



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 731 I	Intern Journal nr 207/78 FB 208/78 FB	Internt arkiv nr T & F 708 A-B	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv Troms & Finnmark	Ekstern rapport nr NGU 1594	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Magnetiske, elektromagnetiske og radiometr. målinger over Kvænangvinduet Alta. Bind I og II				
Forfatter Håbrekke, Henrik		Dato 24.01 1978	Bedrift NGU	
Kommune Alta	Fylke Finnmark	Bergdistrikt Troms og Finnmark	1: 50 000 kartblad 18341 18352 19353	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi Geofysikk		Dokument type	Forekomster	
Råstofftype Malm/metall		Emneord		
Sammendrag				

NGU Rapport nr. 1594

Bind I

Magnetiske, elektromagnetiske og radiometriske
målinger fra helikopter over den delen av
KVÆNANGENVINDUET
som hører til ALTA kommune, FINNMARK fylke

1978



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15860

Postboks 3006
7001 Trondheim

Postgirnr. 5168232
Bankgirnr. 0633.05.70014

Rapport nr.	1594 Bind I og II	Apen/ Kontrollig tit
Tittel:	Magnetiske, elektromagnetiske og radiometriske målinger fra helikopter over den delen av Kvænangenvinduet som hører til Alta kommune i Finnmark fylke	
Sted:	Alta, Finnmark	
Oppdragsgiver :	NGU	
Utført i tidsrommet:	1977-1978	Antall sider : Bind I: 11 Bind II: 2
Antall bilag :		Antall tegninger: Bind I: 4 Bind II: 12
Saksbearbeider(e):	H. Håbrekke K. Brandhaug O. Blokkum	
Ansvarshavende:	H. Håbrekke	
Sammendrag:	Rapporten omhandler geofysiske målinger utført fra helikopter over en del av KVÆNANGENVINDUET, ALTA kommune. Det ble målt med radiometriske, elektromagnetiske og magnetiske instrumenter. Det ble dekket ca. 300 km² og antall profilkilometer fløyet ca. 1460. Flyhøyde var 200 fot og profilavstand 200 m. Navigasjonsgrunnlag: Fotomosaikk målestokk 1:20.000. Alle data registrert både analogt og digitalt. Resultatene fremstilt som magnetiske og elektromagnetiske kotekart. Resultatene fra de radiometriske målinger er ved rapportens utgivelse ikke ferdig opp- tegnet. Disse resultater er ment å skulle tegnes ut som profilkurvekart fra HP 3000 datamaskinens nye Calcomp plotter når denne blir innstallert og tatt i bruk.	
Koordinatreferanse (UTM):		
Nøkkelord	1834 I (A+D), 1835 II B, 1935 III C	Malm
	Regional kartlegging, berggrunn	Helikoptermålinger
	Geofysikk	RM, EM + MAG.

<u>INNHold:</u>	<u>Side:</u>
INNLEDNING	4
UNDERSØKELSES BETINGELSER	4
MÅLEMETODER, INSTRUMENTER	5
UTFØRELSE	7
BEARBEIDELSE	8
RESULTATER	9

Tegninger

Bind I :

1594/01-04: Magnetiske kote kart, totalfelt med flylinjer

Bind II:

1594/05-08: EM kote kart, reellkomponent med flylinjer

1594/09-12: EM kote kart, imaginærkomponent med tolkning og flylinjer

INNLEDNING

Geofysisk avdeling fikk sommeren 1977 som oppdrag for NGU å utføre geofysiske målinger fra helikopter over et område i Finnmark fylke, i denne rapporten kalt Kvænangenvinduet. Området grenser i nord mot Komagfjordvinduet som ble målt for Folldal Verk A/S umiddelbart før målingene over Kvænangenvinduet tok til. I syd går grensen ca. øst - vest over Kåfjordbotn, og området dekker ca. 300 km². NGU, Geofysisk avdeling har tidligere kartlagt området magnetisk fra fly.

UNDERSØKELSESBETINGELSER

For at geofysiske målinger fra helikopter skal gi vellykkede resultater, må værforholdene under måling være rimelig gode. I sterk vind, regn og tåke må målingene avbrytes. Dette gjelder spesielt i områder med røff topografi. Sterk sidevind vil f. eks. bevirke at målesonden som slepes under helikopteret vil svinge ukontrollert, og dette fører ofte til at støynivået blir for høyt i mottakeren. I regnvær øker også støyen, og i tillegg vil sikten avta slik at piloten ikke klarer å holde den lave målehøyde som fordres.

I områder med store høydegradienter kan selv målinger fra helikopter være vanskelig å utføre og gi mangelfulle opplysninger om berggrunnen under helikopteret. Dette gjelder særlig elektromagnetiske og radiometriske målinger der målehøyden er av avgjørende betydning for et godt resultat.

Ved målingene over Kvænangenvinduet var værforholdene overveiende gode. De topografiske forhold var imidlertid på grensen av det forsvarlige for EM- og RM-målinger i deler av området. Særlig i det sydvestlige området var det problematisk å holde en lav nok målehøyde.

Under målingene søker piloten å holde en målehastighet på ca. 100 km/time og flyhøyden ca. 200 fot over bakken. Dersom navigatøren skal kunne dirigere piloten til riktig profilkurs ved denne hastighet og høyde, må kartgrunn-

laget være av god kvalitet. Det bør også være et rimelig antall referansepunkter på bakken (elver, veier, vann, bebyggelse etc.). Ved oppdraget over Kvænangenvinduet ble fotomosaikk i målestokk 1:20.000 benyttet for navigasjon. Denne var kvalitetsmessig god, og en hadde få problemer med å oppnå god dekning.

Når magnetiske målinger utføres enten fra fly, skip eller på bakken, må en gardere seg mot at de variasjoner en måler i det jordmagnetiske feltet er tidsavhengige. Dette oppnås ved at man i eller ved målefeltet plasserer et stasjonært magnetometer som registrerer slike variasjoner. På dager med høy magnetisk aktivitet må målingene avbrytes. I nærheten av elektriske kraftlinjer forstyrres de elektromagnetiske målingene i stor grad, og de forstyrrede områder strekker seg ofte 100 - 200 m til begge sider av kraftlinjetracéen.

Ved målingene over Kvænangenvinduet hadde vi ingen problemer med daglige magnetiske variasjoner, mens derimot mange kraftlinjer skapte problemer for EM-målingene, særlig i den midtre delen av området nærmest Alta sentrum.

MÅLEMETODER, INSTRUMENTER

Ved oppdraget over Kvænangenvinduet ble tre forskjellige måletyper utført samtidig. For å muliggjøre et slikt måleopplegg, må et større og sterkere helikopter anvendes enn hva ville vært tilfelle ved utførelse av for eksempel elektromagnetiske og magnetiske målinger. I tillegg til økt informasjon angående berggrunnen under helikopteret ved måling av ekstra parametre, vil det sterkere helikopteret også være bedre egnet til klatring i dårlig terreng og derved bidra til bedre utførelse av målingene i lav målehøyde.

Det jordmagnetiske feltet ble målt med et Geometrics G803 protonmagnetometer. Dette instrumentet måler det magnetiske totalfeltet, og sensorelementet som slepes ca. 10 m under helikopteret trenger ingen spesiell orientering. Protonmagnetometeret er et punktregistrerende instrument, og tiden mellom hvert målepunkt bør være så kort som mulig for å få best mulig oppløsning mellom de forskjellige anomaliårsaker. Dersom tiden

mellom hvert målepunkt minskes for mye, vil imidlertid målenøyaktigheten reduseres. En benytter derfor vanligvis en målerepetisjonstid på 1.5 sek ved målingene. Ved en helikopterhastighet på ca. 100 km/t (ca. 30 m/sek) og en målehøyde ca. 50 m over bakken, vil en derfor kunne skille anomaliårsaker som ligger 40 - 50 m fra hverandre i bakkenivå. Målenøyaktigheten ved magnetiske helikoptermålinger er 1 gamma.

I en 7 meter lang målesonde som slepes 100 fot under helikopteret er den vesentlige delen av det elektromagnetiske måleinstrumentet montert. Dette instrumentet måler kontrast i ledningsevnen i bakken under målesonden og er av type Sander EM 3. Instrumentet består av en sender- og mottaker-spole montert i ca. 7 m innbyrdes avstand i hver sin ende av målesonden. Spolene er montert vertikalt langs samme akse, og systemet er ved sin spesielle konstruksjon meget støysvakt. Både sender- og mottakerelektronikken er også plassert i målesonden, og i helikopteret fins bare styreorganer og registreringsinstrumentene.

Dybderekkevidden er oppgitt fra Sander Geophysics til maks. 100 m under bakken i de gunstigste tilfelle. Et mer realistisk tall å regne med er ca. 75 m ved våre målinger. Senderfrekvensen er 1000 Hz, og systemet måler og registrerer både reell- og imaginærkomponentene av signalet fra elektriske ledere under målesonden. Anomalisignalet måles i milliontedeler, ppm, av det signal som feltet fra senderspoken normalt induserer i målespolen. Støygrensen oppgis fra produsenten til 1 ppm. Dette tallet refererer selvsagt til de ideelle tilfeller uten vind, med gunstige topografiske forhold etc.

Den tredje type målinger som ble utført, er radiometriske målinger, det vil si måling av gammastråling fra bakken. Målesonden for de radiometriske målingene består av 4 stk. 4" x 6" Na I krystaller, med totalt volum 450 kubikktommer eller ca. 7 liter. Denne sonden plasseres inne i helikopteret. Selve måleinstrumentet er et spektrometer av type Geometrics DiGRS 3001. Dette diskriminerer mellom og måler gammastråleemisjon fra de tre radioaktive elementene Kalium 40, Bismuth 214, Thallium 208 samt total stråling fra bakken under helikopteret. Bismuth 214 og Thallium 208 er datterprodukter av henholdsvis Uran 238 og Thorium 232. Radiometriske målinger foregår punktvis med repetisjonsfrekvens 1.5 sek, og mellom hvert målepunkt akkumuleres tellingene fra mottatte gammastråler.

I tillegg til de tre geofysiske instrumenttyper ble helikopterets høyde over bakken målt med en Honeywell radar høydemåler type APN-198. Målenøyaktigheten av dette instrumentet er ± 3 fot i den aktuelle målehøyde.

Et Camematic 36 mm kamera tok hvert annet sekund et bilde av bakken under helikopteret, og denne filmen er benyttet ved plotting av profilene. I tillegg har navigatøren markert av lett kjennbare punkter langs profilene på mosaikken. Samtidig er også slike "plottemerker" avtegnet på film, analoge opptak og på de digitale registreringer.

Alle resultater ble registrert analogt på en Mars 6-sekskanals servoskriver og en Century 444 galvanometerskriver. 4 av kanalene på Mars-skriveren ble benyttet til å registrere de tre radioaktive elementene og totalstråling, den femte til å registrere resultater fra magnetometeret og den siste til høyderegristrering. EM-målingene ble registrert på to kanaler av Century 444-skriveren.

I tillegg til analog registrering av alle målte parametre ble også digital registrering av de samme parametre sammen med sann tid, profilidentifikasjon, flight nr. etc. utført ved hjelp av en Geometrics G704 datasamlingsenhet og en Cipher 70 magnetbåndspiller. Systemet mottar og lagrer digitale data på 7 spors $\frac{1}{2}$ inch magnettape, 200 b.p.i. Hver taperull er på ca. 600 fot og inneholder data fra ca. 9 timers måling.

For å varsle og registrere daglige variasjoner i det jordmagnetiske feltet, ble en magnetisk stasjon satt opp på Alta flyplass mens målingene pågikk. Denne magnetiske stasjonen består av et protonmagnetometer av type Varian M 50 og en Rustrak skriver.

UTFØRELSE

Måleområdets størrelse, flyretning og profilavstand ble valgt ut fra strøkretning. Den nordligste delen ble fløyet i retning ca. $120^{\circ}/300^{\circ}$, og profilavstanden ble bestemt til 200 m. Ved oppdraget over Kvænangenvinduet ble det i alt dekket et område på ca. 300 km^2 , og det ble fløyet ca. 1460 profilkilometer.

Målingene ble utført i tidsrommet 9. - 13. august 1977, og som base for flygingen ble Alta flyplass benyttet.

Et helikopter av type Sikorsky S55T ble leiet inn fra A/B Norrlandsfly, Sverige gjennom A/S Lufttransport, Bardufoss. Dette er et turbindrevet helikopter med ca. 1000 kg løfteevne og god kabinplass. På grunn av et motorhavari midt i måleperioden, måtte dette helikopteret skiftes ut med et av samme type. Det tok bare 1 dag å demontere/montere utstyret i det nye helikopteret.

Som kartgrunnlag ble fotomosaikk i målestokk 1:20.000 benyttet.

Fra NGU deltok følgende mannskaper:

Henrik Håbrekke	førstegeofysiker
Kolbjørn Brandhaug	avdelingsingeniør
Oddvar Blokkum	tekniker

Fra A/S Norrlandsfly, Sverige deltok dessuten:

Tord Woulo	pilot
Conny Woulo	mekaniker

BEARBEIDELSE

Bearbeidelsen av måleresultatene begynner med plotting av riktig profilkurs på fotomosaikken. Gjennomsnittlig blir ett plottepunkt benyttet pr. kilometer profil fløyet. Som plottepunkter benyttes vanligvis de punkter som navigatøren har avsatt på mosaikken og som også fins som referansemerker på film og registreringer. Kamerafilmen brukes til å finne slike referansemerker og til å stedfeste disse nøyaktig. Mellom referansemerkene har en antatt at helikopteret har holdt konstant hastighet og kurs. Etter at referansepunktene er bestemt og profillinjene tegnet, blir alle plottede punkter digitalisert, det vil si gitt koordinater. Datamaskinen interpolerer så mellom referansepunkter og gir hvert målepunkt (ca. 50 m mellom hvert) koordinater.

De magnetiske måleresultatene blir matet inn i NGU's Hewlett Packard 3000 regnemaskin sammen med målepunktenes koordinater, og ved hjelp av et kontureringsprogram utviklet ved NGU, tegner maskinen ut kote-kart med 100 gammas koteavstand. På grunn av mangler ved maskinens nåværende grafiske plottestyr, er disse utskriftene for Kvænangenvinduet vedkommende bare benyttet som kladd for manuell kotetegning.

De radiometriske måledata blir behandlet i regnemaskinen etter et program som instrumentfabrikanten Geometrics har utviklet. Dette program korrigerer og justerer de målte radiometriske data ved hjelp av utskriften fra radarhøydemåleren. Hvert målt profil blir presentert i A4 format som profilkurver av de 3 forskjellige målte elementer samt totalstrålingen. På samme A4 ark fins dessuten 2 profilkurver som viser forholdene mellom elementene og dessuten 1 profilutskrift av radarhøydemåleren. For hvert profil blir det altså laget en A4 utskrift med tilsammen 7 profilkurver.

De elektromagnetiske måleresultatene er manuelt overført fra Century 444-skriveren til grunnlagskartene etter at forstyrrelser etc. er filtrert bort. Målingene er presentert som kotekart i likhet med de magnetiske måledata. Vanligvis opptrer elektromagnetiske anomalier som en svekkelse av primærfeltet som måles av mottakeren når elektriske ledere befinner seg under målesonden. Positive elektromagnetiske reellanomalier forekommer imidlertid også dersom en flyr over bergarter med høy magnetittgehalt. Slike anomalier er også tegnet med vanlige koter på de elektromagnetiske reellkartene og er i tillegg skravert.

RESULTATER

Resultatene fra målingene over Kvænangenvinduet i 1977 er fremstilt i følgende kartverk i målestokk 1:20.000:

4 magnetiske kotekart, totalfelt	med flylinjer	Pl. 1594/01-04
4 e. m.	" reellkomponent	" Pl. 1594/05-08
4 "	" imaginærkomp. + tolkningskart	Pl. 1594/09-12

Radiometriske data fra målingene i 1977 er ennå ikke behandlet hos EDB-seksjonen, og resultatene fra disse målingene følger derfor senere som tillegg til denne rapporten.

Ved tolkning av de elektromagnetiske anomalier bør en være klar over at EM helikoptermålinger må betraktes som regionale målinger og at den primære oppgave ved slike målinger er å lokalisere objekter med elektrisk ledningsevne som skiller seg ut fra nabobergartene. I tillegg kan en kartlegge utbredelsen av disse i to dimensjoner.

Ved å benytte både reell- og imaginærkomponentene fra de forskjellige anomalier kan en utføre en generell tolkning av de fremkomne anomalier. Ved en slik generell tolkning må en imidlertid forutsette at de ledere som opptrer i feltet er tynne vertikaltstående plater, halvplan, med stor utstrekning til sidene og mot dypet (større enn 2 - 300 m lengde og over 100 m dybde). Lederen må også ha de samme magnetiske egenskaper (permeabilitet) som nabobergartene har. Dersom en så sammenligner reell- og imaginærkomponentenes amplitude, kan en danne seg et begrep om ledningsevnen. Fordi lederens tykkelse t og dens elektriske ledningsevne σ vanskelig lar seg skille matematisk, opererer en med produktet av ledningsevne og tykkelse ($\sigma \times t$) som mål for ledningsevnen.

De tolkninger som er foretatt er basert på responskurver utarbeidet av Sander Geophysics Ltd., Canada, som har laget målesystemet. Tallene som er påført imaginærkomponentkartene representerer ($\sigma \times t$)produktet og bør være til hjelp ved "taksering" av anomaliene. Anomalier med høye ($\sigma \times t$)verdier vil normalt være av største interesse ved en slik tolkning. En bør imidlertid også være oppmerksom på at grafittskifer gir anomalier med høye amplituder og ($\sigma \times t$)verdier. Anomalier med lave amplitudeverdier og høye ($\sigma \times t$)verdier kan derfor være vel så interessante ved prioritering.

En bør ved tolkning av EM-anomalier huske at Sander's og de fleste andre helikoptersystemer favoriserer vertikaltstående ledere fordi sender- og mottakerspolene er plassert vertikalt og co-aksialt på målesonden. Tynne horisontaltliggende ledere vil derfor være dårlige mål for slike systemer.

Som før nevnt registreres også ofte magnetiske anomalier av den elektro-

magnetiske måleapparatene. Slike anomalier fremtrer som positive utslag i reellkanalen. Erfaringer fra Sander's målinger i Canada har vist at positive reellanomaliene ofte skyldes fordelt magnetitt i basiske bergarter.

De magnetiske kartene viser det magnetiske totalfeltet over området. Det er benyttet 100 gammas koteavstand ved opptegning, og for å lette identifiseringen av kotene, er en del tallverdier påført kartene.

Det opptrer mange magnetiske og elektromagnetiske anomalier i området. De fleste EM-anomalier forekommer på den vestligste mosaikkdelen, dvs. vest for Kåfjord.

EM-anomalier som etter vår klassifikasjon kan betegnes gode ledere, finnes her både som enkeltanomaliene og som lange anomalisoner. Mange av anomaliene befinner seg høyt til fjells i vanskelig terreng, men bør likevel sjekkes på bakken.

Der magnetiske anomalier og ledningsevneanomalier sammenfaller bør en sjekke nøye på bakken. Dr. Sander's erfaringer fra Canada har vist at slike anomalier kan skyldes basiske bergarter som er omdannet gjennom en serpentiniseringsprosess.

En bør også meget omhyggelig sammenholde den geologiske erfaringen sitter inne med om området med de målte geofysiske data fra helikoptermålingene.

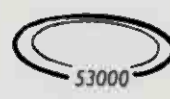
Som nevnt tidligere er ikke de radiometriske måledata fra området ennå behandlet, og disse vil derfor foreligge i kartform først når det nye grafiske plottestyrer er tatt i bruk ved NGU's EDB-seksjon.

Trondheim 24. januar 1978

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling


Henrik Håbrekke
førstegeofysiker



 KOTEAVSTAND 100 GAMMA
 FLYLINJE MED PLOTTET PUNKT

I	II	III	IV	V
VI	VII	VIII	IX	X

0 2 km

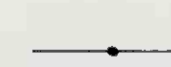
FOLLDAL VERK A/S
 HELIKOPTERMÅLINGER 1977
 MAGNETISK KOTEKART, TOTALFELT
 KVÆNANGENVINDUET

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK
 1:20000
 MÅLT H.H. JULI 1977
 TEGN H.H.
 TRAC T.H. FEB 1978
 KFR H.H.

TEGNING NR.
 1594-01
 KARTBLAD (AMS)



 KOTEAVSTAND 100 GAMMA
 FLYLINJE MED PLOTTET PUNKT

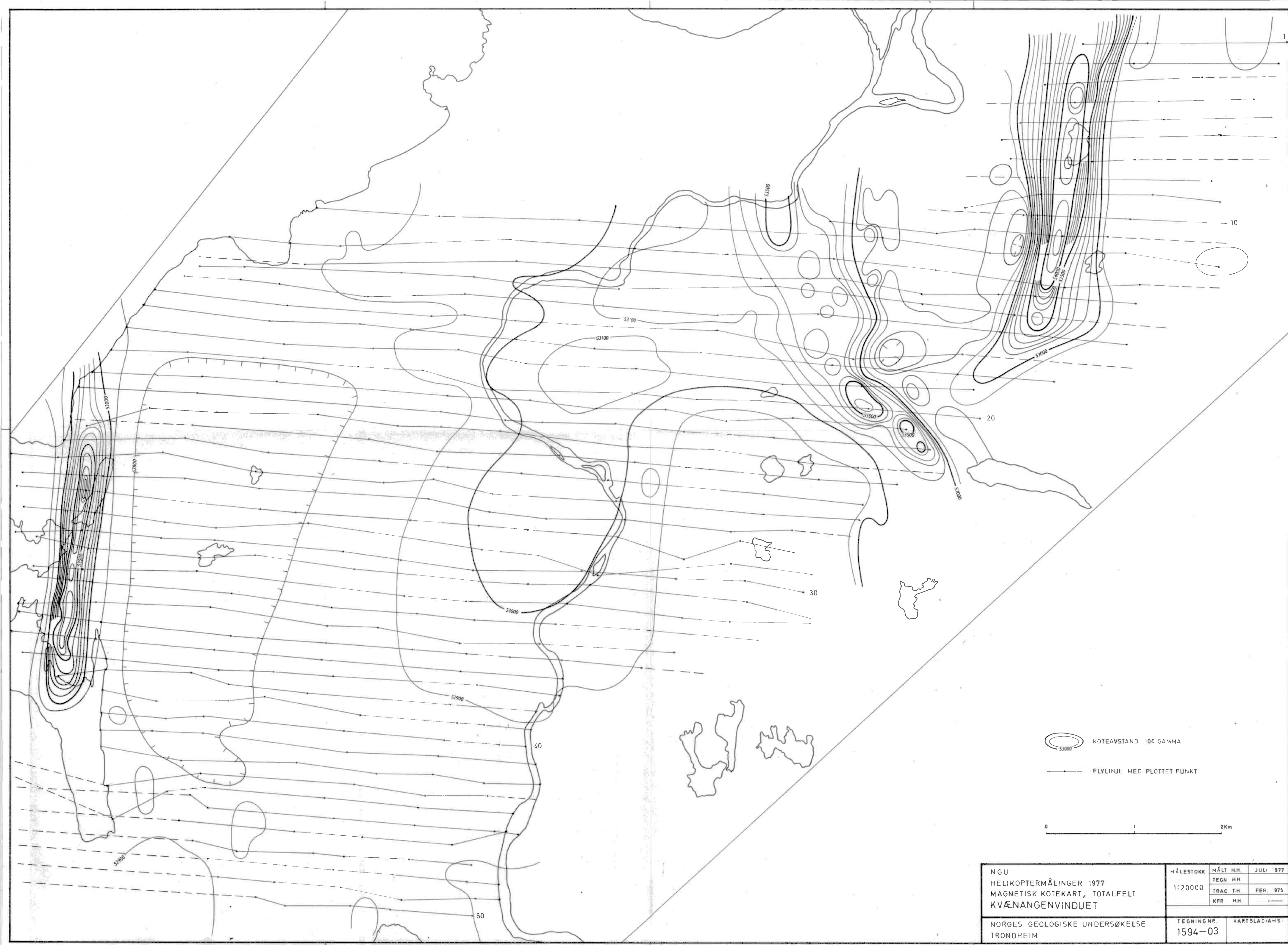
I	II	III	IV	V
VI	VII	VIII	IX	X

0 1 2 km

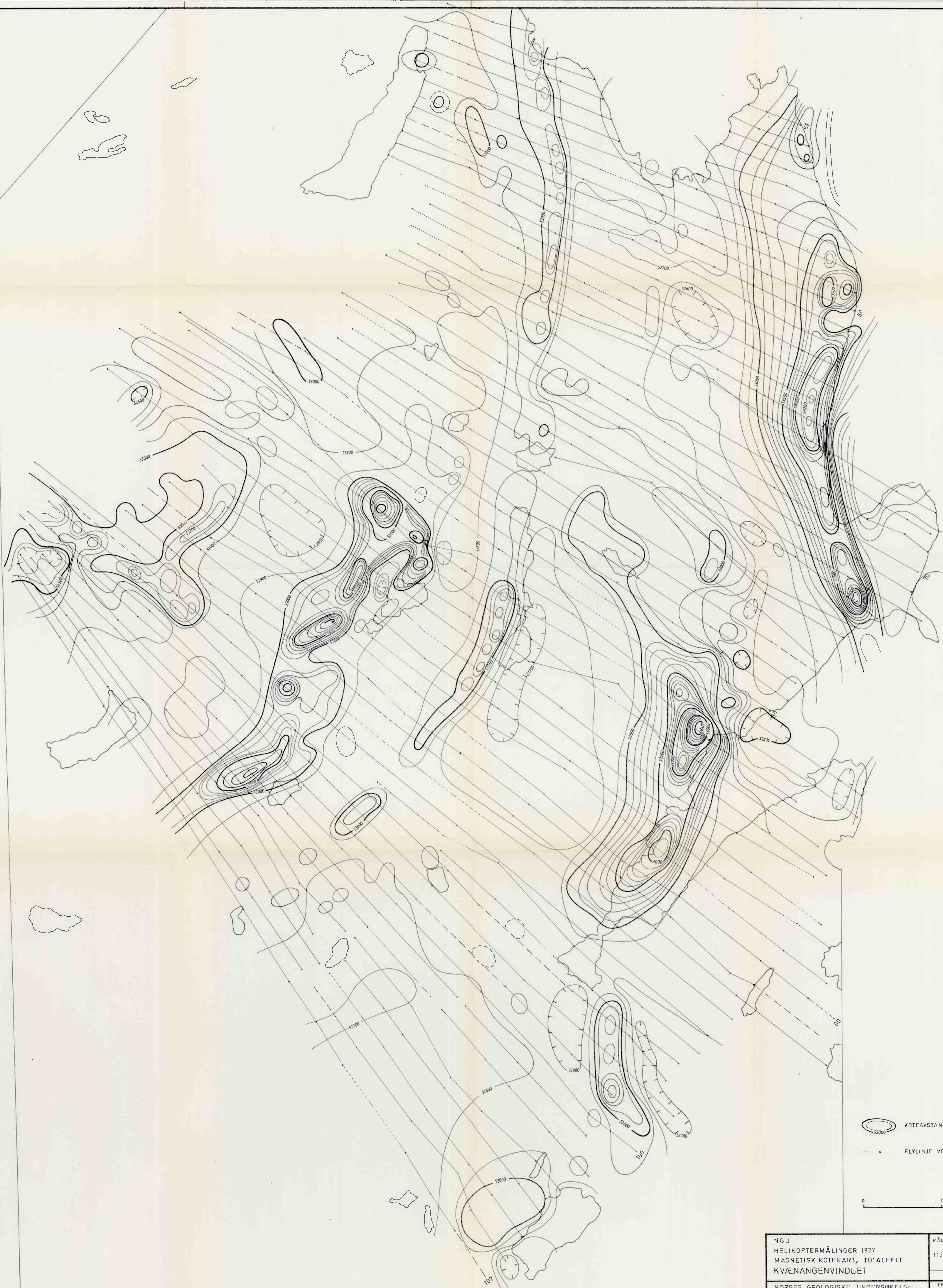
FOLLDAL VERK A/S
 HELIKOPTERMÅLINGER 1977
 MAGNETISK KOTEKART, TOTALFELT
 KVÆNANGENVINDUET

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT H.H.	JULI 1977
1:20000	TEGN. H.H.	
	TRAC. T.H.	FEB. 1978
	KPR. H.H.	
TEGNINGNR.	KARTBLAD (AMS)	
1594-02		



NGU HELIKOPTERMÅLINGER 1977 MAGNETISK KOTEKART, TOTALFELT KVÆNANGENVINDUET	MÅLESTOKK 1:20000	MÅLT	H.H.	JULI 1977
		TEGN	H.H.	
		TRAC	T.H.	FEB. 1978
		KFR	H.H.	— " —
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNINGNR.	KARTBLAD(AMS)		
	1594-03			



○ KOTEAVSTAND 100 GAMMA
—●— FLYLINJE MED PLOTTET PUNKT

0 1 2 Km

NGU HELIKOPTERMÅLINGER 1977 MAGNETISK KOTEKART, TOTALFELT KVÆNANGENVINDUET	MÅLESTOKK 1:20 000	MÅLT H.H.	JULI 1977
		TEGN H.H.	
		TRAC T.H.	FEB. 1978
		KFR H.H.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 1594-04	KARTBLAD (AMS)	