

Geografisk Informations System til Fællesnordisk Monitoringsprogram

Rapport vedrørende programmets bilag 2

Brandt, Jesper; Brandt, Rie; Frederiksen, Peter; Frederiksen, Pia ; Münier, Bernd; Holmes, Esbern

Publication date:
1990

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

Citation for published version (APA):
Brandt, J., Brandt, R., Frederiksen, P., Frederiksen, P., Münier, B., & Holmes, E. (1990). *Geografisk Informations System til Fællesnordisk Monitoringsprogram: Rapport vedrørende programmets bilag 2*. Roskilde Universitet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

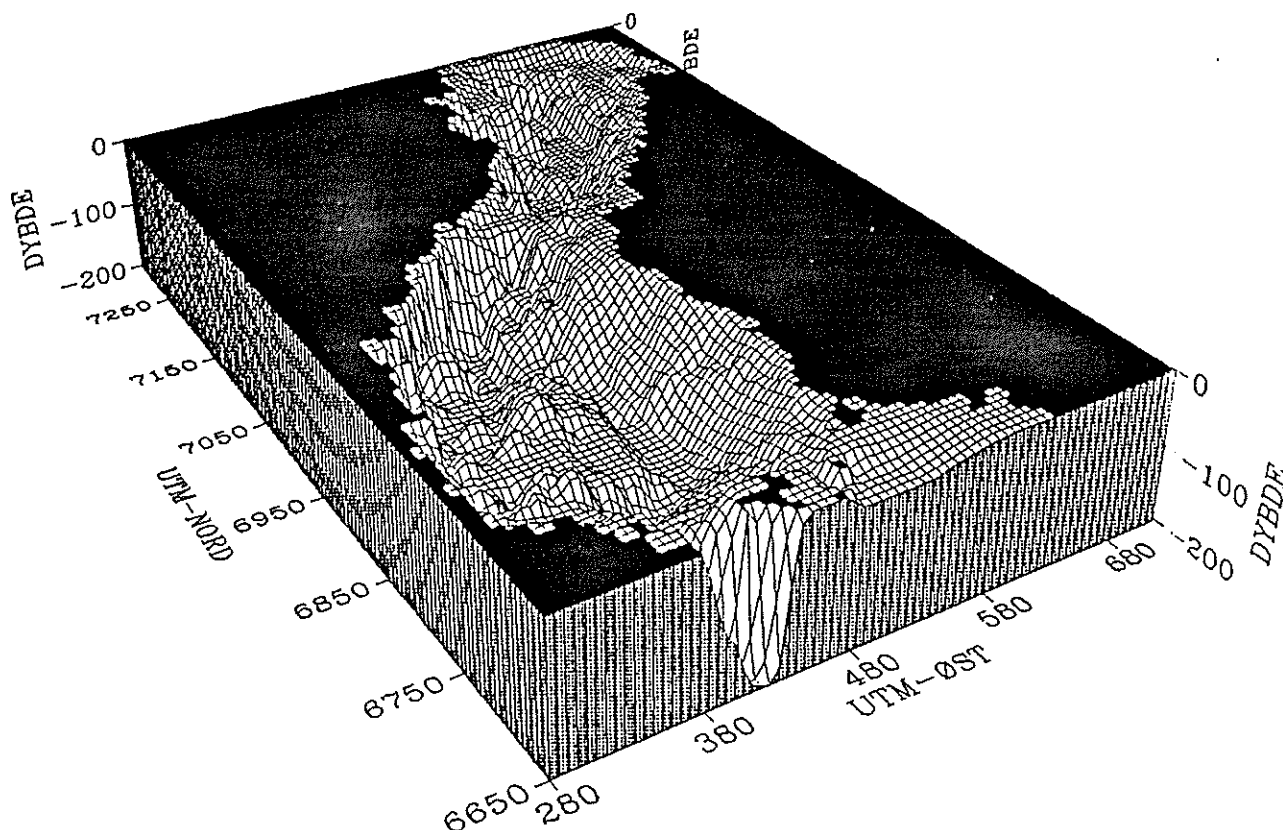
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact rucforsk@kb.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

GEOGRAFISK INFORMATION SYSTEM til FÆLLESNORDISK MONITERINGSPROGRAM

RAPPORT vedrørende programmets bilag 2



udarbejdet af
Institut for Geografi, Samfundsanalyse og Datalogi
Roskilde Universitetscenter
Oktober 1990

Jesper Brandt
Peter Frederiksen
Bernd Münier

Rie Brandt
Pia Frederiksen
Esbern Holmes

Indholdsfortegnelse

1. Indledning.....	2
2. Afrapporteringsbehov.....	3
3. Afrapporteringsbehov og GIS-udvikling.....	5
4. Principløsning	7
4.1 Introduktion til GIS.....	7
4.2 Afrapporteringsstruktur og dataflow.....	8
4.3 Central eller decentral løsning	11
4.4 Databehandling	12
Datatransmission.....	12
Datastruktur og lagring.....	12
Databearbejdning	16
4.5 Grafiske outputs.....	17
Introduktion.....	17
Kortgrundlag.....	18
Stationsnet for måledata.....	23
Stationsnet i forhold til interpolationsproblematikken.....	27
Stationsnet i forhold til profildekning.....	34
Stationsnettet i forhold til målinger af miljøfremmede stoffer i havet.....	38
Kilderne til belastning af havet.....	38
Afbildninger i forhold til eutrofieringsproblemet.	41
Konklusion.....	48
5. Forslag til GIS.....	49
5.1 Udviklingen indenfor GIS-teknologien	49
5.2 Kriterier for valg af GIS.....	50
Softwarestruktur.....	50
Topologi og database.....	50
Input, lagring og output.....	51
Formater, standarder og datatransmission	51
Bruger interface.....	51
Indkøbskriterier.....	52
Installationskriterier	52
Driftskriterier.....	52
Udviklingskriterier	53
5.3 Mulige systemer.....	53
5.4 Prisoverslag.....	55
5.5 Det endelige valg	57
6. Installation, drift og udvikling	59
BILAG. Oversigt over faciliteter i laboratorium for eksperi- mentel kort- og billedanalyse, Institut for Geografi, samfundsanalyse og datalogi, Roskilde Universitets- center.....	62
Hardware	62
Software	63

1. Indledning

Denne rapport er udarbejdet i henhold til en samarbejdsaftale mellem Institut for Geografi, Samfundsanalyse og Datalogi ved Roskilde Universitets Center og Nordisk Ministerråd/Miljøstyrelsen i Danmark. Ifølge aftalen skal denne endelige rapport rumme bidrag til:

1. En principløsning for et Geografisk Informationssystem (GIS), som kan opsamle data fra havmoniteringsprogrammet, bearbejde disse i forhold til tid og rum, samt fremstille resultaterne i forhold til krav om afrapportering (se disse).
2. Overvejelser over inddragelse af data indsamlet ved remote sensing.
3. Udarbejde forslag til grafiske outputs i forhold til de anførte niveauer for afrapportering (se disse).
4. Gøre rede for udviklingsmuligheder for systemet.
5. Opstille et overslag over tidsforbrug og budget for opbygning og drift af systemet.

Rapporten redegør for alle 5 punkter, men er struktureret lidt anderledes. Først præsenteres Nordisk Ministerråds afrapporteringsbehov i forbindelse med det Fællesnordiske Monitoringsprogram, hvorefter det gennemgås, hvorledes et GIS kan udvikles for at opfylde disse behov. Derefter følger en kort introduktion til, hvad et GIS er, efterfulgt af et forslag til en principløsning. Heri indgår eksempler på hvilke korttyper, der kan opfylde afrapporteringsbehovene. Derpå præsenteres en række kriterier for valg af et konkret GIS, og der foreslås en række mulige systemer. Sluttelig beskrives, hvorledes selve GIS'ets drift og videreudvikling kan foregå. Et budget og tidsforbrug er indeholdt i forslaget.

2. Afrapporteringsbehov

I Nordisk Ministerråds rapport om det Fællesnordiske Monitoringsprogram er afrapporterings-behovene til monitoringsprogrammet specificeret. Heraf fremgår det, at der skal fremstilles kort og diagrammer til to afrapporteringsniveauer: en årlig rapport til embedsmænd og teknikere i nationale forvaltninger og en treårig/femårig til Nordisk Ministerråd.

Disse afrapporteringer omfatter:

1) Kort beskrivelse af de nordiske farvande og afstrømningsområderne hertil.

Dette kræver, at der kan manipuleres med grundkort over kystlinie, dybdeforhold, administrative grænser, vandløb og afstrømningsopland samt et vist mål af stednavneangivelser. Manipulationen må omfatte udtynding og generalisering med henblik på generering af kort i forskellig målestok, fra kort over enkelte havområder til oversigtskort over hele det nordiske område.

2) Hovedtræk af trends for vandsætning, lagdeling af salinitet/ilt, overfladetemperatur, strømforhold mellem havområder, transportmængder mm.

Her skal hele det nordiske område såvel som de enkelte havområder kunne fremstilles med input fra såvel måledata som boksmodeller. 3-dimensionale bokse/kort med pile og lag, samt klassificerede satellitbilleder kan bringes i anvendelse hertil.

3) Kortlægning af kilder. Dette omfatter type og mængde af punktbelastninger ved flodmundinger og større anlæg ved kysten, samt eventuelt den atmosfæriske deposition. Disse oplysninger skal gerne kunne sammenholdes med data vedrørende arealanvendelsen i oplandet og evt. oplysninger om belastningens spredning i havområderne. Kort skal fremstilles både for hele det nordiske område og for enkeltfarvande, hvorfor man nødvendigvis må kunne kumulere og generalisere data i forhold til målestoksforholdet. Fx. kan man fremstille den samlede belastning langs dele af de nationale kystlinier på et lille målestoksniveau, og på farvandsniveau lægge diagrammer ind på kort i de enkelte belastningspunkter. Arealanvendelsen kan ligeledes fremstilles ved lokaliserede diagrammer (fx cirkeldiagrammer). Data indsamlet ved hjælp af remote sensing vil evt kunne benyttes til at afbilde spredningsfaner fra belastningspunkter f.eks. baseret på temperaturforskelle eller opslemmet sediment.

4) Status og udvikling i eutrofiering og iltforhold i havmiljøet.

Til statusbeskrivelser må anvendes synkron data ('øjebliksbilleder' af

- a) enkeltparametre (fx ilt, N, P). Dette kan fremstilles langs et dybdeprofil i enkeltfarvandet.
- b) sammenligning af ilt, temperatur, salinitet. Kan for enkeltstationer fremstilles i et dybdeprofil. Dette kan eventuelt tilknyttes stationens lokalisering som kartogram.
- c) N, P, klorofyl. Disse kan afbildes på samme måde som angivet under pkt. b.

For en udviklingsbeskrivelse (gennem året eller gennem flere år) skal den tidslige dimension inddrages. Dette kan ske gennem sammenligning af tematiske kort, differenskort eller fx ved dybde/tid/tema diagrammer for enkeltstationer eller data kumulerede over et havområde.

Såfremt der er klassificerede satellitbilleder til rådighed, kan algeopblomstringer og deres bevægelse anskueliggøres som tidsligt angivne fronter

kortlagt på grundlag af overfladetemperaturen. Evt kan også klorofylindholdet vises på baggrund af overflyvninger med spektrofotometer.

5) Miljøgifte.

Indhold af miljøfremmede stoffer i sediment, fisk, skaldyr bliver målt med lav tidsmæssig frekvens. Disse kan fx. fremstilles som søjler tilknyttet målepunkterne. Andre relevante forklarings- eller konsekvensvariable (f.eks. belastningsdata, arealanvendelse) kan angives til sammenligning på samme kort.

6) Zoobenthossamfunds respons.

Da der i det materiale, der har ligget til grundlag for GIS-gruppens arbejde endnu ikke var taget stilling til, hvorledes zoobenthosprogrammet skulle indgå i havmoniteringsprogrammet, er der ikke foretaget nærmere overvejelser over, hvorledes afrapportering af dette kan foregå.

Det geografiske informations system må kunne håndtere og afbilde ovenstående forhold. Dvs. det grafiske modul skal kunne anvende kartografiske elementer såsom kort (geografisk refererede pixler, punkter, linier, polygoner, isolinier og '3-dimensionale' fremstillinger) og diagrammer (cirkel, søjle, linie, scatterogrammer, vindrose, isopleth, etc.), samt kombinere disse i form af kartogrammer ved at indplacere diagrammer georefereret på kort.

Eksempler på sådanne fremstillinger findes i afsnit 4.5.

3. Afrapporteringsbehov og GIS-udvikling

Under arbejdet med en principløsning for et GIS til monitorering af de nordiske farvande, har det vist sig, at GIS-udviklingen i høj grad er - og vil være - knyttet til selve udviklingsprocessen omkring havmoniteringsprogrammet i sin helhed.

Der har således ikke været et færdigt koncept for havmoniteringsprogrammet, som GISet kunne designes efter. Men GIS-projektet har naturligt nok delvist fungeret som en slags "sparringspartner" i en afklaringsfase.

Idet væsentlige forhold såsom stationsnet, højeste målforhold (skala), endeligt dataflow mv. ikke er besluttet, har det derfor ikke været muligt at invitere forhandlere til at give deres bud på en hardware/software løsning af opgaven. Derimod har der været knyttet et besøg af en international GIS-ekspert til afklaringen af forskellige muligheder.

Rapporten peger derfor ikke på én færdig løsning, men på forskellige produkter, som kan komme i betragtning i en pakkelsøning. Et økonomisk holdbart budget for indkøb og drift af det konkrete GIS er det derfor også for tidligt at give et bud på, idet dette kræver indhentning af tilbud på produkter, forhandling af software kontrakter, licenser mv, som naturligvis i høj grad er afhængig af de specifikationer, man vil vælge. Men et vist overlag på grundlag af foreløbige forespørgsler angives dog i afsnit 5.4.

Den nuværende proces omkring GIS-delen af havmoniteringsprogrammet ser vi som første fase ud af f.eks. 3, der kan skitseres som følger:

1. fase: Principløsning for et GIS

Fasen skal danne grundlag for en principiel beslutning om et GIS skal etableres (ikke hvilket). Her redegøres der for, hvad et GIS er, hvilke analytiske og fremstillingsmæssige muligheder, der er knyttet til etableringen af et sådant i forhold til den konkrete opgave, og der gives eksempler på outputs, man kan forestille sig ift. de givne afrapporteringskrav. Herudover vil der blive peget på nogle konkrete GIS'er, der vil kunne opfylde kravene i forhold til opgaven samt blive foreslået en række alternativer på visse softwaremoduler. Foreliggende rapport omfatter arbejdet i denne fase.

2 fase: Valg af GIS, indkøb, etablering og afprøvning af systemet.

På baggrund af en evt. beslutning om etablering af et GIS, samt en afklaring af dets organisering og indhold, opstilles et koncept, som tilsendes relevante forhandlere med henblik på deres afgivelse af tilbud på opgaven. I denne fase skal der således gennemføres pilotkørsler med et testdatasæt. På baggrund af de opgivne tilbud skal der kunne tages beslutning om, hvilket GIS der skal etableres (dvs oplysninger om opfyldelse af koncept samt samlet økonomi i indkøb og vedligeholdelse skal foreligge). Afhængigt af valget af GIS kan leveringen evt. udbydes i licitation.

Fasen indeholder iøvrigt installering og formentlig en hel del digitalisering, programmering af programmer til udformning af standardoutputs, etablering af dataoverførsel mv.

3. fase: Drift, vedligeholdelse og udvikling.

Her igangsættes den egentlige drift af systemet, og i denne forbindelse vil der uden tvivl vise sig nye muligheder og behov, som må sikres opfyldt gennem afsættelse af midler og mandskab til løbende udvikling.

4. Principløsning

4.1 Introduktion til GIS

Et Geografisk Informations System er et program eller en samling af programmer, som tilsammen tilbyder mulighed for at samarbejde geografisk lokaliserede data fra forskellige kilder, viderebearbejde disse f. eks. i form af interpolationer, overlays, analyser af sammenhænge/udviklinger mv, samt at fremstille disse i form af tematiske kort og diagrammer.

Et GIS giver, når det er hensigtsmæssigt etableret, en hidtil ukendt fleksibilitet med hensyn til opbygning af tematiske kort. De arbejdsprocesser, som består i at danne sig et kartografisk overblik over fordelingen af et sæt data ved manuelt at indplote værdier på et kort, kan reduceres til få sekunders arbejde ved en skærm. Endvidere giver GIS`et mulighed for at bearbejde og sammenligne datasæt med de beregningsmetoder man nu kunne ønske. De bearbejdede datasæt kan fremstilles grafisk ved forskellige metoder, og de kan kombineres med et antal grundkortelementer (overlays) efter eget valg.

Produktionen af tematiske kort har hidtil været vanskeliggjort af skillet mellem fagmanden, der ønskede at lave et kort, men som savnede den nødvendige tekniske færdighed, og kartografen der har erfaringen med de visuelle afbildningsformer, men savner den dybere faglige indsigt. Et GIS kan være redskab for begge parter til at lette kommunikationen, fordi de tegneeksempler, som indgår i afklaringen af den problematik som ønskes belyst, kan laves væsenligt.

Yderligere fordele ved et GIS, som måske forekommer mere indirekte, men som uden tvivl er yderst relevante i nærværende sammenhæng, er den overnationale koordinering af data og dermed ensartning af disse, som er nødvendig for samkøringen. Dette muliggør analyser og fremstillinger på overnationalt niveau, som kan give ny indsigt og overblik - og dermed forbedre grundlaget for fremtidige politiske beslutninger om forvaltningen af havområderne.

Et Geografisk Informations System (GIS) består af:

Inputprogrammel:

Fx. digitaliseringsprogrammel, billedbehandlingsprogrammel, programmer til oversættelse af data fra andre formater og til at modtage data fra andre institutioner.

Lagringsprogrammel:

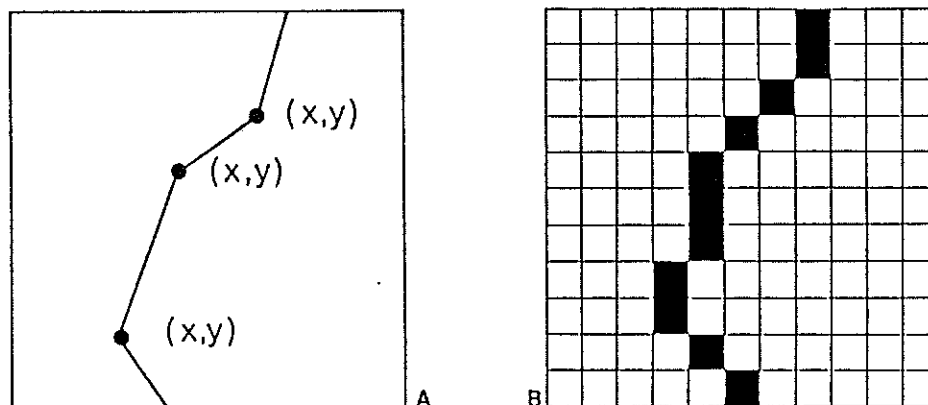
Databaser: dels til kortdata - dvs. grundkort, som ligger i databasen i digital form, dels til attributdata - dvs. de variable, der skal knyttes til kortene (til enkeltpositioner, linier eller flader) på det højeste geografiske/tidslige opløsningsniveau, som der skal være mulighed for at behandle.

Formater:

Data kan ligge i to formattyper: vektorformat, som er digitale polygoner, linier eller punkter, hvortil attributdata knyttes, eller rasterformat, som er

data organiseret i et gridnet, hvor attributdata knyttes til hver enkelt celle. Se fig 1.

Fig 1: eksempel på vektor og rasterkort. Se endvidere i eksempelsamlingens fig 16 og 20.



Analyse og integration:

De mest avancerede GIS-systemer kan håndtere såvel vektor som raster data (incl konvertering mellem disse). Herudover findes analytiske programmer til interpolation, kumulering, statistisk bearbejdning, hypotesetest mv, samt integration og overlay af forskellige datatyper.

Fremstilling:

Endelig er der programmer til fremstilling af data - fx. i form af kort, diagrammer og kartogrammer.

Hardware:

Ovenstående programmer anvendes på det nødvendige hardware i form af digitaliseringsbord, terminaler, datamat, diske, plottere, printere mv.

4.2 Afrapporteringsstruktur og dataflow

På en workshop afholdt i september 1990 i Stege, Danmark, blev det sammen med repræsentanter for de nationale miljøadministrationer diskuteret hvorledes afrapporterings-strukturen skulle opbygges. Der var bred enighed om, at et geografisk informationssystem kunne medvirke til en nordisk profilering på havmiljøområdet.

De nationale miljøadministrationer indsamler hver for sig data til egne formål. I de fleste tilfælde har de også opbygget egne databaser, der tjener som udgangspunkt for afrapporteringer på nationalt niveau. Der er tale om programmer, som rutinemæssigt indsamler oplysninger om miljøets tilstand i de enkelte havområder, hvor dataindsamlingen, laboratorieanalyserne og kvalitetskontrollen foregår efter fastlagte procedurer og standarder. Disse data organiseres oftest i databaser, der tjener som udgangspunkt for en lang række afrapporterings-behov. Der er i forbindelse med driften af databaserne ansat EDB-specialister til at tage sig af den daglige drift, og til at vejlede fagspecialisterne i forbindelse med afrapporteringer i forskellige sammenhænge.

Som sådan udgør miljøadministrationerne velfungerende dataindsamlings-, datakontrol- og datagringsorganisationer, der fungerer uafhængigt af det Fællesnordiske Monitoringsprogram, og hvoraf en del af de indsamlede data

er relevante for programmet. Det må således forventes, at den primære datakilde til det fællesnordiske GIS bliver de nationale miljøadministrationer. Ikke alle disse data er imidlertid relevante for det fællesnordiske GIS. Dels indsamler de nationale miljøadministrationer data til formål som ikke er indeholdt i det Fælles-nordiske Monitoringsprogram, og dels er datamængderne så store, at det er urealistisk at lagre dem alle i et fællesnordisk GIS. Derfor blev man på Stege-workshoppen enige om, at et GIS i Nordisk Ministerråds regi kun bør indeholde delmængder af de nationale miljøadministrationers databaser.

Med hensyn til afrapporteringen blev det endvidere klart, at den skal opfylde en lang række formål som må forventes at udvikle sig med tiden. De nordiske farvande og de enkelte havområder vil sandsynligvis være stabile afrapporteringsenheder, og da én person ikke kan forventes at være ekspert i alle havområder, vil en lang række personer være inddraget i afrapporteringen. F.eks. kan man forestille sig én arbejdsgruppe for den botniske bugt, en anden for den finske bugt, en tredje for Kattegat, osv. Derudover er det sandsynligt, at miljøforskningens fremskridt vil kaste lys over nye problemstillinger, som det bliver relevant at inddrage i monitoringsrapporten, og at nye arbejdsgrupper må etableres. Et tredje aspekt er nordiske politikeres behov for at få svar på konkrete spørgsmål i relation til udarbejdelse af handlingsplaner, som ofte kræver nedsættelse af specielle arbejdsgrupper. Derfor må man forvente, at forskellige arbejdsgrupper skal kunne arbejde med det fællesnordiske GIS.

De nationale miljøadministrationer og arbejdsgrupperne i nordisk regi har vidt forskellige afrapporteringsbehov. Der er endvidere stor forskel på den måde data lagres på. Derfor vil en arbejdsgruppe, der forsøger at samarbejde data indsamlet af de enkelte miljøadministrationer meget hurtigt løbe ind i vanskeligheder, fordi datasættene ikke er standardiserede. Her har et geografisk informationssystem den store fordel, at det vil kunne fungere som bindeled mellem de nationale miljøadministrationer og de enkelte arbejdsgrupper, således at de første står for datainput, der så bliver standardiseret, således at de enkelte arbejdsgrupper har et fællesnordisk grundlag at afrapportere på og handle ud fra.

I den forbindelse må den ansvarlige for GIS'et have til opgave at diskutere med de enkelte arbejdsgrupper, hvilke krav de har til afrapporteringen, og derefter at besøge de nationale miljøadministrationer for at sætte sig ind i hvilke data det er relevant at overføre til GIS'et. Dette kan så organiseres i overensstemmelse med disse forhold.

Hvad angår det konkrete dataflow fra indsamling af data i havområderne til de færdige kort og diagrammer, var der tilslutning til et bottom-up approach fra de nationale miljøadministrationer, der sender delmængder af deres datasæt til det fællesnordiske GIS, som derefter producerer et standardiseret, fællesnordisk datasæt. I samarbejde med den ansvarlige for GIS'et gennemfører forskellige arbejdsgrupper afhængig af havområde og formål så den endelige afrapportering (se fig. 2).

GIS'et skal kunne

- modtage data fra flere institutioner og indsamlingsmetoder
- lagre data, såvel grundkort som løbende attributdata og i form af data indsamlet ved hjælp af remote sensing.
- kunne sikre kvalitetskontrol af de modtagne data inklusive fejlfinding og eksklusion/substituering af målefejl eller manglende data.

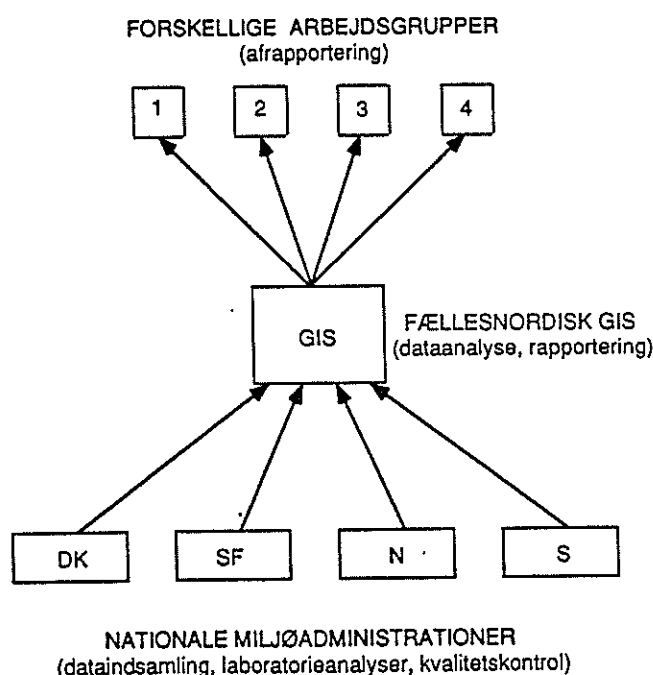
- kunne samkøre disse data fra forskellige indsamlingsmetoder og analysere dem statistisk og kartografisk i forhold til de aktuelle afrapporteringskrav.
- kunne fremstille kartografisk tilfredsstillende kort og diagrammer ud fra ovennævnte analyser samt lave prints af disse.
- være åben for udvikling i datainput og analyse.

Rådata forventes opsamlet i form af geografisk lokaliserede data fra skibsmålinger, faste automatbøjer, satellitbilleder (evt fly) samt punktbelastningsmålinger, der adskiller sig fra hinanden i formater, indsamlingsfrekvenser mv. De vil blive opsamlet af de nationale miljø-administrationer, som endvidere står for laboratorieanalyser og kvalitetskontrol efter ICES retningslinier.

De nationale miljøadministrationer sender derefter delmængder af data videre til det fælles-nordiske GIS efter forud fastlagte retningslinier. Det er helt centralt, at der etableres meget klare aftaler om, hvorledes det skal foregå. Det foreslås, at man sigter efter af etablere dataudvekslingssamtaler analogt med aftalerne om kvalitetskontrol i ICES sammenhæng. De bør indeholde oplysninger om, hvilke typer af målinger der skal indgå, hvor de skal ligge, og med hvilket tidsinterval man ønsker målingerne. Derudover skal der afklares en hel del om dataudvekslingsformater mellem de nationale databaser og det fællesnordiske GIS.

Derefter vil de forskellige arbejdsgrupper sammen med den GIS-ansvarlige kunne udarbejde kort og diagrammer. I det Fællesnordiske Monitoringsprogram er der lagt op til omfattende analyser af data, f.eks. tidsserieanalyser, og det er en mulighed, at man kan bede de nationale miljøadministrationer om at foretage disse analyser for konkrete bøjer eller skibsmålinger, således at arbejdsgruppen, når den går i gang med sit arbejde, kan disponere over færdigbehandlede datasæt. En anden mulighed er, at der overføres tilstrækkelig med datasæt til det fællesnordiske GIS, så at analysen kan foretages dér. Erfaringen må vise, hvad der er mest hensigtsmæssigt.

FIG 2:



4.3 Central eller decentral løsning

En kopi af det fællesnordiske datasæt kan fremsendes til de nationale miljøadministrationer hvert år. En betingelse for at disse selv kan bearbejde data kartografisk er imidlertid, at de er i besiddelse af et geografisk informationssystem. Derfor vil det med tiden være en fordel, såfremt det fællesnordiske GIS kan udvikles til at have mindre enheder i de nationale miljøadministrationer.

Den model, der er nævnt i figur 2, indeholder ikke decentrale GIS'er, men man kunne forestille sig, at Nordisk Ministerråd sammen med de nationale miljøadministrationer med tiden etablerede decentrale geografiske informationssystemer, dvs. GIS'er der var placeret i de nationale miljøadministrationer, og som kunne tale sammen.

En decentral løsning har den fordel at de forskellige arbejdsgrupper kan foretage afrapporteringen i de nationale miljøer og ikke behøver at arbejde ved det centrale GIS. En decentral løsning kan endvidere skabe en frugtbar debat om de konklusioner, der kan drages på grundlag af de indsamlede data, i og med at disse vil kunne bearbejdes af mange forskellige brugere.

Der er imidlertid også meget, der taler imod:

Et centralt, fællesnordisk GIS uden decentrale GIS'er i de nationale miljøadministrationer har den fordel, at alle arbejder med samme, standardiserede datasæt, og at diskussionsgrundlaget for en koordineret aktion i Nordisk Ministerråds regi derfor er ens. Derudover kan man i rapporten til Nordisk Ministerråd samt i rapporterne til teknikere og embedsmænd over de enkelte havområder sikre en ensartet kvalitet og samme layout af de grafiske outputs.

En central løsning sikrer også en højere grad af kontrol med arbejdsprocessen, hvilket er essentielt, idet et velfungerende GIS kræver en høj grad af disciplin, kontrol, orden og sammenhæng i den daglige drift og videre udvikling. Det opnås lettest ved en samlet kontrol af alle faser af systemets funktioner: kvalitetskontrol af data, input, lagring, modellering og output af data samt videreudvikling af systemet. Ved en decentral løsning vil der meget hurtigt kunne opstå inkonsistenser i datasættene og dermed store afrapporteringsproblemer på grund af manglende standardisering og koordinering. Derudover er en 100 % decentral løsning med decentral kvalitetskontrol, input af data, analyse, osv. med automatisk opdatering i alle decentrale GIS'er reelt ikke indenfor den nuværende GIS-teknologis muligheder.

En central løsning er teknisk set den mindst komplicerede, fordi man står friere i valget af software, hardware, operativsystem, etc, og derved lettere kan vælge den løsning, der bedst tilfredsstiller afrapporteringsbehovene, og man vil få langt færre problemer med udveksling af data inden for systemet. En decentral løsning vil skulle tilpasses allerede eksisterende EDB-miljøer i de nationale miljøadministrationer, hvilket vil medføre problemer med standardisering af formater, og kræve udvikling af adskillige udgaver af software til overførsel af data mellem de forskellige systemer.

Økonomisk set vil en central løsning alt i alt være billigere, fordi den kun kræver én installation, mens den decentrale løsning kræver flere.

Såfremt Nordisk Ministerråd ønsker en vis decentralisering er det dog teknisk muligt at designe en løsning der kombinerer den centrale og decentrale løsning. Det kræver at man har en central kvalitetetskontrol, datainput og opdatering i ét centralt GIS, som vist i fig. 2). Decentrale brugere kan så overføre data til lokal analyse og produktion af kort og diagrammer via datatransmissionsnetværk. Løsningen kræver at databasen udvikles i tæt samarbejde med brugerne med meget klare aftaler om at bruge samme standarder, formater, operativsystem, hardware, software, etc. En sådan mellem-løsning har den fordel, at den vil kunne danne grundlag for en større decentralisering af GIS'et, når udviklingen i edb-teknologien tillader det.

Med udgangspunkt i de hovedformål, vi har fået opstillet anbefaler GIS-arbejdsgruppen derfor af administrative, tekniske og økonomiske grunde, at man starter med et centralt, fællesnordisk GIS efter retningslinierne i fig. 2.

4.4 Databehandling

Datatransmission

Overførsel fra opsamlingssted(er) til GIS'et kan forgå på bæremedier: 1/2" bånd, disketter eller cartridge, eller via de internationale datatransmissionsnetværk (fx satellitbillederne). Det vil være en fordel, såfremt dataoverførslen kan ske i form af netværk i så vid udstrækning som muligt. Data må på forhånd være organiserede efter en fast indlæsningsstandard. Outputformater fra bearbejdede data må også være fastlagt - fx data fra boksmodeller, eller kumuleringer/middelværdier af de kontinuert opsamlede bøjedata.

Datastruktur og lagring

Datainput opsamles på forskellige måder. Alle forudsættes at have fast geografisk lokalisering; således forudsættes belastningsdata og arealudnyttelsesdata også at få en sådan tilknytning. Skibsmålinger vil blive opsamlet som variable, diskontinuerte i tid og rum, mens bøjedata er principielt kontinuerte i rum (dybden). Bøjedata forudsættes opdelt og kumuleret i passende dybdeintervaller, afhængigt af de fremstillingskrav, der måtte blive fremført til disse data.

Data foreslås organiseret på følgende måder:

- 1) som faste grundkort
- 2) som attributtabeller
- 3) som klassificerede satellitbilleder

ad 1) Det foreslås at lagre digitale kortdata i følgende vektorbaserede grundkort:

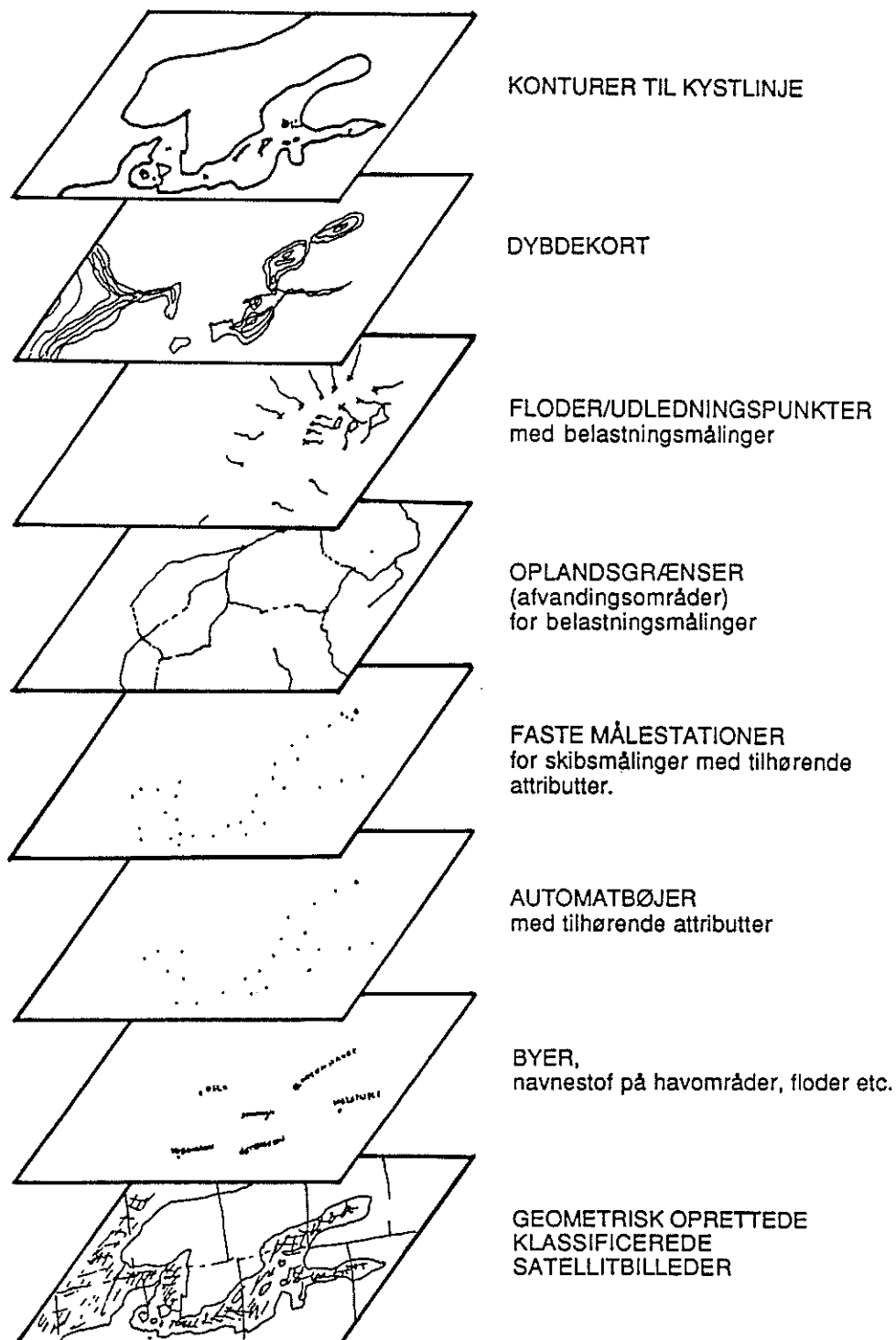
- kystlinie
- stednavne og øvrige topografiske informationer
- havdybder
- afstrømningsområder
- administrative grænser
- skibspositionsnet
- positionsnet for andre målinger: sediment/fisk og skaldyr/zoobenthos (evt delt i flere overlays)

- bøjepositioner
- stationer for belastningsmålinger
- lokaliseringer af arealanvendelsesdata
- grænser for boksmodeller

Se figur 3 og 4.

Figur 3.

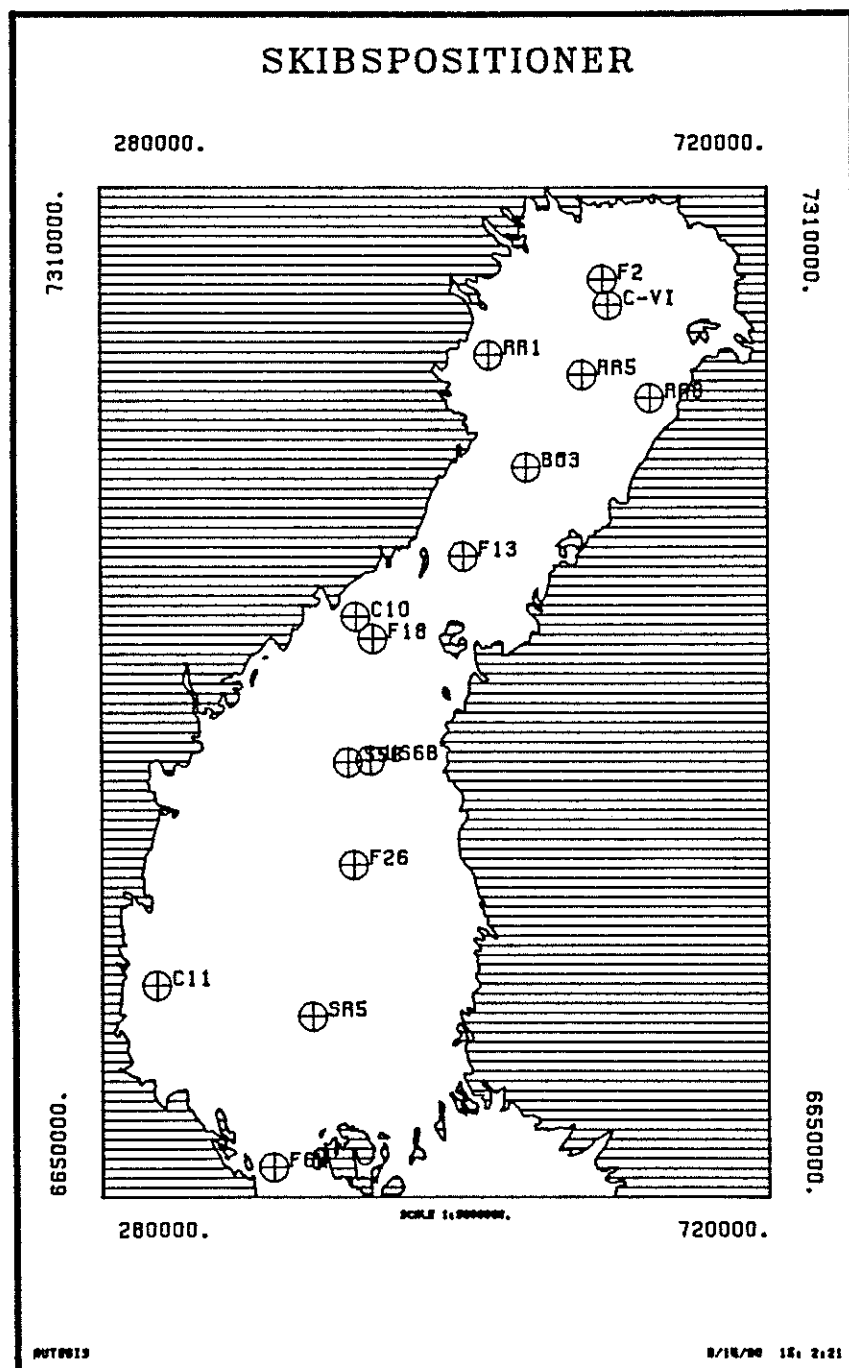
PRINCIPPET I OVERLAYS.



Figur 4.

Eksempel på overlay af digital kystlinje og det projekterede stationsnet for skibsmålinger i det botniske havområde.

Lavet ved AUTOGIS.



ad 2) Herudover vil der være behov for attributtabeller til opsamling af data af følgende art, knyttet til grundkortene:

- skibsmålinger
- bøjemålinger
- målinger af fisk/skaldyr/zoobenthos/sediment
- belastningsmålinger
- arealanvendelsesdata
- resultater fra boksmodellerne

Et eksempel på ovenstående tabeller er vist i fig 5

FIG 5: Attributtabel, som viser bunddybde og iltforhold ved bunden - positionsrefereret til kortet i fig 4.

SUMMARY FOR MAP POS12

ITEM	SUBJECT	BDEPTH	BOXY-%
1	F2	108	95
2	C-VI	72	96
3	RR5	66	88
4	BO3	100	85
5	F13	97	97
6	F18	109	74
7	S5B	200	70
8	F26	125	74
9	SR5	122	72
10	F64	265	76
11	RR1	86	93
12	RR8	30	90
13	C10	50	80
14	US6B	83	74
15	C11	50	70

ad 3) Endelig vil der være behov for at lagre satellitbilleddata i rasterformat, ligesom det kan være hensigtsmæssigt at lagre visse kort (fx. dybdekort) som både vektor- og rasterkort, men med fælles attributtabeller.

I fig 6 ses en oversigt over datatyper, formodet indlæsningsmåde og lagringsform.

Fig 6:

Data	indlæsningsmetode ¹	type	lagringsform
bøje	bånd, diskette	punkt	attributdatabase
skibe	bånd, diskette	punkt	attributdatabase
belastning	bånd, diskette	punkt	attributdatabase
arealudnyttelse	bånd, diskette	punkt	attributdatabase
kystlinie	digitalisering	polygon	vektor
positioner (fx bøje)	digitalisering	punkt	vektor
bokse	digitalisering	polygon	vektor
dybdekurver	digitalisering	polygon	vektor
dybdekort	digitalisering	polygon	vektor/raster
afstrømningsområde/ admin. grænser	digitalisering	polygon	vektor
remote sensing	bånd, netværk	grid	raster

Herudover må der evt oprettes særlige tabeller til opsamling af data fra akutte situationer ved algeopblomstringer, hvor såvel positionsnet som frekvenser og datamængder vil være forskellige fra "normalsituationen".

Databearbejdning

Generelt vil der være behov for at kunne bearbejde data med hensyn til lokalisering (x,y), dybde (z), tid (t) og attributter ($a_1, \dots, a_n$). I det omfang, at målepositioner ligger tilstrækkeligt tæt både i tid og rum, vil der være behov for at kunne lave interpolationer og/eller udtynding mellem punktdata med henblik på fremstilling af fx et øjebliksbillede over eutrofierings-situationen indenfor et havområde i fladekort eller dybdeprofil (x,y,a, evt z). Der vil også være behov for at fremstille dybdemodeller ud fra digitaliserede isolinier/dybdekoter, samt at lave forskellige snit gennem målepositionerne (x,y,z). Endelig må data kunne bearbejdes statistisk.

Generelt vil der være brug for at sammenligne data fra såvel samme som forskellige målemetoder; eksempelvis

- ilt, salinitet, temperatur ned gennem vandsøjlen
- næringsstoffer målt ved skib, belastningsmålinger og omsætning beregnet ved hjælp af boksmodellen
- belastninger, klassificerede remote sensing data

I fig 7 er samkøringsbehovene ift. ovennævnte eksempler illustreret:

Fig 7: Samkøringsbehov for forskellige datatyper:

	bøje/skib	belastning	boks	rem.sens.
Bøje/skib	xxxx	+	+	+
belastning		xxxx	+	+
boks			xxxx	+
rem. sens.				xxxx

Data indsamlet ved hjælp af remote sensing kan i modsætning til bøje- og skibsdata kun give information om forhold i de øverste lag af vandmasserne. Remote sensing data er derfor kun sammenlignelige med bøje- og skibsdatabaserne overflademålinger samt evt. med boksmodellen, og mulighederne

¹der ligger allerede kort i digital form i forskellige institutioner, som muligvis kan anvendes i systemet. Der kan dog være problemer med samkøring af forskellige digitaliseringer, som kan gøre en nydigitalisering mere hensigtsmæssig.

for dybdemæssige ekstrapolationer på grundlag af remote sensing skal ses i lyset heraf.

Under et møde mellem Nordisk Ministerråd, RUC og Nansen Remote Sensing Center (NRSC) i Bergen den 7/8 1990 blev det klart, at NRSC vil være i stand til på operationel basis at levere temperatur- og klorofylldata over de nordiske farvande med henblik på kortlægning, overvågning og forudsigelse af algeopblomstringer.

Såfremt programmet bliver realiseret, vil NRSC måle overfladetemperaturen i de nordiske farvande ved hjælp af NOAA-AVHRR satellitbilleder. Disse vil blive modtaget af nedtagestationen i Tromsø og overført til NRSC. Ved hjælp af en algoritme udregnes havområdets overfladetemperatur med en opløselighed på en kvadratkilometer. Derefter oprettes billedet til en given kartografisk projektion. Derved opnår man at alle temperaturbillederne er geografisk sammenlignelige og således med lethed kan overføres til det geografiske informations system og sammenholdes med de øvrige data i systemet.

Leveringsfrekvensen afhænger af skydækket, og kan variere fra flere billeder pr. dag til i gennemsnit et par om ugen. Såfremt brugerne af det geografiske informations system kun ønsker oplysninger om temperaturen i den periode hvor algeopblomstringer normalt forekommer, vil der kun blive tale om at modtage sådanne data i en periode på 2-3 måneder om året.

Temperaturbillederne foreslås overført via allerede eksisterende datatransmissionsnetværk.

Derudover vil NRSC kunne levere data om klorofylindholdet i de nordiske farvande. Ved hjælp af flybårne spektrophotometre måles refleksionen fra havoverfladen, hvilket ved hjælp af algoritmer omsættes til klorofyl-koncentrationer.

Såfremt målingerne skal dække alle havområder i monitoringsprogrammet kræves jfr. NRSC en koordineret indsats af norske, svenske og danske fly samt indkøb af spektrophotometre til disse. Om GIS'et derefter vil modtage data fra de enkelte lande eller direkte fra NRSC er endnu ikke klart, men det vil være en stor fordel at modtage data fra kun en institution, evt. NRSC, i bearbejdet form. Leveringsfrekvensen vil i algeopblomstringsperioden kunne være på ca. en gang om ugen.

4.5 Grafiske outputs.

Introduktion.

Dette afsnit skal forsøge at give et billede af nogle af de afbildningsmuligheder, som kan laves i et GIS til havmonitoringsprogrammet. Eftersom systemet ikke er færdigudbygget og forsynet med nødvendige digitale kort og data, vil mange eksempler på nuværende tidspunkt være håndtegnede - de skal opfattes som principskitser, som vil tage sig noget anderledes ud i det maskinudtegnede design.

Ved hjælp af GIS kan man udtegne en række kort, som er skræddersyede til hver enkelt opgave. Man kan diskutere, om de maskinudtegnede kort kan

leve op til de håndtegnede med hensyn til design og finish - mange vil mene, at det kan de ikke endnu - men gevinsten ved GIS er fleksibilitet i arbejdsprocessen. Hvis man ønsker et kønnere design i slutproduktet, kan man overlade det til en dygtig kartograf at producere kortet med de traditionelle håndværksmæssige metoder (gravure f.eks.).

Alle diagrammer og kort bør udarbejdes i nært samarbejde med de involverede forskere, og vi vil derfor ikke kunne give forslag til alle de kombinationer, som vil blive aktuelle for den fremtidige afrapportering, men nok give et billede af mulighederne.

Kortgrundlag.

Der skal vælges et kortgrundlag, dvs. det maksimale målforhold skal fastlægges. Digitale kort over kystlinjer kan købes i målforholdet 1:1 million, og det vil efter vores opfattelse være tilstrækkeligt til de oversigtskort på havområdeniveau, som Nordisk Ministerråd har brug for.

Så vidt vides, foreligger der ingen digitale kort over havdybder, og heller ingen sammenhængende digitale kort over afstrømningsområder og vandskel. Da disse må anses for helt nødvendige til brug for et GIS som dette, skal de formentlig digitaliseres, enten ud fra søkort med målekoter i større målforhold eller efter oversigtskort i målforhold nær ved 1:1 mill. Hvor der findes digitale kort over delområder, kan de muligvis inddrages. For de danske farvande findes et kort fra 1984 i 1:850.000 med 10 meters dybdekurver som eventuelt kan bruges til digitalisering.

Vi har forsøgsvis digitaliseret dybder i de botniske havområder med ækvivalensen 20 m ud fra et grundkort i 1:1,7 millioner, og det giver, som det vil fremgå senere, problemer med hensyn til nøjagtighed af kortgrundlaget i forhold til de virkelige målinger af bundforhold ved skibsmålinger. Derimod har vi ingen digitaliserede afstrømningsområder/vandskel, så alle afbildningsforslag vedrørende belastninger fra floder er håndtegnede skitser.

Oversigtskort.

Nordisk Ministerråd har brug for en række oversigtskort over samtlige havområder i monitoringsprogrammet. Til brug for rapporter i A4-format kan disse have målforhold på ca. 1:8 mill (havområder alene) eller på ca. 1:11 mill. (havområder + afstrømningsområder for alle havområder). Se figur 8 og 9.

På oversigtskortene kan f.eks. følgende temaer indgå:

1. Stationsnet for målinger. Sådanne kort giver et indtryk af den datatæthed som rapportens konklusioner bygger på. I figur 8 ses det stationsnet for skibsmålinger, som vi har baseret vores arbejde på inden for de botniske havområder. Dette netværks tæthed er kommenteret i det senere afsnit om interpolationsproblematikken.
2. Dybdeforhold. Afhængigt af oversigtskortets målforhold må der vælges en passende kombination af dybdekurver. Enhver kombination vil kunne vælges interaktivt; til et oversigtskort kan man f.eks. vælge 20, 50, 100, 200 og 600 meter kurver.
3. Kort, som viser, hvor der har været særlige problemer med algeopblomstring. Ud fra satellitbilled/flyovervågningen vil der kunne laves oversigtskort over, hvor der har været problemer.
4. Strømforhold. Oversigtskort over strømforholdene er nødvendige, men det står os ikke helt klart, hvorfra disse data skal komme (automatbøjer/boksmodeller/satellitdata?).
5. Temakort, som viser eutrofiering, belastning af miljøfremmede stoffer etc. Figur 10 giver et eksempel på denne type.

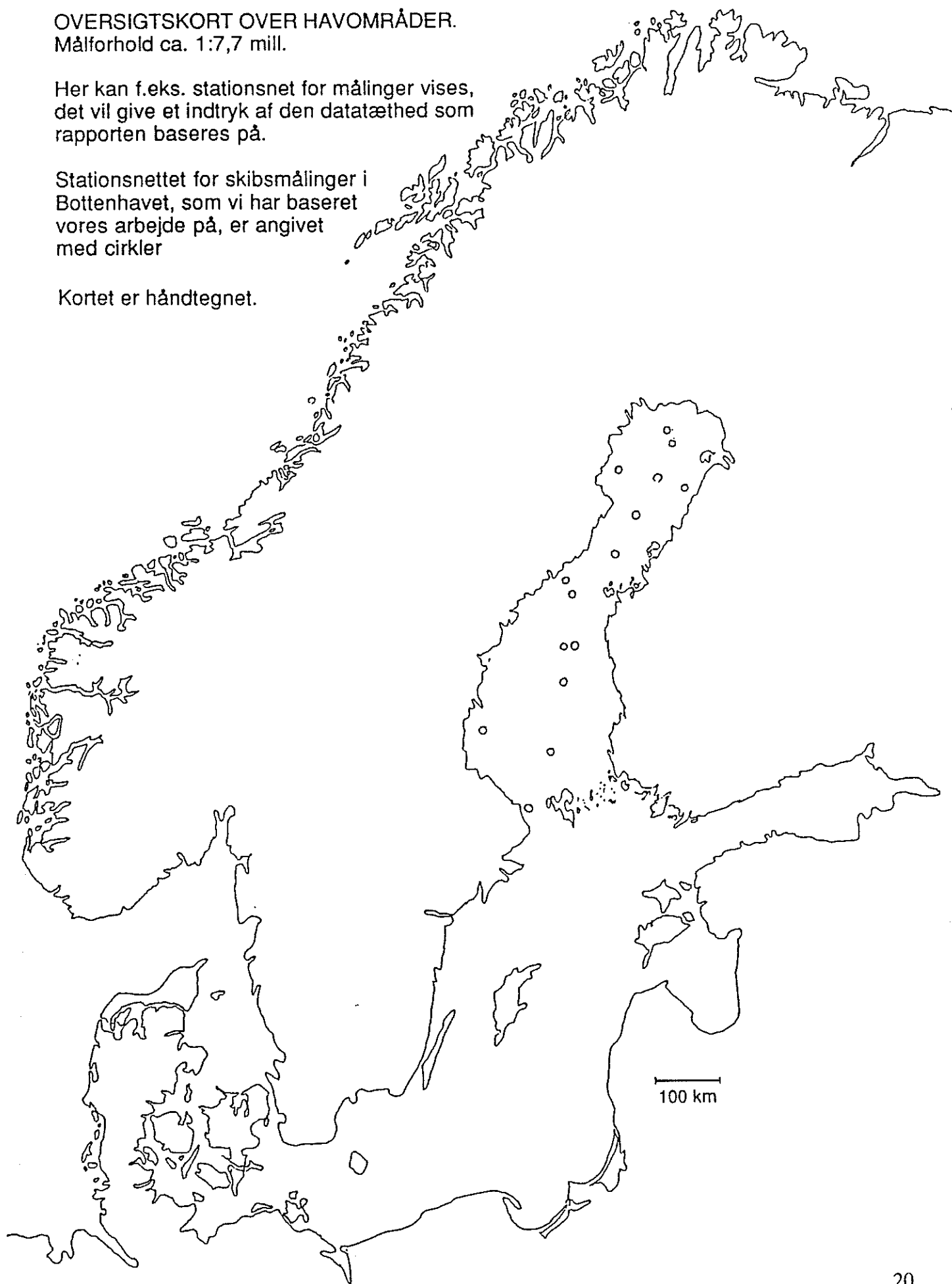
Figur 8.

OVERSIGTSKORT OVER HAVOMRÅDER.
Målforhold ca. 1:7,7 mill.

Her kan f.eks. stationsnet for målinger vises, det vil give et indtryk af den datatæthed som rapporten baseres på.

Stationsnettet for skibsmålinger i Bottenhavet, som vi har baseret vores arbejde på, er angivet med cirkler

Kortet er håndtegnet.



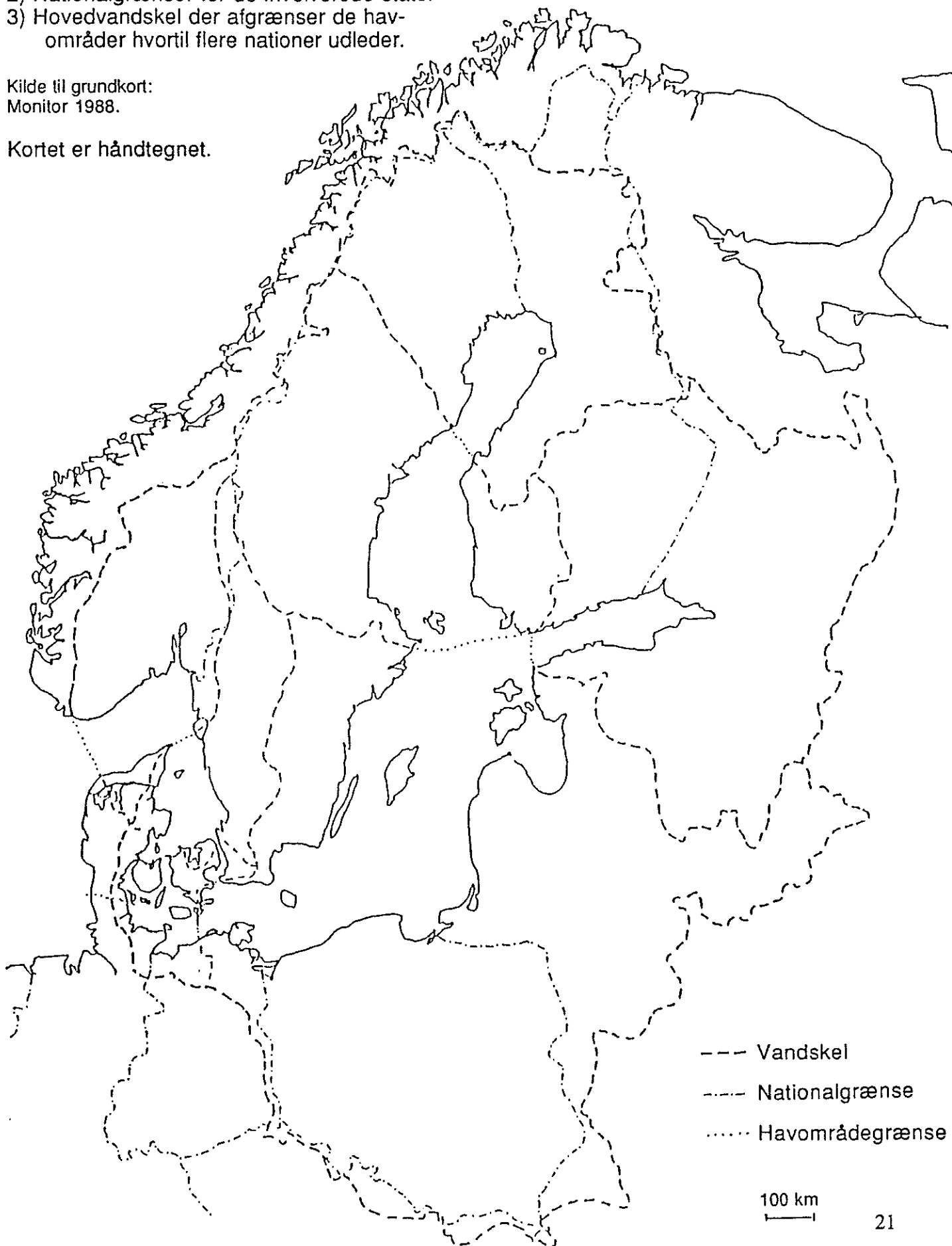
Figur 9.

Her ses kombination af 3 overlays:

- 1) Kystlinje i målforhold ca. 1:10,6 mill.
- 2) Nationalgrænser for de involverede stater
- 3) Hovedvandskel der afgrænser de havområder hvortil flere nationer udleder.

Kilde til grundkort:
Monitor 1988.

Kortet er håndtegnet.



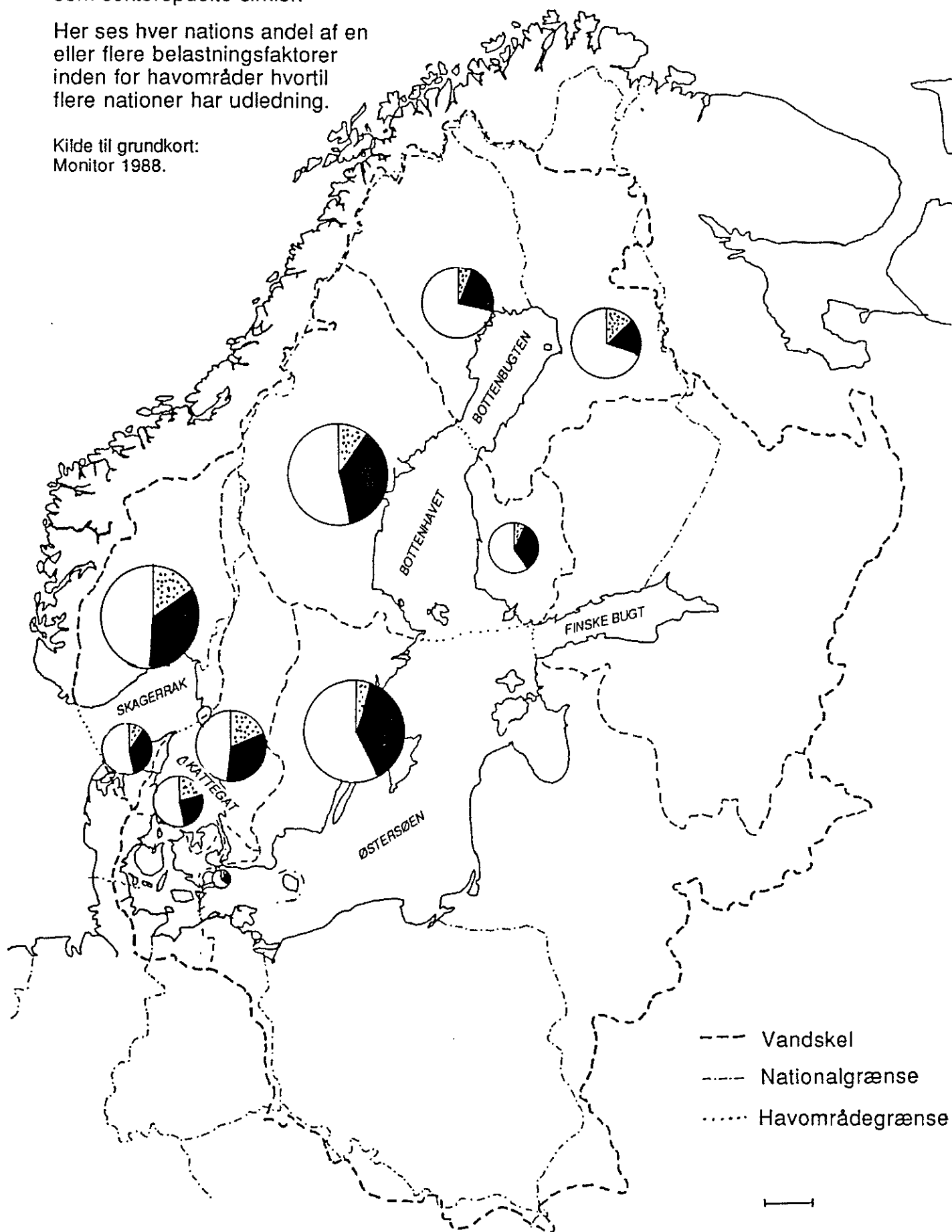
Figur 10.

Belastningsdata kan f.eks. vises som sektoropdelte cirkler.

Her ses hver nations andel af en eller flere belastningsfaktorer inden for havområder hvortil flere nationer har udledning.

Kilde til grundkort:
Monitor 1988.

Kartogrammet er håndtegnet.



Kort over enkelte havområder.

Som nævnt anses målforholdet 1:1 million for at være tilstrækkeligt til oversigtskort over havområder til brug for Nordisk Ministerråds monitoringsprogram. Figur 11 viser et af de mindre havområder, Kattegat, i dette målforhold, hvor dybder med 10 meters ækvidistance vil være passende. Endnu mindre områder som Øresund vil naturligvis ikke fylde en hel A4-side i 1:1 mill, men det kan ikke anbefales at forsøge at forstørre et givet grundkort mere end 2 gange. Afhængigt af de enkelte havområders udstrækning vil målforholdet derfor variere.

Til brug for denne rapport valgtes de botniske havområder som prøveobjekt, fordi der forelå nogle rapporter med kumulerede data for belastninger for dette område. Som oversigtskort over området kan bruges kort i målforholdet 1:3 millioner, og figur 12 viser området med dybdekurver på 20 meters ækvidistance. Kortet er, som tidligere nævnt, digitaliseret ud fra et kort i 1:1,7 millioner med 20 m-kurver (indtil 120 m. dybde, derefter 50 m-kurver), men mens man på skærmen vil arbejde i farver, er der her foretaget udtegnings i sort/hvid. En farvegengivelse er langt at foretrække. Det gør det langt lettere at læse og fortolke kortene. De sort/hvide gengivelser af maskinud tegnede kort er blot lavet af hensyn til denne rapports reproduktion i sort/hvidkopiering. Det må derfor stærkt anbefales, at der benyttes farvegengivelser i monitoringsrapporterne.

Ud fra dybdekoter og -linier kan der ved interpolation fremstilles et rasterdybdekort med en fast rumlig opløsning på f.eks. 2*2 km for hvert gridcelle (hvert 'punkt' i billedet), som det ses i fig. 13. Det rasteriserede dybdekort giver et langt bedre billede af dybdeforholdene og her kan dybdeinterval-erne vælges frit. Figur 13 kan naturligvis også laves i farver.

En tredje form for dybderepræsentation ses på forsiden af rapporten, nemlig blokdiagrammet med reliefvirkning, genereret ud fra samme rasterkort som figur 13.

Stationsnet for måledata.

At vælge stationsnet for en overordnet monitoringsopgave som den foreliggende er ingen nem opgave. Nettet skal kunne fungere i forhold til flere forskellige opgaver, som stiller forskellige krav. GIS-arbejdsgruppen fik i juni et udkast til net for de botniske havområder som arbejdsgrundlag, og hermed følger resultatet af vore erfaringer.

Tætheden af nettet må være en funktion af den oceanografiske variation og kortets målforhold. Der må ingen væsentlige huller være, men samtidig er der ønske om at reducere antallet af målinger til det minimum, som er nødvendigt for programmets gennemførelse.

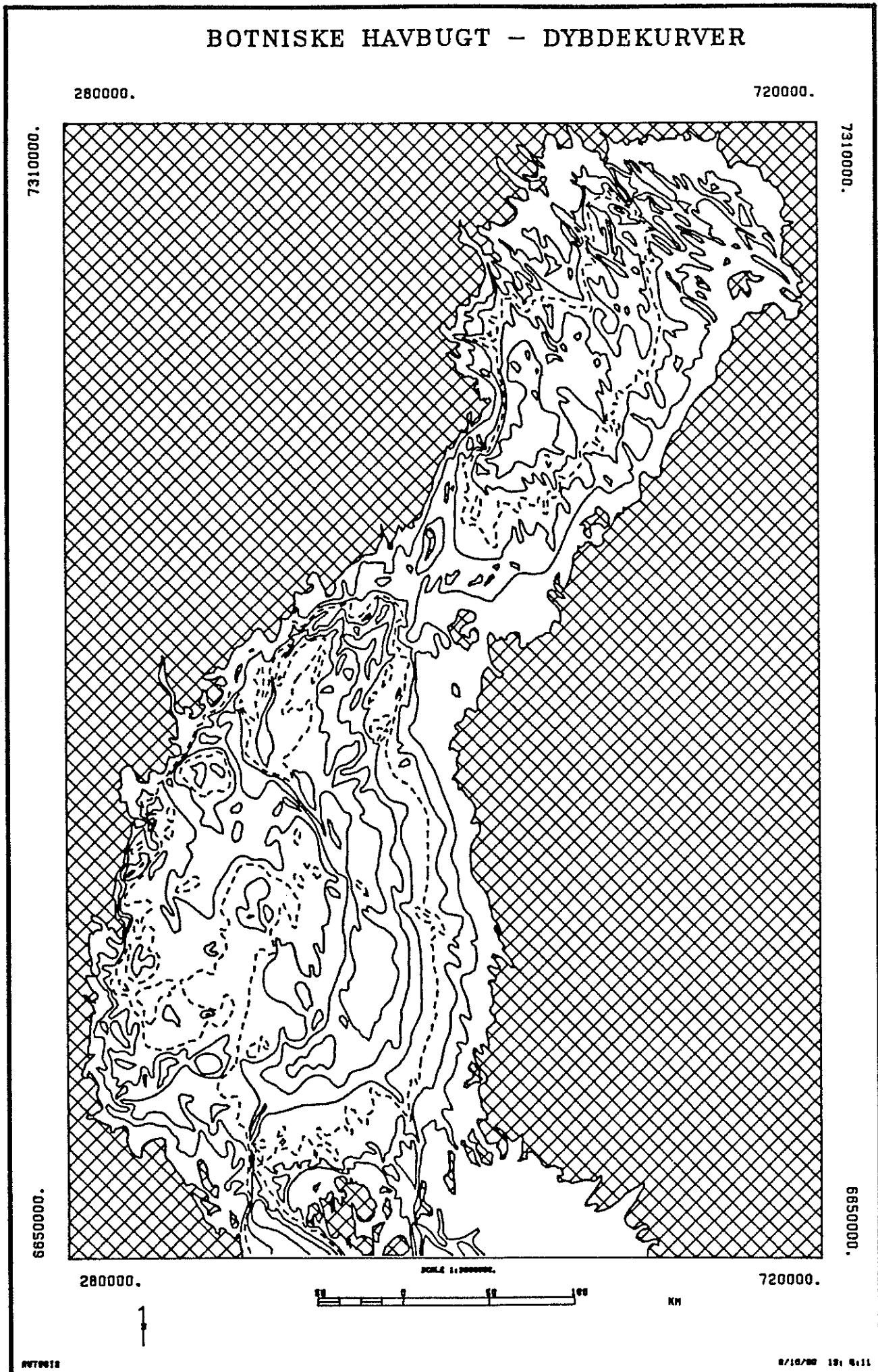
Valget af stationsnet må ses i forhold til 3 aspekter: I forhold til interpolationsproblematikken og muligheden for at lave isolinjekort, i forhold til profiltegning og i forhold til bundforhold og andre fysiske forhold i havet. Dette gælder især nettet for skibsmålinger. Automatbøjer tænkes først og fremmest placeret ved havområders grænser, mens målenettet for belastninger af miljøet dels er kystnært (flodmundinger) og dels afhænger af visse biologiske forhold som udbredelse af de arter som bruges ved prøvetagning (skaldyr, zoobenthosprøver).

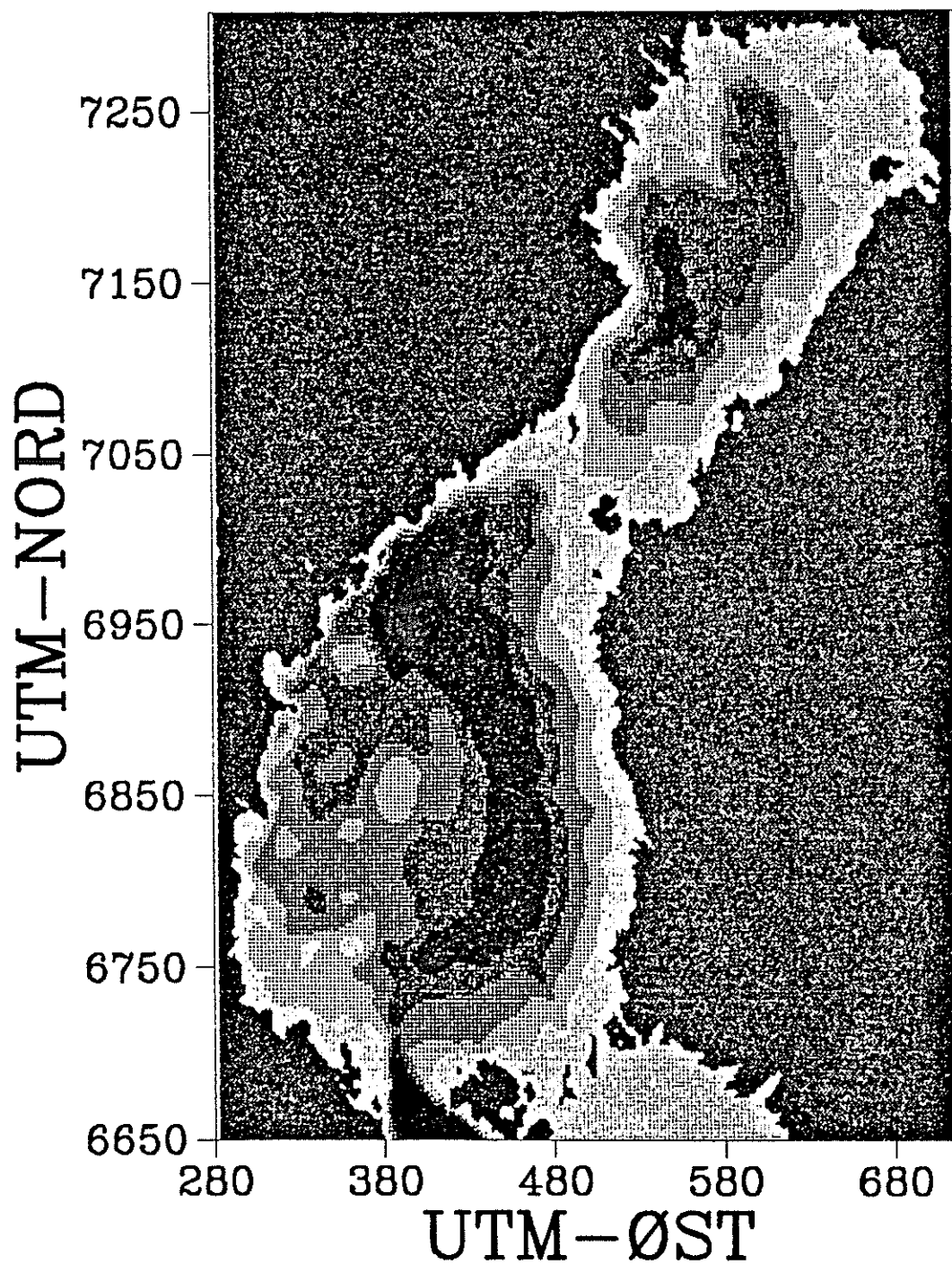
Figur 11.

Kattegat i målforholdet ca. 1:1 mill., det foreslåede basismålforhold, kan fint være inden for A4-format.

Dybdekurver med 10 m ækvidistance vil passe til dette målforhold.







Figur 13.

BOTNISKE HAVBUGT, DYBDEKORT.

Målförhold 1:3 mill.

Lavet i UNIRAS

	LAND	-0
	-25	-0
	-50	-25
	-75	-50
	-100	-75
	-150	-100
	-200	-150
	UNDER	-200

Stationsnet i forhold til interpolationsproblematikken.

Figur 14 viser positionerne for det stationsnet, som GIS-arbejdsgruppen fik som arbejds-grundlag, idet positionerne var opgivet i geografisk bredde og længde. Som det ses, er der et "tomt" areal mod vest i Bottenhavet, og der er kun få målestationer nær ved kysten.

I figur 15 er stationsnettet kombineret med et udvalg af dybdekurver. Figur 16 er en håndtegnet udgave af samme tema, og kortet skal belyse stationsnettet i forhold til dybdeforholdene.

I den nordlige ende ligger målestationer lige i kanten af 60 og 100 meterkurverne. I den sydlige del ligger en station (F18) i et "hul", men det er påfaldende, at der ingen målestation findes i Ulvødybet, som er ca. 250 meter dybt. Området syd for Ulvødybet er heller ikke særlig godt dækket.

På grund af disse huller samt manglen på kystnære målestationer er nettet ikke egnet til lineære interpolationer, og figur 17 viser, at tætheden heller ikke er tilstrækkelig. På kortet er værdierne for salinitet i overfladen for skibsmålinger, foretaget i perioden 7-14 november 1988 (et "øjebliksbillede") indplottet. Der er forsøgt lineære interpolationer med henblik på at konstruere 3,500-isolinjen, men som det ses, er dette vanskeligt at gennemføre. Man må formodentlig drage den konklusion, at nettet er for utilstrækkeligt til at producere isoliniekort ud fra automatisk ud tegnede lineære interpolationer. Det er imidlertid klart, at den trænede forsker i mange tilfælde vil være i stand til alligevel at udarbejde fagligt forsvarlige isoliniekort ved at støtte kortudtegningen på kendskab til andre forhold, der kan give fingerpeg om en rigtigere inter- og ekstrapolation, f.eks. bundtopografi, strømforhold m.v..

Hvorledes denne erfaring kan omsættes i algoritmer til brug for automatisk udtegnning på grundlag af GIS'et, er en vigtig udviklingsmæssig opgave, men det må formodes, at konstruktion af denne type kort i vid udstrækning må foregå interaktivt ved erfaringsmæssigt baseret editering af kort, der er automatisk udtegnet på grundlag af relativt simple lineære inter- og ekstrapolationsalgoritmer.

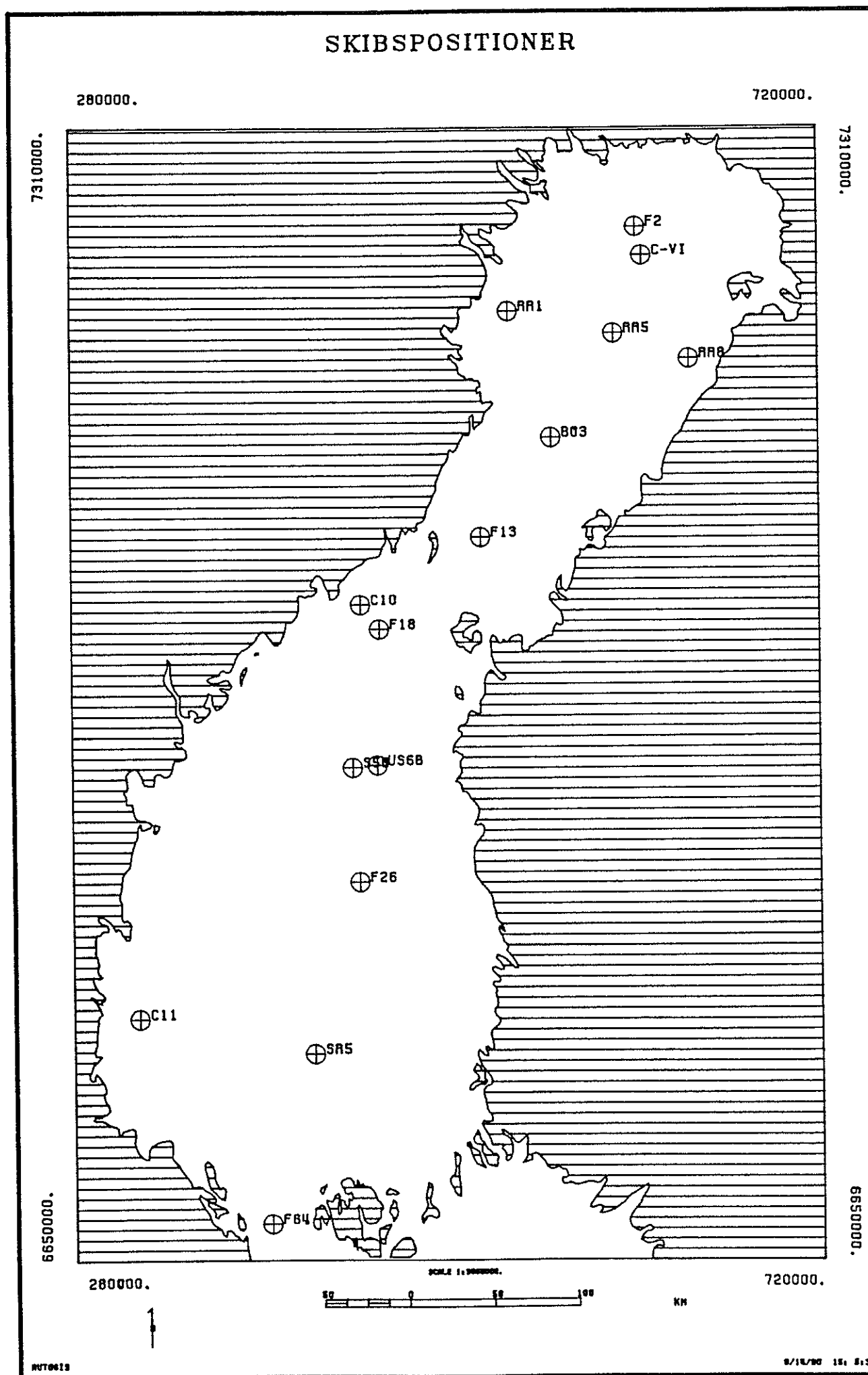
Ud fra antagelsen om, at en række fænomener orienterer sig i vandrette lag med størst (eller mindst) koncentration ved havbunden, vil afgrænsninger af områder med nogenlunde ens værdier kunne foretages ud fra lukkede dybdekurver. Hvis denne metode er fagligt forsvarlig, vil isolinjekort kunne konstrueres ud fra viden om dybdeforholdene.

Figur 18A og 18B er forsøg på at gøre dette. Temaet ville være "iltsvind ved bunden". At dømme efter de foreliggende data for iltmætning ved bunden af de botniske havområder, er der ikke tale om noget akut iltsvind, kortet skal blot tjene som eksempel på princippet.

I figur 18A er 60 m dybdekurven tegnet sammen med den procentvise iltmætning i samme dybde. Eftersom værdierne ikke er helt ens, må man konkludere, at lagene ikke er fuldstændig vandrette. Anvendeligheden af denne metode må vurderes af fagfolk i hvert enkelt tilfælde. Figur 18B viser samme tema, dog i 100 meters dybde.

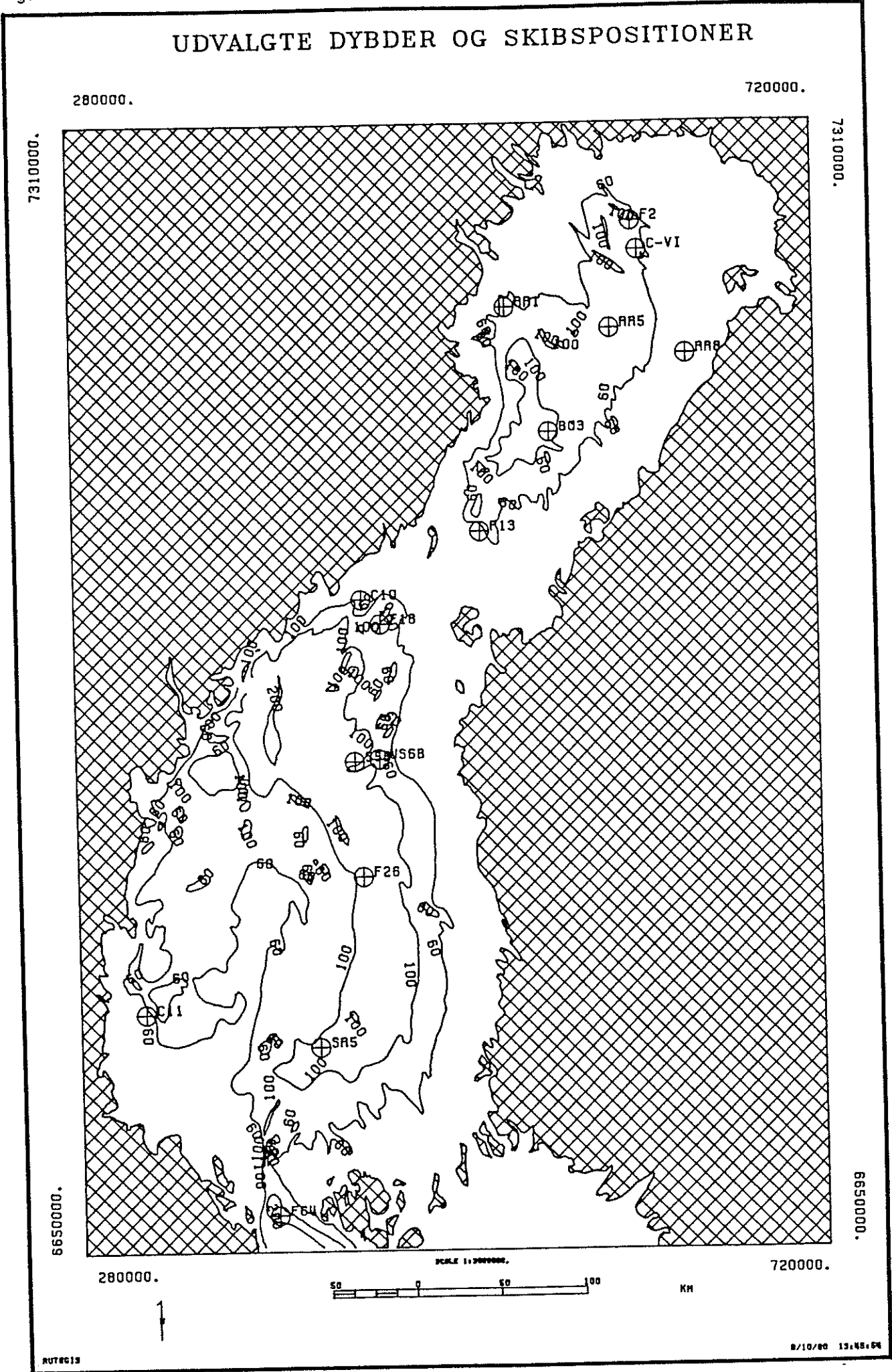
Figur 14.

Lavet i AUTOGIS.



Figur 15.

Lavet i AUTOGIS.

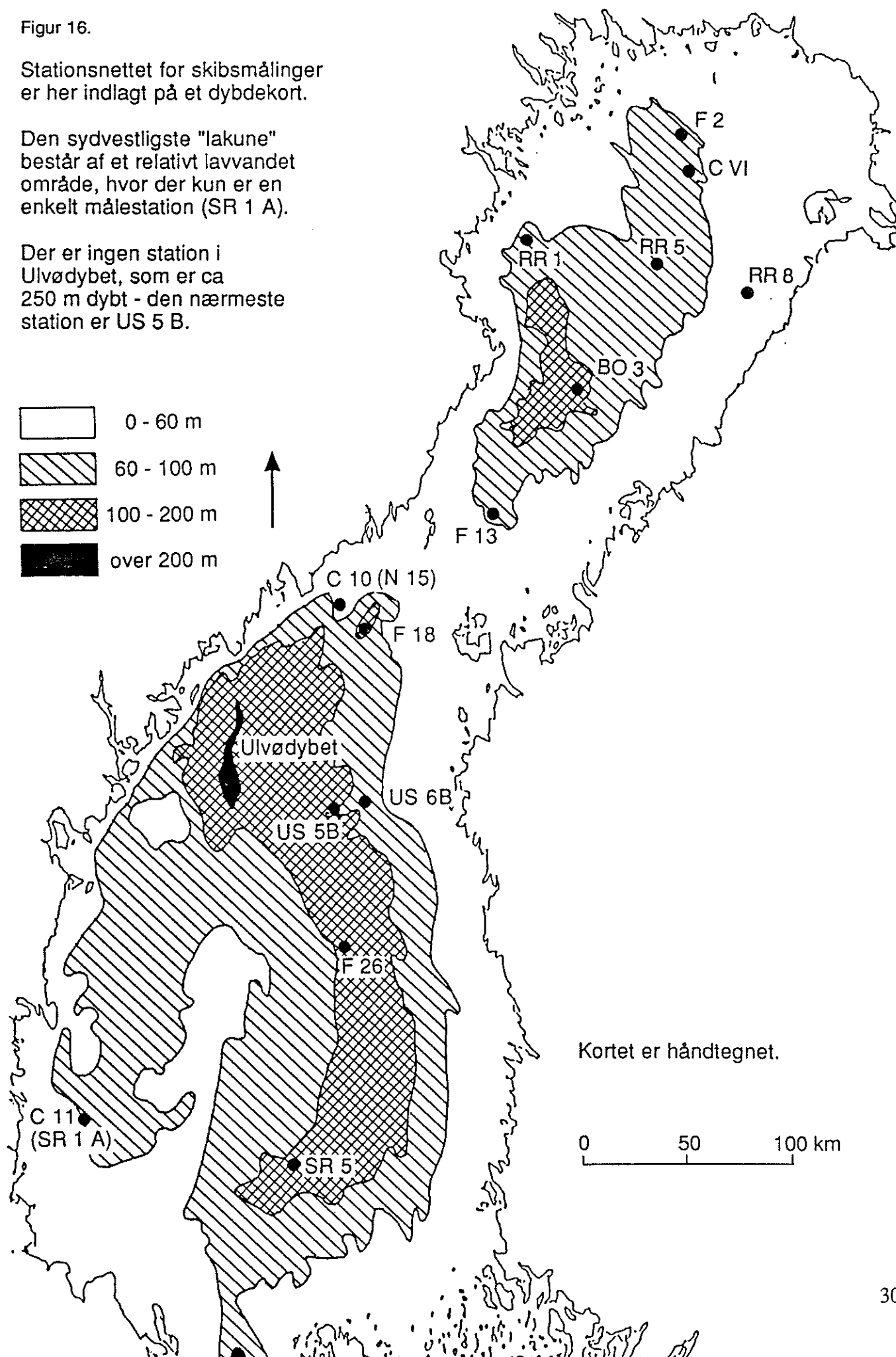


Figur 16.

Stationsnettet for skibsmålinger er her indlagt på et dybdekort.

Den sydvestligste "lakune" består af et relativt lavvandet område, hvor der kun er en enkelt målestation (SR 1 A).

Der er ingen station i Ulvødybet, som er ca 250 m dybt - den nærmeste station er US 5 B.



Figur 17.

LINEÆR INTERPOLATION.

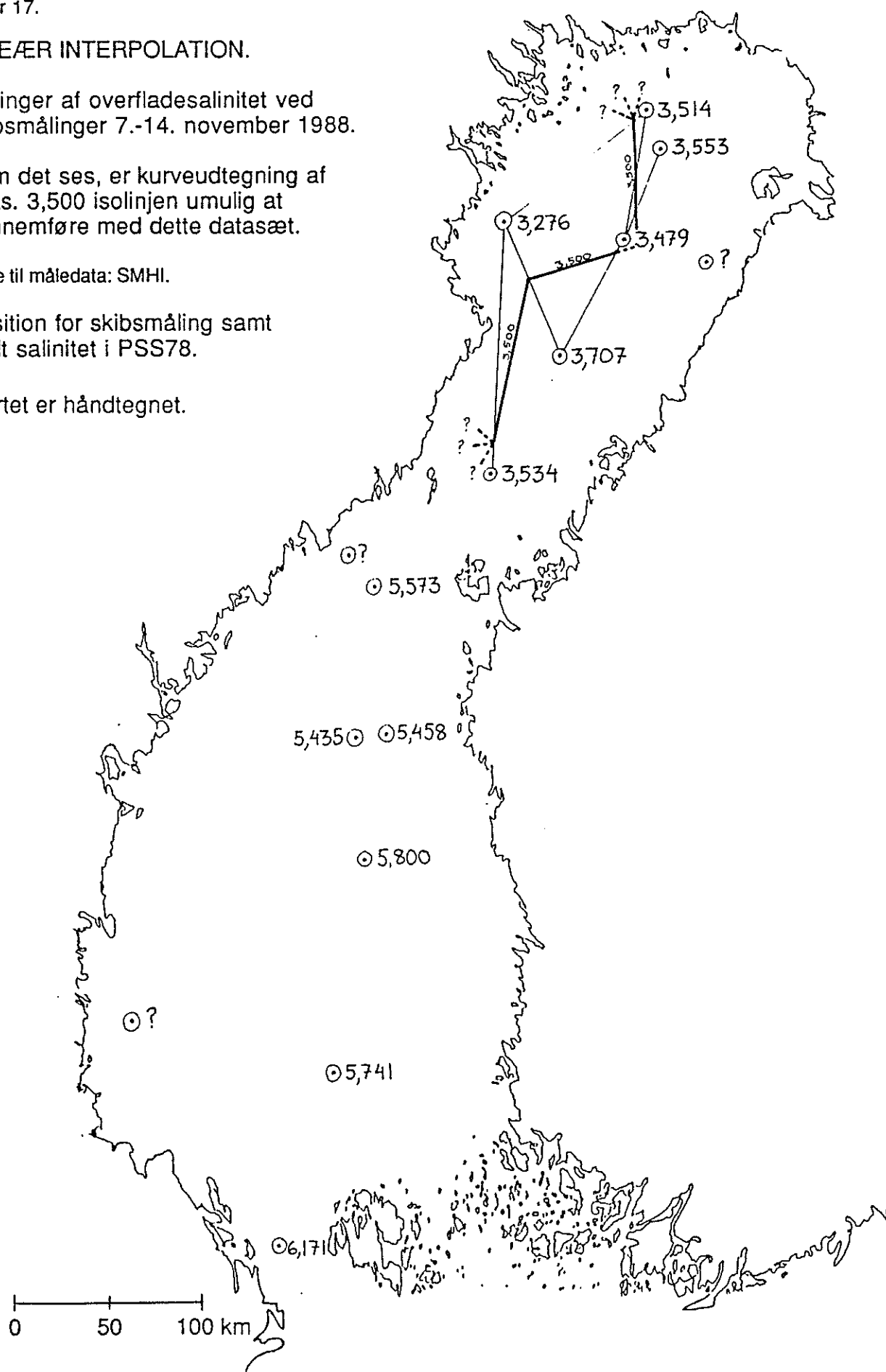
Målinger af overfladesalinitet ved
skibsmålinger 7.-14. november 1988.

Som det ses, er kurveudtegnig af
f.eks. 3,500 isolinjen umulig at
gennemføre med dette datasæt.

Kilde til måledata: SMHI.

Position for skibsmåling samt
målt salinitet i PSS78.

Kortet er håndtegnet.



Figur 18 A.

INTERPOLATION VED HJÆLP AF DYBDEKURVER.

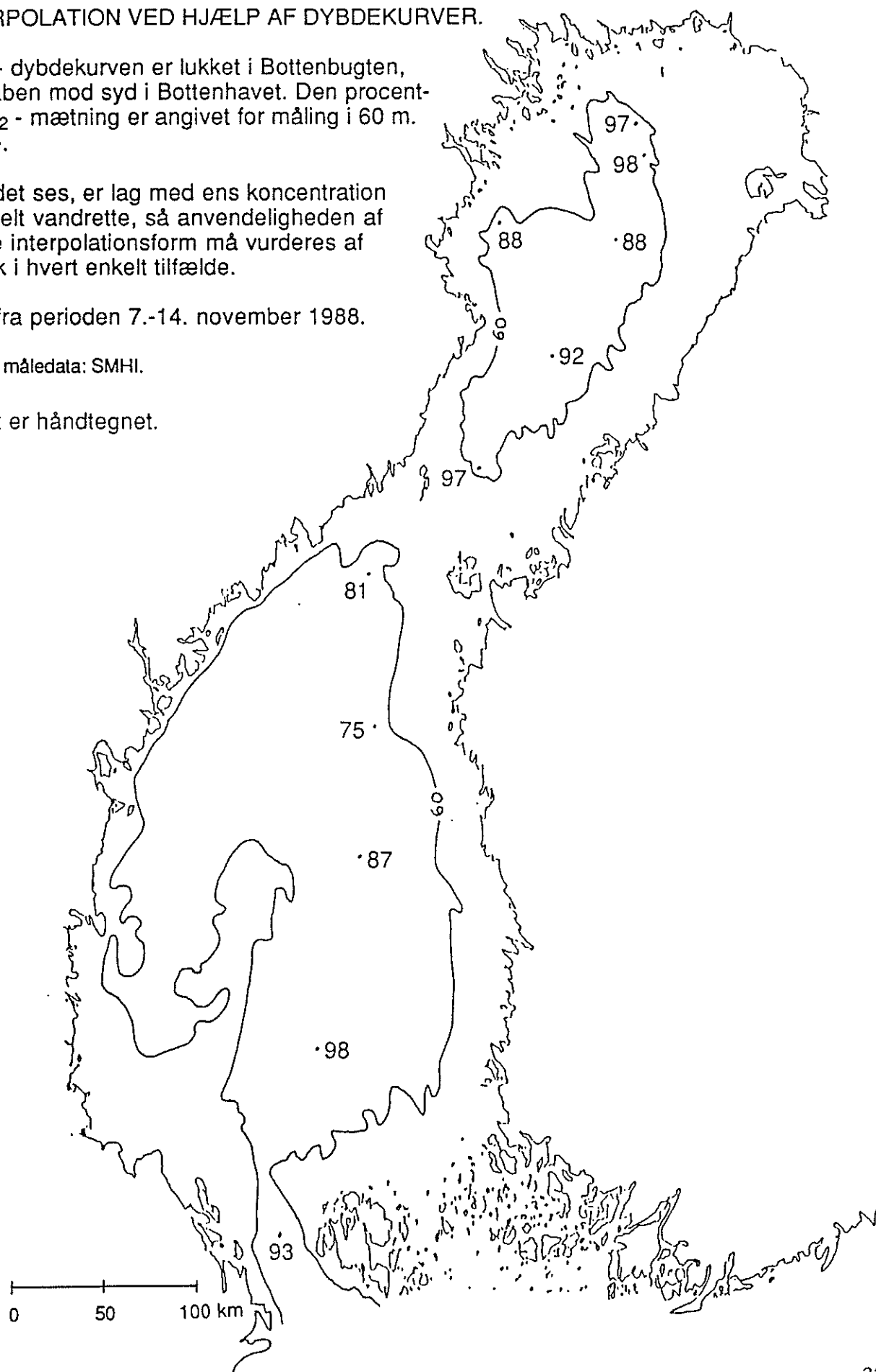
60 m - dybdekurven er lukket i Bottenbugten, men åben mod syd i Bottenhavet. Den procentvise O_2 - mætning er angivet for måling i 60 m. dybde.

Som det ses, er lag med ens koncentration ikke helt vandrette, så anvendeligheden af denne interpolationsform må vurderes af fagfolk i hvert enkelt tilfælde.

Data fra perioden 7.-14. november 1988.

Kilde til måledata: SMHI.

Kortet er håndtegnet.



Figur 18 B.

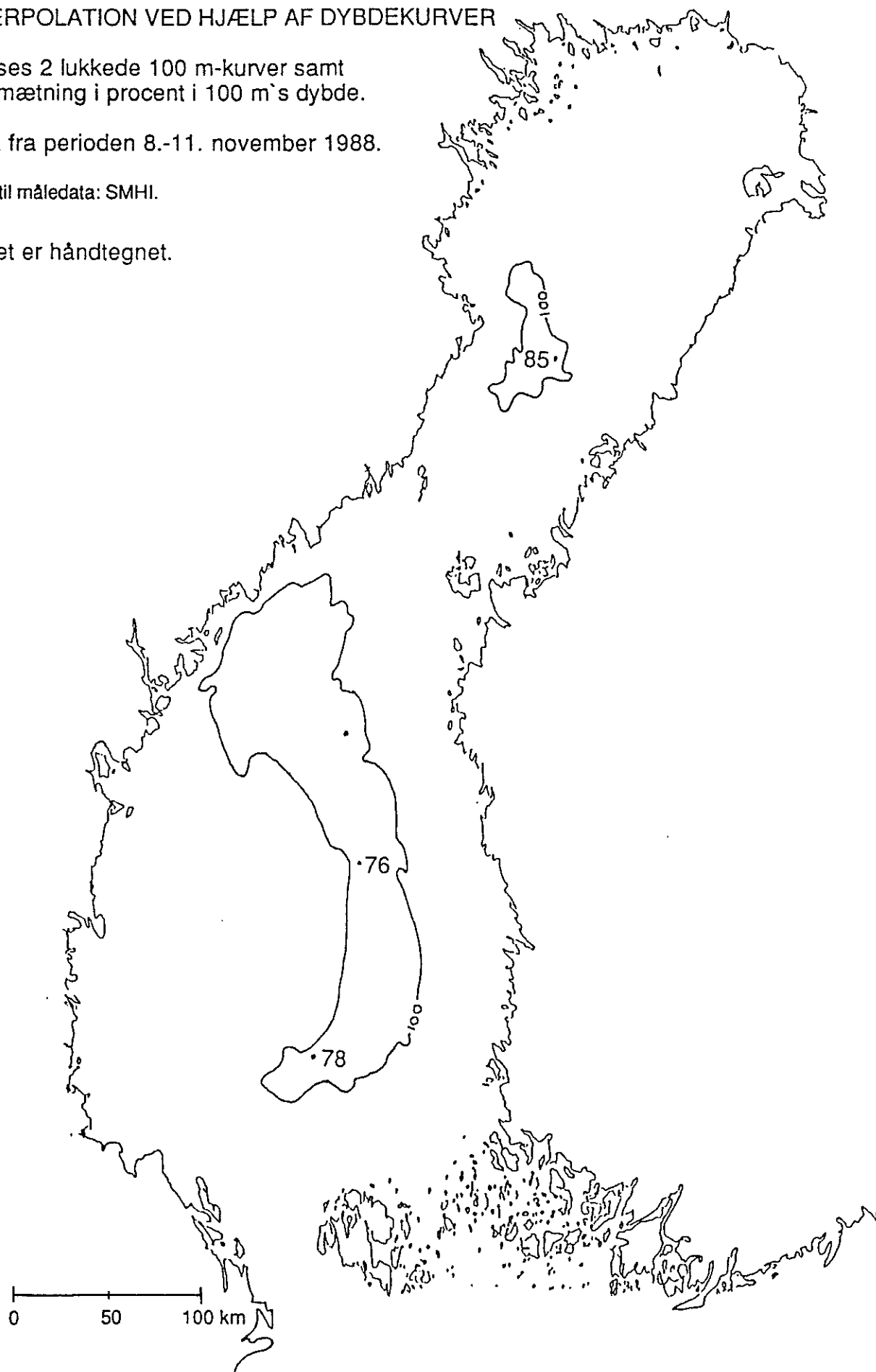
INTERPOLATION VED HJÆLP AF DYBDEKURVER

Her ses 2 lukkede 100 m-kurver samt
 O_2 - mætning i procent i 100 m's dybde.

Data fra perioden 8.-11. november 1988.

Kilde til måledata: SMHI.

Kortet er håndtegnet.



Stationsnet i forhold til profiltegning.

For at kunne afbilde lagdeling og forekomst af springlag vil det være hensigtsmæssigt at kunne udtegne profiler. Men det betyder ikke nødvendigvis, at målestationerne skal ligge på rette linjer, således som man umiddelbart ville tro. Når det drejer sig om lagene i et bevægeligt element som vand, og hvor lagdelingen blandt andet kan hænge sammen med den relative vægtfylde, så bør profiler tegnes ud fra et princip om forbundne kar.

Dette kræver nøje kendskab til bundforholdene mellem 2 målestationer. Her vil et GIS, indeholdende en terrænmodel af havbunden, kunne bruges til at løse problemet - nemlig hvor det drejer sig om at finde en rute langs de dybeste områder fra en målestation til en anden.

Figur 19 viser en række skibspositioner, som orienterer sig nord-syd. De er forbundet med rette linjer, bortset fra de 2 sydligste, idet der her er tale om en rende, hvis forløb nogenlunde er fulgt gennem indsættelse af to ekstra punkter uden målinger.

Da profiludtegning vil kræve en nøjere overvejelse af terrænmodelideen, og da der hertil vil kræves særlig programmering, er der i stedet lavet en håndtegnet skitse (se figur 20A). Skitsen er baseret på et lineært profil, dog med skelen til de dybder, som forbinder målestationerne. Problemet er vanskeligt at håndtere, for målestationerne ligger ikke altid i de dybeste huller (dette gælder de nordligste stationer), mens omvendt de sydligste ligger i dybe huller som ikke kan ses på det generaliserede dybdekort i 1:1,7 millioner som vi har prøvedigitaliseret.

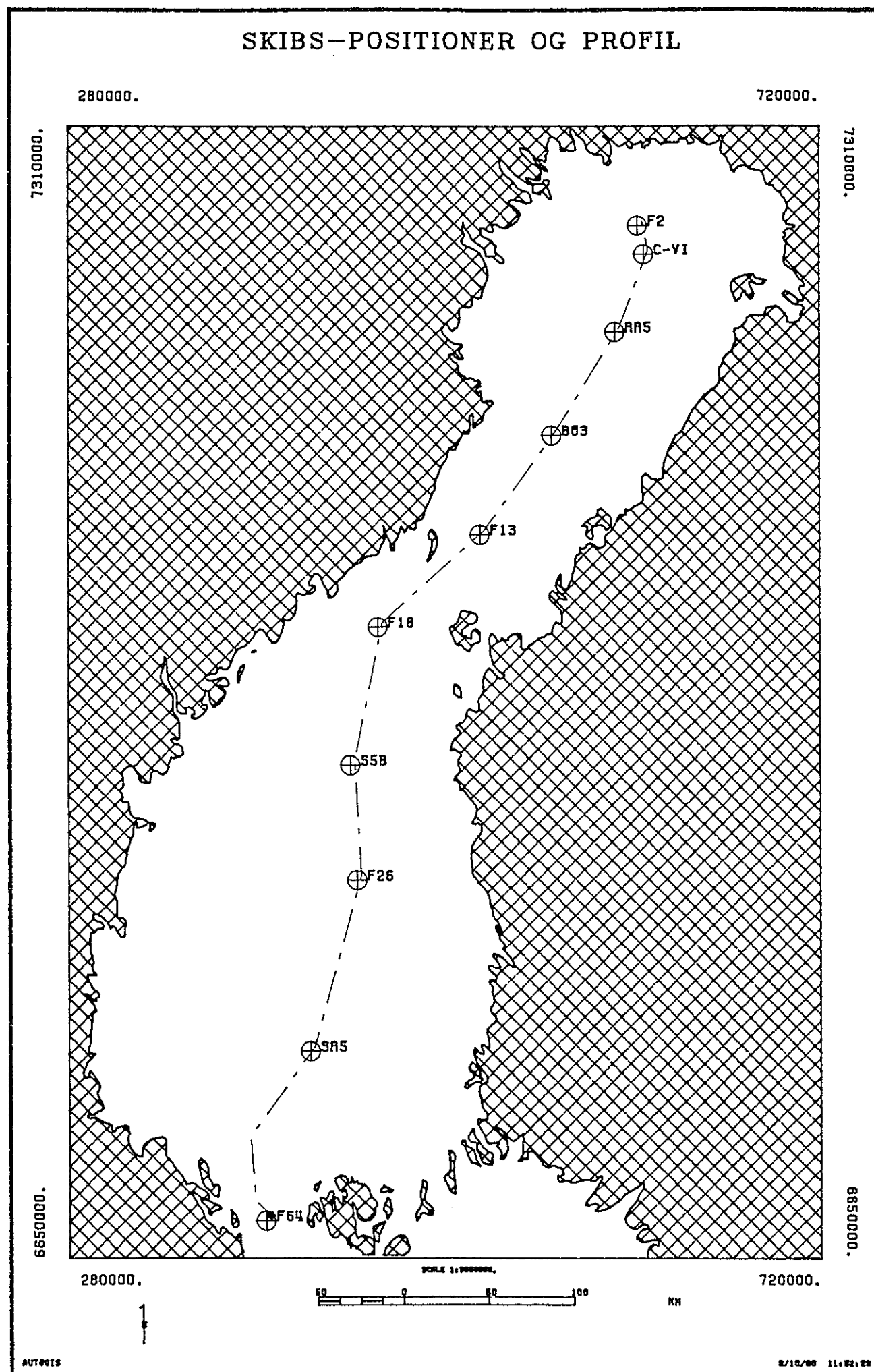
Figur 16 viser stationsnettet i forhold til dybdeforholdene, og der opstår det problem, at de dybder, som kan aflæses på kortet i 1:1,7 mill. ikke altid stemmer særlig godt overens med, hvad der er målt ved de enkelte skibsmålinger. For eksempel vil man kunne aflæse en dybde for en station US5B på 120-150 meter, mens måledata fra SMHI opgiver en bunddybde på 210 meter. Der er muligvis tale om et dybt hul, som i udstrækning ikke er stort nok til at figurere på et generaliseret dybdekort i 1:1,7 millioner, og her er der altså tale om en ret stor forskel mellem kort og virkelighed. I dybdeprofilet i figur 20A er de målte bunddybder medtaget ved tegning af profilet, men de mellemliggende områder er tegnet ved hjælp af kortet.

Da hensigten med dybdekort er udtegning af lagdeling for f.eks. salinitet, er et sådant profil tegnet i figur 20B, idet data fra målinger 7-14 november 1988 er benyttet som "øjebliksbillede". Målingerne for de nordligste stationer F2 til RR5 ligger mellem værdierne 3,5 til 3,9. Først ved station BO3 bliver det muligt at komme op over værdier på 4,0, idet dybden for denne værdi ligger mellem 80 og 90 meter (kan findes ved interpolation). Ved F13 ligger den lidt højere (50-64 meter) og i figur 20B er forbindelsen trukket med en ret linje.

Mellem F13 og F18 er der en tærskel, og mellem den højeste salinitet, målt ved bunden af F13 (4,1) og den næste værdi ved overfladen af F18 (5,6) er der et "hul" hvor 5,0 isolinjen må ligge. Men hvordan skal den tegnes? Det vil være forkert at interpolere disse lineært ud fra værdierne i F13 og F18, idet springet åbenlyst knytter sig til tærsklen derimellem. Også her vil en manuel skærmeditering af det automatisk udtegnede kort nok være en realistisk arbejdsgang, således som det faktisk er gjort på figuren i forbindelse med placeringen af isolinierne omkring tærsklen.

Figur 19.

Lavet i AUTOGIS.

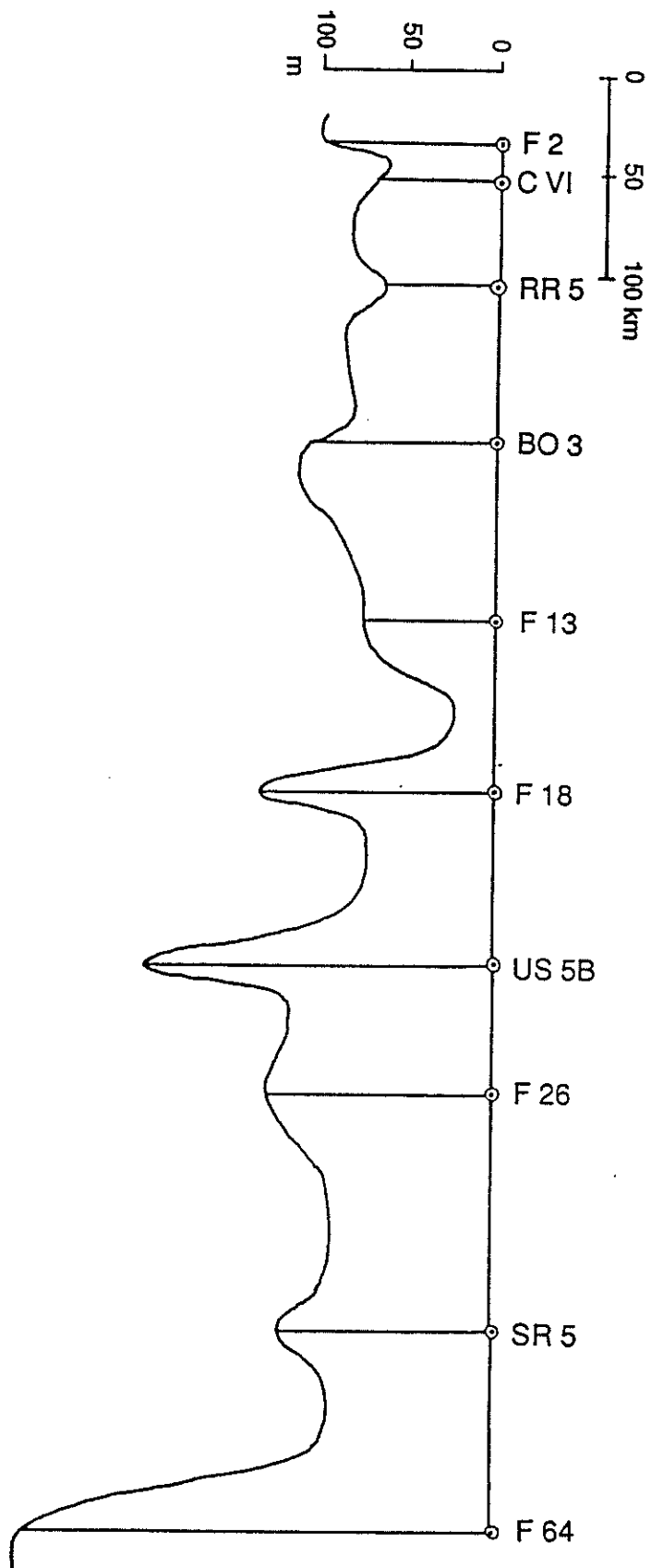


Figur 20 A.

Dybdeprofil gennem 10 målestationer i de botniske havområder fra nord til syd.

Profillet er håndtegnet.

Kilder: Bathymetrisk kort i 1:1,7 mill. samt måledata (bunddybder for skibsmålinger) fra SMHI.

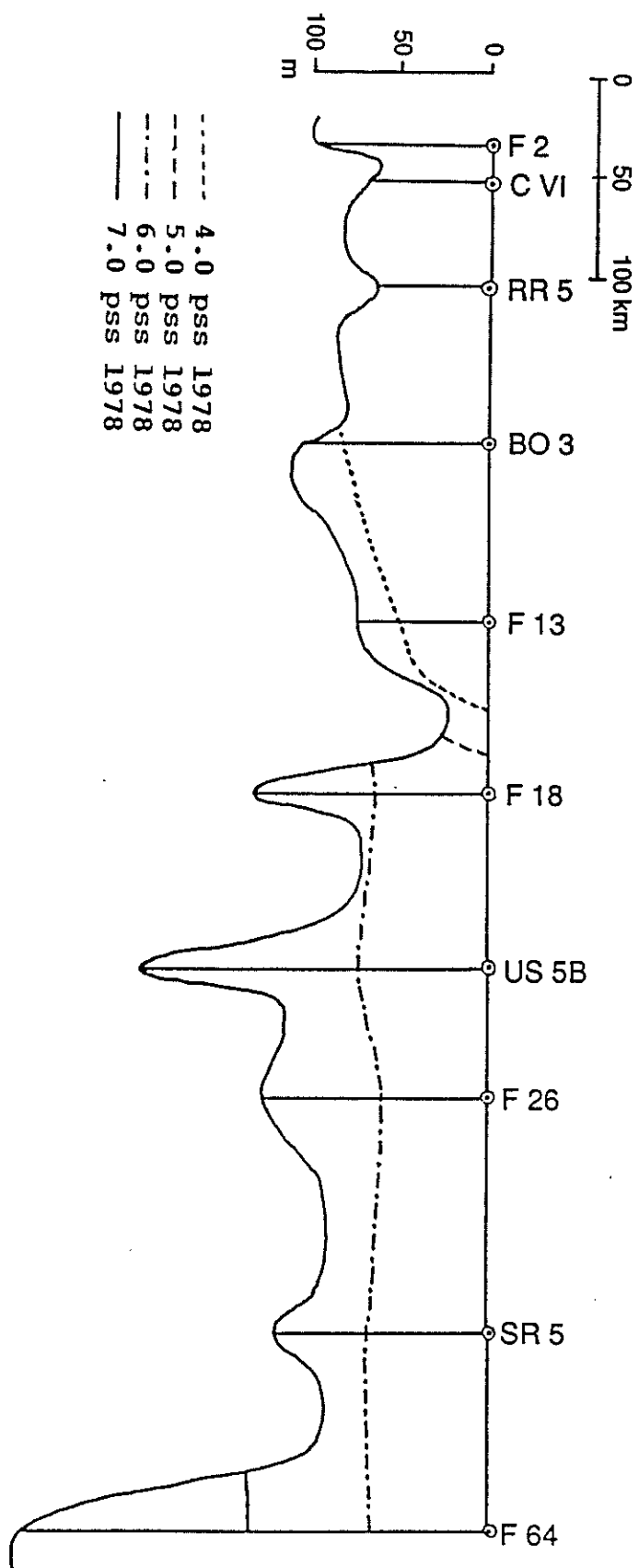


Figur 20 B.

Salinitetsprofil, 7.-14. november 1988. Interpoleret ud fra data for skibsmålinger og indlagt på dybdeprofillet fra figur 20 A.

Kilde: SMHI.

Profillet er håndtegnet.



Stationsnettet i forhold til målinger af miljøfremmede stoffer i havet.

Moniteringsprogrammet skal omfatte indsamling af fisk og skaldyr med henblik på at undersøge miljøfremmede stoffer i lever og kød. Stationsnettet er ikke fastlagt. Indholdet af miljøfremmede stoffer kan vises som søjler, der placeres på et grundkort der, hvor prøven er taget. Fisk flytter sig imidlertid, så denne metode er måske ikke nogen pålidelig angivelse af forekomst af miljøfremmede stoffer, med mindre fiskenes aktionsradius lader sig fastlægge. En anden mulighed er, at placere søjlerne midt i de havområder, de skal repræsentere. For skaldyrs vedkommende kan man tænke sig søjler kombineret med dybdekurver som viser, hvor de pågældende dyr kan forekomme. GIS-arbejdsgruppen har ikke tilstrækkelig viden om sedimentprøveproblematikken til at kunne komme med afbildningsforslag til disse. Det samme gælder zoobenthosprøverne.

Kilderne til belastning af havet.

Kort over kilderne til belastning af havet kan laves, såfremt de pågældende punktkilder (industrier, rensningsanlæg m.v.) opgives med position i geografisk bredde og længde. For de kommunale rensningsanlæg kan tillige kvantitative forhold afbildes (f.eks. kapacitet eller befolkningsunderlag) såfremt sammenlignelige og pålidelige data kan fremskaffes. Afbildningsformerne kan være symboler for kvantitative afbildninger, søjler eller cirkler. Oversigtskort i lille målforhold kan naturligvis ikke gengive de enkelte anlæg med mindre der er tale om ganske få, her må foretages en generalisering eller kumulering, afhængig af, hvad kortet skal vise.

Der er foretaget belastningsmålinger ved en række svenske floder, som grænser ud til de botniske havområder, og belastningsfaktorerne er behandlet i rapporten: "Bottniska Viken, Utsläpp och miljö, Länsstyrelsesrapport Atgärdsgrupp Nord (1987)". Denne rapport har været grundlaget for en række afbildningsforslag fra GIS-arbejdsgruppen, som vil blive vist i figur 21-27.

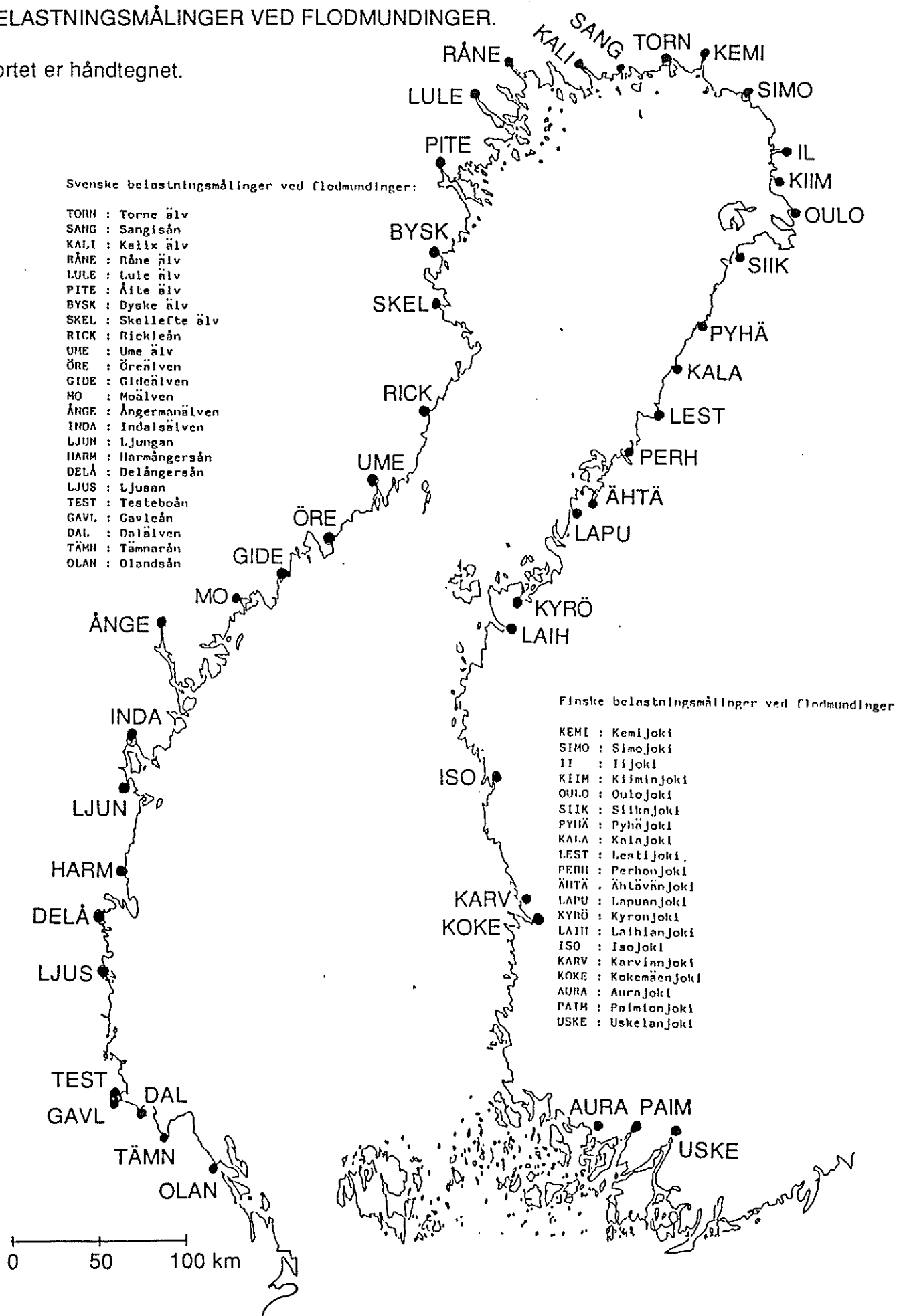
Figur 21 viser beliggenheden af en række svenske og finske flodmundinger, der bidrager med belastning til Bottenbugten og Bottenhavet. Hvor belastningen er opgjort på årsbasis, kan søjlekartogrammer vise den indbyrdes fordeling af f.eks. fosfortransport (se figur 22).

Den samlede årlige fosfortransport via en flod stammer imidlertid fra punktkilder såvel som fra mere diffuse kilder. De enkelte floder afvander arealer i et opland, som afgrænses af vandskel, og måledata må derfor relateres til afvandingsarealer. De fleste andre statistikker foretages imidlertid inden for bestemte administrative grænser, og da administrative grænser næsten aldrig falder sammen med afvandingsgrænser, bliver en sammenligning af forskelligartede statistikker temmelig vanskelig.

Figur 21.

BELASTNINGSMÅLINGER VED FLODMUNDINGER.

Kortet er håndtegnet.



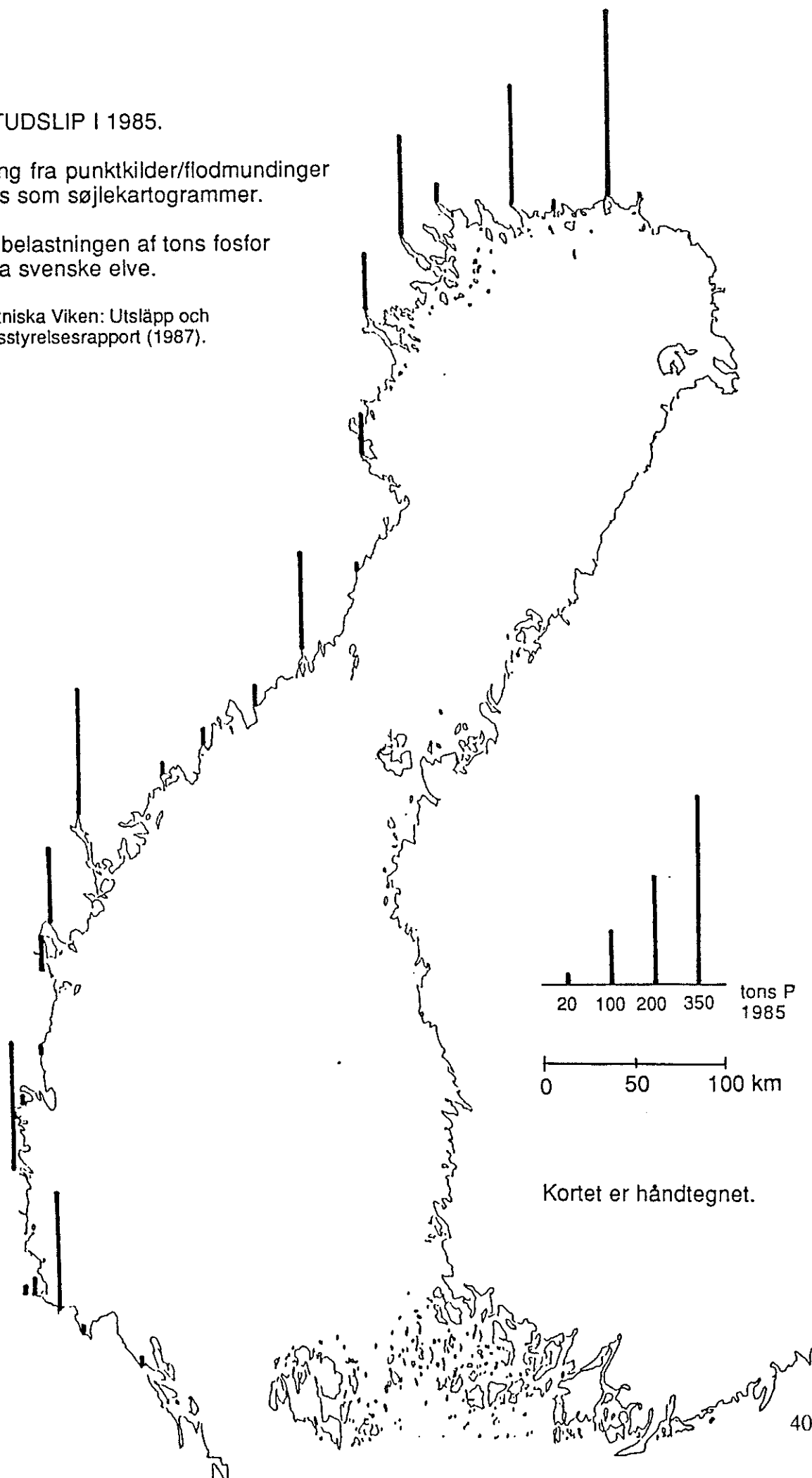
FIGUR 22.

FOSFATUDSLIP I 1985.

Belastning fra punktkilder/flodmundinger
kan vises som søjlekartogrammer.

Her ses belastningen af tons fosfor
i 1985 fra svenske elve.

Kilde: Bottniska Viken: Utsläpp och
miljö. Länsstyrelsesrapport (1987).



Figur 23, 24 og 25 omhandler dette problem. Figur 23 viser lensgrænser for de svenske len som grænser op til de botniske havområder samt bagvedliggende len, som via elvene også bidrager med belastning. Västerbottens län bidrager både til Bottenbugten og Bottenhavet, idet grænsen mellem de 2 havområder går lige midt gennem dette len. I figur 24 er afvandings-områderne kumulerede, således at de så vidt muligt følger lensgrænserne som de ligger ved flodmundingerne, idet det er her de fleste målinger foretages af lensstyrelserne. Västerbotten län er dog opdelt i 2 områder i henhold til de 2 havområder. Afvandingsområderne er nummererede fortløbende fra nord mod syd.

I figur 25 er de to grænser sammenlignet, så man kan se det manglende sammenfald.

Dataproblemet må altså løses ved at opgøre måledata på afvandingsområder i stedet for administrative grænser, og det er, hvad man har forsøgt i den førnævnte lensstyrelsesrapport.

I rapporten kan man finde tabeller med data, som kan sammenstilles og kumuleres, så de kan afbildes som vist i figur 26, nemlig et sektoropdelt cirkelkartogram. Den yderste cirkel viser den samlede flodtransport af fosfor i 1985, og den inderste, sektoropdelte cirkel viser fordelingen på kendte kilder som kommunale rensningsanlæg, industri og dambrug. Cirklernes arealer er proportionale med belastningen af fosfor angivet i tons. Som det ses, må en del af belastningen stamme fra mere diffuse kilder, og her kan et kort over arealanvendelsen måske give et fingerpeg, idet der kan være tale om udvaskning af jorden.

Figur 27 viser arealanvendelsen inden for samme områder. Det er især her, der kan være problemer med at skaffe data, idet disse statistikker oftest vil være fordelt på administrative grænser. Som det ses af figuren er store dele dækket af skov, en meget beskeden del er dyrket jord eller græsningsjord og en del er uoplyst, men man må antage, at det drejer sig om klipper og ikke-skovklædt vildmark.

I det omfang det er muligt at skaffe sammenlignelige data for hele det fællesnordiske område, vil man kunne lave oversigtskort som vist på figur 28 (sammenlign figur 10).

Afbildninger i forhold til eutrofieringsproblemet.

Nogle belastningsfaktorer som har betydning for belysning af eutrofieringsproblemet måles både ved flodmundinger og ved skibsmålinger. Ved flodmundingerne kan ses transportmængden i et givet tidsrum, mens skibsmålingerne viser en koncentration på et givet tidspunkt. Det ville være interessant, om man kunne nå frem til en sammenhæng mellem disse målinger (det gælder f.eks. N og P).

Foreløbig må GIS-arbejdsgruppen nøjes med at pege på, at eutrofieringssituationen vil kunne belyses ved hjælp af profiler og dybdekurvebaserede iltsvindskort, søjlekartogrammer og cirkelkartogrammer samt kort baseret på bearbejdede satellitoptagelser. Hertil kommer de forskellige typer ikke-kartografiske diagrammer, som i forvejen laves i rapporterne.

Udviklingen over tid kan anskueliggøres ved sammenligning af flere kort, men i nogle tilfælde vil det være muligt at lave differenskort.

Figur 23.

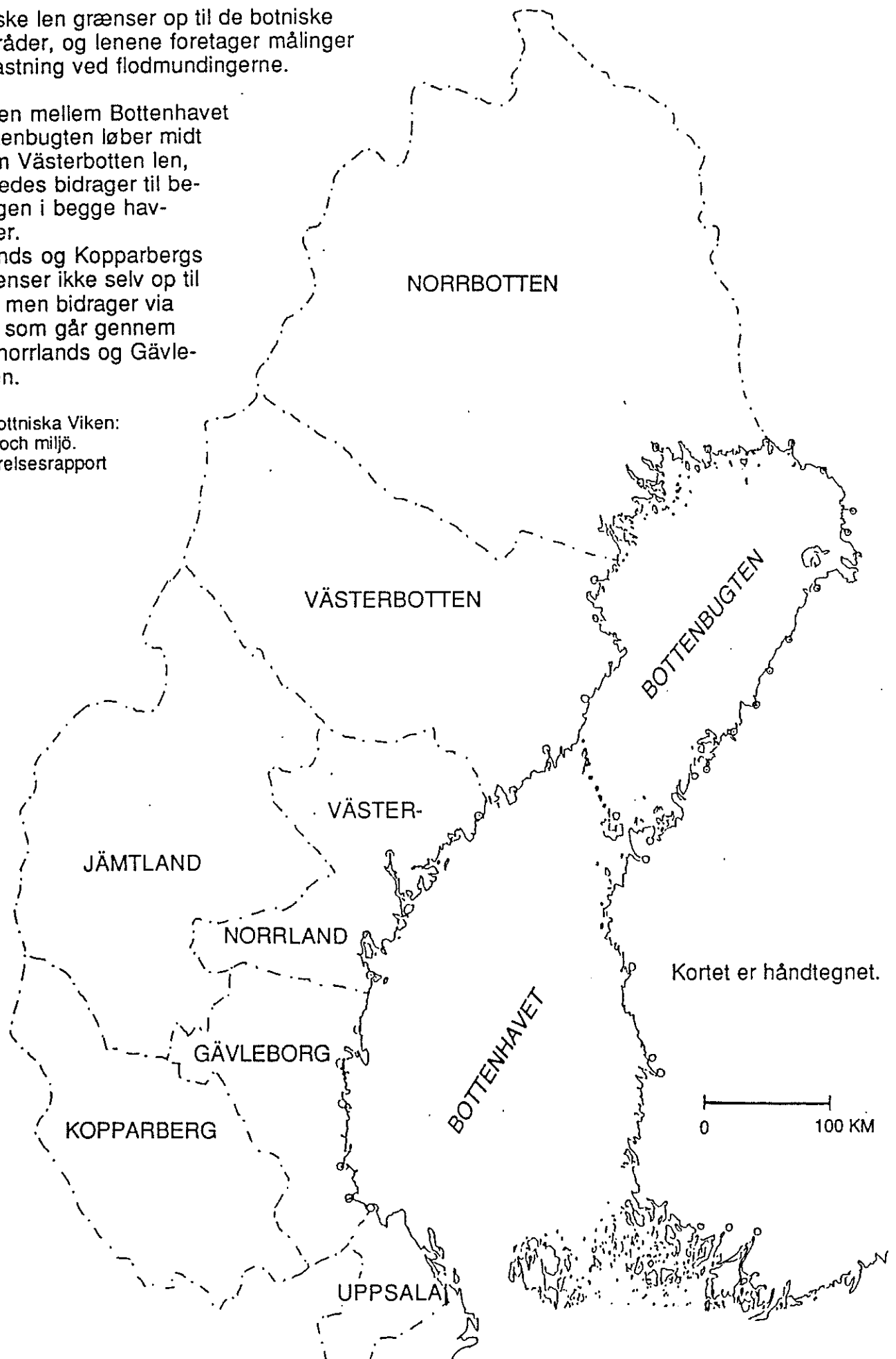
LENSGRÆNSER.

5 svenske len grænser op til de botniske havområder, og lenene foretager målinger af belastning ved flodmundingerne.

Grænsen mellem Bottenhavet og Bottenbugten løber midt gennem Västerbotten len, der således bidrager til belastningen i begge havområder.

Jämtlands og Kopparbergs len grænser ikke selv op til havet, men bidrager via elvene som går gennem Västernorrlands og Gävleborg len.

Kilde: Bottniska Viken:
Utsläpp och miljö.
Länsstyrelsesrapport
(1987).



Figur 24.

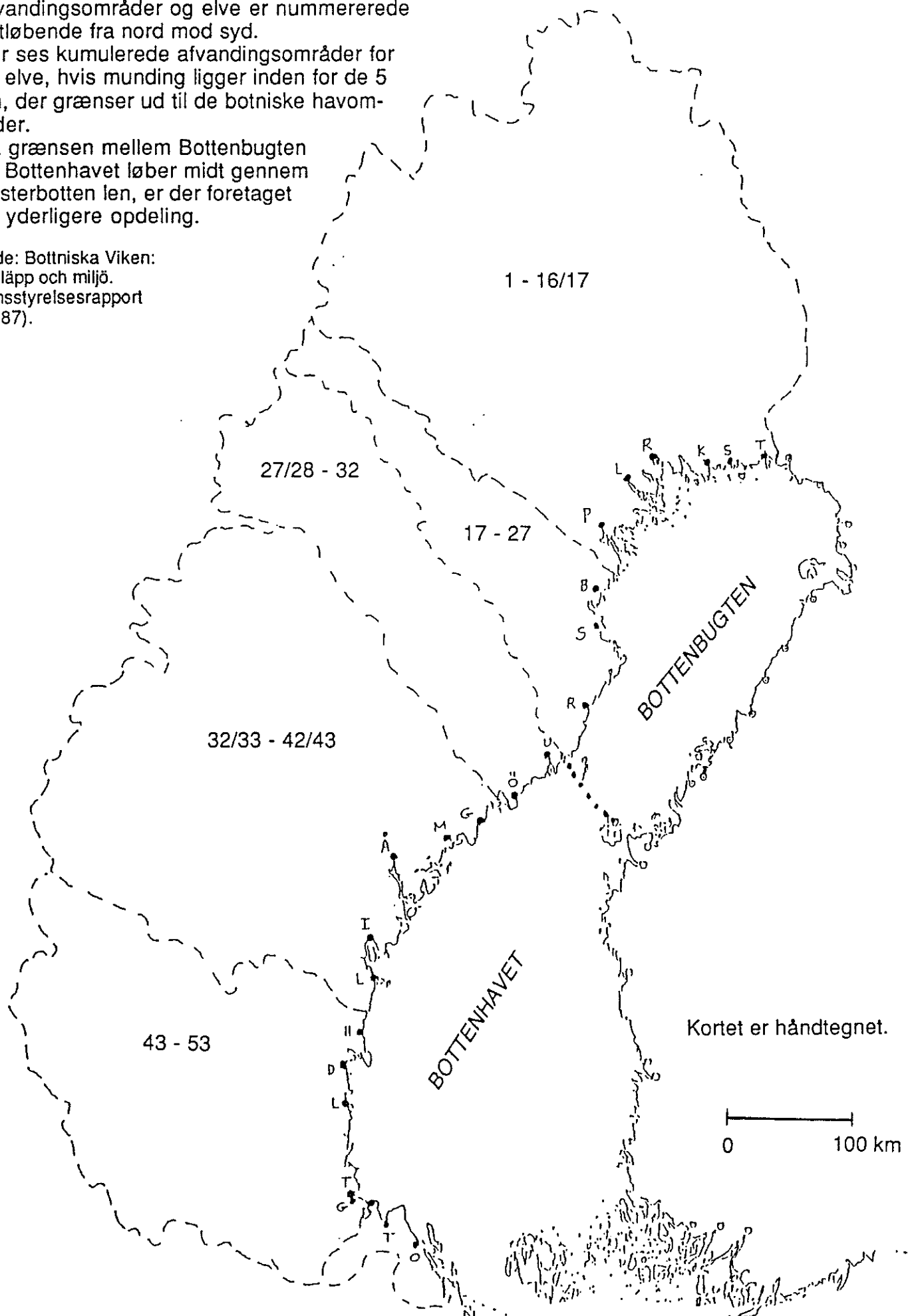
KUMULEREDE AFVANDINGSOMRÅDER.

Afvandingsområder og elve er nummererede fortløbende fra nord mod syd.

Her ses kumulerede afvandingsområder for de elve, hvis munding ligger inden for de 5 len, der grænser ud til de botniske havområder.

Da grænsen mellem Bottenbugten og Bottenhavet løber midt gennem Västerbotten len, er der foretaget en yderligere opdeling.

Kilde: Bottniska Viken:
Utsläpp och miljö.
Länsstyrelsesrapport
(1987).



Figur 25.

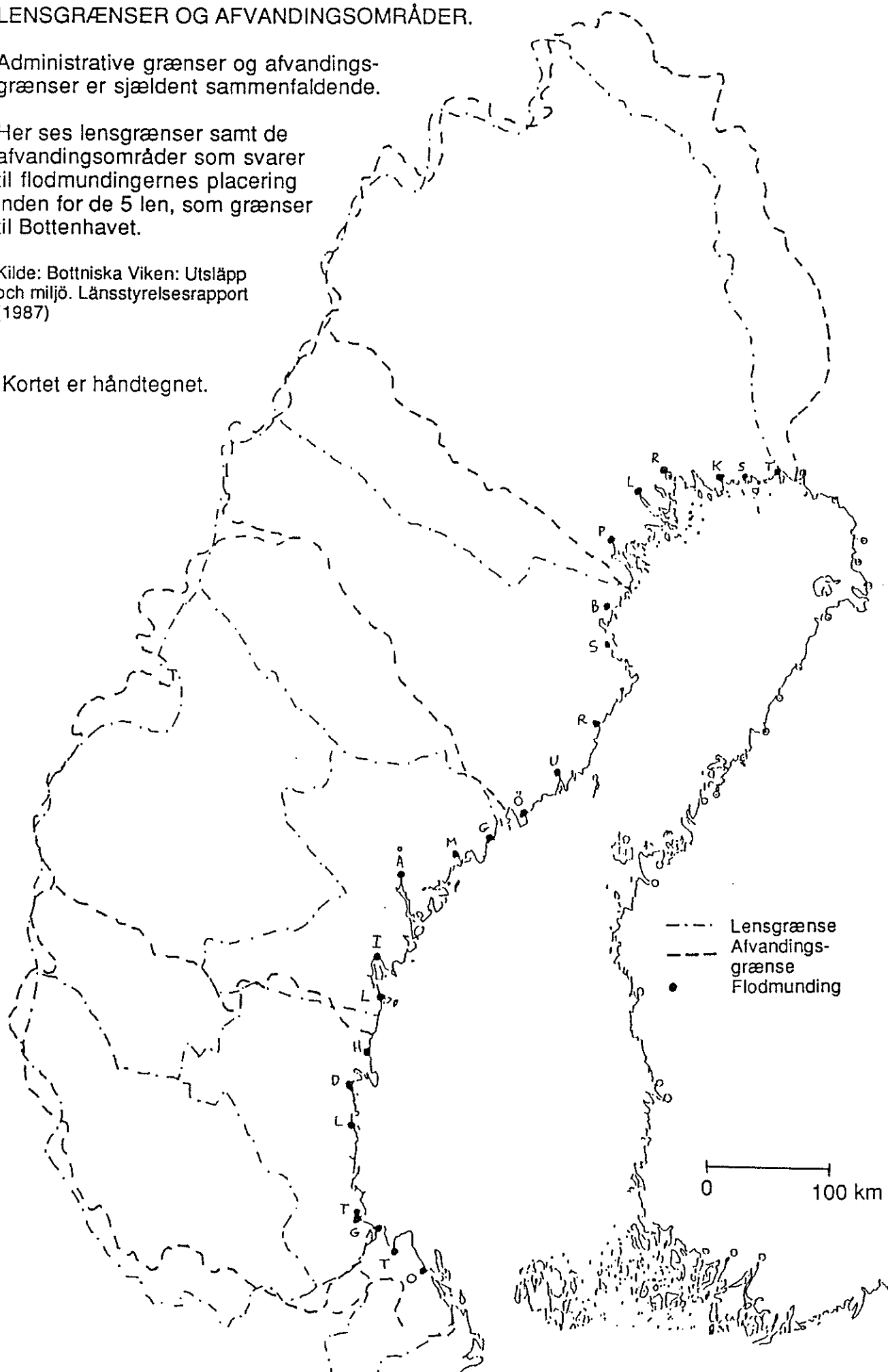
LENSGRÆNSER OG AFVANDINGSOMRÅDER.

Administrative grænser og afvandingsgrænser er sjældent sammenfaldende.

Her ses lensgrænser samt de afvandingsområder som svarer til flodmundingernes placering inden for de 5 len, som grænser til Bottenhavet.

Kilde: Bottniska Viken: Utsläpp och miljö. Länsstyrelsesrapport (1987)

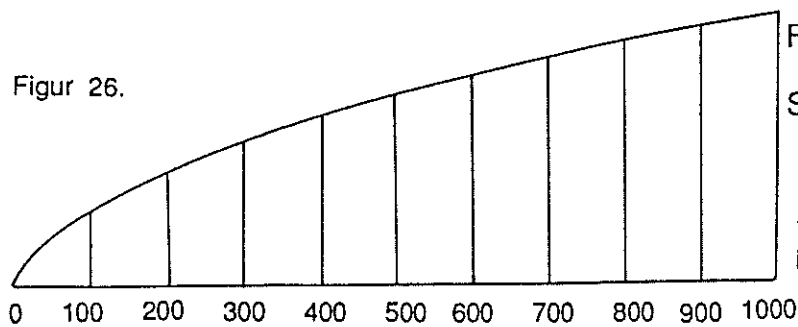
Kortet er håndtegnet.



Figur 26.

FOSFATUDSLIP I BOTTENHAVET 1985.

Samlet flodtransport, samt fordelt på målte kilder.



Kommunale rensningsanlæg

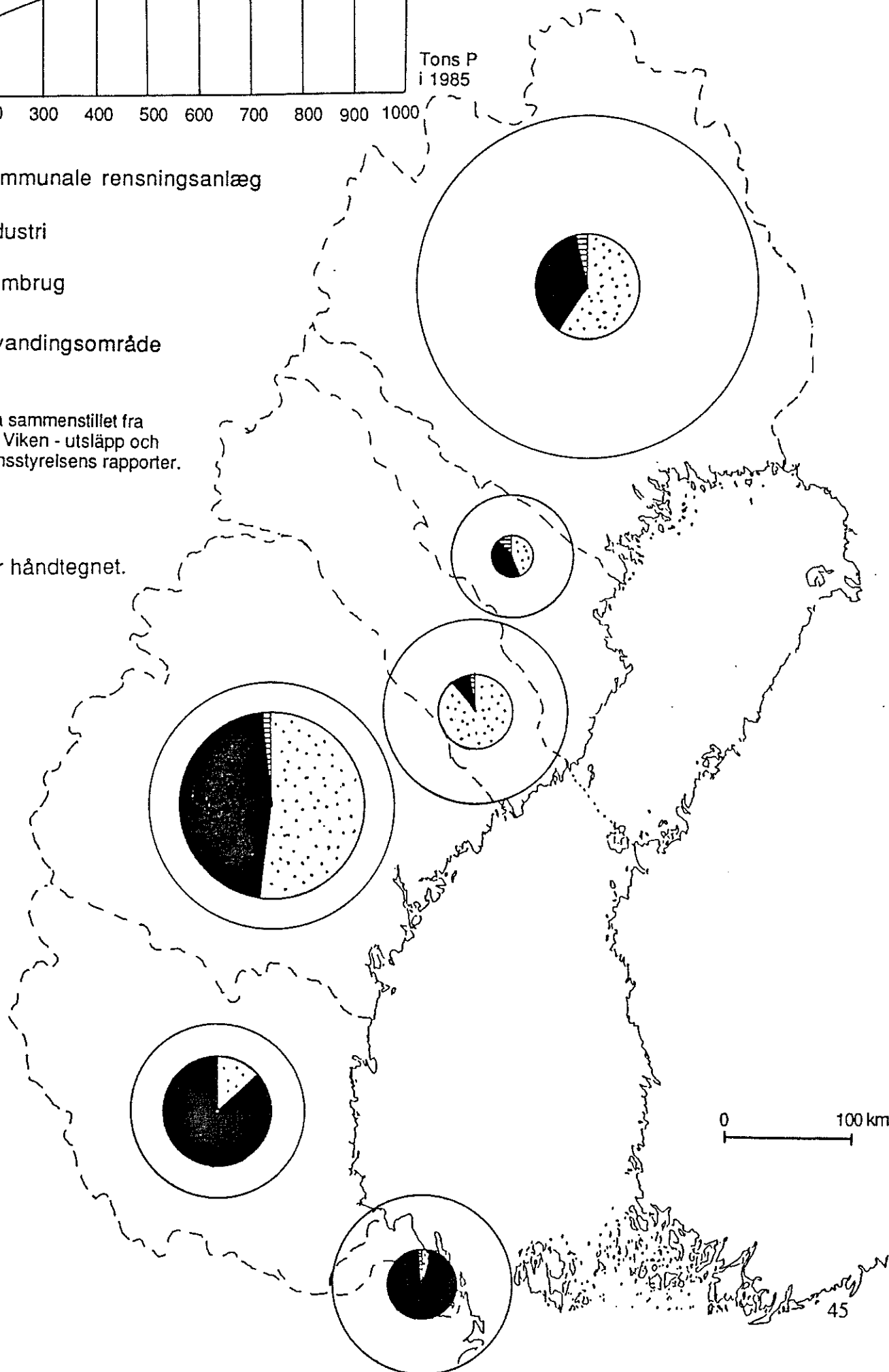
Industri

Dambrug

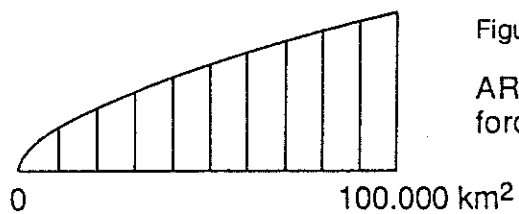
Afvandingsområde

Kilde: Data sammenstillet fra
"Bottniska Viken - utsläpp och
miljö" - Länsstyrelsens rapporter.
(1987)

Kortet er håndtegnet.

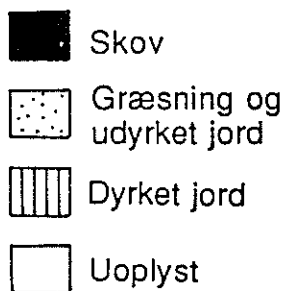


0 100 km

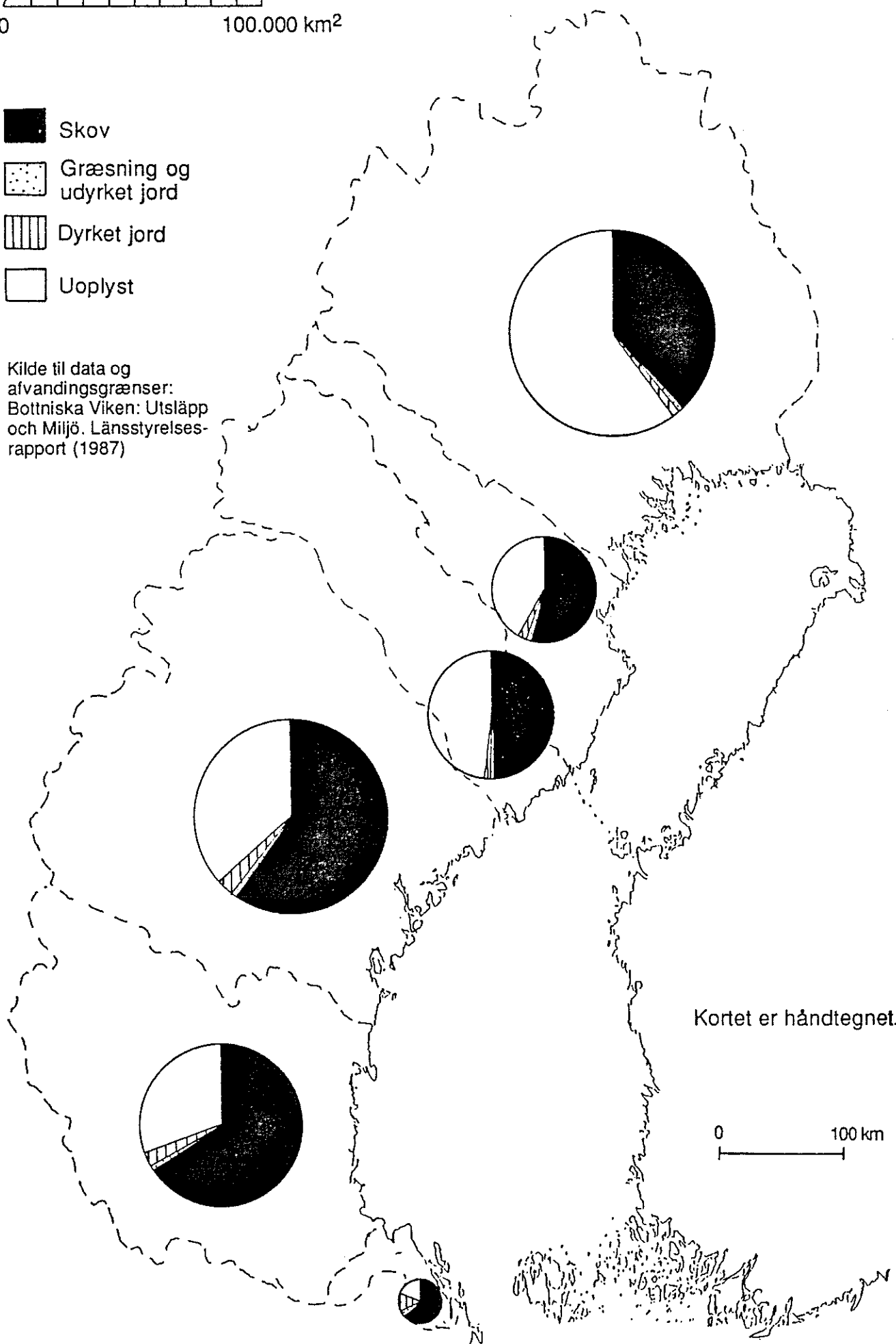


Figur 27.

AREALANVENDELSE 1983 -84
fordelt på afvandingsområder.



Kilde til data og
afvandingsgrænser:
Bottniska Viken: Utsläpp
och Miljö. Länsstyrelses-
rapport (1987)

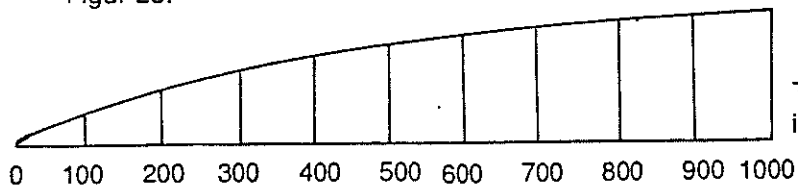


Figur 28.

FOSFATUDSLIP 1985.

Tons P
i 1985

Yderste cirkel: Total flodtransport.
Inderste cirkel: Fordeling på kilder.

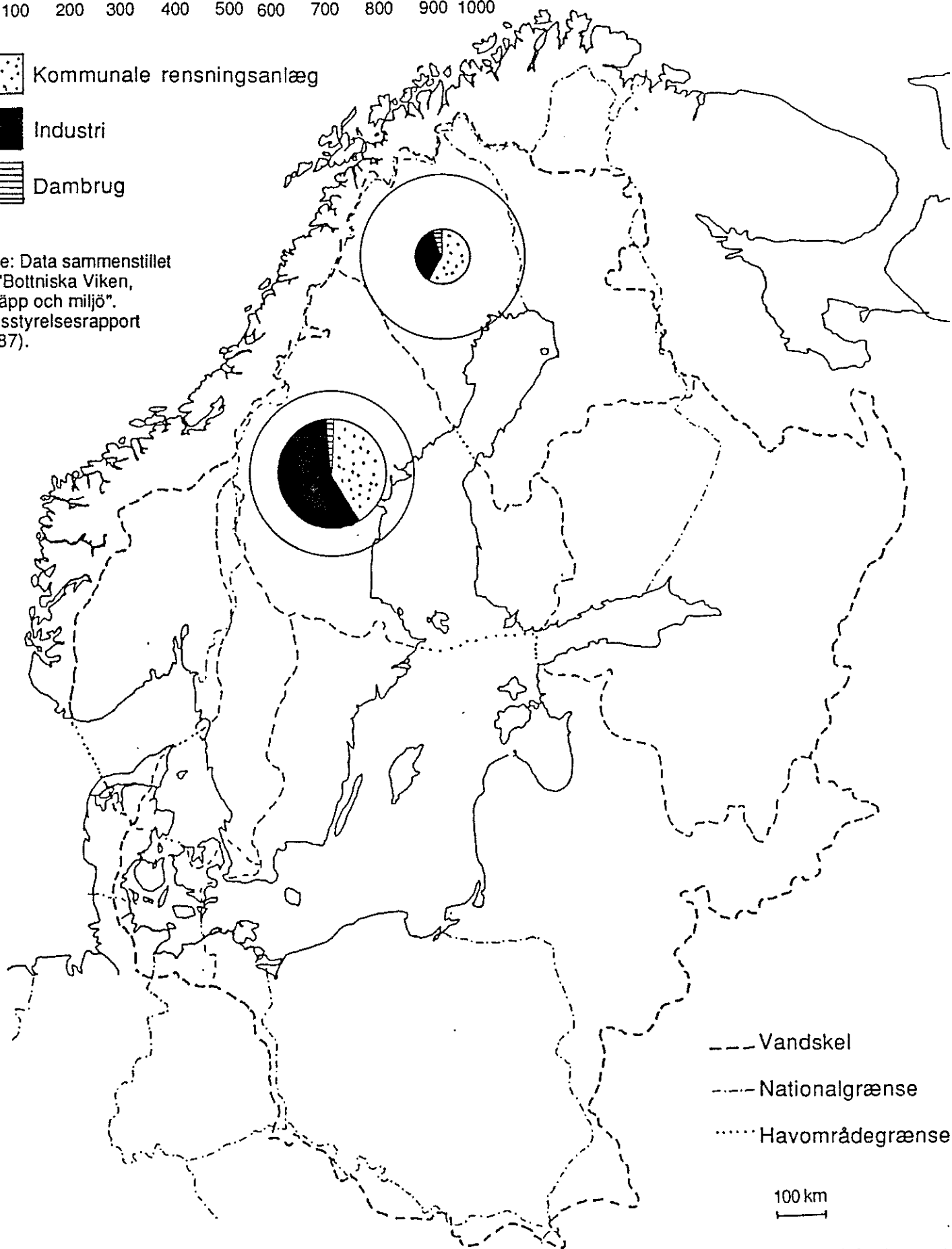


Kommunale rensningsanlæg

Industri

Dambrug

Kilde: Data sammenstillet
fra "Bottniska Viken,
utsläpp och miljö".
Länsstyrelsesrapport
(1987).



--- Vandskel

--- Nationalgrænse

..... Havområdegrænse

100 km

Kortet er håndtegnet

Andre afbildningsformer.

I de hidtidige rapporter om havmiljøet finder man en lang række diagrammer som også vil kunne laves i GIS. Her vil det samtidig være muligt at indplacere forenklede diagrammer på et basiskort efter samme princip som søjle- og cirkelkartogrammerne, hvorved den rumlige dimension drages ind i billedet. Sådanne kartogrammer har imidlertid den ulempe, at de nemt bliver uoverskuelige og dermed forfejler deres mål, så deres kommunikationsværdi skal vurderes i hvert enkelt tilfælde.

Arbejdet med boksmodellerne forventes at give bidrag til at belyse spørgsmål vedrørende stoftransport mellem havområder, men GIS-arbejdsgruppen har på nuværende tidspunkt ingen konkrete forslag til afbildningsformer. Som en mulighed kan nævnes pile mellem havområder hvor længde, bredde eller areal af pilene er proportional med kvantitative størrelser for stoftransport. Basiskort kan være almindelige oversigtskort, men man kan også tænke sig konstruerede kort, hvor hvert havområdes rumfang blev angivet som bokse i varierende størrelse. Der kan således blive tale om en slags 3D-kort, afhængig af hvad afbildningen skal vise.

Konklusion.

Det vil være både ønskeligt og muligt at lave en række gode afbildninger til brug for afrapporteringen i det fællesnordiske monitoringsprogram, men der er en række spørgsmål, som skal afklares, for at arbejdet kan gå videre. Det drejer sig om kortgrundlag, maksimalt målforhold, og det drejer sig om datagrundlag, tæthed, fællesgrænser og sammenlignelighed. Der skal laves rutiner til kumulering af data, men når dette er løst, er søjle- og cirkelkartogrammer oplagte afbildningsformer.

Interpolationsproblematikken skal afklares af fagfolk inden for havmonitering, og det samme gælder de problemer som er nævnt under afsnittet om profiltegning, hvorfor en vis manuel skærmeditering i tilknytning til kortproduktionen må forudses.

Derudover skal de involverede styrelser i høj grad til at tænke i kartografiske baner på overordnet niveau, og her vil projektet om opbygning af et fælles GIS kunne være en god katalysator.

5. Forslag til GIS

Det er i de foregående afsnit påpeget, hvorledes et geografisk informations-system kan være en hensigtsmæssig måde at løse afrapporteringsbehovene på. Valget af GIS må imidlertid baseres på mange typer af overvejelser. Antallet af installationer og brugere af forskellige systemer giver et fingerpeg om, hvor generelt anvendeligt systemerne er, men er ikke en entydig parameter, idet afrapporteringsbehov varierer fra opgave til opgave, og fordi det at mange anvender et system ikke nødvendigvis betyder at det er det bedste til et specifikt formål som f.eks. havmonitoring. Nærværende afsnit formulerer en række krav til et GIS, som eksisterende GIS'er kan evalueres efter. Der udpeges nogle kommercielle GIS'er, og på dette grundlag skitseres, hvorledes den næste projekt fase kan forløbe.

5.1 Udviklingen indenfor GIS-teknologien

Der findes i dag et stort antal såkaldte geo-informationssystemer, som på en eller anden led kan håndtere kort eller oplysninger om jordens overflade. Hertil kommer den gruppe af digitale billedbehandlingssystemer, som har en tilknyttet georelateret database. Grænsen til hvad der ikke mere kan kaldes for GIS må siges at gå ved kortlægnings- / kortudtegningssystemer (Automated Mapping Systems) uden tilknyttet database, herunder også mange CAD-systemer (tegne/design-programmer). Modsat findes der georelaterede databaser der kun kan udskrive tabeller og kurver, men er uden faciliteter til fremstilling af kortprodukter. Desuden håndterer mange billedbehandlingssystemer ikke nogen geo-referencer til det enkelte billede, hvilket bl.a. umuliggør tilkoblingen af en geo-database og derfor gør dem uegnet til at indgå i et GIS.

I løbet af det sidste årti har udviklingen af computer hardware og software gennemgået en voldsom udvikling, hvilket har resulteret i helt nye redskaber for GIS-udviklingen. Første skridt var i midten af 1980'erne udviklingen af såkaldte billedbehandlingsskorte samt en ny generation PC'ere. Dette dannede basis for at selve den digitale billedbehandling begyndte at blive flyttet fra de store 'mainframes' til små, billige og nogenlunde regnekraftige PC'er med specialkort til billedbehandling i.

Det nyeste er så fremkomsten af arbejdsstationer til en overkommelig pris. Det særlige ved disse arbejdsstationer er - ud over en forholdsvis stor regnekraft til en rimelig pris - deres evne til at håndtere både linietegninger i vektorformat og rasterbilleder med op mod 17 millioner samtidige farver, og begge dele med en høj rumlig opløsning på op imod 1280 x 1024 punkter. Hermed kan også håndteringen af vektorkort og det som må opfattes som 'kernen' i et GIS - databasen og analyseprogrammet - flyttes fra de store maskiner til arbejdsstationerne, hvilket p.t. er sket for de fleste af de store GIS'er på markedet. To andre ting bidrog yderligere til integrationen af computersystemerne, overgangen til UNIX som fælles operativsystem for de fleste af de nye arbejdsstationer, samt opbygningen af lokale og overregionale edb-netværk. Flere maskiner kan dermed, såfremt brugerne ønsker det, have fælles data- og softwarelager gennem én logisk harddiskstruktur hvori indgår enten hele systemet eller dele af dette. Hvad angår lagring af data gælder dette som regel også for arbejdsstationer fra forskellige leverandører, der benytter en fælles standard for den binære repræsentation af tal i edb-maskinen.

5.2 Kriterier for valg af GIS

Softwarestruktur

Systemet bør være modulært opbygget. Et kommercielt eller andet GIS kan sjældent klare alle de opgaver en bruger stiller. Derfor er det ofte nødvendigt at kombinere GIS'et med andre typer software som f.eks. billedbehandlingsprogrammer, regneark, statistikprogrammer, etc.

Topologi og database

Det er grundlæggende, at GIS'et skal kunne arbejde med geografiske referencer. Alle datatyper fra belastningsdata over automatbøjer, skibsmålinger, satellitdata, etc. bør altid have en geografisk reference, og derfor er det helt essentielt, at GIS'et kan arbejde med geografiske koordinater. Systemets måde at behandle de geografiske koordinaters indbyrdes relationer kaldes systemets topologi.

Topologisk set skal systemet kunne

- 1) måle afstande og arealer,
- 2) generere bufferzoner rundt omkring punkter, linier og polygoner,
- 3) udføre algebraiske funktioner som de fire regnearter samt eksponentielle og trigonometriske funktioner,
- 4) foretage operationer med polygoner f.eks. med henblik på at overlægge topografiske oplande og administrative grænser og danne nye polygoner, herunder Thiessen polygoner ud fra f.eks. stationsnet over nedbørsmålinger i oplandet,
- 5) arbejde med 3D modeller,
- 6) foretage raster til vektor og vektor til raster konverteringer, samt
- 7) interpolere, ekstrapolere og editere interaktivt.

Der er behov for at kunne repræsentere samme datasæt i forskellige kortprojektioner af flere årsager. For det første er det sandsynligt, at de kort, der skal digitaliseres, foreligger i forskellige projektioner. Dernæst er det sandsynligt, at der i forbindelse med de forskellige afrapporteringsbehov vil være behov for at producere kort i forskellige projektioner, især såfremt man foretrækker den decentrale løsning, hvor de enkelte landes kortprojektioner eller præferencer kan variere.

Databasen bør være en relationel database af hensyn til at sikre muligheden for at kunne kombinere datasæt på tværs af hele databasen uden problemer. Af hensyn til systemets udvikling bør den topologiske del og databasedelen af GIS'et være så adskilt som muligt. Det har nemlig vist sig, at udviklingen på de to områder udvikler sig meget hurtigt, og samme firma har svært ved at følge med på begge fronter. Det foreslås at GIS'et bør benytte sig af relationsdatabaser med SQL-interface som Oracle og andre.

Derudover vil det være en fordel såfremt GIS'et, der består af både en topologisk og en databasedel, er i stand til at overføre data til andre database-systemer for at være så fleksibelt som muligt i forhold til øvrige database-systemer.

Input, lagring og output

Når GIS'et og den grundlæggende del af outputprogrammet er udviklet, er indlæsning af data den største arbejdsbyrde i forbindelse med drift af et GIS. Det er derfor væsentligt, at systemet er designet til at kunne anvende digitaliseringsborde og evt. scannere. Derudover bør GIS'et have sit eget digitaliseringsprogram, fordi det kan give en hel del konverteringsproblemer at arbejde med et digitaliseringsprogram, der ikke kan udveksle data direkte med GIS'et i begge retninger.

Systemet må kunne arbejde i en hardwarekonfiguration, der muliggør opbevaring og arkivering på flere medier. Derudover skal systemet kunne lagre data i både raster og vektor format.

Det er væsentligt at kunne producere et varieret produkt, og derfor bør systemet kunne sende output til forskellige plottere og printere. Der kan f.eks. være tale om pen plottere, ink jet plotter, laser printere og matrix printere afhængig af den kvalitet, der er brug for.

Systemet skal kunne producere de produkter, der er specificeret i afsnittet om en principløsning til et GIS, samt de figurtyper, der er nævnt i senere afsnit om grafiske outputs, herunder kunne foretage en vis interaktiv editering af GIS-producerede kort. Derudover bør systemet kunne videreudvikles efterhånden som konkrete behov opstår i de forskellige organisationer ansvarlige for afrapporteringen.

Formater, standarder og datatransmission

GIS'et må være i stand til at importere og eksportere et bredt udvalg af de almindeligste data formater på markedet som f.eks. DXF, idet der vil være behov for at udveksle data med andre softwarepakker. Desuden skal der kunne indlæses NOAA-AVHRR satellitbilleder direkte eller via et tilsluttet billedbehandlingssystem.

Ligesom dataformaterne bør systemet kunne arbejde med generelt udbredte standarder som f.eks. X-Windows, SQL og TCP/IP (netværk) for at være anvendeligt i så mange sammenhænge som muligt, og for at sikre mulighederne for videreudvikling af systemet.

Data skal kunne overføres via eksisterende datatransmissionsnetværk, hvis Nansen Remote Sensing Centre i Bergen f.eks. skal levere satellitbilleder til GIS'et.

Bruger interface

Systemet bør både have menuer og et kommandosprog til henholdsvis nybegyndere og erfarne brugere. Derudover vil det være en fordel at arbejde med ikoner og flere vinduer samtidig, at 3-D kan vises på skærmen, at man kan arbejde på to skærme samtidigt, samt at det er muligt at designe sine egne menuer.

Indkøbskriterier

Et kommercielt GIS har den fordel, at det indeholder en lang række funktioner der kan arbejdes videre på, det opdateres jævnligt, og man kan mod betaling få støtte til installation og løsning af problemer i forbindelse med den daglige drift. Et public domain GIS er billigere, det kan være umoderne, men kan have den fordel, at det kan videreudvikles i tilfælde af firmaets konkurs, idet man ofte kan få kildetekster udleveret. Udvikling af eget GIS kan resultere i en løsning, der bedst tilfredsstiller afrapporteringsbehovene, men kan tage fem til ti år at udvikle, og udviklingsomkostningerne vil som regel være langt større end prisen på et kommercielt GIS.

GIS-arbejdsgruppen anbefaler derfor, at der indkøbes et kommercielt GIS, eller evt. et public domain GIS, såfremt det er orienteret mod havmonitering, fordi det minimerer tiden mellem beslutningen om køb og igangsættelse, samtidig med at det giver større sikkerhed i forbindelse med installation, drift og videreudvikling af systemet.

Efter afgivelse af tilbud bør der ligge en cost/benefit analyse af de enkelte systemer, samt en økonomisk redegørelse for omkostninger i forbindelse med indkøb af software/hardware, kontrakter, licenser, træningsprogrammer og brugerstøtteordninger. Herudover skal der redegøres for økonomiske aspekter af drift og videreudvikling af systemet.

Installationskriterier

Det vil være en fordel at systemet installeres af firmaet for at sikre en korrekt installering og for at spare tid. Det er herunder vigtigt, at der sikres en opkobling til eksisterende installationer og netværk på placeringsstedet.

Driftskriterier

Det er væsentligt at systemet er veldokumenteret, således at man meget hurtigt vil kunne udnytte dets potentiale i relation til de specifikke afrapporteringsbehov.

Et geografisk informationssystem er et stykke højteknologisk og meget kompliceret software, som det kræver længere tids on-line brug og programmering i for at overskue. Derfor er det nødvendigt at firmaet yder brugerstøtte efter at systemet er blevet installeret hos køberen. Det foregår ofte ved at firmaet stiller en kontaktperson til rådighed.

For nye brugere vil det endvidere være en stor fordel at kunne deltage i kurser arrangeret af firmaet. Det vil i mange tilfælde være økonomisk fordelagtigt, fordi det reducerer den tid, der går fra installationen til systemet reelt er operationelt.

Udover den af firmaet tilbudte service vil det være en stor fordel at der eksisterer internationale brugergrupper, der afholder regelmæssige møder. Fordelen er især at man vil kunne sikre den ikke kommercielle indgang til systemudvikling og eventuelt arrangere workshops indenfor softwareudvikling i sammenfaldende interesseområder som f.eks. forvaltning af havområder.

Udviklingskriterier

En vigtig parameter er selskabets alder og omsætning, idet branchen har været udsat for flere konkurser. Derfor er det en fordel at vælge et GIS fra et firma med en vis alder og omsætning. Ellers risikerer man at det system man opbygger ikke bliver videreudviklet på kommerciel basis. Derved risikerer man hurtigt at komme til at arbejde med et umoderne GIS idet branchen er under hastig udvikling. Derudover kan det være vigtigt at vide, hvilke personer, der sidder i firmaet, og hvor de har arbejdet før, for at kunne bedømme firmaets evne til at videreudvikle deres produkter.

Den teknologiske GIS-udvikling går hurtigt, og afrapporteringsbehovene må forventes at stille nye krav efterhånden som monitoringsprogrammet udvikler sig. Derfor er det en fordel at kunne købe kildeteksten og videreudvikle systemet på det grundlag, eller at kunne abonnere på systemopdateringer, idet det øger muligheden for at følge med i den teknologiske udvikling. Derudover er et bredt udvalg af tools væsentligt.

Systemet bør i videst mulig omfang være uafhængigt af hardware fabrikat og type som f.eks. PC'er eller arbejdsstation. Det er ikke essentielt i forbindelse med etablering af et centralt GIS, idet systemet kan producere de nødvendige output uden behov for overførsel af data til andre systemer. Såfremt man ønsker at udbygge systemet ved at lade det indgå i eksisterende hardware-miljøer i de nationale miljøadministrationer vil det imidlertid være en klar afrapporteringsmæssig, økonomisk og teknisk fordel at løsningen kan fungere i flere hardware-miljøer.

En central løsning behøver kun ét operativsystem som f.eks. DOS eller UNIX, men for at fremtidssikre systemet er det en klar fordel at systemet både fås i DOS og UNIX versioner for at kunne arbejde både i PC og adskillige arbejdsstation miljøer.

5.3 Mulige systemer

Det endelige valg af software og hardware kan gøres på grundlag af en benchmark test. Nordisk Ministerråd og GIS-styringsgruppen kan specificere sine behov og potentielle sælgere kan så inviteres til at teste deres systemer. Nordisk Ministerråd udbyder derefter i licitation og på grundlag af benchmark testen og sælgernes øvrige tilbud kan det endelige GIS vælges. En benchmark test kan imidlertid tage lang tid at forberede, være dyr, og den giver ikke altid det ønskede resultat.

En gennemgang af den eksisterende GIS-litteratur og udveksling af ideer med GIS-forskere kan være ligeså effektiv som en benchmark test. Derfor har GIS-arbejdsgruppen forsøgt en anden indgangsvinkel end en benchmark test.

Nordisk Ministerråds behov er blevet identificeret på grundlag af de afrapporteringsbehov, der er formuleret i rapporten om det fællesnordiske monitoringsprogram samt ved møder afholdt i styringsgruppen for havmoniterings-GIS'et. Litteraturstudier af detaljerede, tekniske evalueringer af kommercielle GIS systemer har været anvendt som udgangspunkt.

En GIS-konsulent fra University of Cork i Irland har besøgt Roskilde Universitetscenter (RUC) for at diskutere tekniske løsninger, og via elektronisk post har GIS-arbejdsgruppen diskuteret princip- og konkrete løs-

ninger med GIS-forskere i Europa og USA. Der har været aflagt besøg på Nansen Remote Sensing Center i Bergen med henblik på at evaluere muligheden for at indarbejde remote sensing data i GIS'et. Sluttelig er ideerne blevet testet i RUCs eget geografiske informationssystem (se bilag), herunder overførsel af satellitbilleder fra Nansen Remote Sensing Center i Bergen via datanetværk til RUC.

89 forskellige geografiske informations systemer er blevet evalueret med henblik på ovennævnte krav. Der findes adskillige andre systemer, herunder givet også systemer, der benyttes af involverede nationale miljøadministrationer i Norden. Det har imidlertid i dette pilotprojekt ikke været muligt at nå en kortlægning af sådanne systemer. Det bør derfor indgå som en del af næste fase, at der foretages en sådan kortlægning og evaluering af disse i forhold til de kriterier, der er opstillet i forbindelse med principløsningen. Denne må i forlængelse heraf evt. korrigeres.

16 systemer opfyldte kravet om både at kunne arbejde med UNIX og DOS (ARC/INFO, CABLECAD, CDM, CPS-3, EASI/PACE, ERDAS, FMS/AC, GENAMAP, GEO/SQL, GIS CAD, GRASS, PAMAPGIS, SPANS, SYNERGIS, TERRA-MAR og XMAP).

Af disse kunne 13 ikke

- 1) arbejde både med raster og vektor formater,
- 2) inkludere geografiske koordinater,
- 3) transformere mellem kortprojektioner,
- 4) arbejde med digitaliseringsprogrammer,
- 5) interface til relationsdatabaser,
- 6) arbejde med standarder som SQL og TCP/IP ,
- 7) arbejde med makroer,
- 8) have nok installationer,
- 9) modellere i 3-D,
- 10) importere AVHRR satellitbilleder og/eller
- 11) arbejde med input/output formatet DXF

(Det drejer sig om CABLECAD, CDM, CPS-3, EASI/PACE, ERDAS, FMS/AC, GDS, GEO/SQL, GIS CAD, GRASS, PAMAPGIS, SYNERGIS, TERRA-MAR og XMAP).

De resterende tre, ARC/INFO, GENAMAP/GENACELL og SPANS opfylder stort set alle krav, og udgør derfor relevante platforme for udvikling af et havmoniterings-GIS. Alle tre systemer er turnkey systemer, og findes både i PC og arbejdsstationsudgaver.

ARC/INFO's fordele i forhold til de to andre systemer er, at det er det mest udbredte GIS med over 4000 installationer og 10000 brugere, de afholder regelmæssige, europæiske brugermøder, og har en Live Link til billedbehandlingssystemet ERDAS, hvilket sikrer en høj grad af interaktivitet mellem et i hovedsagen vektorbaseret og rasterbaseret system . Ulempen ved systemet er, at ARC og INFO er så tæt knyttet sammen, at det hæmmer ARC's videreudvikling og opkobling til andre relationelle databaser. INFO's brugerinterface er meget gammeldags, ikke velegnet til at behandle store datamængder, og ikke en 100 % relationel database.

GENAMAP og GENACELL muliggør også en direkte overførsel mellem raster og vektor formater, de har den længste GIS/UNIX erfaring, de arbejder mere direkte med relationsdatabasen ORACLE end ARC/INFO.

SPANS fungerer kun på IBM Risc/6000 arbejdsstationer (og alle typer PC-ere), mens ARC/INFO og GENAMAP / GENACELL kan fungere på flere typer. SPANS er velegnet til havmoniterings-GIS, og er bedre end ARC/INFO til analyse og modellering af data.

For at sikre muligheden for behandling af store datasæt vil det være en fordel, at den centrale løsning er baseret på en arbejdsstation. Det er endvidere den bedste platform for udbygning af systemet i retning af en mere decentral løsning.

Arbejdsstationens operativsystem bør være en udgave af UNIX, idet det er det mest anvendte i arbejdsstations-miljøer. Arbejdsstationen foreslås enten at være en SUNsparc (SUN har mest erfaring med UNIX) eller IBM Risc/6000.

Et centralt GIS kan derfor muligvis opbygges på grundlag af ARC/INFO, GENAMAP eller SPANS, men det foreslås, at man i forbindelse med næste fase også evaluerer de systemer, der er udviklet i de nationale miljøadministrationer.

Som relationsdatabase foreslås ORACLE, som statistikprogrammel SAS og som grafisk programmel SURFER/UNIRAS. Derudover kan der udvides med f.eks. billedbehandlingsprogrammel, regneark, tekstbehandlingsprogrammer, etc.

Som arbejdsstation foreslås SUNsparc eller IBM Risc/6000 med UNIX.

Derudover er der behov for en stor harddisk, grafisk skærm, billedkort, netværksinstallation, digitaliseringsbord samt en plotter og printer.

5.4 Prisoverslag

I det følgende gives prisoverslag på nogle eksemplariske systemkonfigurationer for et GIS der etableres i forbindelse med det fællesnordiske havmoniteringsprogram. Alle priser er incl. eventuelle rabatordninger/statsaftaler, men uden MOMS. Det er imidlertid usikkert, hvor vidt disse rabatter vil komme til at gælde i forbindelse med det aktuelt projekt. Dette skyldes blandt andet, at der findes nationale forskelle i rabatter for statsinstitutioner, etc. På den anden side er det muligt, at der kan forhandles særrabatter med enkelte leverandører, hvis projektet er 'interessant' for denne, eller hvis der kan etableres aftaler om, at der under havmoniteringsprogrammet udvikles specifikke faciliteter, som også har leverandørens interesse. Priserne er derfor meget til forhandling, når man først står med et projekt og pengene i hånden.

Konfiguration C1: Centralt system, kun enkeltbruger og central kørsel:

Hardware:	
SUN SPARC-STATION 1 (UNIX-baseret)	205,000
- 8MB RAM	
- 1 GB harddisk	
- tapestreamer til 1/4"	
- netværkstilslutning	
digitaliseringsbord (A0 størrelse)	60,000
printere (laser-b/w og jet-ink eller color laser)	60,000
Software:	
GIS-pakke (ARC/INFO eller GENASYS)	300,000
ORACLE-database enkeltbruger	20,000
SAS statistik (BASIC,STATS,GRAPH)	25,000
UNIRAS (alle moduler, pris ifølge statsaftale for DK)	120,000

	790,000
	=====
Options:	
hardware grafik-accelerator til SUN	ca. 100,000
supplerende software (fx. 3D-interpolationer)	?

Konfiguration C2: Centralt system, flerbruger, også decentral kørsel:

Hardware:	
SUN SPARC-STATION 300 (UNIX-baseret)	320,000
- 8MB RAM	
- 1 GB harddisk	
- tapestreamer til 1/4"	
- netværkstilslutning	
- grafikaccelerator 8 bit	
digitaliseringbord (A0 størrelse)	60,000
printere (laser-b/w og jet-ink eller color laser)	60,000
Software:	
GIS-pakke (ARC/INFO eller GENASYS)	300,000
ORACLE-database flerbruger	100,000
SAS statistik (BASIC,STATS,GRAPH)	25,000
UNIRAS (alle moduler, pris ifølge statsaftale for DK)	120,000

	985,000
	=====
Options:	
supplerende software (fx. 3D-interpolationer)	?

Konfiguration D1: Decentral arbejdsstation, til bearbejdning af data hentet fra den centrale arbejdsstation. I forbindelse med evt. senere udvidelse af konfiguration C2. Afhængig af de valgte GIS-pakke kan der også bruges eksisterende udstyr.

Hardware:	
SUN SPARC-STATION 1 (UNIX-baseret)	150,000
- 8MB RAM	
- 300 MB harddisk (SCSI)	
- tapestreamer til 1/4"	
- netværkstilslutning	
printere (matrix- og jet-ink)	20,000
Software:	
GIS-pakke (ARC/INFO eller GENASYS)	200,000
ORACLE-database enkeltbruger	20,000
SAS statistik (BASIC,STATS,GRAPH)	25,000

	415,000
	=====
Options:	
hardware grafik-accelerator til SUN	ca. 100,000
supplerende software (fx. 3D-interpolationer)	?

Options til alle konfigurationer - afhænger af de lokale forhold:

etablering af et lokalt data-netværk (LAN)	200,000
--	---------

5.5 Det endelige valg

En række spørgsmål har meldt sig under arbejdet med opstilling af nærværende principskitse, og disse må afklares før de endelige tilbudsforudsætninger kan rundsendes til forhandlere. Det drejer sig især om det endelige koncept for havmoniteringsprogrammet, herunder endelig fastlæggelse af målforhold, tidlig/rumlige dataopløsning, stationsnet, samt de involverede fagfolks stillingtagen til fremstillingsformerne, herunder interpolationsmulighederne på baggrund af det valgte net.

Også valget af endeligt dataflow må foretages, herunder central/decentral GIS-løsning. Enhver grad af decentral løsning, f.eks. de nationale administrations adgang til at trække data ud af systemet til eget brug, må give anledning til en kortlægning af disse enheders EDB-miljø. Dette vil under alle omstændigheder være nogle relevante oplysninger at have til rådighed. Endelig må det afgøres, om alle data skal igennem ICES eller tilsvarende kvalitetskontrol.

For at få rede på disse spørgsmål, kan man forestille sig, at den nuværende arbejdsgruppe under Nordisk Råd afklarer disse spørgsmål før det videre GIS-arbejde. En anden løsning kan være, at GIS-arbejdsgruppen påtager sig den fortsatte rolle som "sparringspartner", og står for dialogen med nationale miljøadministration/fagfolk. Dette vil muligvis kunne øge hastigheden af processen, idet flere opgaver da formentlig kan sættes igang samtidigt.

6. Installation, drift og udvikling

Såfremt der tages principbeslutning om indkøb af et GIS, foreslås det, at man detaljeret evaluerer de tekniske og økonomiske aspekter af de potentielle systemer. Det vil være en tidsmæssig fordel at undgå benchmark tests af de udvalgte systemer.

Den tekniske evaluering foreslås dels foretaget ved udbygning af kontaktnettet til GIS-forskere via elektronisk post og andre medier, idet man på den måde sandsynligvis kan få et mere objektivi skøn over systemernes egnethed i forhold til af rapporteringsbehovene, dels ved at sikre, at systemerne afprøves på et testdatasæt.

Den økonomiske evaluering kan enten foretages ved at udbyde de tre systemer i licitation, eller ved at tage direkte kontakt til firmaerne. Licitations har den fordel, at den tillader en direkte sammenligning mellem de tre systemer, og er et udmærket forhandlingsgrundlag. En løsning uden licitation bør dog ikke udelukkes såfremt den er baseret på en meget klart formuleret kontrakt, idet det kan spare en hel del tid. Begge løsninger har både fordele og ulemper, og ingen foreslås frem for den anden. Derudover skal priser på øvrigt software og hardware forhandles igennem.

Når systemet er valgt og kontrakten underskrevet følger indkøb, levering og installation samt udarbejdelse af programmer til at få de enkelte softwarepakker til at kommunikere.

Det foreslås i den forbindelse, at Nordisk Ministerråds GIS-styrsgruppe bliver ansvarlig for den tekniske og økonomiske evaluering, samt for gennemførelse af indkøb, levering og installation af GIS-systemet. Det foreslås endvidere, at systemudviklingen placeres på Institut for Geografi og Datalogi, RUC, idet der her eksisterer et fagligt miljø, der kombinerer miljøgeografisk/kartografisk forskning under inddragelse af billedbehandling og GIS'er, med datalogisk forskning indenfor systemudvikling, generel billedbehandling, expertsystemer, distribuerede systemer og objektorienteret dataprocessering. Det må endvidere anbefales, at driften af praktiske grunde i starten lægges samme sted, og først efter en indkørselsfase evt. overføres til en anden institution.

Den tekniske og økonomiske evaluering forventes at tage 2-3 måneder, indkøb, levering og installation ca. 3 måneder, og dets indretning til et driftsklart system ca. 9 måneder, ialt 15 måneder. Dertil kommer driften og det løbende udviklingsarbejde, der vil knytte sig til systemet.

Følgende budget er baseret på en række forudsætninger omkring driften og udviklingen af systemet:

Budget:	Engangs- udgifter	Løbende udgifter
Indkøb og drift af systemet:		
GIS. system ,	1 000.000	
Vedligeholdelseskontrakt+ opdateringer, 12%		120.000
1/2 Akademisk medarbejder		116.000
1/2 driftsassistent		102.000
Rejseudgifter		100.000
Materialer		50.000
Systemudvikling:		
1/2 akademisk medarbejder		116.000
1/2 programmør		102.000
Overhead, 115 % af lønudgiften ¹		501.000
Statsafgift, 10% af omsætning		121.000
Ialt, excl. Moms		1.327.000
Moms, 22%	220.000	292 000
Ialt	1 220.000	1 620.000

Selve GIS-udstyret er budgetteret til 1 million kr. i anskaffelse, excl. netværkstilslutning, idet dette findes på RUC. Andre beløb er mulige, som det fremgår af det forrige afsnit, ligesom meget vil stå til forhandling med de involverede firmaer. Anskaffelsen tænkes foretaget af Nordisk Ministerråd, og holdes derfor udenfor det budget, der er opstillet for RUCs bidrag til drift og udvikling af projektet. De nødvendige vedligeholdelseskontrakter beløber sig som regel til 12 % af anskaffelssummen årligt - men dette varierer også fra produkt til produkt.

Til drift af anlægget er budgetteret med 1/2-tids akademisk medarbejder, hvis arbejdsområde er implementering af systemet i forhold til afrapporteringskravene, løbende kontakt til samarbejdspartnerne blandt de nordiske miljømyndigheder og tilknyttede institutioner, samt tilrettelæggelse og gennemførelse af rapportgenereringer.

Der forudsættes endvidere ansat 1/2-tids driftsassistent, der fungerer som operatør af anlægget, forestår kontakt til forhandlere, datainput til systemet, distribution af output samt samt bistår brugere med teknisk information omkring anlæggets benyttelse.

Der er forbundet visse usikkerheder med denne bemanning, som bl.a. afhænger af, hvilke krav der i sidste ende stilles til GIS'et af Nordisk

¹Baseret på, at instituttet skal sikres et min. 100% overhead, hvortil kommer 4.5% afgift af lønudgiften til RUCs konsistorium + 3.1% af den samlede omsætning til RUCs administrationskontor.

Ministerråd, samt omfanget af den nødvendige kommunikation med de mange involverede parter.

Til systemsudvikling er budgetteret med en 1/2-tids akademisk medarbejder, samt en 1/2 tids programmør. Denne lave bemanning er baseret på de forventede fordele, der vil ligge i at kunne trække på det forskningsmiljø, der ligger i instituttet, især blandt medarbejdere, men også blandt ældre studerende, herunder ph.D.-studerende.

Der er endvidere budgetteret med ganske store rejseudgifter i forbindelse med sikringen af kontakten til de nordiske samarbejdspartnere, hvorimod forventede udgifter til evt. workshops, der kan vise sig praktiske i forbindelse med indkørsel af havmoniteringsprogrammets GIS-side ikke er medtaget.

Endvidere er der medtaget overhead, statsafgift samt moms.

BILAG. Oversigt over faciliteter i laboratorium for eksperimentel kort- og billedanalyse, Institut for Geografi, samfundsanalyse og datalogi, Roskilde Universitetscenter.

Principskitse over udstyr og programmer som indgår i kort- og billedlaboratoriet på Roskilde Universitetscenter.

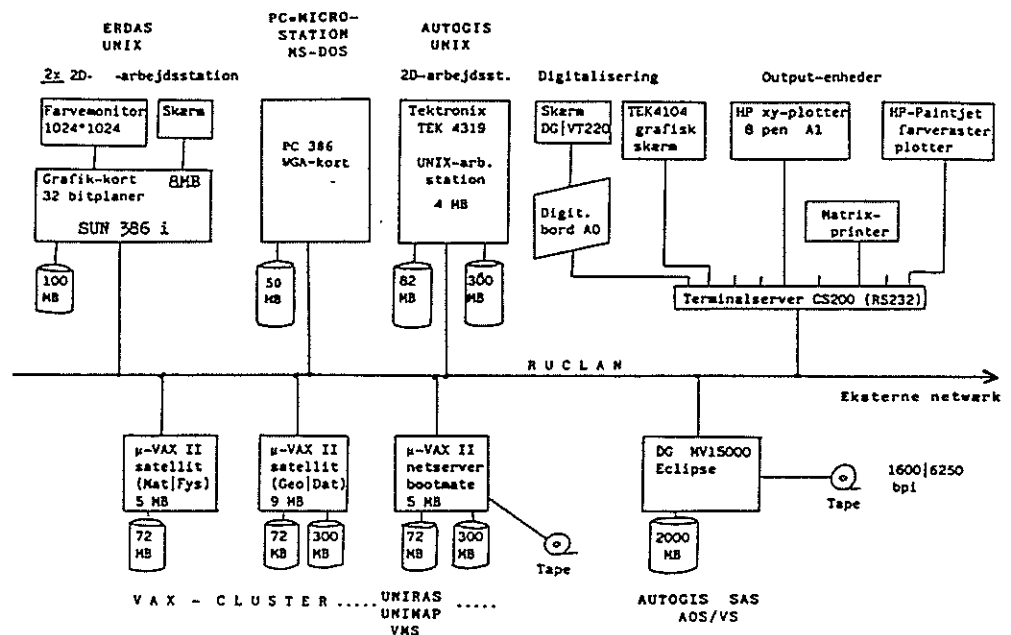


FIG 8: Principskitse over det udstyr og programmer, der indgår i kort- og billedlaboratoriet. Det fremgår, at alle laboratoriets enheder er forbundet med RUC's nye datanetværk (RUC LAN), således at alle enheder kobles sammen via nettet. Dette garanterer for det første en stor fleksibilitet mht. de enkelte edb-maskiners sammenkobling og sikrer at alle maskiner vil kunne komme til at bruge de eksterne input-output enheder som plottere, båndstationer til magnetbånd, digitaliseringsbord mm. For det andet åbner dette muligheden for at brugerne - også udenfor RUC via DENET- kan tilkoble sig laboratoriets edb-maskiner.

Hardware

de enkelte arbejdsstationer

Overordnet kan laboratoriets funktioner og de dertil knyttede arbejdsstationer opstilles således:

- SUN-386i er en 2D-arbejdsstation, der kan udføre såvel UNIX- som DOS-baseret software. Hertil er købt ERDAS-billedbehandlingssystem software til interaktiv digital billedbehandling og højopløsningsgrafik, bl.a. brugt til analyse af satellitbilleder og flyfotos i sammenhæng med

- eksisterende kort og data indsamlet i felten. Den ene arbejdsstation er udstyret med et specielt grafik kort der kan vise billeder med op til 1024 x 1024 punkter i godt 17 millioner samtidige farver, plus samtidig grafik/text med op til 16 farver lagt oven i billedet. Den anden arbejdsstation råder over en stor farveskærm med 256 samtidige farver, hvor billederne kan vises i et særligt oprettet vindue på en del af skærmen.
- Tektronix 4319 2D-arbejdsstation, UNIX-baseret. Til forsknings- og udviklingsopgaver indenfor geografiske informationssystemer og integration af vektor- og rasterdata. Til dette findes AUTOGIS-system software.
 - MicroVAX-cluster under VMS-operativsystemet med UNIRAS-software til interpolationsopgaver og fremstilling af grafiske produkter af højeste kvalitet på næsten alle tænkelige outputenheder. Derudover opgaver som disk-server overfor de andre UNIX-datamater.
 - ECLIPSE MV15000/20. Her findes endnu en version af AUTOGIS softwaren, magen til den på Tektronix 4319 arbejdsstationen, men derudover med muligheden for udførelse af interaktiv digitaliseringsopgaver. Desuden bliver flere af de her eksisterende programmer inddraget i laboratoriets arbejde: SAS (statistik), NAG (matematiske rutiner). ECLIPSE'n bliver formentlig til efteråret erstattet af en ny og meget kraftig SUN-UNIX datamat, hvortil de eksisterende programpakker overføres.
 - RUCLAN - netværk skaber forbindelsen fra laboratoriet til resten af centret og verdenen udenfor. En væsentlig styrke er desuden at næsten alle datamater arbejder under UNIX-operativsystemet. Her kan alle harddiske logisk knyttes til hinanden således at de for brugeren optræder som en stor harddisk. Det betyder at man i de fleste tilfælde kan have alle sine data liggende et sted og så bruge dem fra alle arbejdsstationer/programpakker uden at skulle flytte dem fra en datamat til en anden.

Software

Til foreliggende rapport er sammensat et GIS til havmonitoring, opbygget i moduler. Til disse er anvendt eksisterende programmer ud fra fire programpakker, der findes i kort- og billedlaboratoriet ved RUC. Målet med dette arbejde var at:

- fremsætte forslag til sammensætning af et GIS-system til havmoniteringsprogrammet
- fremstille eksempler på kort/tabeller som skal kunne indgå i afrapporteringen under et fremtidig havmoniteringsprogram.

Udgangspunktet for pilot-GIS'et er AUTOGIS-pakken, et integreret GIS der råder over faciliteter til håndtering af såvel vektor- som rasterkort med tilhørende attributter. AUTOGIS er et system udviklet i USA af AUTOMETRIC Inc. til brug ved bl.a. Bureau of Land Management, US geological survey, US wildlife survey. Systemet er 'public domain' og leveres incl. alt programkildetekst plus programmeringsværktøjer, hvis man ønsker det. Ialt er der tale om en meget stor programpakke, bestående af godt 200.000 linier kildetekst. AUTOGIS består af tre dele:

AMS til interaktiv digitalisering af eksisterende kort. Det er anvendt til digitalisering af kystlinien og dybdekurverne i den botniske havbugt, ud fra et kort i 1:1.700.000 fra det finske Geologiske Institut. Data er herefter overført til MOSS, der fortrinsvis håndterer kort i vektor-format, samt konvertering fra vektor til raster og enkelte operationer på rasterkort. Til kortene kan knyttes en række attributter til hvert enkelt element. Logiske og algebraiske kombinationer kan udføres på såvel attributtabellerne og kortene imellem, og desuden findes der en række interpolationsrutiner.

MAPS indeholder en lang række operationer til kort i rasterformat, incl. algebraiske og logiske kombinationer, klassifikationer, beregninger på terræn/dybdemodeller.

MOSS og MAPS baserer sig på samme kortdatabase og kan derfor direkte anvende hinandens kort. Kortene kan overføres imellem 20 forskellige kortprojektioner og 19 forskellige definitioner af jordens elliptiske form.

Der er mulighed for at udtegne kortene på en stor penplotter, med skraveringer, forskellige linietyper og symboler for enkeltpunkter.

Ud over AUTOGIS er UNIMAP indgået i arbejdet. Det er et interaktivt kortlægningsystem, som især kan løse interpolationsopgaver og præsentere rasterkort i 2, 3 og '4' dimensioner. Her er det anvendt til fremstilling af en digital dybdemodell af den botniske havbugt ud fra digitaliserede dybdekurver og til flere figurer.

I begrænset omfang er ERDAS-systemet til digital billedbehandling indgået i arbejdet, især for at vise rasterkort i høj opløsning og med mange farver på. Det gælder fx. den digitale dybdemodell, som kan vises i en skala af 256 farver, og med de oprindelige digitaliserede dybdekurver tegnet hen over til udførelse af kvalitetskontrol og anskueliggørelse af forholdene.

Til specielle beregninger og statistisk analyse bruges statistikprogrammet SAS, og/eller et regneark som SuperCalc5.

De forskellige programpakker kan som regel endnu ikke læse/skrive hinandens data, hvorfor der findes et antal omformateringsprogrammer.