

# **Brug af satellitbilleder til vegetationsregistrering på Jameson Land**

Statusrapport for fase 1.

Rapporten er udarbejdet af  
Anders Mosbech og Birger Hansen

**Grønlands Miljøundersøgelser 1991**

## INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>RESUMÉ</b> .....	5
<b>1. INDLEDNING</b> .....	7
<b>2. PROJEKTETS FORMÅL</b> .....	9
<b>3. GENEREL BESKRIVELSE AF JAMESON LANDS VEGETATION</b> .....	10
<b>4. ANVENDTE DATA OG METODER</b> .....	11
<b>4.1 Beskrivelse af vegetationskortlægning på Jameson Land</b> .....	11
4.1.1 Kortgrundlag .....	11
4.1.2 Feltarbejde .....	11
4.1.3 Vegetationsinddeling .....	12
4.1.4 Udarbejdelse af kortblade .....	15
4.1.5 Tolkningssikkerhed .....	16
<b>4.2 Valg af områder til klassifikation på Spot-scenen og behandling af vegetationskortene</b> .....	16
4.2.1 Beskrivelse af de fire områder .....	18
<b>4.3 Valg af satellitdata</b> .....	20
<b>4.4 Valg af metoder til behandling af satellitdata</b> .....	22
4.4.1 Grønhedsindexet, NDVI .....	22
4.4.2. Vegetationsklassifikation på Spot-scenen .....	23
<b>5. RESULTATER</b> .....	25
<b>5.1 Det uklassificerede satellitbillede, NDVI</b> .....	25
<b>5.2 Satellitbilledet klassificeret v.h.a. felttolkede vegetationskort</b> .....	42
<b>5.3 Satellitbilledet unsupervised klassificeret</b> .....	47
<b>6. DISKUSSION</b> .....	49

<b>7. SATELLITBILLEDETS ANVENDELIGHED I MILJØFORVALTNING AF RÅSTOFAKTIVITETER</b> .....	54
<b>8. FORSLAG TIL FORTSÆTTELSE AF PROJEKTET</b> .....	56
<b>9. REFERENCER</b> .....	58

## **BILAG 1**

<b>SAMMENLIGNING AF VEGETATIONSTYPERNES FORDELING OG MÆNGDE PÅ VEGETATIONSKORTENE OG DET KLASSIFICEREDE SATELLITBILLEDE</b> .....	60
---	----

## RESUMÉ

Denne rapport beskriver første fase af projektet "Brug af satellitbilleder til vegetationsregistrering på Jameson Land", der er udført af Grønlands Miljøundersøgelser (GM) i samarbejde med Geografisk Institut.

I projektet er der foretaget en sammenligning mellem det vegetationskortlægningsarbejde GM har udført på Jameson Land og et SPOT satellitbillede optaget den 8.9.1986.

Sammenligninger er foretaget i fire udvalgte områder i Jameson Land, hvor GM's vegetations-kortlægning er baseret på felttolkning. Der er sammenlignet med det uklassificerede satellitbillede (NDVI/Grønhedsindex), og der er foretaget en vegetationsklassifikation af satellitbilledet ved hjælp af de felttolkede vegetationskort.

Der er med satellitbilledet opnået en nogenlunde beskrivelse af fordelingen af de dominerende vegetationstyper og en beskrivelse, der afspejler vegetationens frodighed. Resultaterne er opnået på trods af, at der er anvendt et efterårsbillede (8.9.1989), og at der er noget elektronisk støj på billedet. Det forventes, at der kan opnås bedre resultater med et bedre satellitbillede.

Ud fra de foreløbige resultater peger rapporten på, at satellitbilleder kan anvendes med fordel, hvor der er behov for en vegetationsbeskrivelse i et større område og hvor en opløselighed på 20x20 m er tilstrækkelig. Metodens fordel er at den er hurtig, objektiv og reproducerbar. I forhold hertil har manuel tolkning af flyfotos et subjektivt element fordi tolkningen indebærer nogle skøn og den er meget mere ressourcekrævende, men der kan ved manuel tolkning af flyfotos opnås en større detaljeringsgrad (større rumlig opløselighed og inddeling i flere vegetationstyper).

Det anbefales i rapporten at projektet fortsættes og at der anskaffes et satellitbillede fra planternes vækstsæson, således at sammenligningen mellem GM's vegetationskortlægning og satellitbilledet sker med optimale satellitdata.



## 1. INDLEDNING

I forbindelse med olieeftersforskningen i Jameson Land foretog Grønlands Miljøundersøgelser en vegetationskortlægning af store dele af Jameson Land. Vegetationskortlægningen var af betydning ved planlægning og regulering af olieefters forskningsaktiviteterne under hensyntagen til sårbare og værdifulde vegetationstyper og desuden gav vegetationskortlægningen vigtige oplysninger om Jameson Land som levested for moskusokser og gæs.

Da GM startede på arbejdet med vegetationskortlægningen i 1982, blev det vurderet, at opløseligheden af de satellitdata, der var tilgængelige på det tidspunkt, ikke var egnet til at foretage en tilstrækkelig præcis kortlægning af vegetationen. Vegetationskortlægningen af Jameson Land blev foretaget ved hjælp af falskfarvede nærinfrarøde flyfotos kombineret med feltarbejde på udvalgte lokaliteter. Arbejdet startede i 1982 og hovedparten afsluttedes i 1986 (Bay og Holt 1986).

Siden 1982 er der sket en betydelig udvikling i kvaliteten af satellitdata der kan benyttes til vegetationskortlægning. Der er især en bedre rumlig opløselighed (SPOT 20x20 m og LANDSAT TM 30x30 m). Ved hjælp af digitale satellitdata og digital billedbehandling er det idag muligt at foretage en kortlægning af forskellige vegetationstyper. GM fandt derfor, at det var af værdi med henblik på fremtidige projekter at få lavet en gensidig vurdering af henholdsvis en vegetationsregistrering ud fra satellitbilleder og den vegetationsregistrering i Jameson Land, der allerede er udført, ud fra falskfarvede nærinfrarøde flyfotos kombineret med feltarbejde.

GM tog på denne baggrund kontakt til Geografisk Institut, og samarbejdsprojektet "Brug af satellitbilleder til vegetationsregistrering på Jameson Land" startede i foråret 1990. Projektet blev delt i to faser. Denne rapport er en statusrapport for første fase af projektet og indeholder forslag til anden fase af projektet.

Som datagrundlag for første fase af projektet er anvendt et SPOT-satellitbillede, der i forvejen fandtes i Råstofforvaltningen for Grønlands regi og som velvilligt er udlånt

til dette projekt af Grønlands Forundersøgelser.

Billedbehandlingen og de statistiske beregninger er foretaget på Geografisk Institut ved hjælp af billedbehandlingssystemet CHIPS (Copenhagen Holm Image Processing System), mens tolkningen og vurderingen af resultaterne er foretaget af GM.

Som projektansvarlige repræsentanter er udpeget Birger Hansen fra Geografisk Centralinstitut og Anders Mosbech fra GM. Desuden har stud. scient. Anne Eiby fra Geografisk Institut arbejdet på projektet.

Sune Holt, ingeniørfirmaet Carl Bro, takkes for at have stillet erfaringer fra vegetationsklassifikation ved Angujartarfiup Nuna til rådighed. Jørgen Steensboe, Grønlands Forundersøgelser, takkes for oplysninger om priser på fotoflyvninger i 1982.

## **2. PROJEKTETS FORMÅL**

Projektets formål er :

1) At vurdere det vegetationskortlægningsarbejde, der allerede er udført på Jameson Land, i forhold til hvad der kan opnås ved analyse af satellitbilleder. Sammenligningen skal ske dels med hensyn til detaljeringsgrad (målestoksforhold), dels med hensyn til evne til adskillelse og genkendelse af de definerede vegetationstyper, dels med hensyn til pris.

2) At opnå en klassifikation af et eller flere satellitbilleder ud fra den vegetationsregistrering, der er foretaget i et område, hvor der er sket tolkning og registrering i felten. Det vil gøre det muligt hurtigt at få oplysninger om vegetationen ud fra satellitbilleder i tilfælde af et pludseligt opstået behov for en prøveboring i eller transport gennem et område, hvor der ikke tidligere er foretaget vegetationsregistrering.



### 3. GENEREL BESKRIVELSE AF JAMESON LANDS VEGETATION

Det nordøstlige hjørne og den østlige del af Jameson Land er et højlandsområde mellem 600 og 1100 over havet, hvorfra terrænet skråner jævnt mod vest. Hele vestsiden af Jameson Land - kaldet Heden - udgøres af et lavlandsområde, som gennemskæres af en lang række øst-vestgående elve. Dette område, der er det største sammenhængende lavlandsområde i Østgrønland, er et biologisk meget vigtigt område på grund af de store områder med sammenhængende vegetation, som danner grundlaget for et rigt dyreliv.

Vestsiden af Jameson Land fra kysten og op til ca. 400 meter-niveauet domineres i den centrale del af en sammenhængende dværgbuskhede. Der er hovedsagelig tale om tør dværgbuskhede. I enkelte områder, hvor jordbunden har et større nærings- og vandindhold, afløses den af fugtig dværgbuskhede. I det kystnære område på vestsiden findes den største koncentration af damme og søer, og i forbindelse med disse findes de biologisk vigtige kær. På de sydvendte skrån timer ved de mange elve, er de mikroklimatiske forhold optimale, her findes en frodig og kompleks vegetationsmosaik af fugtig hede, krat, urteli, tidlig sneleje og græslandsvegetation.

Øst for området med sammenhængende hedevegetation afløses vegetationen af åben dværgbuskhede og sene snelejer, som går over i en helt åben fjeldmarksvegetation. I den centrale og østlige del af Jameson Land findes over 500 meterniveauet større områder, som er vegetationsløse.

## 4. ANVENDTE DATA OG METODER

### 4.1 Beskrivelse af vegetationskortlægning på Jameson Land

Beskrivelsen af vegetationskortlægningen er i det væsentligste gengivet fra Bay og Holt (1986).

#### 4.1.1 Kortgrundlag

I samarbejde med Grønlands Tekniske Organisation udførtes i 1982 en fotoflyvning, hvor 1250 billeder blev optaget på falskfarvet nærinfrarød film, hvorved hele Jameson Land - ca. 12.000 km<sup>2</sup> - er dækket. Den anvendte filmtypen er en Kodak 2443, false colour infra red. Denne filmtypen ligner på mange måder en almindelig farvefilm, men er yderligere følsom over for en del af lyset i det infrarøde bølgeområde. Netop følsomheden i dette område gør denne filmtypen velegnet til at skelne mellem forskellige vegetations- og fugtighedsforhold. Der er anvendt et Hasselblad kamera med en 40 mm vidvinklet distagon. Filmformatet er 6 x 6 cm (5,6 x 5,6 cm), hvorfra der er lavet forstørrelser på 5 gange. Billederne er optaget med stereoskopisk dækning (60% længdeoverlap) og 0-20% overlap mellem de enkelte flyruter. Optagelserne fandt sted i juli måned, hvor vegetationen var maximalt udviklet. Der blev lavet aftryk af filmen fra udvalgte områder umiddelbart efter afslutningen af flyfotograferingen for at kontrollere kvaliteten, og de første felttolkninger blev udført. Billederne er reproduceret i 28 x 28 cm kopier svarende til et målestoksforhold på ca. 1 : 25.000.

#### 4.1.2 Feltarbejde

I starten af feltsæsonen 1983 udarbejdedes en vegetationsinddeling, som var baseret på feltarbejdet i 1982 og 83. Den egentlige felttolkning af flybillederne startede i 1983, hvor de fleste lokaliteter blev besøgt, og fortsatte under sommerfeltarbejdet de følgende tre år. I 1983 blev billeder fra 11 lokaliteter felttolket ved sammenligning mellem billedernes farvenuancer og de stedlige vegetationsforhold. Både lav- og

højlandslokaliteter i kystnære og centrale områder er felttolket, hvorved repræsentative områder med forskellige beliggenhed og topografi er undersøgt. På hver lokalitet blev der arbejdet 5-7 dage, og alt efter vegetationens kompleksitet blev der karteret mellem 3 og 15 km<sup>2</sup> om dagen. I årene 1984-86 blev yderligere et par lokaliteter felttolket. Gennem dette arbejde er der opnået kendskab til, hvordan de enkelte vegetationstyper fremstår på billederne i forskellige områder, således at det har været muligt at tolke og udtegne de ikke-felttolkede områder.

#### 4.1.3 Vegetationsinddeling

Efter at have opnået indgående kendskab til vegetationstypernes artssammensætning og deres fordeling i terrænet i forhold til de plantefordelende faktorer - topografi, jordbundsforhold og klima - blev vegetationen klassificeret. Der skelnes mellem 14 vegetationstyper og 4 typer af områder uden vegetation (impedimenter), som kan identificeres på billedmaterialet. Der er opstillet 5 hovedtyper, som er underinddelt i en række typer. Hovedtyperne er: kær, græsland, hede, krat og sneleje. Impedimenterne er grundfjeld, elvleje, sne og is plus søer og damme. Vegetationsinddeling følger i store træk Kamarkova & Webber (1980). Den enkelte vegetationstype karakteriseres ved en række karplanters hyppighed og dækningsgrad, og ved fordelingen i forhold til jordbunds- og topografiske forhold. Ved inddeling af hedetyperne anvendes dækningsgraden som det primære inddelingskriterium. Der skelnes mellem heder med en dækningsgrad 1) større end 75%, 2) mellem 75% og 25% og 3) heder med en dækningsgrad under 25%. Snelejerne er opdelt efter længden af den snefrie periode. Udover de to "klassiske typer" - tidligt og sent sneleje - forekommer endnu en type, pile-sneleje, som arealmæssigt er vigtig i Jameson Land.

Som grundlag for vegetationsinddelingen er et stort antal vegetationsanalyser udført i de enkelte vegetationstyper på udvalgte lokaliteter. Herved er indsamlet detaljerede oplysninger om vegetationstypernes artsammensætning, arternes dækningsgrad og frekvens, typernes fordeling i terrænet i forhold til topografiske forhold og jordens vandindhold. Ved vurdering af dækningsgraden er kategorierne karplanter og mosser

opgjort hver for sig, hvorved det totale plantedække godt kan overstige 100%, når der har været tale om en lagdelt vegetation.

**Tabel 1.** Vegetationsinddeling med angivelse af karakterplanter og vegetations-typernes relation til terrænforhold og jordens vandindhold.

Kode	Vegetations- enhed	Karakterplanter	Terrænforhold og jordens vandindhold
M1	Vådt kær	<i>Eriophorum scheuchzeri</i> , <i>Carex saxatilis</i> , <i>C. ra- riflora</i> , <i>C. stans</i>	Plant terræn ved vand- løb, søer og damme på våd bund
M2	Tuet kær	<i>Eriophorum triste</i> , <i>Ranun- culuc sulphureus</i> , <i>Arct- agrostis latifolia</i>	I lavninger og på skrånende terræn på våd bund
G1	Græsland	<i>Calamagrostis neglecta</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Arctagros- tis latifolia</i> , <i>Polygonum viviparum</i>	Plant og skrånende terræn på våd bund
G2	Strandeng	<i>Carex subspathacea</i> , <i>Puc- cinellia phryganodes</i> , <i>Stellaria humifusa</i>	Plant terræn langs kysten på våd bund
H2	Urteli	<i>Taraxacum spp.</i> , <i>Hieracium alpinum</i> , <i>Rhodiola rosea</i> , <i>Gentiana spp.</i>	På sydvendte skrå- ninger nedenfor sne- faner. Fugtig bund

Kode	Vegetations- enhed	Karakterplanter	Terrænforhold og jordens vandindhold
H3	Fugtig, frodig hede Dækning: > 75%	<i>Vaccinium uliginosum</i> <i>Betula nana</i> , <i>Cassiope</i> <i>tetragona</i>	Plant og skrånende terræn på fugtig bund
H4	Tør hede Dækning: 25 - 75%	<i>Cassiope tetragona</i> , <i>Vac-</i> <i>cinium uliginosum</i> , <i>Betula nana</i>	Plant og skrånende terræn på tør - fug- tig bund
H5	Tør, mager hede Dækning: < 25%	<i>Dryas octopetala</i> , <i>Betula</i> <i>nana</i> , <i>Vaccinium uligino-</i> <i>sum</i>	Plant og skrånende terræn på tør bund
H7	Fjeldmark	<i>Dryas octopetala</i> , <i>Arcto-</i> <i>staphylos alpina</i> , <i>Salix</i> <i>arctica</i>	Afblæsningsflader og strukturjord. Tør - våd bund.
H8	Klitter	<i>Dryas octopetala</i> , <i>Arcto-</i> <i>staphylos alpina</i> , <i>Salix</i> <i>Arctica</i>	Sandede, vinderoderede flader på tør bund
T	Krat	<i>Salix arctica</i> , <i>Potentil-</i> <i>la crantzii</i> , <i>Stellaria</i> <i>edwardsii</i>	Sydvendte skrånin- ger og fladt terræn på fugtig bund
S1	Tidligt sne- leje	<i>Salix arctica</i> , <i>S. herba-</i> <i>cea</i> , <i>Sibbaldia procum-</i> <i>bens</i> , <i>Carex scirpoidea</i>	Sydvendte skrånin- ger på fugtig bund. Tidlig snebar

Kode	Vegetations- enhed	Karakterplanter	Terrænforhold og jordens vandindhold
S2	Sent sneleje	<i>Salix arctica</i> , <i>Luzula confusa</i> , <i>Carex lachenaalii</i> , <i>Oxyria digyna</i>	Sent snebare områder på skrånende og plant terræn. Våd bund.
S3	Pile-sneleje	<i>Salix arctica</i> , <i>Carex bigelowii</i> , <i>Polygonum viviparum</i>	Fugtig bund på plant og svagt skrånende terræn. Middellangt snedække

Impedimenter (vegetationsløse områder)

I1	Grundfjeld, blokmark og bar jord
I4	Elvlejer
I5	Sne og is
L	Søer og damme

#### 4.1.4 Udarbejdelse af kortblade

De falskfarvede, nærinfrarøde flyfotos er tegnet sammen flyrutevis, og flere af naboflyruterne er tegnet sammen til kortbaner, som dækker op til 20 flyfotos. Således dækkes Jameson Land af en række kortbaner.

Da flybillederne ikke er rettet op, forekommer skævheder i kortbladene. Ved sammentegningen af flybillederne er billedmidterne anvendt for at minimere denne areal- og formmæssige unøjagtighed.

Efter sammentegningen af flybillederne og indtegning af elve og søer er vegetationstyperne identificeret på flybillederne og indtegnet på kortbanerne. Da vegetationstyperne ikke altid er skarpt afgrænset mod hinanden er anvendt et

spejlstereoskop, og afgrænsningen er så fastlagt ud fra kendskabet til de enkelte vegetationstypers udbredelse i forhold til topografiske forhold (og dermed også mikroklima og jordbund).

Vegetationskortene er farvelagt med letratone farvefilm, og valget af farver følger i store træk principperne, som angives af Kùchler (1967). Kær og græslandsområder er røde og violette, heder og krat er forskellige grønne nuancer, vegetationsfattige områder som fjeldmark og klitter er brune, og snelejer er orange og gule. Impedimenter er grå og lyseblå, mens søer og damme er blå.

#### 4.1.5 Tolkningssikkerhed

Generelt er tolkningen af vegetationen op til 10-15 km fra en felttolkningslokalitet forbundet med relativ høj sikkerhed, længere væk falder sikkerheden. Hvor vegetationsforholdene er meget ensartede, kan området med relativ høj tolkningssikkerhed være større. I modsætning hertil er sikkerheden med hensyn til skelnen mellem visse af vegetationstyperne mindre i områder, som er meget komplekse, og hvor typerne fremstår på en atypisk måde på flybillederne. Kvaliteten af tolkningen varierer således inden for det kortlagte område.

Identifikationen af og grænsedragningen mellem vegetationstyperne indenfor hovedtyperne (kær, hede og sneleje) er i nogle af de ikke-felttolkede områder forbundet med en vis usikkerhed. Det drejer sig især om områder, hvor der forekommer overgangstyper mellem vegetationstyper.

#### 4.2 Valg af områder til klassifikation på Spot-scenen og behandling af vegetationskortene

Til sammenligning af vegetationskortlægningen og satellitbilledet er der udvalgt 4 områder, hver på 5 x 5 km, der er omfattet både af vegetationskortlægningen og

satellitbilledet.

De fire områder er udvalgt så vegetationskortlægningen er udført ved felttolkning. Vegetationstyperne er tegnet ind på falskfarvede nærinfrarøde flyfotos i felten, så felttolkning kan udelukkes og de individuelle forskelle i tolkningen er minimale.

Ved udvælgelsen er der lagt vægt på at de vigtigste af de frodige vegetationstyper er godt repræsenteret og samtidig er det forsøgt at undgå områder i satellitbilledet der er forstyrret af en lodret fejlstribe p.g.a støj. Stribningen skyldes, at de elektroniske sensorer "snakker sammen", og den er gennemgående på de første SPOT-optagelser fra 1986, indtil den blev opdaget og rettet.

De eksisterende vegetationskort er scannet med en rumlig opløsning svarende til SPOT-data d.v.s. 20x20 meter. Satellitdata er derefter geometrisk oprettet til de digitaliserede vegetationskort for at gøre en sammenligning mulig. Der er en usikkerhed på opretningen på lokalt 2-3 pixels, og den skyldes primært, at vegetationskortene er udarbejdet på grundlag af en manuel sammensætning af flere flybilleder, der hver for sig har en indbygget fortegning.

Det blev forsøgt at lave en statistisk beskrivelse af vegetationstypernes fordeling på de fire lokaliteter ud fra en digitalisering af vegetationskortene. En del af farverne på vegetationskortene var imidlertid håndkolorerede. Det var årsag til at variationen i farverne på de farvelagte vegetationskort var for stor til at det var muligt at opstille entydige grænser for vegetationstyperne ud fra farveværdierne i de digitaliserede vegetationskort. Desuden var det ikke muligt automatisk at eliminere de med sort indskrevne vegetationskoder på kortene. Koderne "forurenede" således især mindre udbredte vegetationstyper.

Det blev derfor besluttet at lave en visuel sammenligning (semikvantitativ) af vegetationskortene og satellitbillederne i første fase af projektet. Vegetationskortene er desuden benyttet til den superviserede klassifikation af satellitbilledet, idet der er udtaget træningsklasser, se herom i afsnit 4.4.2.



#### 4.2.1 Beskrivelse af de fire områder

##### **Draba sibirica v. S-svinget**

Vegetationskort nr. 1251.

Der er valgt et område på den centrale del af Heden hvor Draba sibirica elven løber igennem og hvor der går et særligt frodigt bælte på tværs af Jameson Land. Området ligger knap 12 km fra kysten ved Hall Bredning og ca. 50 m over havet. Jordbunden består af sand og silt af fluvial og litoral oprindelse (Funder, S. 1988, Engraf, A. 1988) med et meget vekslende indhold af organisk materiale i overjorden.

Området er præget af Draba Sibirica Elvs slyngninger gennem landskabet og de mange mindre tilløb til elven. Elvens hovedløb skærer sig ret dybt ned i terrænet. Selve hovedløbet har stærk strøm, svingende vandstand og mange stejle skrænter. I september hvor vandstanden er lav, er der et sparsomt bevokset område langs elven på de tørlagte banker, hvor Grønlands nationalblomst den storblomstrerede gederams er karakterart.

Området består af bløde bakker gennemskåret af mange små bække, der har eroderet sig ned i terrænet. Omkring hovedløbet er den fugtige frodige hede (H3) og den tørre hede (H4) dominerende. Generelt er området frodigt med meget fugtig frodig hede og en del pilesnelejer. I de højestliggende og tørre områder er der tør hede (H4) domineret af kantlyng og på sandede bakketoppe er der klitter.

Der er et utal af mindre bække i området, hvoraf langt fra alle er med på vegetationskortet. Ofte løber bækkene i lavninger med kær, der er forsænket et par meter i forhold til det omgivende terræn. Lavningen kan f.eks. være 10 m bred, mens bækken er 0.5-1 m bred. Enkelte steder, hvor bække udmunder i et fladt område typisk nær hovedløbet, er der større sammenhængende kærområder.

**Lollandselv**

Vegetationskort nr.1151.

Der er valgt et område ved Lollandselv ca. 20 km SSØ for *Draba Sibirica* området i en knap så frodig egn, men området er dog stadig relativt frodigt. Området ligger ca. 18 km fra kysten og 130 m over havet.

Området er domineret af den tørre hede, der danner mosaik med den fugtig frodige hede, og der er væsentlige områder med pilesnelejer. Desuden er der mindre områder med fjeldmark, kær og tør mager hede.

**Olympelv vest**

Vegetationskort nr.1505.

Dette område ligger i en ret mager egn på den nordlige del af Heden, hvor en gren af Olympelven løber igennem. Området ligger 15 km fra kysten og 150 m over havet. GGU har karteret området som marin siltet skiffer.

Der er store ensartede flader af tør hede (H4), og det er stort set kun i forbindelse med elven og de større tilløb, at der er registreret anden vegetation. På de nordvendte dalsider og dalsidernes "skuldre", hvor der er mindre sol og snedækket blæses af om vinteren, er der områder med tør mager hede og fjeldmark. På de sydvendte skrånninger er der mindre områder med fugtig frodig hede (H3) og tuede kær (M2), og meget små områder med urteli og græsland. Flere tilløb til elven starter i små aflange kær områder.

**Olympelv øst**

Vegetationskort nr. 1506.

Dette område ligger umiddelbart øst for det foregående. Det ligger 20 km fra kysten og 175 m over havet. Området ligner det foregående, men er endnu mere magert. I

den tørre hede er der store områder med tør mager hede og fjeldmark.

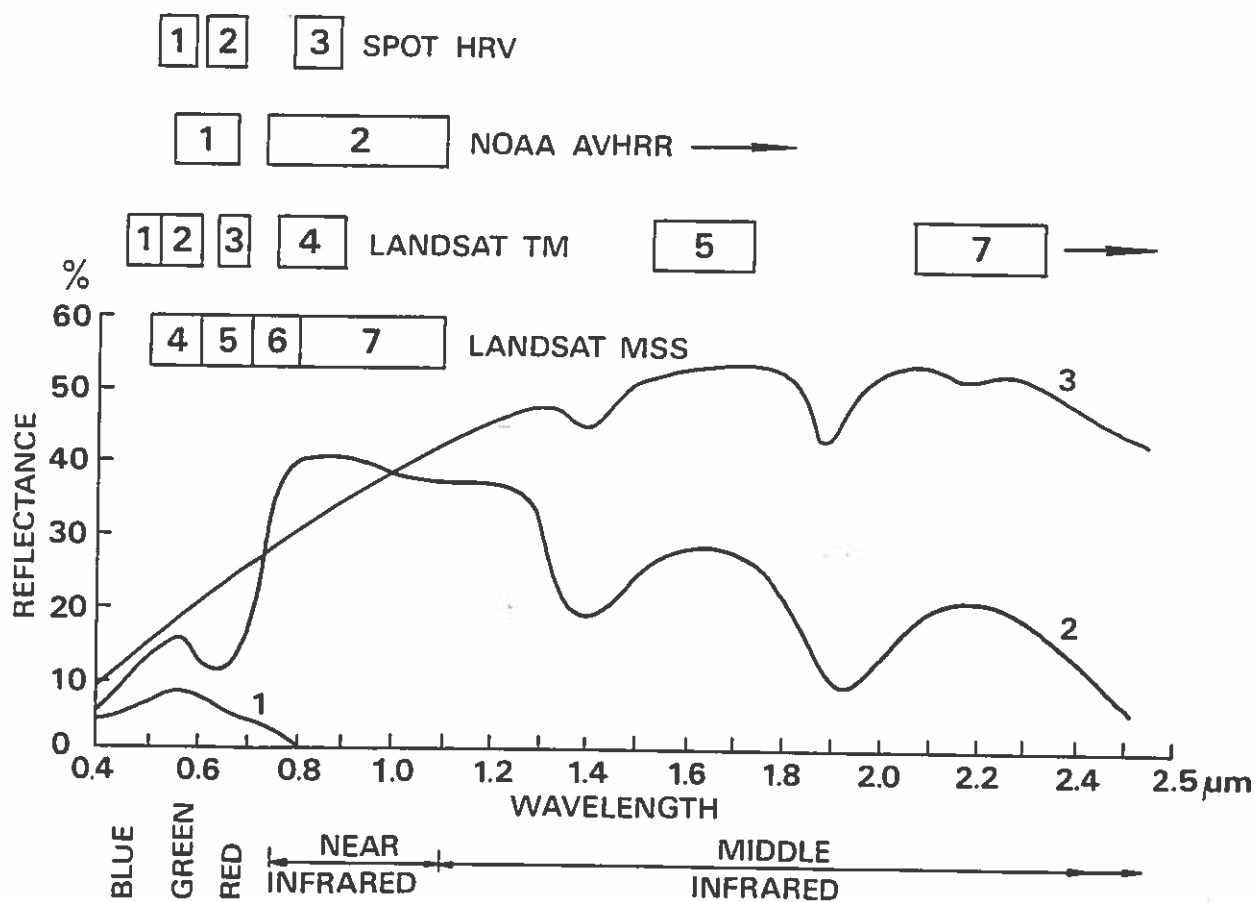
### 4.3 Valg af satellitdata

Satellitter er i større og større omfang taget i brug i kortlægningsøjemed, da det er en hurtig metode til overvågning af overfladeparametre i stor skala. Der eksisterer i dag flere satellit-systemer, der kan anvendes til registrering af variationer i vegetationen. Ved valg af satellittype er der flere faktorer, der må tages i betragtning. Ved kortlægning af variationer i vegetationens udbredelse i løbet af vækstsæsonen er det vigtigt med digitale data fra en satellit med en hyppig overflyvning, mens en kortlægning af forskellige vegetationstyper på et givent tidspunkt kræver data med en god rumlig opløselighed, d.v.s. et billedelement dækker et forholdsvis lille område på jordoverfladen. Endelig kan antallet af sensorer og deres dækningsområde i bølgespektret have indflydelse på valget af satellitdata.

NOAA-satellitterne har en god tidsmæssig opløsning, idet de overflyver undersøgelsesområdet hver 6. time. Til gengæld er den rumlige opløsning på 1x1 km for dårlig til en registrering af forskellige vegetationstyper. Af højoypløselige satellitdata findes SPOT (20x20 m), LANDSAT TM (30x30 m) og LANDSAT MSS (80x80 m). Prisen for en SPOT-scene (60x60 km) er ca. 16000.- og for en LANDSAT-TM-scene (185x185 km) ca. 32000.-, hvilket hurtigt begrænser indkøb af data til brug for et projekt med en snæver økonomi. Den bedre rumlige opløselighed medfører imidlertid, at disse to satellitter overflyver undersøgelsesområdet med flere dages mellemrum. De højoypløselige data nedtages desuden på specialbyggede nedtagestationer og ofte kun på bestilling, hvilket medfører et ringe udvalg af historiske data. LANDSAT TM har 7 sensorer i modsætning til SPOT's 3 sensorer, så denne type data kan være at foretrække på trods af den lidt dårligere rumlige opløsning, hvis der er behov for de ekstra spektrale informationer.

Da der i forvejen i Råstofforvaltningen for Grønlands regi af Grønlands Forundersøgelser var indkøbt en SPOT-scene, blev det besluttet i projektets første fase at se, hvad denne scene kunne bruges til. Scenen (SPOT nr. 686-201) er fra den 8.

september 1986. Det er et meget sent tidspunkt på året at undersøge vegetationen, og det har derfor fra starten sat nogen væsentlige begrænsninger for resultaterne for første fase af projektet. Det har fra starten af projektet været planlagt, at der i 2. fase af projektet skulle indkøbes en scene i planternes vækstsæson.



Figur 1. Reflektans som funktion af bølgelængde for vand(1), vegetation(2) og bar jord (3). Desuden er angivet spektralområder for de enkelte sensorer/kanaler for forskellige satelliter.

SPOT-systemet (Systeme Probatoire d'Observation de la Terre) er konstrueret og bygget af den franske rumstyrelse i samarbejde med SATELLITBILD i Sverige. Satellitens bane er solsynkron og næsten polær med en inklinationsvinkel på 98.7°. Et omløb varer 100

minutter, og satelliten passerer i zenith over samme sted på jorden på samme soltid. SPOT har to identiske højopløsende multispektrale instrumenter, som kan arbejde uafhængigt af hinanden. Lyset fra jorden føres via spejle, linser og prismer til sensorerne, hvor data registreres digitalt i 256 gråtoneværdier opdelt i spektralbånd efter lysets bølgelængde. Der registreres i tre spektrale områder (tabel 2).

**Tabel 2.** SPOT-systemets 3 spektralbånd

Kanal nr.	Båndvidde, $\mu\text{m}$	Farve
1	0.50 - 0.59	grøn
2	0.61 - 0.68	rød
3	0.79 - 0.89	infrarød

SPOT passerer over samme område hver 26. dag. Jo nærmere, den kommer polerne, des mere overlapper de observerede baner hinanden, hvilket medfører en hyppigere dækning. Ved desuden at dreje spejlene (maximalt  $\pm 27^\circ$ ) kan data fra et bestemt område tæt på polerne fås med 1-2 dages mellemrum. Udnyttes denne mulighed, vil det imidlertid være nødvendigt med undersøgelser af planterens refleksionsegenskaber ved forskellige synsvinkler. SPOT-optagelsen til denne opgave er næsten lodret - spejlet er drejet  $7.8^\circ$  mod øst.

#### 4.4 Valg af metoder til behandling af satellitdata

Fra SPOT-scenen den 8.9.86 er der udtaget 36 delbilleder (512x512 pixels). Fire områder er udvalgt til sammenligning med de farvelagte vegetationskort. Kriterierne for udvælgelsen er beskrevet i afsnit 4.1.1.

##### 4.4.1 Grønhedsindexet, NDVI

Kanal 1 og 2 scanner i den del af strålingsspektret, hvor planterne absorberer og

anvender den indkomne solarstråling i fotosynteseprocessen, mens kanal 3 måler i et bølgelængdeområde, hvor et stort bladareal giver en stor refleksion. En grøn vegetation vil derfor give et højt signal i kanal 3 og et relativt lavere signal i kanal 1 og 2 (jvf. figur 1). Man kan anvende forskellige matematiske formler for at opnå en god korrelation mellem den målte forskel i strålingsintensiteten i kanal 2 og 3 og en bestemt vegetationsparameter som f.eks. bladareal og biomasseproduktion. Den mest anvendte algoritme til vegetationskortlægning fra satellitter udnytter dette og benævnes The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). NDVI er for SPOT-kanalerne defineret som:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{kanal 3} - \text{kanal 2}}{\text{kanal 3} + \text{kanal 2}}$$

hvor NDVI for vegetationsflader vil ligge mellem 0-1 og vegetationsløse flader (klippe, vand, sne og is) vil ligge mellem -1-0. NDVI lig 0 angiver en vegetationsløs overflade mens NDVI lig 1 angiver en grøn vegetation med 100 %'s dækning. Ved skalering af NDVI kan man opnå et meget detaljeret angivelse af vegetationens dækningsgrad. Desværre er den anvendte SPOT-scene optaget på et relativt sent tidspunkt i vækstsæsonen (8-9-1986), og man må forvente forholdsvis lave NDVI-værdier.

Lave NDVI-værdier og den lave dækningsgrad indikerer en mulig anvendelse af kanal 1. Reflektionen fra denne kanal har vist en god korrelation med jordens vandindhold. Våde jorde vil optræde som mørke felter med lave værdier, mens tørre jorde vil optræde som lysere felter med højere værdier.

#### 4.4.2. Vegetationsklassifikation på Spot-scenen

Gennem de sidste 10-15 år er der udviklet metoder til klassifikation af vegetation ved hjælp af satellitdata suppleret med felttolkninger. Metoderne forudsætter, at det er muligt at skelne de enkelte vegetationsklasser fra hinanden på basis af deres

refleksionsegenskaber i de bølgelængdeintervaller, hvor satellitten scanner.

Et eksempel på en såkaldt "supervised" klassifikationsmetode, hvor forhåndskendskab til området udnyttes, er Minimum Distance-modellen, herefter kaldet MINDIST. De 11 overfladetyper, der optræder på de fire udvalgte områder, defineres udfra mindre prøveområder på vegetationskortene. De udpegede prøveområder kaldes træningsklasser. Ved at foretage statistiske beregninger på kanal 1-3 og NDVI-billedet fremkommer indenfor hver træningsklasse minimum-, maximum og middelværdier, korrelation mellem kanalerne, variansen indenfor hver kanal, samt kovariansen mellem kanalerne.

Ved kørsel af MINDIST klassificeres satellit-billedets enkelte pixels i de enkelte kanaler ud fra, hvilken vegetationsklasses middelværdi, der ligger nærmest. Metoden tager ikke højde for spredning og skævhed i klasserne. Samtlige billedelementer bliver på denne måde klassificeret, men nøjagtigheden af klassifikationen er afhængig af den nøjagtighed, hvormed træningsklasserne er udtaget.

## 5. RESULTATER

### 5.1 Det uklassificerede satellitbillede, NDVI

NDVI for de fire områder er afbildet på billedsiderne. Værdierne for NDVI ligger mellem 0 og 0.35 max. Det er ret lave NDVI-værdier, og det afspejler, at satellitbilledet er et efterårsbillede. NDVI-værdierne i et billede fra vækstsæsonen vil forventes at gå op til 0.6-0.7 og giver således rum for en mere detaljeret adskillelse af frodigheden.

I de fire områder er NDVI-værdierne inddelt i 10 intervaller, der går fra det vegetationsløse ( $<0$ ) til det mest frodige (0.35). NDVI-værdierne er visuelt sammenlignet med vegetationskortene. Generelt fremtræder topografien på de fire NDVI-billeder tydeligt, og der er ofte inden for hver enkelt lokalitet en vis overensstemmelse mellem frodighedsindexet og forekomsten af de frodige vegetationstyper. Det er dog ikke muligt udfra frodighedsindexet at sige hvilken vegetationstype, det drejer sig om, dertil er der for stor spredning i frodigheden inden for den enkelte vegetationstype.

Ved *Draba Sibirica* Elv ligger de større sammenhængende kærømråder generelt over en NDVI-værdi på 0.24, mens en del af de mindre smalle kær ikke fremtræder så tydeligt. Det er den eneste vegetationstype, der generelt har så høj frodighed. Den fugtige frodige hede dækker værdierne fra 0.15 og opad, og pilesnelejerne ligger i samme værdier men generelt lidt lavere, der er ikke grænser mellem disse to typer på NDVI-billedet. Når pilesnelejet fremtræder ligeså frodigt, som den frodige fugtige hede, er det fordi billedet er fra september. I juli må der forventes langt større forskel på disse to vegetationstyper. Den tørre hede, der dækker 1/3 - 1/2 af arealet, har også en stor variation i frodighed fra 0.03 til 0.15. Vegetationsløse områder og områder med sparsom vegetation som elvlejer kan ikke adskilles fra hinanden, men skiller sig ud fra de øvrige med en NDVI mindre end 0.06 og store sammenhængende grupper af pixels med 0-værdi. Fjeldmark og klitter har typisk en mosaik af pixel med værdier mellem 0 og 0.09.



figur 3

figur 4

figur 5

figur 6

figur 7

figur 8

figur 9

figur 10



figur 11

Ved **Lollandselv** ligger NDVI-værdierne både for den frodige hede og kær fra 0.15 til  $> 0.24$ , og der kan ikke ses nogen forskel. Pilesnelejer ligger lidt lavere (0.12 - 0.21) men med et stort overlap til de førstnævnte typer. Den tørre hede ligger fra 0.03 til 0.15 i isolerede enkeltpixels dog endnu højere. På trods af at der således umiddelbart er meget dårlig adskillelse mellem forskellige vegetationstyper, giver kortet et indtryk af, hvordan frodigheden er fordelt i området, og der danner sig tilsyneladende et bedre topografisk billede end på vegetationskortet.

Ved **Olympelv** er det karakteristisk, at den tørre hede har meget stor variation i NDVI-værdier (fra 0.06 til over 0.24), og at den har højere værdier end på de andre lokaliteter. Der kan således her på den tørre hede findes sammenhængende områder med maximale værdier mellem 0.21 og 0.24. En mulig forklaring på at den tørre hede er mere frodig i dette område på dette tidspunkt kan være, at der falder mere nedbør, fordi området ligger højere. De fleste kær områder ligger på den maximale værdi over 0.24, mens de tuede kær ikke skiller sig ud fra den tørre hede. Fjeldmark er mindre end 0.03 og tør mager hede ligger stort set mellem 0.03 og 0.09.

Der kan peges på 3 væsentlige årsager til de store variationer i NDVI pixel-værdier hos især hedetyperne og pilesneleje på alle lokaliteterne og lokaliteterne imellem.

1. Vegetationstyperne er primært defineret plantesociologisk og afspejler en række andre faktorer en frodighed, og derfor må de naturligt indeholde en vis variation i frodighed.
2. Der er forskellig rumlig opløselighed og forskelle i informationsbehandlingen. Ved behandlingen af satellitbilledet bliver hver pixel (dvs 20 x 20 m firkant) behandlet uafhængigt af nabopixels. Den rumlige opløselighed er således klart defineret og afbildes direkte uden nogen integration af informationen.

Ved vegetationskortlægningen er de mindste områder, der er kortlagt selvstændigt ca. 50 x 200 m, mens luftfotografiet, der ligger til grund, har en rumlig opløselighed på ca 4x4 m (den rumlige opløselighed er dog ikke

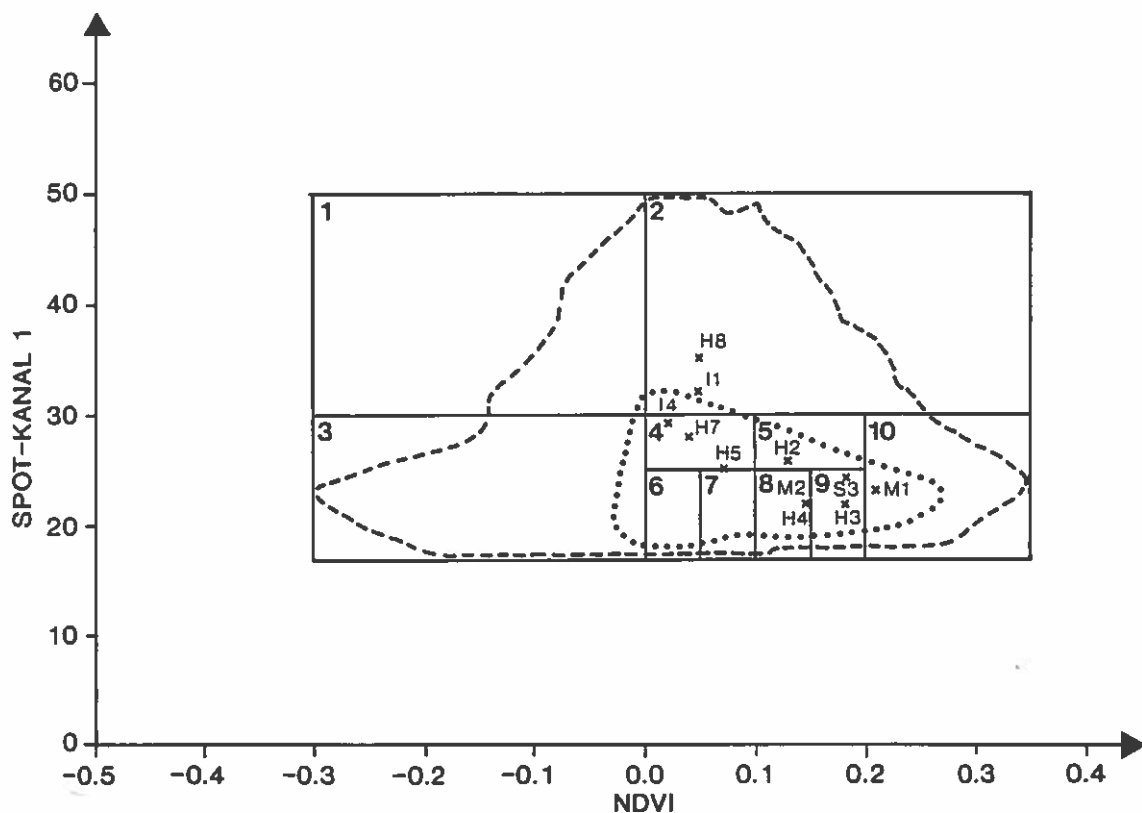
proportional med informationsmængden, der er ikke så mange spektrale oplysninger i det falskfarvede nærinfrarøde luftfoto som i det multispektrale satellitbillede). Ved kortlægningen er der her ledt efter sammenhængende vegetationstyper af min. 50 x 200 m, mens grænser mellem overgangstyper, hvor typerne er blandede i en mosaik, er lagt efter et skøn af helhedsbilledet. Der er således ud fra et mere detaljeret informationsmateriale ved vegetationskortlægningen sket en kompleks bearbejdning af informationerne for at få et forenklet og overskueligt resultat.

Der er ikke ved satellitbilledet samme grad af informationsbearbejdning som ved vegetationskortlægningen. Billedbehandlingen af satellitdata kunne tilnærmes til vegetationskortlægningen, hvis algoritmen f.eks. undertrykte enkelte isolerede pixels (filtrering).

3. Der er inden for samme vegetationstype en variation i fænologi, der måske netop i september giver særlig stor forskel i frodighed, fordi de mere tørre dele af typen er mere efterårpræget end de mere fugtige.

Til vegetationsklassifikationen er der udtaget træningsklasser fra 11 forskellige vegetationstyper. I tabel 3 ses en statistisk behandling af de spektrale værdier og NDVI i de pixels, der er udtaget fra hver vegetationstype. Middelværdien af NDVI er afsat ud af x-aksen i figur 2. Vegetationstypernes middel-NDVI ligger meget tæt, og der er et stort overlap mellem 90 % fraktilerne. Disse resultater svarer til den visuelle observation i de fire områder, at vegetationstyperne ikke kan adskilles alene på forskelle i frodighed.

Urteli og tuet kær har en påfaldende lav NDVI både i den visuelle sammenligning og i de udtagne træningsklasser. Det skyldes formentlig, at vegetationen er vissen og



**Figur 2.** Isolinier for pixelconcentration i scattergram hvor pixelværdier i kanal 1 er afbildet som funktion af pixel NDVI. Den prikkede linie angiver isolinien for 100 observationer, den stiplede for 1 observation (hele SPOT-scenen). Kanal 1 beskriver lysheden som aftager jo fugtigere overfladen er. NDVI er grønheden der stiger med frodigheden.

Middelværdier for vegetationstypernes træningsklasser i den superviserede vegetationsklassifikation er angivet, (middelværdi i kanal 1 som funktion af middelværdi af NDVI, træningsklasser medtaget fra alle fire områder) Se vegetationstypekoder i tabel 1.

Som et eksempel på en usuperviseret klassifikation er pixel inddelt i klasser nummereret fra 1 til 10. Hvor pixel-tætheden er lav er der anvendt mere rummelige klasser.

Tabel 3. Statistiske beregninger på de 11 overfladetyper

VEGETATIONSKLASSE M1: KØR				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 1166				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	21.92	15.55	23.84	120.63
MAX	26.00	22.00	35.00	131.00
MIN	19.00	13.00	17.00	106.00
95% <	24.19	18.16	31.12	130.34
5% <	19.65	12.93	16.57	110.93
VARIANS	1.34	1.78	13.78	24.52
KORRELATION	0.74 (1-2)			
	0.59 (1-3)	0.77 (2-3)		
	0.21 (1-NVI)	0.28 (2-NVI)	0.82 (3-NVI)	

VEGETATIONSKLASSE M2: TUET KØR				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 272				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	22.06	15.01	20.25	114.92
MAX	24.00	16.00	22.00	118.00
MIN	21.00	14.00	18.00	111.00
95% <	23.50	16.33	22.05	118.65
5% <	20.61	13.69	18.45	111.19
VARIANS	0.55	0.45	0.84	3.62
KORRELATION	0.55 (1-2)			
	0.54 (1-3)	0.68 (2-3)		
	0.03 (1-NVI)	-0.36 (2-NVI)	0.44 (3-NVI)	

VEGETATIONSKLASSE H2: URTELI				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 104				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	25.69	19.75	26.08	113.22
MAX	29.00	23.00	35.00	124.00
MIN	21.00	16.00	19.00	105.00
95% <	29.82	23.82	36.11	124.62
5% <	21.57	15.68	16.04	101.82
VARIANS	4.43	4.31	26.23	33.84
KORRELATION	0.94 (1-2)			
	0.86 (1-3)	0.83 (2-3)		
	0.59 (1-NVI)	0.51 (2-NVI)	0.90 (3-NVI)	

Tabel 3. Statistiske beregninger på de 11 overfladetyper, fortsat

VEGETATIONSKLASSE H3: FUGTIG, FRODIG HEDE				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 4683				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	21.68	15.34	22.18	118.08
MAX	32.00	24.00	33.00	130.00
MIN	18.00	12.00	13.00	100.00
95% <	25.34	18.85	28.01	126.78
5% <	18.01	11.83	16.34	109.39
VARIANS	3.50	3.20	8.87	19.68
KORRELATION	0.85 (1-2)			
	0.77 (1-3)	0.75 (2-3)		
	0.10 (1-NVI)	-0.13 (2-NVI)	0.56 (3-NVI)	

VEGETATIONSKLASSE H4: TØR HEDE				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 26111				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	22.09	15.06	20.24	114.68
MAX	47.00	45.00	47.00	126.00
MIN	18.00	10.00	10.00	88.00
95% <	24.77	17.82	24.27	122.09
5% <	19.42	12.30	16.21	107.26
VARIANS	1.86	1.98	4.22	14.31
KORRELATION	0.79 (1-2)			
	0.61 (1-3)	0.67 (2-3)		
	-0.03 (1-NVI)	-0.18 (2-NVI)	0.61 (3-NVI)	

VEGETATIONSKLASSE H5: TØR, MAGER HEDE				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 5141				
	KANAL 2	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	25.37	18.66	21.54	107.19
MAX	43.00	36.00	39.00	127.00
MIN	20.00	14.00	13.00	90.00
95% <	30.41	23.97	27.29	118.20
5% <	20.32	13.35	15.79	96.18
VARIANS	6.63	7.33	8.60	31.55
KORRELATION	0.92 (1-2)			
	0.63 (1-3)	0.68 (2-3)		
	-0.38 (1-NVI)	0.43 (2-NVI)	0.37 (3-NVI)	

Tabel 3. Statistiske beregninger på de 11 overfladetyper, fortsat

VEGETATIONSKLASSE H7: FJELDMARK				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 2099				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	28.13	21.84	23.56	103.53
MAX	42.00	40.00	44.00	124.00
MIN	18.00	12.00	10.00	74.00
95% <	36.53	30.42	33.59	114.36
5% <	19.73	13.26	13.53	92.71
VARIANS	18.36	19.17	26.20	30.50
KORRELATION	0.95 (1-2)			
	0.89 (1-3)		0.88 (2-3)	
	0.09 (1-NVI)		-0.02 (2-NVI) 0.44 (3-NVI)	

VEGETATIONSKLASSE H8: KLIT				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 1049				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	34.67	30.36	32.86	104.57
MAX	50.00	50.00	50.00	132.00
MIN	20.00	12.00	15.00	92.00
95% <	46.48	45.45	46.45	117.52
5% <	22.86	15.27	19.26	91.62
VARIANS	36.33	59.28	48.10	43.65
KORRELATION	0.94 (1-2)			
	0.93 (1-3)		0.91 (2-3)	
	-0.43 (1-NVI)		-0.58 (2-NVI) -0.20 (3-NVI)	

VEGETATIONSKLASSE S3: PILE-SNELEJE				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 5166				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	23.64	16.88	24.28	117.87
MAX	28.00	20.00	30.00	126.00
MIN	20.00	13.00	17.00	103.00
95% <	26.18	19.38	28.87	123.85
5% <	21.10	14.38	19.69	111.90
VARIANS	1.68	1.63	5.48	9.30
KORRELATION	0.74 (1-2)			
	0.78 (1-3)		0.77 (2-3)	
	0.32 (1-NVI)		-0.02 (2-NVI) 0.62 (3-NVI)	

Tabel 3. Statistiske beregninger på de 11 overfladetyper, fortsat

VEGETATIONSKLASSE 11: VEGETATIONSLØST OMRÅDE				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 1016				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	31.48	25.70	28.30	105.25
MAX	45.00	41.00	44.00	124.00
MIN	20.00	12.00	13.00	86.00
95% <	44.79	41.28	43.49	118.84
5% <	18.18	10.13	13.11	91.67
VARIANS	46.07	63.11	60.08	48.06
KORRELATION	0.97 (1-2)			
	0.94 (1-3)	0.92 (2-3)		
	-0.29 (1-NVI)	-0.41 (2-NVI)	-0.02 (3-NVI)	

VEGETATIONSKLASSE 14: FLODSENG				
ANTAL PIXELS I TRÆNINGSKLASSE: 2736				
	KANAL 1	KANAL 2	KANAL 3	NDVI
MEAN	28.72	22.65	23.65	101.70
MAX	40.00	33.00	35.00	126.00
MIN	20.00	14.00	9.00	72.00
95% <	37.13	31.20	33.94	117.34
5% <	20.30	14.10	13.35	86.05
VARIANS	18.43	19.02	27.58	63.75
KORRELATION	0.96 (1-2)			
	0.84 (1-3)	0.80 (2-3)		
	0.07 (1-NVI)	-0.04 (2-NVI)	0.56 (3-NVI)	



**Tabel 4.** Arealmæssig fordeling af de enkelte vegetationsklasser, som de genkendes ved hjælp af SPOT-data. Hele SPOT-scenen.

Vegetationsklasse	Pixels	% af land	Km <sup>2</sup>
Scenen totalt	261144	138.5	3600
Land totalt	189212	100.0	2600
Kær	11219	5.9	154
Tuet kær	0	0	0
Urteli	9914	5.2	136
Frodig, fugtig hede	12765	6.8	176
Tør hede	50887	26.9	699
Tør, mager hede	44817	23.7	616
Fjeldmark	5116	2.7	70
Klit	12793	6.8	176
Pile-sneleje	21409	11.3	294
Vegetationsløst område	5267	2.8	72
Flodseng	15025	7.9	207

desuden er træningsklasserne meget små. Især urteli findes ofte i en vegetationsmosaik, hvor den findes i pletter på få m<sup>2</sup> og slet ikke kommer med som ren urteli i en pixel, der svarer til 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m).

## 5.2 Satellitbilledet klassificeret v.h.a. felttolkede vegetationskort

Ved MINDIST-klassifikationen er der benyttet både middelværdier fra de tre Spotkanaler og NDVI (der er beregnet ud fra kanal 2 og 3). Herved vægtes information om frodigheden i karakteriseringen af vegetationstyperne og klassifikationen af pixels, men information fra kanal 1, der primært fortæller om lyshed, indgår også og medvirker til at adskille vegetationstyperne.

Mean-værdierne af lyshed (repræsenteret ved kanal 1) og NDVI for hver træningsklasse

er afsat i figur 2 og illustrerer, at der er små spektrale forskelle mellem overfladetyperne. Lysheden af en overflade afhænger blandt andet af jordens vandindhold, således at et fugtigt (og mørkt) område alt andet lige vil reflektere mindre sollys end et tørt (og lyst).

Hvis max- og min-værdier indtegnes, vil der være store overlap. Den stiplede linie angiver iso-kurven for 1 observation, og den prikkede for 100 observationer, det vil sige, at størsteparten af de digitale informationer ligger meget tæt.

Det kan derfor allerede af statistikken på træningsklasserne ses, at det ikke er 100 % muligt at adskille de 11 overfladetyper ved hjælp af satellitdata.

Den manglende normalfordeling viser sig ved skævhed i klasserne. Dette skyldes sandsynligvis ikke forskelle mellem lokaliteterne, som snarere ville have bevirket flere toppe i fordelingen. En højre/venstre skævfordeling tyder snarere på, at nogle "outlayers" (atypiske områder) burde luges ud af træningsklasserne. Men disse outlayers kan være udtryk for den måde vegetationen er kortlagt på, og at områder med f.eks. hede ikke er homogent.

For hver af de fire lokaliteter er der foretaget en visuel sammenligning af vegetationskortet og det klassificerede Spot-billede (bilag 1). Her gennemgås vegetationstyperne i rækkefølge efter deres arealmæssige dækning, og afvigelser mellem vegetationskortlægningen og det klassificerede satellitbillede diskuteres i sammenhæng med statistikken på træningsklasserne.

Når GMs vegetationskortlægning her betragtes som facit (repræsenterende virkeligheden) bygger det på, at alle lokaliteter er felttolket og derfor tolket med stor sikkerhed, og at formålet snævert set er at reproducere vegetationskortlægningen ved hjælp af satellitbilledet. At vegetationskortlægningen i sig selv er en fortolkning og forenkling af virkeligheden, og at dette giver problemer ved klassifikationen af satellitbilledet, er diskuteret i kapitel 6.

#### **Tør Hede H4**

Tør hede er en vigtig vegetationstype på alle fire lokaliteter. I det frodigste område ved Draba Sibirica Elv er typen nogenlunde korrekt placeret og findes i nogenlunde korrekt mængde. På de mindst frodige lokaliteter (Olympelv) er typen underrepræsenteret, og det er især typerne frodig hede, kær og pilesneleje der breder sig, hvor den burde være. Af statistikken over pixel i træningsklasserne ses, at det er pixel med højere NDVI, der bliver fejlklassificeret. Den relativt høje frodighed af tør hede på lokaliteterne ved Olympelv er diskuteret under NDVI (afsnit 5.1)

#### **Fugtig frodig hede H3**

Typen forekommer rigeligt på de to frodige lokaliteter (D.S. og L.), mens den har sparsom forekomst på de to magre (O.). På det klassificerede satellitbillede er den underrepræsenteret på de to frodige lokaliteter til fordel for kær og pilesneleje, mens den er overrepræsenteret på de to magre lokaliteter og breder sig ud over den tørre hede. Der er tilsyneladende en del forskel i vegetationstypens spektrale værdier på de frodige og de magre lokaliteter. Typen er lysere og frodigere end gennemsnittet på de frodige lokaliteter og bliver derfor her delvist erstattet med de frodigere typer.

#### **Tør mager hede H5**

Typen forekommer på alle fire lokaliteter og i væsentlige mængder ved O. Typen er generelt overrepræsenteret på satellitbilledet, hvor den trænger sig ind på den tørre hede. I de frodige områder sker dette især ved flodlejer. Typen ligger ligesom urteli centralt i punktsværmen (fig 2) og med pæn afstand til nabotyper, en del pixel med blandet vegetation vil derfor ved MIN-dist. klassifikationen blive klassificeret som denne type.

#### **Pilesneleje S3**

Typen forekommer rigeligt på de to frodige lokaliteter (D.S og L.), mens den ikke forekommer på de to magre (O.). På det klassificerede satellitbillede er den rimeligt korrekt repræsenteret på lokaliteten ved D., mens den er overrepræsenteret på resten. Ved L. er det frodig hede, det går ud over, mens det ved O. især er tør hede. Ses der på statistikken, betyder dette, at den frodige hede ved L er relativ lys, og den tørre

hede ved O er relativ frodig.

### **Kær M1**

Kær forekommer på alle fire lokaliteter. På det klassificerede satellitbillede er kær generelt overrepræsenteret på bekostning af frodig hede på de frodige lokaliteter og især tør hede på de magre lokaliteter. Kær er klart den frodigste klasse af vegetationstyperne og breder sig ind over frodige dele af andre typer. Klassifikationen kunne nok generelt forbedres ved at begrænse denne type.

### **Fjeldmark H7**

Typen forekommer på alle fire lokaliteter, men er ikke særlig korrekt repræsenteret på det klassificerede satellitbillede. Der er især sammenblanding med vegetationsløst område, flodleje og klit. Forskellen i middel-NDVI mellem disse typer er kun 0.05, mens der er lidt større forskel i lyshed. Da det drejer sig om vegetationstyper, der typisk forekommer i små eller smalle områder (på de fire lokaliteter) og der er en betydelig randeffekt med flere vegetationstyper i pixel, kan det derfor ikke undre, at adskillelsen er dårlig.

### **Klit H8**

Typen er kun registreret ved D.S., og her genfindes denne forekomst rimeligt korrekt på satellitbilledet. På billedet af hele Spot-scenen er der store områder i højlandet med fjeldmark, der er klassificeret som klit. Dette viser, at det kan være nødvendigt med træningsklasser i alle de forskellige egne af en scene. Det er dog muligt, at det ikke havde været nødvendigt på en scene fra vækstsæsonen.

### **Vegetationsløst/flodseng**

En af de to typer forekommer på alle lokaliteter. Typerne er taget sammen her, fordi de generelt er dårligt adskilt. På de to frodige lokaliteter er de rimeligt korrekt repræsenteret på satellitbilledet, mens de er overrepræsenteret på de magre. Det er især de to forgående typer, de blander sig med. Flodsengen er en blanding af selve elven og bredderne og har den laveste NDVI af alle typerne.

### **Tuet kær M2**

Tuede kær forekommer på to lokaliteter men i meget små områder, og det er derfor kun udtaget meget små træningsklasser. På det klassificerede satellitbillede er typen slet ikke repræsenteret. Ved MIN-dist klassifikationen ligger typen så tæt på den tørre hede, at den er udgået. Typen er formentlig meget lidt karakteristisk på denne årstid, og da træningsklasserne er små, er der risiko for en betydelig fejl p.g.a randeffekter (overgangsformer mellem vegetationstyperne).

### **Urteli H2**

Typen forekommer kun i et lille område på en lokalitet, og der har derfor kun kunnet udtages en lille træningsklasse. Frodigheden i træningsklassen for denne type er lav i forhold til de andre frodige vegetationstyper, og det skyldes nok, at denne type er mere efterårsvissen, men der er betydelig usikkerhed, når der arbejdes med så lille en træningsklasse. I modsætning til de tuede kær, der også havde en begrænsning på lokaliteterne og som helt faldt ud på satellitbilledet, er der en stor mængde urteli på satellitbilledet. Det skyldes formentlig en tilfældighed, at denne dårligt karakteriserede vegetationstype ved MIN-dist klassifikationen ligger således, at en stor mængde pixels særlig langs elvlejer bliver klassificeret som urteli. Typen er lidt mindre frodig end tør hede, og der er et relativt stort spring nedad i frodighed til H5, så den vil naturligt samle en del pixel i mellemområdet. Placeringen på kanten af elvlejer betyder på, at det ofte vil være pixel, der dækker overgangen mellem forskellige vegetationstyper.

### **Vegetationstyper der ikke er med**

Vegetationstyperne græsland, strandeng, krat, tidligt sneleje og sent sneleje samt impedimenterne is, sne og søer er ikke klassificeret på vegetationskortet, fordi de ikke har forekommet i tilstrækkelige mængder i de fire felttolkede områder, der har været med i denne undersøgelse. Ved fremtidige undersøgelser bør de medtages evt. uden at være felttolket.

Generelt er der nogenlunde overensstemmelse mellem det klassificerede billede og vegetationskortet. Usikkerhed på opretning forårsager tilsyneladende ikke større fejl, idet selv smalle, afgrænsede overfladetyper som fx flodlejer klassificeres, så

topografien fremstilles klart på satellitbilledet.

Der er imidlertid behov for at få flere informationer for at få bedre adskillelse mellem typerne. Dette er især vigtigt for at kunne tage højde for de regionale forskelle i typernes spektrale karakteristika, der fundet mellem de frodige og de magre områder. Det kan forventes, at en scene fra midten af vækstsæsonen vil være væsentlig bedre. Desuden vil kombinationen af to scener fra forskellige tidspunkter give en væsentlig mere præcis karakterisering af vegetationstyperne.

### **Ekstrapolation til hele Spot-scenen**

Den klassifikation, der er opnået med træningsklasser fra de fire felttolkede områder, er blevet anvendt på hele Spot-scenen. Resultatet ses på den første billedside og tabel 4 (bilag 1).

Klassifikationen bærer præg af, at de fire felttolkede områder ikke tilsammen er repræsentative for hele scenen. Der mangler træningsklasser fra de sparsomt bevoksede højtliggende områder. Her er den mest iøjefaldende fejlklassifikation at en del fjeldmark og afblæste flader er klassificeret som klit, der slet ikke forekommer i højlandet.

Der er endvidere en overrepræsentation af urteli og kær og en underrepræsentation af frodig hede.

Resultatet vil kunne forbedres væsentligt, selv med det samme satellitbillede, hvis der anvendes træningsklasser i højlandet og eventuelt laves en separat klassifikation for højlandet.

I første fase af projektet har vi dog af analytiske grunde ønsket at begrænse os til kun at anvende træningsklasser fra felttolkede områder.

### **5.3 Satellitbilledet unsupervised klassificeret (Clusteranalyse)**

På de unsupervised klassificerede satellitbilleder er pixel klassificeret uden brug af træningsklasser. Pixel er delt i 10 klasser ud fra en kombination af NDVI og kanal-1 værdier. Den valgte inddeling er gengivet som 10 kasser på figur 2. Inddelingen er valgt, så kasserne er mindst, hvor pixeltætheden er størst.

De unsupervised klassificerede satellitbilleder er medtaget, som et eksempel på en databehandling, der kan udføres uden feltarbejde. Det er muligt at få en lidt større differentiering end med NDVI. Til gengæld er resultatet ikke umiddelbart så meningsfuldt, idet det ikke er klart hvilke vegetationstyper eller egenskaber ved vegetationen kasserne svarer til.

## 6. DISKUSSION

De resultater, der er opnået i fase 1 af projektet, viser, at selv med et efterårsbillede med en del elektronisk støj kan der opnås en nogenlunde beskrivelse af fordelingen af hovedtyperne af vegetationen, og en beskrivelse der afspejler deres frodighed.

Når vi ikke i dette studie præcist har kunnet reproducere de tidligere definerede vegetationstyper ud fra en superviseret klassifikation, har vi gjort en erfaring, der også er gjort i andre studier. Der er tre led, der kan angribes for at forbedre en satellitbilled-vegetationsklassifikation:

### 1. Datagrundlaget (satellitbilledet)

Der er ingen tvivl om, at et billede centralt i vækstsæsonen giver bedre muligheder for adskillelse af vegetationstyperne (Walker et al 1987), og at to billeder fra forskellige tidspunkter giver yderligere mulighed for adskillelse (Milne & O'Neill 1990). Når det drejer sig om at adskille vegetationstyper fra hinanden, er LANDSAT TM generelt vurderet til at være bedre end SPOT, fordi der er flere kanaler i LANDSAT TM, og især fordi der er en mellem-infrarød kanal, hvilket synes at være væsentligere end den højere rumlige opløselighed i SPOT (Wastenson et al 1988)

### 2. Processeringen

Forudsat at datagrundlaget giver mulighed for yderligere adskillelse, kan der benyttes en lang række algoritmer og matematiske filtre til at få forskellene mellem vegetationstyperne frem (Milne & O'Neill 1990). Det er vurderet, at det foreliggende resultat ikke kan forbedres ved yderligere processering, da det er satellitbilledets kvalitet, der er ringe.

### 3. Definitionen af vegetationstyperne

Den vegetationsinddeling, der benyttes, kan være uegnet til at blive reproduceret ud fra satellitbilleder. Der er her især to problemer: uklare grænser mellem typerne og for mange typer.



Visse vegetationstyper har ikke klare grænser i naturen, men er reelt et continuum, hvor kun en lille del ved felttolkning er rene typer, og den største del af arealet er dækket af overgangsformer. I en sådan situation bliver det vanskeligt at processere data, så grænserne kommer til at svare til en felttolkning, og ofte vil der være betydelige individuelle forskelle mellem botanikere ved felttolkning.

Hedetyperne i Jameson Land har store arealer med overgangsformer, og en del af klassifikationsproblemerne skyldes formentlig dette problem. Flere forfattere (Foody & Wood 1987 & 1989 and Wardley et al 1987) har arbejdet med beskrivelse af heder i England udfra satellitbilleder, og det synes at være et generelt problem ved klassifikation af hedetyper. Foody og Wood har forladt den traditionelle klassifikation og betragter istedet typerne, som endepunkter i et continuum, hvor imellem der kan tegnes isocliner for sandsynlighed. Det er en model for vegetationsbeskrivelse, der er under udvikling i botanikken, men spørgsmålet er, om det ikke i praktisk miljøforvaltning normalt er tilstrækkeligt og mere anvendeligt med nogle klare grænser for vegetationstyperne, hvis man blot husker, at det er en grov model af virkeligheden.

De klassiske vegetationstyper er primært defineret plantesociologisk og udfra feltarbejde, hvor den rumlige opløselighed er stor, det er derfor almindeligt, at botanikere definerer et relativt stort antal plantesamfund for at beskrive variationen i naturen. I området omkring Prudhoe Bay er der således beskrevet ikke mindre end 44 forskellige plantesamfund (Walker & Acevedo 1987). Hvis en satellitbaseret vegetationsklassificering skal være robust i et større område, kan der ikke opnås samme detaljeringsgrad, og i praktisk naturforvaltning er det også sjældent nødvendigt.

Hvor satellitbilleder anvendes i praktisk naturforvaltning, er det almindeligt, at der defineres nogle ret grove vegetationstyper, der er tilpasset det konkrete formål, f.eks. bisons græsningsområder (Matthews 1990 in press) og muskusoksehabitater (Pearce 1990 in press). Ground truthing er ofte minimalt ved disse studier, og der blev bl.a. på mødet om remote sensing i Yellowknife 1990 peget på, at det er en mangel ved disse studier, at man ikke tilstrækkeligt præcist ved, hvad man har med at gøre. Der er dog ingen tvivl om, at fremgangsmåden ofte fungerer i forhold til det konkrete formål.

Vegetationskortlægningen får blot ingen generel anvendelighed, og hvis en scene skal tilpasses en ny anvendelse i det samme område, kan der være behov for ny ground truthing.

En mulig løsning på problemet er at benytte et hierarkisk vegetationsklassifikations-system, hvor de typer, der adskilles på satellitbilledet, er underopdelt i typer, der er veldefinerede botaniske plantesamfund. Et godt arbejde på dette område er gjort af Walker et al(1982) og Walker og Acevedo (1987) på Arctic Coastal Plain i Alaska, det skal derfor kort omtales.

I området omkring Prudhoe Bay, the Beechey Point Quadrangle, på Arctic Coastal Plain i Alaska er der lavet et omfattende vegetationskortlægning ved hjælp af en LANDSAT MSS scene, flyfotos og feltarbejde (Walker and Acevedo 1987). Der er arbejdet med en LANDSAT scene fra 15 july 1979, der dækker et landareal på ca. 100 x 40 km. Arbejdet er resulteret i et kort i 1: 250 000 med 8 forskellige vegetations-og overfladetyper.

Arbejdet har taget udgangspunkt i en usuperviseret clustering analyse. Ud fra fordelingen af den spektrale intensitet i de fire bånd, er der benyttet en clustering algoritme. I første omgang blev der dannet 41 clusters, der udfra en statistisk vurdering af hvilke clusters, der var bedst separeret, blev inddelt i nogle foreløbige klasser. Alle pixel blev derefter fordelt til den nærmeste cluster med en maximum likelihood algoritme.

Først på dette tidspunkt blev der sammenlignet med flyfotos og vegetationskort, og clusters og præliminærer klasser blev navngivet og beskrevet. Materialet blev taget med i felten for yderligere kontrol analyser.

Til ground truthing er der udviklet et "from the ground up system", hvor kernen er et konsistent nomenklatursystem til feltkortlægning, der danner udgangspunkt for dataindsamling af felt-reference data. Hvert samfund får et navn, der består af fire dele

1) angivelse af fugtigheden sidst på vækstsæsonen 2) den dominerende plantearts navn (i hvert vegetationslag) 3) den dominerende vækstform 4) en generel vegetationstype term. Et eksempel på en type er Våd Carex aquatilis Star Tundra.

De typer, der er anvendt til feltkortlægningen, bliver herefter grupperet i passende enheder, så de så vidt muligt svarer til enheder, der er genereret ved usuperviseret clustering af satellitdata. På denne måde tages der udgangspunkt i forskelle i satellitdatamaterialet, når grænserne skal lægges, hvilket ikke er tilfældet i den superviserede klassifikation.

Alle clusters blev herefter fordelt i 8 vegetations- og overfladeenheder, og der blev foretaget en sammenligning med digitaliserede geobotaniske kort i 1:6000. Inddelingerne på det geobotaniske kort var grupperet, så de svarede til den LANDSAT-genererede inddeling. En sammenligning i 8 forskellige områder viste en betydelig uoverensstemmelse mellem LANDSAT-klassifikationen og de geobotaniske kort. Problemet var især adskillelsen af de våde og de fugtige tundracomplexer.

I to clusters var der et betydeligt overlap, disse to blev nu hevet ud og ved hjælp af en algoritme delt i seks nye clusters, der var mere veldefinerede og blev fordelt på de 8 vegetations og overfladeenheder.

Yderligere blev der til sidst foretaget en klassifikations-stratificering. Hvor karakteristikkene for de spektrale klasser overlapper, kan der ske iøjnefaldende fejlklassifikationer. F. eks kan en sø, der er lys i bunden, blive klassificeret som fjeldmark eller vegetationsløst område. Sådanne områder kan, hvis man har kendskab til området, findes og omklassificeres.

Af dette arbejde af Walker og medarbejdere kan man i forhold til vegetationskortlægningen på Jameson Land bl.a. lære at det havde været en fordel, om feltregistreringen var sket mere detaljeret, så problemområder nemmere kunne være blevet identificeret. Ikke for at ende med flere vegetations- og overfladeenheder - men for at få dem mere præcist defineret. Det ser også ud som om, at hvis datagrundlaget

er i orden, så er det frugtbart at starte med en usuperviseret clusteranalyse.

## **7. SATELLITBILLEDETS ANVENDELIGHED I MILJØFORVALTNING AF RÅSTOFAKTIVITETER**

Satellitbilleder er et væsentligt redskab, hvor der er behov for viden om vegetationen i større områder, og hvor en rumlig opløselighed på 20x20 m eller mere er tilstrækkeligt. Ved miljøforvaltning i forbindelse med udnyttelse af mineralske råstoffer vil det især være ved projekter, der påvirker store overfladearealer, f.eks. projekter vedr. olie og vandkraft, at der er behov for vegetationsanalyser i den skala, der er behandlet her. Men satellitbilleder kan også være nyttige ved planlægning af veje, udskibningssteder o.l. i forbindelse med minedrift.

Den første fase af dette projekt yder ikke satellitbilled-metoden fuld retfærdighed, hvad angår genkendelse og reproducerbarhed af vegetationstyper, fordi der er benyttet et satellitbillede fra september. En konkret vurdering af anvendeligheden i Jameson Land må derfor afvente, at der er inddraget et bedre satellitbillede i projektet. I tabel 5 er der dog sammenstillet en foreløbig vurdering af fordele og ulemper ved tre typer vegetationsanalyse, der er udført i Jameson Land.

Der skelnes i tabel 5 mellem tre typer anvendelser i miljøforvaltningen.

1. Anvendelse i en overordnet planlægning af aktiviteter og infrastruktur hvor det kan forsøges at tage særlige hensyn overfor særlig sårbare/værdifulde regioner (her forstået som områder med en udstrækning på adskillige km<sup>2</sup>),
2. Anvendelse på mikroniveau, ofte direkte i felten, hvor der kan tages hensyn til mindre områder (f.eks. et kær på 100x100 m) af særlig karakter. Dette stiller store krav til, at topografien kan aflæses, så man kan orientere sig. Et eksempel herpå kan være TrailerCampruter ved vinterseismik.
3. Anvendelse til kvantitativ behandling f.eks. i økologiske analyser af den relative betydning af mistede græsningområder for moskusokser og rensdyr.

**Tabel 5. Sammenligning af forskellige metoder til vegetationsanalyse i store områder. Priserne i tabellen svarer til hvad det ville koste at udføre den pågældende vegetationsanalyse idag, uden hensyn til at de faktiske omkostninger har været lavere p.g.a. koordinering af forskellige projekter.**

	falskfarvet flyfoto	vegetationskort	SPOT satellitbillede (8/9 1986)
rumlig opløselighed	1:25 000, kornstørrelse svarer til ca. 1x1 m, strukturer erkendes fra ca. 10x10 m,	1:25 000, arealer på min. ca. 50x200 m er kortlagt,	en pixel svarer til ca. 20x20 m
reproducerbarhed og præcision m.h.t. aflæsning af frodighed (u. eller m. begrænset feltarb.)	god	(indebærer nødvendigvis en del feltarbejde)	god
reproducerbarhed og præcision m.h.t. aflæsning af veg.typer (m.feltarbejde/groundtrouthing og anv.af træningsklasser)	(vegetationstyper kan ikke aflæses uden tolkning)	god	middel, begrænset adskillelse af vegetationstyper og regionale forskelle på dette billede
anvendelighed i miljøforvalt., ex.planlægning af olieeftersøgningsaktiviteter	middel, uoverskuelig uden grænser og veg.typer	god	middel, overskuelig men begrænset adskillelse af vegetationstyper på dette billede
ex.regulering af aktiviteter på feltniveau	god, nem at orientere sig på i terrænet	god	god/middel, giver godt indtryk af topografi selvom små strukturer (ex.bække) ikke er med
anvendelighed til kvantitativ behandling, ex.økologiske modeller	dårlig, kræver omfattende justering og behandling først	god hvis kortlægningen digitaliseres	god, dog begrænset adskillelse af vegetationstyper på dette billede
teoretisk pris for et Jameson Land projekt (incl. feltarbejde)	600 000	1 000 000	200 000

Ud fra de foreløbige resultater viser undersøgelsen at satellitbilleder kan anvendes med fordel, hvor der er behov for en vegetationsbeskrivelse i et større område og hvor en opløselighed på 20x20 m er tilstrækkelig. Metodens fordel er, at den er hurtig, objektiv og reproducerbar. I forhold hertil har manuel tolkning af flyfotos et betydeligt subjektivt element og er mere ressourcekrævende, men der kan ved manuel tolkning af flyfotos opnås en større detaljeringsgrad.

## 8. FORSLAG TIL FORTSÆTTELSE AF PROJEKTET

Det anbefales at gå videre med projektet. En del af usikkerheden i konklusionen efter første fase skyldes, at der er benyttet et satellitbillede med støj og fra et uhensigtsmæssigt tidspunkt. Denne usikkerhed bør fjernes ved at anskaffe et bedre satellitbillede. De følgende punkter er det planlagt at behandle i næste fase af projektet.

1. En statistisk analyse af den spektrale fordeling for de forskellige vegetationstyper kan give en belysning af, hvor meget af variationen i pixelværdierne inden for en vegetationstype, der skyldes hhv. randeffekter, variation inden for en lokalitet og variation mellem lokaliteter
2. Digitalisering af udvalgte GM vegetationskort på digitaliseringsbord på Geografisk Institut, så der kan foretages en egentlig kvantitativ sammenligning af vegetationskort og satellitbilleder.
3. Indragelse af en ny scene fra planternes vækstsæson, f.eks. medio juli. Det skal undersøges, hvor meget en ny scene kan forbedre klassifikationen, og hvor meget de to scener kan give i fællesskab m.h.t. vegetationsklassifikation.

Ved indkøb af en scene i planternes vækstsæson er der to muligheder. Den nye scene kan være en LANDSAT TM eller en SPOT. Med en Landsat TM fås et bedre klassifikations-grundlag, fordi der er flere spektrale bånd (7 mod SPOTs 3) og dermed en bedre mulighed for separation af vegetationstyperne. Til gengæld er den rumlige opløselighed lidt ringere (30x30 m mod 20x20 m). Ved at anskaffe to kvarte scener fra hhv. begyndelsen og midten af vækstsæsonen kan der for omtrent samme pris fås yderligere oplysninger til separation af vegetationstyperne, men i et mindre område.

Det er billigere og der er større sikkerhed for at få en god kvalitet når der indkøbes satellit-scener der på forhånd er nedtaget og ligger på lager. Alternativet er at bestille en nedtagning, men her kan skyer og andre atmosfæriske forhold drille.

Vi undersøger iøjeblikket hvilke Landsat TM og SPOT scener der er nedtaget fra Jameson Land i vækstsæsonen, og hvilken kvalitet de har (vinkel ved optagelse,

skyer og støj)

4. Inddragelse af flere vegetationstyper og flere træningsklasser i analysen, bl.a. indrage et område længere mod øst for at få en bedre dækning af alle Jameson Lands vegetationstyper, selvom det kan knibe med at finde felttolkede områder mod øst på SPOT-scenen fra 1986.
  
4. Foretage opretning svarende til et luftfoto, istedet for et vegetationskort der er sammenstykket af hvad der svarer til to halve luftfotos.



## 9. REFERENCER

- Bay, C. & Holt, S. 1986: Vegetationskortlægning af Jameson Land 1982-86. 1-40 pp. GFM 1986.
- Engraf, A. 1988: Geomorfologi, Jameson Land. NTF/RRV 88-5. Nuna-tek/Grønlands Forundersøgelser.
- Foody G.M. & T.F. Wood 1987: The use of LANDSAT TM Data in a GIS for environmental monitoring. Advances in digital image processing, Proceedings of the Thirteenth Annual Conference of the Remote Sensing Society, 1987.
- Funder, S. 1988: Quaternary geology and landforms of the coast of Jameson Land. East Greenland. 1:125000. Grønlands Geologiske Undersøgelser, København 1988.
- Kamarkova, V & Webber, P.J. 1980: The low arctic vegetation maps near Atkasook, Alaska. Arctic and Alpin Research, Vol. 12, No. 4, 1980, 447-472.
- Küchler, A.W. 1967: Vegetation mapping. New York.
- Küchler, A.W. & I.S. Zonneveld eds. 1988: Vegetation Mapping, Handbook of vegetation science vol 10, 635 pp. Kluwer Academic Publishers.
- Milne A.K. & A.L. O'Neill, 1990: Mapping and monitoring land cover in the Willandra Lakes World Heritage Region. Int. J. Remote Sensing, 1990 vol. 11, no. 11, 2035-2049.
- Niblack W., 1986: An introduction to digital image processing. Prentice/Hall International.
- Szekiela, Karl-Heinz, 1988: Satellite monitoring of the earth. Wiley-interscience, USA.
- Walker, D.A., W. Acevedo, K.R. Everett, L. Gaydos, J. Brown & P.J. Webber, 1982: LANDSAT-assisted environmental mapping in the Arctic National Wildlife Refuge, Alaska. 68 p., CRREL Report 82-37, U.S. Cold Regions Research and Engineering Laboratory.
- Walker, D.A., Webber, P.J., Walker, M.D., Lederer, N.D., Meehan, R.H., Nordstrand, E.A. 1986: Use of Geobotanical Maps and Automated Mapping Techniques to Examine Cumulative Impacts in the Prudhoe Bay Oilfield, Alaska. Environmental Conservation, Vol. 13, No. 2.
- Walker, D.A. & Acevedo, W. 1987: Vegetation and a LANDSAT-derived land cover map of the Beechey Point Quadrangle, Arctic Coastal Plain, Alaska. CRREL Report 87-5, 67 pp, USA.
- Wardley N. W., E.J. Milton & C.T. Hill, 1987: Remote Sensing of structurally complex semi-natural vegetation - an example from heathland. Int. J. Remote

- Sensing, 1987, vol. 8, no. 1, 31-42.
- Wastenson L., L. Boresjo, B. Lunden & K. Wester, 1988: A Comparison between SPOT and LANDSAT TM for mapping of vegetation and bedrock outcrops. Proceedings from PEPS meeting: SPOT 1 image utilization, assessment, results, Paris 1987, printed 1988 Centre National D'etudes Spatiales.
- Wood T.F. & G.M Foody 1989: Analysis and representation of vegetation continua from LANDSAT Thematic Mapper data for lowland heaths. *Int. J. Remote Sensing*, 1989, Vol. 10, no. 1, 181-191.

**BILAG 1****SAMMENLIGNING AF VEGETATIONSTYPERNES FORDELING OG MÆNGDE PÅ VEGETATIONSKORTENE OG DET KLASSIFICEREDE SATELLITBILLEDE**

Sammenligningen er foretaget for de fire lokaliteter hver for sig samt ved et skøn over hele scenen sammenholdt med den vegetationskortlagte del af scenen.

Sammenligningen er foretaget visuelt og semikvantitativt.

Kortlagt forekomst på lokaliteten er vegetationstypens forekomst på vegetationskortet bedømt udfra, om der er tilstrækkelige forekomster til at udtage gode træningsklasser. Forekomsten er bedømt på en skala fra 0 (ingen træningsklasser kan udtages) til +++ (rigelige forekomster til udtagning af træningsklasser).

Forekomst på kl.sat.(det klasificerede satellitbillede), grad af præcision er en bedømmelse af, om denne type vegetation på vegetationskortet er blevet klasificeret korrekt på satellitbilledet. Vurderingen går fra 0 (stort set fejlklasificeret) til +++ (stort set korrekt klasificeret).

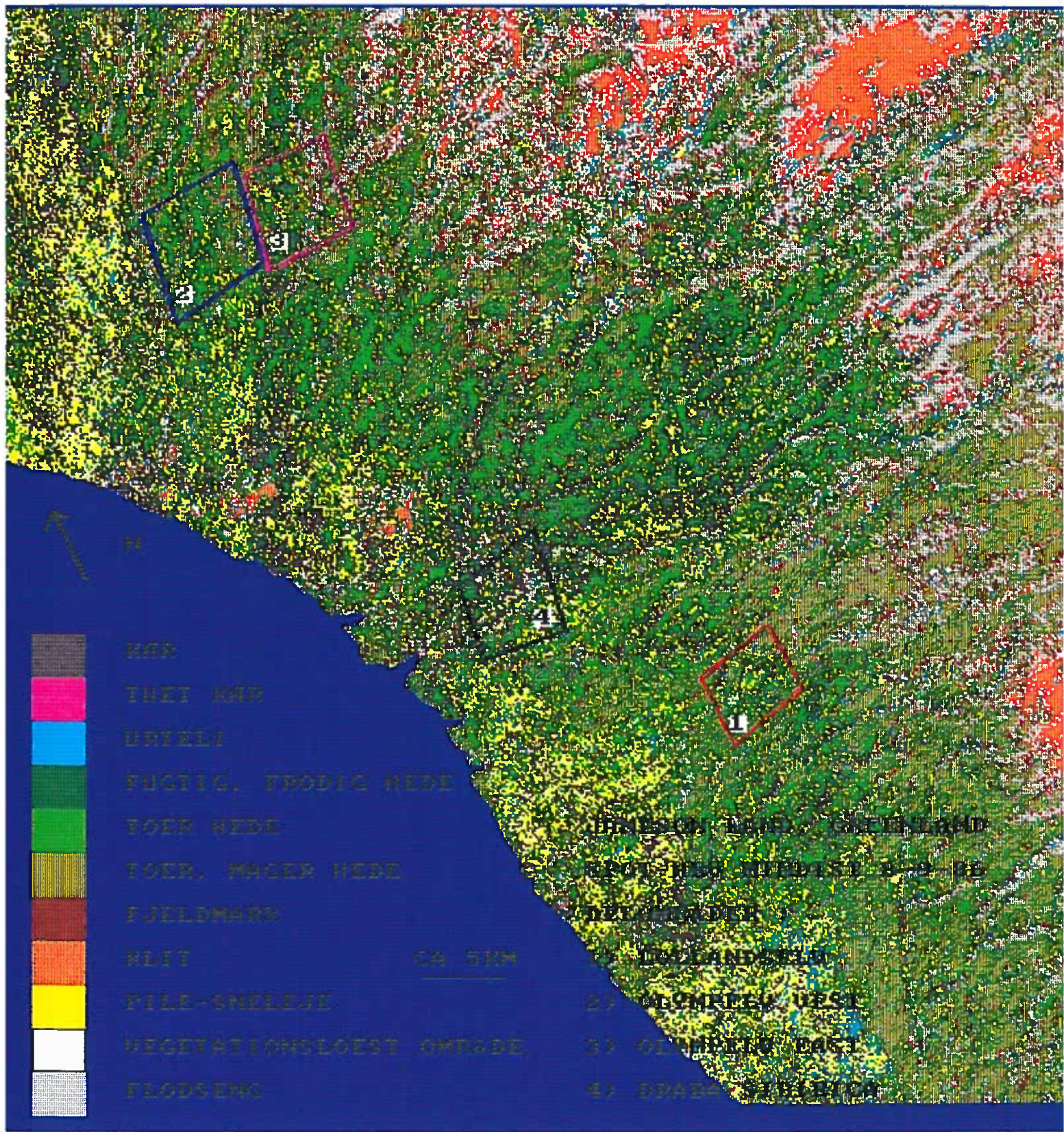
Mængde på kl.sat. (det klasificerede satellitbillede) over/korrekt/under er en vurdering af mængden af vegetationstypen på satellitbilledet i forhold til vegetationskortet, uanset om typen er placeret korrekt.

type:Tør Hede	Draba Sibirica Elv	Lollandselv	Olympelv Vest	Olympelv Øst	Jameson Land, hele scenen
kortlagt forekomst på lokaliteten	+++	+++	+++	+++	
forekomst på kl.sat grad af præcision	++	+	+	+	++
mængde på kl.sat. over/korrekt/under	korrekt, men højere opløselighed	korrekt	under	under	korrekt
hvilke typer er kommet istedet	-	tør mager hede pilesneleje	frodig hede pilesneleje, tør h.	frodig hede, kær, tør mager hede	
hvilke typer er fortrængt	-	fugtig frodig hede	-	-	
type: (Fugtig) Frodig Hede	Draba Sibirica Elv	Lollandselv	Olympelv Vest	Olympelv Øst	Jameson Land, hele scenen
kortlagt forekomst på lokaliteten	+++	+++	+	+	
forekomst på kl.sat grad af præcision	0	+	+	0	+
mængde på kl.sat. over/korrekt/under	under	under	over	over	under
hvilke typer er kommet istedet	kær, pilesneleje	kær, pilesneleje	tør hede, urteli	urteli	
hvilke typer er fortrængt	-	-	tør hede	tør hede	

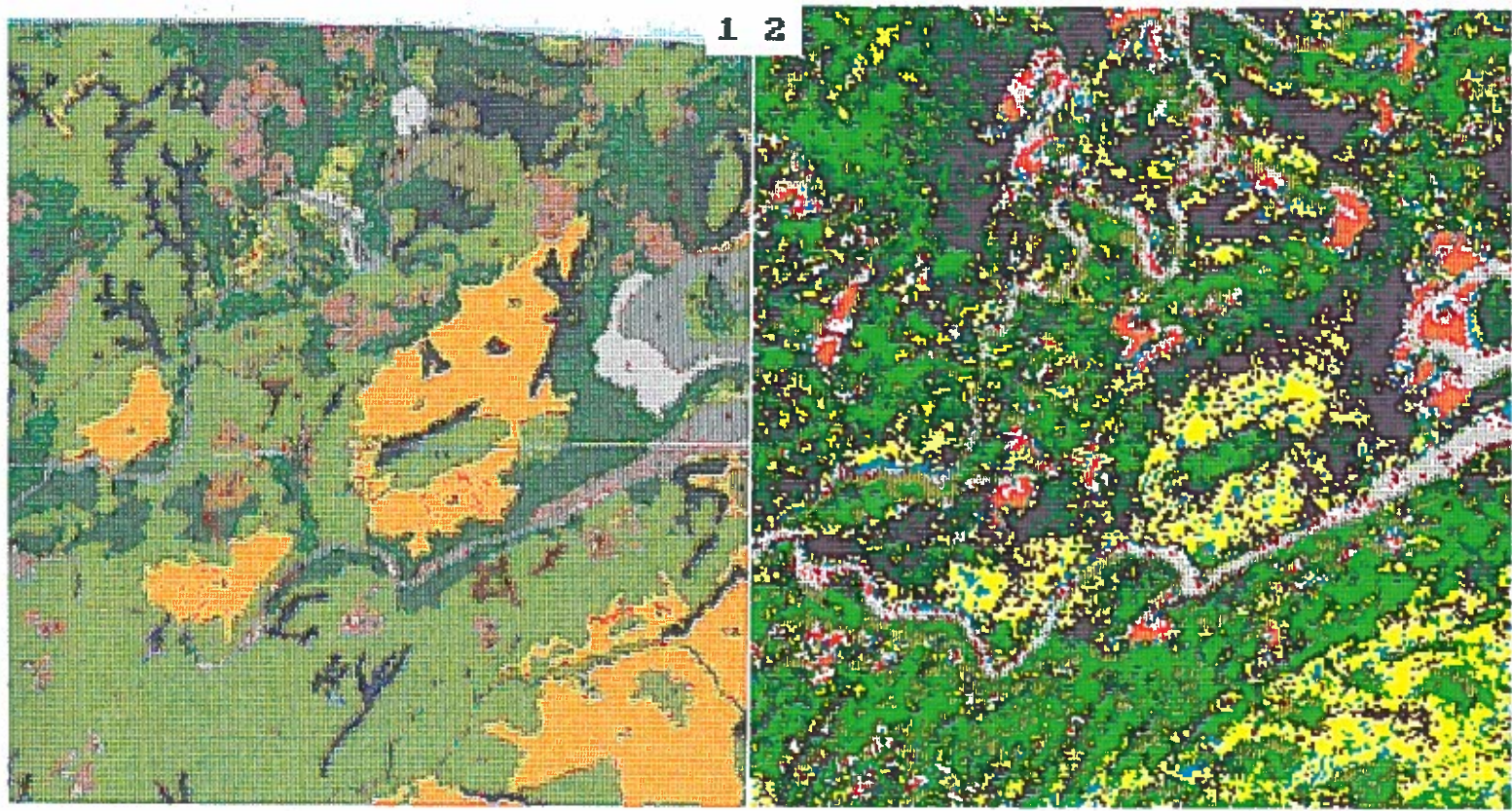
type: Tør Mager Hede	Draba Sibirica Elv	Lollandselv	Olympelv Vest	Olympelv Øst	Jameson Land, hele scenen
kortlagt forekomst på lokaliteten	+	+	+++	+++	
forekomst på kl.sat grad af præcision	++	0	++	++	++
mængde på kl.sat. over/korrekt/under	over	over	over	over	over
hvilke typer er kommet istedet	flodseng, fjeldmark	tør hede	-	fjeldmark, urteli (randeffekt ved elv)	
hvilke typer er fortrængt	tør hede, frodig hede (randeff.v.elv)	tør hede, frodig hede (randeff.v.elv)	tør hede	tør hede	
type: Pilesneleje	Draba Sibirica Elv	Lollandselv	Olympelv Vest	Olympelv Øst	Jameson Land, hele scenen
kortlagt forekomst på lokaliteten	+++	+++	0	0	
forekomst på kl.sat grad af præcision	+++	++	-	-	++
mængde på kl.sat. over/korrekt/under	korrekt	over	over	over	nogenlunde korrekt
hvilke typer er kommet istedet	urteli	-	-	-	
hvilke typer er fortrængt	-	frodig hede	tør hede, kær	tør hede	

type: Kær	Draba Sibirica Elv	Lollandselv	Olympelv Vest	Olympelv Øst	Jameson Land, hele scenen
kortlagt forekomst på lokaliteten	+++	+	++	++	
forekomst på kl.sat grad af præcision	++	0	+	++	++
mængde på kl.sat. over/korrekt/under	over	over	korrekt	over	over
hvilke typer er kommet istedet	-	pilesneleje, urteli	pilesneleje	-	
hvilke typer er fortrængt	frodig hede	frodig hede	tør hede, frodig hede	tør hede	
type: Fjeldmark	Draba Sibirica Elv	Lollandselv	Olympelv Vest	Olympelv Øst	Jameson Land, hele scenen
kortlagt forekomst på lokaliteten	+	++	++	+	
forekomst på kl.sat grad af præcision	0	+	+	+	ikke adskilt fra klit, ellers ok
mængde på kl.sat. over/korrekt/under	korrekt	under	korrekt	over	
hvilke typer er kommet istedet	-	veg.løst, flodseng, tør mager hede, klit	veg.løst, flodseng, tør mager hede, klit	veg.løst, flodlleje	
hvilke typer er fortrængt	veg.løst	flodseng	tør mager hede	tør hede	

type: Klit	Draba Sibirica Elv	Lollandselv	Olympelv Vest	Olympelv Øst	Jameson Land, hele scenen
kortlagt forekomst på lokaliteten	+++	0	0	0	
forekomst på kl.sat grad af præcision	++				
mængde på kl.sat. over/korrekt/under					
hvilke typer er kommet istedet					
hvilke typer er fortrængt					
type: Veg. løst/ Flodseng	Draba Sibirica Elv	Lollandselv	Olympelv Vest	Olympelv Øst	Jameson Land, hele scenen
kortlagt forekomst på lokaliteten	++++	0/++	++	+++	
forekomst på kl.sat grad af præcision	+++	0/00	++	+++	
mængde på kl.sat. over/korrekt/under	under/korrekt	/korrekt	over	over	
hvilke typer er kommet istedet	flodseng, klit/ tør mager hede, klit	fjeldmark	de to typer er dårligt adskilt(urteii)		
hvilke typer er fortrængt	klit/klit	fjeldmark	fjeldmark/ tør mager hede		







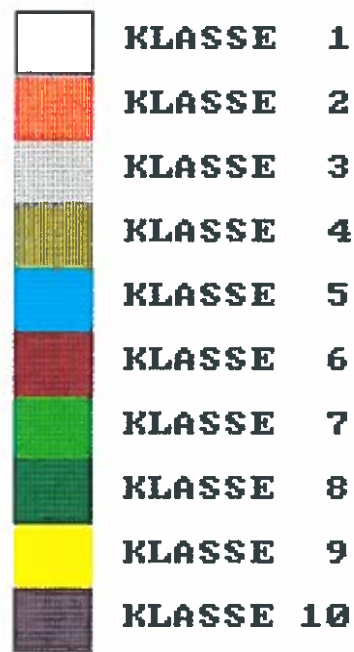
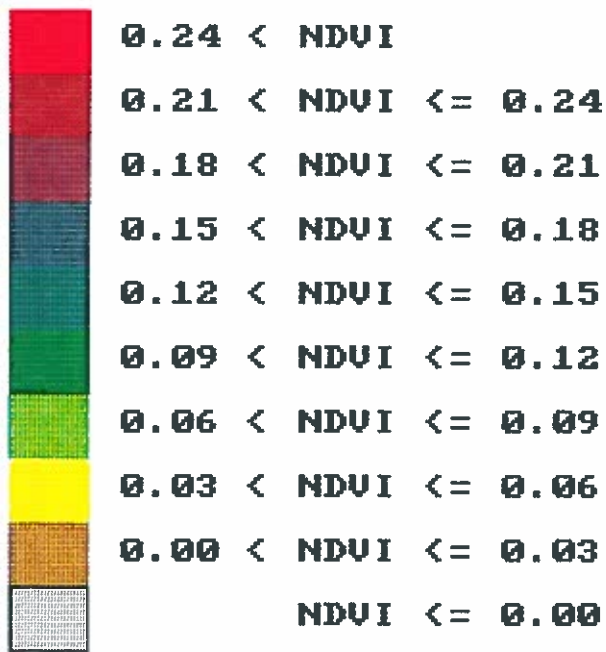
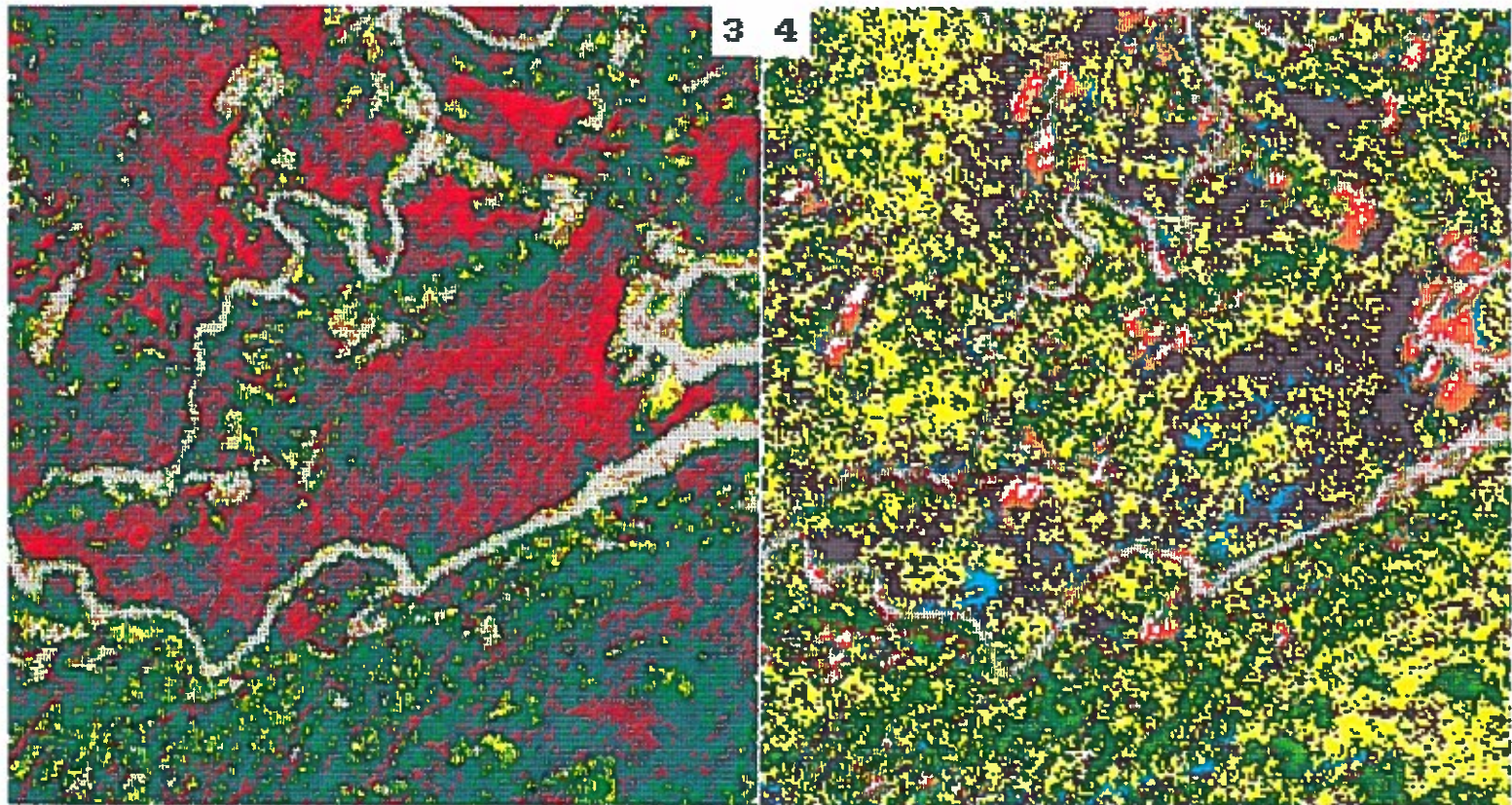
**JAMESON LAND, GREENLAND**

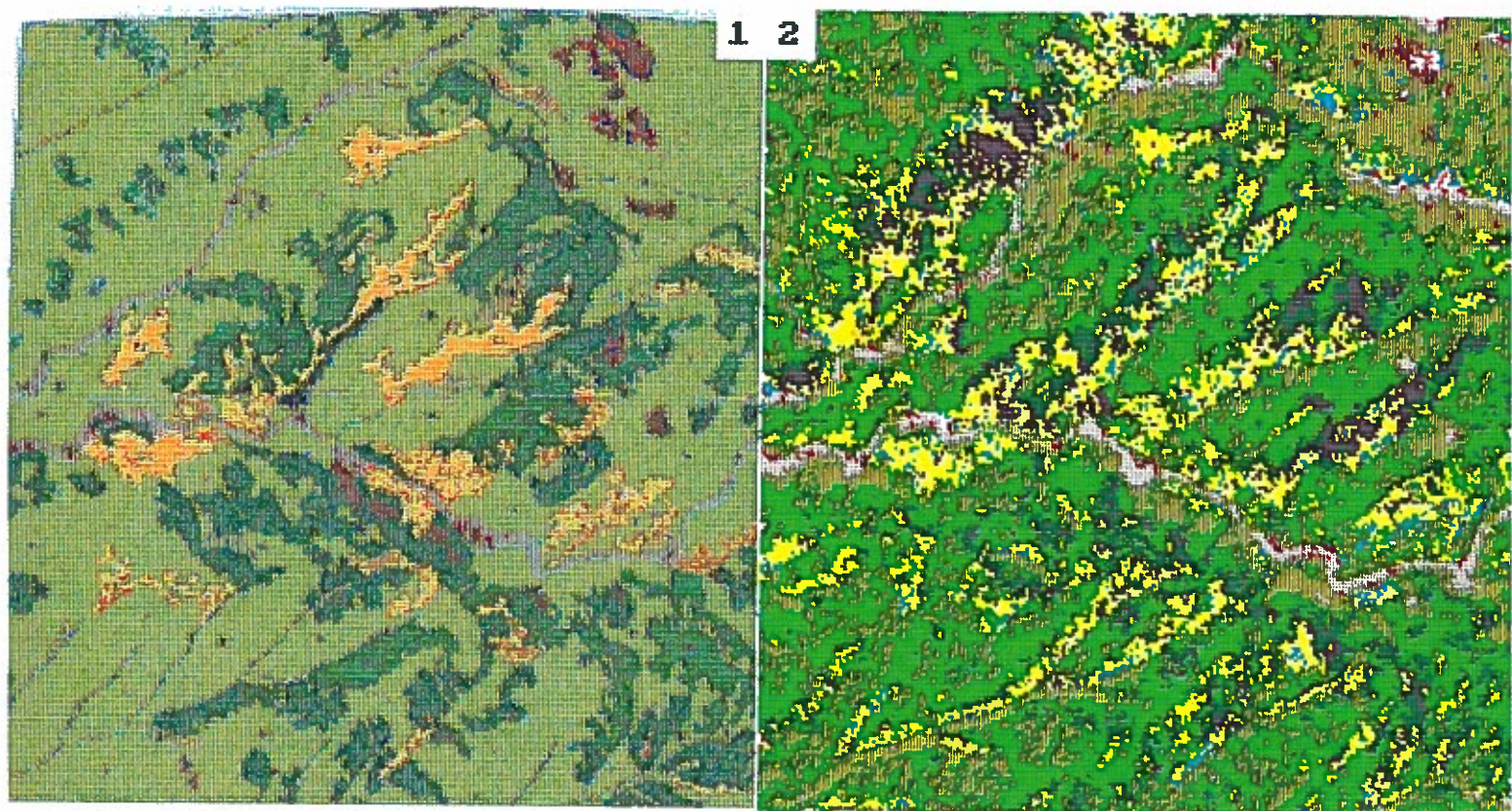
**FIGUR 4: DRABA SIBIRICA**

- 1) SCAN AF VEGETATIONSKORT
- 2) SPOT-HRV MINDIST 8-9-86
- 3) SPOT-HRV NDVI 8-9-86
- 4) SPOT-HRV UNSUPERVISED  
KLASSIFIKATION 8-9-86

1000 M

	KAR
	TUET KAR
	URTELI
	FUGTIG, FRODIG HEDE
	TØR HEDE
	TØR, MAGER HEDE
	FJELDMARK
	KLIT
	PILE - SNELEJE
	VEGETATIONSLØST OMRÅDE
	FLODSENG





1 2

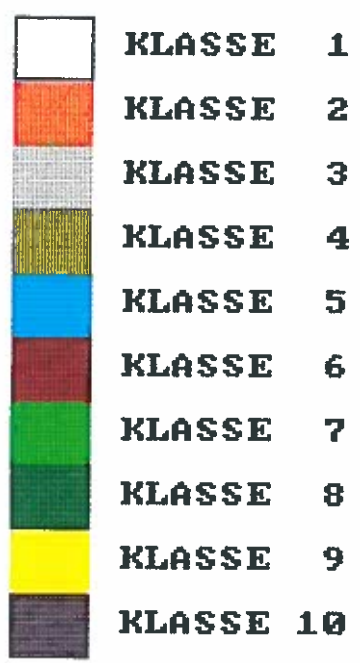
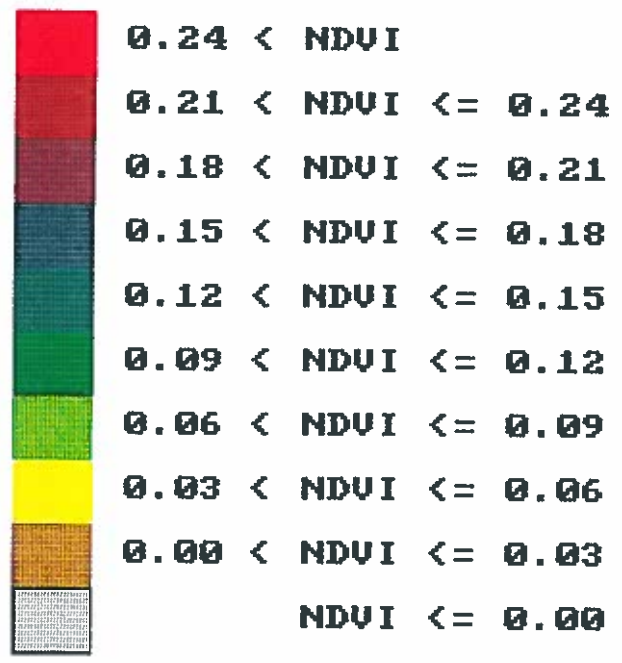
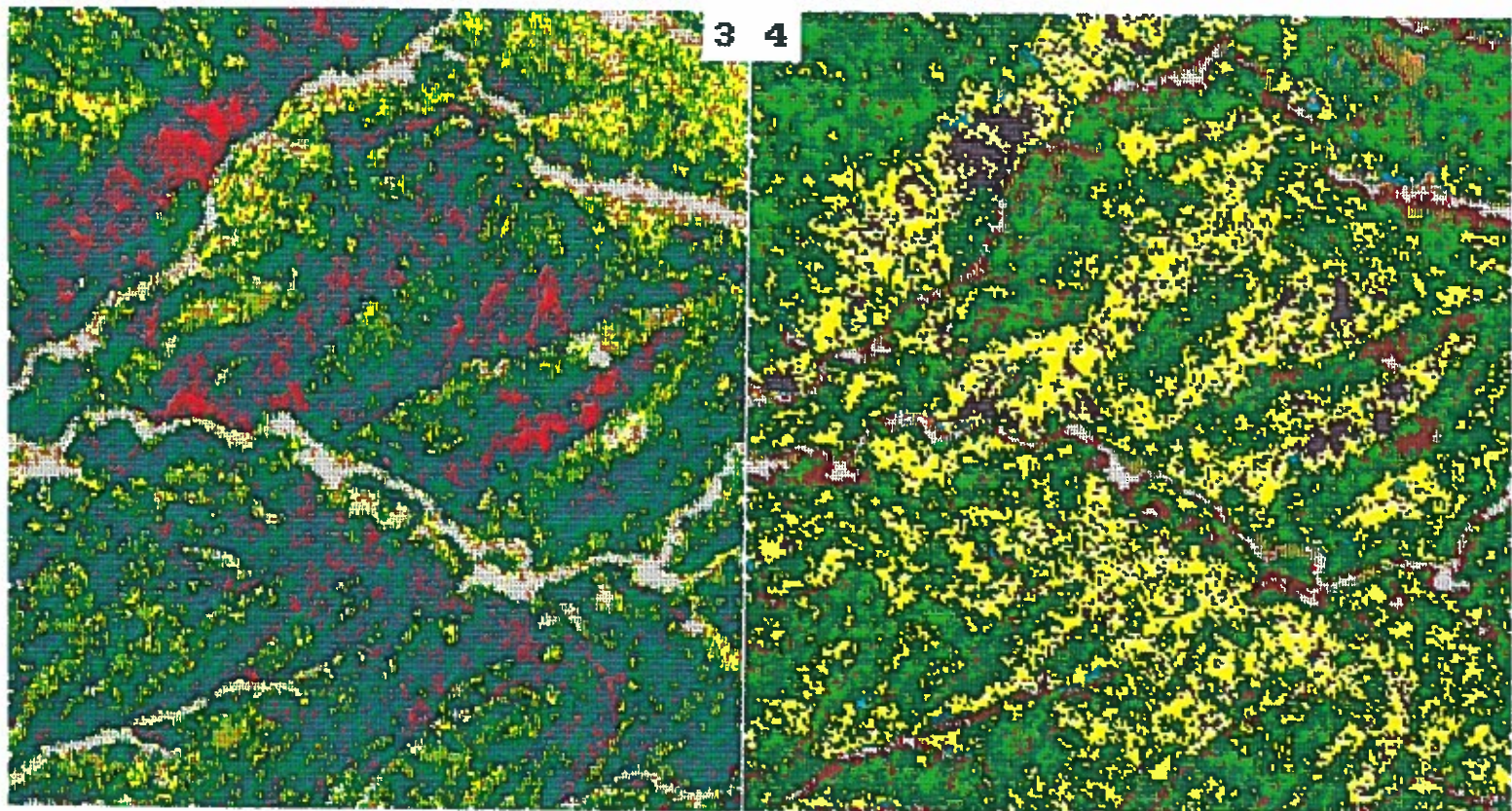
**JAMESON LAND, GREENLAND**

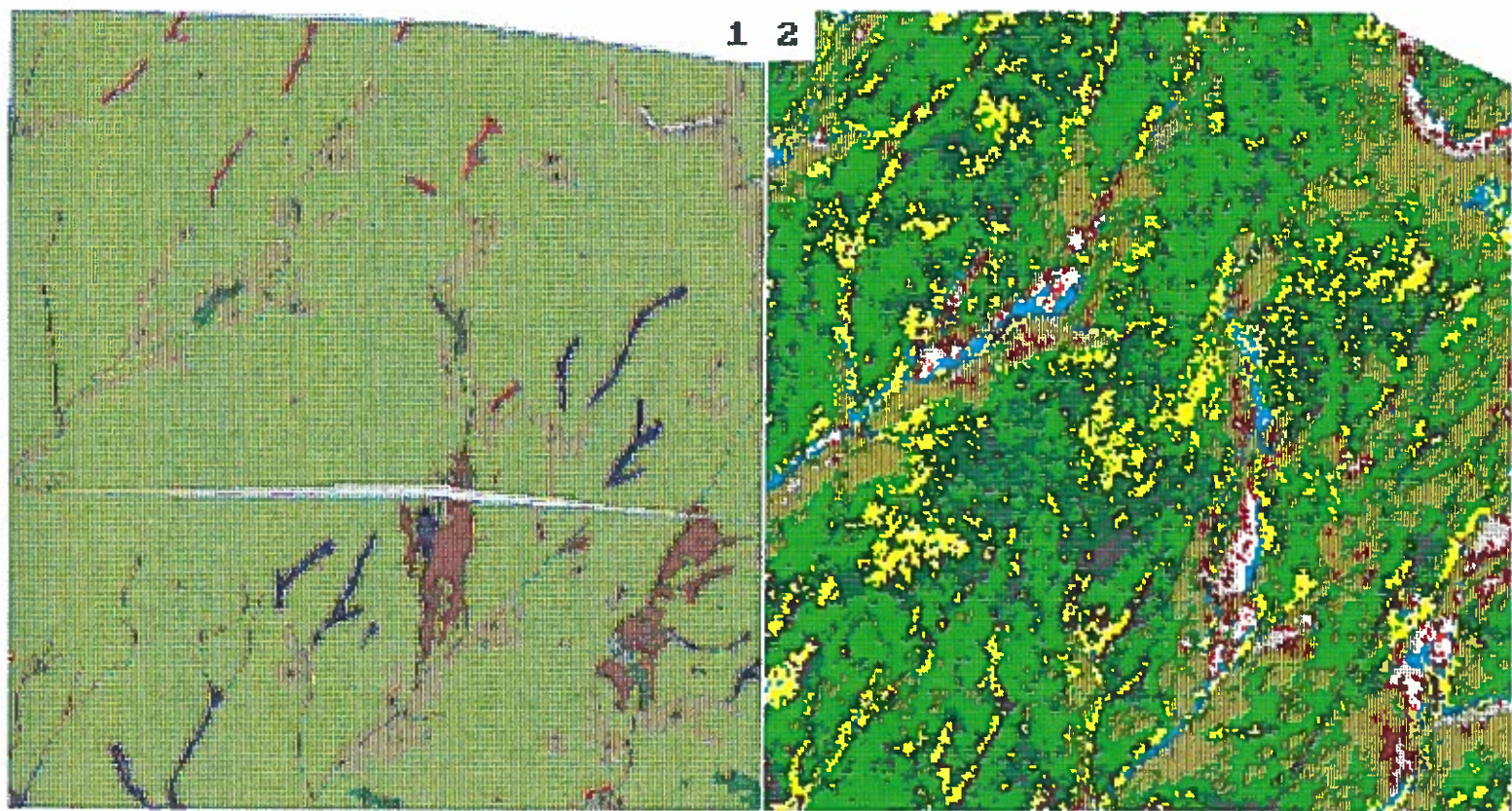
**FIGUR 1: LOLLANDSELU**

- 1) SCAN AF VEGETATIONSKORT
- 2) SPOT-HRV MINDIST 8-9-86
- 3) SPOT-HRV NDVI 8-9-86
- 4) SPOT-HRV UNSUPERVISED  
KLASSIFIKATION 8-9-86

1000 M

	KÆR
	THET KÆR
	URTELI
	FUGTIG, FRODIG HEDE
	TØR HEDE
	TØR, MAGER HEDE
	FJELDMARK
	KLIT
	PILE - SNELEJE
	VEGETATIONSLØST OMRÅDE
	FLODSENG





1 2

**JAMESON LAND, GREENLAND**

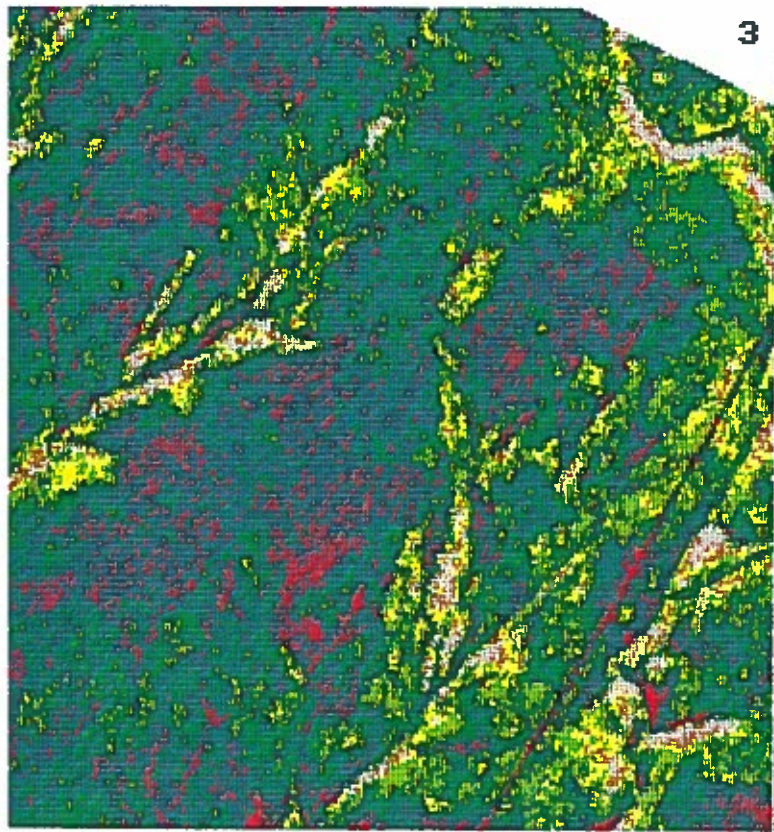
**FIGUR 2: OLYMPELUEN VEST**

- 1) SCAN AF VEGETATIONSKORT
- 2) SPOT-HRV MINDIST 8-9-86
- 3) SPOT-HRV NDVI 8-9-86
- 4) SPOT-HRV UNSUPERVISED  
KLASSIFIKATION 8-9-86

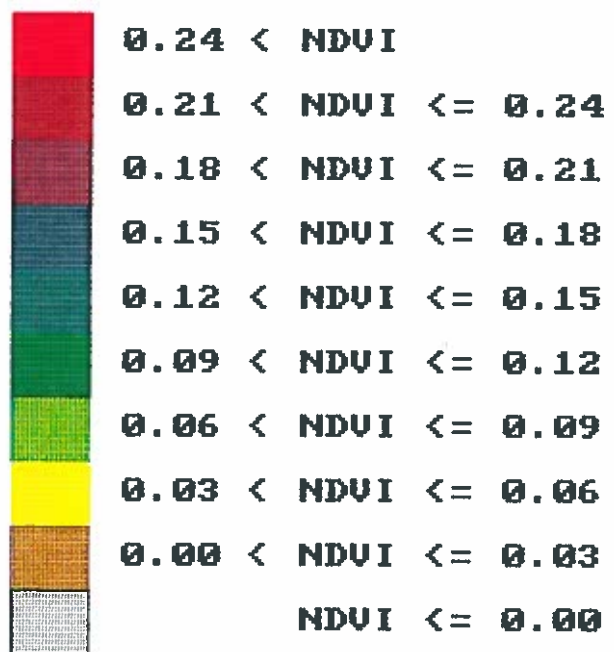
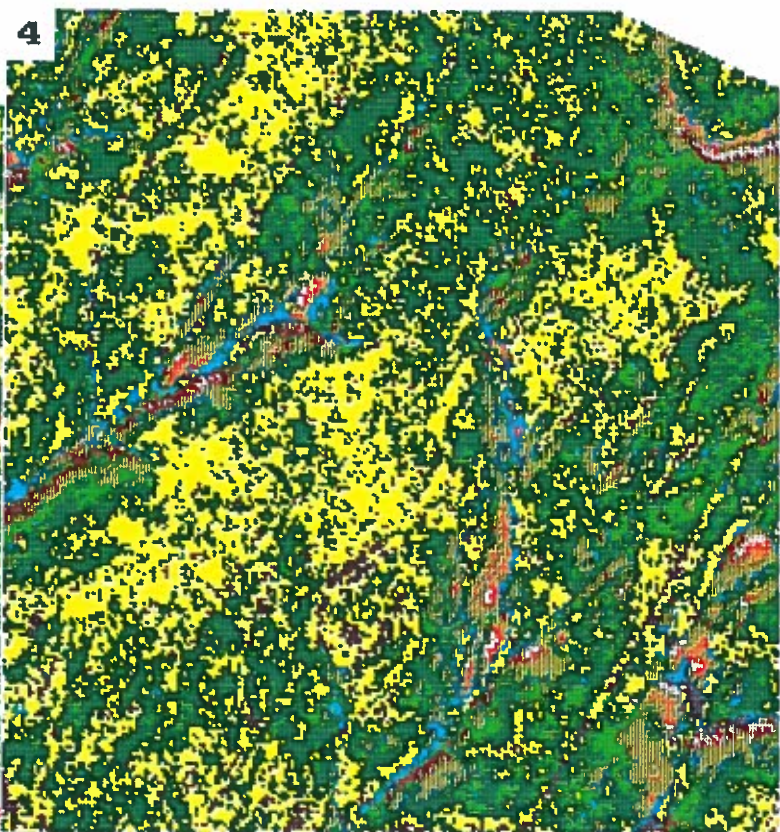
**1000 M**  

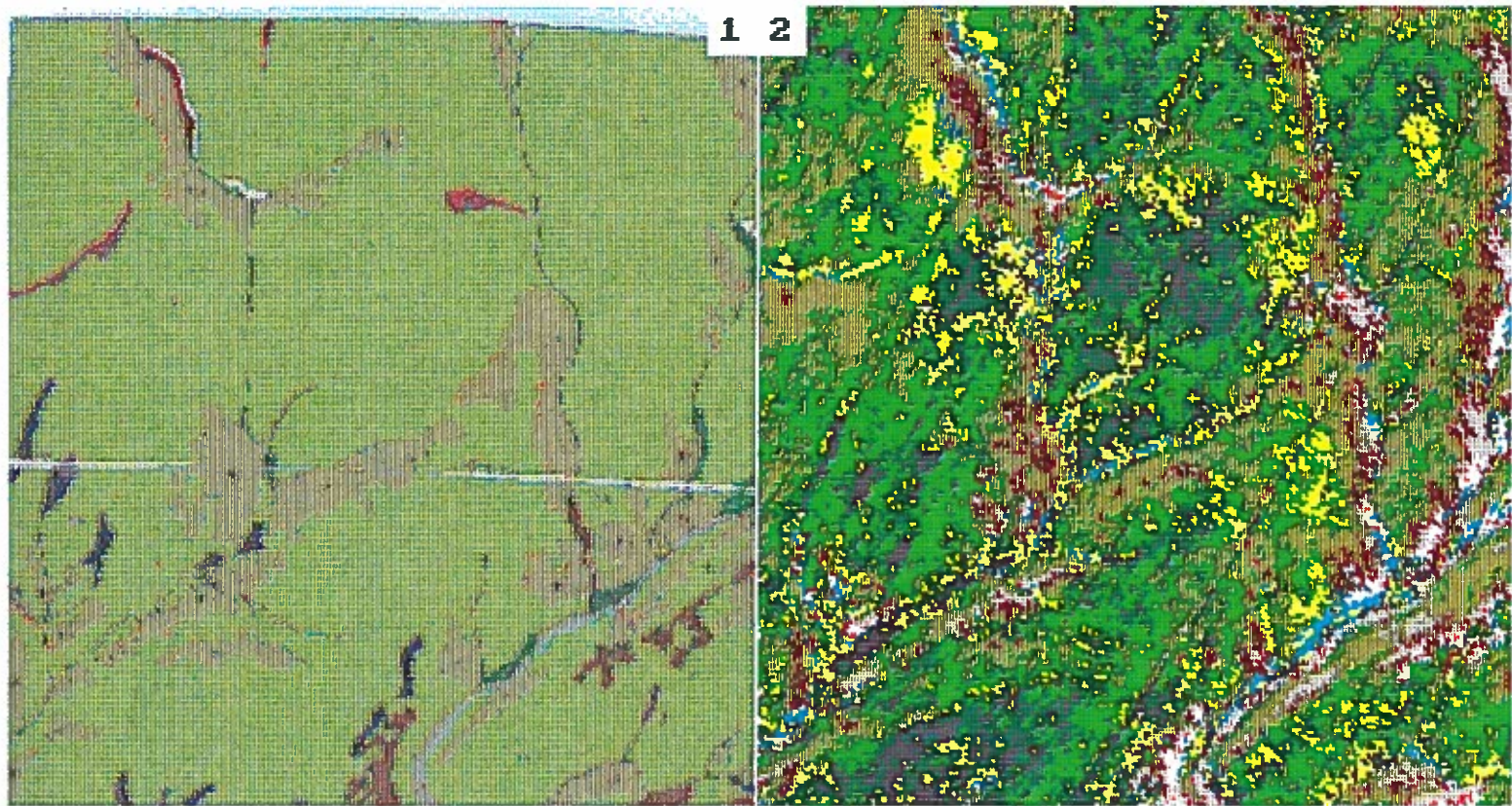

---





3 4





**JAMESON LAND, GREENLAND**

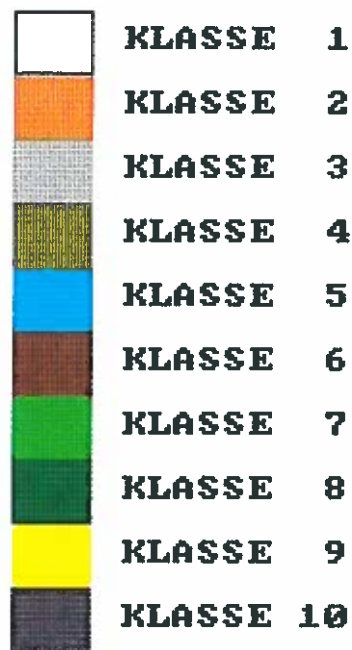
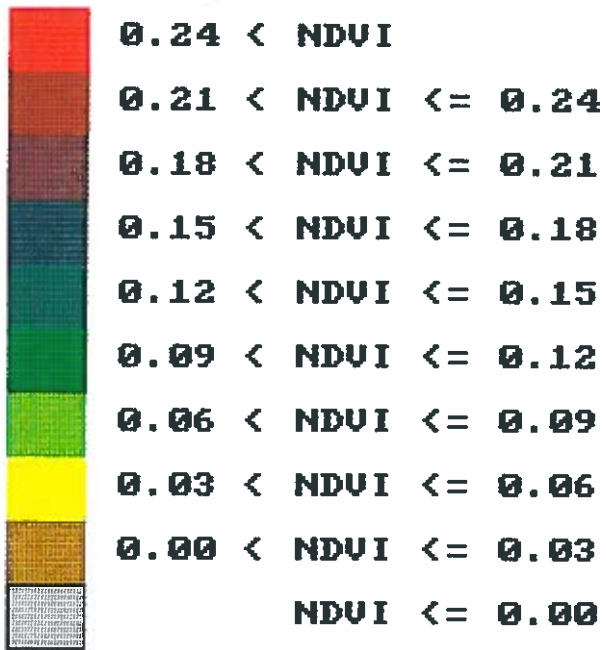
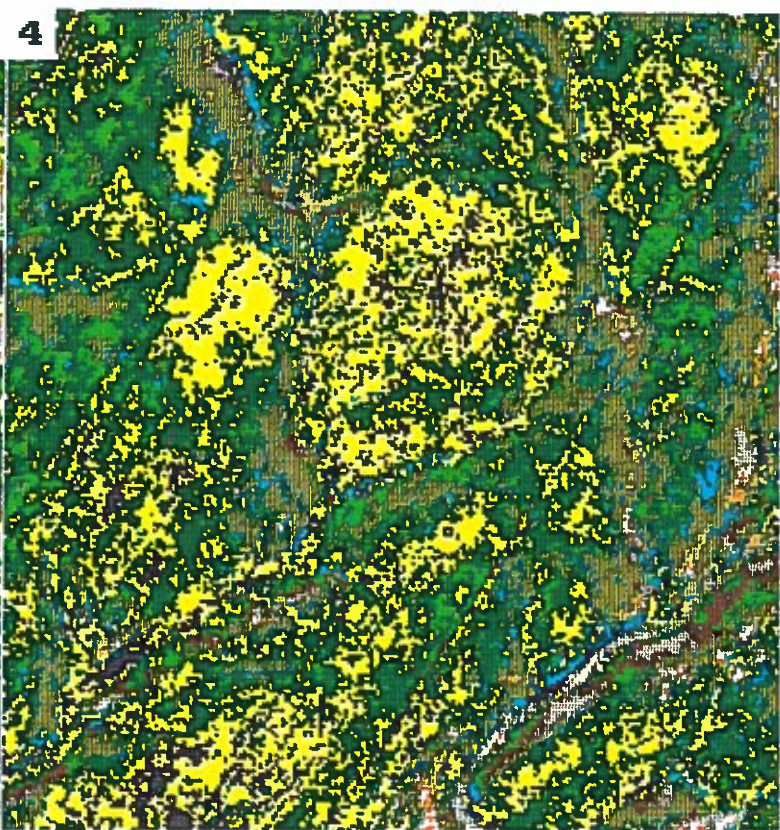
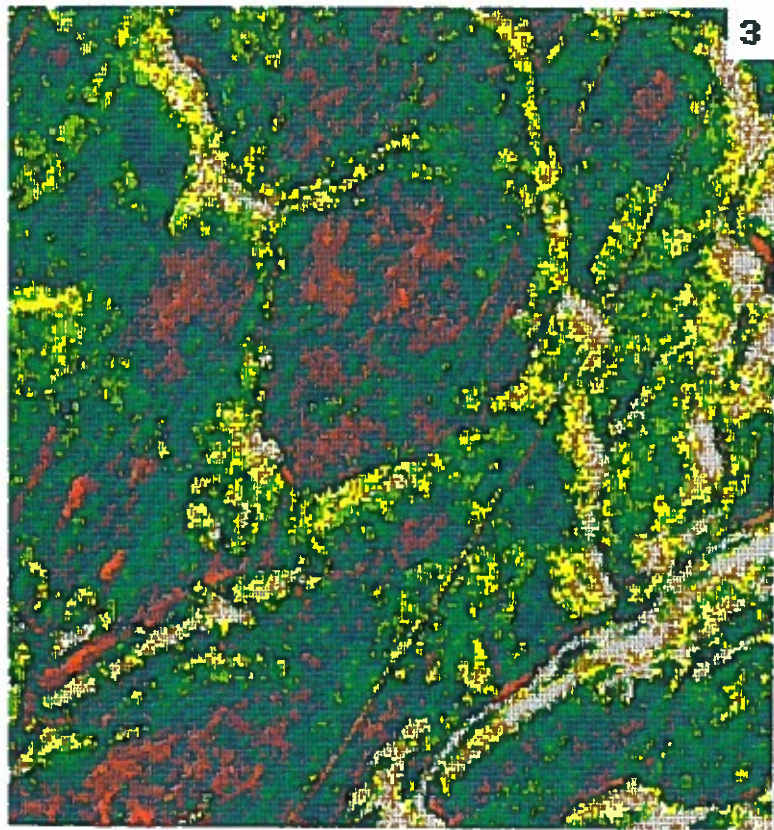
**FIGUR 3: OLYMPELVEN EAST**

- 1) SCAN AF VEGETATIONSKORT
- 2) SPOT-HRU MINDIST 8-9-86
- 3) SPOT-HRU NDUI 8-9-86
- 4) SPOT-HRU UNSUPERVISED  
KLASSIFIKATION 8-9-86

**1000 M**

---







BUH 50%

1 2 3 SPOT HRV

1 2 NOAA AVHRR

1 2 3 4 LANDSAT TM

5

7

4 5 6 7 LANDSAT MSS

