

# Landinspektøren

udgivet af

Den danske Landinspektørforening

31. bind 5. hæfte . december 1982

---

## ETABLERING AF EN DIGITAL HØJDEDATABASE FOR DANMARK

Af: *Jørgen Binzer og Carl Christian Tscherning, Geodætisk Institut, Lars Frederiksen og John Chr. Krüger, Matrikeldirektoratet, Gunnar Møller Rasmussen, Farvandsdirektoratet.*

### 1. Indledning

En arbejdsgruppe bestående af denne artikels forfattere blev i december 1981 nedsat af Geodætisk Institut (GI), Farvandsdirektoratet (FRD) og Matrikeldirektoratet (MD) for at undersøge mulighederne for at etablere en landsdækkende digital højdedatabase (dhb). Hovedformålet med denne skulle være at støtte produktionen af ortofotos i 1:4000 eller mindre.

Arbejdsgruppen har fremlagt et forslag til opbygning af en dhb og er nu i gang med at undersøge mulighederne for etableringen (dataindsamlingen). Gruppen ønsker dog allerede nu at få igangsat en diskussion med og mellem de mange potentielle brugere.

I artiklen gennemgås baggrunden for ønsket om etablering af en dhb og de deraf afledte krav til denne. En vigtig forudsætning for en effektiv udnyttelse af en dhb er valg af en fornuftig datastruktur samt udvikling af diverse edb-programmer. Datastrukturen beskrives i afsnit 3.1., og der gives en oversigt over de programmer, som det bliver nødvendigt at udvikle. Et af hovedspørgsmålene er, hvilken dataindsamlingsmetode, der vil være bedst egnet – set ud fra såvel et teknisk som et økonomisk synspunkt. Her er der som nævnt endnu ikke draget nogen konklusion, men der redegøres for nogle af de mest realistiske muligheder. En dhb vil nødvendigvis skulle forbedres og opdateres. Her forudses et samarbejde med en lang række dataproducenter. Der gøres rede for, hvordan dette kan tænkes organiseret.

Arbejdsgruppen er gennem sine drøftelser nået frem til et forslag. Desværre er det ikke muligt at gennemgå alle overvejelser for og imod, men de væsentligste konklusioner fremlægges til debat.

### 2.1. Definitioner

Der anvendes følgende definitioner:

Ved en *højdedatabase* forstås en mængde rumlige terrænkoordinater  $y, x, z$ , der er struktureret efter deres plane placering  $y, x$ .

Der skelnes mellem den *logiske* og den *fysiske* struktur for datasæt. Den fysiske struktur er den, hvorunder data er lagret i edb-anlægget. Den logiske er den, der fremstår for brugeren – f.eks. som resultatet af et procedurekald.

For at kunne anvende en højdedatabase udvikler man en tilhørende højdemodel:

Ved en *højdemodel* forstås en metode, hvorved terrænkoten  $z_i$  i vilkårligt udvalgte punkter  $y_i, x_i$  kan beskrives som funktion af punkternes plane placering:

$$z_i = f(y_i, x_i).$$

Funktionen  $f$  defineres i det enkelte tilfælde (afhængigt af datastruktur, datatæthed, anvendelsesområder m.m. for højdedatabasen).

### 2.2. Baggrund

Dhb'er opbygges i øjeblikket i en lang række lande, se f.eks. (1) og (2).

Et af de væsentligste arbejdsområder er ortofotoproduktionen, hvor den moderne produktionsgang forudsætter en dhb, således som dette f.eks. sker i GI's nordgrønlandsprojekt, (3). Ortofotos vil efter alt at dømme kunne udgøre et prisbilligt kortværk i det åbne danske land, såfremt der tilrettelægges en langsigtet produktionspolitik. Ortofotos vil umiddelbart have mange anvendelsesmuligheder for kortbrugere i samfundet (i sammenligning med traditionelle stregkort er ortofotos blandt andet mere oversigtlige, ikke tolkede eller generaliserede og mere detaljerige, ligesom produktionsgangen kan defineres mere fleksibelt, hvilket er ideelt for en løbende drift). Endvidere vil ortofotos sandsynligvis være værdifulde for en »opretning« af matrikelkortene. Når rammematrikelkort og ortofoto samkopieres, fremkommer et produkt med særlige kvaliteter.

Potentielle brugere af en dhb vil f.eks. være: forsvaret, miljøministeriets styrelser, Arealdatakontoret, Nationalmuseet, amtskommunale og kommunale forvaltninger, Post- og Telegrafvæsenet, Vejdirektoratet, ledningsejere, fotogrammetriske og rådgivende firmaer.

Undersøgelser og erfaringer viser, at en ddb kan danne grundlag for mangeartede anvendelser, f.eks. edb-kartografi, planlægning, landmåling, fotogrammetri, remote sensing, projektering, kommunikationssystemer, arkæologi, flyvesimulation, forsvar, geologi, geodæsi, landinformation osv.

For de tre institutioner GI, MD og FRD har følgende aspekter særlig betydning:

- at en række eksterne ønsker om digitale udgaver af GI's topografiske kort fortrinsvis gælder højdeinformationer svarende til kurvebilledet i 1:25000,
- at MD i forbindelse med ortofotoproduktion for Bornholm har konstateret et behov for en ddb med tilsvarende nøjagtighed, ligesom der forudses særlige ajourføringsmuligheder,
- at FRD ser et behov for samordning af de digitale dybde- og højdeinformationer i kystzoneområderne.

### 2.3. Krav til en ddb

For GI, MD og FRD er det væsentligt, at en ddb umiddelbart tilfredsstillende kravene til kortlægning i 1:4000 eller mindre; men derudover er det ønskeligt, at øvrige brugeres krav så vidt muligt også opfyldes. Arbejdsgruppen har ud fra dette princip stillet følgende overordnede krav til en generel ddb:

- a) basen skal indrettes med *ortofotoproduktion* for øje. Ortofoto-produktion bør umiddelbart kunne foretages i målforhold 1:4000 og mindre. Allerede fra et eventuelt starttidspunkt skal der være taget højde for, at basen også vil være grundlag for en *udvidet anvendelse* af digitale højdemodeller,
- b) basen skal være et udgangspunkt for en *decentral* behandling af højdedata,
- c) basen skal udgøre et tilfredsstillende *udgangsmateriale* for potentielle brugere i *såvel store som små målforhold*, jf. a,
- d) basen skal *dække Danmark* med tilhørende farvande,
- e) basen med tilhørende programmel kan danne grundlag for *standardiserede* højdemodeller, der dækker Danmark med tilhørende farvande,
- f) basens *nøjagtighed* må ved den generelle datafangst fastsættes under hensyn til brugen i større målforhold, jf. a,
- g) basen skal være genstand for *ajourføring og forbedring* ved periodevise opdateringer. Basen skal derimod ikke være genstand for fortætning, der rækker ud over basens generelle anvendelsesområde. Udtræk af basen skal dog umiddelbart kunne danne grundlag for fortætning på brugerniveau,
- h) eksterne brugere skal have tilgang til basen og det tilhørende programmel gennem relevant *off-line udstyr*,
- i) basen skal til sikring af den generelle anvendelighed foruden de rumlige koordinater indeholde *associerede data* med beskrivelse af type (land eller vand), nøjagtighed og kilde.

### 3.1. Datastruktur

En logisk struktur, hvor data danner et kvadratnet med 50 meter maskevidde, vil være anvendelig til de fleste generelle formål, jf. (4) og (6), afsnit 3.

Standardsnitfladen vil for brugeren fremtræde således:

- et datasæt vil bestå af 10 elementer:
  - 1) en nordgående koordinat
  - 2) en øst/vest-gående koordinat
  - 3) en datatype indikator (land eller vand)
  - 4) koten eller dybden
  - 5) standardafvigelsen for 1)
  - 6) standardafvigelsen for 2)
  - 7) standardafvigelsen for 4)
  - 8) kildebeskrivelse
  - 9) datum for plankoordinatsystem
  - 10) datum for koter eller dybder
- mængden af datasæt vil normalt udgøre en søjlesorteret kvadratnetstruktur (sorteret efter punkternes plane placering)
- samtlige datasæt er angivet i ét standardsystem (UTM, zone 32).

### 3.2. Programudvikling

Det vil være hensigtsmæssigt, at det programmel, der udvikles under opbygningen af basen, også kan anvendes i driftsfasen. Herved opnår man, at systemet med tiden vil udvikle sig til en højdemodel med standardiserende effekt.

Et fuldt udviklet programmel må blandt andet være i stand til:

- at omformatere rådata fra digitaliseringer af forskellig oprindelse til et standardformat,
- at transformere vilkårlige koordinatsystemer til og fra standardsystemet,
- at interpolere rumligt i kvadratnet-, profil-, højdekurve-, brudlinje- eller enkeltpunktstrukturer samt i blandinger af sådanne strukturer,
- at udføre grovfejlsøgninger og nøjagtighedsvurderinger på interpolationsdata og interpolationsberegninger,
- at levere data i vilkårligt definerede koordinatsystemer.

## 4. Dataindsamling

Der findes mange metoder, hvorved de generelle rådata kan tænkes indsamlet. Arbejdsgruppen finder, at man på land bør overveje følgende metoder nærmere:

- a) Nymåling og registrering af rumlige terrænkoordinater, der tilvejebringes ved fotogrammetriske metoder
- b) Data fra GI's højdekurvetema i 1:25000
- c) Kombination af ovennævnte.

Indsamlingen af data sker i alle tilfælde med digital registrering og opbevaring. Ved metode a) sker dette samtidigt med selve målingen, ved metode b) er der tale om konvertering af eksisterende grafiske opmålingsdata (digitalisering).

Digitalisering af kurveplaner kan ske ved manuelle, halvautomatiske eller automatiske metoder.

Især de mange kombinationsmuligheder gør en fordel/ulempe vurdering vanskelig.

Fordele ved metode a):

- nymåling vil kunne tilrettelægges specielt med henblik på oprettelsen af en generel ddb,
- nymåling vil kunne foretages i et mønster, hvorved de ønskede data bestemmes direkte,
- nøjagtigheden kan defineres relativt nøje.

Ulemper ved metode a):

- for at muliggøre anvendelse, som kræver større nøjagtighed end den til det primære formål krævede, kan det være nødvendigt at medtage ekstra information i form af brudlinjer. Det er vanskeligt at definere et nøjagtighedskriterium, hvorefter terrænforholdene beskrives tilstrækkeligt nøje. Et for højt ambitionsniveau influerer væsentligt på økonomien, hvorfor man vil være tilbøjelig til at foretage en nymåling i et veldefineret mønster.

Fordele ved metode b):

- rådata vil kunne anvendes til specielle formål,
- højdekurverne er resultatet af en tilstræbt total terrænbeskrivelse, hvilket muliggør interpolation uden nævneværdige nøjagtighedstab.

Ulemper ved metode b):

- det bedste materiale – observationerne i marken – er vanskeligt/umuligt tilgængeligt,
- nøjagtigheden er ikke umiddelbart definerbar. Et realistisk bud på nøjagtigheden kan kun opnås ad empirisk vej, hvor kurverne sammenholdes med nye stikprøvemålinger.

Fordele og ulemper kan påvirkes ved kombinationsmuligheden c).

Dataindsamlingen til søs foregår allerede i dag digitalt, og materialet vil umiddelbart kunne anvendes ved etableringen af dhh'en, jf. (7).

### **5. Opbevaring, ajourføring og forbedring**

Arbejdsgruppen finder, at den nødvendige regnemaskinekapacitet og det nødvendige lagringsmedium for den generelle dhh bør samles hos GI. Man finder ikke, at det er en nødvendig forudsætning, at basen fra starten opbevares på pladelager. Opbevaring vil også kunne foregå på magnetbånd.

Arbejdsgruppen finder det imidlertid hensigtsmæssigt, at der med tiden oparbejdes en løsning baseret på pladelagring for herved at lette tilgangen til basen.

En generel dhh bør være genstand for periodevise opdateringer, dels som følge af ajourføringer, dels som følge af forbedringer.

Ajourføringen vil kunne forekomme på steder, hvor terrænet har været udsat for væsentlige ændringer. Ajourføring vil kunne ske på grundlag af alle typer opmålingsarbejder/kortlægningsarbejder.

Der vil på tilsvarende vis kunne blive tale om forbedringer, hvor det godtgøres, at der foreligger opmålingsmetoder med et højere nøjagtighedsniveau.

GI, MD og FRD bør fungere som kontaktpmyndigheder over for eksterne brugere. Der vil kunne rettes henvendelse til den myndighed, der traditionelt samarbejder med den pågældende bruger.

Det kan overvejes, om der bør indføres en meldepligt, således at alle nye opmålinger/kortlægninger kan komme et generelt system til gode. Administrationen vil naturligt henhøre under et kommende korråd.

Fortætninger af den generelle base vil kunne foretages hos den enkelte bruger.

### **6. Arbejdsgruppens forslag**

På baggrund af de ovenfor nævnte synspunkter har arbejdsgruppen i juni 1982 indstillet, at GI, MD og FRD i fællesskab søger at etablere en generel dhh.

Systemet er illustreret i fig. 1.

Datafangsten tænkes udført over en passende, kortere årrække. Datafangsten vil resultere i en stor mængde rådata, der alle formateres til standardsystemet. Formateringsarbejdet tænkes udført i nær tilknytning til selve datafangsten.

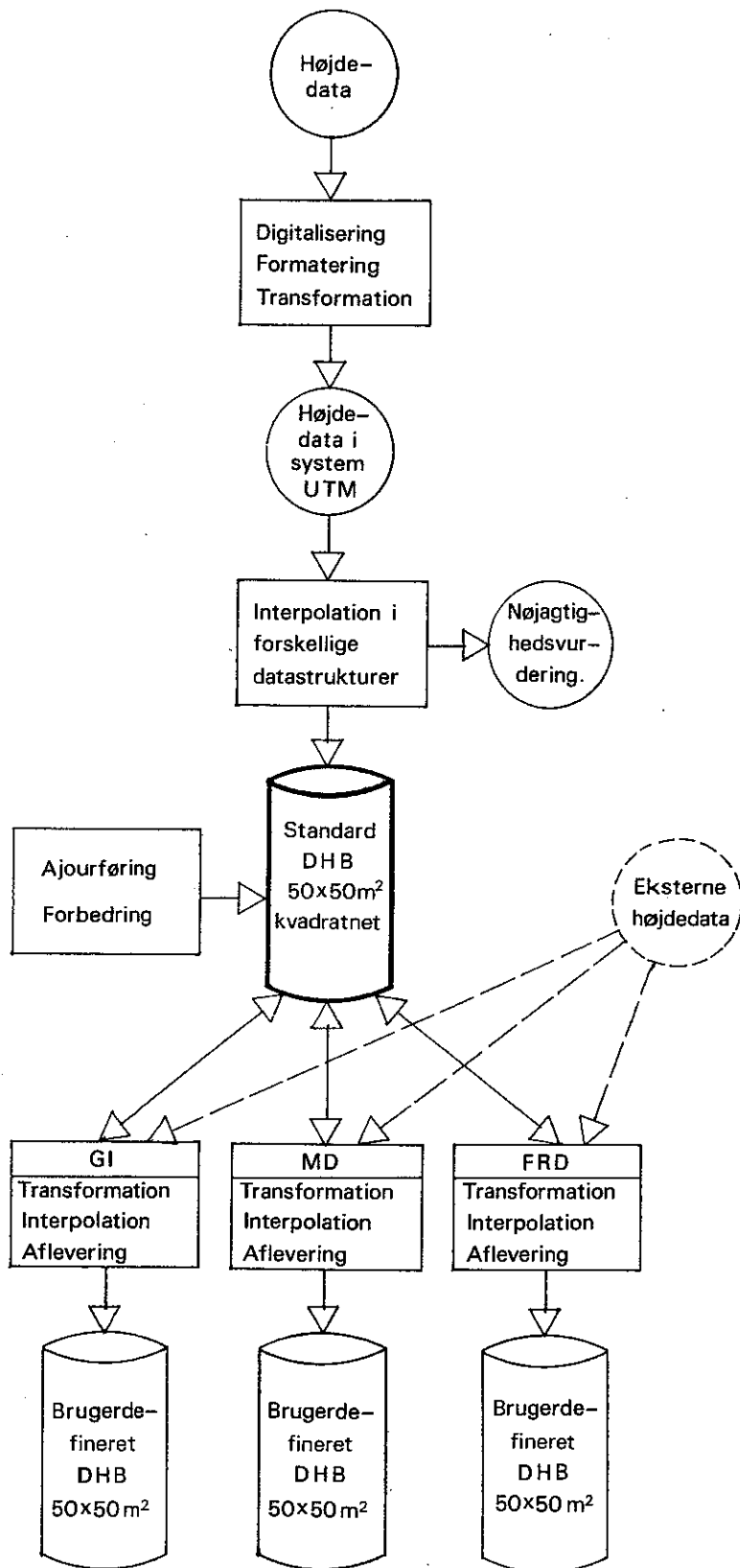


Fig. 1. Organisation omkring en generel dhh.

De formaterede rådata transformeres over i standardssystemet. Med henblik på at opnå den i afsnit 3.1. nævnte datastruktur i systemets »hjerne« – standard ddb'en – må der efterfølgende kunne interpoleres rumligt.

Det er vigtigt, at denne interpolation fra startøjeblikket kan foregå

- entydigt
- i alle forekommende strukturtyper
- med grovfejlsøgning og nøjagtighedsvurdering.

Når interpolationen er godkendt, må data kunne læses direkte ind i standard ddb'en.

Vedligeholdelsesfasen (ajourføring og forbedring) bør køre analogt med etableringsfasen.

Når en bruger bestiller et udtræk af databasen, retter brugeren henvendelse til den af de tre institutioner, der traditionelt samarbejder med den pågældende bruger.

GI, MD og FRD kan herefter foretage det nødvendige udtræk af basen og gennemføre eventuelle interpolationsrutiner, der måtte ønskes af brugeren. Interpolation sker ved hjælp af det allerede etablerede standardprogrammel.

Uddata skal altid kunne foreligge i kvadratnetstrukturen (50 meter maskevidde). Medium vil f.eks. være klartekst, magnetbånd, hulstrimmel, diskette eller kassettebånd.

Brugeren vil kunne anvende sådanne udtræk sammen med egne digitale højdeinformationer på eget anlæg.

Der vil være mulighed for, at eksterne data efter kontrol kan anvendes til at opdatere den generelle ddb.

## **7. Afslutning**

Arbejdsgruppens forslag er i princippet godkendt af de tre institutioner, og en række detailundersøgelser skal nu iværksættes.

Det er dog endnu et åbent spørgsmål, om de nødvendige ressourcer kan tilvejebringes. I den forbindelse er det væsentligt at få klarlagt datafangstmetoden. Arbejdsgruppen arbejder derfor videre, blandt andet med at undersøge kvaliteten af højdekurverne i GI's topografiske kort i 1:25000.

Ddb'ens fremtid er i høj grad afhængig af de udefra kommende reaktioner, og det er arbejdsgruppens håb, at man vil kontakte forfatterne, hvis man har kommentarer til det fremlagte forslag.



## Referencer

- (1) Anders Östman, Fotogrammetrisk mätning av digitale höjdmodeller, En internationell överblick.  
Rapport R39:1982, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- (2) Lars Ottosen, Establishment of a High Density Terrain Elevation Data Base in Sweden.  
Lantmäteriet, Tekniske skrifter, Gävle 1978.
- (3) Tord Bengtsson, Lars Tyge Jørgensen, An Automized Small Scale Mapping Project,  
A Preliminary Report.  
Presented Papers, ISP Congress 1980, Danish Society for Photogrammetry and Surveying.
- (4) Digital kortlægning, meddelelse nr. 9, Institutet for Landmåling og Fotogrammetri,  
DtH, 1977.
- (5) Geological and Topographic Mapping from Aerial Photographs, meddelelse nr. 10,  
Institutet for Landmåling og Fotogrammetri, DtH, 1979.
- (6) Axel Monrad Spliid, Digitale Terræn Modeller, Deres opbygning og anvendelse, med-  
delelse nr. 11, Institutet for Landmåling og Fotogrammetri, DtH, 1981.
- (7) G. M. Rasmussen, Automation of Hydrographic Data Collection and Processing in  
Denmark, International Hydrographic Review, Monaco, LVI (2), 1979.

Oktober 1982

