

GIS

- kort fortalt

Af geolog Jakob Lanstorp, Geofysiksamarbejdet, Geologisk Institut, Aarhus Universitet

Ideen med denne artikel er at skabe et overblik over, hvordan GIS kan anvendes som et geologisk redskab fra rådata til modellering og analyse, samt hvilke typer der findes.

Geografiske informationssystemer har to indgangsvinkler. Den ene er vektor-GIS, og den anden er raster-GIS. Vektor-GIS er den mest udbredte i Danmark, hvor raster GIS er den mest interessante i geologisk sammenhæng. De to metoder anvendes oftest i en kombination med udgangspunkt i vektordata, der bearbejdes til et rasterformat, hvorfra GIS-analysen kan foretages.

Vektor-GIS

En database kan forsimplet fremstilles som en datamængde opstillet i rækker (vandret orienteret – kaldet poster) og kolonner (lodret orienteret – kaldet felter). Altså data opstillet i tabeller – tabulære data.

Hver post i en GIS-tabel har en skjult kolonne, hvor der er plads til et geografisk objekt. Det geografiske objekt kan være et punkt, en linie eller en flade. Når geografiske objekter er tilknyttet poster i en database, siges databasen at være rummelig eller spatial. Tabeller eller poster i en GIS-tabel, der ikke har tilknyttet et objekt, siges at være alfanumeriske. Da objekterne har en geografisk definition, kan en spatial database præsenteres som et kort. Hvis de geografiske objekter er relateret til en glo-

Eksempel på en alfanumerisk database. Hver post i tabellen indeholder en boring. Hvert felt i tabellen indeholder information om boringen. Her er vist Borings-id (kolonnen boring), geografiske koordinater (kolonnerne UtmX og UtmY) samt topkalk-kolonnen, der angiver dybden til toppen af et kalklag under terræn. (Grafik: Forfatteren)

Boring	UtmX	UtmY	TopKalk
B001	467,820	6,189,164	37.6
B002	467,864	6,189,375	83.1
B003	468,040	6,189,156	67.9
B004	467,849	6,188,931	44
B005	467,756	6,188,738	54.3
B007	468,742	6,189,694	23.5
B008	468,787	6,189,526	3.2
B009	468,864	6,189,364	43.1
B010	468,713	6,189,233	43.1
B011	468,619	6,189,045	22.6
B013	468,808	6,188,864	32.3
B014	469,075	6,188,992	23.8
B015	468,995	6,189,200	30.6
B016	469,044	6,189,449	73.1
B017	469,183	6,189,930	64
B018	469,284	6,190,117	41.3
B020	469,906	6,189,529	22

bal kortprojektion, er deres geografiske udbredelse ydermere relateret til jordkrumningen. En forkastning, der i en post er oprettet som et linieobjekt, vil således have en længde, der er korrigeret for jordens krumning. Har kortprojektion ingen relation til jordkrumningen, siges projektionen at være plan.

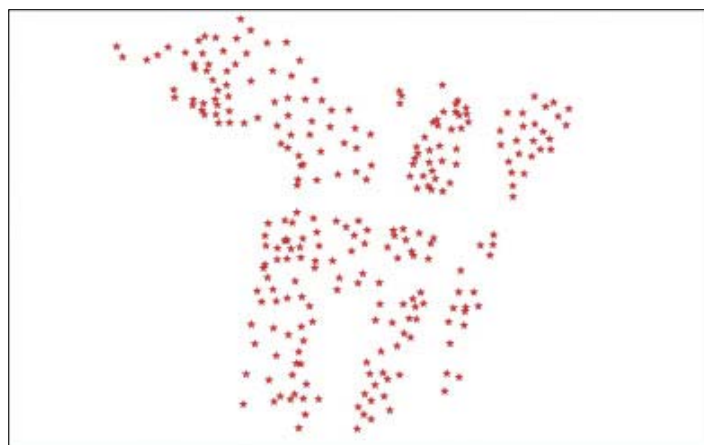
Når data findes som i figuren lige ovenfor, er det ligetil at oprette et geografisk objekt til hver post i databasen. I dette tilfælde er hver boring oprettet som et punktobjekt – figuren nedenfor til venstre. Hvert punkt repræsenterer nu en boring. Der er hermed to tilgange til det oprindelige data. En alfanumerisk der kun viser de tabulære data samt et kortvindue visende de geografiske attributter til hver post i tabellen. De tabulære data kan påføres kortvinduet som labels efter ønske.

Med forespørgelser kan man udtrække information fra en spatial database, hvor både alfanumeriske data og geografiske objekter kan relateres til hinanden. Hvis en post har en flade som geografisk attribut, kan der fx forespørges, hvilke andre poster der ligger inden for fladens afgrænsning. Et eksempel kunne være en forespørgsel, der finder alle borer inden for en radius af 2 km fra en koordinat, eller en forespørgsel der finder alle borer beliggende i et bestemt opland. Oplandet vil her være defineret i en post som en flade. Dette kaldes også for den geografiske eller spatiale forespørgsel. Med en spatial forespørgsel er det således muligt at anvende det geografiske objekt (punktet, linien eller fladen) til at udtrække data i relation til andre geografiske objekter. Det kunne fx være at finde de punkter, der ligger på en linie eller inden for en flade – eller fx finde det areal, der er fælles mellem to flader. Det er her, den analytiske del af vektor-GIS foretages.

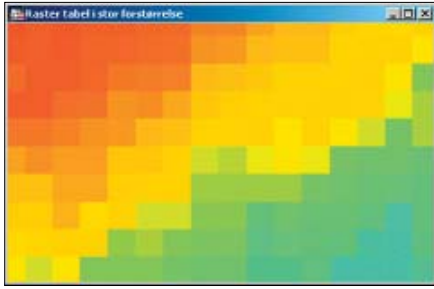
Vektorobjekter er defineret matematisk og kan således i princippet forstørres i det uendelige. Dette har dog ikke praktisk relevans, da kortprojektion, hvori objekternes geografiske relationen er defineret, har en endelig opløsning. Denne opløsning er afhængig af kortprojektions matematiske definition, samt måden denne definition er konstrueret som algoritme (beretningsrutine) i det afviklende computerprogram.

Raster-GIS

Raster-GIS er som vektor-GIS defineret i en datastruktur bestående af rækker og ko-



Punktobjekter oprettet på basis af tabellen fra figuren øverst til højre. Figuren til venstre og ovenviste er således to forskellige måder at vise de samme data på. (Grafik: Forfatteren)



En raster-tabel i et zoomniveau der viser opbygningen af gridet i kvadratiske celler. (Grafik: Forfatteren)

lonner. Men her hører ligheden også op. En raster-GIS-tabel kan sammenlignes med et digitalt billede. Et digitalt billede er opbygget af små kvadrater kaldet pixels. I raster-GIS omtales pixels som celler. En raster-tabel består således af en mosaik af celler, der tilsammen danner et grid. Hver celle har en værdi tilknyttet, der illustreres med en farve. En raster-GIS-tabel konstrueres normalt fra en vektortabel. Enten ved direkte vektor- til raster-konvertering eller ved interpolation af vektordata.

I raster-GIS kan man som i tilfældet for vektor-GIS lave forespørgelser på et eller flere grids. I vektor-GIS blev forespørgelserne lavet på alfanumeriske data og geografiske objekter. I raster-GIS laves forespørgelsen på værdien af de enkelte grid-celler. Resultatet returneres som et nyt grid. Ud fra et højdegrid og et jordartsgrid kan der fx laves en forespørgelse, der lyder: Konstruer et grid i to farver, hvor den ene farve repræsenterer alle celler, hvor topografien hælder mellem 2 og 5 grader mod syd med en tolerance på 30 grader, hvor jordlaget er af sand. Det nye grid kunne fx fortælle, hvor man skal lede efter en edderkoppeart eller en bestemt glacialmorfolo-gisk struktur.

Interpolation

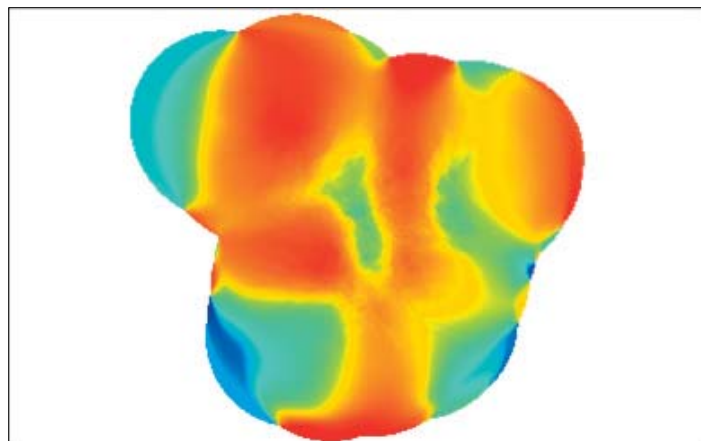
Når vektor-data har en sammenhængende struktur i planet, kan data med fordel overføres til raster-GIS med forskellige

interpolationsmetoder. De fleste kommer-cielle GIS-programmer understøtter et store udvalg af spatiale interpolationsrutiner og mere avanceret geostatistik.

En interpolationsrutine er en triangulation (TIN). I TIN forbindes de originale datapunkter i et netværk af trekanter. Punkterne forbindes efter deres nærmeste nabo-relation. Denne relation har det kriterium, at en cirkel tegnet omkring en trekant ikke må indeholde hjørnepunkter fra omkring-liggende trekanter. Ofte anvendes TIN til laggrænser, højde- eller lagtykkelseskort. TIN-interpolation tillader over- eller under-skydning af lokale minimum- og maksimum-værdier i datasættet og er derfor vel-egnede til højdedata og laggrænser. Består data af geofysiske eller kemiske målinger, anvendes normalt Kriging som interpolationstype. Kriging er en geostatistisk interpolationsmetode, der både tilgodeser afstanden og graden af variation mellem kendte datapunkter, når der estimeres en værdi i ukendte områder. Det vil være for omfattende at behandle interpolations-metoder og geostatistik her, interesserede kan læse mere i bogen: Burrough, P.A., McDonnell, R.A. (1998): Principles of Geographical Information Systems.

3D-GIS

Hvor GIS i begyndelsen var begrænset til 2D-flader, er der i dag en række mulighe-der for at udføre 3D-analyser. Ofte fås disse som moduler, der lægger sig op ad eksisterende konventionelle 2D-GIS-pro-grammer. Særligt udbredt er 2½D-GIS, hvor der kun er knyttet en z-værdi til en (x,y) koordinat. Denne form for visualise-ring giver kun mulighed for en fastlåst perspektivstyring af griddata. Ægte 3D fås ved at have mulighed for et uendelige antal z-værdier til en (x,y) koordinat. Et eksem-pel ses i figuren næste side, hvor figuren øverst til højre er overført til et 3D-modul, der giver muligheder for frit at kunne be-væge sig rundt i rummet og studere gridet fra alle sider her illustreret ved toppen af et kalklag.



Et 2-dimensionelt grid fremstillet ved interpolation af data i de to figurer på modstående side. (Grafik: Forfatteren)

Geologisk Tidsskala

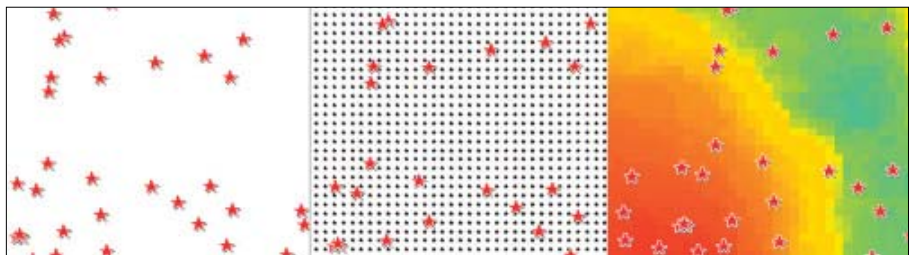
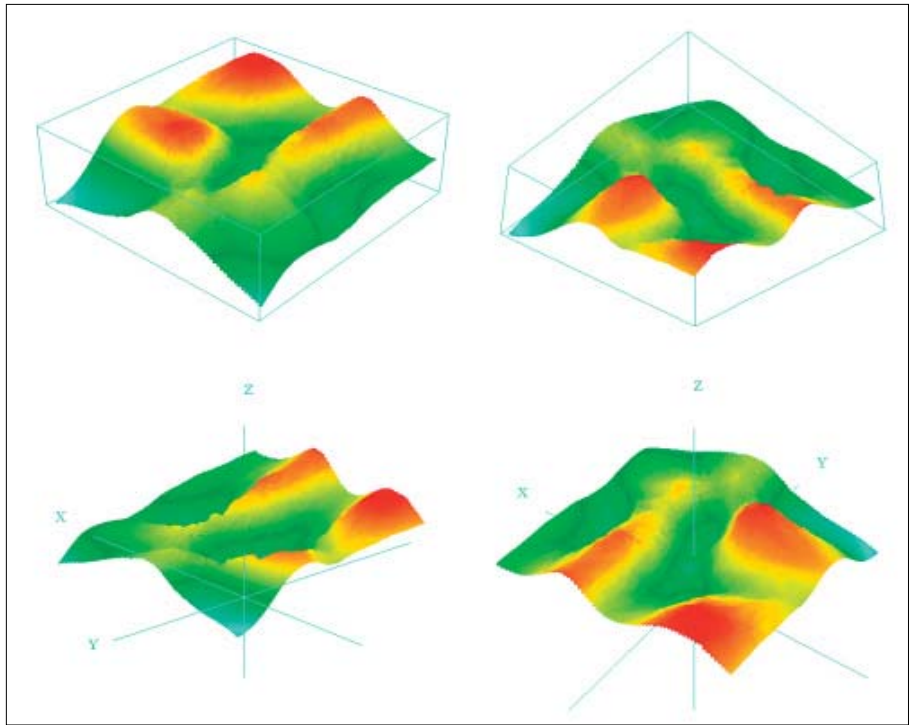
	System	Serie	
Kænozoikum	Kvartær	mio. år Holocæn	
		Pleistocæn	
	Tertiær	Neogen	1,8 Pliocæn
			Miocæn
			Oligocæn
		Palæogen	Eocæn
			Paleocæn
			65
	Mesozoikum	Kridt	Øvre
			Nedre
Jura		135 Øvre	
		Mellem	
		Nedre	
Trias		203 Øvre	
		Mellem	
		Nedre	
Phanerozoikum		Perm	250 Lopingien
			Guadalupien
	Cisuralien		
	Karbon	295 Pennsylvanien	
		Mississippien	
		355 Øvre	
	Devon	Mellem	
		Nedre	
		410 Prídolí	
		Ludlow	
Wenlock			
Silur	435 Llandovery		
	Øvre		
	Mellem		
	Nedre		
	500 Øvre		
Ordovicium	Mellem		
	Nedre		
	540 Øvre		
Kambrium	Mellem		
	Nedre		
	540		
Proterozoikum		(Præ-kambrium)	
2500			
Archæikum			

Sammenfatning

Vektor-GIS er den mest udbredte GIS-type i Danmark. Inden for geologien er raster-GIS dog dominerende som analyseværktøj. De to typer af GIS anvendes sammen for maksimal udnyttelse af GIS. Ofte med vektor-data som holder af rådata og raster-GIS som slutproduktet, hvorfra geologiske modeller og analyser kan konstrueres. Det er her i artiklen illustreret ved eksemplet med alfanumerisk boringsdata (figuren øverst til højre første side), der gøres kortlægningsklar i et punkt-vektorformat (figuren nederst til venstre første side). Interpoleres til raster-GIS som gridflader opbygget af kvadratiske celler (de to figurer på foregående side). For til sidst at blive eksporteret til et 3D-modul for nærmere spatialanalyse (figuren til højre).

Forskellige orienteringer i 3D. Flere grids vil kunne stables over hinanden og dermed anskueliggøre den stratigrafiske sammenhæng. (Grafik: Forfatteren)

Overgangen mellem data fra et vektorformat til et rasterformat. I det midterste billede er der oprettet grid-knudepunkter. Grid-knudepunkter er centerpunktet for hver celle. Hver grid-knudepunkt får estimeret en værdi fra den oprindelige punktsværm til venstre. Gridcellen tildeles derefter en farve baseret på værdien af knudepunktet. Resultatet er illustreret i det højre billede, hvor vektor-punktlaget er lagt oven på det nye rasterlag. (Grafik: Forfatteren)



Kort nyt

Vandsamarbejde på internationalt niveau

Sidste år blev det ved FN's Verdens-topmøde i Johannesburg vedtaget, at antallet af mennesker, der lever uden adgang til rent vand og sanitet, skal halveres. Som opfølgning på initiativet fra FN har der her i marts været en konference i Japan – World Water Forum. Miljøminister Hans Chr. Schmidt har bedt Miljøstyrelsen om at komme med et konkret forslag til tiltag omkring realiseringen af EU's vandinitiativ i Rusland. Hans Chr. Schmidt understreger, at det nye samarbejde skal være basis for nye og effektive internationale udspil på vandområdet. Danmark er på hele EU's vegne blevet opfordret til at udvikle og etablere det nye Vandpartnerskab. "EU's vandinitiativ er blevet utroligt godt modtaget her i Kyoto. Det viser, hvor vigtigt det er, at vi tilrettelægger noget af miljø-

indsatsen på nye måder", siger Hans Chr. Schmidt.

Næste store skridt for Vandpartnerskabet bliver en miljøministerkonference i Ukraine i maj. Her bliver målet at få sammensat en handlingsplan, der skal lægge en ny miljøstrategi for landene i det tidligere Sovjetunionen – NIS-landene.

www.mim.dk/nyheder/PBSJ

Afløbsrender på Mars

Eroderede kratervægge og klippesider blev første gang set på billeder fra Mars Global Surveyor i 2000. Siden er flere teorier blevet fremsat om deres opståen, heriblandt vand der er trængt ud af Marsoverfladen fra "underjordiske" kilder og mudderskred fra smeltede permafrostdepoter. Med sammensætningen af billeder fra NASAs Mars Odyssey og Mars Global Surveyor rums-

under er man imidlertid gået bort fra dette. Man mener, at smeltningen af sneen i varmeperioder er begyndt ved toppen af kraterranden, hvilket kan forklare, hvorfor afløbsrenderne begynder så højt oppe i kratrene. Renderne er dannet ved, at smeltet vand er løbet under snemasserne, mens de mere flade områder, der også ses på billeder, er dannet ved, at sne er smeltet nedefra.

Ingeniøren/SP ■

Geoportalen

Læs om geologi på
www.geologi.dk