

## SPOT-SATELITTEN OG VEGETASJONSKARTLEGGING.

Hans Tømmervik,  
Tromsø Universitet,  
Institutt for biologi og geologi.

### 1. INNLEDNING.

Følgende foredrag er gitt ved Reinforsker møtet på Kongsvold 9.-12.10.84. Stoffet er delvis hentet fra et ikke-ferdig manuskript til min hovedoppgave som vil bli ferdig i løpet av januar 1985, og fra et opphold ved C.N.E.S. Toulouse, Frankrike høsten 1983.

Jeg vil først ta for meg endel begreper m.h.t. fjernanalyse og bildebehandling, og så vil jeg komme inn på noen resultater på klassifikasjoner jeg har utført ved Tromsø Telemetristasjon. Jeg har et godt samarbeid med fysikere ved Nordlysobservatoriet og Tromsø Telemetristasjon, og vil fremheve Victor Nilsen som har vært min hovedveileder i bildebehandling og fjernanalyse.

### 2. AVKLARING AV NOEN FJERNANALYSERELATERTE BEGREPER.

Hva er fjernanalyse:

Det mindre dekkende begrepet FJERNMÅLING benyttes også i norsk språkbruk. (Engelsk; REMOTE SENSING).

Franskmennene samt alle de latinspråklige land som f.eks. Spania og Portugal bruker uttrykket TELEDETECTION som på sikt ser ut til å bli det gangbare uttrykket internasjonalt (Gravestejn, 1983).

Definisjonen er ifølge Nilsen og Pedersen (1983) "Et samlingsnavn for alle de teknikker som en benytter på avstand for å samle inn, deretter bearbeide og siden presentere data om land- og sjøoverflaten og/eller atmosfæren".

Det er ifølge Nilsen og Pedersen (1983) tre sentrale begreper:

- MOTTAK AV FJERNMÅLTE DATA
- BEARBEIDING AV FJERNMÅLTE DATA
- ANALYSE OG TEMATISK UTNYTTING AV DISSE DATAENE

Måleinstrumenter/sensorer:

De måleinstrumenter som brukes i fjernmåling kalles SENSORER. Sensorene måler den elektromagnetiske strålingen i ulike bølgelengdeområder (kanaler, spektralbånd eller frekvensbånd). Vi kjenner fra vårt daglige liv de mest kjente bånd, nemlig lys og radiobølger. De mer ukjente, men interessante bånd er infrarød stråling og mikrobølger (radar).

Vi har to typer sensorer, nemlig PASSIVE og AKTIVE sensorer.

Passive sensorer måler refleksjon fra jorda i form av solstråling som blir reflektert og termisk stråling fra jorda.

De aktive sensorer sender selv ut stråling i form av mikrobølger ned til jorda og blir så reflektert eller absorbert av jorda. De reflekterte mikrobølgene blir så igjen oppfanget av sensoren(SAR-Radar).

Det elektromagnetiske spektrum:

Elektromagnetisk stråling refererer seg til bølger av elektromagnetisk natur. Med dette mener en elektromagnetiske bølger som stråler ut fra en kilde f.eks. Sola, Jorda, antennene eller vegetasjonsmattene. Hele det elektromagnetiske spektret (fig. 1) er dominert av synlig og infrarød stråling. Synlig område defineres normalt fra 0,3 - 0,8  $\mu\text{m}$ , mens det infrarøde området deles i tre intervaller:

- 0.8 - 3.0  $\mu\text{m}$ : Nært infrarødt
- 3.0 - 30  $\mu\text{m}$ : Midlere infrarødt
- 30 - 1000  $\mu\text{m}$ : Fjernt infrarødt.

De to dominante strålingstypene som en fjernmåler med passive sensorer er solstråling og termisk måling fra jorda. Den

første er representert i det synlige området, samt naboene ultraviolett og nært infrarødt, mens den termiske strålingen begrenser seg til det midlere infrarødt og en del av det fjerne infrarøde området. Måling av disse to strålingenes bidrag skjer ved radiometriske områder.

Satellittfjernmåling har følgende oppgaver:

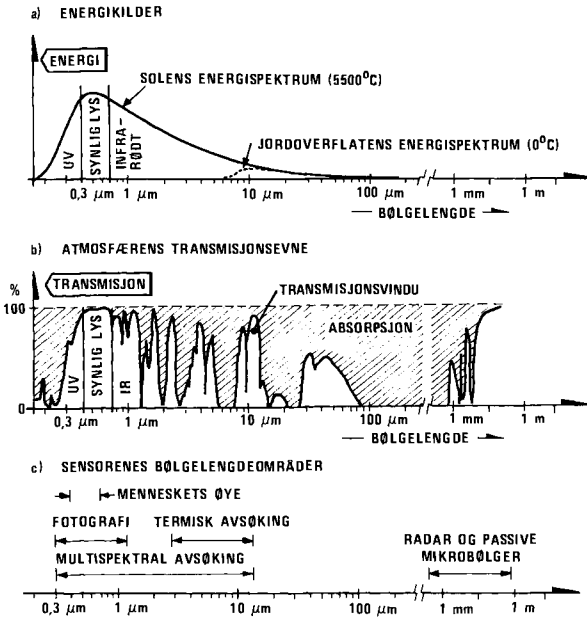
- 1. KARTLEGGING
- 2. OVERVÅKING AV LAND OG HAVSTREKNINGER, MED HENBLIKK PÅ VÆR, ISUTVIKLING OG FORURENSING.

### 3. PLANTEFYSIOLOGI OG SPEKTRALE SIGNATURER.

Hver enkelt plante har sin egen spesifikke spektralsignatur som kan variere i ulike tilfeller. Men i hovedtrekk er den spektrale signatur den samme for de fleste planter, med en refleksjonstopp i den grønne kanal, ett minimum i den blå- og i den røde delen, samt høy refleksjon i det nærinfrarøde (fig. 2). I den synlige delen av spektret (0.4 - 0.7 um) absorberer pigmentene klorofyll og karatenoider en stor del av strålingen og her måler en lave refleksjonsverdier. Området 0.7 - 1.3 um karakteriseres av lav absorpsjon og høy refleksjon. Dette fortoner seg som en "feit rødlig farge" på satellitt- eller IR-bildet. Plantesamfunnets spektrale signatur er i hovedtrekk den samme som fra et enslig blad. Men her kommer det bl.a. flere faktorer inn og forstyrrer bildet. Colwell (1974) viser at bakgrunnstråling fra jord og død vegetasjon påvirker vegetasjonen. Graden av vegetasjonsdekning og artssammensetningen i samfunnet påvirker også refleksjonen. Men det er jo her en kan få skilt ut de forskjellige vegetasjonstypene fra hverandre. Men en vil her også komme i vanskeligheter når det gjelder mosaikkpreget og heterogen vegetasjon.

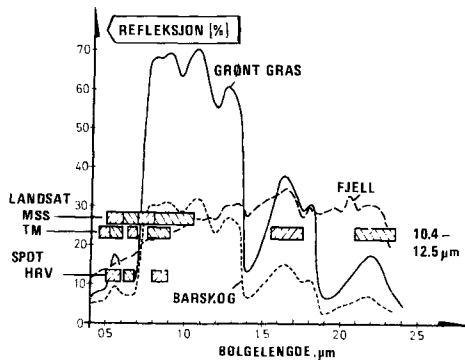
Fenologi:

Den fenologiske utviklingen påvirker spektralsignaturen til den enkelte vegetasjonstype. Dette kan være grunnen til at vi klassifiserer feil, slik at det er svært viktig at sammenligninger av spektralsignaturer for samme vegetasjonstype blir tatt i samme fenologiske trinn. Men dette kan også være et aspekt til å hjelpe oss til å skille nærstående plantesamfunn fra hverandre (MULTITEMPORAL ANALYSE).



Figur 1 Spektralegenskaper av elektromagnetisk stråling, atmosfæriske vinduer og fjermålingssystemer

Kilde: NOU:1983:24



Figur 2. Refleksjonsforhold ved ulike vegetasjonstyper

Kilde: NOU 1983:24

#### 4. SPOTSATELLITTEN.

SPOT er en satellitt som skal skytes opp i 1985. Denne satellitten har tre multispektrale kanaler i den synlige og nær-infrarøde delen av spektret (fig. 3). Den geometriske oppløsningen for de multispektrale kanalene er 20 x 20 meter. I tillegg har satellitten en bredbåndet pankromatisk kanal med oppløsning på 10 x 10 meter.

Sammenliknet med andre satellitter av denne typen, f.eks. LANDSAT, som har en oppløsning på 80 x 80 meter (LANDSAT MSS), vil den forbedrete geometriske oppløsningen for SPOT muliggjøre en nøyaktigere estimering av vegetasjonstypenes utstrekning og areal. Nedenfor har jeg ved hjelp av en tabell sammenliknet de ulike typer sensorer en kan hente data fra idag. I tillegg må nevnes at LANDSAT 5 (Thematic mapper) ble skutt opp 1. mars 1984, og denne satellitten har en oppløsning på 30 x 30 meter. Nedenfor har jeg sammenliknet satellitten SPOT, LANDSAT TM og LANDSAT MSS m.h.t. oppløsningsevne og antall rene piksler (ren piksel= relativ homogen vegetasjon).

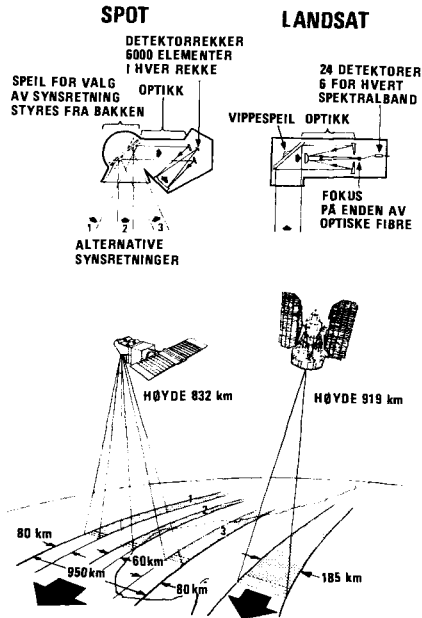
##### PIKSELANALYSE

|                            | SPOT | TM   | MSS  |
|----------------------------|------|------|------|
| Sensorer, oppløsningsevne: | 20 m | 30 m | 80 m |
| Total antall rene piksler: | 6757 | 3095 | 668  |
| Antall rene piksler:       | 3676 | 1190 | 55   |
| Antall rene piksler i %:   | 54   | 38   | 8    |

Kilde: G. Saint (1983).

#### 5. SIMULERING AV SPOT-SCENEN HABAFJELL - SKRUBBEN (CAVARRE).

SPOT-satellitten vil, når den blir skutt opp, gi data med en geometrisk oppløsning på 10 m (pankromatisk) og 20 m (multispektralt). En har også muligheten for "tilting" av sensorene opptil 27° fra loddlinjen. Satellitten vil gi mulighet for multitemporale studier (gjentakbare pass over tid) slik at både dynamisk og temporær kartlegging kan finne sted. Alle data er i digitalisert form og vil kreve mulighet for digital bildebehandling.



Prinsippet for billedannelse ved  
LANDSAT og SPOT

Kilde: NOU 1983:24

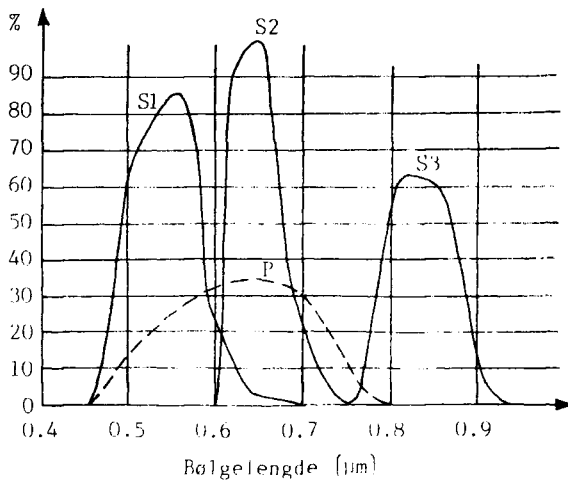


Fig. 3 SPOT-satellittens spektralbånd  
(P = pankromatisk).

SPOT-simuleringa ble foretatt ved hjelp av et lite jetfly, MYSTERE FAN JET FALCON, fra INSTITUTE GEOGRAPHIC NATIONAL (IGN), CREILL-PARIS.

En benyttet en DAEDALUS - sensor (avsøker) for å simulere HRV-sensorene som skal sitte på SPOT-satellitten og en simulerte satellittopptak fra 3500 meters høyde over Cavarre-området 1. juli 1982. De simuleringsteknikker en benyttet seg av var radimetrisk metode og geometrisk metode. Avsøkningen korresponderte bra med tidspunkter for pass til SPOT-satellitten i framtida. DAEDALUS-sensoren inkluderte alle de planlagte spektralbånd for SPOT-satellitten.

Opptaksscenen var 12 km langs flyretningen og 5.18 km langs avsøkerretningen (sensor-), og simuleringen var i radiometrisk mode. Dataene ble ikke korrigert for flyets rulling (turbulens) og dette vil ha spesiell virkning på dataenes geometri. Dette vil en unngå i en stabil satellitt.

SPOT-bilder synes ved simuleringer i Frankrike å være sammenlignbare med mediumskala flyfotos (1:60 000 eller 1:110 000) særlig når det gjelder tekstur og strukturell informasjon. Med andre ord kan SPOT-satellitten vise seg å være et alternativ til flyfotoopptak (IR-bilder).

Franske forskere har funnet ut at den pankromatiske kanalen (10 x 10 meters oppløsning) og de multispektrale kanaler bør brukes kombinert eller assosiert. Dette er også min egen erfaring.

- PANKROMATISK KANAL : Gir tekstur og strukturer i bildet.
- MULTISPEKTRAL KANAL: Gir god tilleggsinformasjon når en jobber med temaer som f.eks. vegetasjon, jord eller berggrunns-typer.

Kanalene S1 og S2 har stor overlapping og gir derfor overflødig informasjon om terrenget. En annen kanal i området 0.68  $\mu$ m - 0.79  $\mu$ m ville hatt stor interesse for vegetasjonskartlegging, for det er i dette området de ulike vegetasjonstyper skiller seg ut i fra hverandre m.h.t. spektralsignaturer. (Se figur 2). Dette vil bli rettet på i SPOT-satellitten som vil bli skutt opp ca. 1992. (Traizet, 1984). LANDSAT 5 (TM) dekker dette området bedre (fig. 2).

## 6. VEGETASJONSKARTLEGGING OG FJERNMÅLING.

Kartlegging av plantesamfunn, vegetasjonstyper og arealmessig utbredelse av disse danner basis i informasjon om biologiske ressurser. Fra vegetasjonskart basert på fjernmålte data kan en utlede ressursstatistikker som for eksempel:

- Fordeling av naturgitt planteproduksjon
- Fordeling av ulike skogboniteter eller skogstyper
- Oversikt over fjellnære barskoger med spesiell interesse for reindriften
- Fordeling av ulike beitetyper for småfe og rein

Ellers kan en utlede tematiserte kart som blant annet viser:

- Beitetypekart for rein
- Utbredelseskart for hogstflater (spesielt 1.års flater)
- Kart som viser snødekkets varighet/mektighet over skoggrensen
- Innsnevring av beiteområder for husdyr og rein over tid (Areakonflikter)

## 7. UNDERSØKELSESOMRÅDET

Skrubben - Habafjellområdet (Cavarre) ligger i Målselv kommune i Indre Troms (Fig. 4) og er et av de 15 testområder som ble fløyet i forbindelse med SPOT-simuleringskampanjen sommeren 1982. Området utgjør viktige vår- og sommerbeiter samt kalvingsland for Lainiovuoma Sameby.

Skogen dekker ca. 60 % og barfjell ca. 30 % av arealet. Myrer og vatn dekker bare respektive 5 % og 3 % av arealet i følge Elven og Vorren (1980). Innenfor området er det tre orografiske vegetasjonsbelter: Prealpin, Subalpin og Lavalpin.

Mot vest i Dividalen består terrenget av en hel rekke bratte skråninger (Veltberget) og mot nordøst er det bratte skrenter i Habafjellets nordøstre helning ned mot Rostavatn. Ellers skrår terrenget jevnt på alle kanter. Oppe på Habafjellet er det småkupert terreng, noe som også kan sies om Skrubbenfjellet, selv om terrenget her må karakteriseres som mer opprevet og kupert med mange små vatn og snøleier.



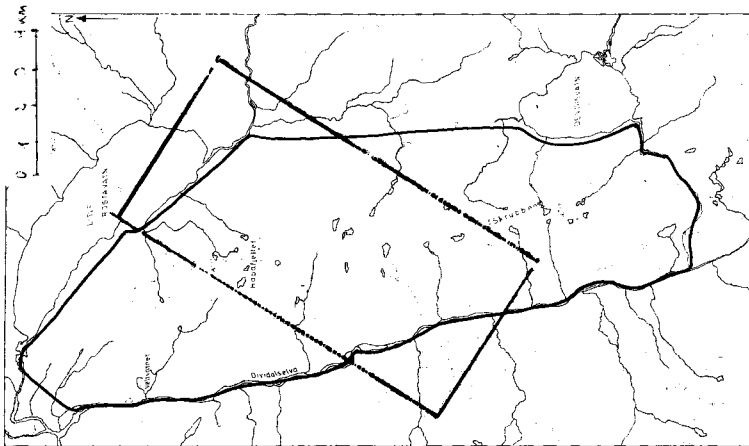
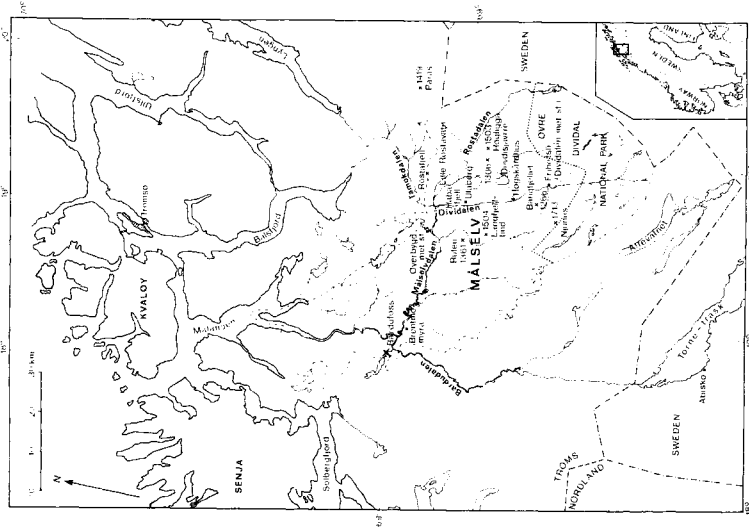


Fig. 4. Kart over SPOT-simulerings-området Måbafjell-Skrubben.

## 8. FELTMETODER

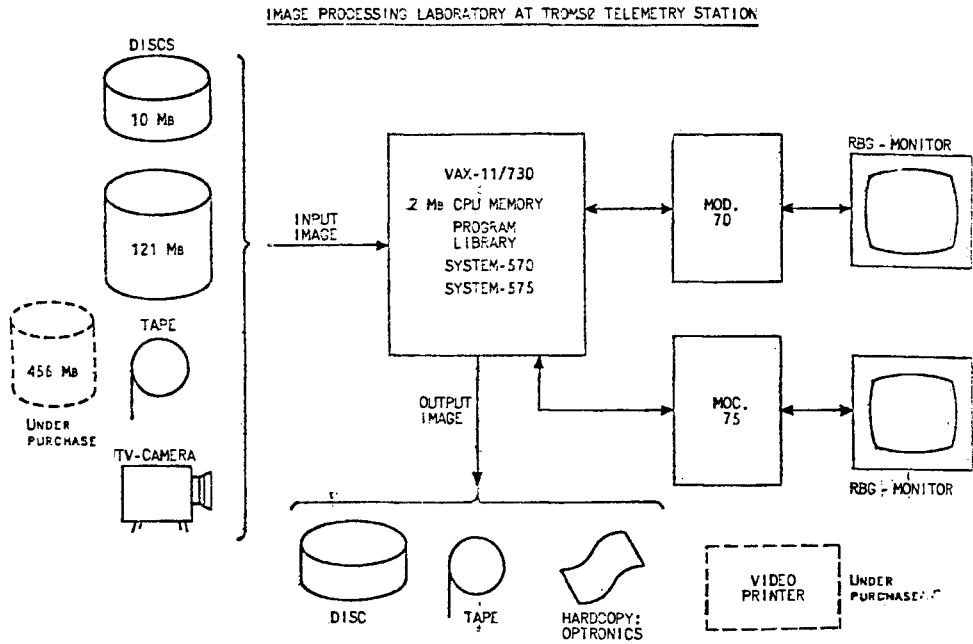
Det er foretatt en tradisjonell vegetasjonskartlegging av området. I tillegg er det foretatt en utplukking av områder med noenlunde lik spektralsignatur ved hjelp av bildebehandlings-systemet ved TTS. Disse områdene er spesielt undersøkt m.h.t. vegetasjonsmosaikk, eksposisjon og helningsgrad. Dette ble utført for å best mulig "ground truth" av de ulike testområdene. En har også plukket ut en del testområder rent subjektivt i terrenget. Antall testområder må overstige fem (5) for å få en mest mulig forsvarlig statistisk undersøkelse (Gilg, 1983). Testområdene brukes som basis for klassifikasjon (automatisk) v.h.a. bildebehandlingssystemet ved TTS. Dette er en metode som er anerkjent i U.S.A., Canada og Frankrike, og er utviklet i forbindelse med LANDSAT-programmet.

## 9. DIGITAL BILDEBEHANDLING.

Digital behandling av satellitt- og flybilder inkluderer så stor mengde data at en her må ta i bruk datamaskiner for prosessering og lagring av data. Foruten dette må en ha to særskilte input/output enheter tilkoplede datamaskinen, nemlig en bilde-digitaliseringsenhet og en enhet for bildefremvisning også kalt en digital TV-skjerm (display).

Digitaliseringsenheten omformer bildet til en matrise av numeriske størrelser. Denne matrisen går inn i et minnelager av temporær karakter. Ved hjelp av et etablert programbibliotek kan regnemaskinens operatørenhet kalle opp et bildes data og behandle dataene innenfor bibliotekets programmuligheter. En leser så inn det digitale bildet på minnelager i datamaskinen. Programmene kan operere på flere linjer av gangen og maskinen genererer et output-bilde piksel for piksel. Bildet går på nytt inn i et minne og kan deretter bli framvist på TV-skjerm, eller i form av en hardkopi eller som printerutskrift.

Bildebehandlingsanlegget ved Tromsø Telemetristasjon er bygd opp om to bildeprosessorer av type MODEL-70 og MODEL-75 fra IIS med en VAX-11/730 som vertsmaskin. Model-75 som har større kapasitet enn MODEL-70 har 8 bildeminner og 7 grafiske plan. En benytter programpakken SYSTEM-500 fra IIS som inneholder



Figur 5. Hardware-konfigurasjon for bildebehandlingssystemet ved Tromsø Telemetristasjon.

rutiner for bildebehandling. Med dette utstyret kan en drive en svært avansert form for multispektral bildebehandling med en dimensjon som er større enn 3 (fig. 5).

Programbiblioteket inneholder program for ulike typer klassifisering.

## 10. NOEN RESULTATER

For å belyse dette med digital bildebehandling og fjernanalyse nærmere har jeg valgt ut et eksempel fra klassifikasjoner som jeg har gjort ved Tromsø Telemetristasjon (TTS). Eksemplet viser en trinnvis styrt klassifikasjon, der jeg har prøvd å skille ut tre typer rikskog fra hverandre. Av figur 6 kan vi se at dette lyktes bra for to av skogtypenes del, mens det ble overlapp mellom oreskogene og høgstaude-bjørkeskogene (Alno-Prunetum og Betuletum geraniosum subalpinum). Det ble oppnådd en bra separasjon mellom ulike typer hei og myr. Det er her foretatt en stykkevis lineær kontraststrekking av dataene før klassifikasjon ble utført. Klassifikasjonen er basert på kanalene S1, S2 og S3, og en har brukt MAX-LOG-LIKELIHOOD - klassifikator under klassifikasjonen.

Det ble også foretatt en areal-beregning av de ulike klassene (tab. 2).

## 11. VURDERING AV MULIGHETENE FOR BRUK AV SATELLITDATA I DAG.

Med de bildefremstillinger av simulerte SPOT-data en til nå har fått, synes bildenes oppløselighet å være på et nivå som er interessant for reinforskningen. Med 20 meter x 20 meter oppløselighet i grønt, rødt og nær-infrarødt spektralområde, og 10 meter x 10 meter oppløsning i den pankromatiske kanalen, er det bra muligheter for å skille ut forskjellige vegetasjonstyper til fjells. En kan skille ut typer av fjellhei, snøleier og myr. Nedenfor skoggrensa går det bra å skille ut fattig-skogtyper ut i fra mer rikere skogtyper, samt typer av myr relatert til fattig-rik gradienten.

Også data fra LANDSAT, med 30, 80 og 120 m oppløsning er av interesse.

Når det gjelder prisspørsmålet er det mye usikkerhet om dette. For SPOT-bilder, som hver dekker 60 km x 60 km, er det nevnt priser på rundt 5000 kr pr. bilde (digital form) ferdig for bildebehandling.

Når det gjelder LANDSAT 5 (TM) bilder vil disse dekke et areal på 185 km x 185 km, og kostnaden for et slikt bilde vil komme på ca. 35000 kr.

Dersom flere brukere kan dele på utgiftene for et bilde, synes ikke prisene å være for høye.

Store høydeforskjeller og bratt terreng på norsk side vil skape betydelige vanskeligheter for klassifikasjonsarbeidet. Dette vil være av mindre betydning i Finland og Sverige, samt på Finnmarksvidda på norsk side.

Et annet problemområde er skydekke og annen vanddamp i atmosfæren. Spesielt i Nord-Norge, der skydekket ofte kan være dominerende, vil dette redusere muligheten for bruk av SPOT- og LANDSAT-satellittene betraktelig.

Konklusjonen på dette må bli at det allerede i dag er gode muligheter for grovere kartlegging av reinbeiteområder spesielt på mer flate områder som f.eks. Finnmarksvidda og områder i Finland og Sverige.

TABELL 1 SPOTSIMULERING HABAFJELL-SKRUBBEN

Kanalene S 1, S 2 og S 3. Dataene er stykkevis lineært kontrast-strukket. Tromsø Telemetristasjon. Relativ refleksjon.

| Vegetasjonstype           | S 1  | S 2   | S 3   |
|---------------------------|------|-------|-------|
| 1 Alno-Prunetum           | 32.9 | 50.2  | 101.2 |
| 2 Melico Betuletum        | 46.8 | 68.5  | 122.7 |
| 3 Empetro Betuletum       | 45.7 | 89.1  | 92.9  |
| 4 Eriophorion gracilis    | 46.9 | 95.9  | 69.1  |
| 5 Eriophorion latifoliae  | 56.1 | 112.3 | 96.0  |
| 6 Kobresio Dryadion       | 79.2 | 138.7 | 97.9  |
| 7 Diapensio-Loiseleuriet. | 50.9 | 99.1  | 83.2  |
| 8 Betuleto-geraniosum     | 32.5 | 50.6  | 102.5 |

Klasse 0 består av vatn, is, snø, elver og uklassifiserte piksler, og er ikke tatt med i klassifikasjonen.

TABELL 2 KLASSENES AREALMESSIGE UTSTREKNING

| Class                         | Hectares | % Cover | Npixels        |              |
|-------------------------------|----------|---------|----------------|--------------|
| 0                             | 1653.32  | 31.5 %  | 41333.         | Reject class |
| 1                             | 613.71   | 11.7    | 15342.         |              |
| 2                             | 319.32   | 6.0     | 7982.          |              |
| 3                             | 160.08   | 3.0     | 4002.          |              |
| 4                             | 422.48   | 8.0     | 10562.         |              |
| 5                             | 312.76   | 5.9     | 7818.          |              |
| 6                             | 445.04   | 8.4     | 11126.         |              |
| 7                             | 1007.12  | 19.2    | 25178.         |              |
| 8                             | 309.04   | 5.8     | 7726.          |              |
| Total area = 5242.87 hectares |          |         | 131071. PIXELS |              |

Vegetasjonstypenes norske navn.

1. Gråor-Heggeskog
2. Lågurtbjørkeskog
3. Krekling-bjørkeskog
4. Intermediær myr.
5. Rik myr.
6. Reinrosehei.
7. Greplyng-kreklinghei
8. Høgstaudebjørkeskog

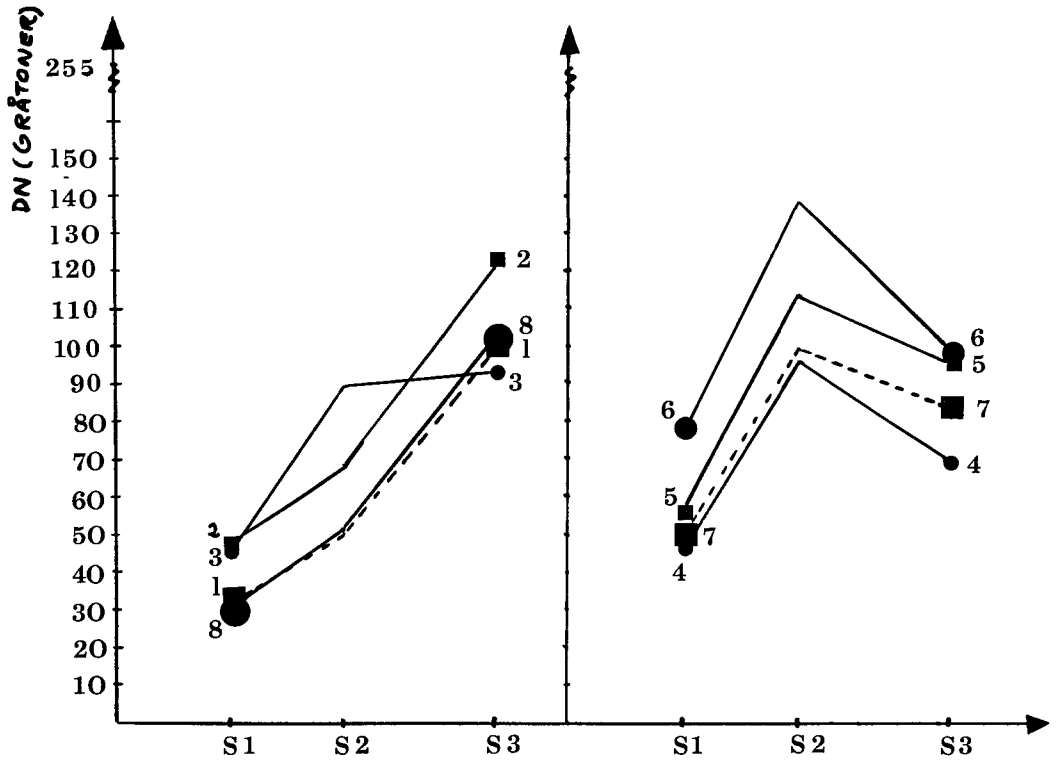


Fig. 6. Ulike signaturer som input for klassifikasjonsmetoden  
Tallene relaterer seg til vegetasjonstypene i Tabell 1.

Oversikt over ulike sensortyper

| Instrument (sensor)   | Passiv/<br>Aktiv | Bølgelengde   | Observerer  | Romlig<br>Nøyaktighet         | Oppøsning                        |
|---|------------------|---|---|-------------------------------|----------------------------------|
| SAR = Synthetic<br>Aperture Radar                             | A                | 3—25 cm   | Overflateavbildning<br>Objekter, fartøy, is<br>Bølgespekter (L 100 m)   |                               | 20 m x 20 m                      |
| Radar Altimeter (høyde-<br>måler)                             | A                | 2 cm  | Høyde<br>Signifikant bølgehøyde<br>(1—20 m)<br>Målinger over is og hav-<br>strømmer<br>Vindhastighet (0—10 m/s) | 10 cm<br>0,5 m, 10 %<br>2 m/s |                                  |
| Wind scatterometer<br>Radar scatterometer<br>(SASS)           | A                | 2—6 cm  | Vindhastighet (4—26 m/s)<br>Vindretning (0—360°)  | 2 m/s, 10 %<br>20°            | 50 km x 50 km                    |
| SMMR = Scanning Multi-<br>channel Microwave<br>Radiometer     | P                | 0,8—4,5 cm  | Sjøoverflatetemperatur<br>(10—30 °C)<br>Overflatevind (0—25 m/s)<br>Vanninnhold i atmosfæren<br>Havis           | 1 °C<br>2 m/s<br>10 %         | 100 km x 100 km                  |
| AVHRR = Advanced<br>Very High Resolution<br>Radiometer (NOAA) | P                | 0,58– 3,93 $\mu\text{m}$<br>10,3 –12,5 $\mu\text{m}$  | Skybilder, skytemperatur,<br>sjøoverflatetemperatur   | 0,15°                         | 1 km x 1 km                      |
| MSS = Multispektral<br>Scanner (LANDSAT)                      | P                | 0,5 – 1,1 $\mu\text{m}$                               | Reflektert sollys   |                               | 80 km x 80 km                    |
| TM = Thematic Mapper<br>(LANDSAT)                             | P                | 0,45– 2,35 $\mu\text{m}$<br>10,4 –12,4 $\mu\text{m}$  | Tematisk kartlegging<br>(vegetasjon, jordtyper,<br>urbane områder, etc)   |                               | 30 m x 30 m<br>120 m x 120 m     |
| HRV = High Resolution<br>Visible (instrument)<br>(SPOT)       | P                | 0,5 – 0,89 $\mu\text{m}$                              | Tematisk kartlegging  |                               | 10 m x 10 m<br>20 m x 20 m       |
| TOVS = TIROS Opera-<br>tional Vertical Sounder<br>(NOAA)      | P                | 0,69–14,96 $\mu\text{m}$<br>0,6 cm                    | Temperatur og vanndamp-<br>innhold i atmosfæren   |                               | 20 km x 60 km<br>100 km x 300 km |
| CZCS = Coastal Zone<br>Colour Scanner<br>(NIMBUS)             | P                | 0,433–0,800 $\mu\text{m}$<br>10,5 –12,5 $\mu\text{m}$ | Fargesedimenter i havet,<br>klorofyllindikatorer  |                               | 800 m x 800 m                    |

Kilde NOU 1983:24



## 12. SLUTTORD.

Jeg er overbevist om at utnyttelse av fjernmålingsteknikker v.h.a. satellitter har en framtid. Satellitten får etterhvert bedre oppløsning, og SPOT-satellitten vil være tilstrekkelig til å foreta oversiktskartlegging m.h.t. vegetasjon og reinbeiter. IR-bilder opptatt fra fly kan digitaliseres og de samme bildebehandlingsteknikker som for satellittbilder kan utnyttes. Jeg har bl.a. fått digitalisert IR-flybilder med en oppløsning på 1.5 x 1.5 meter. Jeg kan ikke presentere noen resultater nå, men jeg er sikker på at en kan oppnå mye ved en slik kartlegging av spesielt interessante områder (kjerneområder for reindriften).

I framtida vil "termiske" kanaler (3 - 14 um) på de senere LANDSAT- og SPOT-satellitter være av stor nytte for vegetasjonskartlegging (Biomasseestimat) og jordbunnskartlegging. Bruk av SAR-data (Fjernmåling v.h.a. mikrobølger som blir sendt ut i fra fly- eller satellittbåren radar), vil også ha store muligheter i et land med så mye tåke og overskyet vær som Norge. Dette er den eneste muligheten for oversiktlig kartlegging av vegetasjon over tropiske regnskoger, og er blitt utført med bra resultat.

LITTERATUR

- COLWELL, J.E., 1974. Vegetation canopy reflectance. Remote sensing of environment (3) pp. 173-175.
- ELVEN og VORREN, 1980. Flora and Phytogeography of the Habafjell-Skrubben area of central Troms, Northern Norway. IBG University of Tromsø.
- GILG, 1983. Personlig medd. GDTA - RSTS 1983, Frankrike.
- GRAVESTEJN, 1983. Personlig medd. BRGM -Orleans, Frankrike.
- IIS Imaging system, 1983. System 575 Digital Image Processing system, User's manual.
- NILSEN og PEDERSEN, 1983. Satellittfjernmåling, multispektral klassifisering og analyse. Nordlysobservatoriet - IMR Universitetet i Tromsø.
- Norges offentlige utredninger 1983:24 Satellittfjernmåling.
- SAINT, G., 1983. Testing an application using SPOT simulated Imagery, Crop inventory. C.N.E.S. Toulouse, Frankrike.
- TRAIZET, 1984. Personlig medd. (C.N.E.S. - Paris).