

Rapport nr. 85.199

Kartlegging av løsmasseavsetninger
ved hjelp av geofysikk.
Utprøving av EM 31



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 85.199	ISSN 0800-3416	Åpen/ Forretnings	
Tittel: Kartlegging av løsmasseavsetninger ved hjelp av geofysikk. Utprøving av EM 31.			
Forfatter: Jan Steinar Rønning Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Steinkjer og Verdal	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1722 IV Stiklestad	
Forekomstens navn og koordinater: Angis i rapportteksten		Sidetall: 18	Pris:
Feltarbeid utført: 24.09.-04.10.85		Rapportdato: 27.11.1985	Prosjektnr.: 2286
		Prosjektleder: Jan S. Rønning	
Sammendrag: <p>Geonics EM 31 er en enmannsbetjent elektromagnetisk utrustning for direkte måling av undergrunnens elektriske ledningsevne uten å ha kontakt med bakken. "Dybderekkevidden" er angitt til 6 m.</p> <p>For å prøve instrumentet og vurdere nytten av det ved NGUs løsmassekartlegging ble det innleid i to uker. Rapporten omhandler utprøving på 6 lokaliteter i Steinkjer og Verdal.</p> <p>Målingene viser at profilering med instrumentet går meget raskt. Enkle dybdesonderinger med instrumentet kan gi verdifull tilleggsinformasjon ved tolkning av målingene. Utprøvingen har vist at instrumentet kan brukes til å karakterisere materialtyper, fastlegge grenser og til en viss grad bestemme avsetningers mektighet. Konklusjon på utprøvingen er at NGU bør kjøpe inn instrumentet.</p>			
Emneord	Geofysikk		Løsmasse
	Elektromagnetisk måling		Bakkemåling

INNHOOLD

	Side
1. INNLEDNING	4
2. KONKLUSJON	4
3. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	4
4. RESULTATER OG DISKUSJON	7
4.1. Henning	7
4.2. Bjørka	10
4.3. Heistad	11
4.4. Jørem	12
4.5. Lundsmoen	14
4.6. Uglen	15
5. REFERANSER	18

KARTBILAG

85.199-01	Tilsynelatende motstand.	Profil 3 og 6.	Henning
-02	"	"	Profil 2. Bjørka
-03	"	"	Konturkart Bjørka
-04	"	"	Heistad
-05	"	"	Jørem
-06	"	"	Lundsmoen
-07	"	"	Uglen

1. INNLEDNING

I forbindelse med prosjektet "Geofysiske metodestudier på løsmasseavsetninger i Nord-Trøndelag" ble Geonics EM 31 innleid i to uker høsten 1985 for utprøving. Hensikten med dette var å prøve instrumentet og vurdere nytten av det ved NGUs løsmassekartlegging.

Opprinnelig var det planlagt å arbeide med instrumentet sammen med en geolog (Helge Hugdahl), men på grunn av annet feltarbeide var dette ikke mulig. Målingene ble derfor utført av J.F. Tønnesen og J.S. Rønning fra Geofysisk avdeling.

2. KONKLUSJON

EM 31 er en meget rask enmannsbetjent utrustning for bestemmelse av jordarters elektriske ledningsevne (motstand). Instrumentet egner seg meget bra til profilering, og enkle dybdesonderinger kan gi verdifull tilleggsinformasjon ved tolkning. Utprøvingen har vist at instrumentet kan brukes til å karakterisere materialtyper, fastlegge grenser og til en viss grad bestemme avsetningers mektighet. Konklusjonen på utprøvingen blir derfor at NGU bør kjøpe inn minst ett eksemplar av instrumentet.

3. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

EM 31 er en elektromagnetisk utrustning som måler undergrunnens elektriske ledningsevne direkte uten å ha kontakt med bakken. Instrumentet er spesialbygd for kartlegging av forskjellige jord-

arter, og kan til en viss grad bestemme deres mektighet. Utrustningen og anvendelsesmulighetene er utførlig beskrevet i brukermanual (Geonics 1978) og i det følgende blir det gitt et utdrag fra denne.

Instrumentet består av en senderspole og en mottagerspole samt en kontrollenhet hvor tilsynelatende ledningsevne kan avleses direkte i mmho/m. Spolene er plassert i en konstant avstand 3.66 meter fra hverandre og har vertikale akser. Arbeidsfrekvensen er på 9.8 kHz, og dybderekkevidden angis til 6 meter. Med dette menes at instrumentet kan detektere laterale endringer i ledningsevnen ned til 6 meters dyp. Tilsynelatende ledningsevne kan måles kontinuerlig, men i praksis vil en registrere data ved faste intervaller for senere profiluttegning.

Mulighetene til å utføre dybdesonderinger med instrumentet er begrenset i og med at både spoleavstand og frekvens er fiksert. En kan imidlertid foreta såkalte geometriske dybdesonderinger. Dette kan enten gjøres ved å bestemme ledningsevnen ved forskjellige høyder over bakken, eller ved å måle med spoleaksene vertikalt og horisontalt. For å oppnå sikre data ved førstnevnte metode bør det måles fra 0 til ca. 3 meter over bakken, og det sier seg selv at dette byr på praktiske problemer. Ved denne utprøvingen ble derfor alle dybdesonderinger utført ved å måle tilsynelatende ledningsevne med instrumentet på bakken etter den sistnevnte metode.

Ut fra en geometrisk dybdesondering kan en generelt for tolagstilfelle beregne tykkelse av lag 1 og ledningsevne i ett av lagene når en kjenner ledningsevnen i det andre laget. Siden EM 31 alltid måler tilsynelatende ledningsevne, er det vanskelig å bestemme ledningsevnen i det ene laget slik at de andre to størrelsene kan bestemmes. Uten tilleggsinformasjon fra f.eks. vertikale elektriske sonderinger har derfor denne tolkningsmuligheten begrenset verdi. I tolagstilfeller hvor en kjenner ledningsevnen i det best ledende laget og hvor en vet at ledningsev-

nekontrasten er stor (≥ 10) kan tykkelsen av lag 1 beregnes for hver stasjon uten å utføre dybdesondering.

Ved utprøvingen av instrumentet ble det i første omgang målt langs profiler over forskjellige typer løsmasseavsetninger hvor det tidligere var utført elektriske profileringer. Derneft ble det målt over avsetninger der en på forhånd ikke kjente til de elektriske ledningsevneforhold, men hvor kartlegging var utført. Nedenfor følger en liste over de aktuelle områdene. Profilene er tatt ut i samråd med ansatte ved Løsmasseavdelingen, NGU (forskerne Helge Hugdahl og Harald Sveian).

STED	KOMMUNE	UTM	ORIENTERING	MERKNAD
Henning 3	Steinkjer	6289 70943	1709	Ett profil, målt elektr.
Henning 6	"	6277 70953	179	" "
Bjørka 2	"	6233 70951	260 og 3009	Ett profil
Bjørka	"			Flere profil
Heistad	"	6218 70923	909	Ett profil
Jørem	"	6194 70925	395 og 459	"
Lundsmoen	Verdal	6331 70821	1509	"
Uglen	"	6285 70764	ca. 3459	"

Tabell 1: Undersøkte områder. UTM angir startpunkt på profil og orientering retningen i forhold til magnetisk nord.

Forut for og under utprøvingen av EM 31 regnet det svært mye i det aktuelle området, og dette påvirket målingene på to måter. De dagnære løsmasser hadde et uvanlig høyt vanninnhold noe som øker den elektriske ledningsevnen, spesielt i grovere materialer. Det kunne også påvises direkte instrumentfeil, noe som høyst sannsynlig skyldes fuktighet i kontrollenheten. Profiler som ble målt med slik feil er ikke tatt med i denne rapporten.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

I det følgende blir resultatene fra utprøvingen av EM 31 presentert som profiler og som konturkart (4.2. Bjørka). Avlest tilsynelatende ledningsevne er regnet om til tilsynelatende motstand (resistivitet) da dette er en mer vanlig måte å presentere data på. På enkelte stasjoner er det foretatt geometriske dybde-sonderinger med vertikale/horisontale spoleakser og resultatene fra disse er angitt med piler eventuelt nuller. På grunn av problemene med å bestemme ledningsevne (motstand) i ett av lagene er det i denne undersøkelsen bare foretatt kvalitative tolkninger av disse dybdesonderingene. Ved Uglen (4.6) hvor ca. ledningsevne i to lag kan bestemmes og hvor kontrasten er høy, er tykkelsen av lag nr. 1 beregnet.

4.1. Henning

Profilene 3 og 6 ved Henning ble målt for å få direkte sammenligning mellom EM 31 og elektriske målinger (tegning 85.199-01). Profilene ble høsten -84 målt med pol/dipol-konfigurasjon med konstant elektrodeavstand $a=12,5$ m. Profil 3 ble også målt med elektrodeavstand $a=5$ m. Profilkurvene for de to metodene viser stort sett samme forløp, men det er en del forskjeller mellom dem. Langs deler av profilene er verdiene fra EM 31 lavere enn for pol/dipol-målinger, og forskjellen synes å være spesielt stor i høymotstandsområder.

Metodeforskjellene kan ha flere årsaker:

1) Vanninnholdet i avsetningenes øvre deler er forskjellig ved de to målingene.

Det var store nedbørmengder høsten -85 da EM 31 målingene ble utført og det må regnes med høyt vanninnhold også i de grovere og permeable deler av avsetningene.

2) Måle metodene vil ha noe forskjellig dybderekkevidde.

Vertikale motstandskontraster i undergrunnen vil da medføre forskjell i måleverdiene for tilsynelatende motstand. Forskjellen vil være avhengig av både dypet til motstandskontrastene og av kontrastenes størrelse.

3) Systematiske forskjeller mellom metodene.

En dansk undersøkelse (Statens Vejlaboratorium 1982) viser at EM 31 gir lavere motstandsverdier enn elektriske målinger (Wenner med $a=5$ m) for verdier større enn 100-200 ohmm. Forskjellen mellom metodene øker med motstanden.

Metodeforskjellen medfører at i områder med forholdsvis høy motstand i grunnen vil elektriske målinger bedre skille ut motstandsendringer.

Profil 3

Metodene viser god overensstemmelse for motstandsverdier under 200-300 ohmm, mens det for økende motstand vil være en økende forskjell mellom målekurvene. Ved maksimum på kurvene er forholdet mellom motstandsverdiene større enn 2.

Målingene viser at EM 31 verdiene er mer lik verdiene for pol/dipol med $a=12,5$ m enn med $a=5$ m. Det kan også se ut som det kommer noen flere detaljer med ved de elektriske målingene.

Metodene kan sies å gi tilnærmet samme informasjon og stemmer godt overens med den foreløpige kartleggingen. De første 200 m er kartlagt som breelavsatt sand/grus, mens materialet går over i silt og silt/leire videre i profilet (Sveian in prep.). Fra 250 m og videre går profilet ned i en eldre skredgrop. I begynnelsen av profilet er det påfylt materiale i et tidligere masse-tak og dette medfører forholdsvis lave verdier der. Målingene viser at sand/grusavsetningen har størst mektighet 100-150 m i

profilet. Skredpåvirket materiale nede i gropa ser ut til å ha noe høyere motstand enn silt/leire ovenfor skredkanten.

Profil 6

Det 800 m lange profilet krysser over en bred ryggform som er kartlagt som randmorene (Sveian in prep.). Ryggformen ser ut til å være sammensatt av to rygger, og profilet krysser en ryggtopp ved 300-350 m mens den høyeste toppen kommer ved 600 m. Ifølge foreløpig kartlegging kommer det inn leire og silt de første 200 m av profilet. Derfra stiger terrenget ganske steilt mot første ryggtopp. Videre er terrenget nær flatt før det stiger opp mot neste ryggtopp. De siste 80 m går profilet over oppdyrket, men våt myr.

Metodeforskjellen ved høye motstandsverdier er ikke så systematisk for dette profilet. Under ryggtoppene er motstandsverdiene nær sammenfallende for de to metodene. De elektriske målingene gir et maksimum i øvre del av skråningen ned mot silt og leire. Dette kommer ikke fram ved EM 31 målingene. Årsaken er trolig ulikt vanninnhold. Materialet i overflaten ser ut til å være vesentlig grus og vil normalt være godt drenert. I området mellom ryggene er EM 31 verdiene gjennomgående noe lavere enn for de elektriske målingene.

Målingene viser at avsetningen er nokså sammensatt i området mellom ryggene. Kurvene danner to minima, ett ved 400-450 mm og ett ved 550-580 m hvor materialet er ganske godt ledende. Mellom disse to minima er det et maksimum av tilsvarende verdi som under ryggtoppene. Ut fra disse data kan det se ut som ryggformen er sammensatt av materiale fra minimum 3 brefremstøt.

Nede på myra viser EM 31 verdier rundt 100 ohmm mens de elektriske målingene ligger på et nivå rundt 200 ohmm. Dybdesonderinger med

EM 31 viser at motstanden øker med dypet under myra, mens det ellers i profilet gjennomgående er høyest motstand øverst i avsetningen. Det ser ut til at EM 31 er mer dominert av godt ledende overflatesjikt som myrmaterialet danner enn de elektriske målingene er.

4.2. Bjørka

Ved Bjørka er det med EM 31 forsøkt å kartlegge en vel 1,5 km lang ryggform som går tilnærmet i nordsyd-retningen. Det er målt langs en rekke profiler på tvers av ryggen. Total profillengde er vel 6 km, og det er foretatt instrumentavlesning for hver 25 m. Det er mulig å utføre et såpass omfattende måleprogram i løpet av en arbeidsdag, og dette viser at metoden er meget rask.

I tegning 85.199-03 er resultatene framstilt som konturkart over tilsynelatende motstand i området. I grove trekk følger konturene terrengkotene med høyest motstand langs ryggen og lavest motstand nede på flatene på begge sider hvor det er myr og marin silt og leire. Men det er en del avvik, særlig langs sørlige halvdel av ryggen. Ved massetaket krysser området med høyest motstand tvers over ryggen fra vest-nordvest mot øst-sydøst og fortsetter videre mot syd-sydøst langs østsiden av ryggen.

For mer detaljert å se hvordan motstanden varierer over ryggen i syd er resultatene fra profil 2 vist i kartbilag 85.199-02. Profilet har nullpunkt i nordøst og krysser toppen av ryggen ved to gårdsbruk. Nede på flaten lengst vest er motstanden rundt 100 ohmm. Oppover vestskråningen og over toppen av ryggen varierer motstanden en del, men ligger i området 150-300 ohmm. Verdiene regnes å være representative for morenemateriale i dette området. I øvre del av østskråningen er det et område på ca. 150 m som skiller seg klart ut med motstandsverdier 400-1000 ohmm. Her

regnes materialet å være breelvavsatt sand og grus. Motstanden avtar videre mot nordøst og er 50-60 ohmm nede på den marine leirflaten.

Det opptrer to markerte minima på toppen av ryggen i profil 2. Disse ser ut til å ha nær forbindelse med de to fjøsbygningene som passeres, og skyldes nok at grunnen er infiltrert av forurenset avrenning fra driftsbygningene. Det samme kan sies om lokalt minimum lengre nord på ryggen (se tegning 85.199-02).

4.3. Heistad

Målingene omfatter et nær 800 m langt profil tvers over en rygg kartlagt som breelvavsetning (Sveian 1985). Ryggen er omgitt av marin silt og leire, men ved landhevningen ble avsetningen utsatt for utvasking ved bølgeaktivitet og det ble dannet strandavsetninger langs begge sider av ryggen. Grensene mellom materialtyperne slik som det framgår av det kvartærgeologiske kartet er angitt langs profilet øverst i tegning 85.199-04.

Breelvmaterialet viser tilsynelatende motstand 300-400 ohmm. Det er forholdsvis lavt for denne materialtype (jfr. Pr. 3, kap. 4.1), og kan skyldes høy vannmetningsgrad og/eller høyt finstoffinnhold.

En elektrisk sondering ble utført like etter EM 31 profileringen og den gir motstandsverdier på 1100-1300 ohmm i de øvre deler av avsetningen. Målingene viser at det er metodiske forskjeller ved høye motstandsverdier, (jfr. diskusjon under kap. 4.1.).

Uregelmessigheter i EM 31 profilet ved 450 m skyldes trolig laterale inhomogeniteter i forbindelse med kryssing av veg og kutråkk.

Marine avsetninger nær ryggen på distalsiden i vest er kartlagt som silt. Motstandsverdier fra EM 31 på 150-200 ohmm viser også at materialet inneholder lite leire og saltinnhold i porevannet må være lavt. På innsiden av ryggen er det motstandsverdier rundt 100 ohmm nærmest ryggen og det tyder på hovedsakelig siltig materiale med lavt saltinnhold i porevannet. Lengst øst i profilet kommer det inn marin leire med motstandsverdier 30-50 ohmm.

Strandavsetningene kommer fram i profilet som en overgangssone med avtagende motstandsverdier ut fra ryggen, men grensetrekking mot de andre avsetningstypene synes noe diffus ut fra profilkurven.

Dybdesonderingene med EM 31 viser at det over hele ryggen er høyest motstand øverst i avsetningen. Videre tolkning av sonderingene med beregning av tykkelse av øverste lag er problematisk da motstanden i øverste lag er vanskelig å bestemme og vil også variere betydelig lateralt.

4.4. Jørem

Ved Jørem (Mære) er det kartlagt flere typer avsetninger (Sveian 1985), og et 800 meter langt profil ble målt for å se hvordan den elektriske motstanden varierer over disse.

Profilet starter i marine avsetninger bestående hovedsakelig av silt ifølge kartleggingen. Profilet viser enkelte målinger hvor motstanden er nede mot 50 ohmm, og dette indikerer betydelig innslag av leire. Ved koordinat 300 øker motstanden til i størrelsesorden 130 ohm, noe som indikerer morene. Kartleggingen sier at overgangen til morene først kommer ved koordinat 400, men det er antydning at morenen kan ligge under yngre strandavsetninger og marine avsetninger noe før denne grensen. Geometriske son-

deringer ved koordinat 300 og 400 viser at motstanden begge steder er størst i det øvre lag. Dette viser at det ikke er finkornige marine avsetninger over morenen i området. Målingene indikerer altså at grensen mellom marint- og morenemateriale går ved koordinat 300 og at morenen fram mot koordinat 400 kun kan være dekket av et forholdsvis tynt lag strandvasket materiale.

Ved koordinat 500 er det påvist et lokalt minimum i motstanden. Dette har trolig sammenheng med at profilet her krysser en veg. Nord for vegen, mellom koordinatene 500 og 700, er det påvist ett høyere nivå i motstanden (180 til 230 ohmm). Dette området er kartlagt som breelvavsetning og strandvasket materiale. Sammenlignet med de andre områder med breelvavsetning (Henning, Heistad, Lundsmoen) er motstanden lav, og dette kan ha sammenheng med at mektigheten er relativt liten. Geometrisk dybde-sondering ved koordinat 700 viser imidlertid ingen lagdeling, og det kan derfor tyde på at den lave motstanden skyldes at avsetningen består av relativt dårlig sortert materiale. For å undersøke dette nærmere burde det vært utført flere geometriske sonderinger med EM 31 og i tillegg en elektrisk sondering. Ved koordinat 700 faller motstanden brått ned til ca. 65 ohmm noe som har sammenheng med overgang til ca. 1,5 m myr over marint materiale.

En spesiell problemstilling ved dette profilet var å se om strandvasket materiale som vanligvis er vanskelig å kartlegge gav spesielle anomalier. Dessverre må en si at dette ikke er tilfelle. Det kan påvises svake reduksjoner i motstanden hvor det er kartlagt strandavsetning, men disse kan ikke sies å være signifikante.

4.5. Lundsmoen

Tilsynelatende motstand langs et profil ved Lundsmoen i Verdal er vist i tegning 85.199-06. Profilet ble målt på grunn av at det her er kartlagt flere avsetningstyper og at fast fjell kommer stadig nærmere dagen mot øst (Sveian 1981).

Profilet starter lengst i vest i marine avsetninger. Målt motstand i de første 50 metrene er ca. 50 ohmm og dette stemmer godt med at materialet er kartlagt som blanding av silt og leire. Fra koordinat 50 til 150 stiger motstanden jevnt, og dette skyldes trolig en gradvis økning i andelen av silt i materialet. En annen mulig forklaring er at mektigheten av de marine avsetningene avtar gradvis, og at den målte tilsynelatende motstand i økende grad bestemmes av underliggende morene. Det siste er imidlertid mindre sannsynlig da geometriske sonderinger indikerer høyere motstand i det øverste laget.

Sett bort fra tre lokale minimum, ligger motstanden i den delen av profilet som går over morene (koordinat 150 til 325) i størrelsesorden 125 til 180 ohmm. Dette synes noe lavt til morene å være og årsaken til dette ligger i høy vannmetningsgrad og/eller høyt finstoffinnhold. De to første lokale minima ligger like ved to fjøs og det antas at avrenning fra gjødselkjeller er årsak til lavere motstand (se også 4.2. Bjørka). Dette bekreftes av geometriske dybdesonderinger som viser lavere motstand i topplag enn i det underliggende lag. Lokalt minimum ved koordinat 325 skyldes skifte av skalafaktor og at instrumentet var noe ut av justering slik at en ikke hadde overensstemmelse mellom de forskjellige skalafaktorer.

I den første delen av området som er kartlagt som breelavsetning (340-387) ligger motstanden rundt 500 ohmm noe som stemmer godt med hva en har sett for tilsvarende avsetninger i de andre områdene. Tidligere diskusjon (4.2. Henning og 4.3. Heistad) har

imidlertid vist at denne verdien kan være noe lav på grunn av metodiske avvik. Lokal topp ved koordinat 400 kan skyldes at denne avlesningen ble gjort på toppen av en stenhaug og at en derved kom lengre bort fra det materialet en skulle kartlegge. Mellom koordinatene 400 og 475 viser målingene motstandsverdier som indikerer morene. Det kan derfor synes som sand og grus bare finnes i avsetningens vestlige del.

Mot slutten av profilet øker motstanden på nytt, og dette skyldes at fast fjell kommer stadig nærmere dagen. Dette bekreftes av at motstanden er lavere i topplag enn i underliggende lag. Ved å anta spesifikk motstand lik 100 ohmm i lag 1 og ca. 5000 ohmm i lag 2 (fjell) kan tykkelsen av løsmassene beregnes (Geonics 1978, fig. 8). Ved koordinat 425 blir denne større enn 9 meter, ved koordinat 450 lik 7 meter, 1,4 meter ved 475 og 0,5 meter ved enden av profilet. Det siste synes å stemme bra med observasjoner i området.

4.6. Uglen

Målingene ved Uglen (tegning 85.199-07) starter lengst øst i rasgropa fra Verdalsraset i 1893. Fra koordinat 100 til 350 følger profilet vegen opp fra gropa, og fortsetter videre mot vest over en elveavsetning, som antas å ligge over marine avsetninger. Området er kartlagt i målestokk 1:20 000 (Sveian 1981). På grunnlag av boringer og kartlegging ble det antydnet at elveavsetningen var mektigst lengst øst og at avsetningen kilte ut mot vest. Profilet ble målt for å se om dette avspeilet seg i måleverdiene.

Lengst i øst ligger resistiviteten i størrelsesorden 60-70 ohmm noe som indikerer marint materiale med stort innsalg av leire. Dette er i samsvar med kartleggingen. Mellom koordinatene 125 og

325 opp skråningen fra rasgropa ligger måleverdiene i størrelsesorden 120 ohmm noe som er i klar kontrast til nivået en finner oppe på elveavsetningen. Det er nærliggende å anta at en her finner blandingsmaterialer fra selve raset, og ut fra de geofysiske målingene kunne området hatt en egen farve på kartet.

Innover elveavsetningen viser målingene en trinnvis reduksjon i resistivitet fra ca. 500 ohmm ved koordinat 400 ned til ca. 80 ohmm ved slutten av profilet. I dette området ble det foretatt en rekke geometriske dybdesonderinger og alle unntatt en (koordinat 1150) viser at den elektriske motstanden er størst i det øverste laget. Dette kan ha sammenheng med høyere vannmetning mot dypet, men nærmere studium indikerer interessante detaljer. Forholdet mellom tilsynelatende motstand med vertikale og horisontale spoler er tilnærmet lik 1 ved koordinatene 575 og 675, i størrelsesorden 0,5 fra 700 til 950 og ca. 0,2 mellom 1000 og 1100. Ved koordinat 1150 er dette forholdet lik 1. Kvalitativt kan dette tolkes til at mektigheten av elveavsetningen ved koordinatene 575 og 675 er så stor at tilsynelatende motstand bestemmes hovedsakelig av elveavsetningens motstand. Deretter følger et område (700-900) hvor elveavsetningen og den underliggende marine avsetningen bidrar noenlunde likt, og til slutt området fra 1000 til 1100 hvor mektigheten av elveavsetningen er liten og at målt tilsynelatende motstand bestemmes hovedsakelig av underliggende marine avsetning. Ved koordinat 1150 indikeres kun det underliggende lag.

På grunnlag av de geometriske dybdesonderingene ble tykkelsen av lag 1 (elveavsetningen) forsøkt beregnet, men på grunn av at det er vanskelig å bestemme motstanden i de enkelte lag og at formelverket er meget følsomt for små feil ble dette droppet. Målingene indikerer imidlertid at det er en relativt høy motstandskontrast mellom de to lagene, og en kan da få et grovt anslag for tykkelsen av lag 1 ved å benytte tolkningskurve i brukermanual (Geonics 1978, fig. 8). I tegning 85.199-07 er det

gitt en slik tolkning av elveavsetningens tykkelse (t_1). En har her antatt en motstand i lag 1 lik 680 ohmm og 68 ohmm i lag 2. Det har ikke vært mulig å sammenholde denne tolkningen med annen geofysikk, men det kan nevnes at det i en byggegrop 10 m til side for profilet ved koordinat 1000 kunne påvises elveavsetning med mektighet større enn 2 meter (huseier, personlig informasjon). Dette er i uoverensstemmelse med tolkningen, og årsaken til dette kan være laterale variasjoner. Ved koordinat 1025 ble ikke motstanden bestemt nettopp på grunn av store laterale variasjoner. Videre har valg av motstand i de enkelte lag avgjørende betydning for tolkningen. Det kan i denne sammenheng nevnes at tilsvarende tolkning ved undersøkelser i Sverige har vist tildels meget bra samsvar med boringer (Müllern et al. 1982).

Den tolkning av profilet ved Uglen som her er gitt er ikke helt i overensstemmelse med kartleggingen. Området fra koordinat 800 og vestover er kartlagt som marine skredmasser. Geofysikken og observasjoner i byggegrop indikerer her elveavsetningen på toppen av de marine avsetningene er intakt til tross for utglidninger, og at mektigheten ligger i størrelsesorden 1 til 5 meter. Det hentydes derfor at grensen mellom elveavsetning og marine avsetninger på kartet burde vært flyttet ca. 300 meter mot vest.

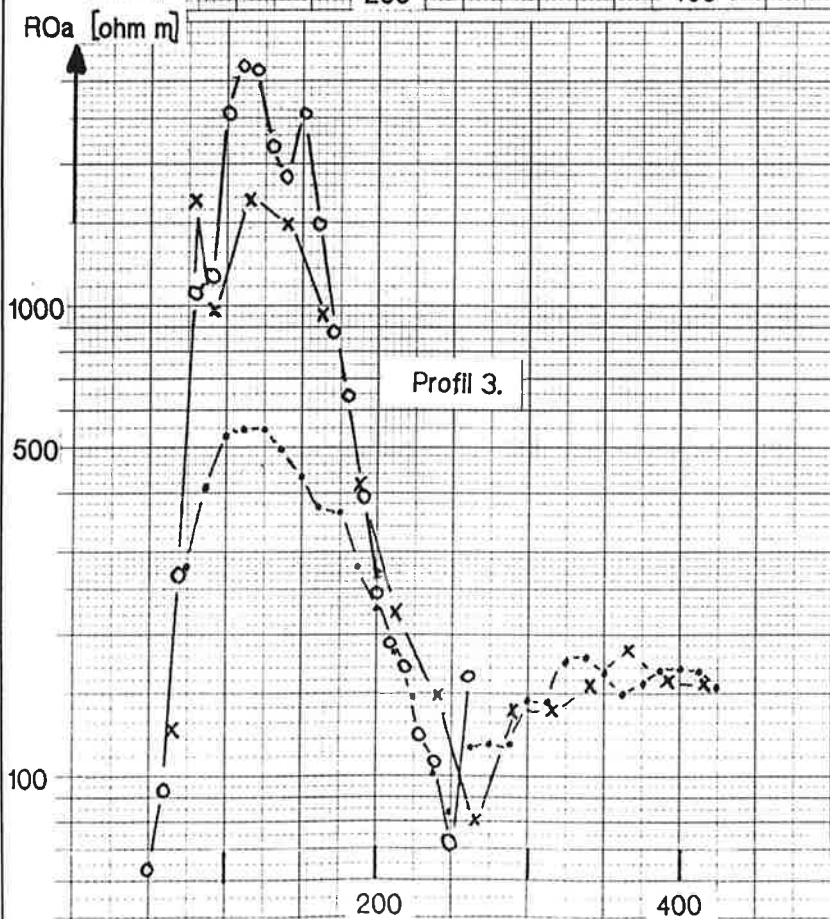
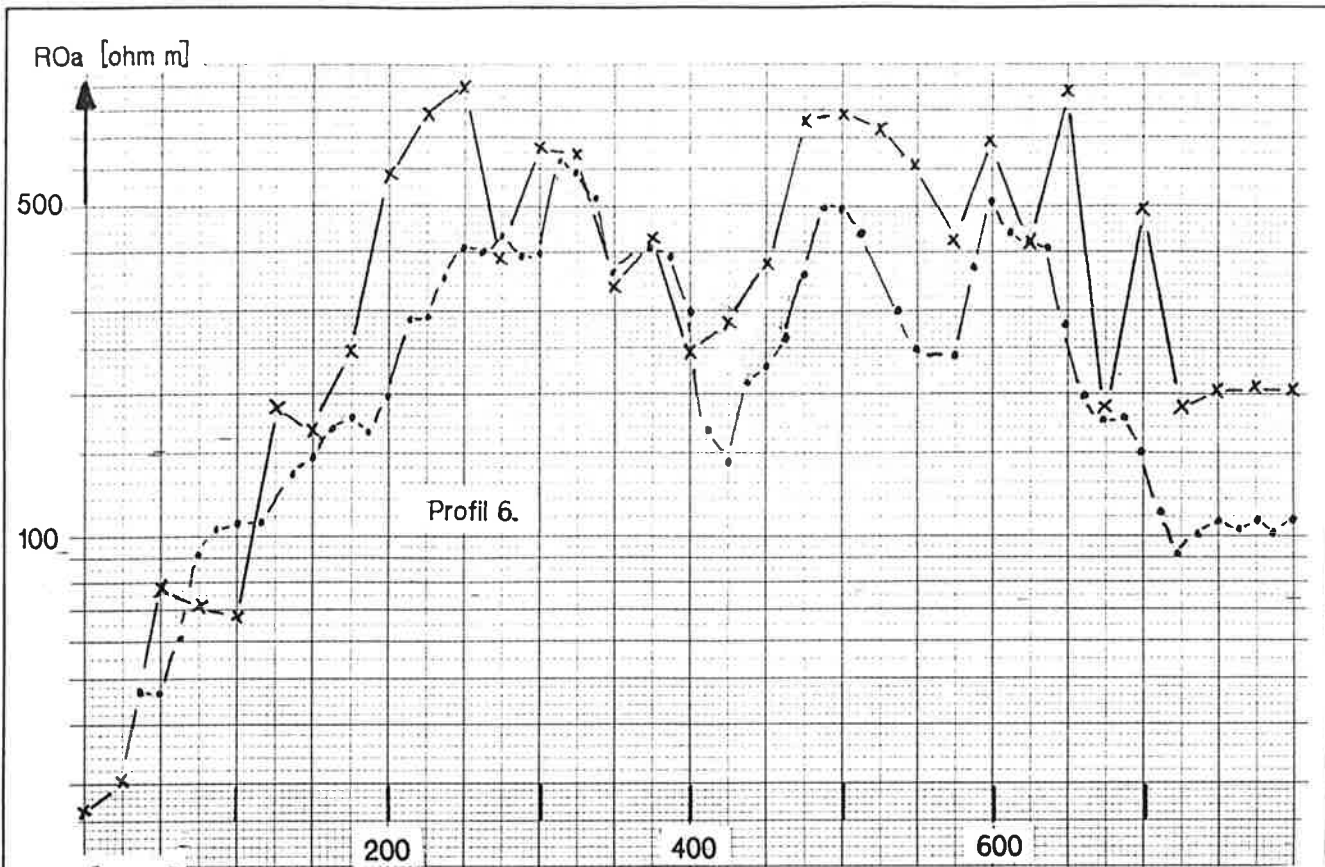
Trondheim, 27. november 1985
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Jan S. Rønning
Jan Steinar Rønning
forsker

Jan Fredrik Tønnesen
Jan Fredrik Tønnesen
forsker

5. REFERANSER

- Geonics 1978: EM 31, Operating manual. Geonics Limited, Ontario, Canada.
- Müllern et al. 1982: Elektromagnetiska mätningar för kontinuerlig eller punktvis bedömning av jorddjup och jordart längs profiler. Geobygg nr. 2, 1982.
- Statens Vejlaboratorium 1982: GEONICS, sammenlignende målinger GEONICS-GEOEL. Interne notater 136.
- Sveian, H. 1981: Stiklestad CUV 135136 - Kvartærgeologisk kart M 1:20 000, NGU.
- Sveian, H. 1985: Børgin CST 137138 - Kvartærgeologisk kart M 1:20 000, NGU.
- Sveian, H. (in prep.): Henning CUV 139140 - Kvartærgeologisk kart M 1:20 000, NGU.



TEGNFORKLARING :

- EM 31
- x- EL a=12.5m
- o- EL a= 5.0m

NGU
Tilsynelatende motstand. Profil 3 og 6.
HENNING
Steinkjer, Nord-Trøndelag.

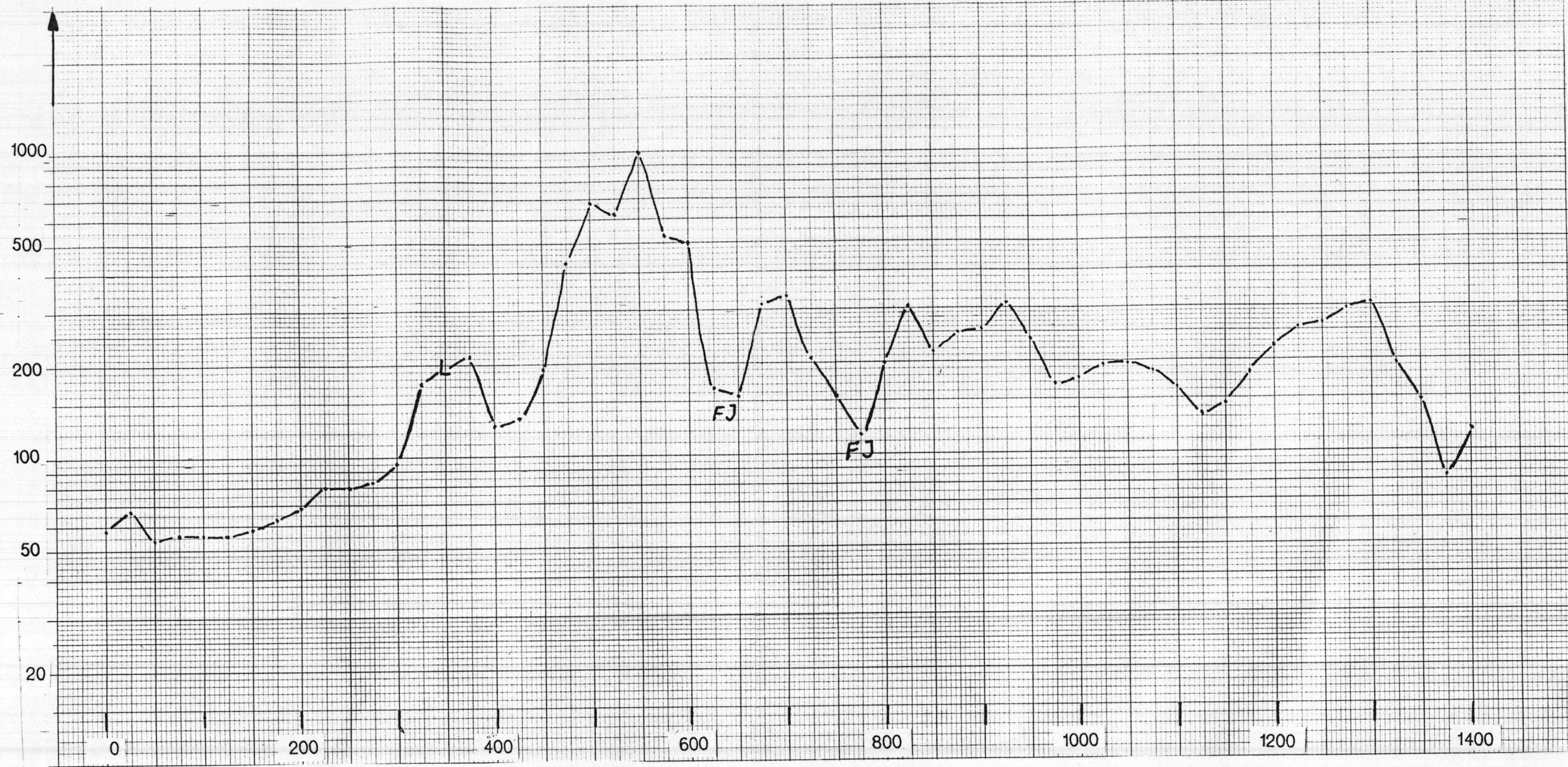
MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT JFT	okt.-85
	TEGN JSR	okt.-85
	TRAC	
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
85.199-01

KARTBLAD NR.
1722 IV

ROa [ohm m]



TEGNFORKLARING :

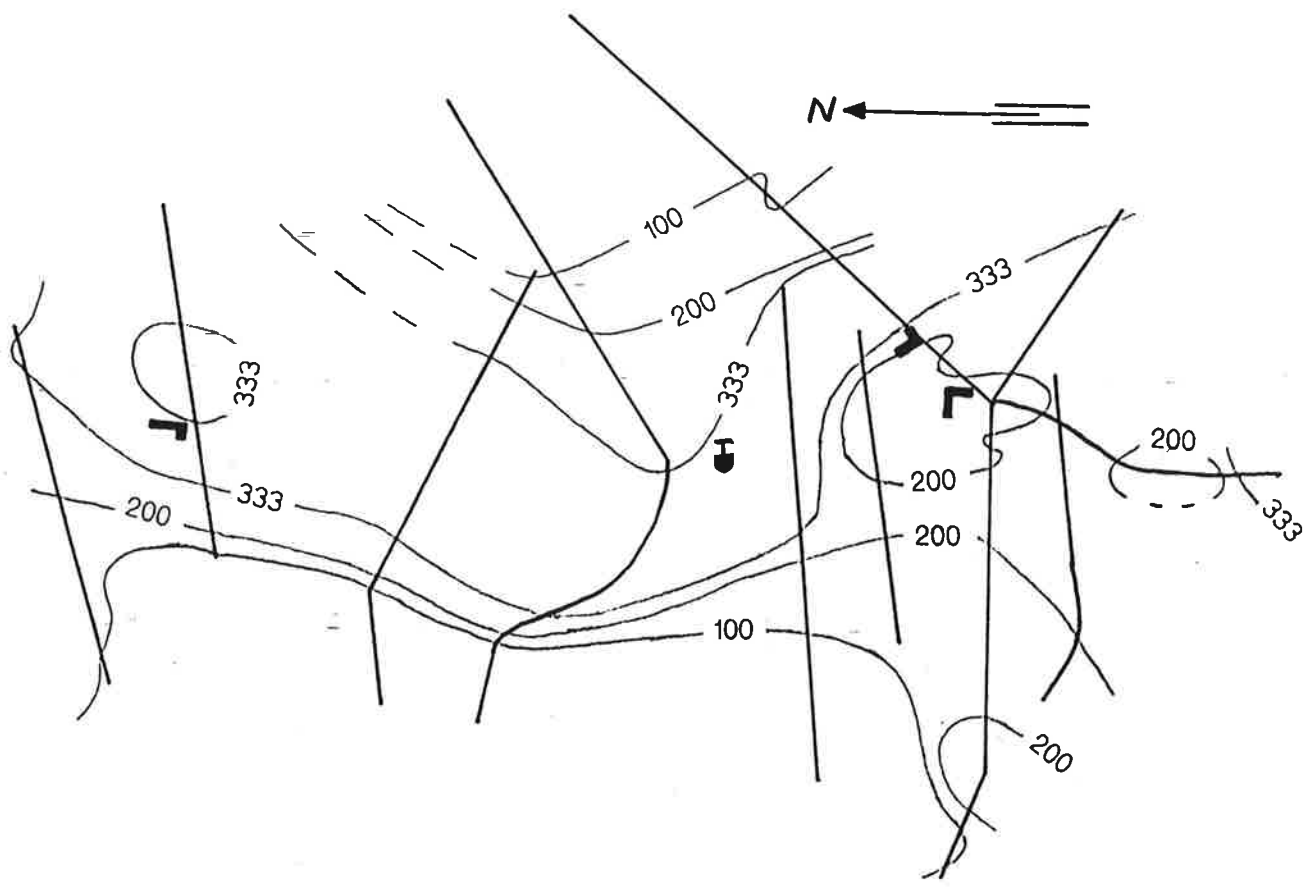
L : Lateral inhomogenitet.
 FJ : Fjøs.

NGU
 Tilsynelatende motstand. Profil 2.
 BJØRKA
 Steinkjer, Nord-Trøndelag.








MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT	JSR	okt.-85
	TEGN	JSR	okt.-85
	TRAC		
	KFR.		

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR. 85.199-02	KARTBLAD NR. 1722 IV
--------------------------	-------------------------



TEGNFORKLARING :

-  : Massetak.
-  : Fjøs.
-  : Målt profil.
-  $R_o > 333$ [ohm m]
-  $333 > R_o > 200$ [ohm m]
-  $200 > R_o > 100$ [ohm m]
-  $100 >$ [ohm m]

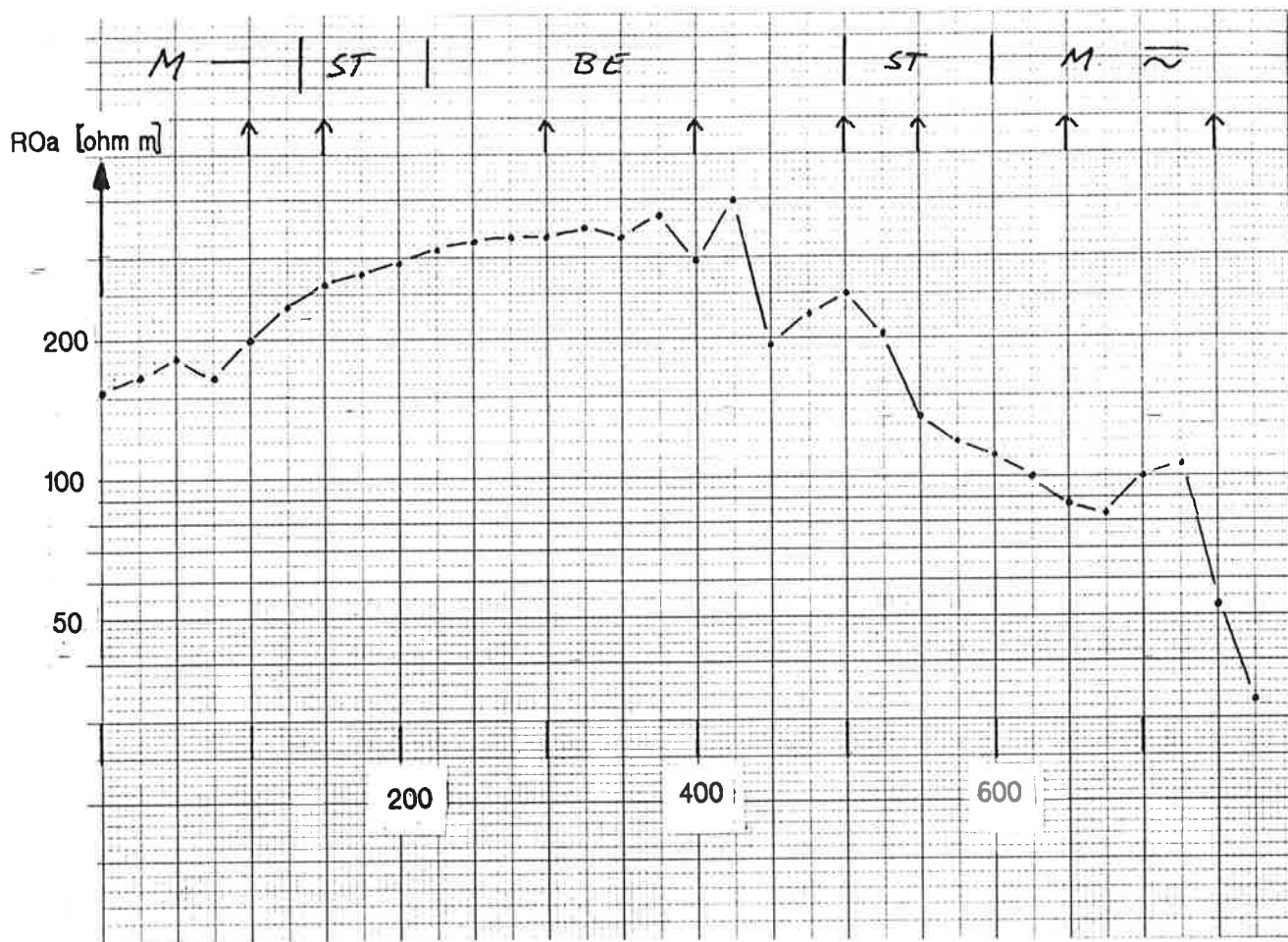
NGU
 Tisynelatende motstand. Konturkart.
 BJØRKA
 Steinkjer, Nord-Trøndelag.

MÅLESTOKK 1:10 000	MÅLT JSR	okt.-85
	TEGN JSR	okt.-85
	TRAC	
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 85.199-03

KARTBLAD NR.
 1722 IV



TEGNFORKLARING :

- BE : Kartlagt som brelvavsetning.
- M- : Kartlagt som marint, hovedsaklig silt.
- M~ : Kartlagt som marint, silt og leire.
- ST : Kartlagt som strandavsetning.
- ↑ : Høyere motstand i topplag.

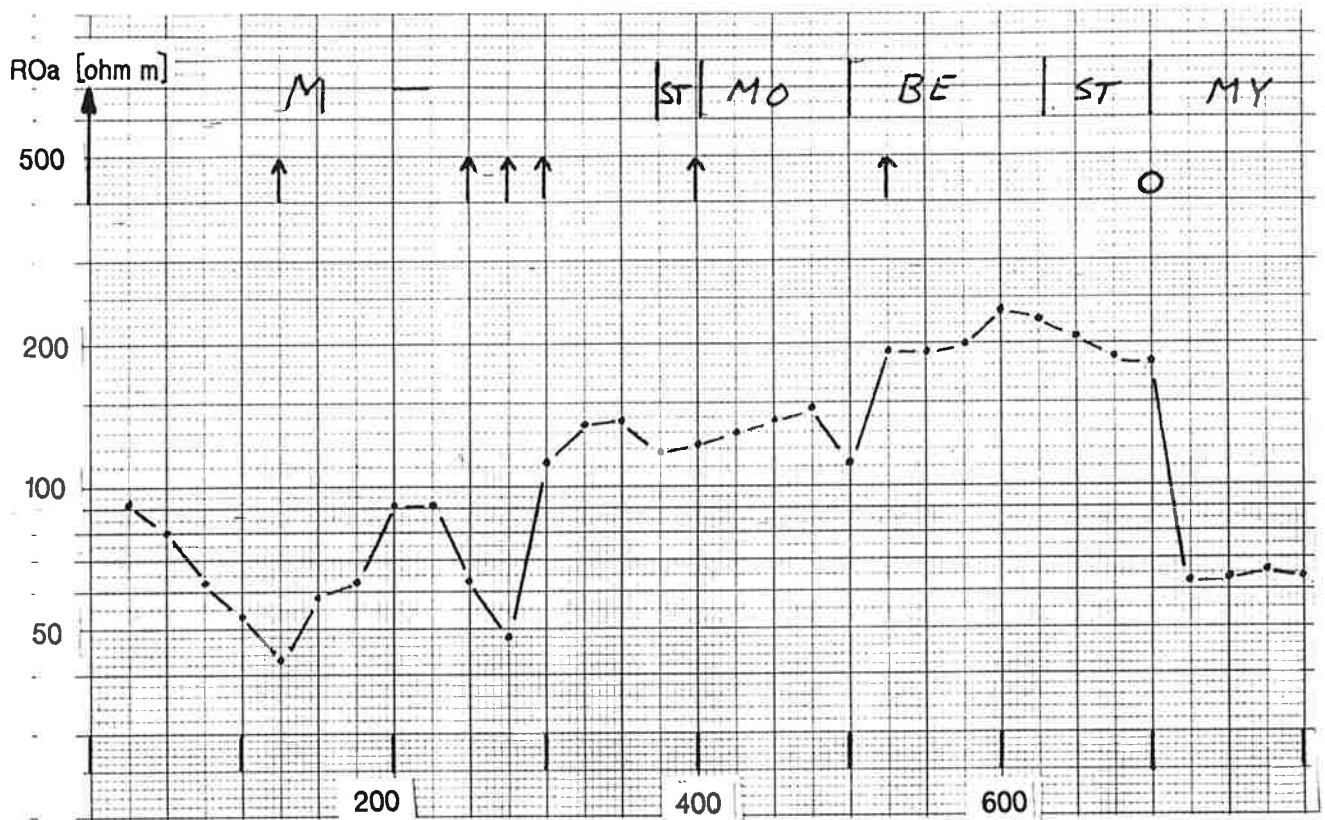
NGU
Tilsynelatende motstand.
HEISTAD
Steinkjer, Nord-Trøndelag.

MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT JSR	okt.-85
	TEGN JSR	okt.-85
	TRAC	
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
85.199-04

KARTBLAD NR.
1722 IV



TEGNFORKLARING :

- BE : Kartlagt som breelavsetning.
- M- : Kartlagt som marint, hovedsaklig silt.
- MO : Kartlagt som morene.
- MY : Kartlagt som myr.
- ST : Kartlagt som strandavsetning.
- f : Høyere motstand i topplag.
- O : Ingen påvisbar lagdeling.

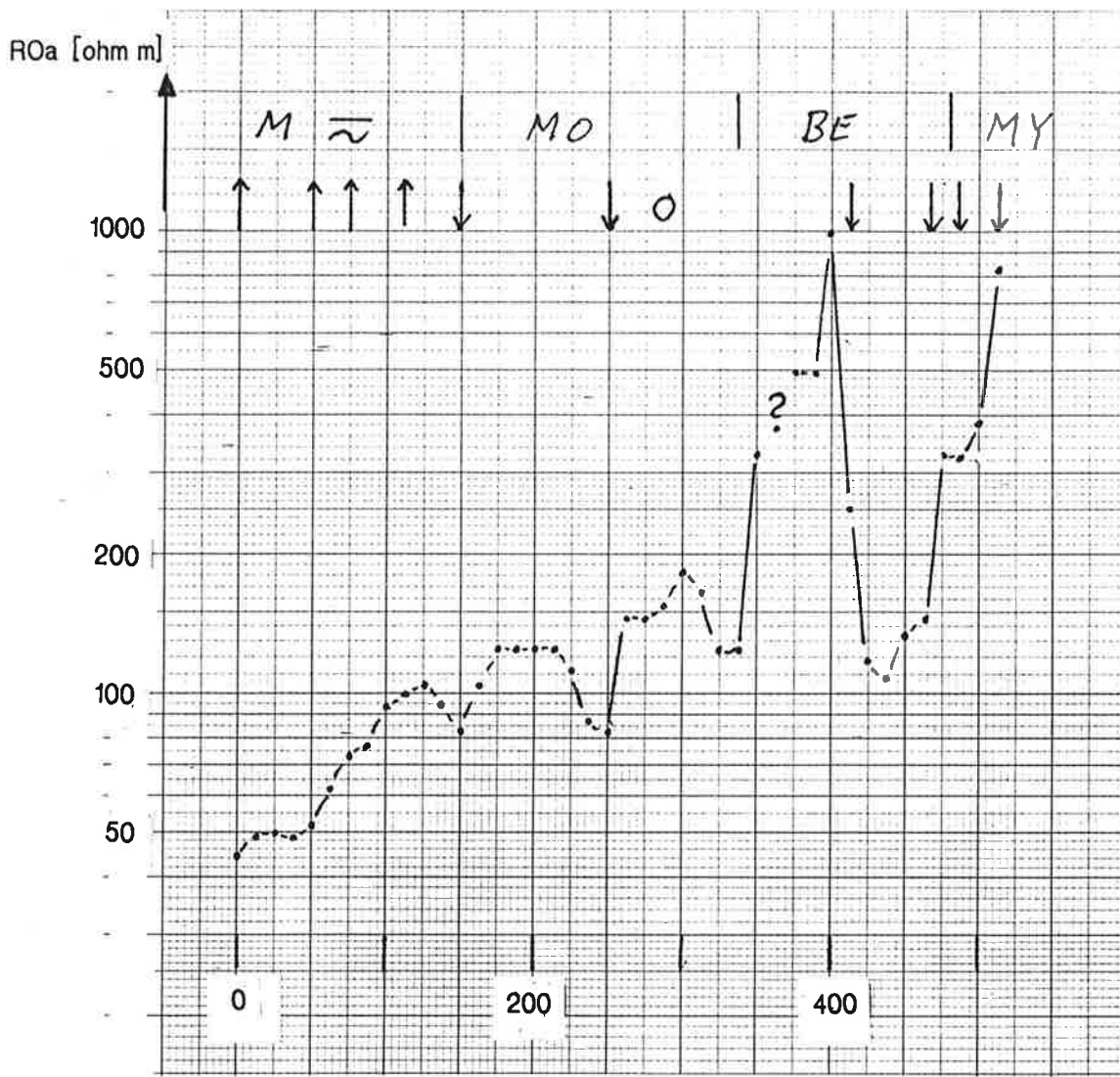
NGU
Tilsynelatende motstand.
JØREM, MÆRE
Steinkjer, Nord-Trøndelag.

MALESTOKK 1:5000	MALT JSR	okt.-85
	TEGN JSR	okt.-85
	TRAC	
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
85.199-05

KARTBLAD NR.
1722 IV



TEGNFORKLARING :

- BE : Kartlagt som breelavsetning.
- M \approx : Kartlagt som marint, silt og leire.
- MO : Kartlagt som morene.
- MY : Kartlagt som myr.
- ↑ : Høyere motstand i topplag.
- ↓ : Lavere motstand i topplag.
- 0 : Ingen påvisbar lagdeling.
- ? : Forstyrrelse p.g.a. kraftlinje.

NGU Tilsynelatende motstand. LUNDSMOEN Verdal, Nord-Trøndelag.	MALESTOKK 1:5000	MÅLT JSR	okt.-85
		TEGN JSR	okt.-85
		TRAC	
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 85.199-06	KARTBLAD NR. 1722 IV	



TEGNFORKLARING :

- E : Kartlagt som elveavsetning.
- M~ : Kartlagt som marint, silt og leire.
- MK- : Kartlagt som marint, hovedsaklig silt.
Skredmasser fra kvikkleireskred.
- ↑ : Høyere motstand i topplag.
- 0 : Ingen pavisbar lagdeling.
- t₁ : Tolket tykkelse av lag 1 (elveavsetning).

NGU Tilsynelatende motstand. UGLEN Verdal, Nord-Trøndelag	MÅLESTOKK	MÅLT JSR	okt.-85
	1:5000	TEGN JSR	okt.-85
		TRAC	
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 85.199-07	KARTBLAD NR. 1722 IV	