

Miljøovervågning fra Satellit



Skrevet af: Carina Schmidt og Jesper Overgård Lehmann

Indholdsfortegnelse

Indledning:	2
Jordens miljøtilstand fra satellit:	3
Havmiljøet i farvande omkring Danmark	5
Satellitmålingers virkning på den politiske opinion	8
Opsummering	9
Kildeliste	10

Indledning:

En satellit kan kredse omkring jorden i den samme bane i mange år. Afstanden mellem satellitten og jorden er afhængig af, hvad satellittens formål er. For eksempel ved satellitter til brug af telekommunikation benyttes den geostationære bane, som befinder sig 36000 km fra jorden. I denne bane er omløbstiden 24 timer, altså den samme som jordens rotationstid. Det vil sige satellitten følger jorden, og ser derfor jorden fra samme vinkel hele tiden. Banen bruges også til vejrmedlinger, da man hurtigt kan se ændringer. Satellitovervågning er en måde, hvorpå man kan observere jorden og dens forskellige udformninger. Gennem satellit kan man endvidere regne på jordens tilstande, såsom overfladens temperatur, vegetation og så videre. En satellit er et instrument, der kan bruges til telemåling, det vil sige målinger foretaget på afstand og uden fysisk berøring, for eksempel er menneskets syn en slags telemåling. Telemålinger har udviklet sig gennem årene, siden det første telemålingssystem under første Verdenskrig blev aktuelt. Den gang brugtes almindelig fotografiapparater, der blev monteret under flyvemaskiner, og på den måde kunne man holde øje med fjenders styrker. Allerede under anden Verdenskrig var telemålingssystemet blevet yderligere udviklet. Nu brugtes det ikke kun til at iagttage fjendens styrker, men også til at undersøge kystforhold, for at studere invasionsmuligheder. Senere blev nye udviklingsmuligheder taget i brug, og man formåede at bruge radaroptagelser til at udvikle kort, samtidigt med at man i 1960 opsendte den første vejr satellit, så man kunne følge skyernes udbredelse, og dermed fremme vejrvarslingen. Telemålingssystemet var stadig under udvikling, da man 12 år senere opsendte en satellit med en ny type sensor med en scanner, som var i stand til at skelne forskellige overflader. Disse scannere besad den egenskab, at de kun opfangede stråling inden for bestemte bølgelængder. Samtidigt begyndte man også at benytte sig af forskellige billedbehandlingsprocesser. I dag er der endvidere satellitter med flere kanaler, hvilket vil sige, at de kan måle forskellige intervaller af bølgelængder, og man kan derved kombinere målingerne til at fremstille et billede, der kan vise en variation i for eksempel vegetationen.

Opgaven er som sådan delt op i tre dele. Først vil vi redegøre for den generelle måde, hvorpå man ved hjælp af en satellit kan analysere jordens miljøtilstand. Derefter vil vi ud fra et eksempel forklare den tekniske baggrund, og de analyseresultater, der er fremkommet ud fra satellittens målinger. Til det har vi valgt at tage udgangspunkt ud i en rapport, hvis formål var at undersøge havmiljøet i farvandet omkring Danmark. Desuden havde rapporten som målsætning at udarbejde en metode til analyse af data fra satellitten. Tak til Gunni Ærtebjerg fra Danmarks Miljøundersøgelser for rapporten. Sidst men ikke mindst vil vi give en vurdering af undersøgelserne af jordens miljøtilstands virkning, og hvilke ændringer det kan medføre set fra et politisk aspekt, både lokalt og globalt.

Jordens miljøtilstand fra satellit:

For at kunne analysere jordens miljøtilstand fra satellit, har man brug for nogle redskaber, blandt andet nogle værdier og nogle målingsmetoder(algoritmer). Disse redskaber bruger man i satellitten til at fremstille billeder. Digitale billeder, for eksempel satellitbilleder, består af pixels (=picture element). En pixel er et billedelement, og jo flere pixels jo bedre nuanceskel. En pixel kan opfattes som et lille kvadrat, der angiver en lille del af et billede, og det er klart at jo flere pixels, der viser det samme billede, jo flere facetter rummer det. Hver pixel tildeles en værdi, der hver især hører sammen med gråtone, og på denne måde dannes et billede. Billeder fra satellitter fungerer på samme måde, og kan derfor benyttes som kort. Desuden anvender satellitter også såkaldte scanningsarealer, som er små arealenheder på jordoverflader, hvorfra de kan måle den elektriske stråling. Ligesom pixelværdier tildeles hvert scanningsareal også en værdi, der svarer til strålingen, og kan derved bistå til beregninger for det fotograferede område. Man kan endvidere kombinere flere kort fra samme område, for at få det bedst mulige resultat, det vil sige et kort, der viser flest mulige udformninger. Disse metoder benyttes især til bearbejdning af telemålinger, det vil sige målinger, der er taget på afstand, idet sådanne billeder kan være lette at forstyrre blandt andet på grund af spredning og absorption af stråling i atmosfæren.

Den elektromagnetiske stråling fortæller om det areal, den kommer fra.

Elektromagnetisk stråling forekommer fra et bredt spektrum med forskellige bølgelængder. Menneskets øje kan kun iagttage stråling fra et lille område af dette spektrum, mens en satellit kan observere stråling fra hele spektret. Derfor giver satellit mennesket en bredere forståelse af virkeligheden, og er derfor nyttig, når der for eksempel skal foretages miljøundersøgelser. De omtalte beregninger, der kan foretages, kan oplyse om forskellige jordtilstande, idet der er sammenhæng mellem strålingens bølgelængde, strålingsmængden og overfladetemperaturen. Til de forskellige overfladetyper er der forskellige sammensætninger af refleksion, man siger at hver type har deres egen spektrale signatur. En af satellittens øvrige egenskaber er at skelne mellem overfladetyper. Det skal den gøre ved at måle refleksionen inden for de bølgelængder, der matcher de forskellige overfladers spektrale signaturer. De forskellige bølgelængder, målingen kan foregå i, kaldes kanaler. Det foregår ved at en scanner opsamler alt strålingen fra et scanningsareal, hvorefter strålingens bølgelængder sorteres gennem et optisk filter, og derefter rammer forskellige detektorer, så man finder strålingens mængde indenfor hver kanal. Kanal 1 kan for eksempel opfange stråling fra ca. 0,45-0,5 mikrometer. For at adskille forskellige overfladetyper er det nødvendigt at bruge flere kanaler, da nogle kanaler vil give forskellige typer den samme pixelværdi. Det er derfor vigtigt, at en satellit kan optage data fra flere kanaler, dette kaldes multispektral-klassifikation.

Satellitter med et radar sensor system, sender selv energi i form af impulser mod en overflade. Noget af energien sendes tilbage mod sensoren som et ekko, og ekkoets styrke vidner derved om overfladens konsistens, og ekkoets forsinkelse fortæller om afstanden mellem satellitten og jorden. Disse optagelser kan ske i to dimensioner, og kan derfor give forståelse for et landskabs udseende. I modsætning til en almindelig scanner påvirkes radarstrålingen ikke af skyer og andre forstyrrelser.¹

Det er altså muligt gennem satellit, at frembringe nogle billeder af forskellige områder. Ved hjælp af scannerens pixels fremkommer billederne med mange forskellige udformninger, og ved hjælp af stråling, kan man afgøre, hvilket område man befinder sig i. Satellitter er som skrevet udstyret med flere kanaler, der hver især optager stråling inden for forskellige bølgelængder, og hver overfladetype giver forskellige strålingsmængder inden for hver kanal. Hver overflade er knyttet til forskellige mængder stråling inden for hver kanal. På denne måde kan man skelne mellem overflader. Dette kan illustreres ved hjælp af nogle billeder². Hvis man ser på et billede, der er dækket af vand og vegetation, kan det være svært at skelne mellem overfladerne ved brug af kanal 1, kanal 2 og kanal 3. Dog bliver det meget mere overskueligt ved brug af kanal 4. Ligeledes hænger det sammen for andre typer overflader, hvor det måske er en anden kanal, der viser den afgørende forskel.



Kanal 1: Vand og skov findes i det mørke område, mens bebyggelse er det lysere område. Området med bebyggelse giver mere refleksion end vand og skov, som derfor kan være svært at skelne.

Vand giver næsten ingen refleksion ved kanal 4, derfor er vand tydeligt angivet med den mørke farve. Vegetation giver stor refleksion, hvilket også ses, da markerne er helt hvide. Skove og bebyggelse er angivet med varierede grå farver. Kanal 4 er straks bedre til at skelne, hvad angår vands og vegetation.



¹ <http://www.geografforlaget.dk/course/DANISH/basic/default.htm>

² <http://www.geografforlaget.dk/course/DANISH/basic/kanal1.htm>

Men hvordan kan billeder som disse og redskaber benyttes som baggrund for en analyse af jordens miljøtilstand. Jo for eksempel kan billederne vise, hvor der findes vegetation, og man kan ved hjælp af simple regnestykker udregne, hvordan vegetationen udbreder. Mængden af stråling kan også bruges til at beregne forskellige ting, blandt andet om overfladen, og dens temperatur.

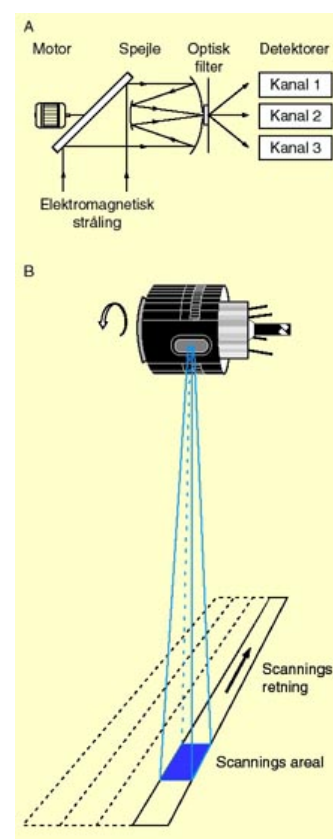
Radarsystemet, der udsender stråling, og modtager det som et ekko, kan bruges til at analysere en overflade med hensyn til afstand og karakter. Fordelen ved satellit billeder frem for almindelige billeder er, at man med satellit kan se flere ting, idet der er mulighed for at opfange stråling fra flere forskellige bølgelængder. Der er mange muligheder inden for satellitovervågning, og man har sikkert ikke fundet ud af dem alle endnu.

Havmiljøet i farvande omkring Danmark

Det er ikke så enkelt at udarbejde en analyse på baggrund af nogle satellitmålinger. Der er altid flere faktorer, der kan have en virkning på rigtigheden af det endelige resultat. Som eksempel på en miljøanalyse, har vi valgt at tage udgangspunkt i en rapport³, hvis formål var at bestemme eutrofieringen i farvandet omkring Danmark.

Det vil sige, at satellitten skulle måle forureningen af organisk materiale(eutrofiering), der kan forårsage iltsvind. Desuden havde denne rapport som målsætning, at bestemme rigtigheden af de data, som satellitten målte, ved at tage prøver af vandet på bestemte steder i havene omkring Danmark. Dermed er størrelsen af eutrofieringen et udtryk for mængden af organisk materiale(alger), der flyder rundt i vandet.

Alt organisk materiale indeholder en bestemt mængde klorofyl, som er det grønlig farvestof. Der findes fire forskellige slags klorofyl, hvoraf klorofyl-a udgør cirka 60 %⁴ af den samlede mængde klorofyl. Mængden af klorofyl-a er så et udtryk for mængden af fytoplankton, som fungerer som føde for de forskellige planktonorganismer. Er der et stort overskud af organisk materiale, bruger mikroorganismene al ilten på at nedbryde dette. Det skaber i nogle tilfælde iltsvind⁵ i en sådan grad, at et helt område kan dø hen. Populært sagt siger man, at fjorden eller søen er død(eksempler). Er en fjord eller sø død, er der heller ingen plante- eller



³ "Contribution by remote sensing to support the evaluation of eutrophication in marine and coastal waters"

⁴ Lademanns Leksikon 2004

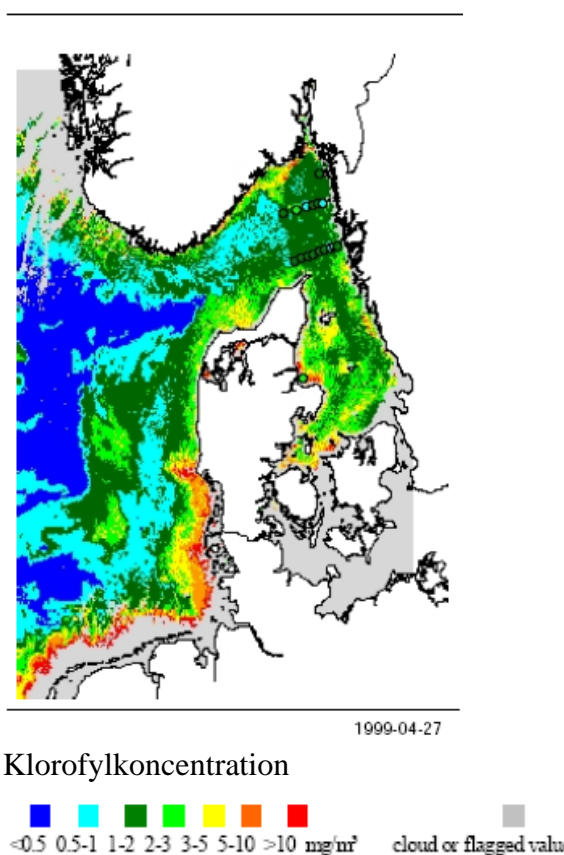
⁵ Lademanns Leksikon 2004

dyreliv. Derfor er man meget interesseret i at kunne måle eutrofieringen, det vil sige, forureningen af organiske materialer, i bestemte farvande med jævne mellemrum, for at kunne undgå, at der sker fremtidige iltsvind. Det har man tænkt sig at gøre med seaWiFS⁶ satellitten.

SeaWiFS satellitten blev opsendt i 1997 med det formål at måle og analysere ændringer i havmiljøet. SeaWiFS er en såkaldt multispektral-scanner, hvilket vil sige, at den kan måle lys med forskellige bølgelængder på en gang. SeaWiFS har otte kanaler, som den kan måle med, og hver kanal måler mængden af det reflekterede lys med en bølgelængde inden for et bestemt interval. Da disse intervaller er forholdsvis små, kan satellitten fremstille nogle digitale billeder med en særdeles høj opløsning og den kan dermed give et meget nøjagtigt billede af, hvor eutrofieringen er størst.

Satellitten følger den såkaldte solsynkronbane, det vil sige, at dens kredsløb følger længdegraderne i en højde på 705 kilometer. Satellitten er 99 minutter om at bevæge sig en tur rundt om hele jorden og i løbet af den tid, måler satellitten refleksionen af lyset i en bane rundt om jorden. Næste gang satellitten passerer, måler den på banen ved siden af. Dermed er satellitten i stand til at udføre målinger på hvilket som helst sted på jorden. Ved hjælp af en GPS (Global Positioning System) sørger dens computer for, at målingerne ikke overlapper hinanden. Den sørger desuden for, at det målte område bliver delt op i små kvadranter (pixels) for dermed at kunne give et nuanceret billede af, hvor mængden af organisk materiale er størst. Illustrationen på forrige side viser en model af, hvordan en multispektral-scanner kunne se ud. På illustrationen er det dog kun en scanner med tre kanaler, hvor seaWiFS har otte.

For at kunne skelne mellem de forskellige slags vegetation, har man udarbejdet en algoritme⁷, det vil sige en metode, der beskriver hvilken bølgelængde, der svarer til for eksempel havvand. SeaWiFS satellitten bruger flere algoritmer til at fremstille et billede over størrelsen af eutrofieringen. Det reflekterede lys



⁶ Beskrivelse af seaWiFS fra ” <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/SEASTAR/SPACECRAFT.html>”

⁷ “Contribution by remote sensing to support the evaluation of eutrophication in marine and coastal waters” side 10-11

(elektromagnetisk stråling) bliver samlet ved hjælp af et spejl og sendt igennem et optisk filter, der så at sige fordeler strålingen alt efter, hvilken bølgelængde det har. Den vinkel, hvormed strålingen brydes i det optiske filter, afhænger af dens bølgelængde. Dermed kan man lede stråling med nogle bestemte bølgelængder ind i forskellige kanaler, som så måler mængden af denne stråling.

Data fra satellitten gennemgår først en slags sortering, der skal skelne hav fra land. Man ved fra forsøg, hvilken bølgelængde det reflekterede lys har, når det er henholdsvis land eller hav, der har reflekteret det. Desuden kender man sammenhængen mellem bølgelængde og mængden af organisk materiale, hvilket vil sige, at koncentrationen af organisk materiale har en virkning på brydningsvinklen af lyset. Denne algoritme står beskrevet som REMBRANDT-metoden⁸. Billedet på forrige side viser en måling foretaget af seaWiFS den 27. april 1999, og er et såkaldt flerkanalsbillede, der er blevet analyseret ved hjælp af REMBRANDT-metoden, således at det viser, hvor koncentrationen af organisk materiale er størst (klorofyl). Det grå på billedet er, hvor målingen har været for usikker til at kunne vises ordentligt. Det kunne være fordi, der var for mange skyer den dag.

REMBRANDT-metoden er udviklet til brug i det åbne hav, og det medfører, at de fremkomne resultater er bundet med en vis usikkerhed. Derfor var et af formålene med deres rapport også at kunne udarbejde en metode, der ville kunne vise et mere "rigtigt" billede af klorofylkoncentrationen. Til det lavede man manuelle målinger, ved at tage prøver af vandet på bestemte steder, og sammenlignede det målte med satellittens målinger. Dermed kunne man teste, hvor stor fejlmålingen var og derefter korrigerer algoritmen. Desuden kunne vejrforholdene have en virkning på målingen. Som nævnt ses det på billedet som den grå farve. Hvis skydækket er for tykt, er det sværere for satellitten at måle strålingen.

Derudover skal man tage højde for, at der jo også gror planter i havet, og når man begynder at måle på lavt vand, kan man risikere, at satellitten måler disse planter med. Man ønsker netop at disse planter skal eksistere. Det skulle man dog have korrigeret for i REMBRANDT-metoden, men det viste sig faktisk, at satellitten målte 60 % for meget klorofyl, end der rent faktisk var til stede i vandet. Ved både at tage manuelle prøver og bruge målinger fra satellitten, kan man udarbejde en algoritme, der vil kunne omsætte seaWiFS' data til et billede, der vil kunne vise, hvor eutrofieringen er størst uden at skulle tage manuelle prøver. Derefter vil man så kunne sætte ind over for denne forurening, når man vel og mærke kender årsagen. Hvis vi antager, at man har udarbejdet en sådan algoritme, kan man jo forholdsvis hurtigt få fremstillet en rapport over en bestemt områdes miljøtilstand. Derefter vil man så kunne udarbejde nogle handlingsplaner til at

⁸ http://marine.jrc.cec.eu.int/index.php?module=pagemaster&PAGE_user_op=view_page&PAGE_id=23&MMN_position=26:22

forbedre miljøet, og med jævne mellemrum vil man kunne kontrollere, at det også går, som det skal. Det gælder ikke kun for eutrofieringen i havet, men også for, for eksempel ørkenspredningen, fældning af regnskoven, smeltning af polerne og så videre.

Satellitmålingers virkning på den politiske opinion

Politikerne bruger i dag flere forskellige metoder til at skabe en debat. Satellitbilleder er en ny hurtig metode til at fremstille beviser for, hvordan det står til inden for miljøområdet. Det kan de forskellige partier så bruge til at argumentere for, at netop deres handlingsplan vil kunne løse et givet problem bedst.

Set fra et lokalt perspektiv er iltsvindproblematikken særlig aktuel i disse år. Som nævnt er iltsvind netop et resultat af forureningen af organisk materiale. Lokalt set kan det skabe røre i mange debatter, da man har fundet ud af, at landbrugets udledning af kvælstof bærer en stor del af skylden. Hvis satellitbilledets opløsning er god nok, vil det kunne afsløre nøjagtigt, hvor problemet er størst. Det vil give politikerne et redskab til at kunne argumentere over for både landmændene og den almene befolkning, hvorfor man skal sætte nogle restriktioner på udledningen af kvælstof. Som nævnt er resultatet af iltsvind blandt andet, at både dyre- og planteliv dør hen. Ved netop at vide, hvor problemet er størst, vil det nærmest være muligt at udpege en slags syndebuk, hvis man vel og mærke kan se nøjagtigt ud for, hvilken mark problemet er størst. På den anden side er det måske godt nok, at vi kan udpege, hvor problemet oprindeligt stammer fra. Derved vil det være nemmere at sætte ind over problemet og forhindre varige skader på miljøet. Så kan man sige, at dette eksempel kun gælder lokalt i Danmark, men man kan jo også overføre metoderne til andre steder på kloden. For eksempel vil det også være muligt at måle forureningen fra et fabriksområde i Kina. Eller man kunne måle virkningen af skibsophugningen på strandene i Indien. Set fra et overordnet perspektiv vil det også være muligt at undersøge, hvor fiskene har dårlige levevilkår. Hvis der for eksempel er iltsvind i Nordsøen, vil det betyde, at der også er færre fisk, og så vil det måske være en ide at begrænse fangsten, for ikke at svække dyrelivet mere end det er i forvejen. Med en satellit vil det også være muligt at overvåge koralrevene rundt omkring på jorden. Iltsvind i et koralrevs område vil kunne betyde døden for koralrevet og måske endda også for en hel dyre- eller planteart. Mange steder ligger koralrevet i international farvand, og derfor vil det være op til flere lande at udarbejde en handlingsplan, der vil kunne skabe bedre vilkår for miljøet omkring koralerne. I dag har de forskellige lande valgt en repræsentant til FN, som så fører landets synspunkt i sådanne sager. FN's forskere vil så kunne bruge disse satellitmålinger til at argumentere for, hvilke metoder der skal bruges for at kunne redde miljøet i et bestemt område.

Satellitbilleder kan som nævnt også bruges til at måle de forskellige slags vegetationer i givet område. Deraf kan man undersøge, hvilke slags afgrøder man avler i disse områder og endda mængden af dem. Deraf vil man kunne forudsige om et land vil komme i hungersnød eller ej. Derefter vil det så være op til politikerne at planlægge, hvordan man bedst hjælper dette land udenom hungersnøden. I fremtiden vil det måske være muligt, at kunne forhindre at en milliard⁹ mennesker går sulten i seng hver aften.

Opsummering

Satellitten har gennemgået en gribende udvikling gennem de sidste 50 år og vil sandsynligvis fortsætte udviklingen de næste mange årtier. Hvem ved, hvad man vil være i stand til i fremtiden? Måske kan man kortlægge, hvor de forskellige naturressourcer, så som olie, kul, jern og så videre, findes. Formodentlig vil udviklingen hovedsagligt være baseret på, at forbedre målingerne og billedkvaliteten, det vil sige at gøre pixels'ne mindre. Mulighederne inden for satellitovervågning er omfattende.

⁹ FN's 2015 program

Kildeliste

- ”Grundbog i Satellitmåling”
 - <http://www.geografforlaget.dk/course/DANISH/basic/default.htm>
- ”Contribution by remote sensing to support the evaluation of eutrophication in marine and coastal waters”
 - Rapport udarbejdet i samarbejde mellem Norge, Sverige og Danmark. Projektleder: Gunni Ærtebjerg, Danmarks Miljøundersøgelser
- ”SeaWiFS Project homepage”
 - <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/SEASTAR/SPACECRAFT.html>
- ”SeaWiFS Data Processing Code (REMBRANDT)”
 - http://marine.jrc.cec.eu.int/index.php?module=pagemaster&PAGE_user_op=view_page&PAGE_id023&MMn_position=26:22
- ”Lademanns Leksikon 2004”, digital version
 - Aschehoug Dansk Forlag A/S
- ”FN’s 2015 program”
 - UNDP, www.2015.dk, www.undp.dk

Derudover læst materiale fra:

- www.rummet.dk
- <http://www.eduspace.esa.int/eduspace/main.asp?ulang=dk>

Denne opgave er udarbejdet af:

Carina Schmidt

Jesper Overgård Lehmann

Studerterkurset og Kostskolen i Sønderjylland

Vestergade 8

6520 Toftlund