

Fra laser til landkort

Niels-Christian Clemmensen, landmåler, KUAS

Med den ny laserscannede overflademodel af Danmark har arkæologien fået et nyt og betydningsfuldt redskab i kortlægningen af fortidsminder. I det følgende beskrives det metodiske grundlag for scanningen og den efterfølgende bearbejdning af datamaterialet. Gennem en række konkrete eksempler vises overflademodellens mange muligheder – såvel som faldgruber – på det kulturhistoriske felt.

Statsaftalen

Den 23. maj 2007 meddeler Kort & Matrikelstyrelsen at de på vegne af den danske stat har indkøbt en forbedret landsdækkende digital højdemodel. Gennem udbud er et konsortium bestående af Blominfo A/S og Scankort A/S valgt som leverandører. Højdemodellen er bestilt af ministerierne for arbejde, forsvar, miljø, transport og energi.

I tiden derefter flyver specialindrettede flyvemaskiner efter nøje fastlagte baner, der sikrer at mindst et laserskud har ramt jorden for hver anden m² af Danmark. Skuddene indgår i den enorme datamængde, der efter rensning og datapleje resulterer i de to højdetemaer DSM (Digital Surface Model) og DTM (Digital Terrain Model), eller på dansk en overflade- og en terrænmodel.

Overflademodellen viser, hvad der rager op af huse, trækroner, broer, tårne o.l., vel nærmest som en gigantisk gipsafstøbning af Danmark. Overflademodellen kan ved 3D visualisering bruges til planlægning af nye anlægs indpasning i landskabs- og bybilleder og såmænd også til at vise tilvækst i skove. Terrænmodellen viser jordens form.

LIDAR

Teknikken, der anvendes ved opmålingen, har betegnelsen LIDAR, som er en forkortelse af det engelske begreb *Light Detection and Ranging*.

Kender man en fartsnyder, som har måttet bøde for lovovertrædelsen, har vedkommende højst sandsynlig været udsat for praktisk anvendelse af LIDAR-teknikken i det infrarøde spektrum, hvor måleinstrumentet sender lysstråler af sted, der efter reflektering mod en fast overflade, som i dette

eksempel forskærmen på en bil, modtages og udsættes for en hastig beregning af forskellen i bølgelængde på den afsendte og modtagne lysstråle. Da der sendes og modtages flere signaler kan bilens hastighed beregnes ud fra tidsforskellen på de afstande bilen har tilbagelagt mellem målingerne, en enkel og effektiv måde at fodre en slunken statskasse på. Samme princip gælder i de fleste totalstationer dog skal målet her stå stille så man kan få den nøjagtige afstand og ikke en hastighed, og indjeningen står slet ikke mål med præcisionen.

De flyvemaskiner, der indsamlede data til højdemodellerne, brugte i princippet samme teknikker som ved fartmåling med enkelte undtagelser. I stedet for infrarødt lys anvendtes laserstråler og flyets position stedfæstes både i plan og højde med præcisions GPS-udstyr som konstant bliver kalibreret af det landsdækkende net af referencestationer, som også bruges til landbaseret opmåling. For at korrigere for flyets bevægelser i luften bliver laserstrålerne sendt ind i et hurtigroterende spejl ophængt i en gyro, som sørger for at spejlets akse altid er lodret. Spejlet har desuden en krumning, der bevirker at strålerne udsendes i en fejende bevægelse fra side til side gennem et dertil konstrueret hul i bunden af flyet. Hver stråle får en adresse. Den vinkel strålen afsendes i, registreres på adressen sammen med den tid strålen bruger, inden den vender tilbage fra mødet med en fast form sammen med GPS-positionen i afsendelsesøjeblikket. Afstanden skal så deles med 2 for at give afstand fra fly til jord eller overflade. En vinkel fra en kendt position i en kendt retning med en korrigeret afstand bliver grundlaget for beregningen af det punkt som strålen har ramt, der skydes mellem 50.000 og 70.000 gange i sekundet, så computeren,

der styrer systemet, skal besidde en vis regnekraft. Nogle laseropmålingssystemer er nu oppe på over 500.000 skud i sekundet, det er så mange at man afhængig af flyvehøjden, på modellerne kan se grene ned til en diameter på 10 cm. Strålerne kan tillige "føle" hvilken konsistens den overflade de rammer har. Konsistensen giver det tilbagevendende signal en farvekode alt efter hårdheden af målet. Slutdata kan således vise om punkterne repræsenterer jord, træ, beton eller mursten. Som eksempel på følsomheden i strålen kan nævnes opmålingen af en stavkirke i Norge med en laserskanner stående på et trebenet stativ som ved opmåling med totalstation. Kirken er helt og holdent af træ, men laseren kunne føle råd og forskellige træsorter og vise det med farvekoder.

Alle målte punkter er samlet i en stor fil med x, y, z koordinater. De udgør en såkaldt punktsky.

Er en flok fugle fløjet under flyet under opmålingen kan Danmark få en hidtil ukendt bjergtinde eller højdedrag, så data skal renses og sorteres inden de to modeller for overflade og terræn kan anvendes. Punkterne i filerne ligger med forskellig indbyrdes afstand alt efter, hvor de har kunnet trænge igennem til jorden. Der er vådeskud i systemet. Nogle signaler er ikke vendt hjem eller trængt igennem til jorden, her er terrænmodellen interpoleret med så stor afstand mellem punkterne, at de fine nuancer i relieffet udviskes. Men generelt har det været muligt at interpolere en terrænmodel med en maskestørrelse i nettet på 1,6x1,6 m.

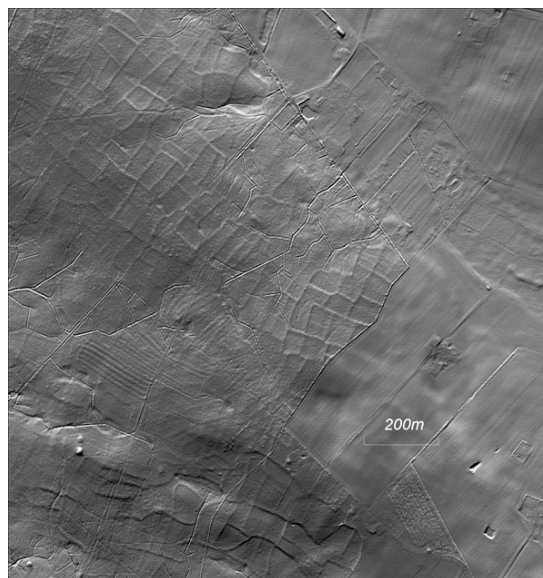
Datamængden fordeles på 720 kortblade eller fliser hver på 10x10km. En flise, der hentes fra Kort & Matrikelstyrelsens ftp-server, fylder over 200MB. Denne datamængde kan reduceres til lidt over 100MB efter at have været igennem den proces, som Kulturarvsstyrelsen har udført og som, efter yderligere nænsom datapleje, giver et kort med reliefvirkning.

Udpakning af data

Den 1. april 2010 blev Højdemodellen en del af statsaftalen og kunne hentes over internettet via den tidligere omtalte ftp-server af de institutioner, som abonnerer på ordningen. Et par fliser blev pakket ud, blandt andet flisen ved Hobro, hvor Fyrkat med kanal står klart og tydeligt, men hvor også en hidtil

overset høj med rest af stenbygget kammer, som fortidsmindekontoret havde besøgt kort tid forinden, tonede klart og tydelig frem i relieffet under kronerne i den relativt tætte bevoksning. En udpakning af enkelte kendte områder med oldtidsagre på Bornholm og Bromme Plantage på Sjælland med højryggede agre bekræftede indtrykket af, at dette materiale var noget man ellers kun i sin vildeste fantasi havde drømt om. Udpakningen blev systematiseret, først Bornholm derefter Sjælland, hvor der var en vis interesse i at analysere de sjællandske skove for spor af oldtidsagre i forbindelse med Viggo Niensens bog "Oldtidsagre i Danmark, Sjælland, Møn og Lolland-Falster."

Ca. 30 "nye" systemer blev registreret, men også høje og andre anlæg i mængder dukkede frem. I det følgende vises eksempler på reliefkortets detaljer, men også nogle af de fænomener, som kan fejltolkes.

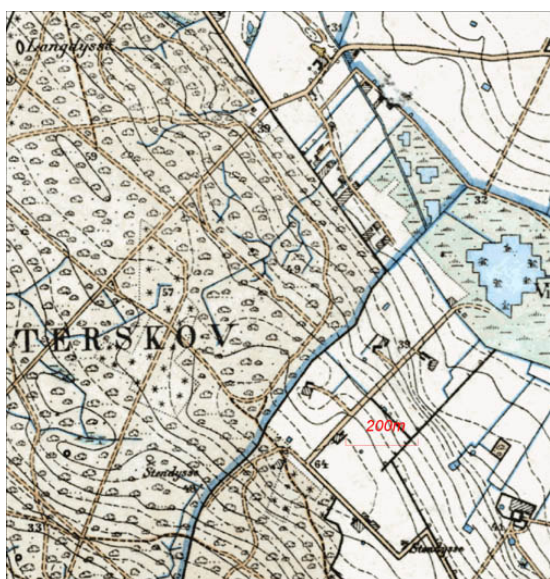


Figur 1. Østskov ved Glumsø. Her ses et meget tydeligt mønster af skel mellem oldtidsagre samt tydelige gravhøje.

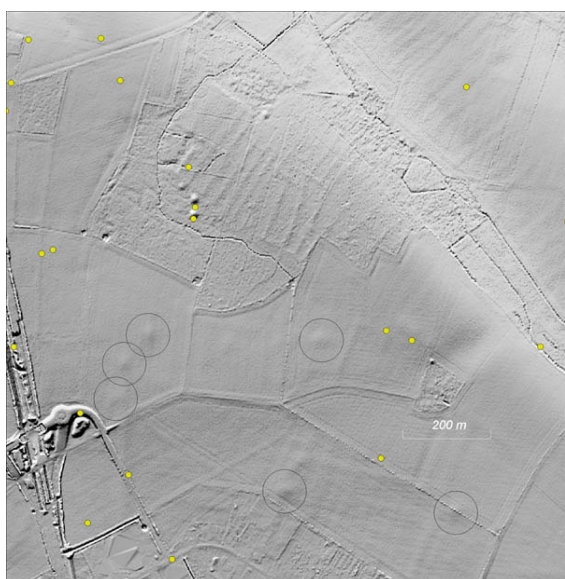
På reliefkortet fra Østskov ved Glumsø ser man tydeligt, hvordan de parallelle højryggede agre fra middelalderen samt de oldtidsskel, som blev genbrugt i denne periode, bryder ind i oldtidens net af marker. Senere infrastruktur i form af hulveje krydser skellene, og ses flere steder løbe ved siden af nyere skovveje.

På arealerne uden for skoven lige omkring den indsatte målestok er oldtidens skel stadig så markante,

at de får lys og skyggeside i den kunstige belysning. På billedet fremtræder de mest som brede lyse bælter, der i flere tilfælde er forlængelser af oldtids-skellene inde i skoven. På Original 1 kortet fra 1808 er arealet opdyrket, men må have været under plov et stykke tid før opmålingen fandt sted, da samme område på Videnskabernes kort målt 1770 er vist med skovsignatur. Opdyrkningen finder sikkert sted lige inden indfredningen.



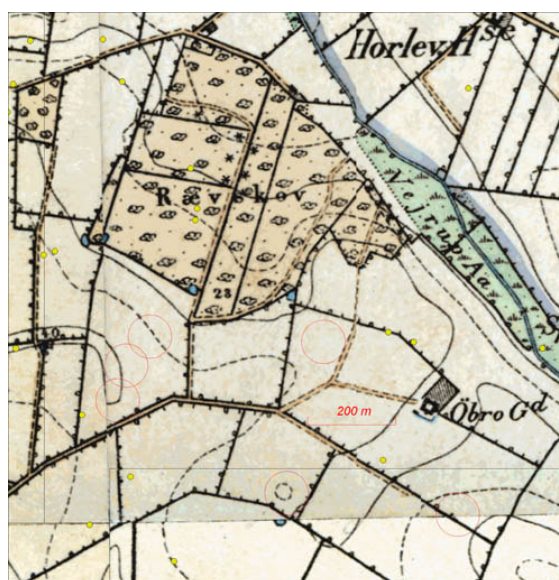
Figur 2. Østskov ved Glumsø. Samme område som figur 1 vist på Generalstabskortet, som også kaldes høje målebordsblade.



Figur 3. Ræveskov ved Åsum på Fyn.

Inde i Ræveskoven ses tre kendte gravhøje liggende i sydveststranden af et hidtil ikke registreret system af skelvolde og terrassekanter som efter strukturen at dømme indrammer marker fra oldtiden. Lidt længere mod nordøst for de tre høje ses en mulig uregistreret gravhøj

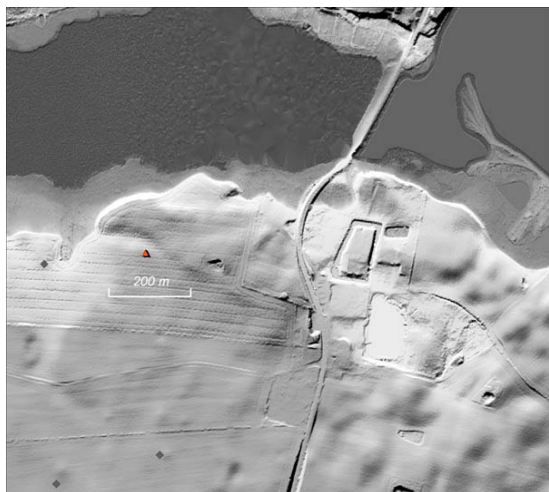
De gule prikker er registreringer i FF (Fund og Fortidsminder). De sorte ringe markerer potentielle overpløjede gravhøje. Skel fra tidligere dyrkningsperioder kan stadig ses i nutidens marker som for eksempel nederst til højre i billedet, hvor NNØ til SSV gående udpløjede, højryggede agre ses omgivet af stadig tydelige skel, hvoraf det ene har retning mod den nederste venstre cirkel, som markerer en mulig overpløjet gravhøj. Hen over disse stadig synlige spor af fortidens aktiviteter ses fine parallelle streger trukket i østvestgående retning af traktordæk. Det samme billede tegner sig i det nordøstlige hjørne, nordøst for Vejrup å. Traktorsporene trækker fine østvestgående linjer, medens de højryggede agre har retning nordøst sydvest. Næsten alle skellene, som er tegnet ind på generalstabskortet fig. 4 med tykke sorte streger, kan genfindes på reliefkortet.



Figur 4. Ræveskov ved Åsum på Fyn.

Tolkningen i de viste eksempler er subjektiv, og ingen af de "nye" fortidsminder kan indlemmes i registrene, før de er kontrolleret i marken. En del kan elimineres på forhånd ved at sammenligne med andre kortkilder idet objekter som grøfter, stier,

veje, ældre skovdiger og meget andet kan forveksles med fortidsmindestrukturer. Som det vil fremgå af det sidste eksempel kan en vandboring under en jorddækket let kuplet kappe af beton i en sådan grad forveksles med en velbevaret hidtil ikke registreret gravhøj, at pulsen først går ned efter en skuffende meddelelse fra pålidelige øjenvidner samt indhentning af informationerne fra tilgængelige tekniske kort.



Figur 5 Holckenhavn

Stik øst for målestokken ses midt i den mørke cirkel en umiskendelig gravhøj vokse frem på kortet, oven i købet med den lille grå eller sorte prik på toppen, som beretter om tidligere tiders berigelsesudgravning. Som nævnt afliver en besigtigelse

dokumenteret med fotos gravhøjen. Den endelige degradering kom efter et kig i GEUS' databaser, som viste at de elektriske installationer ved højens østlige fod ikke var beregnet til energitilførsel ved lejlighedsvis opstigning på glødende pæle, men til pumpen, som forsyner Holckenhavn gods med rent drikkevand. Boringen er registreret i GEUS' Jupiter base som privat boring 147.85.

Men lige syd for "højen" ses en svag sænkning som forløber i vestlig retning i en svag bue nord om en rød trekant, markerende et bopladsfund fra stenalderen, videre ned til en lille vig, som ligger godt beskyttet i alle vindretninger og uset fra Storebælt. Måske er det vejbanen fra ladepladsen til Holckenhavn. På arealerne markerer mørke rudeformede symboler overpløjede høje registreret i FF. En nærmere granskning af området lader ane at der må være en del flere høje end de registrerede.

Decideret granskning af reliefkortene i registreringsøjemed vil uden tvivl forøge mængden af fortidsminder, men også opfattelsen af form og funktion af kendte fortidsminder vil i mange tilfælde ændre sig. Og hvis der kommer en ny skanning ville det være rart, hvis der blev skruet op for punktmængden til "bare" 250.000 skud i sekundet. Så ville det være muligt, som norske forsøg viser, at registre fortidsmindernes udstrækning mere præcis, og ikke kun deres tilstedeværelse.