



Bergvesenet rapport nr 3232	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv Bergverksselskapet	Ekstern rapport nr OL 7502	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Mofjellet Grube
Forsøk med VLF-målinger

Forfatter

Ø. Logn

Dato År

10.01 1975

Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)

Bergverksselskapet Nord-Norge A/S

Kommune

Rana

Fylke

Nordland

Bergdistrikt

Nordlandske

1: 50 000 kartblad

19271

1: 250 000 kartblad

Mo i Rana

Fagområde

Geofysikk

Dokument type

Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)

Mofjellet

Råstoffgruppe

Malm/metall

Råstofftype

Pb

Zn

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Resymé:

VLF-felter er målt i kom. ort over linse II. Målinger er gjort ved 2 anledninger.

- 1) Med skinnegang i orten
- 2) Med flere brudd i skinnegang

Det viser seg at de fremkomne feltbilleder i de to tilfeller i hovedtrekkene er like. Skinnegangens bidrag til feltvariasjoner er derfor mindre enn feltvariasjoner fra malmen i linse II.

Sterke feltgradierter som følger felthengen av linse II, påvist i orten, viser at strømkonsentrasjoner er induisert i nærheten av øvre begrensning for linse II. Feltene svekkes mot øst, der linse II fjerner seg fra orten.

I et visst parti av orten (1900 Ø) synes feltene å tyde på uregelmessig strømfordeling.

INTERN RAPPORT.

Nordraaks vei 2.

1324

Lysaker, Norge.

DATO: 1975-01-10

RAPPORT NR: ØL 7502

KARTBLAD

Antall sider

— — bilag

SAKSBEARBEIDER

Ø. Logn.

RAPPORT VEDPØRENDE:

Mofjellet Grube

Forsøk med VLF-målinger.

FORDELING

OSLO:

☐

HK

☐

PK

☐☐☐☐☐☐☐

KIRKENES:

☐☐☐☐☐☐☐☐

ANDRE:

☐

Dir. Sandberg

☐Mofjellet Gr.☐☐☐☐☐

RESYMÉ:

VLF-felter er målt i kom. ort over linse II. Målinger er gjort ved 2 anledninger:

- 1) Med skinnegang intakt i orten
- 2) Med flere brudd i skinnegang.

Det viser seg at de fremkomne feltbilleder i de to tilfeller i hovedtrekkene er like. Skinnegangens bidrag til feltvariasjoner er derfor mindre enn feltvariasjoner fra malmen i linse II.

Sterke feltgradienter som følger felthengen av linse II, påvist i orten, viser at strømkonsentrasjoner er induert i nærheten av øvre begrensning for linse II. Feltene svekkes mot øst, der linse II fjerner seg fra orten.

I et visst parti av orten (19000) synes feltene å tyde på uregelmessig strømfordeling.

KOMMENTAR:



Mofjellet Grube.
Forsøk med VLF-målinger.

1. Innledning.

I forbindelse med anvendelse av VLF-målinger for malm-letingsformål under jord hadde man i Gamle Vigsnes Grube funnet at tilsynelatende synes feltene fra VLF-radio-stasjonene å trenge relativt dypt ned i jordskorpen. Fullt målbare felter ble påvist i 260 m dyp, og man ønsket derfor å få prøvet denslags under-jord-målinger i flere gruber. I denne forbindelse ble man enig med direktør P.Sandberg om å gjøre innledende orienteringer i Mofjellet og Bleikvassli gruber (se rapp over VLF-målinger i Bleikvassli) under et besøk ved grubene.

Den rapport beskriver resultatene oppnådd i kom.ort over linse II i Mofjellet Grube.

I samme forbindelse har man utført forsøk med VLF i Fosdalens østgrube, som er en av landets dypeste gruber. En artikkel inntatt i julenummeret av bedriftsavisen til Fosdalen, "Salva", der man kort beskriver metoden og resultatene i Fosdalen, refereres i det følgende.

2. Forsøk med VLF-målinger i Fosdalen.

Tanken å benytte radiobølger i malmleting er ikke ny. Det har ikke manglet på idéer og forsøk med forskjellig apparatur. Forsøkene har imidlertid ikke ført til etablering av rutinemessige malmletingsmetodikker, fordi radiobølgenes høye frekvens gir liten nedtrengning av bølger i jordoverflaten. Bølgene vil derfor ha små muligheter for å komme i kontakt med eventuelle malmdannelser, selv om disse skulle ligge i relativt beskjedent dyp.

Etter siste verdenskrig har man imidlertid bygget ut et antall meget sterke militære radiosendere for kommunikasjon med ubåter. Disse sender på lave radiofrekvenser i området 15-25 kilohertz (kHz) (herav forkortelsen VLF = Very Low Frequency), og bølgene kan, på grunn av den lave frekvens, trenge ned i sjøen og skaffe forbindelse med ubåter i undervannsstilling. Senderne benytter en vertikal antenne, og bølgene reflekteres fra jonosfæren og får på denne måte meget stor rekkevidde (fig. 1). Rekkeviddene for endel sterke senderstasjoner fremgår av fig. 2. Som man ser, kan både britiske og russiske stasjoner mottas i vårt land, hvis man har en egnet mottaker. Selv den amerikanske NAA som ifølge fig. 2 ikke skulle nå frem hit, har vi mottatt med godt resultat flere steder i landet. Radiobølgene består av et magnetisk og et elektrisk vekselfelt. Det er det magnetiske felt som har spesiell interesse i malmletingsproblematikken. Det magnetiske felt står vinkelrett på bølgenes retning, dvs. på retningen til senderstasjonen (se fig. 1), og feltet kan ha en ikke ubetydelig nedtrengningsevne i undergrunnen. Hvis derfor dette magnetiske vekselfelt trenger gjennom en elektrisk ledende malmlinse, vil det indusere vekselspenninger i malmen (såkalte hvirvelstrømmer), som igjen vil være opphav til et sekundært magnetisk vekselfelt omkring vedkommende malmlinse. Ved å måle opp dette magnetiske felt, skulle det således være mulig å skaffe til veie data som kan fortelle hvor malmlinsen befinner seg.

Disse tanker førte finsk-kanadieren V. Ronka på den idé å lage en spesiell mottaker for måling av anomale variasjoner i den magnetiske komponent av VLF-bølgene. I 1964 ble det første instrument kalt "Geonics 16" markedsført av det kanadiske firma Geonics Limited.

Instrumentet er konstruert etter et prinsipp som tillater direkte avlesning av den vertikale komponent fra det sekundære felt som induseres i malmen, ved å innstille på lydminimum av den tone instrumentet sender ut. Måleresultatene trenger ingen etterfølgende beregninger, men kan umiddelbart tegnes opp som kurver. Som det fremgår av fig. 3 varierer både feltstyrke (kurve mrk. "Reell") og fase (kurve mrk. "Imaginær") på en karakteristisk måte over begge malmforekomster. Kurveformen gir mulighet for å vurdere størrelsesom posisjon, dyp og eventuelt styrke av indikerte elektrisk ledende mineralisasjoner. Rapport over resultatet kan således leveres kort tid etter at målingene er utført, og det er innlysende at dette er en stor fordel ved metoden.

Alle elektriske malmletingsmetoder har imidlertid den ulempe at man får påvist tekniske elektriske ledere over jord eller nedgravet i jord, f. eks. høyspentiledninger, kabler, vannledninger, etc. Slike "tekniske indikasjoner" virker forstyrrende især hvis de forekommer i nærheten av elektrisk ledende malmdannelser, og resultatet kan bli at feltene fra malmen helt eller delvis "drukner" i feltene fra de tekniske anlegg. På den annen side vil VLF-målinger ikke, slik som magnetometermålinger, være forstyrret av små magnetittmengder i gråberget.

VLF-målinger er intet unntak i så henseende. De store avstander til senderne bevirker at lange kabler og rørledninger kan gi uforholdsmessige sterke indikasjoner. Målingene egner seg derfor best i jomfruelig terreng uten at tekniske inngrep har skjedd. I så henseende skulle forsåvidt dype gruver der avstanden til overflaten med tekniske anlegg er stor, være ideell for VLF-målinger når disse kan gjøres før man legger inn kabler for strøm etc. i ortene.

Dybderekkevidden av det primære felt fra senderstasjonen er avhengig av undergrunnens elektriske ledningsevne. Jo dårligere ledende bergartene i gjennomsnitt er, desto dypere vil radiobølgene trenge ned. Oppgaven i Fosdalen var i første rekke å finne ut hvor langt det primære magnetfelt fra radiobølger trenger ned jordskorpen i Norge, i annen rekke å se om eventuelle sekundære felter fra de kjente malmdannelser kan påvises i Østgruva's orter. Man kan i denne forbindelse tenke seg at VLF-målinger kan supplere magnetometermålinger under driften, f. eks. inn mot Blokk 3, eventuelt Blokk 4, 5 osv.

Forsøkene^{som} ble utført på et. 9, 10, 11, 14 og 18 i Østgruva viste klart at VLF-radiobølgene trenger meget dypt ned i jordskorpen. Feltene fra de 2 sterke stasjoner som vi kan ta inn med instrumentet, den norske Helgelandsender JXZ og den franske FÜO, var under prøvene godt målbare på et. 18 ved stoffen vest for Hovedsjakt V som befinner seg vel 1000 under Dagen.

Når det gjelder malmleting under jord i Fosdalen ved denne metode, viste det seg at man først må få klarlagt nærmere styrken av forstyrrende felter fra:

1. Elektriske kabler. 2. Ventilasjonrør. 3. Vann- og lufrør og 4. Skinnegang,

for man kan trekke konklusjoner om metodens anvendbarhet.

Etter de forelopige orienteringer som ble utført, synes det klart at elektriske kabler gir sterke felter som utelukker malmleting etter denne metode i deres nærhet. I de orter hvor kabler med 2000 Volts spenning er innlagt, har det ingen hensikt å gjøre VLF-målinger. Likeledes der man har kjøreledning for togsett. Derimot ga ikke skinner, luft- og vannrør særlig sjenerende felter. Ventilasjonrørene ga noe sterkere felter, men det er mulighet for at målinger kan utføres uten særlig av betydning ved den ortvegg som ligger lengst fra rørene. Ved målinger inn mot stoffen på et. 14 der man ennå ikke hadde lagt inn kabler og ventilasjonrør, påviste man VLF-anomalier som åpenbart må skyldes sekundære felter fra malmen i Blokk 3.

De sekundære felter fra malmen er dog neppe av en slik styrke at de lar seg påvise på overflaten, som ligger ca. 1000 m over etasje 14.

O. L.

3. Utførelse.

Målingene ble utført i kom.ort over linse II 17.april og 25. juni 1974. Resultatene av de første rekognoseringer utført 17. april viste at det var ønskelig å få gjort tilsvarende målinger utført i samme ort uten, eller med oppbrutt skinnegang. Da skinnegangen allikevel skulle fjernes fra orten, sørget geolog Kruse for at skinnegangen ble brutt flere steder, slik at en kontrollmåling under endrete betingelser kunne foretas 25. juni.

Målingene ble utført med A/S Sydvarangers Geonic 16. Det ble målt felter fra den britiske sender GBR og fra den amerikanske sender NAA. Vinkelen mellom bølgeretningene for de to stasjoner er ca.10 grader, hvilket burde gi omtrent samme betingelser for induksjon av sekundære spenninger i malmlinsen.

GBR sender på frekvens 16.0 kHz, NAA på 17,8 kHz.

Målepunktene med feltstyrkeobservasjoner er innlagt på kartskissene. Gjennomgående ble det målt med 20 m avstand i kom.orten, og 10 m i tverrrslaget, såvel ved de første målinger og ved kontrollmålingene med brutt skinnegang. De siste ble utført i området øst for 1896 Ø. Som følge av at man ved de første orienteringer ikke var oppmerksom på muligheten for kontrollmålinger med brutt skinnegang, ble ikke målepunktene markert. Kontrollene er derfor ikke utført i nøyaktig samme punkter som de tidligere utførte rekognoseringer. De enkelte observasjonspar, (med- eller med brutt skinnegang), i de enkelte målepunkter lar seg derfor ikke umiddelbart sammenholde når det, som i en del av kom.orten, finnes elektrisk ledende kisimpregnasjoner i ortveggene.

4. Resultater.

Resultatene er fremstillet i de 4 kartskisser pl. 1-4. Kartskisse pl. 1 og pl. 2 viser h.h.v. variasjoner i reell-komponent og imaginærkomponent av vertikalfeltstyrken fra sender GBR, angitt i prosent av primærfeltet. Kartskisse pl. 3 og pl. 4 viser tilsvarende variasjoner i feltstyrken fra sender NAA. Feltstyrkene målt med bruddt skinnegang er understreket (øst for 1896 Ø). For å gi et mest mulig oversiktlig bilde av de observerte feltstyrker er det forsøkt å fremstille kotekart over de enkelte feltstyrkekomponenter, selvom den arealmessige dekning er altfor dårlig for en slik fremstilling. Den usikkerhet m.h.p. kotetrekking som foreligger i noen avstand fra kom.orten er søkt fremstillet ved stiplede koter av vekslende streklengde. Enkelte forbindelser er kun antydnet ved prikking.

Ekvifeltlinjer med intakt skinnegang i kom.orten er angitt ved "strek-prikk"-koter på samtlige kartskisser, mens ekvifeltlinjer med bruddt skinnegang er angitt med strekete koter. Øst for 1896 Ø er det derfor på alle 4 kartskisser dobbelt sett med ekvifeltlinjer.

På samtlige kart er retningen til vedkommende radio-stasjon, samt det primære magnetfelts retning (loddrett på forplantningsretningen) inntegnet. På imaginærkartene pl. 2 og 4 er dessuten den horisontale feltstyrkes retning i de enkelte målepunkter innlagt, målt med silvakompass med skinnegangen intakt i orten. På kartskissene er videre angitt avbygningsgrensene for linse II.



4.1. Reelkomponenten av GPR-feltet (pl. 1)

- a) Med skinnegang intakt. Feltet er karakterisert ved et negativt område vest for ca. 2000 Ø (maks. negativ verdi = 93%) med sterkeste feltstyrke ved brytningsområdet for linse II. Øst for 2000 Ø danner feltet et positivt område (maks. positiv verdi = + 76%); sterkeste feltstyrke i orten ligger i området østre halvdel. Mot øst og i tverrslaget avtar feltstyrken forholdsvis hurtig, hvilket bør bety at malmen som når opp til feltorten i området omkring 2000 Ø, ligger i noe større avstand fra kom.ort. nivået ved tverrslaget.
- b) Med brudd skinnegang. I store trekk viser feltet med brudd skinnegang samme billede som feltet med intakt skinnegang i området øst for profil 2000 Ø. Også med brudd skinnegang er feltet positivt i ^{dette} området, med maksimal verdi + 54%, svarende til + 76% i tilfelle a). Den vesentligste forskjell i de to tilfeller er at området med positivt felt har flyttet seg noe sydover ved måling med brudd skinnegang. Differansene i de enkelte feltverdier kan like godt skyldes kisimpregnasjoner som ligger i ortveggene (måle-punktene er ikke identiske i tilfelle a) og b)), som variasjoner p.gr.a. brudd i skinnegang.

4.2. Imaginærkomponenten av GBR-feltet (pl.2)

- a) Med skinnegang intakt. I vestre del er det påvist en feltgradient som løper omtrent parallelt med kom.orten. Gradienten faller mot syd og antyder et negativt center i brytningsområdet for linse II. I østre del (øst for 1900 Ø) er det påvist noe sterkere graderter som angir et utstrakt negativt feltområde like syd for kom.orten, med maksimale negative feltverdien på ca. 20% ved 1900 Ø, og ca. 10% lengere øst i orten. Feltet svekkes mot tverrslaget på samme måte som reelkomponenten.

b) Med brutt skinnegang. Feltet i østre del målt med brutt skinnegang skiller seg ikke vesentlig fra feltet i tilfelle a). Gradienter i orten tyder på et negativt feltområde like syd for orten. Feltet avtar jevnt mot øst og er meget svakt ved tverrslaget, mens de maksimale negative verdier på ca. 20% finnes i området 1900 Ø - 2050 Ø.

c) Horisontalfeltets retning. (med intakt skinnegang). I kom.ortens østre del faller horisontalfeltets retning omtrent sammen med primærfeltets retning H_{GBR} (se pl.2). I vestre del er derimot horisontalfeltet betydelig dreiet i forhold til primærfeltet, hvilket må tyde på sterke horisontale sekundærfelter vest for 1900 Ø, mens området øst for 1900 Ø er i sterkere grad preget av vertikale sekundærfelter.

4.3. Reellkomponenten av NAA-feltet (pl.3).

a) Med skinnegang intakt. I vestre del er området preget av sterkt negativt felt med høyeste verdi ca. 125%. Ved 1900 Ø skjer en tilsynelatende innsnevring av det negative område. Øst for 1900 Ø forekommer et langstrakt drag med negative feltstyrker, som har de høyeste negative verdier mellom 1950 Ø og 2075 Ø (-80-83%), hvorfra feltstyrken svekkes jevnt mot tverrslaget.

b) Med brutt skinnegang. Feltet i østre del av kom.orten målt med brutt skinnegang skiller seg ikke vesentlig fra feltet målt med intakt skinnegang, bortsett fra at feltverdiene er noe forskjellige i de to tilfeller. Eneste forskjell av betydning finnes lengst øst der feltet med brutt skinnegang skifter fra negativt til positivt i orten, mens feltet med intakt skinnegang er negativt helt bort til tverrslaget.

4.4. Imaginærkomponenten av NAA-feltet (pl.4).

- a) Med skinnegang_intakt. Vestre del av kom.orten er preget av gradienter som anviser et felt med positiv feltstyrke beliggende i brytningsområdet syd for orten. Feltet er sterkest lengst vest (40%) og avtar jevnt østover i retning mot tverrslaget. Omtrent ved 2100Ø skjer et fortegnsskifte, slik at feltet er negativt i kom.ortens østligste del og i tverrslagets nordlige del.
- b) Med bruddt skinnegang. Feltet målt med brudd i skinnegang viser et fortegnsskifte ved 2000 Ø, med svakere positive feltverdier vest for 2000 Ø, og med et mere markert negativt felt østover mot tverrslaget, der det etterhvert svekkes. I grove trekk er dette samme bilde som fremkommer med skinnegang intakt.
- c) Horisontalfeltets retning. (med intakt skinnegang). Likesom GBR-feltet faller også horisontalfeltets retninger for NAA-senderen i ortens østre del omtrent sammen med primerfeltets retning H_{NAA} (pl.4). I området 1800 Ø til 1900 Ø er det imidlertid påvist sterkt avvikende retninger, hvilket tyder på sterke sekundære horisontalfelter i dette område, i motsetning til lengere øst, der de sekundære felter kan være overveiende vertikale. Dette resultat er i overensstemmelse med resultatet av målingene i GBR-feltet.

5. Kommentar.

Ut fra de erfaringer man i løpet av 1974 har gjort med VLF-målinger under jord kan man generelt trekke følgende konklusjoner:

- 1) Sterke feltgradienter i ortene tyder på nærliggende strømkonsentrasjoner i ledende systemer. Dette gjelder både reell- og imaginærkomponent.

- 2) Passerer orten fra heng til ligg eller omvendt, bør det skje et fortegnsskifte i feltet. Dette gjelder også både reell- og imaginærkomponent.
- 3) Geonic 16 måler ordinært vertikalfeltet i prosent av det primære horisontalfelt. Hvis det i ledende systemer i jorden opptrer strømkonsentrasjoner som gir sterke horisontale felter vil dette ikke kunne fastslås ved måling av vertikalfeltet alene. Man kan dog skaffe seg forestilling om horisontale feltkomponenter finnes, ved å måle feltets retning i hvert enkelt målepunkt. Er retningene parallelle med en normalretning bestemt i et elektrisk nøytralt område, vil feltene vesentlig være vertikale og strømkonsentrasjonene tilnærmet horisontale. Er det avvikende retninger tilstede vil strømkonsentrasjonene ha større eller mindre horisontale komponenter.
- 4) Det er viktig å benytte et induserende primærfelt som gir gunstig induksjon i det ledende system, d.v.s. tilnærmet loddrett strøket, hvis mulig.
- 5) Forstyrrende effekter fra rør etc kan å mange tilfeller holdes under kontroll.
- 6) Elektriske kabler gir vanligvis sterke forstyrrende felter.

Forsøkene har således vist at VLF-feltene målt under jord med fordel kan benyttes for veiledning av driften. Ved målinger i feltort skulle man dog ønske seg større mulighet for en arealmessig dekning i horisontalplanet enn tilfjellet var i kom.orten i Mofjellet der de optrukne ekvifeltlinjer, foruten på målingene i feltorten, utenlukkende er basert på målinger i det østre tverrslag. Om man hadde hatt en spole for måling av VLF-felter i borhull, skulle man kunne fremstille et sikrere bilde av de i malmen induserte strømkonsentrasjoner. Et VLF-instrument for borhull er såvidt vites ikke konstruert, men saken er tatt opp både med N.G.U. i Trondheim og Institutt for Geologi, Oslo Universitet, og vi håper at det med tiden skal komme noe positivt ut av disse henvendelser.

Når det gjelder resultatene i kom.orten, skal man få henlede oppmerksomheten på feltvariasjonene i området omkring 1900 Ø. Her er det påvist:

- a) Et fortegnsskifte i flere av komponentene
- b) En markert endring av horisontalfeltene's retning.

Det synes som om man i området omkring 1900Ø har uregelmessigheter i malmforløpet som gir seg tilkjenne i VLF-feltene (se også rapport over Selvpotensialmålinger).

Svekningene av feltene lengst i øst kan bero på at linse II fjerner seg under orten. I så fall skulle resultatene i tverrslaget tyde på at rekkevidden av de sekundære VLF-felter har en viss begrensning,

Lysaker 1975-01-10

Ø. Logn
Ø. Logn

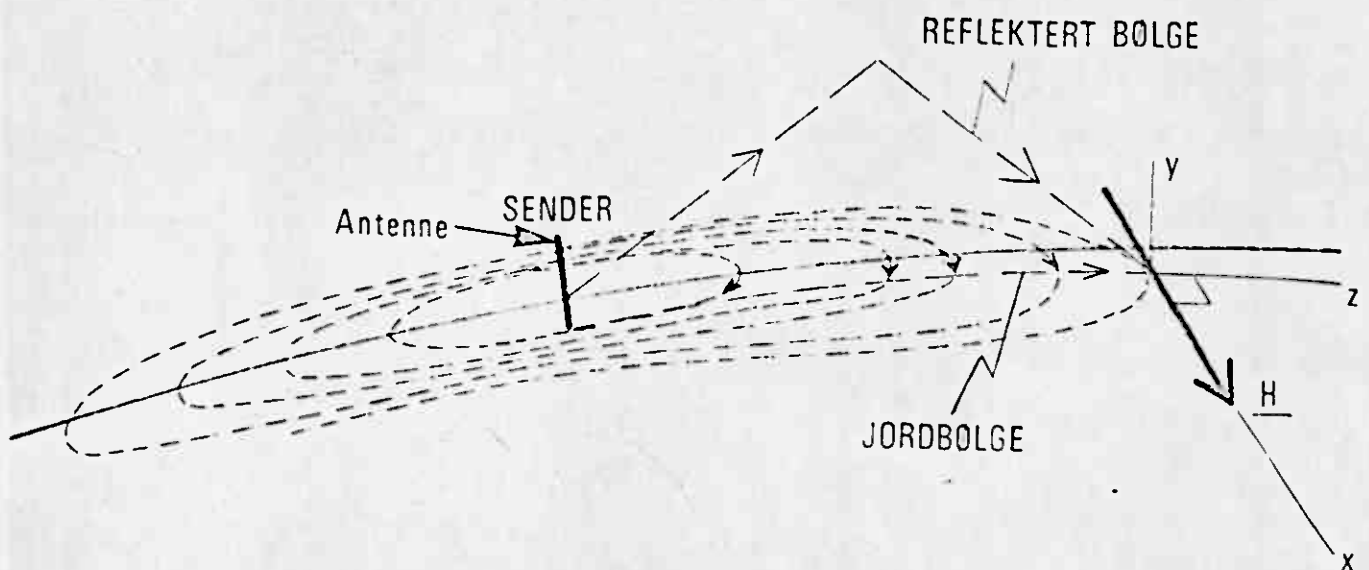


Fig. 1. Prinsippskisse.

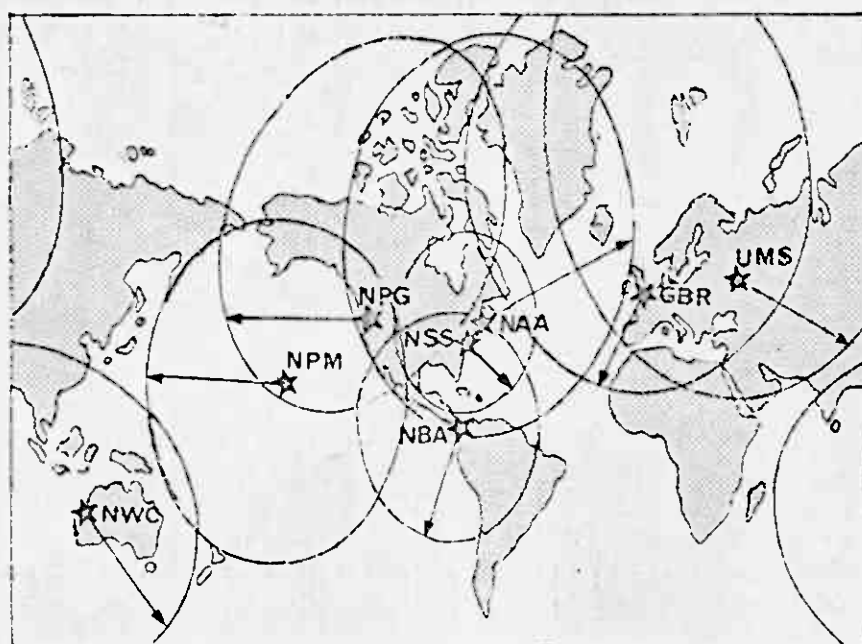


Fig. 2. Rekkevidde for en del sterke VLF-sendere.

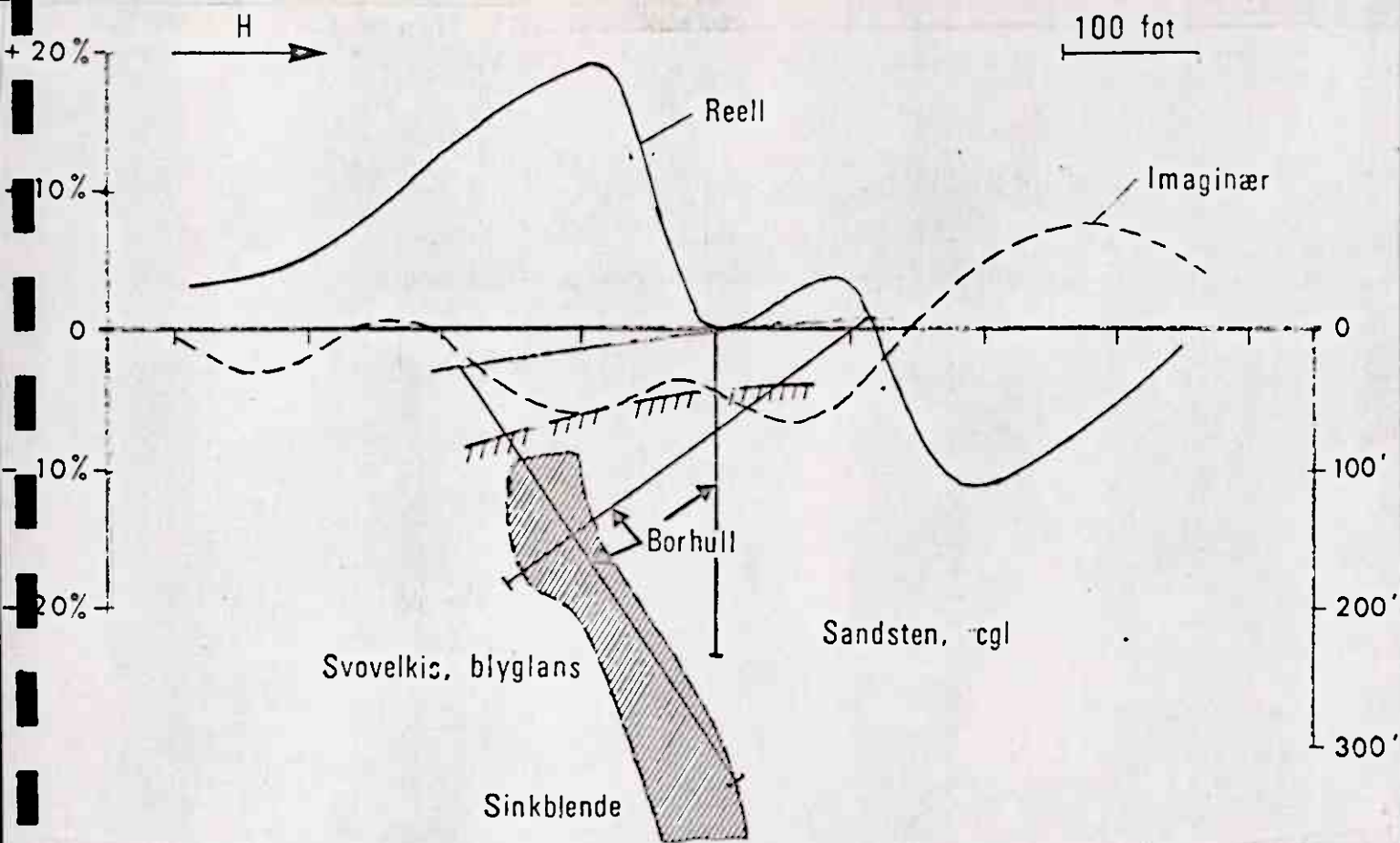


Fig. 3A. VLF-feltkurver.

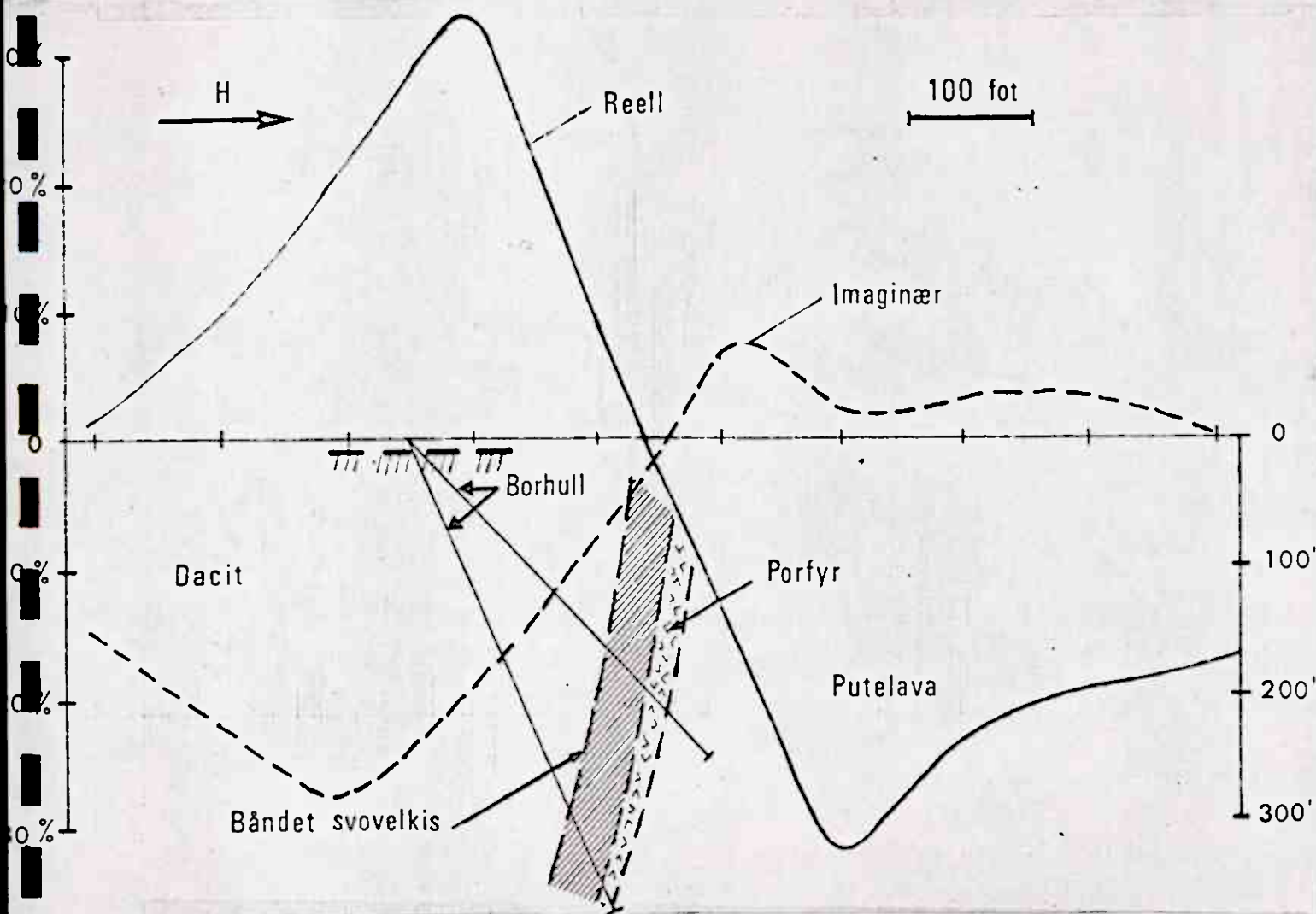


Fig. 3B. VLF-feltkurver.

17000

18000

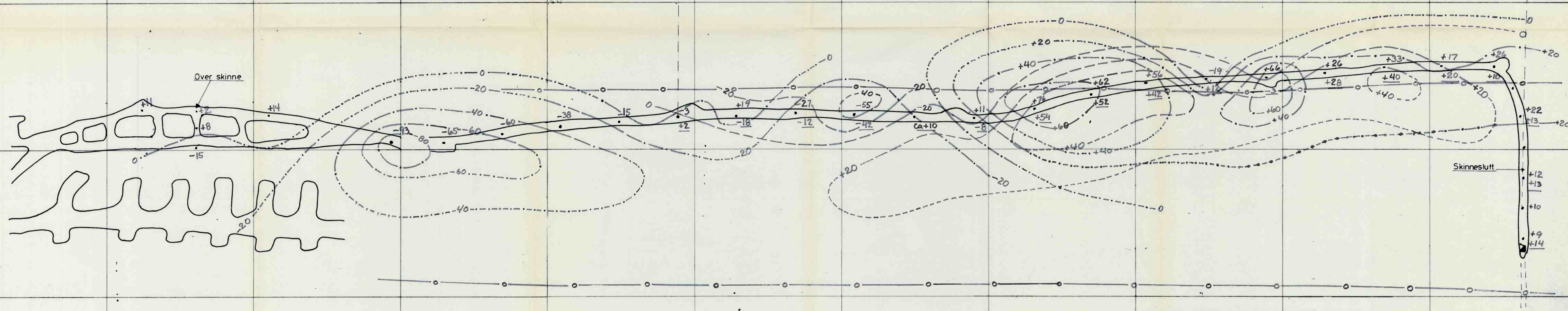
19000

20000

21000

LINSE II
"kom. ort"

Kontrollmåling 25 juni 1974 med flere brudd i skinnegang



MAGNETISK FELTSTYRKE, REELLKOMONENT, EHHET %.

- Med skinnegang i ort
- Med flere brudd i skinnegang
- Avbygningens grense for linse II

MOFJELLET GRUBER	MALESTORR	TEGN
LINSE II VLF målinger	500	OBS
Sender GBR		TRAC. LN. MAL-74
A/S SYDVARANGER		- PL. 11

17000

18000

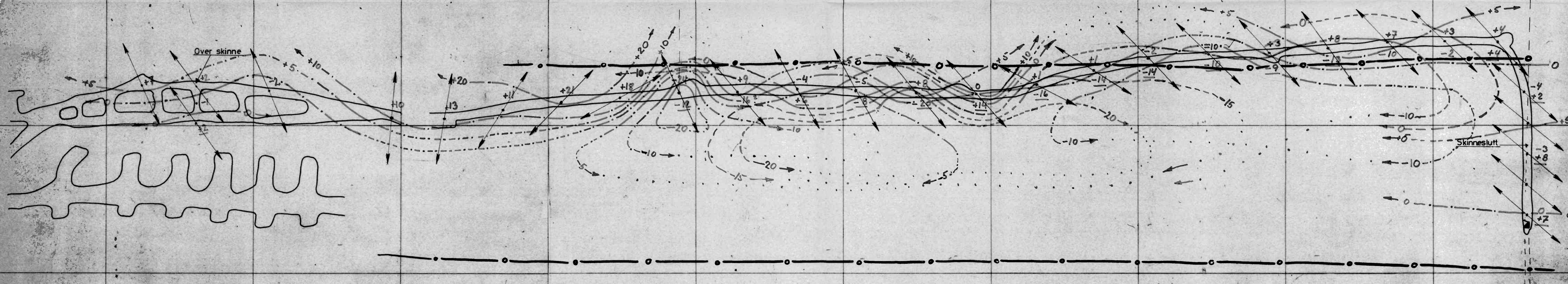
19000

20000

21000

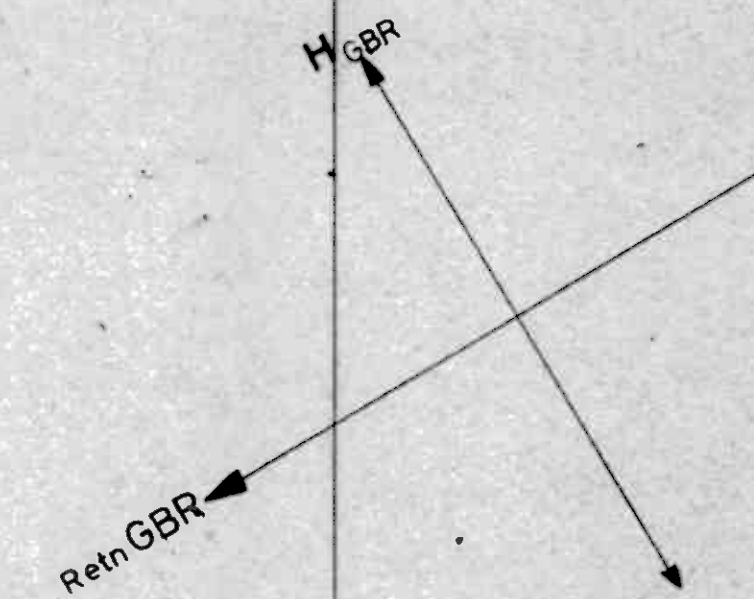
LINSE II
"kom. ort"

Kontrollmåling 25 juni 1974 med flere brudd i skinnegang



MAGNETISK FELTSTYRKE, IMAGINÆR KOMPONENT

- Med skinnegang i ort
- — — — — Med flere brudd i skinnegang
- Avbygningensgrense for linse II
- ↖ ↗ Retning av horisontalfelt



17000

18000

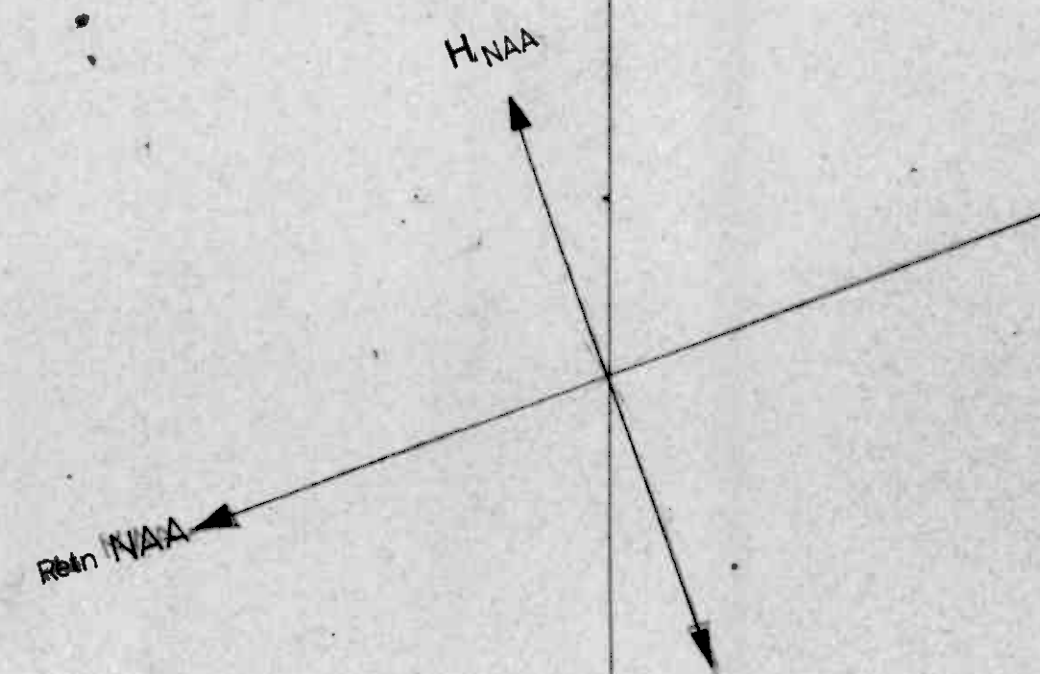
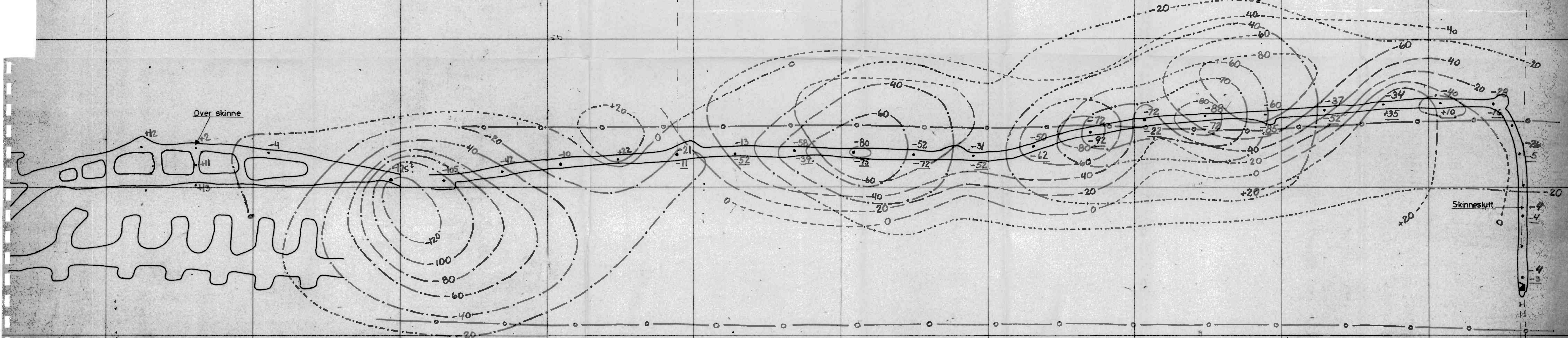
19000

20000

21000

LINSE II
"kom. ort"

Kontrollmåling 25 juni 1974 med flere brudd i skinnegang



1700

1800

1900

2000

2100

LINSE II
"kom. ort"

Kontrollmåling 25 juni 1974 med flere brudd i skinnegang

