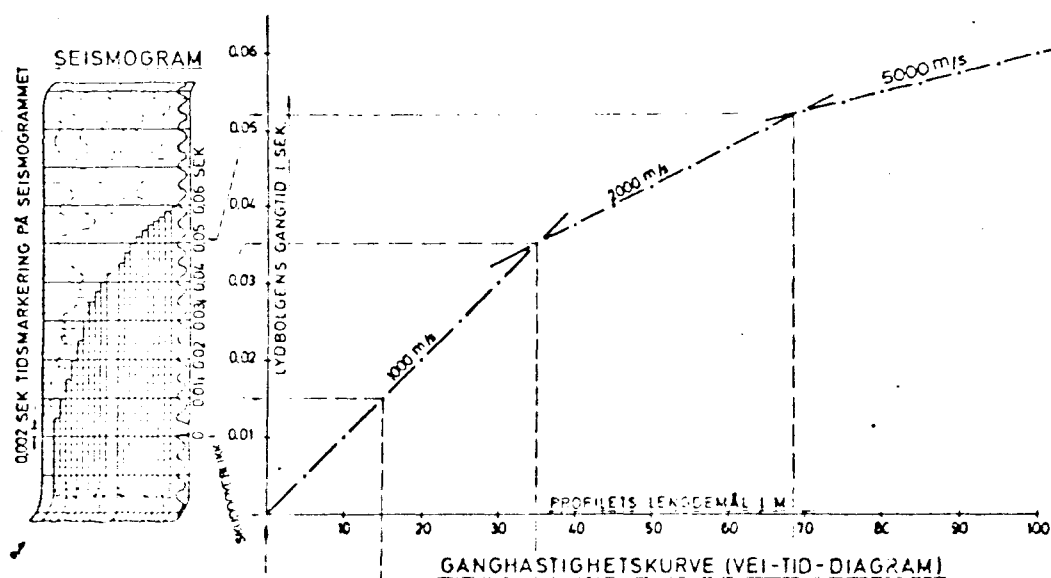
5

Q

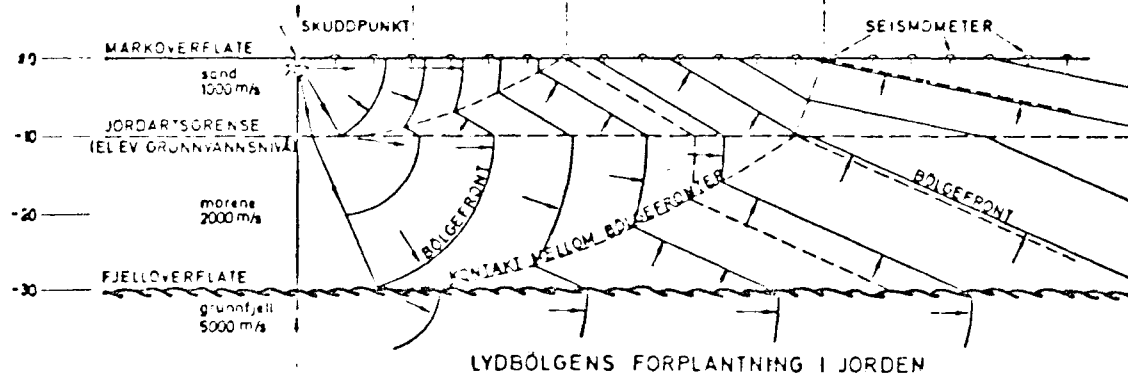
PRINSIPPET FOR SEISMISK REFRAKSJONSMÅLING



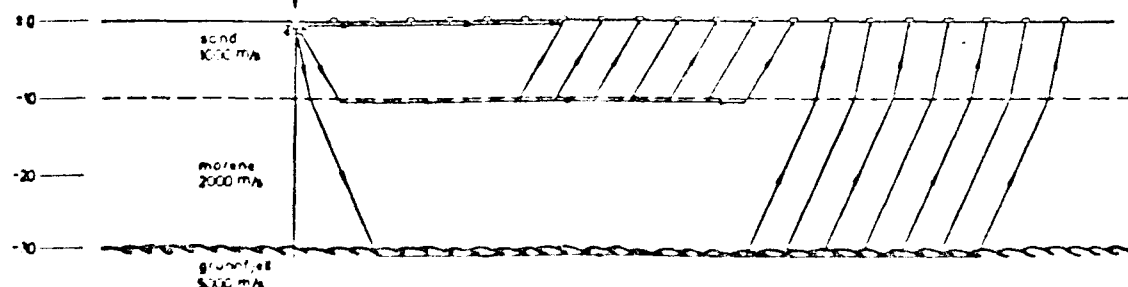
SKISSE OVER SEISMISK PROFIL I TERRENGET



GANGHASTIGHETSKURVE (VEI-TID-DIAGRAM)

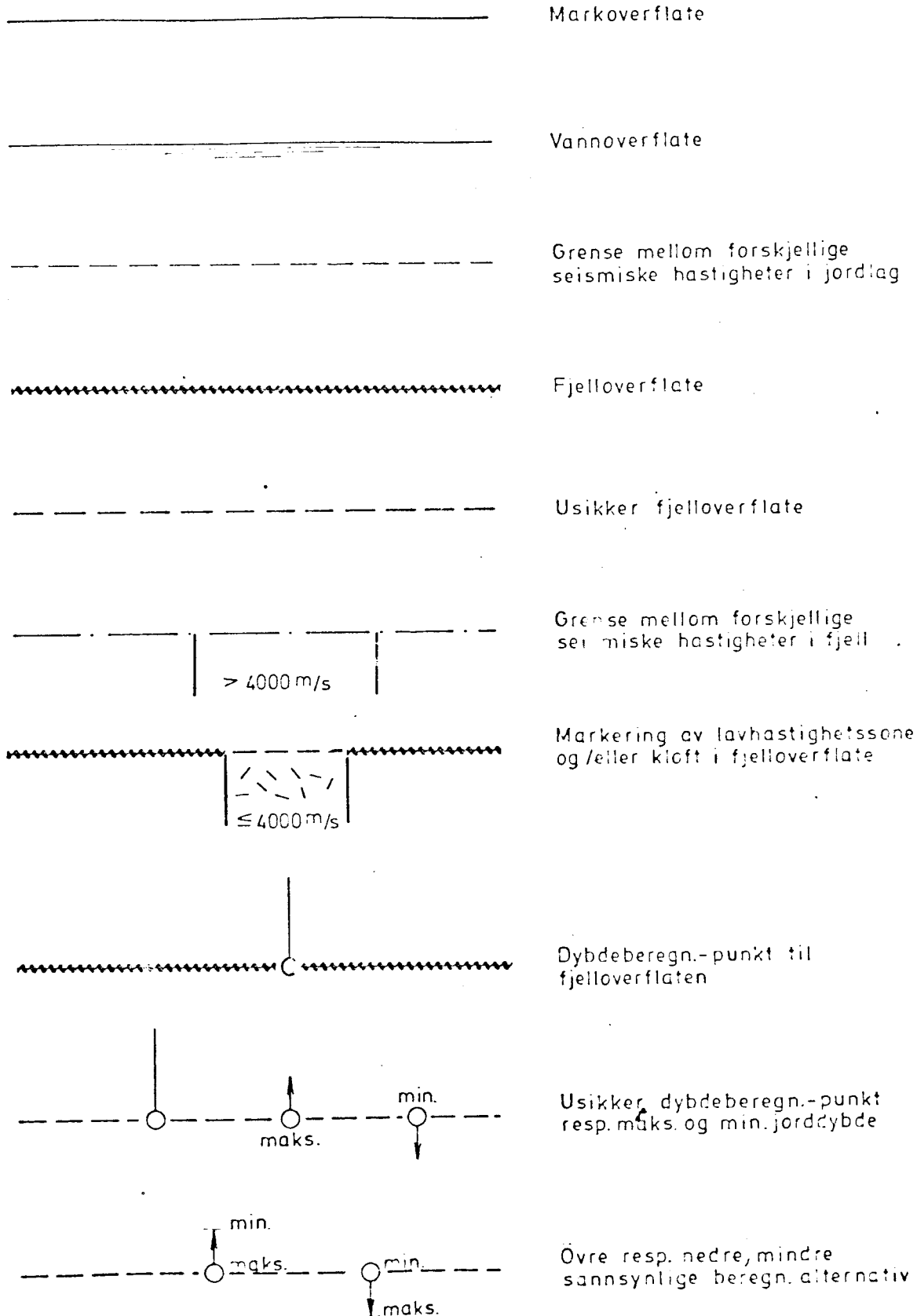


LYDBØLGENS FORPLANTNING I JORDEN

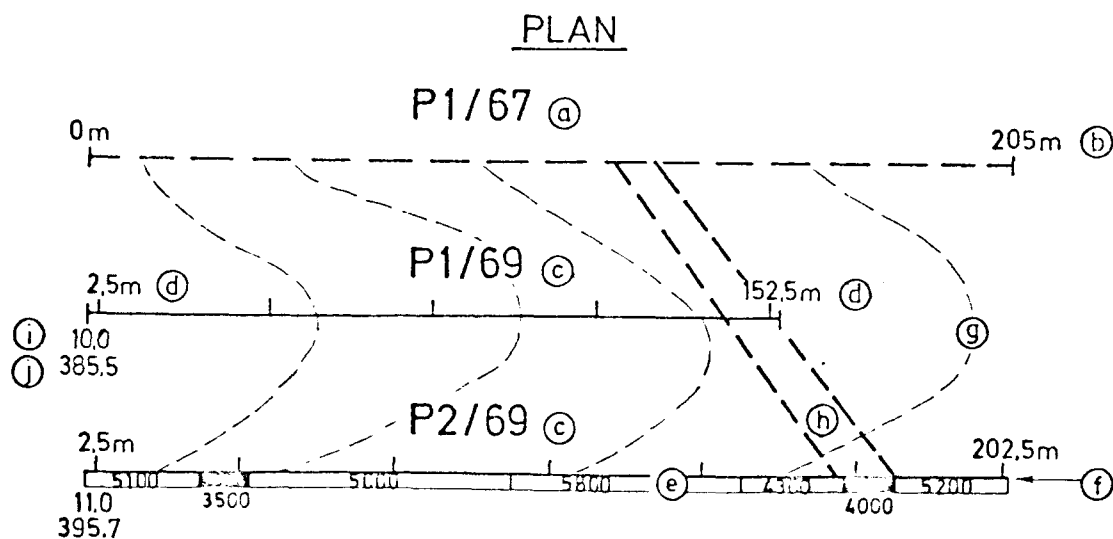
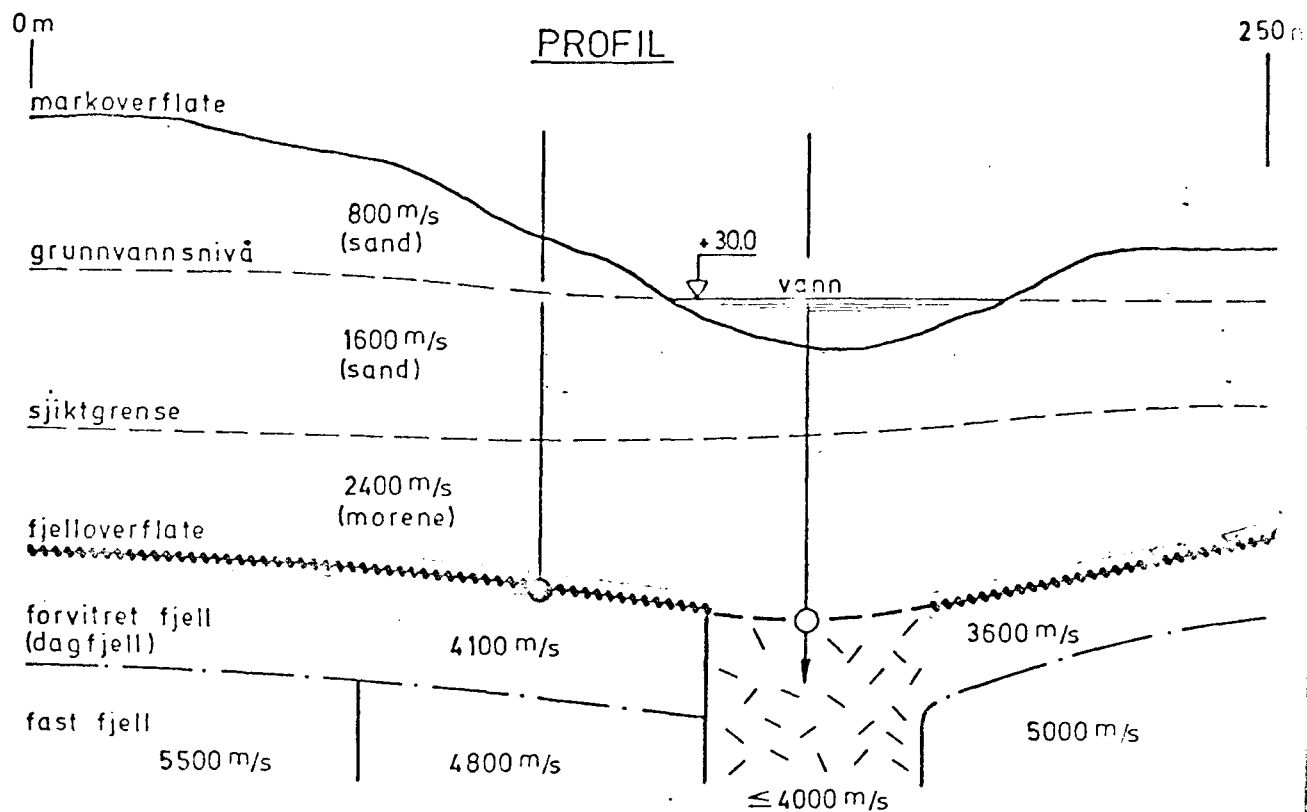


LYDBØLGENS HURTIGSTE VEI FRA
SKUDDPUNKTET TIL SEISMOMETRENE

TEGNFORKLARING TIL SEISMISKE PROFILER



EKSEMPEL PÅ OPPTEGNING AV RESULTATER



- (a) Tidligere undersøkt profil. Profil 1, 1967
- (b) Profilets lengdemål
- (c) Profil 1 resp. 2, 1969
- (d) Skudd- (= beregnings-) punkt
- (e) Markering av fjellhastigheter: ≤ 4000 m/s (mørk skygge)
4100-4400 m/s (lys skygge)
 ≥ 4500 m/s (ingen skygge)
- (f) Profillinjen överst
- (g) Fjellkote basert på de seism. jorddydberegner angis i m.o.h.
- (h) Sannsynlig retning på lavhast.-(svakhets-) sone
- (i) Jorddybde i m.
- (j) Fjellkote i m.o.h.

DEN SEISMISKE REFRAKSJONSMÅLEMETODEN

Ved seismiske undersøkelser arbeider en på følgende måte:

Langs utstakne (rette) målelinjer (profiler) utsettes geofoner (seismometrer), 22 stk., vanligvis på hver 5. eller hver 10. m. I skuddpunkter f.eks. på hver 30. eller hver 50. m i disse målelinjene avfyres deretter små sprengladninger. Avstanden mellom ladningene og ladningenes størrelse er avhengig av dybdene til fjell og (den alminnelige) markforstyrrelse i måleområdet.

De trykkgølger som hver sprengladning forårsaker, forplanter seg med forskjellige hastigheter i de forskjellige typer løsmasser, varierende mellom 400 m/s i humus- og torvdekke opp til 2800 m/s for hardt pakket bunnmorane under grunnvannsnivået.

I fast fjell varierer forplantningshastighetene mellom 4000 og 6500 m/s.

Trykkgølgene forplanter seg direkte gjennom jord eller etter refraksjon fra dypere liggende lag til geofonene. Geofonene er spåserne for trykkgølger og omformer disse til elektrisk energi (rørlig spole i permanent magnetisk felt). Fra geofonene ledes denne elektriske impuls gjennom kabler til en sentral skriverenhet plassert nær målelinjen, denne skriverenhet består av en forsterker og et registreringsapparat. På en filmrølse med tidskala, et s.k. seismogram som mates frem i registreringsapparatet, med høy hastighet, fås trykkgølgenes gangtider fra et skuddpunkt til hver og en av de utlagte geofonene målt i millisekunder og deler derav. De gangtider som seismogrammene viser, overføres til et vei- tid-diagram. Ut fra disse ganghastighetskurver i vei- tid-diagrammet vurderes og beregnes siden tykkelsene av de forskjellige hastighetslagene i løsmassene og dermed dybder til fjelloverflaten. Videre beregnes trykkgølgenes ganghastighet i fjellet, hvilket gir et bilde av fjellets overflatekvalitet, knusningssoner og bergartsgrenser.

DEN SEISMISKE REFRAKSJONSMÅLEMETODEN

Ved en seismisk undersøkelse fås vanligvis følgende informasjoner:

1. Tykkelsen av de i løsmassene inngående hastighetslag og visse opplysninger om deres materialsammensetning og pakningsgrad.
2. Totaldypet ned til fjell og fjellets relieff langs de oppmålte linjene (profilene).
3. Opplysninger om et eventuelt forekommende grunnvannsnivå. .
4. Mer eller mindre vertikale knusningssoner og løsmassefylte kløfter og avtrappinger i fjellet, om disse ikke er for smale og fjellet ligger for dypt.
5. Oppsprukket overflatefjell, dette vil indikeres i gangtidskurvene med lavere forplantningshastighet enn i det underliggende solide fjell.

Den seismiske refraksjonsmetoden brukes oftest for følgende objekt:

1. Bygninger i berg, tunneler og bergrom for forskjellige anlegg. (Kraftstasjoner, oljedepoter, avløpsanlegg etc.).
2. Konstruksjoner på fjell eller annen fast bunn (store industribygninger, broer, dammer).
3. Anlegg der bergring med fjell ikke er ønskelig (havner, skipsleder, kanaler, vei- og jernbaneskjæringer).
4. Ved regional- og byplanlegging (bostedsområder, industriområder etc).
5. Løsmassetak (grus, sand og morene).
6. Vannprosjektering. Grunnvannsnivået i løsmasser eller vannførende knusningssoner eller svakhetssoner i fjell.

OVERSIKTSKART



TEGNET

DATO

MÅL

SAK NR.

TEGN. NR.

REV.

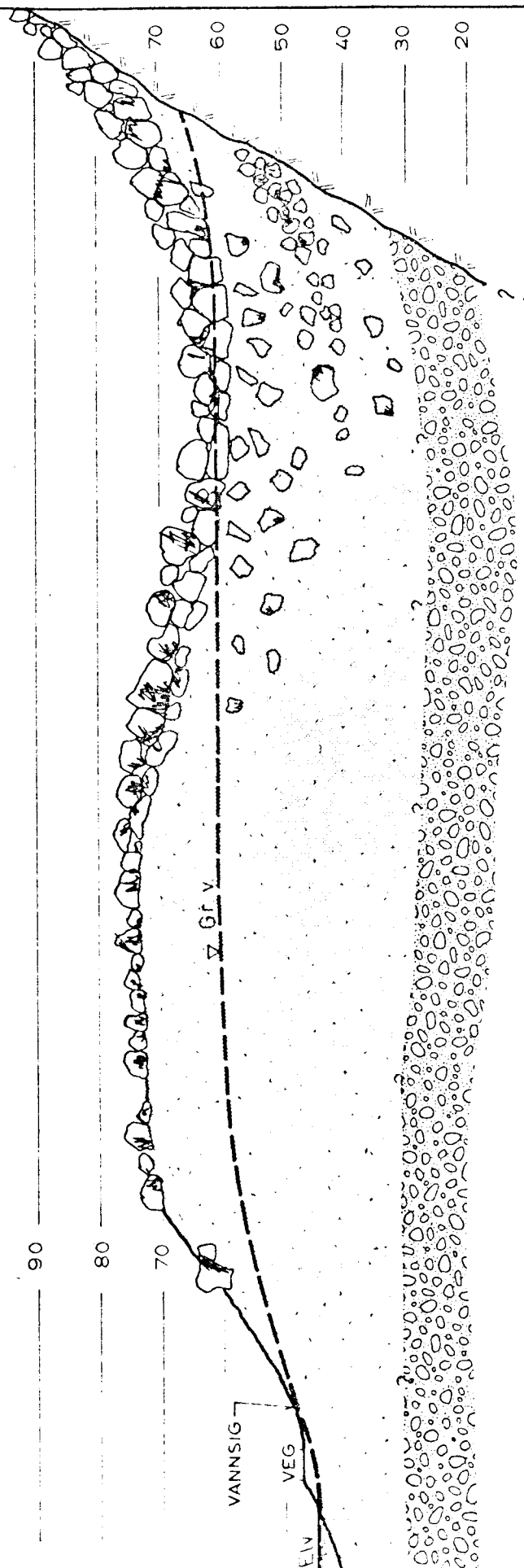
LT

8. 9. 76

17244

0

PROFIL ~ 40 m NEDENFOR STOREBRUI



-  = BLOKKRIK UR
-  = GRUS OG SAND
-  = BUNNMORENE
-  = GRENSE LOSMASSE / FJELL

KONTR.

TEGNET

DATO

MÅL

SAK NR.

TEGN. NR.

REV.

LEK

18 8 76

1:1000

17244

151

a