

Miljøovervåking fra fly

Av Lars Hjermestad.

Lars Hjermestad er sivilingeniør ved planavdelingen i Fjellanger Widerøe A/S.

Hvorfor overvåking fra fly?

Miljøovervåking kan skje fra faste eller bevegelige stasjoner på bakken, fra fly eller fra satellitt. Alle metodene har sine fordeler og begrensninger. Bakkebaserte metoders begrensning er i første rekke at de kun representerer punkter. Sensorene kan gjøres mobile ved at de monteres på skip eller biler, men utgiftene blir fort store hvis det er et større område som skal dekkes og i hvert fall på land vil topografien begrense måleområdet. Fordelen med bakkebaserte metoder er, når det gjelder overvåking av vann og luft, at de kan måle flere parametre og med mye større nøyaktighet enn man kan oppnå med fjernmåling. Faste bakkebaserte målestasjoner vil være et verdifullt supplement for kalibrering av fjernmålinger.

Satellittbaserte metoders begrensning er i første rekke oppløseligheten og væravhengigheten. Det er få sensorer i satellittene som trenger gjennom skylaget. I tillegg går mange av satellittene i baner rundt jorda, slik at det går dager mellom hver gang de passerer et område av interesse. Spot og Landsat-satellittene passerer Norge en til to ganger i måneden. Målingene blir ikke kontinuerlige, men hyppige nok for å være tjenlige for en rekke miljøovervåkingsformål. Den vesentligste begrensningen ligger i at det foreløpig er

få parametre av interesse for miljøovervåking som lar seg registrere fra satellitt. Satellittdata er foreløpig rimelige fordi dagens satellitter er sterkt subsidiert.

Flybaserte fjernmålingsmetoder har bedre oppløselighet enn satellittbaserte. Dagens satellitter har en oppløselighet mellom 10*10 meter og 300*300 meter, alt avhengig av hva man måler. Flybaserte fotografiske målinger har svært stor oppløselighet. Direkte flybaserte digitale metoder har begrenset oppløselighet på grunn av de store datamengdene som skal registreres mens flyet beveger seg. Generelt kan man si at man vil prøve å greie seg med så liten oppløselighet som mulig av økonomiske og kapasitetsmessige grunner. Datamengden blir fort enorm.

En annen begrensning med flybaserte målemetoder er at man bare får data når man flyr. Man får ikke en kontinuerlig datafangst, som f.eks. fra utplasserte bøyer. Har man imidlertid en akutt situasjon vil man kunne måle et stort område raskt og forholdsvis væruavhengig. Det kan ingen andre metoder idag. Videre vil flyovervåking være hensiktsmessig over områder som ikke trenger hyppig analyse, dvs. der endringene skjer forholdsvis langsomt som f.eks. vegetasjonsendringer.

Flyet

For å begrense kostnadene benyttes så rimelige fly som mulig til fjernmåling. Dette kommer i konflikt med ønsket om stor lastevne for mannskap og måleutstyr og rekkevidden.

Statens Forurensningstilsyn (SFT) overvåker oljesøl i norske farvann fra fly. Til dette formål er av Fjellanger Widerøes (FW) fly spesialutrustet. Flyet er et turbopropellfly av typen Fairchild Merlin IIIB. Det har stor rekkevidde. Under overvåkingsoppdrag kan det fly hele kysten av Norge fra Oslo til Tromsø uten mellomlanding. Under ren transport er rekkevidden over det dobbelte. Marsjfarten er mellom 220 og 550 km/h. Vanlig hastighet under overvåking er mellom 350 og 450 km/h.

Sensorer

I flyet, som benyttes til overvåking av oljesøl, er det montert flere typer sensorer. De viktigste er en sidesende radar (SLAR) og en scanner i det infrarøde og ultrafiolette spektret. Disse to sensorer eier av SFT, men flys og opereres av FW. Videre har man navigasjonssystemet for lokalisering av målingene, videokameraer og vanlige kameraer for dokumentasjon av f.eks. oljeutslipp.

I det følgende vil de mest aktuelle flybårne sensorers muligheter og begrensninger gjennomgås nærmere. Det er bare tatt utgangspunkt i hva som er tilgjengelig på det norske markedet idag.

SLAR

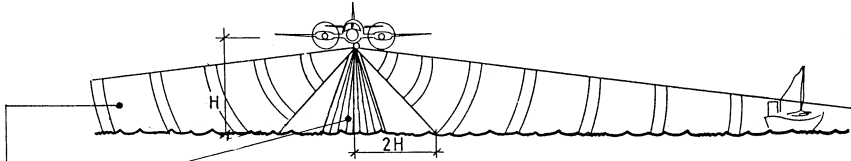
Side Looking Airborne Radar (SLAR) er som navnet sier en sidesende radar. Radaren, som SFT benytter, er utviklet av L.M. Ericsson i Sverige og kan blant annet:

- lokalisere oljeforurensninger
- overvåke sjøtrafikk og fiske
- kartlegge isforhold
- lokalisere storskala strømvirvler
- detektere internbølger.

Oppløseligheten er avhengig av flyets hastighet og høyde. Når man overvåker med hensyn på oljesøl benyttes den største oppløseligheten (75*75 meter) og man dekker en stripe på 20 km til hver side av flyet. Rett under flyet blir det en dødsone med utstrekning to ganger flyets høyde, kfr. figur. Denne er av marginal utstrekning og observeres også manuelt av besetningen. Ved lavere oppløselighet kan avstanden økes opp til 80 km til hver side av flyet. Ved den største oppløseligheten dekker man ca. 20.000 km²/h.

SLAR registrere bl.a. variasjoner i kapillærbølger på overflaten. Det er dette som utnyttes under oljeforurensningsovervåkningen. Et oljeutslipp vil nemlig forandre overflateegenskapene til vannet. Det er mer enn olje som kan forårsake slike forandringer. FW har også hatt oppdrag der SLAR har vært brukt til å kartlegge mer storskala strømvirvler og undervannsstrømmer. Dette kan også leses av som endring i kapillærbølgene på overflaten.

Registreringene fra SLAR vises på en skjerm i flyet. Her bygges et bilde opp av stripemålingene etterhvert som flyet forflytter seg fremover. Når man finner noe av interesse, tas dette opp på video. Utstyret kan utbygges slik at man kan få utskrift av bildet på en skriver og lagret dataene digitalt på magnetbånd for senere behandling. Utskriften vil vise posisjon, dato, klokkeslett og utstrekning av observasjon. Som regel vil det bare være fartøyer og oljeflekker som



IR/UV-scanner dekker 0,5 til 2,5 km bredde rett under flyet, avhengig av flyvningshøyden H .

SLAR detekterer oljesøl i en avstand fra 2 ganger flyvningshøyden H til 20 km til hver side for flyet. Fartøy kan registreres i en avstand av opp til 80 km.

vises på skjermen. I enkelte tilfeller vil også massive algeoppblomstringer i overflatelaget kunne vises.

IR/UV-scanner

En IR/UV-scanner måler både i det infrarøde og ultrafiolette spekteret. UV-målinger er avhengig av dagslys, mens IR-målinger kan utføres døgnet rundt. UV-målingene foretas i bølgeområdet fra 320 til 380 nanometer. Det synlige spekteret er fra ca. 400 til 800 nanometer. IR-målingene foretas i bølgeområdet fra 8,5 til 14 mikrometer.

IR-målingene gir opplysninger om oljens relative tykkelse og utbredelse. Dette gir opplysninger om hvor det er mest effektivt å sette i verk oppryddingstiltak. UV-målingene benyttes for kvalitativt å skille oljeforurensninger fra andre fenomener som kan registreres. Et mikrobølge radiometer kan måle oljetykkelsen på havoverflaten direkte, men slikt utstyr disponeres ikke av SFT.

Målingene vises på en todelt skjerm med falske farger der både IR- og UV-bildene ses samtidig med nødvendig data som posisjon, tidspunkt og målestokk på bildet. Om ønskelig kan man ta utskrift av skjermbildet underveis eller ta det opp på video. Utstyret har

mulighet for å utbygges med digital utgang.

Fotografering

Tradisjonell flyfotografering med sort/hvitt-film, fargefilm eller infrarød film kan også benyttes til miljøovervåking. Fotografiene kan f.eks. benyttes til vegetasjonskartlegging, kartlegging av vegetasjonsskader, arealbrukskartlegging, breundersøkelser, vurdering av rasefare både for jord og snø og vurdering av faren for erosjon.

Det er ennå ingen som har utstyr for å ta bilder med tilnærmet samme grad av oppløselighet på digital form. Hvis man vil behandle bildene digitalt, må man derfor foreløpig scanne flybildene. Dette introduserer flere feilkilder og forsinker prosessen. En spektrometrisk billedanner gir mulighet for digitale flybilder. Dette omtales under neste punkt.

Vanlige bilder fra håndkamera og videokamera blir brukt for å dokumentere utslipp fra båter med tanke på erstatningskrav. Det er ikke mulig å identifisere båtene ved hjelp av SLAR eller IR/UV-scanner.

Spektrometrisk billedanner

Et spektrometer måler utstrålt lys med meget stor spektral oppløselighet (typisk 1,5 nanometer).

Det finnes flere systemer for spektrometrisk billedanning på det internasjonale markedet. Systemene er relativt like. Det som varierer er i første rekke oppløseligheten og bredden av spekteret det måles over. Ved noen av systemene kan det velges om man vil måle et kontinuerlig spektrogram av utstrålingen eller enkeltverdier for gitte båndbredder i hvert punkt bildet bygges opp av. Et kontinuerlig spektrogram vil gi en større datamengde. Dette går på bekostning av oppløseligheten. Hvis man velger å registrere spektrogram basert på 8 enkeltverdier på kurven, kan man oppnå god oppløselighet. Ved en flyvningshøyde på eksempelvis 650 meter og en fart på 200 km/t vil oppløseligheten være 0,4 meter på tvers og 5 meter på langs av fartsretningen. Da det er reflektert lys man måler, er man avhengig av direkte sollys på det arealet man skal måle.

Spektrometriske målinger kan bl.a. benyttes til:

- vegetasjonsanalyser f.eks. som følge av sur nedbør, avløp fra nedlagte gruver, forgiftning fra nedgravde avfallsdeponier eller lokale utslipp til luft
- vegetasjonskartlegging
- arealbrukskartlegging
- geologisk kartlegging
- vannvegetasjonskartlegging
- vanndybdemålinger ned til 8—10 meter
- kartlegging av blandingen av vannmasser med ulik kvalitet.

Sommeren 1989 skal det utprøves to typer spektrometre over Nordsjøen.

Målingene kan korrigeres så de blir eksakt måleriktige og presenteres som tematiske kart. Alle data foreligger på digital form og bruken kan sikkert utvides til flere områder etter noe utviklingsarbeide på behandlingssiden og samkjøring med andre sensorer. Avgjørende ved valg av målesystem er ofte hvilken programvare som er utviklet for behandling av måledataene. På enkelte felt er det gjort et betydelig utviklingsarbeid for å finne ut hvilke deler av spekteret som skal benyttes for å få fram de resultatene man ønsker.

Det forskes på utvikling av en laser fluorsensor. Denne virker som et spektrometer, men den genererer sitt eget lys og er således uavhengig av lysforholdene.

Avslutning

Det eksisterer idag en rekke metoder som kan være effektive for miljøovervåking fra fly til flere formål enn lokalisering av oljesøl. Begrensningen ligger først og fremst i at det er liten vilje til å utprøve ny teknologi og å videreutvikle metoder for databehandling av resultatene. Det er å håpe at den siste tidens fokusering på problemene vil føre til at flere ønsker å utvikle mer effektive metoder for overvåking. Statlige forvaltningsorganer har her et spesielt ansvar.