

NGU Rapport 2001.003

Geofysiske målinger fra helikopter ved
Sandefjord, Vestfold 2000, teknisk rapport

Rapport nr.: 2001.003		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Geofysiske målinger fra helikopter ved Sandefjord, Vestfold 2000, teknisk rapport			
Forfatter: John O. Mogaard		Oppdragsgiver: NGU, fylkesgeologen i Buskerud, Vestfold og Telemark	
Fylke: Vestfold		Kommune: Holmestrand, Horten, Våle, Borre, Ramnes, Tønsberg, Andebu, Stokke, Sandefjord	
Kartblad (M=1:250.000) Oslo		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1813 I Horten, 1813 II Tjøme, 1813 III Sandefjord, 1813 IV Holmestrand, 1713 II Porsgrunn	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 12	Pris: kr. 175.-
		Kartbilag: 6	
Feltarbeid utført: 18.06-27.06.00	Rapportdato: 15.02.2001	Prosjektnr.: 2886.01	Ansvarlig: <i>M.A. Sæthrust</i>
Sammendrag:			
<p>NGU utførte helikoptermålinger i år 2000 over et område nord for Sandefjord, Vestfold. Oppdragsgiver var NGU og fylkesgeologen i Buskerud, Vestfold og Telemark. Målingene var et ledd i NGUs arbeider med å lage et kartverk over natursteinsforekomster (da særlig larvikitt) til bruk i framtidig planlegging og forvaltning av blokksteinsdrift. En var også interessert i gammastråling i området. Disse data danner grunnlag for lokalisering av områder med høy radioaktivitet (fra uran) og dermed høy risiko for radongass i boliger.</p> <p>Det ble målt totalt ca. 3450 profilkilometer i øst-vest retning med profilavstand 200 meter. Måleområdet har en utstrekning på totalt ca. 675 km². Flyhøyden var nominelt 60 meter over bakken, og det ble foretatt magnetiske, very low frequency EM (VLF) og radiometriske målinger. Det ble også fløyet ca. 440 profilkilometer med elektromagnetiske målinger (HEM) nordvest for Sandefjord. Data er prosessert og det er laget fargekart i målestokk 1:50 000 og 1:20 000 (HEM). Nedskalerte versjoner av noen av disse kartene i målestokk 1:150 000 og 1:50 000 er vedlagt rapporten.</p>			
Emneord: Geofysikk	Helikoptermålinger	Magnetometri	
Elektromagnetiske målinger	VLF-målinger	Naturstein	
Larvikitt	Fagrapport		

INNHold

side

1. INNLEDNING	4
2. UNDERSØKELSESBETINGELSER	4
3. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE.....	5
3.1 Oppdragets spesifikasjoner og måleforhold.....	5
3.2 Magnetiske målinger	6
3.3 Elektromagnetiske målinger.....	6
3.4 VLF elektromagnetiske målinger.....	7
3.5 Radiometriske målinger	8
3.6 Navigasjons- og dataloggersystem.....	8
4. PROSESSERING.....	9
5. PRODUKT	10
6. REFERANSER.	12

FIGURER :

Fig. 1	Oversikt måleområde	M 1: 150 000
Fig. 2	Magnetisk totalfelt	M 1: 150 000
Fig. 3	Radiometri, totalstråling	M 1: 150 000
Fig. 4	Radiometri, Uran-kanal	M 1: 150 000
Fig. 5	VLF-EM (Orthogonal i %)	M 1: 150 000
Fig. 6	HEM-880 Hz HCP, profilkurvekart	M 1: 50 000
Fig. 7	HEM-880 Hz HCP, beregnet ledningsevne	M 1: 50 000

1. INNLEDNING

Norges geologiske undersøkelse (NGU) utførte i perioden 18 – 27 juni 2000 geofysiske helikoptermålinger nord for Sandefjord, over deler av kartbladene (1: 50 000) 1813 I Horten, 1813 II Tjøme, 1813 III Sandefjord, 1813 IV Holmestrand, 1713 II Porsgrunn, Vestfold. Målingene inngår som en del av et prosjekt hvor hovedmålet var fremstilling av et geologisk kartverk over natursteinsforekomster (særlig larvikitt) egnet for planlegging og forvaltning av fremtidig blokksteinsdrift. En var også interessert i å kartlegge gammastråling i området. Disse data danner grunnlag for lokalisering av områder med høy radioaktivitet (særlig fra uran) og dermed mulig risiko for radongass i boliger. Det er utført magnetiske, very low frequency EM (VLF) og radiometriske målinger over hele området. Et delområde nordvest for Sandefjord er også dekket med elektromagnetiske målinger (HEM). Måleområdet fremgår av fig. 1. Det er til sammen målt ca. 3450 profilkilometer i området.

Denne rapporten beskriver innsamling, prosessering og presentasjon av data. Tolkning av de geofysiske data blir inkludert i NGUs bergrunnskart over området.

2. UNDERSØKELSESBETINGELSER

For å oppnå vellykkede resultater ved helikoptermålinger er det en rekke betingelser som må oppfylles. Under målingene må det tas hensyn til flere forhold som innvirker på datakvaliteten og kan forringe denne i en slik grad at flygning må avbrytes eller utsettes.

Værforholdene har stor innvirkning på resultatet av geofysisk kartlegging fra helikopter. Regn og sterk vind fører til økt støynivå og reduserer kvaliteten på innsamlede data. Værforholdene påvirker også konsentrasjonen av den radioaktive gassen radon (^{222}Rn). Faktorer som lufttrykk, vind, temperatur, regn og overdekke vil kunne lede til varierende konsentrasjon, og dette påvirker resultatene i de andre kanalene, spesielt uran-kanalen. Generelt er radonkonsentrasjonen større under rolige værforhold. Regn og våt mark vil dempe gammastråling fra bakken slik at dette kan forårsake nivåforskjeller også i de andre kanalene (totalstråling, Th og K). Måling bør utsettes i områder hvor det nylig har regnet kraftig. I tordenvær og ved kraftig snøfall må målingene avbrytes på grunn av sikkerheten og faren for å skade måleutstyret.

For de magnetiske målingene vil tidsrelaterte variasjoner i det naturlige magnetfeltets styrke ha stor innvirkning på datakvaliteten. Det benyttes derfor et stasjonsmagnetometer på bakken for å registrere disse tidsvariasjonene slik at det kan foretas en korrigerende prosessering av de magnetiske data. I visse perioder kan det oppstå store variasjoner over kort tid i det naturlige magnetiske feltet (magnetisk storm). Under slike forhold må målingene avbrytes.

Terrenget har også en viss innvirkning på datakvaliteten. I områder med store høydevariasjoner er det vanskelig å holde eksakt flyhøyde og hastighet på helikopteret. Dette fører til varierende flyhøyde avhengig om en stiger opp en skråning eller om en slipper seg utfor. Økt flyhøyde vil redusere utslagene for alle geofysiske måledata. Normal akseptabel variasjon i flyhøyden er ± 20 % av nominell flyhøyde (60 meter). Sikkerheshensyn kommer i første rekke slik at spesifikasjonene for flyhøyde og hastighet vil overskrides når terrenget er for kupert.

I urbaniserte områder med mye og kraftkrevende industri vil EM og VLF-målinger kunne påvirkes av elektromagnetiske felter som settes opp av både kraftlinjer og prosesser i industrien. Disse feltene kan ha stor utstrekning og påvirke målingene i hele området. Også store kommunikasjons- og radar-installasjoner nær måleområdet vil influere disse målingene på samme måte.

Ved VLF-målingene kan det oppstå problemer ved at sendere faller ut. En må da velge en ny sender, og siden det er et begrenset antall sendere tilgjengelig (6 -7 stk.), behøver den nye ikke nødvendigvis være i en gunstig retning. Dette gir en dårligere datakvalitet, men siden VLF er en sekundær målemetode, avbrytes vanligvis ikke målingene.

3. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

Ved målingene ved Sandefjord ble det benyttet redusert utstyrspakke (magnetometri, VLF og radiometri) på mesteparten av området. Over et mindre område nord-vest for Sandefjord ble i tillegg elektromagnetiske målinger utført. Dette er gjort av sikkerhetsmessige hensyn. Elektromagnetiske målinger var ingen primær målemetode ved dette oppdraget og en valgte å bruke dette utstyret der det ikke var tett bebyggelse. Instrumentene og datasystemet er plassert inne i helikopterkabinen. Målesondene henger under helikopteret i kabler, unntatt krystallet for de radiometriske målingene som er montert i en ramme som er festet under helikopteret.

3.1 Oppdragets spesifikasjoner og måleforhold

Måleområdet har en utstrekning på totalt ca. 675 km² og omfatter deler av (1:50 000) kartbladene 1813 I Horten, 1813 II Tjøme, 1813 III Sandefjord, 1813 IV Holmestrand og 1713 II Porsgrunn (se fig.1). Totalt ble det fløyet ca. 3450 km i retning 90/270 grader (herav ca. 440 km med HEM). Linjeavstand var 200 meter mens den nominelle flyhøyden var 60 meter. Måleinstrumentene ble montert i et helikopter av typen Aerospatiale Ecureuil SA 350 B1. Flyhastighet var ca 100 km/t (ca 30 m/s).

Målingene ble utført i tidsrommet 18 - 27 juni 2000 og besto av tolv måleturer. Base for oppdraget var Torp ved Sandefjord.

Værforholdene under målingene ved Sandefjord var varierende. Det gikk regnbyger i området (særlig på de første turene). Siden de radiometriske målingene ikke var den primære målemetoden, ble målingene likevel utført. Det var en del kraftig tordenaktivitet i måleperioden. Det ble ikke målt under slike forhold. De magnetiske forholdene (tidsrelaterte variasjoner) under målingene kan betegnes som gode.

Målefeltet legger nære industrialiserte og tett bebygde områder. Det gikk flere høyspentlinjer gjennom området. Dette påvirker VLF (og HEM der den ble brukt).

Fra NGU deltok:	Overing. John O. Mogaard Overing. Janusz Koziel
-----------------	--

Fra Airlift ASA deltok:	Pilot Morten Pedersen
-------------------------	-----------------------

3.2 Magnetiske målinger

Det magnetiske totalfeltet ble målt med et Scintrex Cs2- cesium sensor. Den magnetiske sensoren er lokalisert midt inne i den elektromagnetiske målesonden og henger normalt 30 meter over bakken. Magnetometeret har meget høy følsomhet (0.01 nT) og det ble avlest 10 ganger pr. sekund (målepunktavstand ca 3 meter).

Daglige variasjoner i magnetfeltet ble registrert med et Scintrex MP-3 protonmagnetometer. Dette var plassert på basen ved Sandefjord. Basestasjonen registrerte magnetfeltet digitalt hvert fjerde sekund, og måleverdiene ble skrevet ut på termisk skriver (TOA EPR 121A) for hurtig kvalitetskontroll. Fly- og basemagnetometer ble synkronisert før flygning for å sikre korrekt fjerning av tidsavhengige magnetfeltsvariasjoner fra de magnetiske profildata.

3.3 Elektromagnetiske målinger

EM-målingene ble utført med et 5-frekvens system av type Hummingbird levert av Geotech Ltd, Canada. Systemet består av to spole-par med vertikal koaksial orientering (VCX) og tre spole-par med horisontal koplanar orientering (HCP). Frekvensene for dette systemet er:

- 1: 7001 Hz (VCX)
- 2: 6606 Hz (HCP)
- 3: 980 Hz (VCX)
- 4: 880 Hz (HCP)
- 5: 34133 Hz (HCP)

Avstanden mellom sender og mottakerspoler er seks meter for alle frekvenser. Primærfeltet fra senderspolene inducerer strømmer i eventuelle elektriske ledere i bakken. De induserte strømmene setter opp et sekundærfelt som registreres av mottakerspolene. Systemet registrerer reell- og imaginær-komponent for hver frekvens og følsomheten er ca. 1 ppm av primærfeltet. Reell-komponenten er i fase med primærfeltet mens imaginær-komponenten er 90 grader faseforskjøvet.

Fordelen med et multifrekvens system er at en under gode målebetingelser oppnår respons fra geologiske objekter med resistivitet fra noen tidels ohm-meter til flere hundre ohm-meter. Hummingbird-systemet samples 40 ganger pr. sek. Data blir midlet og registreres 10 ganger pr. sek. i loggesystemet. Dette gir et målepunkt hver tredje meter ved en flyhastighet på 30 m/s. Høy oppløsning gjør det enkelt å fjerne "spikes" i datasettene (dvs. støy forårsaket av elektriske felt eller utladninger i atmosfæren). Dybderekkevidden for systemet er ca. 100 meter under bakkenivå avhengig av målebetingelsene. Målesensoren henger normalt 30 meter over bakken.

3.4 VLF elektromagnetiske målinger

VLF-målinger ble utført med et målesystem av typen TOTEM-2A levert av Herz Industries, Canada. Som energikilde benyttes militære VLF (very low frequency) radiosendere i Europa og USA. Disse opererer i frekvensområdet 15-30 kHz. For å oppnå god kobling med eventuelle ledere i bakken i alle retninger, bør retningen til en av senderne være i flyretningen (line), mens den andre bør være vinkelrett på flyretningen (ortho). Disse to datasettene fremhever elektrisk ledende strukturer med hovedkomponent henholdsvis langs og tvers av profilretningen.

Sonden i målesystemet som inneholder tre ortogonale spoler, slepes 10 m under helikopteret (50 meter over bakken). VLF-målingene er følsomme for forstyrrelser fra kraftlinjer og radiosendere. Dersom målebetingelsene er gode, vil VLF-målingene kunne gi respons fra objekter med svak elektrisk ledningsevne. Dybderekkevidden ved VLF målinger er 100-200 m, og dette skyldes høy utgangseffekt og stor avstand til senderne. Dagnære strukturer vil selvsagt dominere og dypere ledende soner kan bli skjermet. Både for line og ortho kanalene måles to parametre (totalfelt og vertikal kvadratur), men i praksis er det bare totalfeltet som benyttes ved kartfremstillingen.

For måling av totalfeltet i en bestemt retning (line eller ortho), registreres feltstyrken fra den spole som peker i denne retningen. For de to andre spolene registreres styrken av feltkomponentene som er i fase med førstnevnte spole. Bidragene fra de tre spolene vektorsummeres. Totalfeltet måles som endringen (i %) av størrelsen på vektoren i forhold til feltstyrken over et anomalifritt område.

Under målingene ved Sandefjord ble NAA (Cutler Maine USA, 24.0 kHz) benyttet som linje kanal, og GBR (Rugby England 16.0 kHz) som orthogonal kanal. På måletur 5 ble NPM (Pearl

Harbor, Hawaii USA, 23.4 kHz) benyttet da NAA var ute. Dette kommer godt fram på VLF-LINE kartet (kartliste §5). Det ble fortatt 5 registreringer pr. sekund (målepunktavstand ca 6 meter).

3.5 Radiometriske målinger

Til måling av gammastråling fra bakken ble det benyttet et system levert av Exploranium, Canada bestående av:

1. Multikanal gammaspektrometer (GR820)
2. GPX-1024-256 Krystalldetektor

Detektoren er sammensatt av 4 NaI (natriumjodid) krystaller med totalt volum 1024 kubikktommer (16.8 l). I tillegg har detektoren et krystall som registrerer bakgrunnsstråling (måler oppover). Bakgrunnsstråling skyldes først og fremst kosmisk stråling, stråling fra instrumenter og materialer i helikopteret og radon i luft. Detektoren plasseres på en plattform som festes på undersiden av helikopteret, slik at målekrystallene har uhindret sikt ned mot bakken.

Spektrometeret er en pulshøydeanalysator som analyserer måledata etter energi og sorterer data i 256 kanaler. Hver kanal har en energibredde på 0.012 MeV i gamma-energispesketret. Vinduer i spekteret som består av flere kanaler samler bidrag fra Kalium-40, Bismuth-214 (datterprodukt av Uran-238) og Thallium-208 (datterprodukt av Thorium-232). Totalstrålingen mellom 0.4 MeV og 3 MeV blir også registrert i eget vindu. Etter at instrument er kalibrert med måling på prøver med kjent konsentrasjon, kan konsentrasjon av elementene ^{238}U , ^{232}Th og ^{40}K samt intensitet av stråling fra ^{137}Cs beregnes ved bakkenivå. Nøyaktig bakkekonsentrasjon forutsetter kjennskap til lufttrykk, temperatur og luftfuktighet. Akkumulasjonstiden for de radiometriske målingene var 1 sekund. Med flyhøyde 60 meter og flyhastighet 30 m/s vil hver registrering representere et gjennomsnitt av strålingen fra et område på ca 120 x 150 meter.

For å registrere bakgrunnsstråling eksakt, ble det fløyet bakgrunnslinjer over sjø med en varighet på ca. 1 minutt før og etter hver flygning. Linjene registreres digitalt og analogt, og brukes til korrigering under prosesseringen.

3.6 Navigasjons- og dataloggersystem

Navigasjon

Navigasjonssystemet består av en Ashtech G12 (12-kanals) GPS-mottaker samt en Seatex DFM-200 RDS-referansemottaker koblet til en bærbar PC. Signalene fra GPS-mottakeren blir korrigert i sann tid ved bruk av korreksjonssignal lagt ut i RDS-format på NRKs P2-sendinger.

DGPS-data (differensiell GPS) beregnes v.h.a. programvare levert av Seatex og data overføres til navigasjonskonsoll og datalogger for henholdsvis navigasjon og posisjonering av måledata. I tillegg blir de samme referansedata logget på basen med et tilsvarende system.

Navigasjonskonsollet er av typen PNAV 2001 (Picodas Group Inc, Canada). Her programmeres profillinjene, og disse vises på en skjerm foran piloten. Helikopterets posisjon i forhold til den predefinerte målelinjen kan avleses og på denne måten kan piloten lettere følge målelinjen. Dersom korreksjonsdata faller ut, foretas denne navigeringen etter ordinære GPS data, mens en i ettertid foretar korreksjoner til DGPS slik at lokaliseringen av målepunktene får DGPS standard, dvs. nøyaktighet bedre enn 10 meter. Visuell navigasjon benyttes som sikkerhet, og her benytter navigatøren fargekart i målestokk 1: 20 000.

Radar høydemåler

Høyden på helikopteret registreres kontinuerlig ved hjelp av en radar høydemåler av typen King KRA-430. Høyden blir vist på et instrument foran piloten samt registrert både på en skriver og i den digitale dataloggeren. Målenøyaktigheten er 5% av flyhøyden.

Dataloggersystem

Alle data samles på en PC som er en integrert del av Hummingbird-systemet levert av Geotech Ltd, Canada. Programvaren som styrer EM-systemet tar også hånd om dataloggingen. Data blir lagret på hard-disk. Opptak av data ble foretatt både digitalt og analogt (termisk skriver, RMS-GR33). Digitale data blir seinere overført til PC for prosessering og kartframstilling.

Utskrift av data til skriver muliggjør kvalitetskontroll av innsamlede data under måling. På skriveren registreres data fra EM, VLF, magnetometer (magnetisk totalfelt) og spektrometer (totalstråling og uran-kanalen). I tillegg skrives radarhøyde og fastpunkter.

4. PROSESSERING

Alle geofysiske data ble prosessert på en PC, med GEOSOFT Oasis montaj programvare skrevet for Windows/NT (Geosoft 2000). Alle kart er plottet på en Xerox Express ink jet farveplotter. De framstilte kart er prosessert med minimal filtrering for å beholde informasjonsnivået i data. Filtrering av grid ble utført kun for å glatte kanter på konturene (kosmetikk). Ved gridding ble det benyttet en rutine som bygger på prinsippet Akima spline-interpolasjon (Akima 1970), og hvor celledimensjonen var 50 m (100 m for VLF).

Magnetisk totalfelt: Magnetiske profildata ble filtrert for å fjerne spikes (støy på enkeltpunkter) uten at informasjon av betydning går tapt. Deretter ble data korrigert for tidsavhengige

variasjoner i det jordmagnetiske feltet (data fra stasjonsmagnetometeret). Griddede data ble glattet med et 3 x 3 punkts Hanning-filter (Sheriff 1984) før konturering og kartframstilling (§5).

Magnetisk vertikal gradient: Griddet for magnetisk vertikal gradient er framstilt fra det Hanning-filtrerte magnetiske totalfelt-griddet ved bruk av et førstegrads vertikaldderivativ filter. Dette griddet ble igjen glattet med et 3 x 3 punkts Hanning-filter før konturering og kartframstilling (§5).

EM: De elektromagnetiske data er filtrert (ikke-lineært og lavpass) for å fjerne støy (spikes). Elektronisk drift i systemet fjernes ved hjelp av basislinjer. Nullnivå for de fem frekvensene blir bestemt av basislinjer som er målt 1000 fot eller høyere over terrenget der påvirkningen fra bakken er tilnærmet null. De fem frekvensene ble tegnet ut som profilkurvekart (§5). I tillegg ble det laget ledningsevnekart ut fra 880 Hz (HCP)-frekvensen.

VLF: Komponentene fra line- og ortho-kanalene er støyfiltrert og glattet med 3 x 3 punkts Hanning-filter. Data er deretter griddet, konturert og kartframstilt (§5).

Radiometri: De radiometriske data er prosessert med Geosoft programvare (Geosoft 1995) etter rutiner som er utarbeidet av International Atomic Energy Agency (IAEA 1991). Data korrigeres først for dødtid (forsinkelse i A/D-omformerne i spektrometeret) og normaliseres til cps (counts per second). Deretter blir bakgrunnsverdiene for de forskjellige kanalene trukket fra. Alle data blir normalisert til en høyde av 60 meter ved å bruke data fra radarhøydemåleren. Deretter korrigeres data for effekten av Compton-spredning. Compton-effekten medfører at registreringer med høy energi også vil gi utslag hos elementer med lavere energi. Data blir så ført ned til bakkenivå og omregnet til egnede enheter (totalstråling – cps, K - %, Th – ppm og U – ppm). Til slutt ble data griddet, filtrert med et 9 x 9 punkts Hanning-filter og konturert før kartframstilling (§5).

5. PRODUKT

Følgende kart er framstilt i målestokk 1: 50 000 og kan bestilles fra NGU:

2001.003-01	Magnetisk totalfelt
2001.003-02	Beregnet magnetisk vertikal gradient
2001.003-03	Radiometri, totalstråling
2001.003-04	Radiometri, Kalium
2001.003-05	Radiometri, Uran
2001.003-06	Radiometri, Thorium
2001.003-07	VLF-EM (Line i %)
2001.003-08	VLF-EM (Orthogonal i %)

De resterende kart er fremstilt i målestokk 1: 20 000

- 2001.003-09 HEM – 7001 Hz koaxial konfigurasjon
- 2001.003-10 HEM – 6606 Hz horisontal, koplanar konfigurasjon
- 2001.003-11 HEM – 980 Hz koaxial konfigurasjon
- 2001.003-12 HEM – 880 Hz horisontal, koplanar konfigurasjon
- 2001.003-13 HEM – 33133 Hz horisontal, koplanar konfigurasjon
- 2001.003-14 HEM – Beregnet ledningsevne (880 Hz HCP)

Nedskalerte versjoner (M 1:150 000) av magnetisk totalfelt, radiometrisk totalstråling, uran, VLF-EM (Orthogonal i %), HEM-880 Hz horisontal, koplanar konfigurasjon og EM-ledningsevne (880 Hz HCP) er vist i figurene 2, 3, 4, 5, 6 og 7.

6. REFERANSER.

Akima, H. 1970: A new method of interpolation and smooth curve fittings based on local procedures. Journ. of Ass. for Computing Machinery 17, 589 - 602.

Geosoft 1995: OASIS Airborne Radiometric Processing System Version 1.0 User's Guide, Geosoft Inc., Toronto Canada.

Geosoft 2000: OASIS montaj Version 5.0 User Guide, Geosoft Inc., Toronto Canada.

Sheriff, R.E. 1984: Encyclopedic dictionary of exploration geophysics. Society of Exploration Geophysics, ISBN 0-931830-31-602.

IAEA, 1991: Airborne Gamma Ray Spectrometer Surveying, Technical Report 323, International Atomic Energy Agency, Vienna.

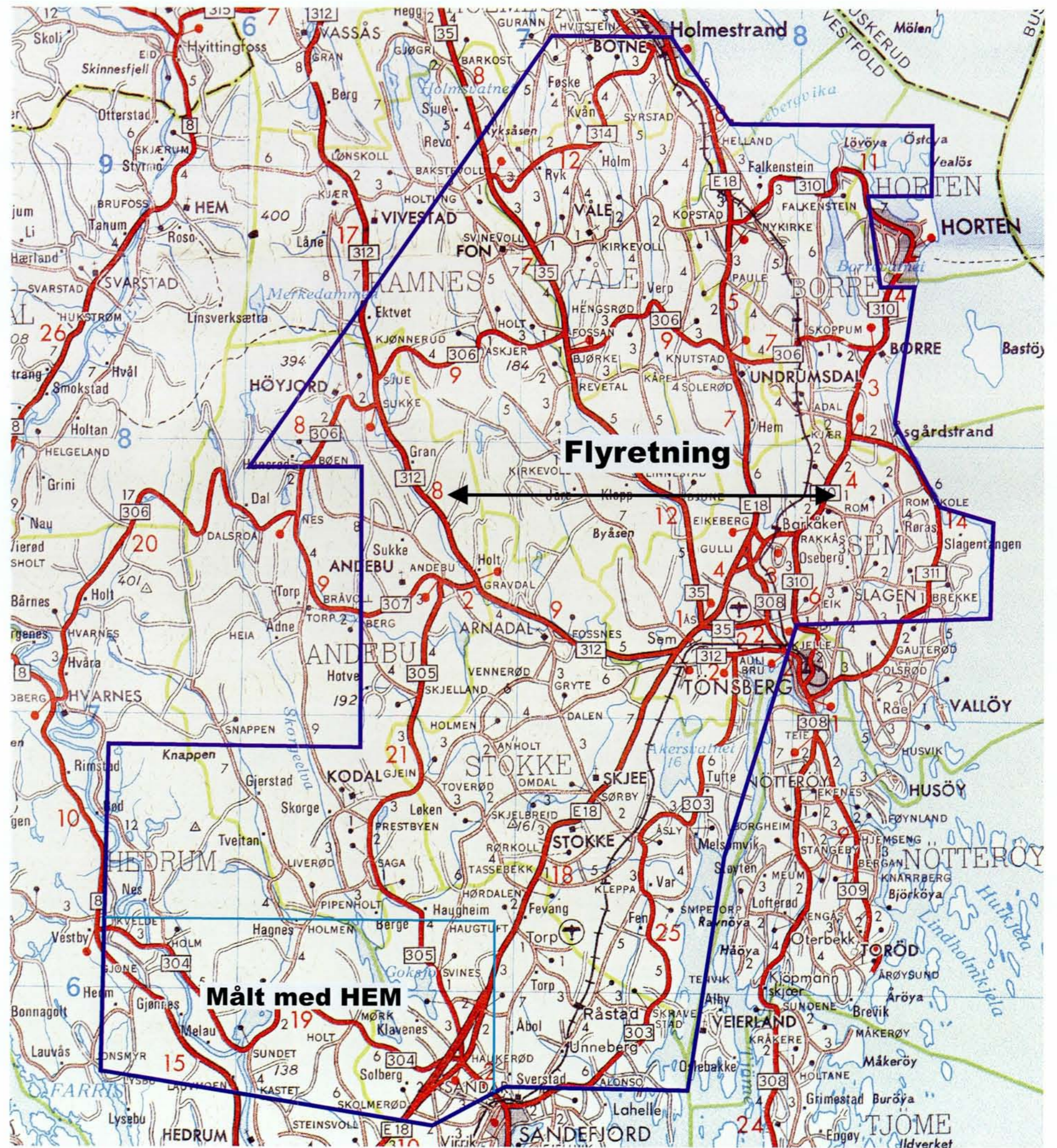
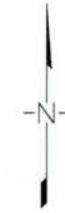
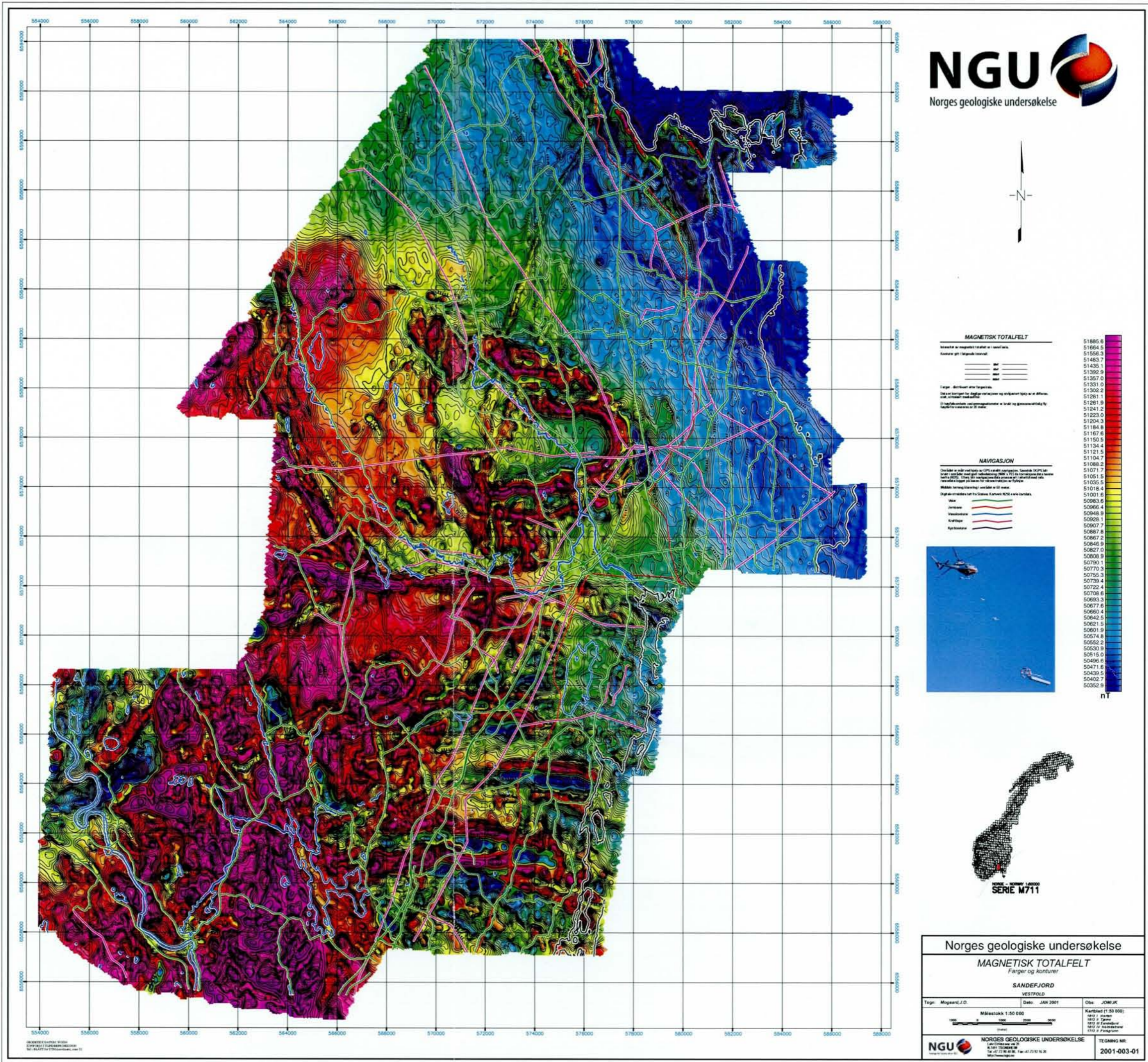
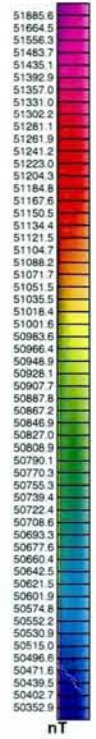


Fig. 1. Oversikt over målområdet, Vestfold 2000. Utsnitt av kartblad Oslo (1:250 000, forstørret til 1:150 000)



MAGNETISK TOTALFELT
Målinger av magnetisk totalfelt er i henhold til...
Konturer gitt i fargede linjer.



NAVIGASJON
Oversikt over alle fartøyslinjer og -navn som er registrert i...
Målestokk 1:50 000.



Norges geologiske undersøkelse

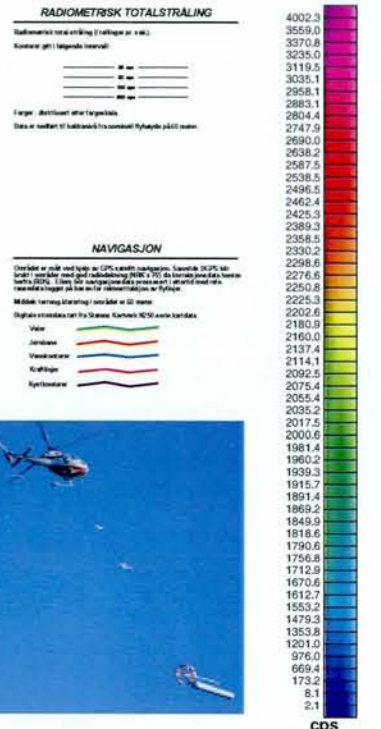
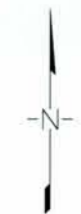
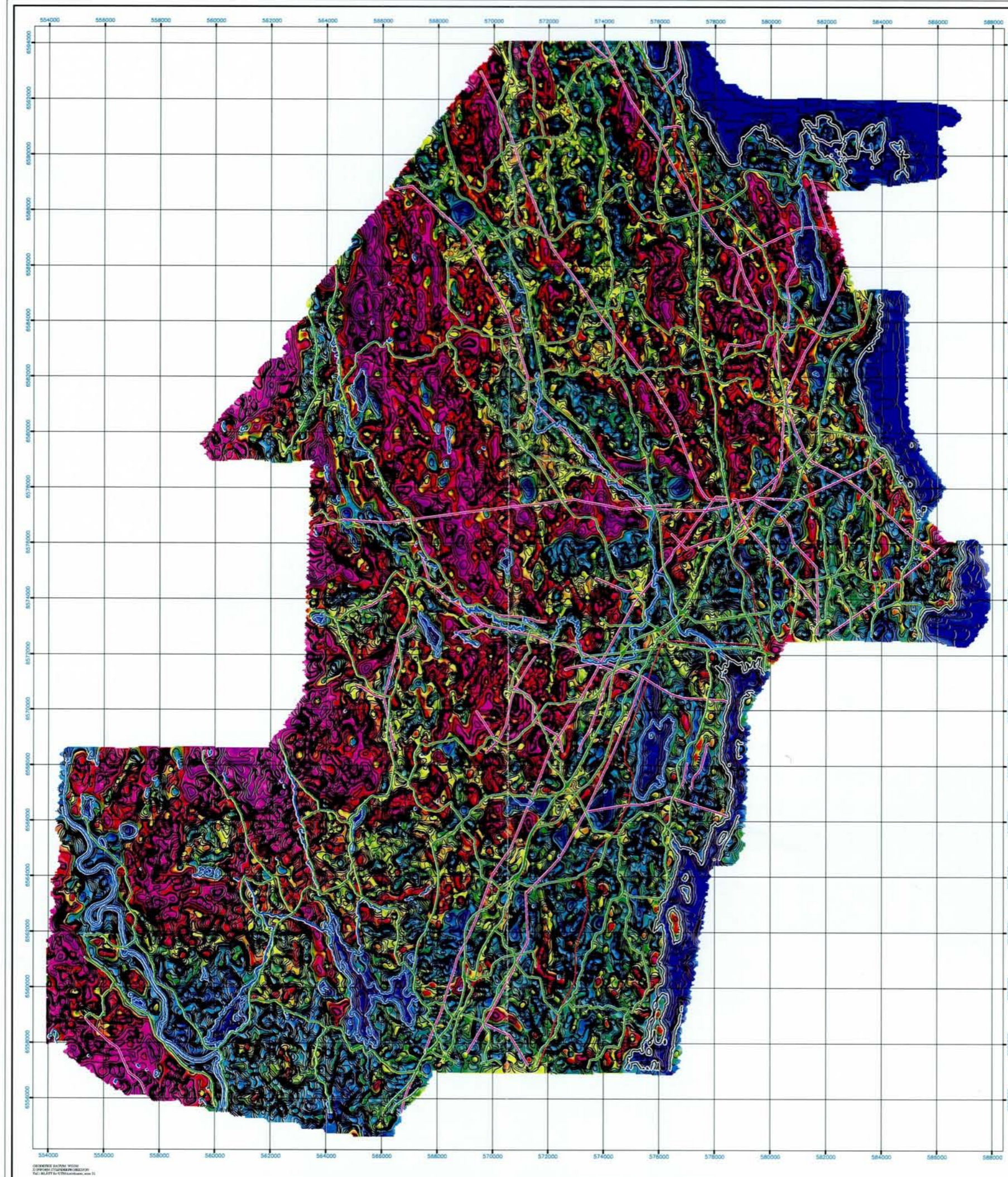
MAGNETISK TOTALFELT
Farger og konturer

SANDEFJORD
VESTFOLD

Tegn: Magesund, J.O.	Dato: JAN 2001	Opp: JOM/JK
Målestokk 1:50 000		Kartblad (1:50 000)
1:50 000		1812 i Norge
1:50 000		1812 i Sandefjord
1:50 000		1812 i Vestfold
1:50 000		1812 i Fagnum

NGU NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TEGNING NR. 2001-003-01

Fig 2. Magnetisk totalfelt 1:150 000



Norges geologiske undersøkelse

RADIOMETRISK TOTALSTRÅLING (cps)
Farger og konturer

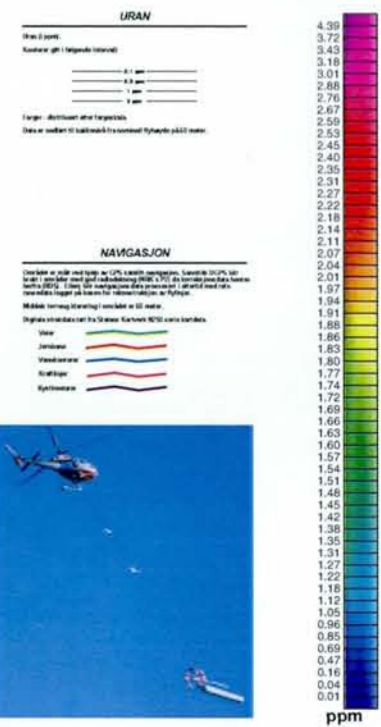
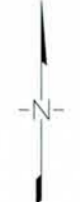
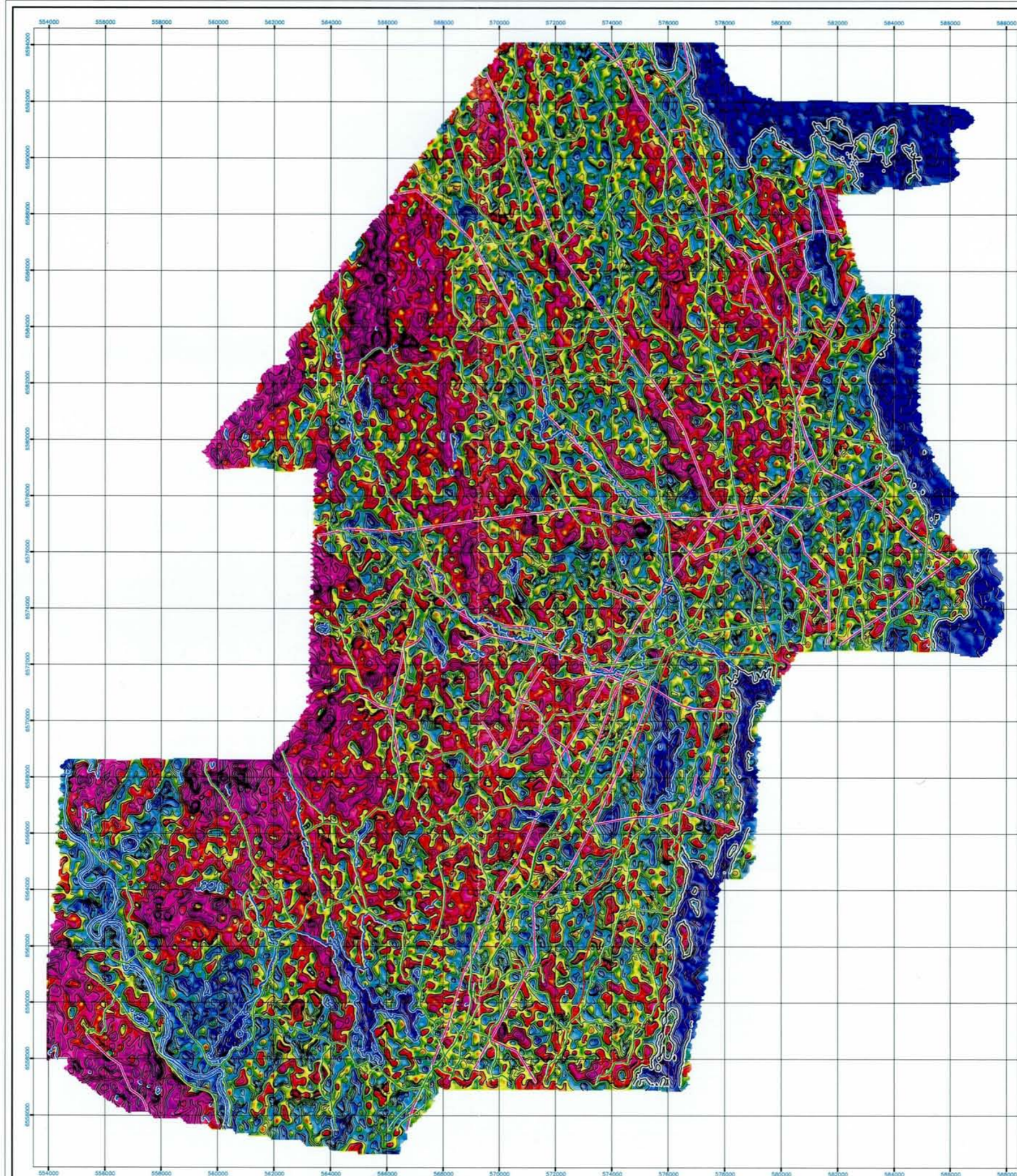
SANDEFJORD
VESTFOLD

Tegn: Mogaard, J.D.	Dato: JAN 2001	Obs: JOM/JK
Målestokk 1:50 000	Kartblad (1:50 000)	1815 - Havn
		1816 - Tjøme
		1817 - Sandefjord
		1818 - Moss
		1819 - Porsgrunn

NGU NORSES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Lars Forde, Geologisk avd.
4037 TORSHOV
Tel: +47 22 18 45 00 Fax: +47 22 92 16 00
http://www.ngu.no

TEGNING NR.
2001-003-03

Fig 3. Radiometrisk totalstråling 1:150 000



Norges geologiske undersøkelse

URAN (ppm)
Farger og konturer

SANDEFJORD
WESTFOLD

Farge: Mjøseid, J.O. Date: JAN 2001 Obs: JOMJIK

Målestokk 1:50 000

Kartblad (1:50 000):
1812 i nord
1813 øst
1814 i sør
1815 i vest
1816 i øst

NGU NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Tegning nr: 2001-003-05

Fig 4. Uran 1:150 000

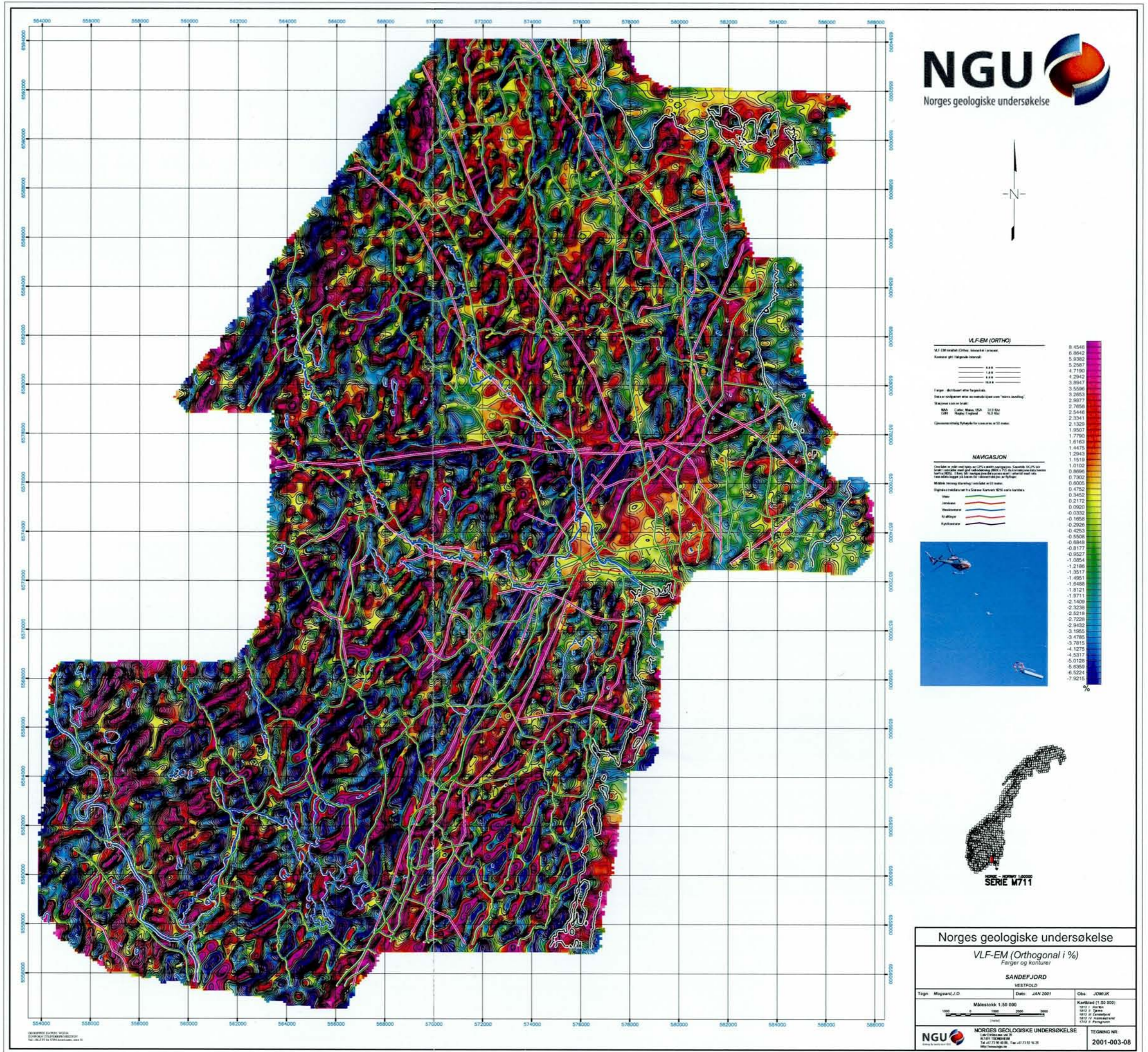
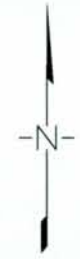
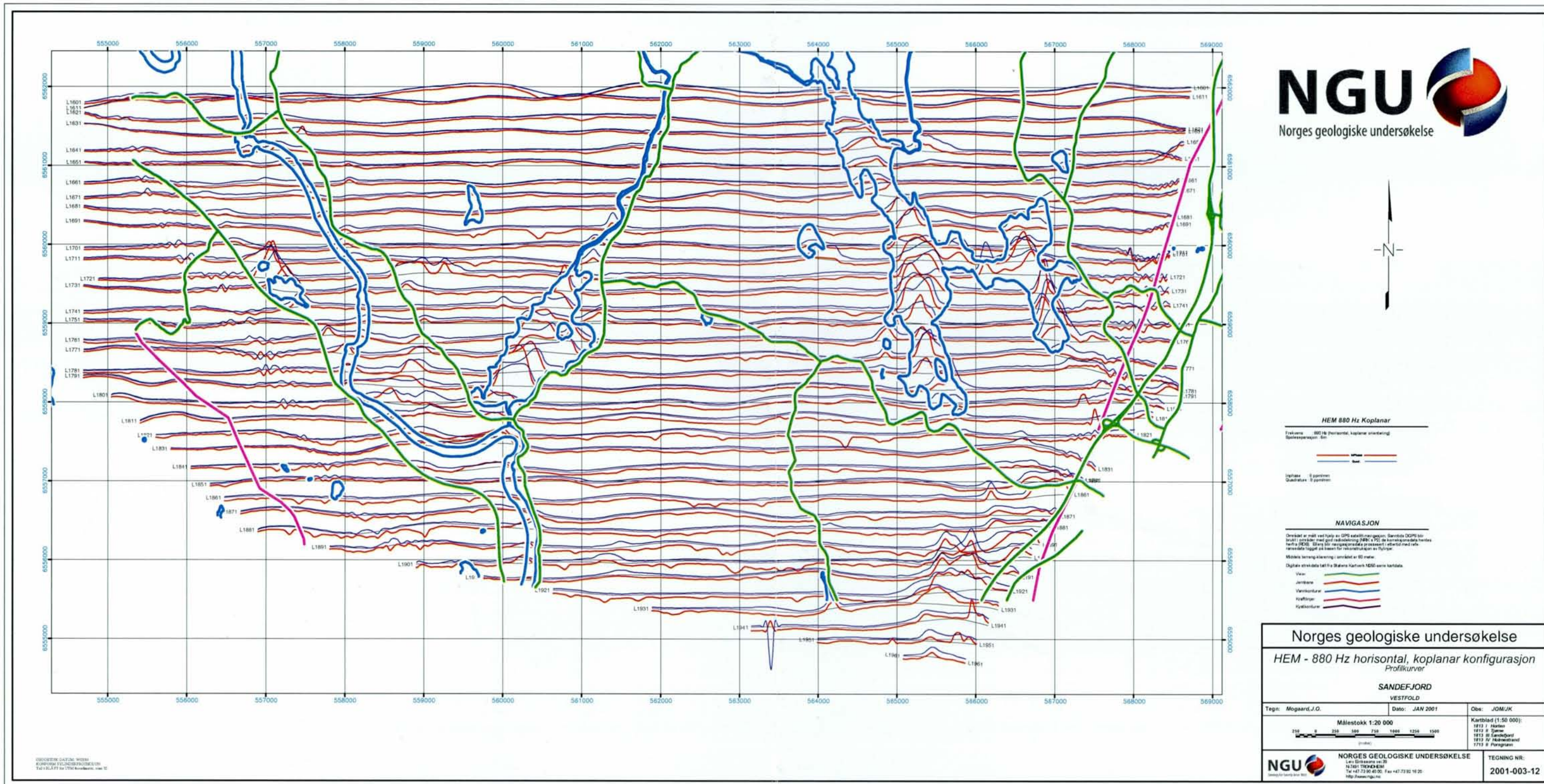


Fig 5. VLF-EM (Orthogonal i %) 1:150 000



HEM 880 Hz Koplantar
 Frekvens: 880 Hz (horizontal, koplantar orientering)
 Spenningsnivå: 50V

Deplakert: 0 pinn
 Quadeplakert: 0 pinn

NAVIGASJON
 Området er målt ved hjelp av GPS satellittmåling. Generelle DGPS korreksjoner er tatt med god nøyaktighet (2-3m). De korreksjonene benyttes i alle beregninger. Ellers blir navigasjonsdata prosessert i et verktøy med referansedata tilgjengelig på internett for korreksjon av feilinger.

Målestokk for navigasjon: 1:50 000

Digitale strekkelinjer tatt fra Statens Kartverk 1:50 000 serie kartblad

Vann:
 Jernbane:
 Veier:
 Kystlinjer:
 Kystkonturer:

Norges geologiske undersøkelse		
HEM - 880 Hz horizontal, koplantar konfigurasjon		
<i>Profilkurver</i>		
SANDEFJORD		
VESTFOLD		
Tegn: Mogard, J.O.	Dato: JAN 2001	Obs: JOM/JK
Målestokk 1:20 000		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE Leiv Eirikssons vei 29 14781 TRONDHEIM Tel: +47 73 30 40 30 Fax: +47 73 32 16 20 http://www.ngu.no		Kartblad (1:50 000): 1813 J Åkerselva 1812 B Østeren 1811 G Sandefjord 1810 H Håkonsland 1713 H Porsgrunn
TEGNING NR:		2001-003-12

Fig 6. HEM - 880 Hz horizontal, koplantar konfigurasjon 1:50 000

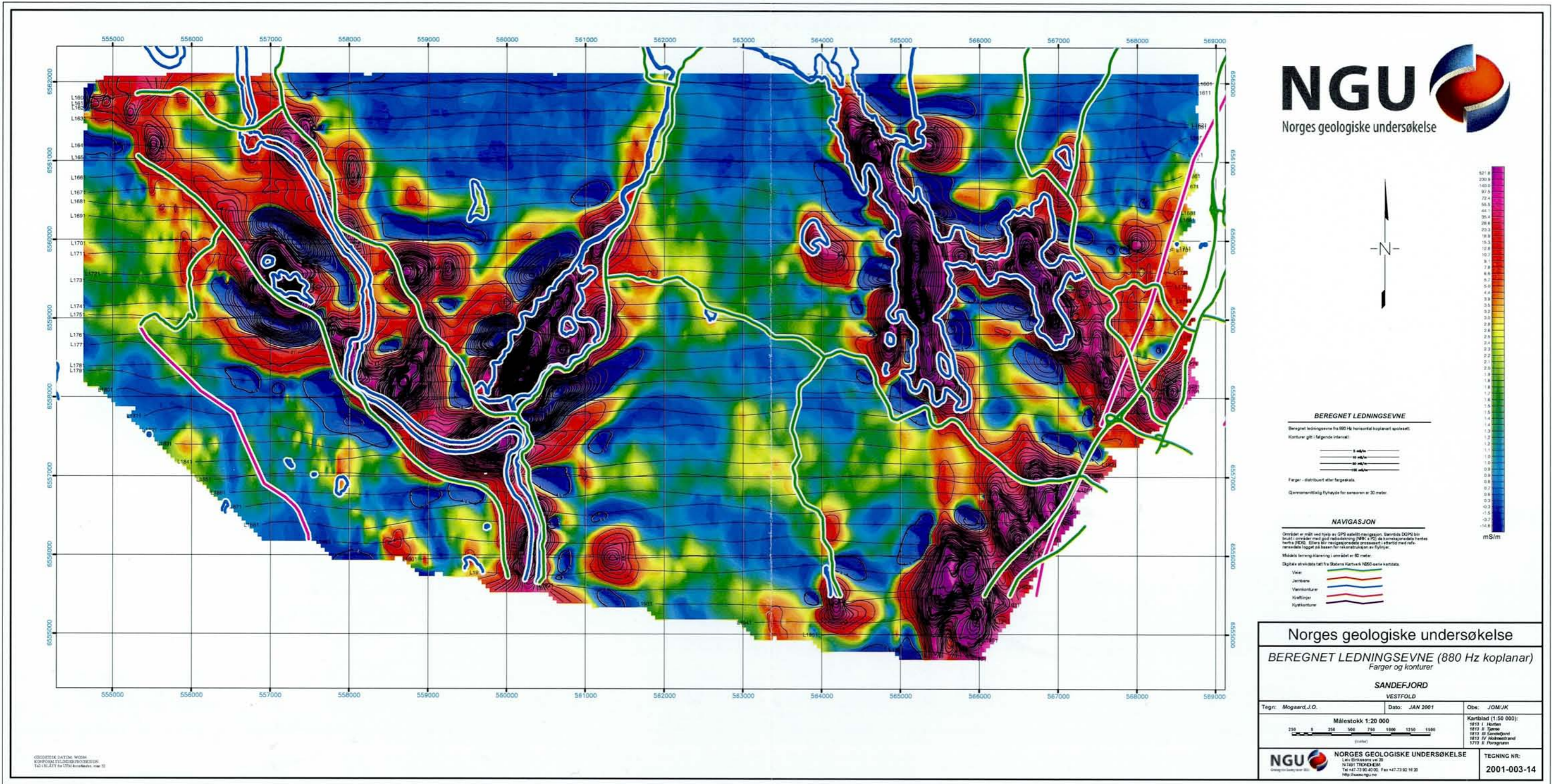


Fig 7. Beregnet ledningsevne (880 Hz koplanar 1:50 000