

Endelig udgave: GIS og Geofysik - Bidrag til "GIS i Danmark"

Thomas Knudsen & C. Christian Tscherning, 07.mar.1994

1: GEOFYSIKKENS EDB-TRADITION

Samlebegrebet "Geofysik" dækker idag over en vifte af videnskaber, der har det til fælles, at de benytter en fysisk baseret tilgang i beskrivelsen af (især) planeten Jorden - der i denne sammenhæng strækker sig fra dens indre kerne til et godt stykke ud i det interplanetare rum. De geofysiske videnskaber kan groft inddeles efter deres respektive virkefelter:

- ▶ *Geodæsi og Den faste jords fysik*, der beskæftiger sig med fænomener på jordens overflade og dens undergrund, *Geosfæren*
- ▶ *Fysisk Meteorologi*, der beskæftiger sig med fænomener i *Atmosfæren*
- ▶ *Fysisk Oceanografi*, der beskæftiger sig med fænomener i oceanet, som er en del af *Hydrosfæren*
- ▶ *Fysisk Glaciologi*, der beskæftiger sig med fænomener i isdækkede områder, *Kryosfæren*
- ▶ *Geokosmofysik*, der bl.a. beskæftiger sig med fænomener, fx nordlys, i de strålingsbælter, der omgiver jorden og i den øverste del af atmosfæren, *Ionosfæren*

Fra et traditionelt geofysisk synspunkt består jorden altså af et koblet system af geosfære, atmosfære (incl. ionosfære), hydrosfære og kryosfære. For at få en fuldstændig beskrivelse må vi tilføje den levende del af jorden, *biosfæren*, som kun sjældent har gæsteoptrådt i geofysikkens verdensbillede.

Alle de geofysiske videnskaber har en lang og omfattende tradition for anvendelse af edb i behandling og fortolkning af data. Alligevel er geografiske informationssystemer endnu ikke noget udbredt værktøj indenfor geofysisk forskning og undervisning i Danmark. Dette hænger nok til dels sammen med fagenes edb-tradition: Indtil for nylig dikterede forholdet mellem geofysikerens datamængde, beregningernes kompleksitet og den tilgængelige edb-kapacitet at kapaciteten skulle udnyttes optimalt. Derfor har man ikke haft tradition for at anvende generelle programværktøjer, men har været nødt til at skrive specielt optimerede programmer til hver enkelt opgave.

Denne gør-det-selv-kultur har i mange tilfælde medført at geofysikere har brugt mere tid på at undersøge computerens, end jordens indre funktioner (*Tscherning, 1981*), men med billigere og stadig stærkere computere kommer administration af grafiske brugergrænseflader etc. til at optage en svindende procentdel af den tilgængelige edb-kapacitet. Dermed bliver det attraktivt i højere grad at vælge kommercielle programmer, så vi vil nok de næste år se mange geofysikere skifte EDB-strategi: Det er rationelt at lade databehandlingen vare 24 processor-timer i stedet for 12 hvis man, ved hjælp af standardprogrammer, kan udvikle en applikation på en uge, som det ville have taget måneder at programmere fra grunden.

I denne artikel beskrives først en amerikansk pionerindsats og dernæst nogle geofysiske områder, hvor GIS kan blive et nøgleværktøj. Sidst antydes hvilken udvikling, der skal til for at GIS kan blive endnu mere egnet til geofysisk arbejde. Det er et omfattende stofområde og i denne sammenhæng må formen nødvendigvis være meget kortfattet; for mere fyldige gennemgange henvises til litteraturlisten og især til de tre bind redigeret af hhv. *Goodchild et al, (1993)*, *Langran (1992)* og *Raper (1989)*. Men nu til sagen:

2: GEOPHYSICS OF NORTH AMERICA: EN PIONERINDSATS INDENFOR GIS I GEOFYSIK

I Boulder, Colorado ligger National Geophysical Data Center (NGDC), en amerikansk regeringsinstitution, der har til opgave at indsamle og distribuere geofysiske data. Her overvejede man i slutningen af 1980'erne hvordan man mest effektivt kunne distribuere store datasæt på en form, hvor så mange som muligt var i stand til at anvende dem. Disse overvejelser førte allerede for fem år siden, i september 1989, til udgivelsen af "Geophysics of North America", en CDROM til undervisningsbrug (Hittelman et al 1990). Projektet var af flere grunde epokegørende: For det første ved valget af medie, CDROM var på det tidspunkt en forholdsvis ny ting, for det andet fordi der var gjort en stor indsats for at gøre de lagrede data let anvendelige og for det tredje på grund

af det program, GNA, der blev udviklet til at behandle og visualisere dataene.

CDROMen indeholder fem hoveddatabaser: Seismik, kystlinjer & statsgrænser, topografi, gravimetri og magnetisme. Herudover findes en del andre data, bl.a. satellitmålinger af vegetation-index for sommer og vintersituationer. Fra en dansk synsvinkel er det interessant at hele Grønland indgår i det område "Geophysics of North America" dækker. Det er bl.a. Kort- og Matrikelstyrelsen og Grønlands Geologiske Undersøgelse, der har leveret denne del af databaserne og dermed deltaget i konstruktionen af den første bredt tilgængelige GIS-database over Grønland.

Databaserne med topografi, gravimetri og magnetisme indeholder data på gridform, mens den seismiske database indeholder en oversigt over jordskælvs epicentre og styrke, d.v.s data på punktform, endelig er kystlinjedatabasen på en simpel vektorform uden nogen topologisk information. Programmet GNA er, selvom det kan behandle både raster (grid)-, punkt- og vektordata, særdeles primitivt, men også meget effektivt og har været mange geofysikstuderendes første (og endnu fleres eneste) berøring med et program med GISfunktioner. De tre grid-baserede databaser kan visualiseres som enten farvekodede billeder eller konturlinjer; man kan lægge et konturlinjeplot oven på et farvekodet billede og derved få overblik over to størrelser på en gang. De seismiske data kan visualiseres som punktmarkeringer og man kan tilføje hjælpeinformation i form af kystlinjer og et geografisk net (se figur i farvetillægget ***). Endelig kan man interaktivt udlæse punktverdier og indlægge profilinjer. Der er ikke nogen egentlige geografiske analysefunktioner indbygget i GNA, men et simpelt og velfungerende databasestyringssystem, der tillader geografisk søgning. De søgte data udskrives til filer i et let anvendeligt ascii-format og kan således uden store problemer viderebehandles i ens egne programmer. Egne data kan lige så let importeres til GNA og dermed indgå i systemet på lige fod med de allerede eksisterende data.

GNA var naturligvis ikke på nogen måde banebrydende som GIS betragtet, det er fx en åbenlys mangel at programmet kun kan operere med én fast kortprojektion. Hele projektet var derimod banebrydende, fordi det, i kraft af CDROM mediet, gav en stor mængde geofysikere mulighed for at arbejde med realistiske datamængder i en GIS-lignende sammenhæng.

3: KLIMAMODELLERING

Folkene fra National Geophysical Data Center er stadig aktive i bestræbelserne for at gøre GIS til en del af grundindholdet i enhver geofysikers værktøjskasse. Idag er et af hovedemnerne hvordan GIS kan vise sig nyttigt i forbindelse med globale klimamodeller (Clark et al, 1992):

De geofysiske videnskaber har normalt udforsket hver deres del af det koblede jordsystem (geosfære+atmosfære+hydrosfære+kryosfære) uden at detaljeringsgraden i beskrivelsen har gjort det nødvendigt at tage voldsomt hensyn til koblingen med de øvrige delsystemer. Tidligere har man fx, med udmærkede resultater, benyttet atmosfæremodeller der kun på grov vis inkorporerede den klimatologisk vigtige kobling til oceanet. Imidlertid er indsigten og databehandlingskapaciteten nu begge nået op på et niveau, hvor det er blevet både ønskeligt og muligt at inddrage delsystemernes kobling i de geofysiske modeller. Forståelse af koblingernes langtids-virkninger er en af nøglerne til modellering af det globale klima.

Til et intensiveret klima-modelleringsarbejde og til verifikation af modellerne kræves opsamling og behandling af et globalt datamateriale, der med hensyn til både rumlig, tidlig og spektral opløsning langt overgår hvad der kan præsteres af de nuværende jordobservations-satellitter (Barron et al, 1993). Når dette datamateriale foreligger operationelt ved lanceringen af nye satellitter fra Europa, USA og Japan i slutningen af 1990'erne har geofysikeren/klimamodelløren to valgmuligheder:

1. at drukne i data, eller
2. at anvende standardiserede, systematiske metoder i behandlingen.

Den første mulighed bliver forhåbentlig ikke aktuel. Den anden betyder nok i praksis øget anvendelse af GIS i geofysik: GIS er et indlysende bud på en integrationsplatform, der kan samle og koordinere modelresultater fra mange mindre delmodeller. En del forskning går for øjeblikket ud

på at klarlægge, hvordan man i praksis implementerer dette og hvordan man kan udvikle GIS til et endnu mere nyttigt redskab i klimamodellering. Det sidste indebærer blandt andet GISer, der opererer med datamodeller af 3, 4 og flere dimensioner (*Wheeler, 1992, Beller et al 1991, Steyaert, 1992, Hastings et al, 1992, Goodchild et al (eds), 1993*)

4: TRE, FIRE OG FLERE DIMENSIONER: GIS SOM INTEGRATIONSPLATFOM

Douglas J. Wheeler fra U.S. Geological Survey, har angivet en pragmatisk vej til klima-modellering i et GIS-miljø (*Wheeler, 1992*): Han konkluderer først at de veje såvel klimamodel-udviklere som GIS-udviklere må gå, for at modellering fuldstændigt indenfor rammerne af et GIS bliver muligt, er både lange og trange. Dernæst foreslår han at man, mens disse veje betrædes, sideløbende udbygger sine modeller til at kunne *kommunikere* med et GIS.

Som illustration af denne metodes potentiale kan vi betragte en tænkt fremtidig atmosfærisk klimamodel, der løbende læser sine randbetingelser, fx overfladetemperatur og overfladeruhed, fra et GIS og skriver atmosfæredata, fx lufttemperatur, vind og nedbør, til GISet. En oceanmodel, der køres samtidigt med atmosfæremodellen kan så læse *sine* atmosfæriske randbetingelser fra GISet og skrive et sæt opdaterede værdier for oceanets tilstand, der i næste modeltidsskridt kan læses af atmosfæremodellen, etc. Systemet kan udvides - fx med forst- og agerbrugsmodeller, der læser klimadata fra GISet og skriver oplysninger om plantevækst, herunder ørkenspredning. Disse data kan omregnes til indices for albedo og overfladeruhed og dermed bruges i modellering af energi og impulsomsætning i den nederste del af atmosfæren (*Skelly et al, 1993*). GISet fungerer her som en interdisciplinær integrationsplatform, der stiller en fælles, konsistent datagrænseflade til rådighed for et sæt modeller af delsystemer, der bliver i stand til at inkorporere kobling til de øvrige delsystemer *uden iøvrigt at bekymre sig om hvordan disse modelleres*. Dette behøver man strengt taget ikke et GIS til: ethvert velkonstrueret databasesystem vil kunne levere en konsistent grænseflade for dataudveksling mellem modeller, men ved at bruge et GIS får modellørerne oveni et stærkt værktøj til rumlig dataanalyse og visualisering i arbejdet med fortolkning af modellernes uddata.

Det er oplagt at dagens GISer ikke er ideelle til behandling af klimamodeldata: De bygger næsten udelukkende på en elektronisk version af landkort-konceptet, som giver en to-dimensional repræsentation af verdens udseende til et fast tidspunkt - og klimamodeldata er af natur tre-dimensionale tidsserier. Det er altså nødvendigt med en GiStype, der kan behandle datasæt, hvor både tid og alle tre rumlige dimensioner indgår eksplicit: Det er ikke nok at kunne behandle 2d flader med en højde-attribut tilknyttet, som ved digitale terrænmodeller. Der skal egentlige volumenelementer til (se fx *Clark et al 1992*)

Klimamodeller kan benyttes til at udføre konsekvensoverslag over forskellige scenarier ("Hvad nu hvis atmosfærens kuldioxidindhold fordobledes over de næste 100 år/50 år/10 år?", "Hvilken betydning har det over en årrække, hvis et antal store vulkanudbrud pumper lidt ekstra svovl ud i atmosfæren?", etc.). Sådanne modelkørsler giver os flere samtidige globale datasæt for hver fysisk parameter (et fra hvert scenarie) til mange tidspunkter (et fra hvert af modellens tidsskridt). Hvis sådanne datasæt skal analyseres i et GIS, som kort beskrevet af *Beller et al (1992)*, står vi over for endnu en udfordring: Det er ikke længere nok med et GIS, der kan operere med tiden som eksplicit parameter - vi har brug for et GIS med mulighed for at operere med *flere samtidige tidslinier*. Vi har flere værdier for den samme parameter til samme tid og sted - og vi ønsker at sammenligne disse værdier på kryds og tværs af tid, rum og scenarier. Denne tidslige flertydighed er konceptuelt vanskelig - men heldigvis nok lettere at implementere teknologisk, i form af en eller flere abstrakte ekstra-dimensioner, end at formalisere fysisk.

5: SNAPSHOT- OG HÆNDELSES-BASEREDE TIDSMODELLER

Ved lagring og analyse af tidsvarierende fænomener i et GIS støder man ind i det problem, at en traditionel GIS-database er historieløs: Det lagrede datasæt repræsenterer altid den mest aktuelle tilstand af det område, databasen dækker. Tidligere tilstande overskrives, når databasen opdateres, og de kan ikke gendannes. Her beskrives to forskellige tilgange, med hver sit anvendelsesområde, til konstruktion af GISer, der ikke glemmer:

Det meste arbejde om tid og GIS er gjort indenfor 2d-vektor-GIS'er (Al-Taha et al, 1993, Langran (ed), 1992). For geofysikere er dette yderst beklageligt: Her beskæftiger man sig primært med globale fysiske felter (tyngdefeltet, temperaturen ved jordoverfladen, vindhastigheden i 500 millibars højde etc.), der langt mere effektivt repræsenteres i rasterbaserede datamodeller end i vektorbaserede. Derfor er første skridt på vejen mod et GIS til geofysisk brug, at udvikle 2d-raster-GIS'er med inkorporering af tiden. En prototype af sådan et GIS blev i 1990-1991 udviklet som led i et samarbejde mellem Colorado State University og IBM (Beller et al, 1991). GIS'et skulle bruges i et projekt, der gik ud på at undersøge sammenhængen mellem forårsvejret og årets samlede plantetilvækst i det centrale USA. Ved at analysere dette over en flerårig periode håbede man at kunne bidrage til forståelsen af økosystemers reaktion på klimatiske ændringer. Man opbyggede tidsserier af digitale vegetationsindeks kort (fra satellitobservationer) og vejrobservationskort for det studerede område, hvor hvert kort repræsenterede et *snapshot* af situationen til et fast tidspunkt. Til analysen af materialet blev et traditionelt GIS udstyret med funktioner til rumlig og tidslig korrelationsanalyse og til tidslig interpolation mellem kortene.

Den nævnte snapshot-tidsmodel er meget anvendelig for satellitmålinger i raster-GIS'er, men langt mindre anvendelig i vektor-GIS'er, hvor man oftere vil benytte en hændelses-styret tidsmodel. Som eksempel kan vi betragte en digital matrikel-database, hvor grundstykker er de fundamentale enheder: Man kan forestille sig at hver gang en grund skifter ejer, opdateres databasen med en tilføjelse til (altså ikke en overskrivning af -) netop denne grunds databaseindgang. Bruger man i stedet en snapshot-tidsmodel, skal man gemme en ny kopi af *hele* databasen, hver gang der sker en opdatering. Alternativt kan man operere med en vektor-snapshotmodel, hvor databasen opdateres med et fast mellemrum, fx den første i hver måned: Herved undgår man at gemme store mængder snapshots - til gengæld er databasen uaktuel det meste af tiden. Hændelses-baserede tidsmodeller kan også implementeres ved raster-data: Her gemmes blot en opdatering hver gang en raster-celle skifter værdi. Dette er anvendeligt for datasæt, hvor nogle få celler skifter værdi med uregelmæssige mellemrum, men ikke for tidsserier af satellitobservationer, hvor satellittens repetitionscyklus bestemmer tidsrummet mellem observationerne og et meget stort antal celler skifter værdi fra observationstidspunkt til observationstidspunkt.

6: SPECIELLE FORHOLD OMKRING GLOBALE DATASÆT

Når man beskæftiger sig med fænomener på global skala, hvad man ofte gør i de geofysiske fag, opstår nogle problemer der ikke findes ved regionalskalastudier. Problemerne kommer af at jorden ikke er flad: På regional skala kan man altid vælge at betragte sine data i en kortprojektion, der ikke giver megen fortegnings, for eksempel polarstereografisk projektion i polare egne og mercatorprojektion i ækvatoreale egne. Det kan ikke lade sig gøre, når man arbejder med globale data, derfor må et "globalt GIS" dynamisk kunne ændre kortprojektion i sine visualiseringsfunktioner, afhængigt af hvilket område brugeren vælger at fokusere på. Ved modellering af globale processer i et GIS (se fx Skelly et al, 1993), forekommer yderligere det problem at et globalt datasæt ikke har nogen rand (se figur *** og ***). I matematisk sprogbrug betyder det, at for et regionalt område er modellens randbetingelser specificerede på randen, mens en global model må benytte periodiske randbetingelser. Løst sagt betyder det, at i den globale model må modelværdierne for længdegrad 0 være de samme som for længdegrad 360. Ved global modellering i et GIS er det et væsentligt krav at GIS'et tillader sådanne specifikationer.

Ofte foreligger globale datasæt ikke på gridform, men på spektral form, dvs. som rækkeudviklinger på et sæt basisfunktioner. Dette gælder fx både output fra meteorologiske modeller og repræsentationer af geoiden (løst sagt er geoiden "jordoverfladens form", mere stringent formuleret er det en abstrakt flade med konstant tyngdepotential). En spektralrepræsentation kan altid omsættes til gridform, men spektralrepræsentationer har fordele i visse typer analyse. Derfor vil et GIS, der direkte kan behandle spektralrepræsentationer være særdeles anvendeligt i analyse af globale datasæt.

7: SAMMENFATNING

De geofysiske fag beskæftiger sig med fysiske felter, der ofte kan repræsenteres på grid-form. Derfor kan de fleste raster-baserede GIS'er umiddelbart anvendes til visualisering i geofysisk

arbejde, men GIS skal gerne være mere end et visualiseringsværktøj: Hvis GIS skal udvikle sig til geofysikkens arbejdshest må det kunne anvende spektrale og rasterbaserede datamodeller og operere problemfrit på globale datasæt, registrerede i et væld af forskellige kortprojektioner og geodætiske datum. Desuden skal GIS kunne benyttes til at administrere de store mængder punktobservationer, der er grundlaget for beregningen af gridrepræsentationen af de fysiske felter og det skal tilbyde en uproblematisk integration med de eksterne programmer der givetvis mange år endnu vil være nødvendige. Endelig skal GIS på en enkel og effektiv måde tillade repræsentation af både tid, tre rumlige dimensioner og eventuelt et antal abstrakte dimensioner, for at tillade flere samtidige tidslinjer. Endnu er der ingen GIS'er, der opfylder disse idealer, men mindre kan også gøre det. Derfor er det vigtigt at geofysikere begynder at sadle edb-mæssigt om nu, mens tid er: Sagt i al respekt for de eksisterende ikke-kommercielle GIS'er, som fx Grass, Moss og Idrisi, så er GIS-industrien en *industri* og dermed markedsdrevet (se fx *Dangermond, 1993*). Opstår markedet for den geofysiske arbejdshest ikke, bliver den heller ikke udviklet. Dermed kan geofysikere se frem mod en ikke så fjern fremtid, hvor næsten alle kræfter må bruges på at administrere de enorme datamængder, der kommer væltende ned fra himlen, når næste generation af jordobservationssatellitter er på plads.

8: LITTERATUR

Al-Taha, Khaled K., Richard T. Snodgrass & Michael D. Soo, 1993, Bibliography on Spatiotemporal Databases, *Tilgængelig via anonymous FTP fra cs.arizona.edu:bib/spacetime.ps*

Barron, Eric (Chair) & EOS Panel on Physical Climate and Hydrology, 1993, EOS science priorities for physical climate and hydrology: key measurements, *Global and Planetary Change*, vol. 7, pp. 279-297

Beller, Aaron, Steve Litz & Khanh V. Le, 1992: Linking a Temporal GIS with Environmental Models, (ABSTRACT), *ASPRS/ACSM/RT '92: Technical Papers*, vol.1, p.222, Bethesda, MD, USA: ACSM & ASPRS

Beller, Aaron, Tom Giblin, Khanh V. Le, Steve Litz, Timothy Kittel & David Schimel, 1991: A Temporal GIS Prototype for Global Change Research, *GIS/LIS '91 Proceedings*, vol. 2, pp. 752-765, Bethesda, MD, USA: ASPRS

Clark, David M., Stanley Ruttenberg, David A. Hastings & John J. Kineman, 1992: The Integration of Multithematic Global Databases, GIS and Environmental Modeling: A Tool for the Study of Global Change, *Codata Bulletin*, vol.24, no.4, pp.15-21

Dangermond, Jack, 1993: The Role of Software Vendors in Integrating GIS and Environmental Modeling, *I: Goodchild, Michael F., Bradley O. Parks & Louis T. Steyaert (eds.): 1993, Environmental Modeling with GIS*, pp. 51-56. New York & Oxford: Oxford University Press

Goodchild, Michael F., Bradley O. Parks & Louis T. Steyaert (eds.), 1993: Environmental Modeling with GIS, New York & Oxford: Oxford University Press

Hastings, David A., John J. Kineman & David M. Clark, 1991: Development and application of global databases: considerable progress, but more collaboration needed, *Int. J. Geographical Information Systems*, vol.5, no.1, pp.137-146

Hittelman, Allen M., John O. Kinsfather & Herbert Meyers, 1990: Geophysics of North America CD-ROM, User's Manual Release 1.1, Boulder, Colorado, USA: National Geophysical Data Center

Langran, Gail (ed.), 1992: Time in Geographic Information Systems, London: Taylor & Francis

Raper, Jonathan (ed.), 1989: Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems, London: Taylor & Francis

Steyaert, Louis T., 1992: Integrating Geographic Information Systems and Environmental

Simulation Models, *ASPRS/ACSM/RT '92: Technical Papers, vol.1, pp.233-243, Bethesda, MD, USA: ACSM & ASPRS*

Skelly, W.C., A. Henderson-Sellers & A.J. Pitman, 1993: Land Surface Data: Global Climate Modeling Requirements, *I: Goodchild, Michael F., Bradley O. Parks & Louis T. Steyaert (eds), 1993, Environmental Modeling with GIS, pp. 135-141. New York & Oxford: Oxford University Press*

Tscherning, C.C., 1981: Introduction to the Symposium. *Geodætisk Instituts Meddelelser No. 55: Proceedings of the International Symposium Management of Geodetic Data, København 24.-26. August 1981. København: Geodætisk Institut*

Wheeler, Douglas J., 1992: The Coupling of GIS and Environmental Process Models in Global Change Research: Where do we go from here?, *ASPRS/ACSM/RT '92: Technical Papers, vol.1, pp.244-253, Bethesda, MD, USA: ACSM & ASPRS*

FIGURER TIL "GIS OG GEOFYSIK"

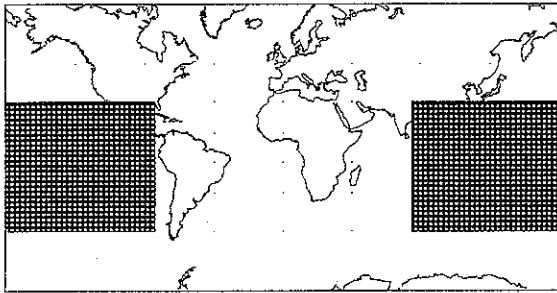
Til redaktionen: nedenfor to illustrationer. I teksten refereres de som "(se figur *** og ***)" - dette bedes korrigeret (jeg ved ikke om i agter at benytte fortløbende nummerering af figurerne eller ej!)

Figurerne ligger desuden på elektronisk form i WP-dokumentet shfigur.wp5. Hvis I bruger dette, fremfor saks og klister, så vær opmærksom på at figurerne ligger i brugerdefinerede felter, snarere end rene grafikfelter. Da figurerne til dels er producerede med wp6 for windows har jeg ikke været i stand til at gemme dem som separate .wpg-filer - håber denne nødløsning er i orden.

Vedrørende farvefiguren: der refereres til den i teksten som "(se figur i farvetillægget ***)". Hvis der ikke er plads til flere farvefigurer kan den udgå uden store problemer

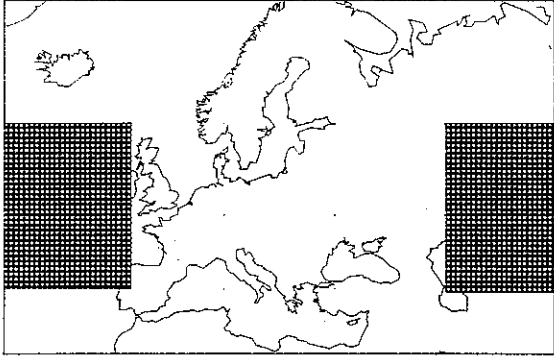
Med venlig hilsen
Thomas Knudsen

Thomas Knudsen



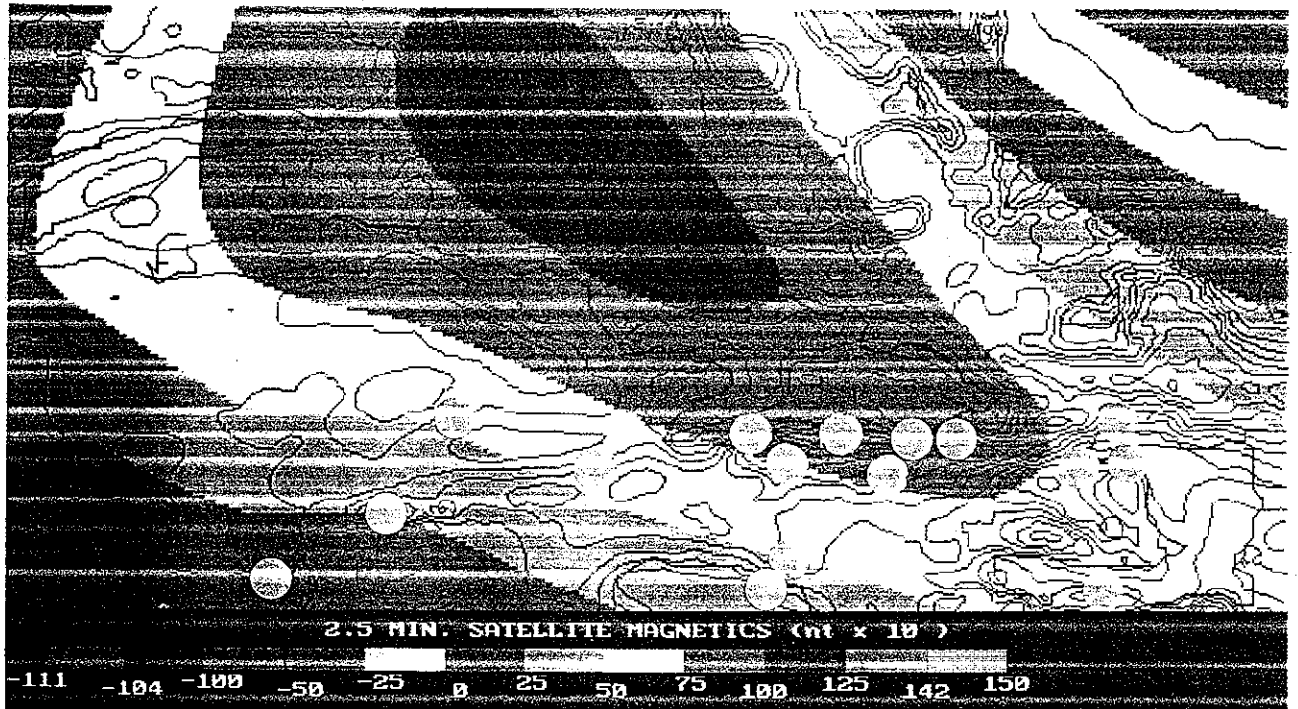
Ét sammenhengende område i et globalt datasæt

(AFSNIT: GIS og Geofysik)



To separate områder i et regionalt datasæt

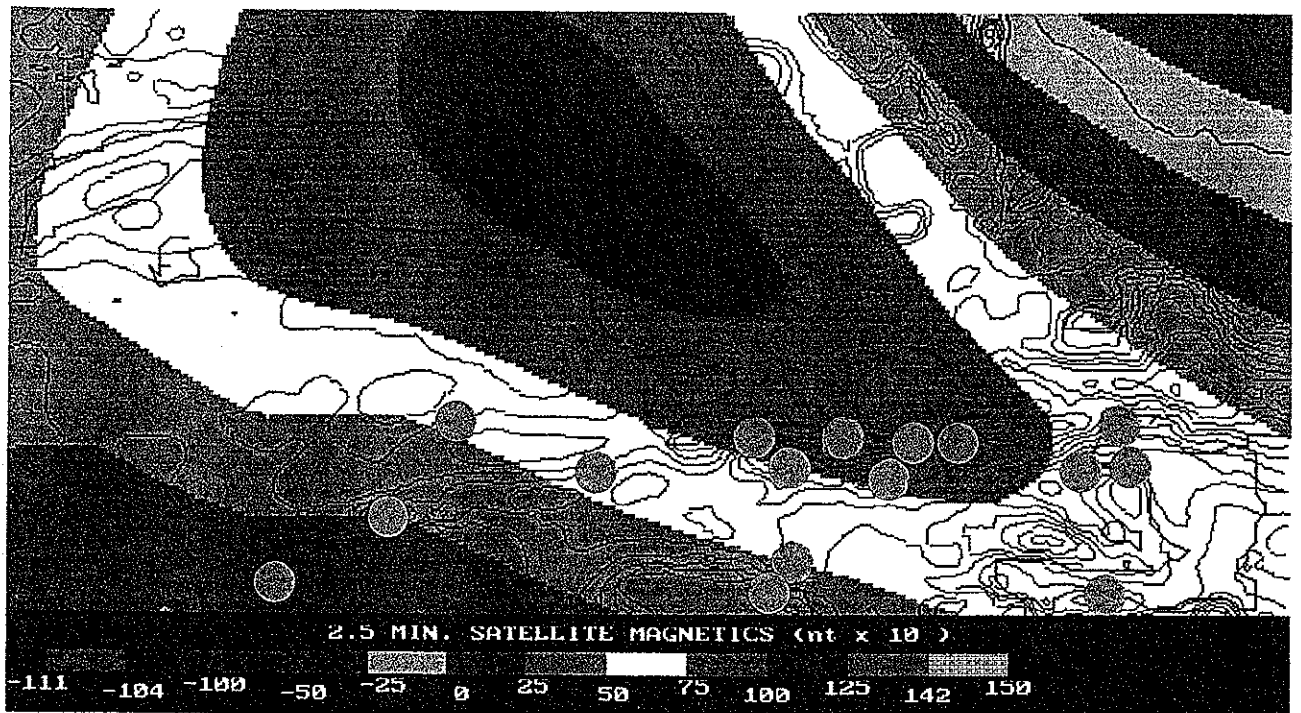
(AFSNIT: GIS og Geofysik)



GIS & GEOFYSIK - CAPTION TIL FÆRVEFIG.

Eksempel på output fra "Geophysics of North America" programmet:

Figuren viser et område omkring Cuba. Farverne indikerer jordens magnetfelt, konturlinjerne tyngdefeltet og punktmarkeringerne registrerede jordskælv over styrke 5 i perioden 1900-1985



GIS & GEOFYSIK - CAPTION TIL FARVEFIG.

Eksempel på output fra "Geophysics of North America" programmet:

Figuren viser et område omkring Cuba. Farverne indikerer jordens magnetfelt, konturlinjerne tyngdefeltet og punktmarkeringerne registrerede jordskalv over styrke 5 i perioden 1900-1985