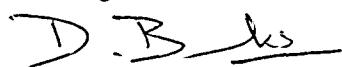


NGU Rapport 92.273

EGNETHETSVURDERING AV EN LØS-
AVSETNING VED SALSNES,
FOSNES KOMMUNE MED
TANKE PÅ DEPONERING
AV FISKEAVFALL

Rapport nr. 92.273		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Egnettsvurdering av en løsavsetning ved Salsnes, Fosnes kommune med tanke på deponering av fiskeavfall				
Forfatter: Bernt O. Hilmo Eirik Mauring og Harald Sveian		Oppdragsgiver: NGU/Nord-Trøndelag fylkeskommune		
Fylke: Nord-Trøndelag Fosnes		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Namsos		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1724-3 Jøa		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 37	Pris:60,-	
Feltarbeid utført: 8/10 - 11/10-91		Rapportdato: 5/6-92	Prosjektnr.: 63.2388.00	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>På forespørsel fra arealplanavdelingen ved Nord-Trøndelag fylkeskommune har NGU undersøkt en løsmasseavsetning ved Salsnes i Fosnes kommune med tanke på deponering av fiskeavfall.</p> <p>De utførte geofysiske og geologiske undersøkelsene viser at grunnvannsstrømmen går fra det planlagte deponiet og sørover mot Salsvatnet.</p> <p>Løsmassene er dominert av et grovt bølgevasket topplag av grus og stein over grusig sand med overgang til finsand og silt ned mot grunnvannsspeilet, som ligger på 8-10 m dybde ved deponiet.</p> <p>Massene er ut fra korngraderingen godt egnet til infiltrasjon, og eventuelt sigevann vil ha lang nok oppholdstid til å oppnå tilfredsstillende rensing før det når Salsvatnet.</p> <p><i>NGU have, after a request from the Nord-Trøndelag county planning dept., investigated the suitability of a drift deposit at Salsnes in Fosnes municipality for landfilling of fish wastes.</i></p> <p><i>Geophysical and geological investigations indicate the groundwater flow direction from the planned landfill to be south towards Salsvatnet. The drift is dominated by a coarse-grained wave-washed upper layer of gravel and stones over gravelly sand, becoming fine sand and silt in the vicinity of the water table, which is 8-10 m deep at the landfill area. The sediments appear suitable for infiltration of leachate. There will be a sufficiently long residence time for attenuation of leachate before it reaches Salsvatnet.</i></p>				
Emneord:	Hydrogeologi	Geologisk undersøkelse		
Geofysikk	Sonderboring	Grunnvannstrømning		
Forurensning	Avløpsinfiltrasjon	Fagrapport		

INNHALDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	3
2	SAMMENDRAG	4
3	GEOLOGISKE FORHOLD	4
4	DETALJUNDERSØKELSER	6
4.1	Geofysikk	6
4.1.1	Refraksjonsseismikk	6
4.1.2	Georadar	6
4.2	Sonderboring, peiling av grunnvannsnivå og prøvetaking	9
5	TOLKING, OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER	10
5.1	Løsmasstyper og grunnvannsobservasjoner	10
5.2	Massenes egnethet til infiltrasjon	11
6	REFERANSER	14

Tekstbilag

1. Refraksjonsseismikk - metodebeskrivelse
2. Georadar - metodebeskrivelse

Databilag

1. Hastighetsanalyse - georadar
2. Utsnitt fra georadaropptak

Vedlegg

- 1: Oversiktskart
- 2: Refraksjonsseismisk profil S1
- 3: Georadar, profil 1-2
- 4: Georadar, profil 3-7
- 5: Georadar, profil 8-12
- 6: Diagram for vurdering av massenes egnethet for infiltrasjon
- 7: Borprofil, sonderboringer
- 8: Kornfordelingskurver

Kartbilag (1:50.000)

1. Jøa (fargetrykt)

1 INNLEDNING

NGU fikk i desember 1990 forespørsel fra arealplanavdelingen ved Nord-Trøndelag fylkeskommune om en egnethetsvurdering av en løsmasseavsetning ved Salsnes med tanke på deponering av avfall fra fiskeoppdrett. Det ble spesielt bedt om en vurdering av faren for avsig fra det planlagte området som ligger ved eksisterende kommunale avfalls plass og mot Salsvatnet (vedlegg 1).

NGU (Sveian, 1992) har kartlagt løsmassene i M 1:50 000 (se kartvedlegg) og det er tidligere utført geofysiske undersøkelser og boringer på Salsnes, men det er ikke gjort detaljundersøkelser ved eller like i nærheten av det planlagte deponiet.

I følge Folkehelsa defineres ikke fiskeavfall som spesialavfall, slik at de gitte retningslinjer for deponering av avfall i fyllinger og infiltrasjon av sigevann kan brukes. Deponi bør helst utformes med tett bunn og oppsamling av sigevann for videre rensing. Ved små deponi og gode geologiske forhold kan det tilrådes direkte infiltrasjon av sigevannet (SFT, 1986). En av målsetningene med undersøkelsene var derfor å vurdere om dette er tilrådelig.

En løsavsetnings egnethet til infiltrasjon av forurenset sigevann er avhengig av massenes vanngjennomgang og renseevne. Grove grusige masser har god vanngjennomgang og dårlig renseevne, mens finkornige masser har dårlig vanngjennomgang og god renseevne. En vurdering av løsavsetningens egnethet til infiltrasjon av forurenset sigevann krever derfor kartlegging av løsmasstype, dyp til grunnvannsspeil og løsmassenes fordeling mot dypet.

Hvis det er behov for vurdering av flere steder for deponering av fiskeavfall vil NGU være behjelpelig med geologisk kartlegging og undersøkelser av aktuelle områder etter nærmere avtale.

2 SAMMENDRAG

De utførte geofysiske og geologiske undersøkelser viser at grunnvannsstrømmen går fra det planlagte deponiet og sørover mot Salsvatnet. Grunnvannsstrømmen er styrt av tettere lag av silt og leire som er kartlagt med en helning fra planlagt deponi og mot sør.

Løsmassene over grunnvannspeilet som ligger på ca. 10 m dyp ved det planlagte deponiet, er preget av sandig grus med overgang til sand og finsand ned mot vannspeilet. Massene er godt egnet til infiltrasjon og eventuelt sigevann vil ha lang nok oppholdstid til å oppnå tilfredsstillende hygienisk rensing før det når Salsvatnet.

Er det likevel ønskelig med en plassering hvor sigevannet renner av mot fjorden, bør området 200-400 m N-NØ for eksisterende avfallsplass vurderes.

3 GEOLOGISKE FORHOLD

Det undersøkte området ligger ved eksisterende kommunale avfallsplass ca. 2 km NØ for Salsnes (fig. 1). Området er skogbevokst og nærmeste bebyggelse ligger ca. 600 m unna. Løsmassene i området er opprinnelig avsatt på havbunnen i en israndsoner med endemorener fra Yngre Dryas tid for 10500-11000 år siden (tilsvarende Raet i Sør-Norge). Derfor er området spesielt rikt på løsmasser. Randmorenen går fra Salsnes og nordøstover forbi Litlhuskleppen, et større grustak og nåværende fyllplass, og videre mot Kvernvikvatnet (se vedlagte kart). Løsmassetykkelsen avtar noe mot nordøst, men ved riksveien like sør for fyllplassen er løsmassetykkelsen bestemt til ca. 70 m ut fra et seismisk profil (se kap. 5 detaljundersøkelser).

På stort dyp kan det ligge moreneavsetninger med høyere alder enn 11000 år. Overflata domineres av yngre strandsedimenter med en alder på maksimum 7-8000 år. Etter istida har vi hatt en betydelig landhevning, og det undersøkte området omkring fyllplassen lå i strandsonen for 7-8000 år siden. Lavereliggende områder er strandvasket etter denne tid. På grunn av den åpne beliggenheten mot havet har strandvaskingen vært meget omfattende, noe som har ført til dannelse av strandavsetninger av grovt materiale som stedvis har en mektighet på over 20 m.

Den kvartærgeologiske historien, landskapsutviklingen, landhevningen og løsmassenes fordeling er nærmere beskrevet på vedlagte kart. Vi gjør for ordens skyld oppmerksom på at kartet har

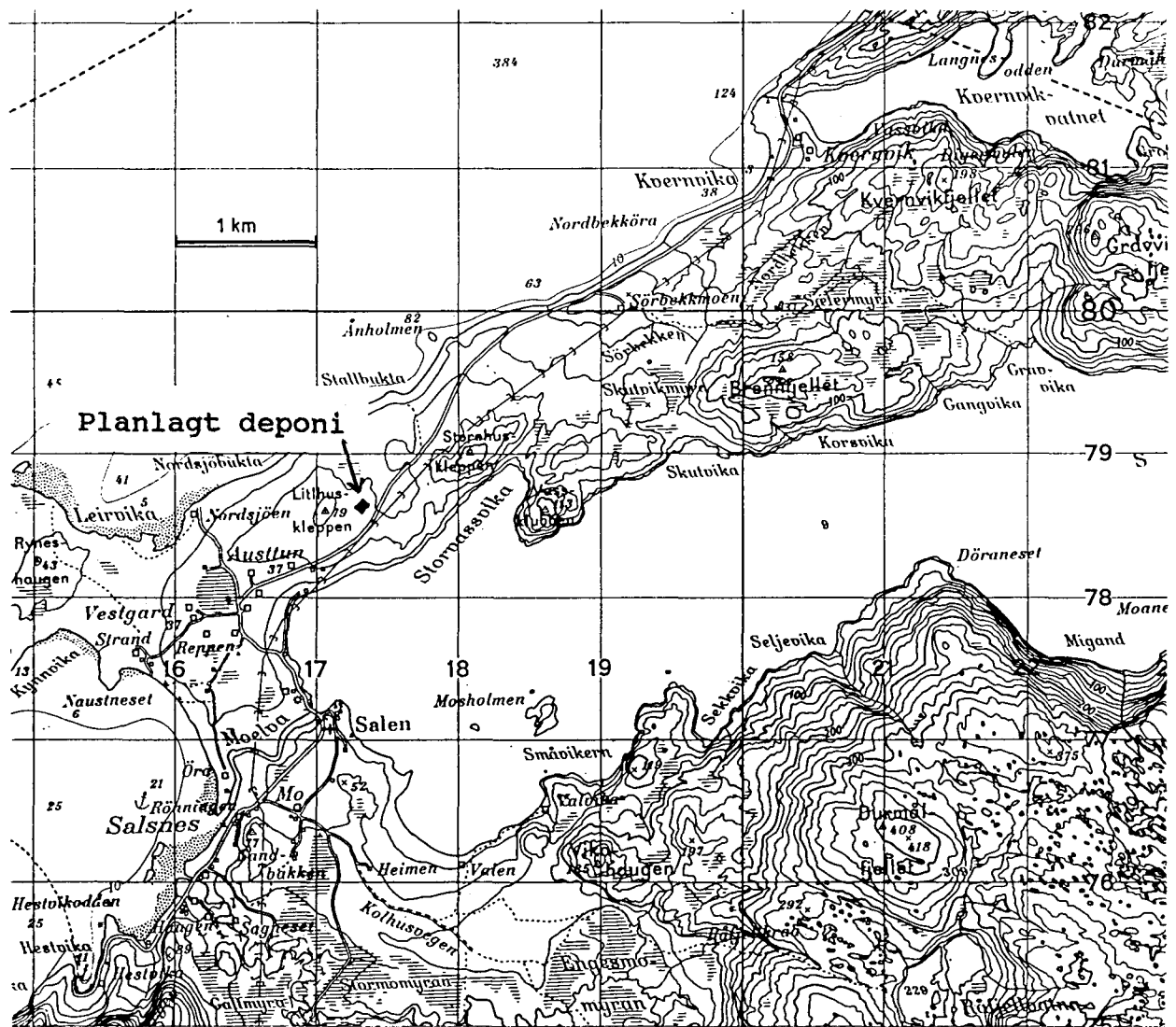


Fig. 1 Utsnitt av kartblad (M711) 1734-3 Jøa, som viser plasseringen av det planlagte deponiet på Salsnes.

feil blåfarge på Salsnesområdet. Det riktige skal være mørk blå (for strandavsetning). Dette vil bli korrigert på senere trykk av kartet.

4 DETALJUNDERSØKELSER

4.1 Geofysikk

4.1.1 Refraksjonsseismikk

Målemetoden er kort beskrevet i tekstbilag 1. Det ble målt ett profil (S1). Plassering, lengde og retning på profilet er vist i vedlegg 1. Profilet ble lagt i nærheten av avfallsplassen, og er sammenfallende med georadarprofil 8.

Tolket refraksjonsseismisk profil S1 er vist i vedlegg 2. Tre hastighetslag kan erkjennes i måledata. Det øverste har seismisk hastighet i området 690-870 m/s og representerer (i følge sonderboringer) vesentlig tørr sand/grus/stein. Laget under har seismisk hastighet på ca. 1680 m/s. Hastigheten er dårlig bestemt, og er anslått på bakgrunn av korreksjoner utført med ABEM-metoden (Sjøgren 1984). Laget representerer overflaten av vannmettet sone. Boringer viser at løsmassene i vannmettet sone er dominert av sand, silt, leire og morene med finere korngradering mot dypet. Overflaten av vannmettet sone ligger ca. 15 m.o.h. ved posisjon 0, og øker til 41 m.o.h. ved enden av profilet (posisjon 210). Gradienten ser ut til å være størst midt i profilet som samsvarer med området til det planlagte deponiet.

Det nederste laget har seismisk hastighet på ca. 5700 m/s og representerer massivt fjell. Dyp til fjell øker sterkt fra posisjon 210 og mot veien. Ved posisjon 210 ligger fjell ca. 35 m.o.h, mens det går ned til ca. -30 m.o.h. ved posisjon 0.

4.1.2 Georadar

Beskrivelse av georadarmålinger og teoretiske prinsipper er vedlagt i tekstbilag 2. Det ble målt 12 profiler, og disse er inntegnet på oversiktskartet i vedlegg 1.

Terrenghøyder som er benyttet ved opptegning av de tolkede profilene er basert på kart i målestokk 1:5000. Lengden på profilene varierte fra 51 til 472 m og det ble tilsammen målt 2104 m.

De tolkede georadarprofilene er vist i vedlegg 3, 4 og 5. Det ble utført én hastighetsanalyse (merket 'CMP' i vedlegg 1). Denne er vist i databilag 1.

P1

En tolkning av georadaropptaket er vist i vedlegg 3. Til tross for at profilet startet ved fjellblotning, er det vanskelig å se fjellreflektor på georadaropptakene. Mulig fjellreflektor skråer ned fra 20 m.o.h. ved posisjon 90. Ved posisjon 110 skifter profilet retning, og skrålagning observeres videre langs profilet. Skrålagningen stopper mot kraftig reflektor som ligger ca. 25 m.o.h. og skråer fra posisjon 180 opp til 40 m.o.h. ved enden av profilet. Denne reflektoren representerer trolig grensen mellom grove og underliggende finkornige og tette sedimenter. Den kan også representere grunnvannsspeil, men da må dette ut fra reflektorens forløp, trolig være kontrollert av finstofflaget. Horisontal reflektor på ca. 3 m dyp representerer trolig en grense mellom steinrik grus og et underliggende lag av tørr sand og grus.

Utsnitt av opptaket er vist i databilag 2.1. Skrålag og bunnlag kan tydelig sees i opptaket.

P2

Tolket profil er vist i vedlegg 3. Den markante reflektoren fra P1 sees også i dette profilet fra posisjon 175 og kan følges mer eller mindre sammenhengende til posisjon 420. Skrålagning med fall mot NØ kan observeres mellom 0 og 250. Fra 250 dreier profilet nordlig og går herfra trolig mer på tvers av skrålagningen. Skrålagningen representerer trolig bølgevaskede strandsedimenter. I nivå ca. 23 m.o.h. observeres horisontal reflektor ved posisjon 50. Denne kan representere fjell, grunnvannsspeil og/eller silt, leire eller morene. Reflektor på 3-7 m dyp mellom posisjon 280 og 470 representerer sannsynligvis topplaget av blokk- og steinholdig grus.

Sonderboring 6 ble påsatt ca. 10 m øst for posisjon 285. Et stein/grus-lag går ned til 3.5 m dyp. Nedre grense for dette laget observeres også på georadaropptaket. Grunnvannsspeilet ble påtruffet på 12.1 m dyp. Dette kan ikke sees i georadaropptaket, men finstofflaget (silt/leire) som ble påtruffet på ca. 20 m dyp kan sees på omtrentlig samme nivå ved posisjon 275. Denne reflektoren kan følges nesten sammenhengende fra posisjon 180 til 470 og representerer trolig et finkornig lag som har innvirkning på grunnvannsstrømmen i området. Hvis dette er tilfelle er grunnvannsnivået lavest mellom posisjon 260 og 320.

P3

En markant reflektor sees mellom posisjon 0 og 85 (vedlegg 4), men kan følges som en svakere reflektor fram til 110 der den synes å gå mot overflaten. Ved posisjon 100, like utenfor gjerdet til deponi, ble det foretatt graving på denne reflektoren, og den ble funnet å representere overflaten av et finstofflag (finsand/silt). Dette er muligens det samme som ble påvist i BH 6. Over laget observeres skrålagning som faller østover. Under laget observeres strukturer som stort sett er parallelle med overflaten av finstofflaget. Utsnitt av opptaket er vist i databilag 2.2.

P4 og P5

Profilene er målt i et grustak (se vedlegg 4). Profil 4 viser en markant reflektor som går opp fra 28 m.o.h. til 40 m.o.h. mot enden av profilet. Denne representerer trolig fjell eller finstofflag. Profil 5 er målt på tvers av profil 4, og viser tydelig ØSØ-lig fallende skrålagning som stopper mot en markant reflektor på nivå 28-35 m.o.h. Dette er samme reflektor som nevnt i profil 4. Nedre grense av mulig topplag sees som svak reflektor på 3-4 m dyp i området 50-80 og 110-125.

P6

Profilet (se vedlegg 4) viser stort sett skrålagning, stedvis til et dyp på over 30 m. Fallet ligger mellom 10 og 30°, avhengig av profilretningen.

P7

Langs dette profilet (se vedlegg 4) er penetrasjonsdypet lite, og markant reflektor er kun synlig på 4-8 m dyp ved starten av profilet. Skrålagning er tydelig over denne. Sonderborhull 2 er påsatt ved ca. posisjon 25. Dyp til grunnvannsspeil ble ved boringen funnet å være ca. 5.3 m, omtrent i samme nivå som markant reflektor. Fra 5.5 m dyp ble det påtruffet siltig leire og moreneleire, noe som kan forklare det reduserte penetrasjonsdypet.

P8

Dette profilet (vedlegg 5) er målt langs det refraksjonsseismiske profilet, men i motsatt retning. Den mest framtrepende reflektor opptrer mer eller mindre sammenhengende mellom posisjon 130 og -10, og faller nedover langs profilet fra 40 m.o.h. til 23 m.o.h. Den samme reflektor opptrer i kryssende profil 2 og representerer trolig grensen mot finsand/silt (påvist ved graving i profil 3). Mulig grunnvannsspeil observeres som markant reflektor mellom 165 og 120 i nivå 38-33 m.o.h. Dette er i samsvar med det nivå som er indikert ved refraksjonsseismikk. Svake reflektorer opptrer parallelt med de mer markante.

P9

Profilet er vist i vedlegg 5. Ved ca. posisjon 65 er det foretatt sonderboring (BH 1). Grense mot finsand/silt på 8.5 m dyp er representert ved en reflektor i georadaropptaket. Den er mest markant mellom posisjon 25 og 160. Svak reflektor på nivå 20 m.o.h. mellom posisjon 40 og BH 1 kan representere fjell, som ble påtruffet på 18.5 m (ca 19 m.o.h.) ved boring 1. Mulig fjell sees også som en svak reflektor mellom posisjon 170 (25 m.o.h.) og 200 (35 m.o.h.).

P10

Profilen er vist i vedlegg 5. En markant reflektor på nivå 35-40 m.o.h. går gjennom store deler av profilen. Denne kan korreleres med et finstofflag (silt/leire) påvist på 9.5 m dyp i borhull 3 ved posisjon 85. En horisontal reflektor opptrer på nivå 40-41 m.o.h. i store deler av profilen, og representerer i følge boringer trolig overgang mellom stein- og grusdominerte sedimenter og sandige sedimenter.

P11 og P12

Profil 11 er en fortsettelse av profil 12 (se vedlegg 5). En horisontal og stedvis markant reflektor opptrer i nivå ca. 35 m.o.h. og representerer trolig grensen mellom grove strandvaskede sedimenter over mer sand og finsand. Denne grensen sees tydelig i et snitt i massetaket som ligger like ved profilen. En kraftig reflektor opptrer også i nivå 25-30 m.o.h. og stiger mot enden av P11. Sonderboring 5 er utført nær P11, og viser at den kraftige reflektoren trolig representerer overgang til finsand/silt-lag eller grunnvannsspeilet. Leirlaget som ble påtruffet på 14 m dyp (ca 22 m.o.h.) er ikke særlig markert på georadarprofilen. Skrålagning med fall mot SØ observeres mellom topplag og finstofflag mellom posisjon 0 og 30 i P11.

4.2 Sonderboring, peiling av grunnvannsnivå og prøvetaking

Sonderboringene ble utført med Borros borerigg og 51 mm borkrone. Det ble sonderboret 6 hull med en samlet borlengde på ca. 130 m. Plassering av borhullene er vist i vedlegg 1.

Det ble tatt 3 masseprøver med gjennomstrømningsprøvetaker fra hvert av borhullene 2 og 3. I tillegg ble det tatt to spyleprøver fra borhull 3, en masseprøve fra et utgravd infiltrasjonsbasseng ved avfallsplassen og to prøver fra et lite massetak ca. 200 m øst for avfallsplassen (vedlegg 1).

Det er utført kornfordelingsanalyser på alle masseprøvene (vedlegg 8.1 og 8.2).

I borhull 2, 3, 4, 5 og 6 ble det satt ned 5/4" rør for masseprøvetaking og peiling av grunnvannsstand. Brønn 4 og 5 ble tatt opp igjen, mens de tre andre brønnene ble satt igjen for eventuell senere prøvetaking og måling av grunnvannsstand.

Vedlegg 7.1-7.6 viser borprofilene med angivelse av løsmasstype, grunnvannsstand og nivå for uttatte masseprøver. Angivelse av løsmasstyper bygger på sonderboringer, geofysiske målinger og kornfordelingsanalysene.

5 TOLKING, OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER

5.1 Løsmassetyper og grunnvannsobservasjoner

Både sonderboringene og geofysikken viser at løsmassene i området består av et grovt topplag med varierende mektighet over mer finkornige masser. Det grove laget består av bølgevasket stein, grus og sand med en mektighet varierende fra ca. 3 til over 20 m. Mektigheten av grovt materiale øker mot Salsvatnet (ca 22 m i borhull 4), mens den er under 5 m i området nord for avfallsplassen. Dette sees også tydelig ut fra seismikkprofilen, georadarprofil 3 og 8 og sonderboring 2, 3 og 6. Peilinger av vannstanden i peilebrønn 2 og 3 viser at grunnvannsnivået er styrt av grensen mellom det grove topplaget og et finstoffrikt lag under. Kornfordelingsanalyser av masseprøver tatt av det finstoffrike laget i borhull 2 og 3 indikerer en siltig leire eller moreneleire (vedlegg 8). For disse borhullene er det også brukbar overensstemmelse mellom sonderboringene og geofysikken.

I borhull 6 ble grunnvannstanden målt til 12.1 m under markoverflaten (ca 28 m.o.h.), mens refraksjonsseismikken antyder et grunnvannsspeil på 25 m under markoverflaten (ca. 15 m.o.h.) ved posisjon 0. Den målte grunnvannstanden antas å være et lokalt hengende grunnvannsspeil forårsaket av tette lag i avsetningen. Spyling av peilebrønn 6 indikerte et tynt leirholdig lag mellom 12.0 og 12.5 m dyp. Eventuelle tolkningsfeil i seismikken kan ikke forklare et så stort avvik.

Et tykkere leirlag ble påtruffet fra 21 m. Denne laggrensen sees tydelig både på georadarprofilene 2 og 8 og seismikkprofilen. Leirlaget ble også påtruffet på 14 m i borhull 5 som ligger ca. 4 m lavere enn borhull 6.

I massetaket ved borhull 5 sees en markert grense mellom grovt grusig materiale og en ensgradert finsand. Denne grensen ble også påtruffet ved graving like SØ for gjerdet til avfallsplassen, og sees også på georadarprofil 3 og 12.

Georadarprofil 7 og 9 har lite penetrasjonsdyp, trolig grunnet høy grunnvannstand som delvis skyldes et tett og finstoffrikt lag. Ut fra sonderboring 1 og 2 ligger dette laget på mellom 5 og 8 m dybde.

Dybden til fjell varierer sterkt i det undersøkte område. Seismikkprofilen indikerer en økende løsmassemekighet fra under 10 m til ca. 70 m (-30 m.o.h.) mot SØ. Det ble påtruffet fjell ved på mellom 18 og 22 m.o.h. i borhull 1, 4 og 5. Det må derfor være en markert forsenkning i fjelloverflaten mellom avfallsplassen og Brennhauglandet ved Salsvatnet.

Løsmassefordelingen og dybden til fjell er vist i et profil fra Salsvatnet og nordover til borhull 1 (fig. 2). Det er tegnet på grunnlag av de geofysiske profilene, sonderboringene og kornfordelingsanalysene.

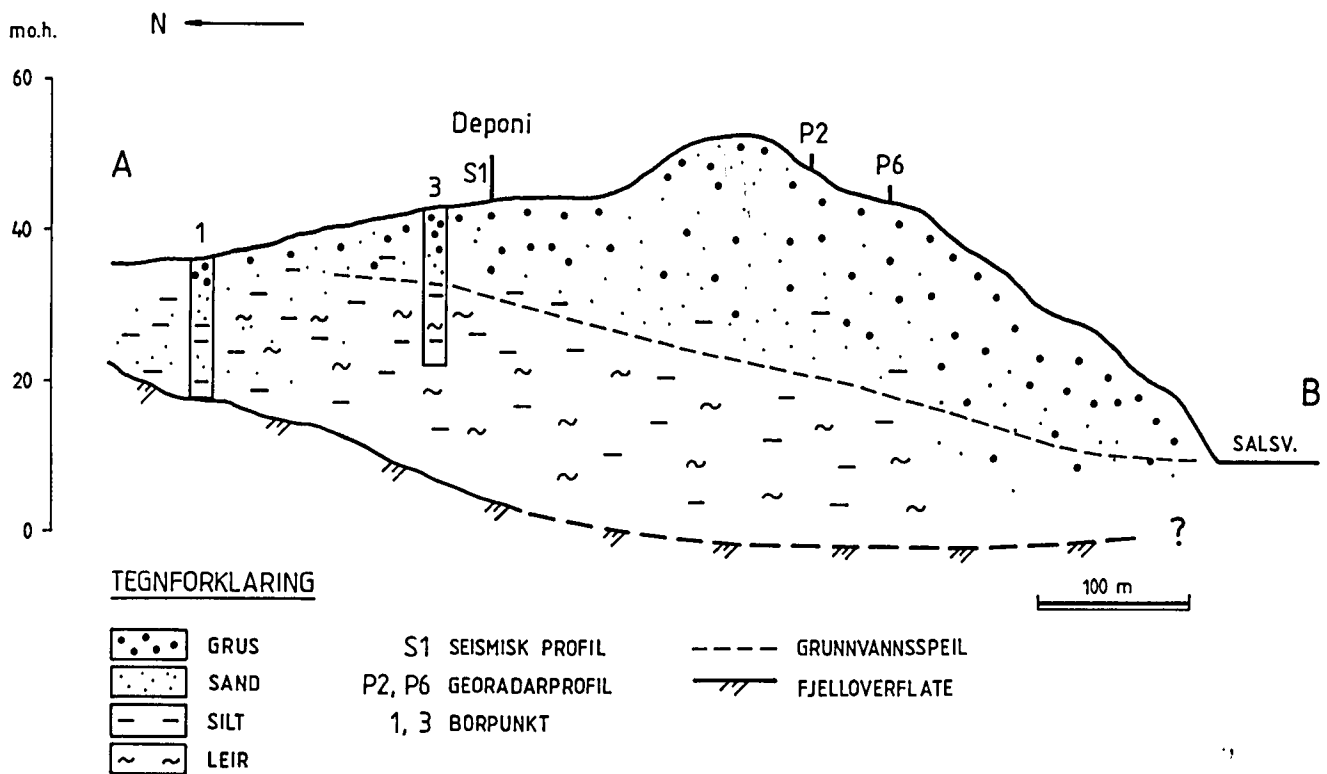


Fig. 2 Profil, borpunkt 1 - Salsvatnet (se vedlegg 1).

Grunnvannsstanden er 2-3 m høyere i borhull 2 enn i 1, mens borhull 2 og 3 har noenlunde samme grunnvannsnivå. Ut fra dette samt seismikkprofilet og georadarprofilene 3, 7, 8, 9 og 10 må grunnvannsskillet ligger mellom borhull 1 og 2/3. **Grunnvannsstrømmen fra det planlagte deponiet må derfor gå sørover mot Salsvatnet.**

Dette er forsøkt vist i fig. 3 som er et kart over det undersøkte området med påtegning av den mest sannsynlige retningen av grunnvannsstrømmen.

5.2 Massenes egnethet til infiltrasjon

Ut fra masseprøvenes middelkornstørrelse (d_{50}) og sorteringstall (d_{60}/d_{10}) kan løsmassenes egnethet til infiltrasjon vurderes. I vedlegg 6 er alle masseprøvene unntatt de leirholdige prøvene plottet i et diagram ut fra middelkornstørrelse og sorteringstall.

Masseprøven som ble tatt i et utgravd infiltrasjonsbasseng ved eksisterende avfallsdeponi plottet i klasse 3 d.v.s. meget gode infiltrasjonsmasser med akseptabel permeabilitet. Prøven fra det øverste laget i massetaket ca. 200 m øst for avfallsdeponiet plottet også i denne klassen, mens

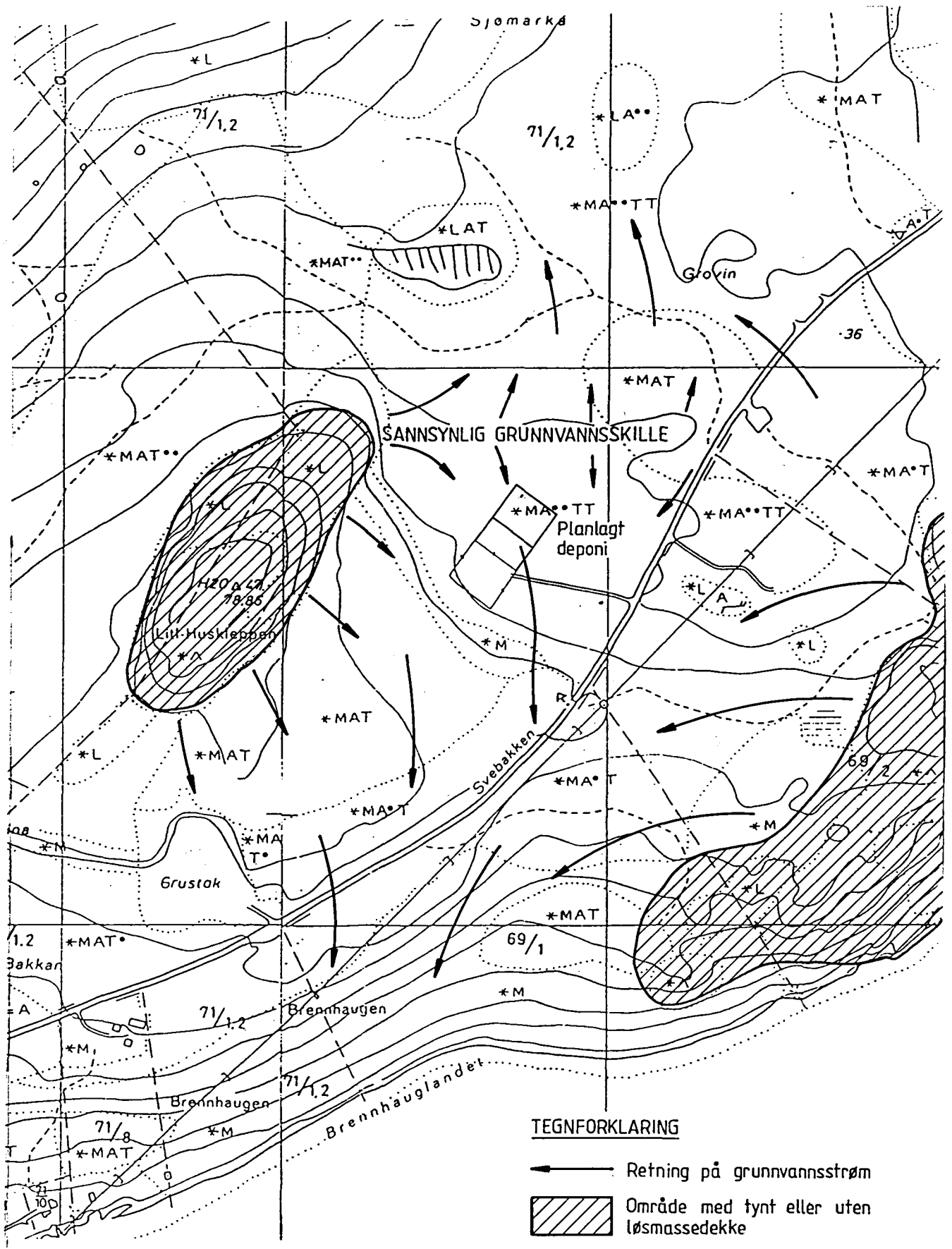


Fig. 3 Sannsynlig retning på grunnvannsstrømmen ut fra geofysikk, sonderboringer og peilinger av grunnvannsstand.

den andre prøven tatt fra det underliggende finsandlaget plotter på grensen mellom klasse 1 og 2, det vil si gode infiltrasjonsmasser med lav permeabilitet. En masseprøve fra borhull 3 tatt på 7 m dyp plotter også i klasse 2. Resten av prøvene plotter i klasse 1, d.v.s finkornige masser hvor det er nødvendig med infiltrasjonstest for å bestemme maksimal infiltrasjonsevne. Prøvene fra 3.2 m i borhull 2 og 4 m i borhull 3 består av sandig grus, men har såpass høyt finstoffinnhold at de havner i denne klassen. Det ble likevel registrert en viss vanngjennomgang i disse massene ved spyling av peilebrønnene.

På grunnlag av grunnvannsstand (8-10 m under markoverflaten ved det planlagte deponiet) og løsmassenes kornfordeling er dermed stedet godt egnet til infiltrasjon av forurenset sigevann fra et eventuelt deponi av fiskeavfall.

En vanlig tommelfingerregel er at infiltrert avløpsvann har tilfredsstillende hygienisk drikkevannskvalitet etter en oppholdstid på 60 dager. Sigevann fra deponier er normalt mer forurenset enn vanlig avløpsvann, men det foreligger ingen normer for oppholdstid for slikt sigevann.

Ut fra kornfordelingskurvene kan hydraulisk ledningsevne k anslås ved bruk av Hazens formel:

$$k = 1000 * d_{10}^2 \text{ (m/dag)}$$

Netto hastighet v_n blir da ut fra Darcys lov:

$$v_n = v/n_e = k*i/n_e \text{ hvor}$$

n_e er effektiv porøsitet som kan anslås til 5% i disse massene og

$i = H/L =$ hydraulisk gradient, som i dette tilfellet kan beregnes ut fra helningen på grunnvannsspeilet (37 m.o.h. ved deponi og 9 m.o.h. ved Salsvatnet) og avstanden mellom deponi og Salsvatnet (ca. 500 m).

Hvis en antar at grunnvannsstrømmen går i det underliggende finsandlaget kan vi bruke prøve 12 som ble tatt i massetaket like SØ for deponiet. Ut fra en d_{10} -verdi på 0.07 mm blir da $k = 4.9$ m/døgn.

v_n blir $(4.9 \text{ m/døgn} * (37-9)/500)/0.05 = 5.4 \text{ m/døgn}$, og oppholdstiden blir da $500 \text{ m}/5.4 \text{ m/døgn} = \underline{93 \text{ døgn}}$.

Dette er oppholdstiden i mettet sone. Oppholdstiden i umettet sone er i dette tilfellet av minst like stor betydning. Som et grovt anslag for umettet sone kan følgende betraktninger brukes:

Vi antar at retensjonskapasiteten (hvor mye væske som kan holdes i massene i forhold til massenes volum) i umettet sone er 5-10 %. For hver meter sediment har en da 50-100 mm vann som skal forskyves ned og erstattes av infiltrerende vann. For en umettet sone på 10 m må man da ha en infiltrasjon på 500-1000 mm for å skifte ut hele "vannsøylen". Selv om fiskeavfallet har lavt vanninnhold, må man legge til det som infiltreres av nedbøren slik at en kan anta en total årlig infiltrasjon på 2000 mm. Oppholdstiden i umettet sone blir da **0.25-0.5 år**, og **samlet oppholdstid blir min. 0.5 år**.

Med den påviste løsmassefordelingen vil en dermed oppnå tilfredsstillende hygienisk rensing av et eventuelt sivevann før det når Salsvatnet.

Ved å flytte deponiet mot nord eller nordvest vil avrenningen gå mot havet, men samtidig vil mektigheten av den umettede sonen bli mindre noe som gir mindre oppholdstid og dårligere hygienisk rensing.

For å overvåke eventuell spredningen av forurensende stoffer ved deponering av fiskeavfall bør det tas både løsmasseprøver og grunnvannsprøver i tidsrommet etter deponering. Dette krever nedsetting av 2-3 prøvebrønner for vannprøvetaking.

6 REFERANSER

Sjøgren, B. 1984: Shallow refraction seismics. Chapman and Hall. ISBN 0-412-24210-9.

- refraksjonsseismikk

- georadar

Statens forurensningstilsyn, 1986: Veiledende retningslinjer for deponering av kommunalt avfall i fyllinger, revidert utgave.

Statens forurensningstilsyn, 1986: Veiledning ved bygging og drift av større jordrenseanlegg.

Sveian, H. 1992: Jøa. Kvartærgeologisk kart 1724 III - M 1:50 000 med beskrivelse, Norges geologiske undersøkelse

REFRAKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

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/s i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/s i enkelte bergarter.

En 'lydstråle' fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom to sjikt hvor lyd hastigheten 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 innfallsloddet, slik at

$$\sin i / \sin R = V_1 / V_2$$

Når $R=90^\circ$, vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen, og vi har

$$\sin i = V_1 / V_2$$

Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstillere denne betingelse kalles kritisk vinkel eller i_c .

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi opphav til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen i_c . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå fram 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 utnyttes ved å plassere seismometre (geofoner) langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner langs samme linje. Man får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lyd hastigheten langs profilet, kan det oppnås en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekk hastighetene 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. Man 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 man ofte få vanskeligheter når denne vinkel overstiger 25° .

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i gangtidsdiagrammene, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten seinere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt 'blind sone', og de virkelige dyp kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis man har et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det ikke komme refrakterte bølger til overflaten, og lavhastighetssjiktet vil ikke kunne erkjennes av måledata. Generelt kan det sies at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt. Med analog apparatur vil en kunne bestemme første ankomsttid med en usikkerhet på 1 millisekund ved middels god opptakskvalitet. Hvis

overdekkehastigheten er 1600 m/s, tilsvarer dette en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestem-
melsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetnin-
gene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Ved meget god datakvalitet kan første ankomsttid avleses med 0.5 millisekunders nøyaktighet.
Med denne nøyaktigheten er det allikevel urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet
i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell (mindre enn én meter) blir overdekkehastig-
heten dårlig bestemt, og man må regne med prosentvis store feil i dybdeangivelsene.

P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

<i>Luft</i>		<i>330 m/s</i>
<i>Vann</i>		<i>1400-1500 m/s</i>
<i>Organisk materiale</i>		<i>150-500 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>200-800 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1400-1700 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>700-1500 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1500-1900 m/s</i>
<i>Hardpakket bunnmorene</i>		<i>1900-2800 m/s</i>
<i>Leire</i>		<i>1100-1800 m/s</i>
<i>Oppsprukket fjell</i>		<i>< 4000 m/s</i>
<i>Fast fjell</i>		<i>3500-6000 m/s</i>

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CMP-målinger ('common mid-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CMP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Efter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket:

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

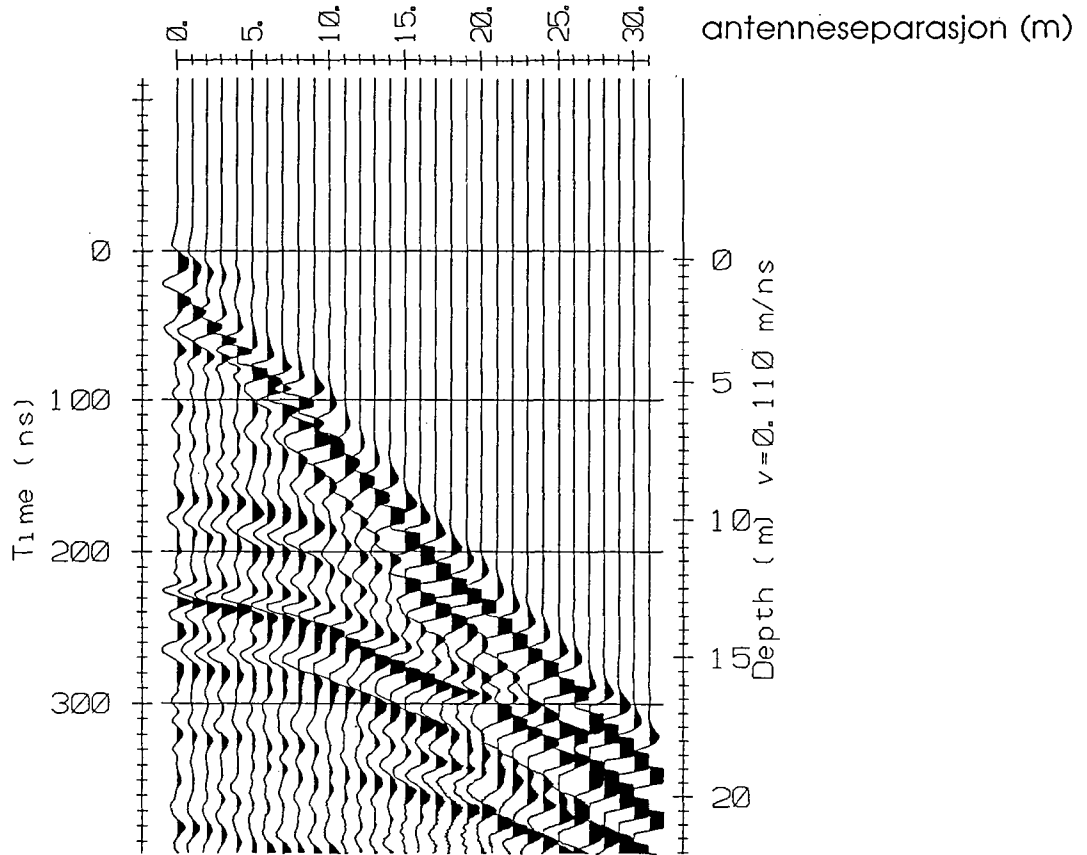
hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr

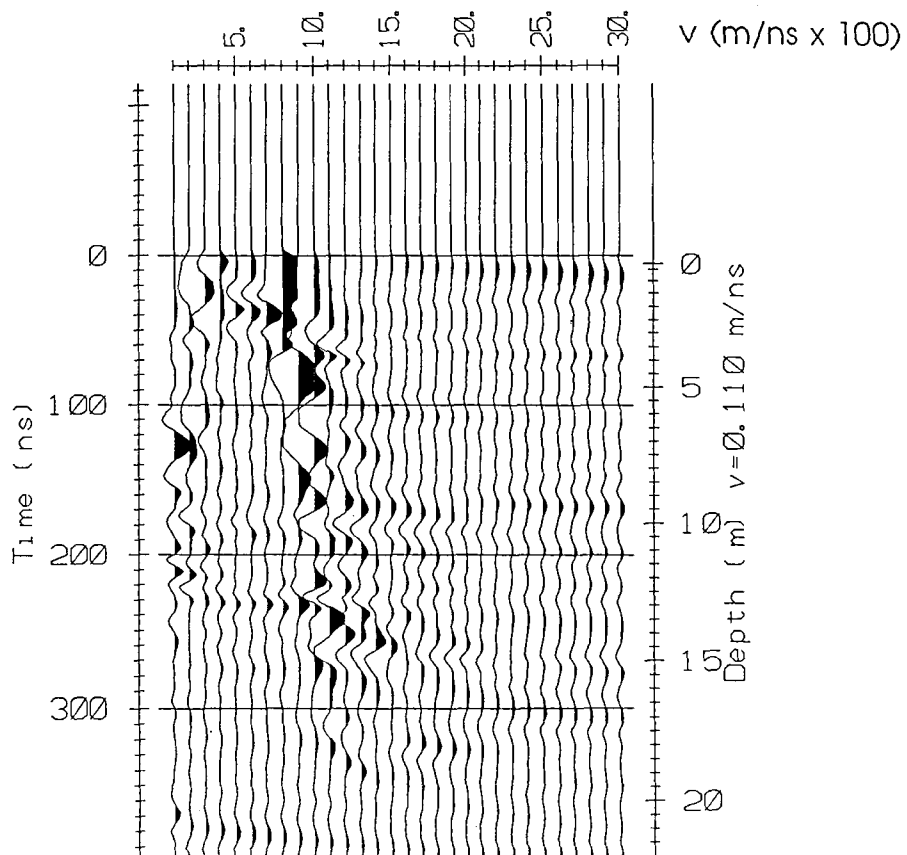
sand, kan det forventes en dybderækkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
Luft	1	0.3	0
Ferskvann	81	0.033	0.1
Sjøvann	81	0.033	1000
Leire	5-40	0.05-0.13	1-300
Tørr sand	5-10	0.09-0.14	0.01
Vannmettet sand	15-20	0.07-0.08	0.03-0.3
Silt	5-30	0.05-0.13	1-100
Fjell	5-8	0.10-0.13	0.01-1

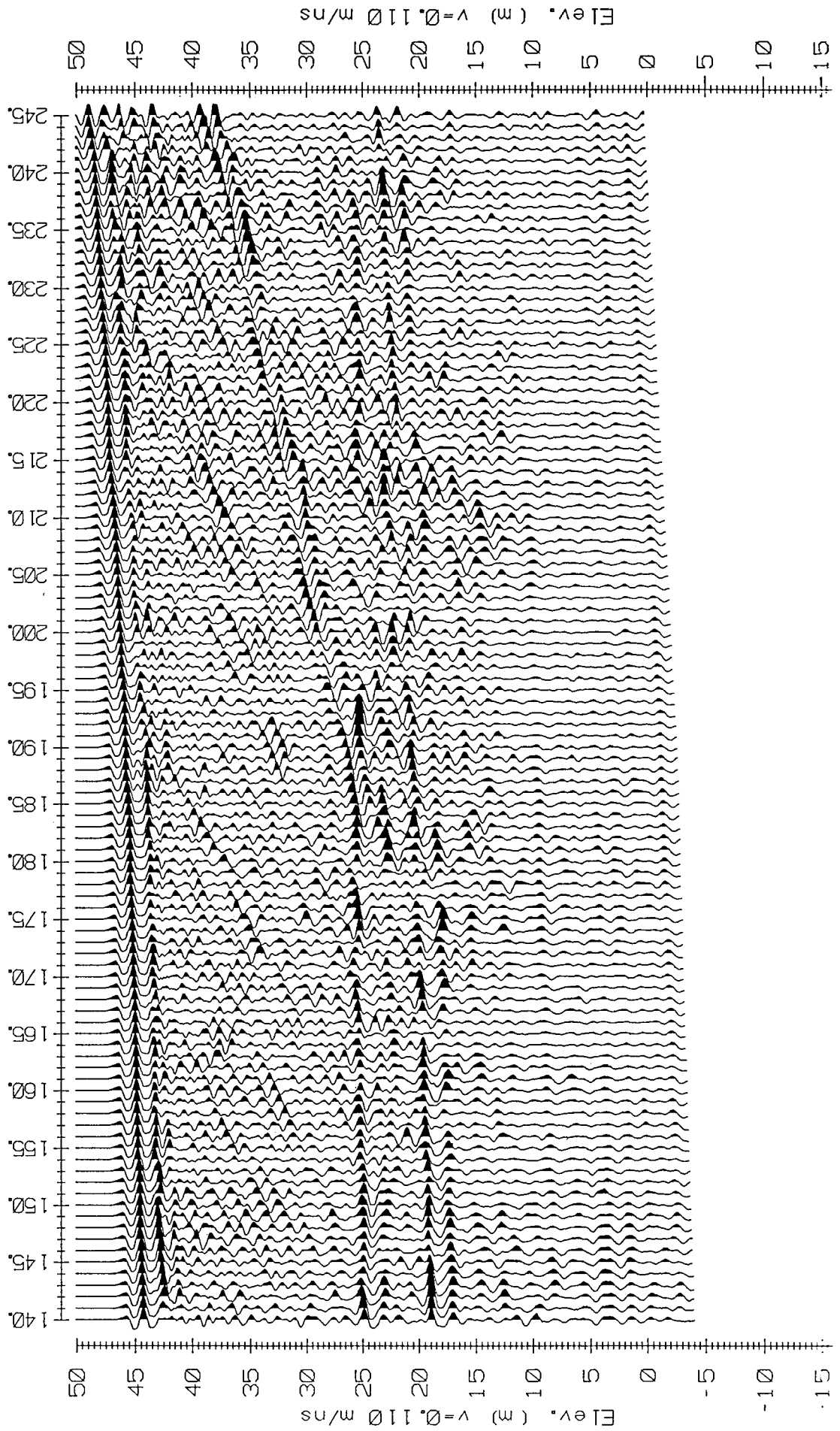
Tabell over relativt dielektrisitetsstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.



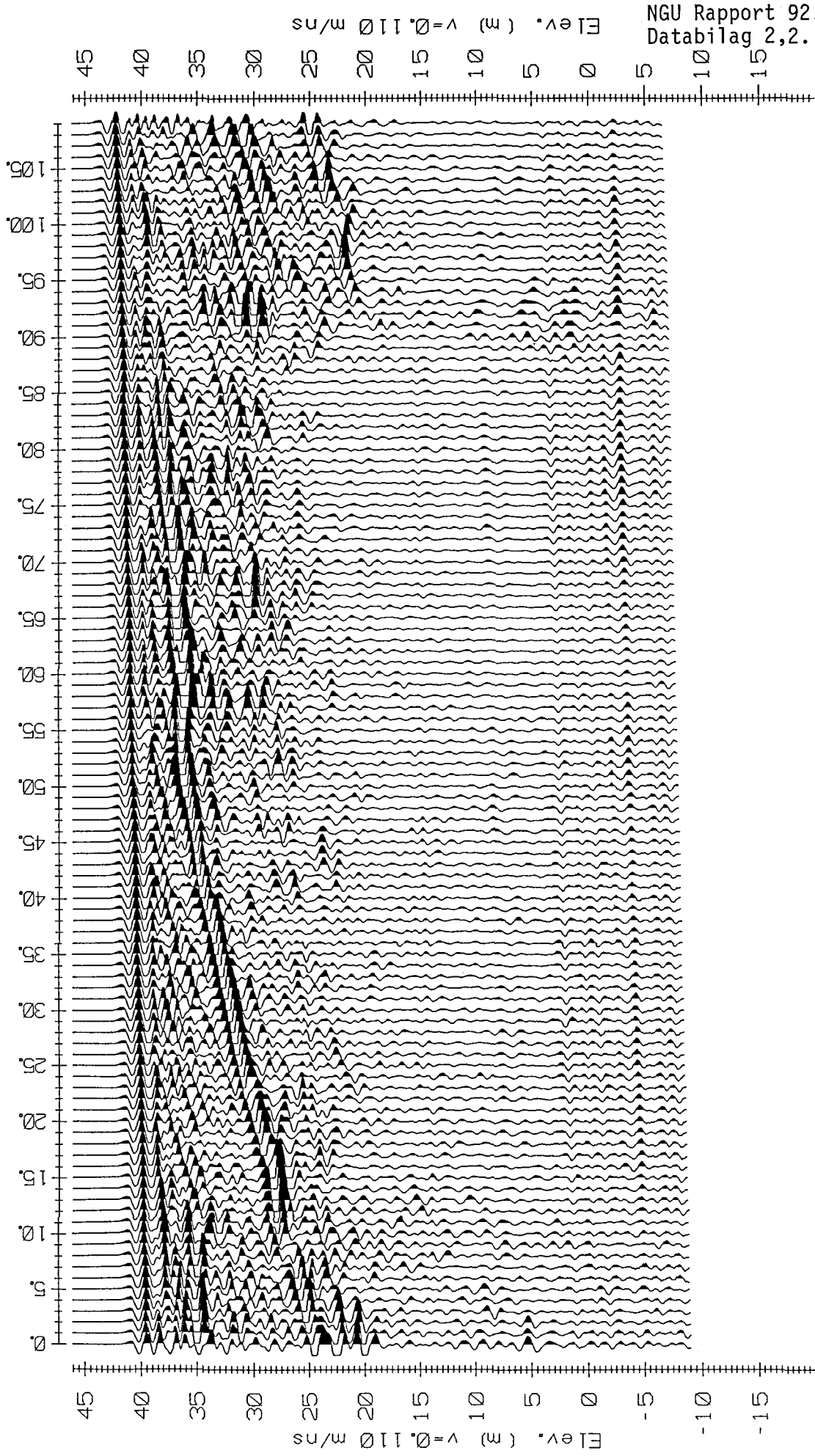
Hastighetsanalyse



Georadar, P1, posisjon 0-109

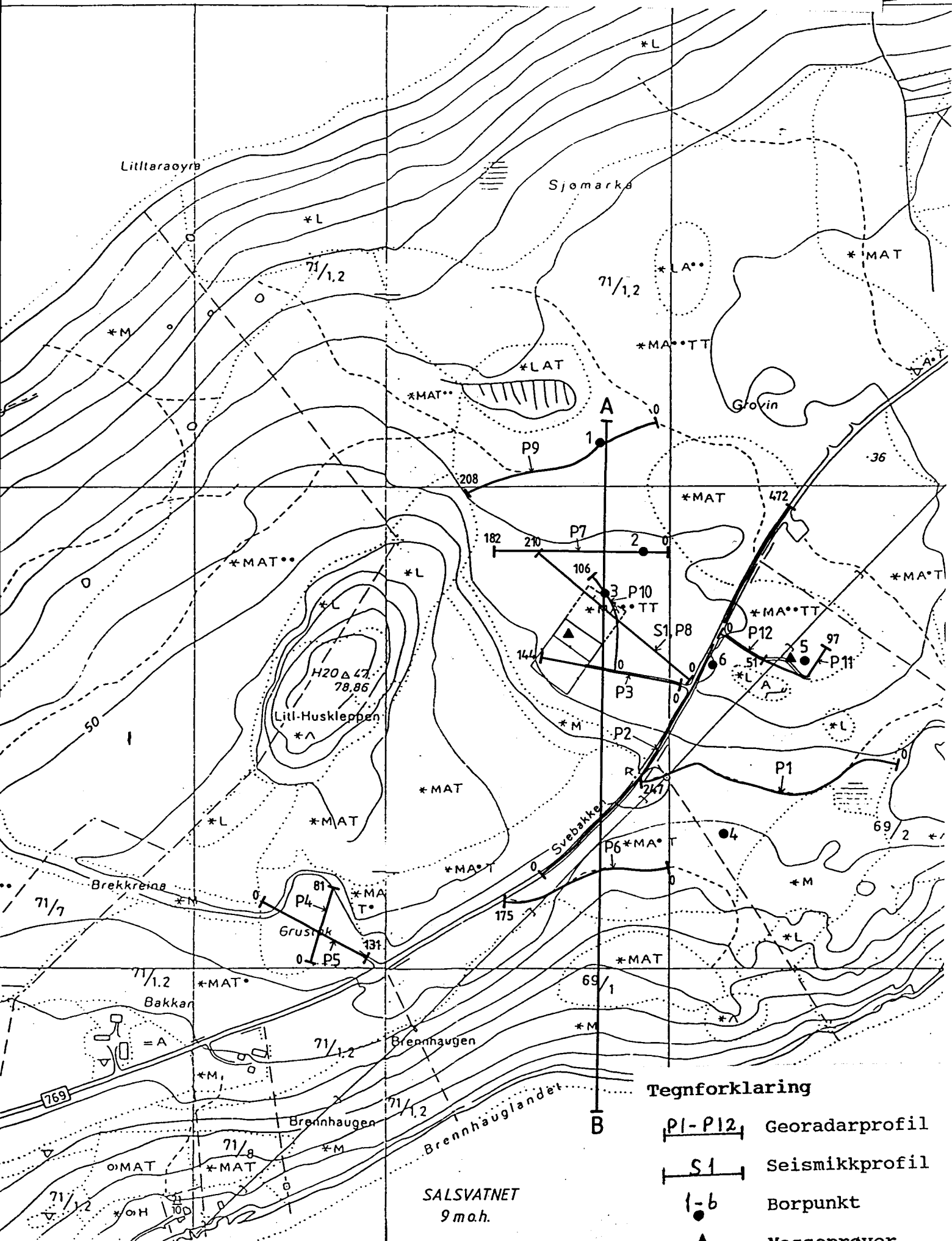


Georadar, P3, posisjon 140-245



VEDLEGG 1

OVERSIKTSKART. Utsnitt av ØK CT 156-1, Salsnes og CT 156-2, Storvassvika M 1 : 5000.



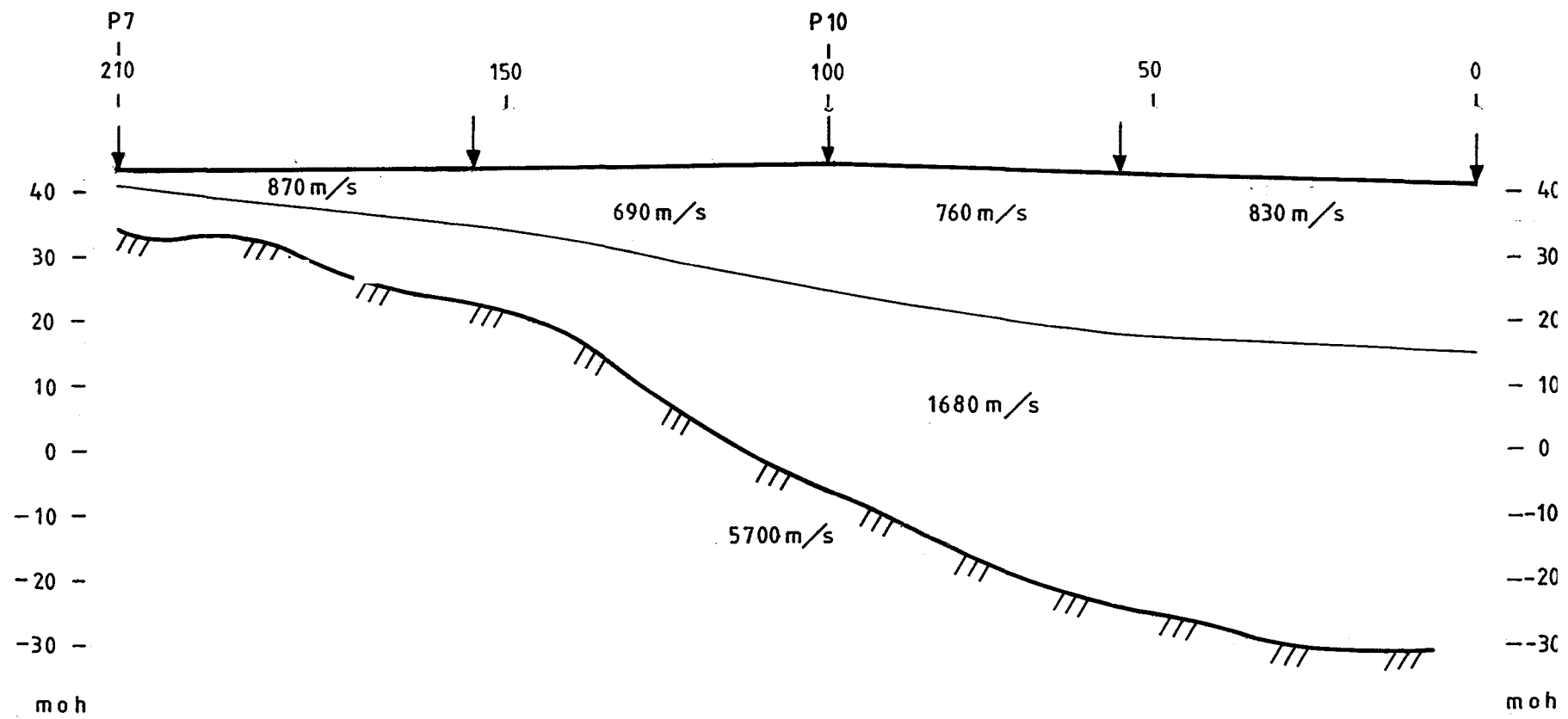
Tegnforklaring

- P1 - P12 Georadarprofil
- S1 Seismikkprofil
- 1 - 6 Borepunkt
- ▲ Masseprøver





SALSVATNET
9 m.a.h.

REFRAKSJONSSEISMIKK

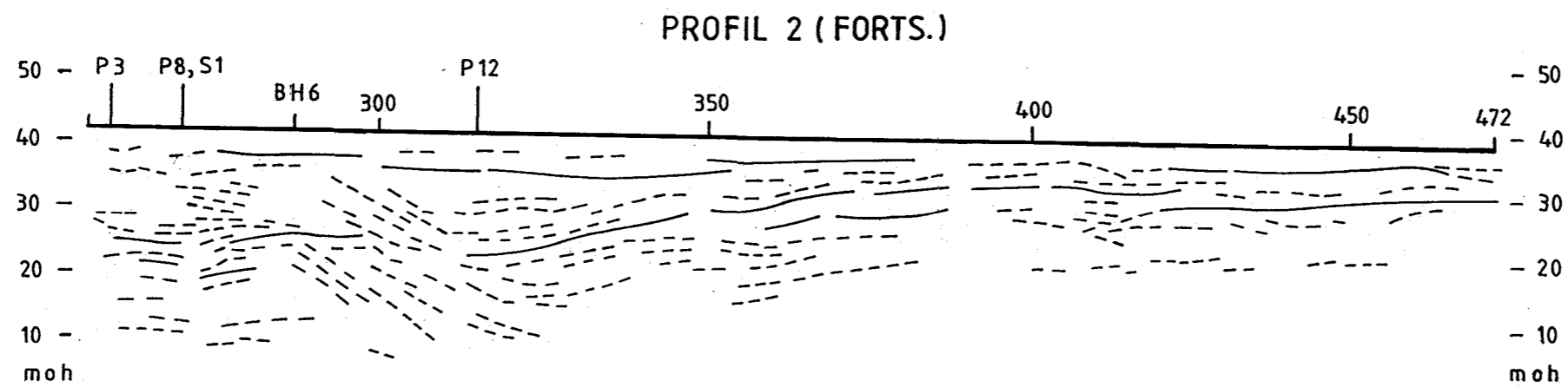
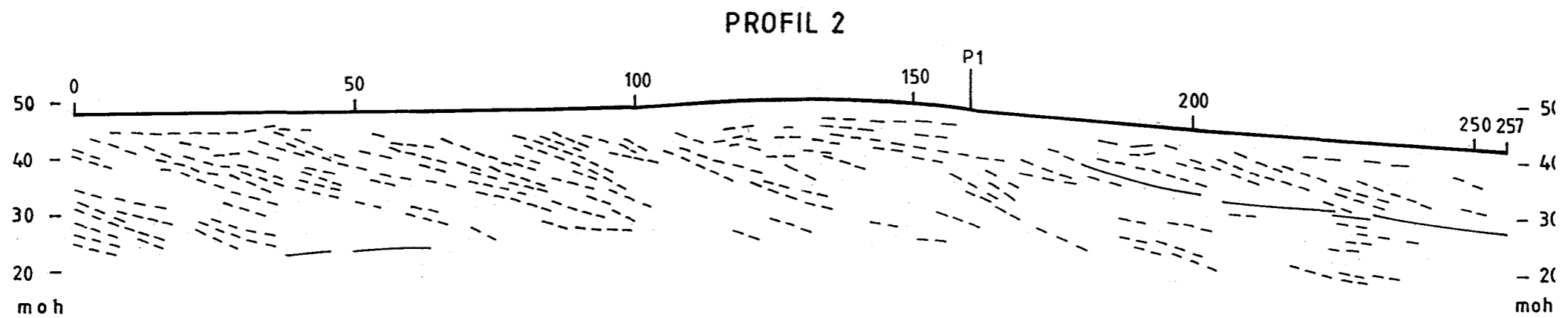
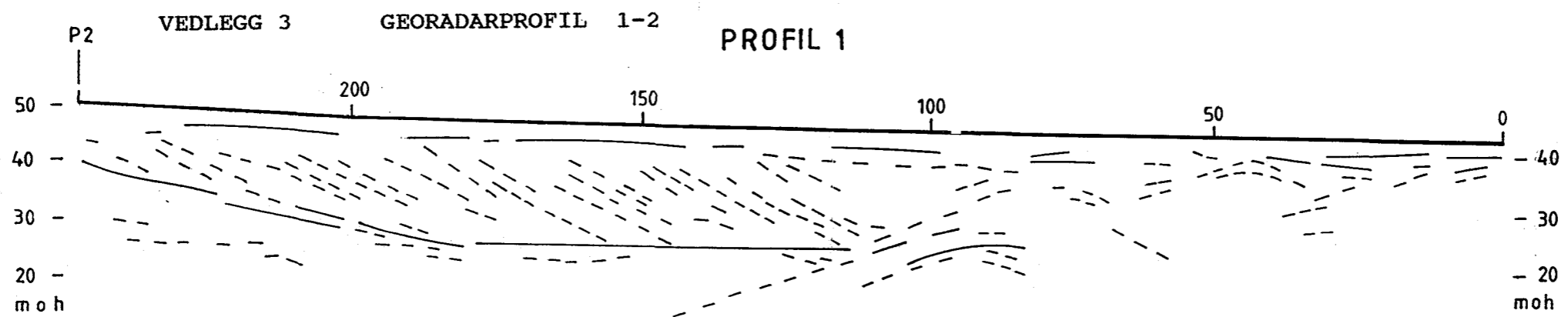
S1



TEGNFORKLARING

-  TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNK
-  REFRAKTOR I LØSMASSER
-  FJELLREFRAKTOR
-  KRYSSENDE GEORADARPROFI

NGU REFRAKSJONSSEISMISK PROFIL S1 SALSNES FOSNES KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT E.M.	OKT. - 91
	1:1000	TEGN E.M.	JAN. - 92
		TRAC T.H.	— " —
		KFR	— " —
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR. 1724 III	



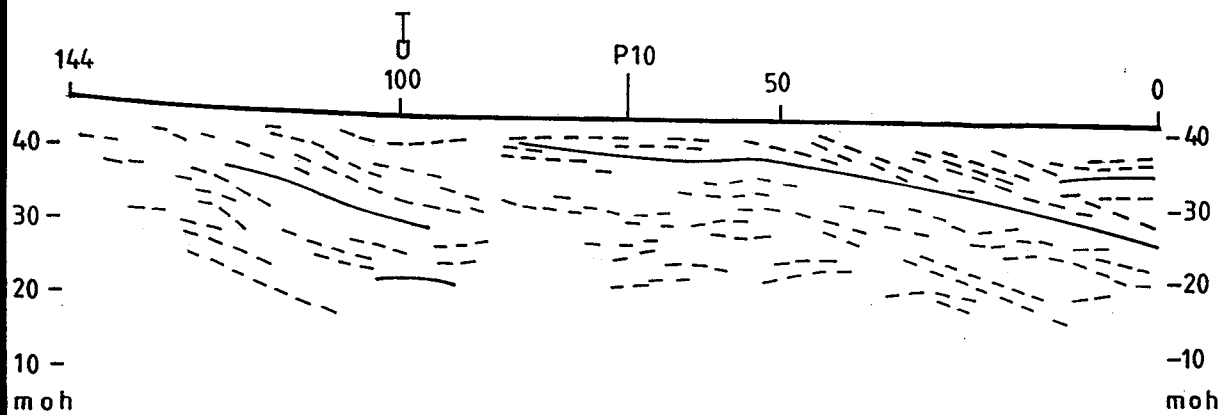
TEGNFORKLARING

- 0
- TERRENGOVERFLATE MED POSISJONSANGIVELSE
- SVAK REFLEKTOR
- MARKERT REFLEKTOR
- P7
|
KRYSSENDE PROFIL
- BH1
|
SONDERBORING

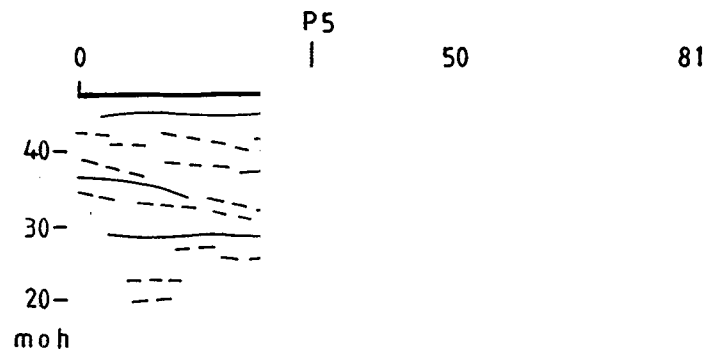
NGU GEORADARPROFIL 1-2 SALSNES FOSNES KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT E.M.	OKT. - 91
	1:1000	TEGN E.M.	JAN. - 92
		TRAC T.H.	— " —
		KFR	— " —
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR. 1724 III	

GEORADAR

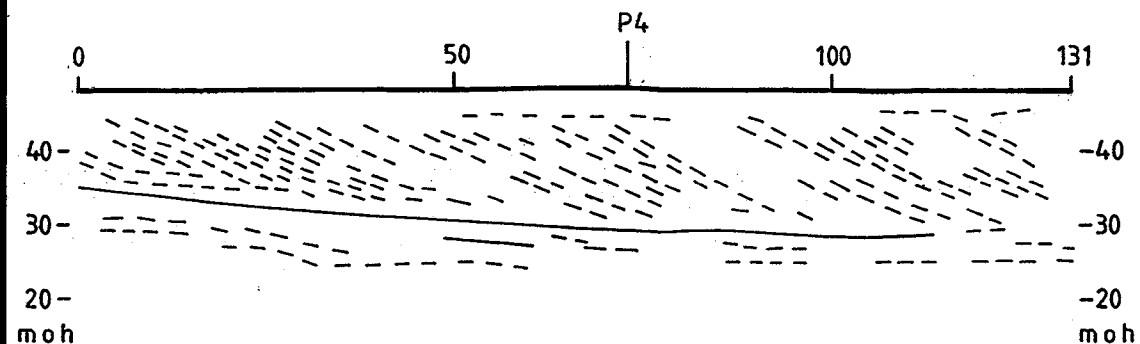
PROFIL 3



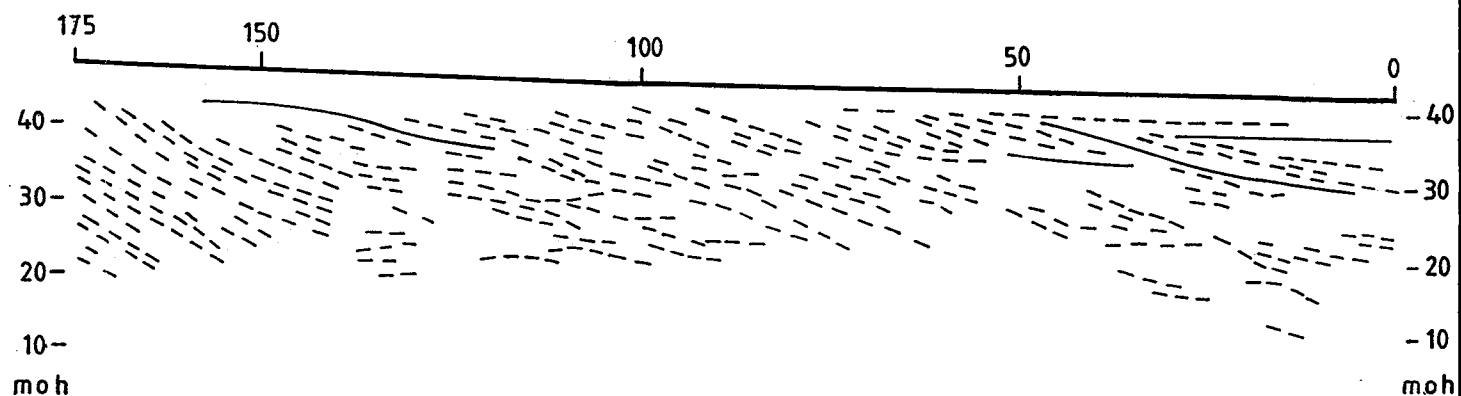
PROFIL 4



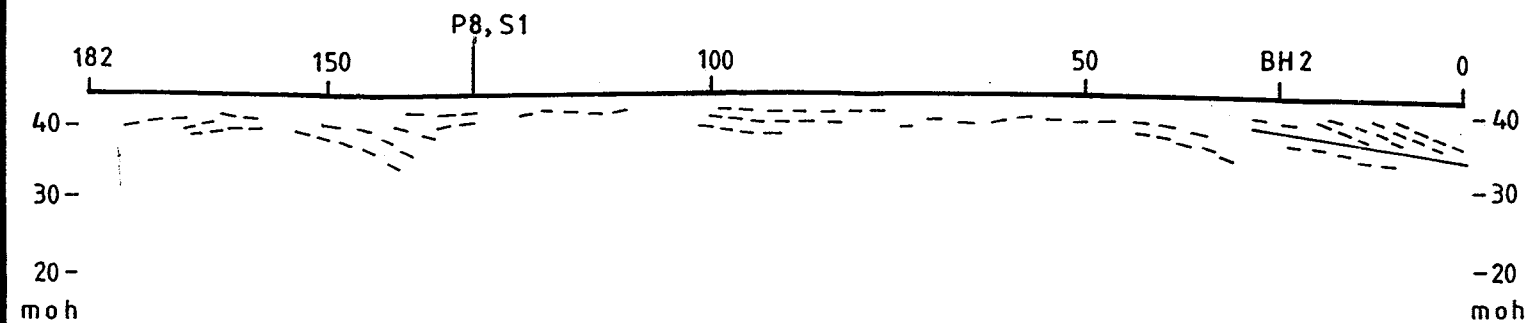
PROFIL 5



PROFIL 6



PROFIL 7



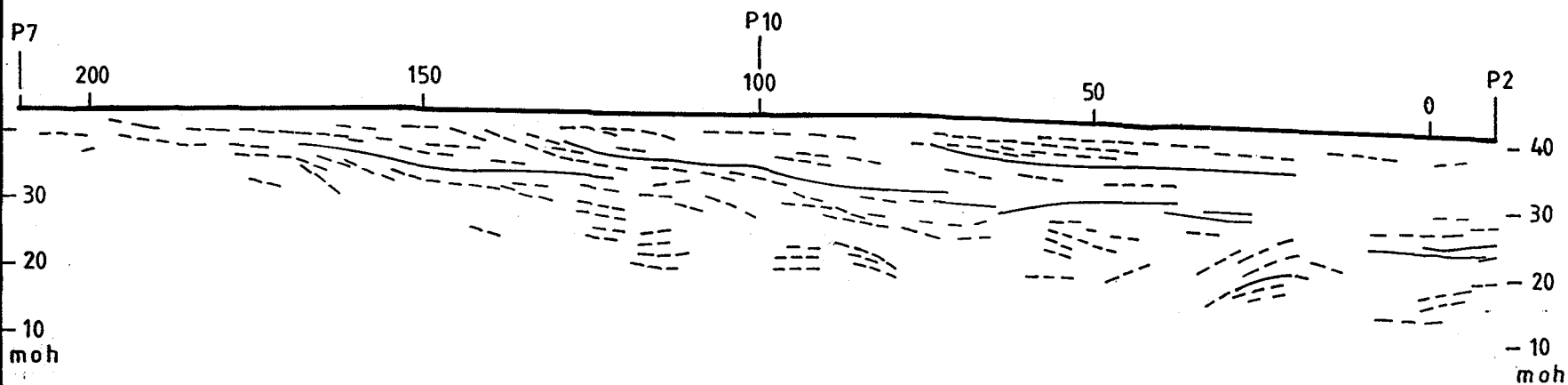
TEGN FORKLARING

- 0 ——— TERRENGOVERFLATE MED POSISJONSANGIVELSE
- SVAK REFLEKTOR
- MARKERT REFLEKTOR
- P7 | KRYSSENDE PROFIL
- BH2 | SONDERBORING
- ⊥ GRAVING

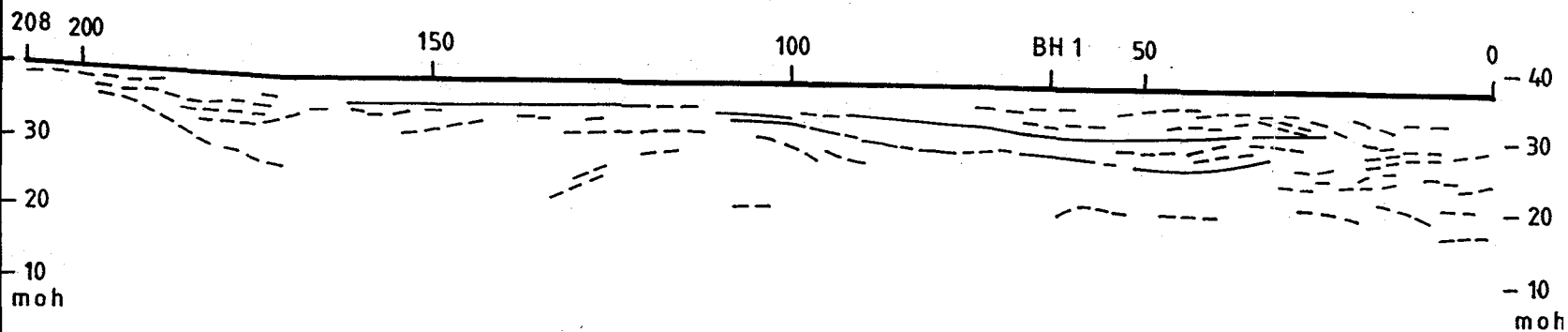
NGU GEORADARPROFIL 3-7 SALSNES FOSNES KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT EM.	OKT. 1991
	1:1000	TEGN EM.	JAN. 1992
		TRAC T.H.	— " —
		KFR	— " —
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR. 1724 III	

GEORADAR

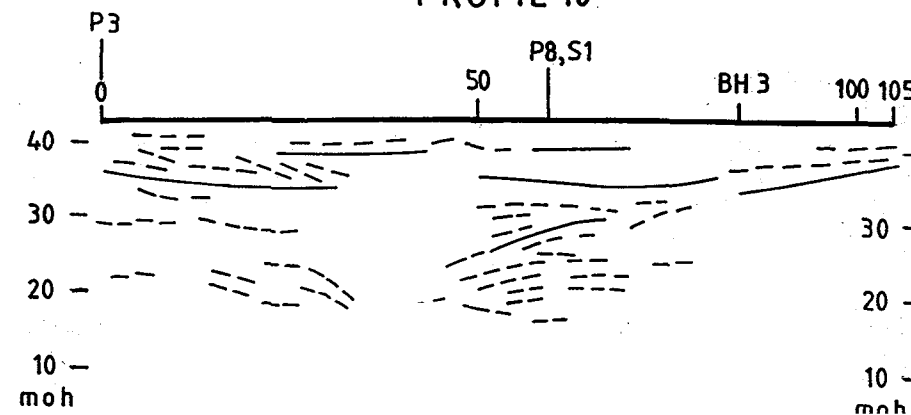
PROFIL 8



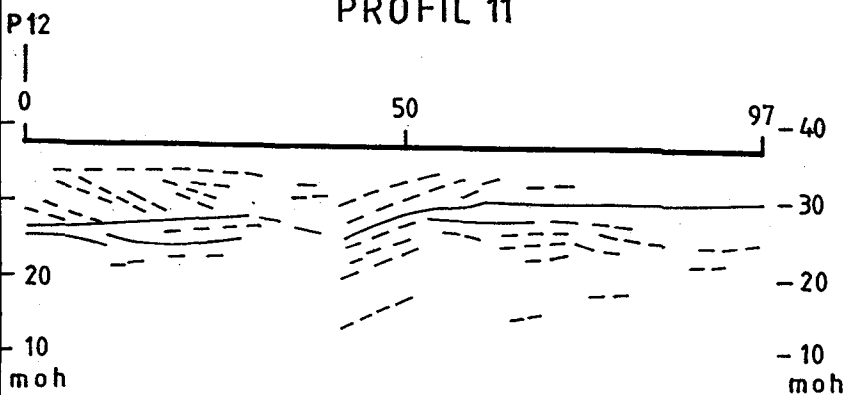
PROFIL 9



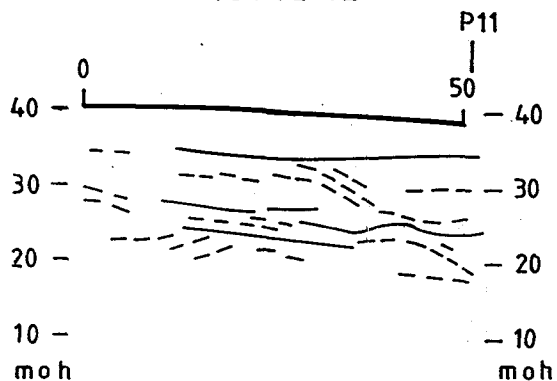
PROFIL 10



PROFIL 11



PROFIL 12



TEGNFORKLARING

- 0 ——— TERRENGOVERFLATE MED POSISJONSANGIVELSE
- SVAK REFLEKTOR
- MARKERT REFLEKTOR
- P7 | KRYSSENDE PROFIL
- BH1 | SONDERBORING

NGU
 GEORADARPROFIL 8-12
SALSNES
 FOSNES KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1:1000	MÅLT E.M.	OKT. 1991
	TEGN E.M.	JAN. 1992
	TRAC T.H.	— —
	KFR	— —

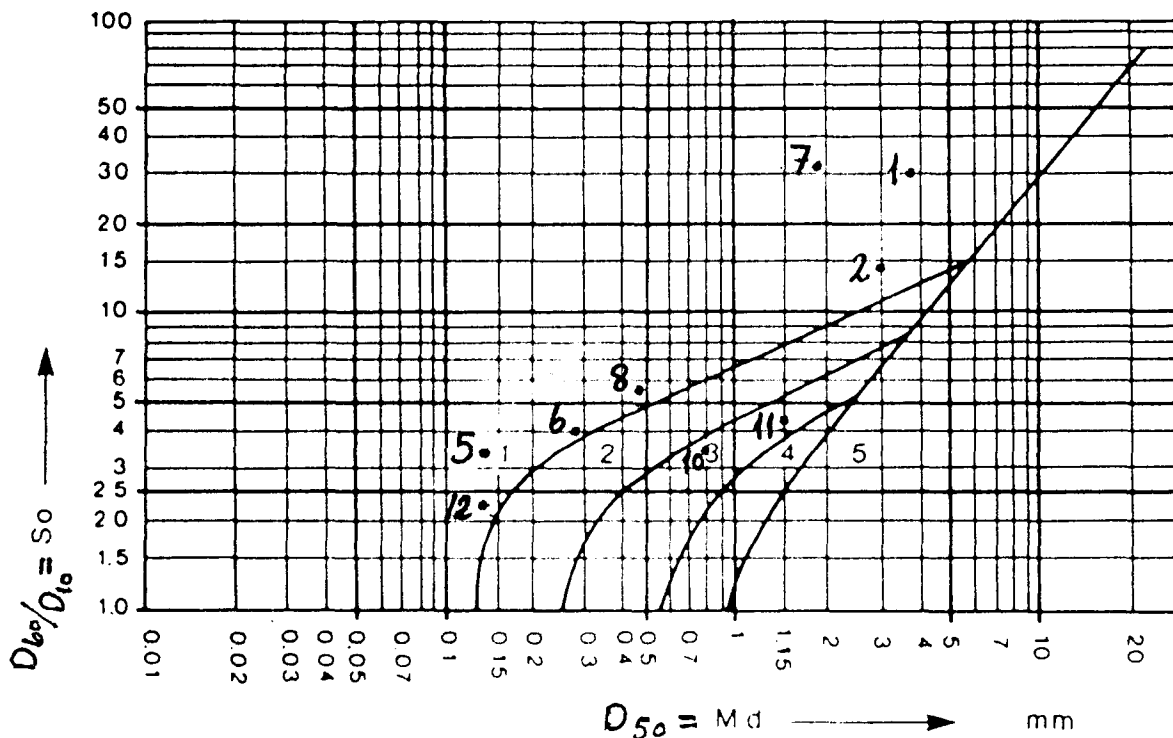
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.

KARTBLAD NR.
 1724 III

V E D L E G G 6

Infiltrasjonsdiagram



Infiltrasjonsdiagram med dimensjoneringsklasser (SFT, 1986)

Forklaring

Klasse 1

Finkornede masser med lav permeabilitet. Maksimal infiltrasjon må bestemmes med infiltrasjonstest.

Klasse 2

Gode infiltrasjonsmasser med lav permeabilitet. Maksimal infiltrasjonsevne (Q) = 25 l/m² og døgn.

Klasse 3

Meget gode infiltrasjonsmasser med akseptabel permeabilitet. Maksimal infiltrasjonsevne (Q) = 50 l/m² og døgn.

klasse 4

Gode infiltrasjonsmasser med høy permeabilitet. Maksimal infiltrasjonsevne (Q) = 60 l/m² og døgn.

Klasse 5

Grove masser. Det benyttes sandfilterlag. Sandfilterets kapasitet legges til grunn for dimensjoneringen.

SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER

STED: Salsnes, Fosnes

DATO: 8.10.91

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg, 51 mm borkrone

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):1724 III SONE:32 Ø-V: 6175 N-S:71788

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD: AKSE: Y(Ø-V): X(N-S):

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 37 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 3.0 m MERKNAD:

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpe- tid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	stein og grus		S	5-8	borte					
	stein, grus og sand	1,10	S	5-10	"					
3.5	stein, grus og sand	1,05	DS	3-8	"					
	sand	1,15	DS	3-8	"					
5.5	sand og finsand	0,42		3-8	"					
	sand og finsand	0,17		3	"					
7.5	finsand + gruslag	1,23		3-5	G					
	finsand/silt	1,20	S	8	borte					
9.5	finsand/silt	1,00	S	10-15	"					
	finsand/silt	1,20	S	10-15	G					
11.5	finsand/silt	0,40	S	10-25	"					
	finsand/silt	0,40	DS	10-25	"					
13.5	finsand/silt	0,53	DS	10-25	"					
	finsand/silt	1,00	S	5-10	"					
15.5	finsand/silt	1,00	S	5-10	"					
	finsand/silt	0,45	S	5-10	"					
17.5	finsand/silt	0,30	S	5-10	"					
	fjell fra 18.5 m	3,30	S	1-6	"					
19.5										
21.5										
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg nr.: 7.2

SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER

STED: Salsnes, Fosnes

DATO: 9.10.91

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg, 51 mm borkrone

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):1724 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6174 **N-S:**71787

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD: **AKSE:** **Y(Ø-V):** **X(N-S):**

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 42 m

BRØNN-/FILTERTYPE:5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 5.2 m **MERKNAD:** røret står på 7.5 m

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slan	Temp. °C	Pumpe- tid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	stein, grus og sand		S	3-15	B/G					
	sandig grus	2,30	S	3-15	B/G					
3.5	sandig grus	1,10	DS	2	B/G				1 og 2	MP
	sand	1,10	DS	2	B/G					
5.5	sand	2,55	DS	2-5	G					
	moreneleire	1,00	DS	1-12	"				3	MP
7.5	moreneleire	1,20	DS	12	"					
	siltig leire	2,30	S	5-15	"				4	MP
9.5	siltig leire	2,35	S	"	"					
	siltig leire	1,30	S	5-10	"					
11.5	siltig leire	1,00	DS	"	"					
	sandig, siltig leir	0,55	DS	"	"					
13.5	sandig silt	0,35	S	"	"					
	sandig silt	0,30		"	"					
15.5	sandig silt	0,33		"	"					
	morene	0,50	S	5	"					
17.5	morene	0,45	S	5-10	"					
	morene	0,55	S	10-15	"					
19.5	morene	1,10	S	15	"					
	morene	1,28	S	15	"					
21.5	morene	1,30	S	15	"					
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve tatt med prøvetaker

SP: Spyleprøve

Vedlegg nr.: 7.3

SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER

STED: Salsnes, Fosnes

DATO: 09.10.91

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg, 51 mm borkrone

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):1724 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6174 **N-S:**71787

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD: **AKSE:** **Y(Ø-V):** **X(N-S):**

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 44 m

BRØNN-/FILTERTYPE:5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 9.1 m **MERKNAD:**Røret står på 11.5 m

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpe- tid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	stein, grus og sand		S	3	B					
3.5	stein, grus og sand sand og grus	1,50 0,30	S	4-8 2	B/G G					SP MP
5.5	sand og grus sand og grus	0,50 1,20	DS S	5 5	" "					MP
7.5	sand og grus sand	1,25 1,20	S S	3 2	" "					SP + MP
9.5	sand sand/finsand	0,45 1,20	S S	1-4 4-6	" "					
11.5	siltig leire siltig leire	2,10 2,25	S S	" 3-5	" "					
13.5	siltig leire	2,00	S	4	"					MP
15.5	siltig leire	1,25 1,20	S S	" "	" "					
17.5	siltig leire	1,10 0,40		" "	" "					
19.5	siltig leire	0,30 0,30		" "	" "					
21.5										
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve tatt med prøvetaker

SP: Spyleprøve

Vedlegg nr.: 7.4

SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER

STED: Salsnes, Fosnes

DATO: 10.10.91

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg m/ 51 mm borkrone

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):1724 III **SONE:** 32 **Ø-V:** 6175 **N-S:**71784

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD:

AKSE:

Y(Ø-V):

X(N-S):

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 44 m

BRØNN-/FILTERTYPE:5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 20.8 m **MERKNAD:**

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpe- tid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	stein, grus og sand		S	2	B/G					
	stein, grus og sand	2,05	S	2-8	borte					
3.5	grus	0,30	S		"					
	grus	0,55	DS	2-6	"					god vanngj.g.
5.5		1,05	DS	"	"					
	grus	1,05	DS	"	"					god vanngj.g.
7.5		0,50	DS	2	"					
	grus	1,00	DS		"					god vanngj.g.
9.5		0,40	DS		"					
	sandig grus	0,55	DS		"					god vanngj.g.
11.5	sandig grus	1,05	DS	0-3	"					
	sandig grus	1,00	DS		"					god vanngj.g.
13.5		1,15	DS		"					
	sandig grus	0,50	DS		"					god vanngj.g.
15.5		0,55	DS		"					
	sandig grus	0,45	DS		"					god vanngj.g.
17.5		0,45	DS	1-3	"					
	sandig grus	0,50	S	"	"					god vanngj.g.
19.5		1,10	S	4-8	"					
	sandig grus	1,20	DS	2-4	"					god vanngj.g.
21.5		0,20	DS		"					
	sandig grus	3,20	DS	0-2	"					
23.5	fjell fra 22.3 m									
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg nr.: 7.5

SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER

STED: Salsnes, Fosnes

DATO: 10.10.91

BORPUNKT NR: 5

BORUTSTYR: Borros borerigg med 51 mm borkone

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):1724 III SONE:32 **Ø-V:** 6176 **N-S:**71786

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD: **AKSE:** **Y(Ø-V):** **X(N-S):**

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 36 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slan	Temp. °C	Pumpe- tid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	sand/finsand				borte					
	sand/finsand	0,15			"					
3.5	sand/finsand	0,15			"					
	sand/finsand	0,20			"					
5.5	sand/finsand	0,20			"					
	sand/finsand	0,18			"					
7.5	sand/finsand	0,23			"					
	sand + gruslag	1,00	DS	2	"					
9.5	silt/finsand	0,55	DS	2	"					
	silt/finsand	0,40	S	2	"					
11.5	silt/finsand	1,03	S	2						
	silt/finsand	1,03	S	2						
13.5	leire	1,08	S	2						
	leire	0,10		5						
15.5	leire	0,12		5						
	leire	0,10		5						
17.5	leire/morene	0,45	DS	3						
	leire/morene	1,08	DS	5-8						
19.5	fjell på 19 m	2,45	S	0-5						
21.5										
23.5										
25.5										
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

Vedlegg nr.: 7.6

SONDERBORING, UNDERSØKELSESRØNN I LØSMASSER

STED: Salsnes, Fosnes

DATO: 11.10.91

BORPUNKT NR: 6

BORUTSTYR: Borros boremaskin m/ 51 mm borkrone

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711):1724 III SONE:32 **Ø-V:** 6175 **N-S:**71786

NGO-KOORDINATER:

KARTBLAD: **AKSE:** **Y(Ø-V):** **X(N-S):**

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: 40 m

BRØNN-/FILTERTYPE:5/4" rør med 1 m filterlengde og 2-3 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 12.1 m **MERKNAD:**

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slan	Temp. °C	Pumpe- tid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	stein og grus		S							
	grus	0,50	DS							
3.5	grusig sand	0,42								
	sand/finsand	0,53		1						
5.5	sand/finsand	0,39	DS	3						
	sand/finsand	0,35	S	1						
7.5		0,42	S	2						
	sand/finsand	0,40	S	2						
9.5		0,53	S	2						
	sand/finsand	0,42	S	2						
11.5		0,43	S	2						
	sand/finsand	0,43	S	5						
13.5	silt/leire	0,55	S	5						
	silt/sand	0,53	S	5						
15.5	silt/sand	1,15	S	6-8						
	silt/sand	1,10	S	2						
17.5		0,45	S	2						
	silt/sand	0,42	DS	4						
19.5		1,00	DS	6						
	silt/sand	1,15	S	4-10						
21.5	leire	1,22	S	4-6						
	leire	0,40	DS	4-6						
23.5	sand/finsand	1,12	DS	4-6						
	silt/sand	0,55	DS	4-6						
25.5	silt/sand	0,26	DS	4-6						
27.5										
29.5										

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

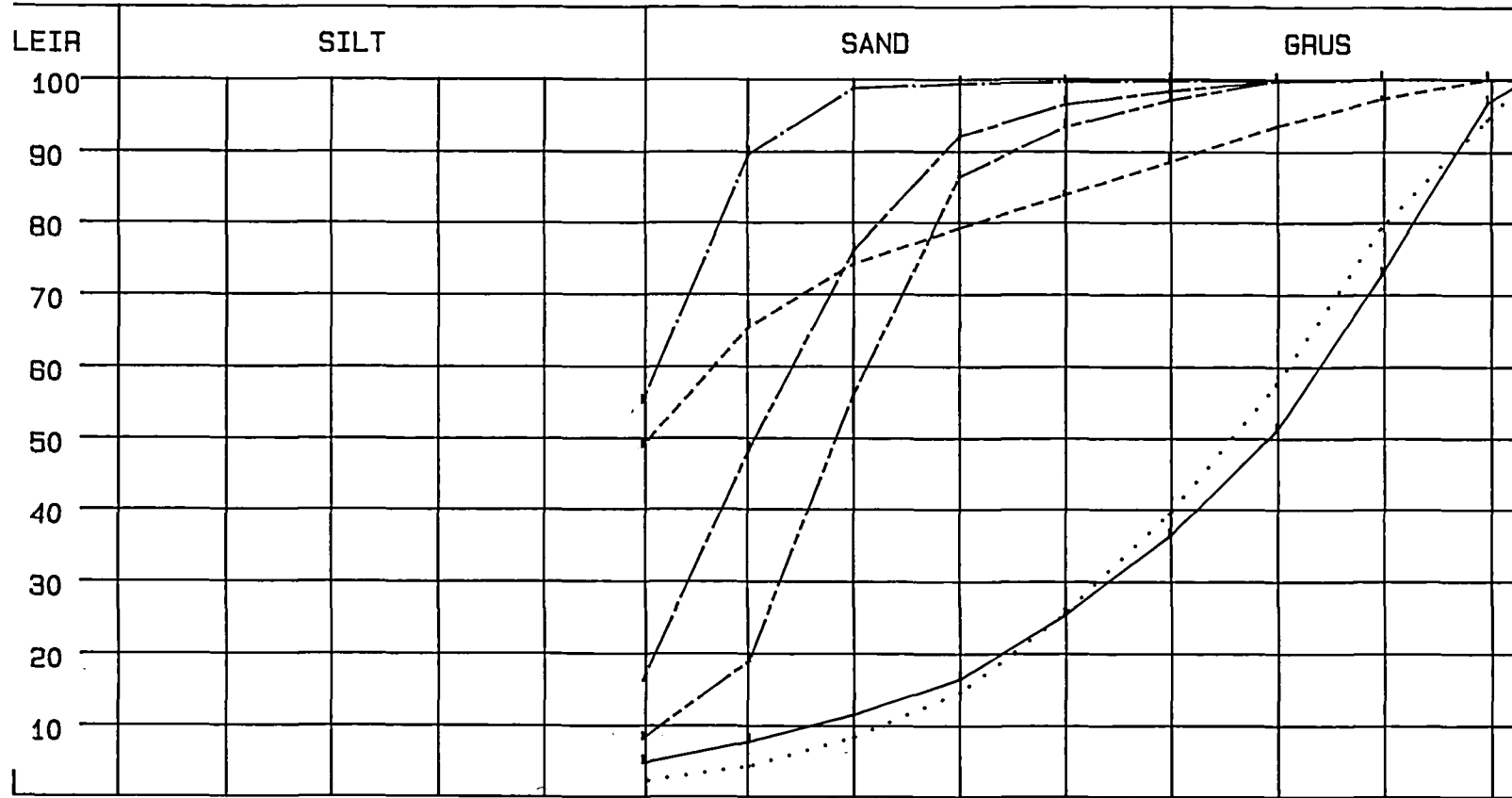
VP: Vannprøve

Vedlegg 8.1

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

JFA 17243



MY 2 4 8 16 32 63 0.125 0.25 0.5 1 2 4 8 16
MM 0.002

KORNSTØRRELSE

UTM X	UTM Y	D ₅₀	D ₆₀	D ₁₀	D ₆₀ /D ₁₀	Hull nr.	Dybde
6174	7178	3,8	5,4	0,18	30	2	3,2
6174	7178	3,0	4,2	0,3	14	2	3,2
6174	7178					2	5,8
6174	7178					2	0,8
6174	7178	0,13	0,16	0,05	3,2	2	0,0
6174	7178	0,20	0,28	0,07	4	3	3,5
6174	7178					3	7,5

pr. nr

1
2
3
4
5
6

920076
920077
920078
920079
920080
920081

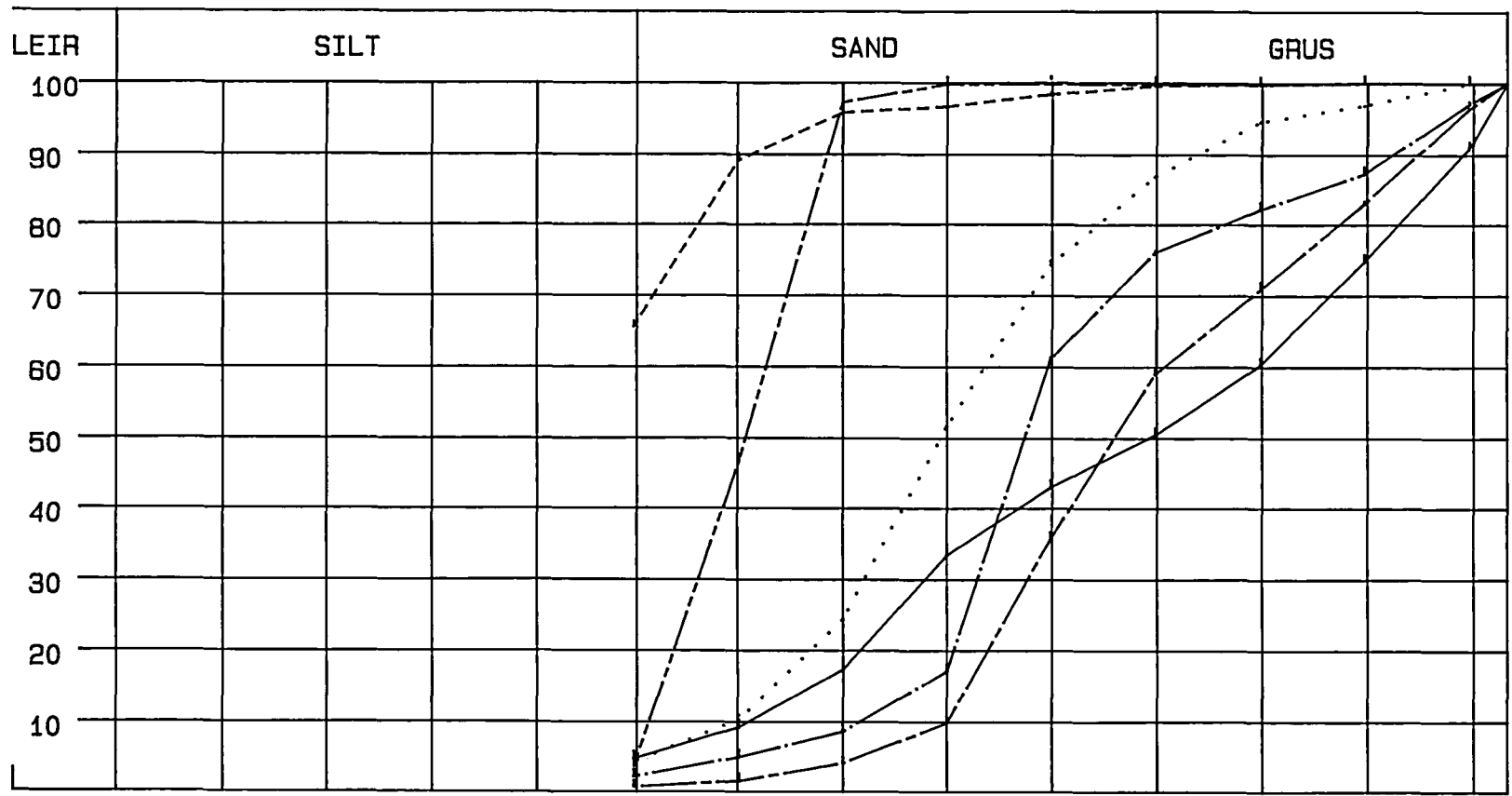
3
3
3
3
3
3

Vedlegg 8.2

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

JRA 17243



pr. nr.	KORNSTORRELSE	UTM X	UTM Y	D ₅₀	D ₆₀	D ₁₀	D ₆₀ /D ₁₀	Hull nr.	Dybde
7	—————	6174	7178	1,9	4	0,13	31	3	4,0 m
8	6174	7178	0,48	0,65	0,12	5,4	3	7,2 m
9	-----	6174	7178					3	12,0 m
10	—————	6174	7178	0,8	0,95	0,28	3,4	Gravd grop.	1,6 m
11	—————	6176	7178	1,5	2,1	0,5	4,2	masse tak	2,5 m
12	-----	6176	7178	0,135	0,16	0,07	2,3	— " —	3,0 m