



**REMOTE SENSING STUDIEPROJECT  
OOST GELDERLAND**

**DEELRAPPORT 8**

**NEEDSE ACHTERVELD,  
MULTI SPECTRALE SCANNING  
TEN BEHOEVE VAN VEGETATIEKARTERING**

**E.J. van Kootwijk**



NEEDSE ACHTERVELD,  
MULTI SPECTRALE SCANNING TEN BEHOEVE VAN VEGETATIEKARTERING

E.J. van Kootwijk

Intern rapport IR 87/8  
Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum  
Afdeling Botanica  
Sectie Ecohydrologie & Remote Sensing

1985

INHOUD

VOORWOORD

# INTERN-VERSLAG R.I.N.

BIBLIOTHEEK  
RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER  
POSTBUS 46  
3856 ZR LEERSUM

## 1 INLEIDING

### 1.1 Doelstelling

### 1.2 Terreinbeschrijving

#### 1.2.1 Algemeen

#### 1.2.2 Vegetatie

#### 1.2.3 Beschrijving legenda-eenheden van de vegetatiekaart

## 2 ONDERZOEKMETHODE

## 3 BEELDVERWERKING

### 3.1 Inleiding

### 3.2 Beeldweergave

### 3.3 Beeldverbetering

#### 3.3.1 Linear stretch

#### 3.3.2 Horizontale Gradiëntcorrectie (HGC)

#### 3.3.3 Histogramequalisatie

### 3.4 Verdere Bewerkingen

#### 3.4.1 Feature Space Plots (FSP)

#### 3.4.2 Het aanwijzen van trainingspixels

#### 3.4.3 Contrastverhoging m.b.v. negatiefbeelden

### 3.5 Classificatie

#### 3.5.1 Inleiding

#### 3.5.2 Handclassificatie

#### 3.5.3 Geautomatiseerde classificatie (supervised classification)

### 3.6 Gebruik van het warmtebeeld (band 11)

## 4 BEOORDELING VAN DE BEELDEN

## 5 CONCLUSIES

## 6 LITERATUUR

## 7 LIJST MET FIGUREN

BIJLAGE I VEGETATIETABEL + MONSTERPUNTENKAART

II PIXYS, HET BEELDVERWERKINGSSYSTEEM VAN HET RIJKSINSTITUUT  
VOOR NATUURBEHEER

## VOORWOORD

Dit rapport is een onderdeel van de bijdrage van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer aan het Remote Sensing Studieproject Oost-Gelderland.

Het vegetatiekundig gedeelte van het hier beschreven deelonderzoek is uitgevoerd tijdens een stage bij het RIN en vormt een onderwerp van het doctoraal hoofdvak vegetatiekunde van de studierichting biologie aan de Universiteit van Amsterdam.

Het beeldverwerkingsgedeelte is uitgevoerd gedurende een aanstelling van 4 maanden bij het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding als technisch medewerker van het Remote Sensing Studieproject Oost-Gelderland. De werkzaamheden zijn uitgevoerd bij het Rijksinstituut voor Natuurbeheer te Leersum waar gebruik gemaakt is van de daar aanwezige beeldverwerkingsapparatuur en andere faciliteiten. Begeleider van beide gedeelten was drs. G. van Wirdum.

Een woord van dank ben ik verschuldigd aan Ben Wijlens en Roelof Heringa, Staatsbosbeheer Vorden, voor hun bereidwillige medewerking en aan Max Lebouille en Peter Hermelink voor assistentie en adviezen tijdens het veldwerk.

Leersum, december 1984.

### 1.1 Doelstelling van het onderzoek

Bij het beheer van natuurgebieden is het verkrijgen van informatie betreffende vegetatie en waterhuishouding, van groot belang. In het kader van het Remote Sensing Project Oost-Gelderland is onderzoek gedaan naar de rol die Multi Spectrale Scanning (MSS) kan spelen bij het vergaren van deze informatie en het leggen van een relatie hiertussen.

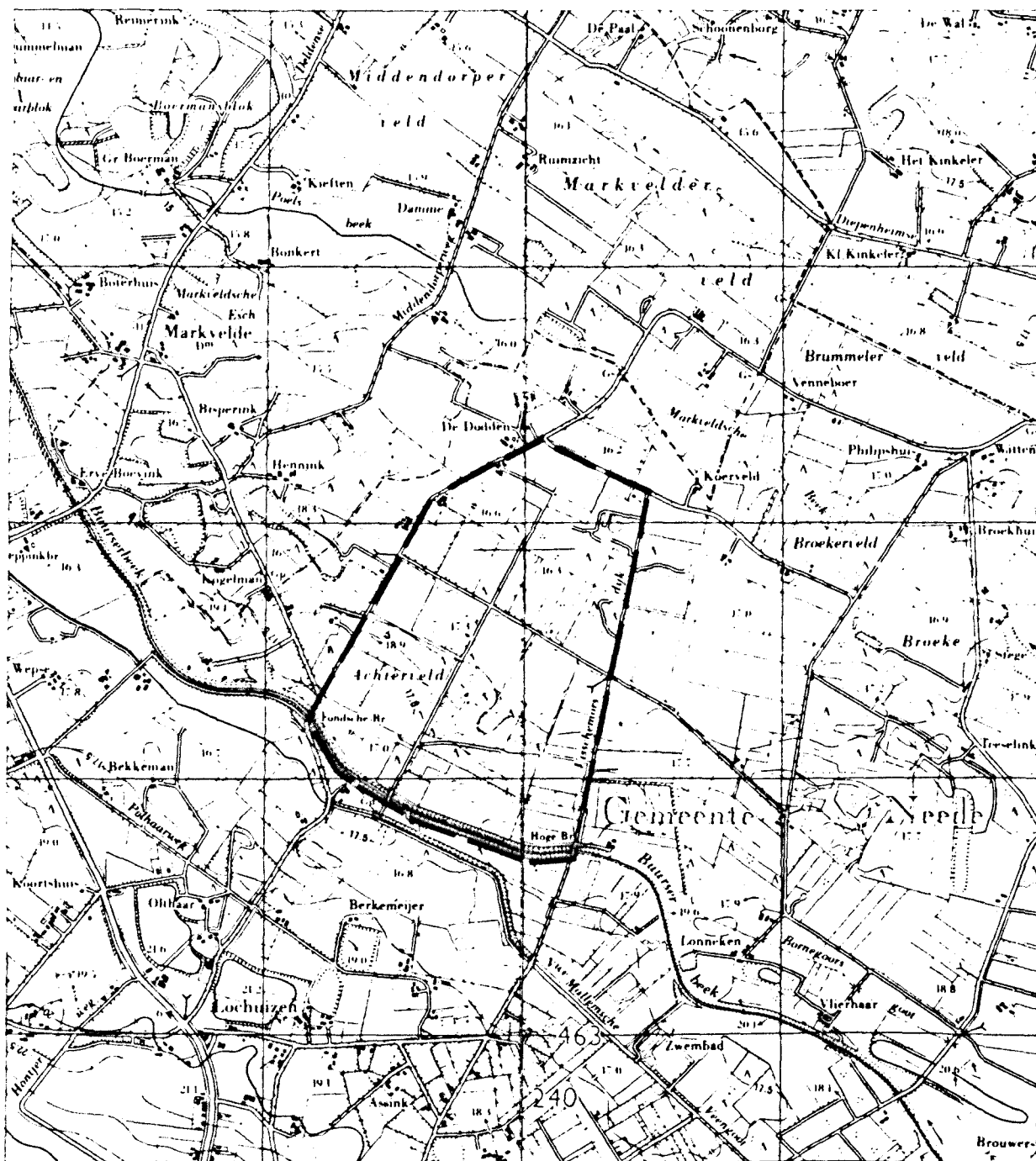
In eerste instantie is onderzocht of, en in hoeverre met MSS een betrouwbaar beeld te verkrijgen is van de fysiognomie van halfnatuurlijke vegetaties en in hoeverre dit beeld informatie levert over de floristische samenstelling hiervan. Hierbij speelde de vraag naar de bruikbaarheid van beeldverwerkingstechnieken een belangrijke rol.

### 1.2 Terreinbeschrijving

#### 1.2.1 Algemeen

Het Needse Achterveld is gelegen in de gemeente Neede (fig. 1) en beslaat een oppervlakte van 68 ha, voor het grootste gedeelte aaneengesloten, met enkele kleine stukjes er verspreid omheen. Het is als vochtig tot nat heidegebied een restant van een landschapstype dat rond de eeuwwisseling nog grote oppervlakten in de Achterhoek besloeg, maar dat nu goeddeels verdwenen is. Het terrein omvat vochtige en droge heidegezelschappen, drassige laagten, kleine vennetjes, broekbossen, naald- en loofbossen. In het midden van het terrein ligt een stuifzandrug. De gemiddelde terreinhoogte is  $\pm 16,5$  m + NAP. Afgezien van de stuifzandrug is er weinig reliëf.

Het bodemmateriaal bestaat uit leemarm tot zwak lemig fijn zand, van oorsprong eolisch dekzand. Hierin is een veldpodzol tot ontwikkeling gekomen, waarop in de laagste gedeelten een moerig laagje ligt. In de dekzandrug bevindt zich een haarpodzolbodem. Het grondwater fluctueert in de laagste gedeelten tussen even boven tot 1,5 m beneden maaiveld, in de hoger gelegen dekzakrug tussen 0,5 en 1,8 m beneden maaiveld.



Figuur 1. Situatie Needse Achterveld.

Basis: topografische kaart van Nederland, schaal 1:25.000,  
blad 34B & 34E.

### 1.2.2 Vegetatie

De vegetatie van het Needse Achterveld omvat o.a. drassige, vochtige en droge heidegezelschappen, afhankelijk van de diepte van het grondwater. Droge heide, met dominantie van *Calluna vulgaris*, is te vinden op de dekzandrug. Deze vegetatie is afhankelijk van het uit de neerslag afkomstige hangwater in de bovenste bodemlaag. Drassige heide, met dominantie van *Erica tetralix*, komt in de lagere terreingedeelten voor, die 's winters plasdras zijn.

De heide, die in de middeleeuwen door ontbossing is ontstaan, vormde tot aan het eind van de vorige eeuw een onmisbaar onderdeel van het landbouwbedrijf. Hierbij werd de heide regelmatig afgeplagd. De plaggen werden, vermengd met schapemest, gebruikt om de akkers te bemesten (potstalsysteem). Ook werd de heide met schapen beweide en gemaaid voor veevoer. Deze activiteiten hielden de heidevegetatie in stand. Door het verdwijnen van dit landbouwsysteem en de daaraan gebonden activiteiten is de heide geneigd zich weer in de richting van het eiken-berkenbos te ontwikkelen. In het Needse Achterveld is dit duidelijk waarneembaar door de sterke vertegenwoordiging van grassen, in hoofdzaak *Molinia caerulea* en *Deschampsia flexuosa*, terwijl er ook voortdurend opslag plaatsvindt van eik, grove den, berk en vuilboom.

In een poging deze ontwikkeling te keren wordt het Needse Achterveld sinds 1983 weer begraasd met Highland Cattle. Overigens kunnen ook veranderingen in grondwaterhuishouding en samenstelling van atmosferische depositie invloed hebben op de vegetatiesamenstelling. Behalve de heidevegetaties bevat het terrein nog drassige laagten, kleine vennetjes, gagelstruweel, broekbos en naald- en loofbos.

Figuur 2 is de vegetatiekaart van het terrein. Deze werd speciaal voor dit onderzoek vervaardigd om als referentie te dienen voor de MSS-beelden. In de volgende paragraaf zullen de legenda-eenheden van de kaart beschreven worden.







Legenda bij figuur 2.

OPEN VEGETATIES

| Kaartcode | Dominante soort             | Bedekking (%) | Niet dominante soorten (Bedek.%) | Opmerkingen                                                                          |
|-----------|-----------------------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | <i>Deschampsia flexuosa</i> | 50-75         |                                  | terrein: hoog                                                                        |
| 1.24      | " "                         | 25-75         | <i>Calluna</i> <12.5             |                                                                                      |
|           | " "                         |               | <i>Molinia</i> <50               |                                                                                      |
| 1.4       | " "                         | 25-75         | <i>Molinia</i> <50               |                                                                                      |
| 1.43      | " "                         | 25-75         | <i>Molinia</i> <12.5             |                                                                                      |
|           |                             |               | <i>Erica</i> <12.5               |                                                                                      |
| 2         | <i>Calluna vulgaris</i>     | 20-90         |                                  | terrein: middelhoog-hoog                                                             |
| 2.1       | " "                         | 10-50         | <i>Deschampsia</i> 5             |                                                                                      |
| 2.14      | " "                         | 12.5-50       | <i>Deschampsia</i> 5-25          |                                                                                      |
|           |                             |               | <i>Molinia</i> 5                 |                                                                                      |
| 3         | <i>Erica tetralix</i>       | 50-90         |                                  | terrein: laag-middelhoog                                                             |
| 3.2       | " "                         | 12.5-75       | <i>Calluna</i> <25               |                                                                                      |
| 3.24      | " "                         | 12.5-50       | <i>Calluna</i> 12.5-25           |                                                                                      |
|           |                             |               | <i>Molinia</i> 12.5-25           |                                                                                      |
| 3.4       | " "                         | 5-50          | <i>Molinia</i> 5-50              |                                                                                      |
| 3.4m      | " "                         | 5-50          | <i>Molinia</i> 5-50              |                                                                                      |
|           |                             |               | <i>Myrica</i> 30-50              |                                                                                      |
| 3m        | " "                         | 5-50          | <i>Myrica</i> 30-50              |                                                                                      |
| 3.4B      | " "                         | 10-50         | <i>Molinia</i> 5-50              |                                                                                      |
|           |                             |               | <i>Scirpus cespitosus</i> <5     |                                                                                      |
| 3.4E      | " "                         | 10-50         | <i>Molinia</i> 5-50              | niet in pollen, jong                                                                 |
|           |                             |               | <i>Scirpus cespitosus</i> <5     |                                                                                      |
| 4         | <i>Molinia caerulea</i>     | 25-75         |                                  | terrein: laag-middelhoog                                                             |
| 4B        | " "                         | 5-50          | <i>Eriophorum ang.</i> <5        | <i>Molinia</i> in grote pollen                                                       |
| 4.3       | " "                         | 5-50          | <i>Erica</i> 5-25                |                                                                                      |
| 4.1b      | " "                         | 25-50         | <i>Deschampsia</i> 5             | Jonge opstand <i>Frangula alnus</i><br><i>Salix</i> , <i>Betula</i> , <i>Quercus</i> |
| 4B        | " "                         | 25-50         |                                  | Jonge opstand <i>Pinus sylvestris</i>                                                |
| 5         | <i>Myrica gale</i>          | 90            |                                  | terrein: laag                                                                        |
| 5.34      | " "                         | 50-90         | <i>Erica</i> 5-25                |                                                                                      |
|           |                             |               | <i>Molinia</i> 5-25              |                                                                                      |
| 6         | Venachtige laagte           |               |                                  |                                                                                      |
| 7         | Kale grond                  |               |                                  |                                                                                      |
| 8         | Open water                  |               |                                  |                                                                                      |

BOSVEGETATIES

|             |                                         |
|-------------|-----------------------------------------|
| A           | Naaldhout, vnl. <i>Pinus sylvestris</i> |
| S           | Loofhout in houtwallen                  |
| L           | Loofhout                                |
| G           | Gemengd loof- en naaldhout              |
| C           | <i>Picea abies</i>                      |
|             | <i>Juniperus communis</i>               |
|             | <i>Rubus spec.</i>                      |
| (N) (L) (O) | Individuele bomen                       |

ALGEMEEN

|           |           |
|-----------|-----------|
| — — — — — | Weg/pad   |
| .....     | Wandelpad |
| — — — — — | Watergang |

Legenda bij figuur 2.

### 1.2.3 Beschrijving legenda-eenheden van de vegetatiekaart

I. Legenda-eenheden die de niet door bos bedekte gedeelten beschrijven  
De indeling van de hoofdeenheden is gebaseerd op het dominant voorkomen van vijf soorten (tabel 1).

Tabel 1. Hoofdeenheden vegetatiekaart.

| kaart-<br>code | kaart-<br>kleur | dominante soort             | terrein | vochtig-<br>heid |
|----------------|-----------------|-----------------------------|---------|------------------|
| 1              | lichtbruin      | <i>Deschampsia flexuosa</i> | hoog    | droog            |
| 2              | rood            | <i>Calluna vulgaris</i>     |         |                  |
| 3              | paars           | <i>Erica tetralix</i>       |         |                  |
| 4              | grijs           | <i>Molinia caerulea</i>     |         |                  |
| 5              | licht blauw     | <i>Myrica gale</i>          | laag    | nat              |

De hoofdeenheden zijn verdeeld in subeenheden op basis van het voorkomen van soorten uit een van de andere hoofdeenheden. Dit is aangegeven door de code van deze begeleidende soorten toe te voegen aan de code van de hoofdeenheden. Dominante en begeleidende soorten zijn gescheiden door een punt. De code 3.24 duidt bijvoorbeeld op het dominant voorkomen van *Erica tetralix* met *Calluna vulgaris* en *Molinia caerulea* in aanzienlijke bedekking (zie legenda voor bedekkingspercentages). Wanneer géén andere soorten in de subeenheid een belangrijke rol spelen, is alleen de code van de hoofdeenheid gebruikt. Verder is nog eenheid 6 toegevoegd. Deze betreft venachtige en moerasachtige laagten in het terrein met een afwijkende vegetatie maar een geringe oppervlakte.

Hieronder volgt een beschrijving van de aparte eenheden. De code achter de naam van elke plantengemeenschap verwijst naar Westhoff & Den Held (1969).

Hoofdeenheid 1. *Deschampsia flexuosa*.

Opnamen 153-125.1 (zie vegetatietabel in bijlage 1).

Plantengemeenschap: *Genisto pilosae*-*Callunetum* 30Bal.

Droge vergraste heide. Vegetatie met dominantie van *Deschampsia flexuosa*, soms met codominantie van *Molinia caerulea*.

*Erica tetralix* maar vooral ook *Calluna vulgaris* komen hier nog in voor. *Deschampsia* kan met de bladen een dichte mat vormen die de gehele bodem bedekt. Het type komt voor op hogere, drogere gedeelten in het open veld of als ondergroei in het bos, langs bosranden en op kapvlakten, hierbij vaak vergezeld van *Rubus spec.*

Hoofdeenheid 2. *Calluna vulgaris*.

Opnamen 53-96 (zie bijlage 1).

Plantengemeenschap: *Genisto pilosae-Callunetum* 30Ba1

*Dicrano-Juniperetum* 36Aa2.

Droge heide met dominantie van *Calluna vulgaris*. Dit type komt voornamelijk voor op de hoger gelegen dekzandrug in het zuidelijk deel van het terrein. Bremsoorten worden niet of nauwelijks aangetroffen. In sommige delen van de *Calluna*-vegetatie in het Needse Achterveld wordt *Hypnum cupressiforme* var. *ericetorum* in hoge bedekking aangetroffen. Ook komen verspreid plekken van enige vierkante meters voor die begroeid zijn met *Nardus stricta*. De *Calluna*-eenheid omvat tevens het *Dicrano-Juniperetum*. In het Needse Achterveld komen slechts enkele kleine struwelen voor, hetgeen reden was hier geen aparte eenheid van te maken.

Hoofdeenheid 3. *Erica tetralix*.

Opnamen 54-44 (zie bijlage 1).

Plantengemeenschap: *Ericetum tetralicis* 29Aa2

*Lycopodio-Rhynchosporium albo-fuscae* 29Aa1.

Vochtige tot drassige heide. Op enkele plaatsen komt *Erica* in dominantie voor (subeenheid 3). Meestal echter komt in deze eenheid ook vrij veel *Calluna* en *Molinia* voor (subeenheid 3.2, 3.42). Aanzienlijke oppervlakten zijn vergrast met *Molinia caerulea* (subeenheid 3.4) of met *Molinia* en *Deschampsia* (3.41). Op wat kale, moerige plekken kan plaatselijk *Rhynchospora fusca* voorkomen, als vertegenwoordiger van het *Lycopodio-Rhynchosporium albo-fuscae*, hoewel kensoort *Lycopodium inundatum* niet gevonden is. De drassige heiden onderscheiden zich van de vochtige door het voorkomen van *Scirpus cespitosus*, *Gentiana pneumonanthe* en *Salix repens*. *Narthecium ossifragum*, een soort die in de drassige heide thuishoort en vroeger in het Needse Achterveld is waargenomen, is nu niet meer gevonden. Een aan de code toegevoegde g (b.v. 3.4g) duidt op het voorkomen van *Gentiana pneumonanthe*. De subeenheden 3M en 3.4M bevatten veel takken en struiken van *Myrica gale* en zijn nog natter dan de

drassige heide.

Hoofdeenheid 4. *Molinia caerulea*.

Opnamen 31-49 (zie bijlage 1).

Plantengemeenschap: *Ericetum tetralicis* 29Aa2.

Vergraste natte heide. Dominantie van *Molinia caerulea*. Deze eenheid omvat vergraste heide waarin *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix* en *Salix repens* in meer of mindere mate voorkomen (subeenheden 4, 4.3, 4.32) en de drassige laagten en omgeving van vennen waarin *Myrica gale*, *Erica tetralix* en *Eriophorum angustifolium* voorkomen. In dit laatste type staat *Molinia* in grote verspreide pollen als gevolg van inundatie en een sterk wisselende grondwaterstand (subeenheid 4E). *Molinia* komt ook dominant voor als ondergroei van de bosvegetaties en langs de bosranden (subeenheden 4, 4N, 4.1b).

Hoofdeenheid 5. *Myrica gale*.

Plantengemeenschap: *Myricetum gale* 32Aa1.

Dominantie van *Myrica gale*. Deze eenheid omvat de overgang van de drassige heiden naar de voedselarme vennen.

Subeenheid 5.34 omvat de terreingedeelten waar de *Myrica*-struiken nog klein zijn, vaak slechts enkele takjes, maar die wel verder dicht zouden kunnen groeien en overgaan in subeenheid 5. Nu bevat deze subeenheid naast *Molinia* nog redelijk veel *Erica tetralix*. Grote struiken van *Myrica* vallen in subeenheid 5 en zijn voornamelijk rond de venachtige laagten en watergangen gesitueerd.

Hoofdeenheid 6. Venachtige laagten, poeltjes.

Opnamen 41-28 (zie bijlage 1).

De venachtige laagten zijn plaatsen die een groot deel van het jaar water bevatten, maar 's zomers droogvallen. Zij kunnen soorten bevatten als *Juncus effusus*, *Carex rostrata*, *C. vesicaria*, *C. acutiformis*, *Eriophorum angustifolium*. Sommige poeltjes hebben een randzone tussen heide en water met een zeer lage bedekking, waar soorten als *Juncus bulbosus*, *Eriophorum multicaulis* en *Hydrocotyle palustris* voorkomen, soms ook *Rhynchospora fusca*.



## II. Legenda-eenheden die door bos bedekte gedeelten beschrijven

Het bos van het Needse Achterveld behoort tot het *Quercus*

*roboris*-*Betuletum molinietosum*. In de vorige eeuw was dit de meest

algemene bosgemeenschap, ondanks het feit dat een aanzienlijk deel was vervangen door *Calluna*-heiden (welke op hun beurt weer grotendeels zijn

vervangen door aangeplant naalddhout). Als ondergroei komt dominant

*Molinia caerulea* voor, wat duidt op een hoge waterstand. De associatie is

kenmerkend voor voedselarme minerale gronden (stuif- en dekzand). De

indeling op de vegetatiekaart berust op dominantie van soorten:

N - *Pinus sylvestris* dominant, ondergroei *Molinia*

L - *Quercus robur* dominant, ondergroei van *Frangula alnus* en *Molinia*

S - *Betula pendula*, *B. pubescens* en *Salix cinerea* dominant, ondergroei van *Molinia*

G - Geen dominantie van een bepaalde soort, bovengenoemde soorten komen hier voor

C - Houtsingel van *Picea abies*.

Soorten die in mindere mate in het loofhoutgedeelte van het bos kunnen

voorkomen, zijn *Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus*, *Prunus serotina*,

*Humulus lupulus*, *Prunus padus*, *Alnus glutinosa*, *Rubus fruticosus*,

*Dryopteris dilatata*, *Agrostis tenuis*, *Rubus idaeus*, *Deschampsia flexuosa*.

## 2 ONDERZOEKMETHODE

Het onderzoekmateriaal bestond uit digitale scanningsbeelden van het Needse Achterveld en het Markvelderveld, twee vochtige heideterreinen in Oost-Gelderland. De beelden zijn op 09-07-82 vanuit een vliegtuig opgenomen van een hoogte van 800 m, hetgeen resulteerde in een gemiddelde grootte van 2,1x2,1 m van de kleinste beeldelementjes (pixels) op het aardoppervlak. Voor een verdere beschrijving van de scanner en het beeldmateriaal wordt verwezen naar De Nies & Lebouille (1984) en Nieuwenhuis (1983).

Met behulp van de beeldverwerkingsfaciliteiten van het RIN is het materiaal op diverse manieren bewerkt om te komen tot beelden die een maximale hoeveelheid informatie geven over parameters die van belang zijn bij het beheer van natuurgebieden. In dit onderzoek is als parameter gekozen de verspreiding van enkele dominante soorten heide en gras. Hiervoor zijn twee redenen aan te voeren:

1. Het beheer van het Needse Achterveld is gericht op instandhouding van het heideareaal en het terugdringen van de grasachtigen.
2. De verspreiding van deze dominante soorten is bepalend voor de fysiognomie en daardoor de duidelijkst waarneembare eigenschap van de vegetatie.

De geproduceerde beelden worden vergeleken met de voor dit doel gemaakte vegetatiekaart, waarop de verspreiding van dominante soorten is aangegeven. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat in het ideale geval het MSS-beeld gelijk is aan de vegetatiekaart. Dit veronderstelt dat het MSS-beeld volledig bepaald wordt door eigenschappen van de vegetatie en dat daarmee niet-gecorreleerde verschillen in bodemtype, vochtgehalte, hoogteligging en dergelijke een zeer ondergeschikte rol spelen. De verschillen in de vegetatiekaart komen dan overeen met verschillen in reflectie van het aardoppervlak zoals die zijn vastgelegd in het MSS-beeld.

### 3 BEELDVERWERKING

#### 3.1 Inleiding

Voor patroonherkenning kan bij scanning met de thans operationele beeldverwerkingstechnieken vrijwel alleen gebruik gemaakt worden van verschillen in reflectie tussen de verschillende beeldelementen. Visuele beoordeling op textuur zoals dat bij normale luchtfoto's een belangrijke rol speelt, heeft bij een gemiddelde grondresolutie van 2,1x2,1 m een geheel andere betekenis. Bovendien ontbreekt de mogelijkheid de beelden uit één vluchtstrook stereoscopisch te bekijken.

Dat de verwerkingssoftware voor de MSS-beelden vooral gericht is op het optimaal naar voren brengen van reflectieverschillen wordt mede veroorzaakt door het feit dat geautomatiseerde patroonherkenning op basis van deze verschillen veel eenvoudiger is te formaliseren dan op basis van complexere structuren zoals textuur. Bovendien is patroonherkenning op basis van reflectieverschillen een voorwaarde voor meer complexe patroonherkenning.

In de verwerking zijn drie stadia te onderscheiden:

1. Beeldweergave,
2. Beeldverbetering (image enhancement),
3. Toevoegen van externe informatie die niet in hetzelfde beeld aanwezig is (b.v. bodemsoorten, hydrologische gegevens).

Dit onderzoek beperkt zich tot de punten 1 en 2. Een beschrijving van het beeldverwerkingssysteem van het RIN is opgenomen als bijlage 2.

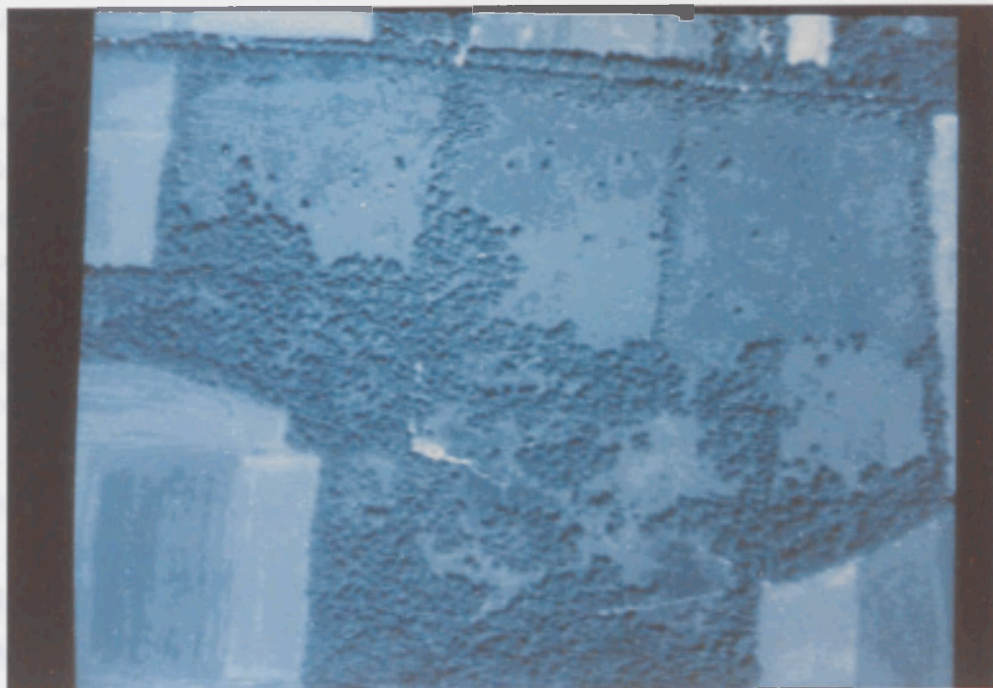
#### 3.2 Beeldweergave

Er is van uitgegaan dat het op tape beschikbare beeld fysische realiteitswaarde had zonder bijzondere restauratieprocedures toe te passen. Visuele analyse vond plaats op een beeldscherm waarbij gebruik gemaakt werd van verschillende beeldverbeteringstechnieken.

#### 3.3 Beeldverbetering

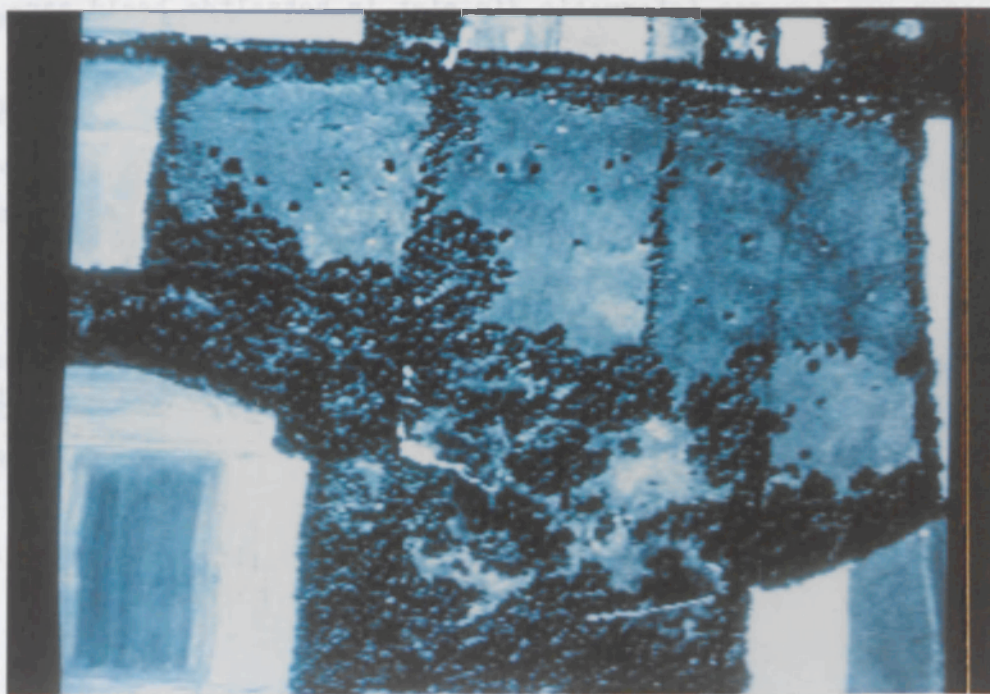
##### 3.3.1 Linear stretch

Met behulp van de optie SCALE in de programma's ONEBAN en TRIBAN kan een linear stretch worden uitgevoerd. Hiermee kan de contrastomvang (het verschil tussen hoogste en laagste pixelwaarde) van het beeld aangepast worden aan de contrastomvang van het beeldscherm. Opgegeven worden een



Figuur 3. ONEBAN

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| R     | 7    | B/W   | non (0-255)  |



Figuur 4. ONEBAN-SCALE

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| R     | 7    | B/W   | 70-120       |

minimum- en een maximumwaarde, waarbij deze waarden tussen 0-255 dienen te liggen. Pixelwaarden ter grootte van de minimumwaarde worden met de laagste intensiteit weergegeven, pixelwaarden ter grootte van de maximumwaarde met de hoogste intensiteit. Tussenliggende pixelwaarden worden in een overeenkomstige grijswaarde op het scherm gezet. Naar verkiezing kunnen pixelwaarden boven de maximumgrens worden weergegeven met de hoogste intensiteit (optie SCALE) of met de laagste intensiteit (optie SCALEZ). Pixelwaarden beneden de minimumwaarde worden altijd met de laagste intensiteit weergegeven.

Linear stretch heeft vrijwel altijd een zeer gunstige uitwerking op het beeld, omdat de contrastomvang binnen het te onderzoeken natuurgebied in de onbewerkte beelden kleiner is dan de contrastomvang van het beeldscherm. Dit verschijnsel doet zich ook vaak voor bij luchtfoto's, waarbij voor de vaak weinig reflecterende natuurgebieden slechts een beperkt aantal grenswaarden beschikbaar is: veel grijstonen gaan verloren aan sterk reflecterende akkers of absorberende wateroppervlakten, waarin men niet geïnteresseerd is; met digitale beeldverwerking kan deze discrepantie voor het oog verholpen worden middels linear stretch. De radiometrische resolutie kan echter niet worden verbeterd.

Figuur 3 laat een MSS-beeld zien van het Needse Achterveld waarvan de schaling niet is aangepast. Het beeld is met het programma ONEBAN gemaakt en stelt de reflectie in band 7 voor. Figuur 4 geeft hetzelfde beeld, nu met linear stretch.

Het bepalen van de grenzen van de linear stretch kan op verschillende manieren gebeuren:

- Onder- en bovengrens kunnen gesteld worden op een afstand van drie maal de standaarddeviatie vanaf de gemiddelde pixelwaarde. Gemiddelde en standaarddeviatie zijn eenvoudig te bepalen met de optie HISTO (TRIBAN, ONEBAN). Hiermee wordt een frequentiediagram van de pixelwaarden verkregen, waarbij tegelijkertijd enige statistische grootheden van de frequentieverdeling over de pixelintensiteitsklassen worden berekend. Dit kan van het gehele, maar ook van een deelbeeld gebeuren. Deelbeelden kunnen aangewezen worden met de optie AREA (ONEBAN).

Het gebruik van minimum- en maximumpixelwaarde als onder- en bovengrens van de lineair stretch geeft in de praktijk geen goede resultaten. De contrastomvang van een heel gebied wordt dan bepaald door enkele zeer extreme en irrelevante pixels (een plasje water, een stukje droog



zand).

De in dit onderzoek toegepaste methode is empirisch: aan de hand van het histogram worden een grove onder- en bovengrens vastgesteld; deze worden vervolgens middels visuele beoordeling in een aantal pogingen verfijnd met de (zeer snel werkende) SCALE-optie.

Met de optie SLICE is het mogelijk een zgn. density slicing te maken. Hierbij wordt een enkele intensiteitsklasse zichtbaar gemaakt, hetzij over het volledig grijstonenbereik van het beeldscherm geschaald, hetzij in één kleur (ook wit) (zie figuur 6).

Met SLICE is het mogelijk (snel) de linear-stretch-grenzen van de gedeelten van het beeld waarin men geïnteresseerd is optimaal te kiezen. Voor het visueel beoordelen van ruwe beelden is het gebruik van linear stretch meestal aan te bevelen.

```
OPTION  NEEDCE ACHTERVELD BAND 7 GECORRIGEERD 2 7-82
HISTO 0 255 25
```

```
-----
Number of pixels =200000

  0:~                0.51 %    1012
 10:~                0.33 %     725
 20:~                0.74 %    1518
 30:~               1.51 %    3027
 40:~               2.96 %    5925
 50:~               4.66 %    9323
 60:~               7.63 %   15252
 70:~              10.18 %   20362
 80:~              10.77 %   21533
 90:~              16.81 %   33612
100:~              11.65 %   23308
110:~              10.47 %   20942
120:~              10.56 %   21130
130:~               5.15 %   10308
140:~               2.04 %    4074
150:~               1.10 %    2205
160:~               1.78 %    3559
170:~               0.75 %    1491
180:~               0.12 %     247
190:~               0.13 %     251
200:~               0.06 %     116
210:~               0.03 %      57
220:~               0.01 %      17
230:~               0.00 %       6
240:~               0.00 %       0
```

```
Maximum frequency =16.81% one % =0.34%
Mean = 95.93 +/-30.17
Skewness = 0.01 Kurtosis = 0.45
-----
```

Figuur 5. Histogram van band 7.

☐ Klassen waarover beeldintensiteiten verdeeld moeten worden.

### 3.3.2 Horizontale Gradiënt Correctie (HGC)

Wanneer een MSS-beeld 'opgenomen' wordt, terwijl de zon zich lateraal van het vliegtuig bevindt, zal de gemiddelde reflectie aan de zonnkant van het beeld lager zijn dan aan de andere kant van het beeld. Hoewel een goede correctie voor dit verschijnsel moeilijk is, kan in veel gevallen een verbetering van de interpreteerbaarheid verkregen worden door horizontale, d.w.z. loodrecht op de vliegrichting verlopende gradiënten uit het beeld te verwijderen. Hierbij wordt geen rekening gehouden met eventuele verschillen die wel degelijk van betekenis zijn bij de interpretatie. Het MSS-beeld kan in principe voor deze horizontale gradiënt gecorrigeerd worden met behulp van het programma CORBAN. Bij de door dit programma uitgevoerde horizontale gradiëntcorrectie wordt ervan uitgegaan dat de gemiddelde reflectie per kolom pixels ongeveer gelijk moet zijn. CORBAN voert de volgende stappen uit:

1. Per kolom wordt de gemiddelde pixelwaarde berekend.
2. Voor de waarden van de kolomgemiddelden wordt een best passende tweedegraads kromme berekend.
3. Deze kromme wordt gecorrigeerd tot een rechte met constante pixelwaarde.
4. Deze zelfde correctie wordt per kolom op de pixelwaarden van het beeld toegepast.

(Wanneer na de correctie nogmaals de kolomgemiddelden berekend zouden worden, zouden deze nu om de rechte slingeren.) In figuur 7 is de werking van CORBAN geïllustreerd.

Figuur 8 geeft het resultaat van de correctie in de uiteindelijke beelden. Figuur 8a is een driekleuren composiet, samengesteld uit niet gecorrigeerde banden 5, 7 en 9. In figuur 8b zijn alle banden met CORBAN gecorrigeerd. Het nadeel van deze methode is dat de gemiddelde reflectie in werkelijkheid niet over het gehele beeld gelijk is. Een betere methode zou dan ook zijn om de correctie te iken met trainingsgebiedjes waarvan het reflectiepatroon bekend is. Dit zou eventueel in het veld met een handreflectiemeter vastgesteld kunnen worden.

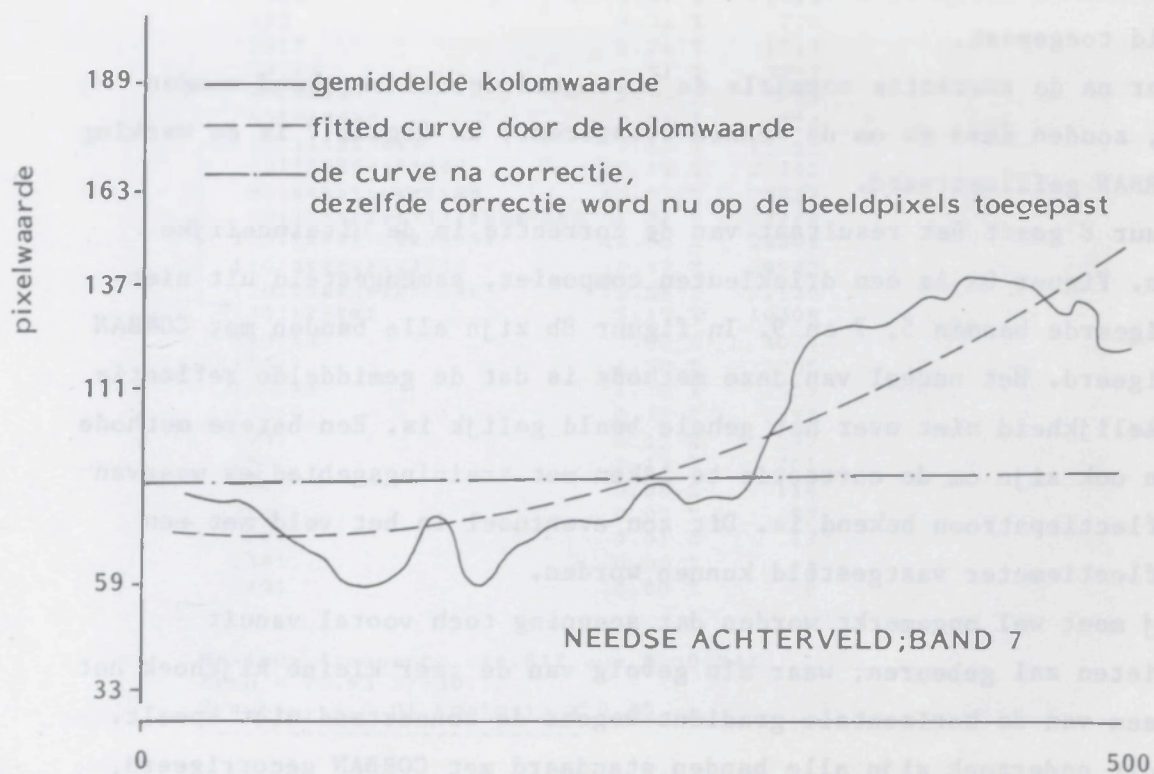
Hierbij moet wel opgemerkt worden dat scanning toch vooral vanuit satellieten zal gebeuren, waar als gevolg van de zeer kleine kijkhoek het probleem van de horizontale gradiënt wegens de zonnestand niet speelt.

In dit onderzoek zijn alle banden standaard met CORBAN gecorrigeerd, alvorens er verdere bewerkingen op toe te passen.



Figuur 6. ONEBAN-SCALEZ

| Scene | Band | Image | Intensity range | Vegetation    |
|-------|------|-------|-----------------|---------------|
| R     | 7    | B/W   | 85-95           | Molinia+Erica |



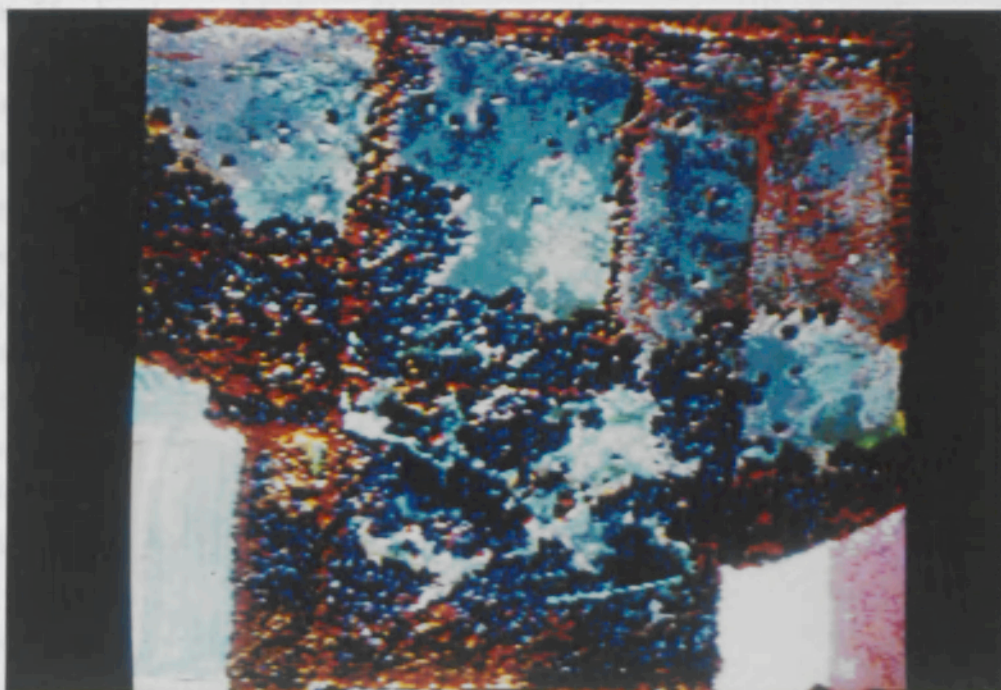
Figuur 7. Correctiekrommen van het Programma CORBAN.





Figuur 8a. TRIBAN-HISTEQ

| Scene | Band | Image | geen HGC |
|-------|------|-------|----------|
| G     | 5    | B     |          |
| R     | 7    | G     |          |
| IR    | 9    | R     |          |



Figuur 8b. TRIBAN-HISTEQ. Als 8a, met HGC.

```

-----
Number of pixels =239000

A      0:      0.20 %      478
       1:      0.14 %      323
       2:###     2.57 %     6137
       3:#####    7.91 %    18900
       4:#####   16.85 %   40277
       5:#####   22.17 %   52992
       6:#####   24.61 %   58817
       7:#####   15.19 %   36302
       8:####     5.33 %    12738
       9:##       2.75 %     6567
      10:##       0.94 %     2241
      11:         0.57 %     1365
      12:         0.59 %     1416
      13:         0.15 %       360
      14:         0.03 %        78
      15:         0.00 %         9

```

```

-----
Number of pixels =239000

B      0:#####    6.53 %   15615
       1:#####    5.81 %   13881
       2:#####    6.54 %   15627
       3:#####    5.46 %   13056
       4:#####    6.79 %   16223
       5:#####    5.67 %   13551
       6:#####    7.64 %   18252
       7:#####    5.40 %   12902
       8:#####    7.62 %   18210
       9:#####    6.07 %   14510
      10:#####    7.46 %   17834
      11:#####    5.64 %   13491
      12:#####    6.32 %   15094
      13:#####    6.02 %   14378
      14:#####    6.28 %   15007
      15:#####    4.76 %   11369

```

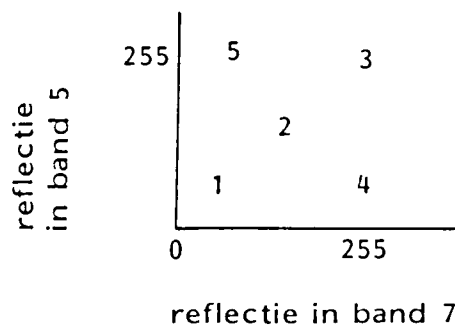
```

Maximum frequency =7.64% one % =0.38%
Mean = 7.40 +/-4.51
Skewness = 0.00 Kurtosis = 756.26
-----

```

Figuur 9. Histogramequalisatie.

A : Frequentieverdeling van pixelwaarden in band 7  
 B : Verdeling na uitvoeren van HISTEQ-optie  
 1-15: intensiteitsklassen.



Figuur 10. Schematische Feature Space Plot.



### 3.3.3 Histogramequalisatie

Met de in ONEBAN en TRIBAN aanwezige optie HISTEQ kan een histogram-equalisatie worden toegepast, waardoor het contrast zeer sterk vergroot wordt. Het gevolg van een histogram-equalisatie is dat de frequentie waarmee pixels met een bepaalde intensiteitswaarde voorkomen voor alle intensiteitsklassen gelijk wordt; de van nature vaak min of meer normale verdeling wordt rechtgetrokken. Het is de vraag of een dergelijk beeld, waarin geen bepaalde klasse duidelijk overheerst, de interpretatie vereenvoudigt.

## 3.4 Verdere bewerkingen

### 3.4.1 Feature Space Plots (FSP)

Voor een aantal bewerkingen is het nuttig of zelfs noodzakelijk een indruk te krijgen van de reflectieve eigenschappen van de pixels. Dit is mogelijk door uit het beeld een aantal zgn. trainingspixels te selecteren, en van deze pixels de waarden grafisch weer te geven in Feature Space Plots (FSP).

Het pakket bevat een aantal programma's die het mogelijk maken pixels in een beeld te selecteren en in een FSP te plaatsen:

Met het programma FEABAN kunnen m.b.v. een cursor pixels aangewezen worden. Oorspronkelijk kon dit aanwijzen alleen in niet-uitvergrote beelden van één band geschieden. Hierdoor was het vaak onduidelijk uit welke vegetatie-eenheid het pixel afkomstig was, vooral wanneer de eenheid vrij klein was. Tijdens het onderzoek zijn de mogelijkheden van FEABAN zodanig uitgebreid dat pixels ook in uitvergrote beelden kunnen worden aangewezen. Bovendien kunnen nu ook gekleurde, uit verschillende banden opgebouwde beelden worden gebruikt.

In een FSP worden van een aantal geselecteerde pixels de reflectiewaarden in twee verschillende banden tegen elkaar uitgezet. In figuur 10 zijn als voorbeeld 5 pixels uitgezet. Pixel 1, 2 en 3 vertonen in band 5 en 7 hetzelfde gedrag. Gebruik van beide banden om deze pixels te onderscheiden is dus zinloos. Pixels 4 en 5 vertonen in band 5 en 7 een verschillend gedrag: pixel 4 heeft in band 7 een hoge reflectie, in band 5 een lage. Voor pixel 5 geldt het omgekeerde. Om pixel 5 van pixel 3 te kunnen onderscheiden zal band 7 gebruikt moeten worden. Om pixel 4 van pixel 3 te kunnen onderscheiden biedt band 7 geen uitkomst. Hiervoor zal band 5 gebruik moeten worden.

Door pixels te selecteren uit verschillende vegetatietypen en deze vervolgens uit te zetten in een FSP kan bekeken worden welke banden gebruikt moeten worden om bepaalde vegetatietypen te kunnen onderscheiden. In figuur 11 t/m 14 zijn in 4 FSP's 42 pixels weergegeven die representatief zijn voor de hoofdeenheden van de vegetatiekaart. Voor de volledigheid zijn ook de FSP's van band 11 (thermisch infrarood) weergegeven.

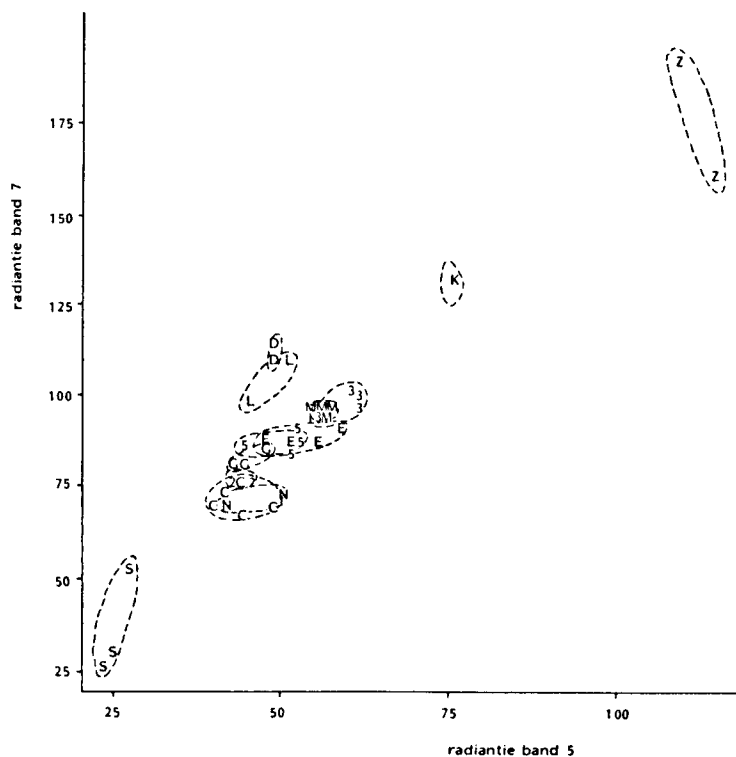
In tabel 2 zijn de reflectiewaarden in de verschillende banden weergegeven.

Tabel 2. Reflectiewaarden van de geselecteerde pixels in de banden 5, 7 9 en 11.

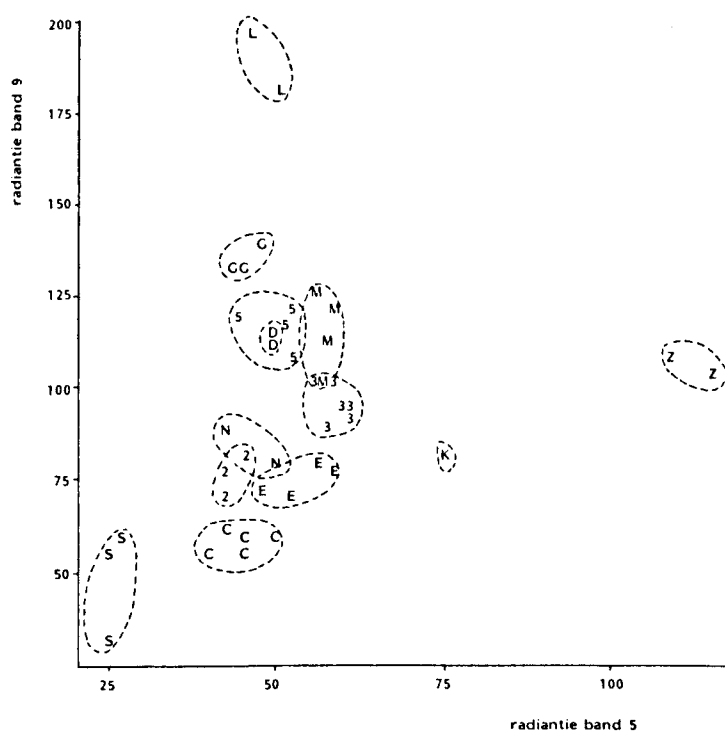
| symbool | band |     |     |     |
|---------|------|-----|-----|-----|
|         | 5    | 7   | 9   | 11  |
| L       | 51   | 109 | 177 | 102 |
| C       | 41   | 72  | 59  | 161 |
| C       | 43   | 75  | 65  | 166 |
| C       | 45   | 70  | 64  | 160 |
| C       | 46   | 78  | 59  | 184 |
| C       | 50   | 71  | 64  | 188 |
| N       | 43   | 72  | 91  | 100 |
| D       | 50   | 114 | 112 | 142 |
| Z       | 107  | 189 | 111 | 158 |
| Z       | 113  | 157 | 107 | 163 |
| D       | 50   | 110 | 114 | 145 |
| K       | 75   | 129 | 83  | 231 |
| 3       | 56   | 95  | 102 | 139 |
| S       | 30   | 57  | 62  | 98  |
| N       | 51   | 74  | 81  | 103 |
| 5       | 54   | 90  | 108 | 121 |
| 3       | 57   | 97  | 90  | 141 |
| G       | 45   | 82  | 133 | 106 |
| 5       | 52   | 85  | 118 | 122 |
| 3       | 58   | 98  | 102 | 140 |
| M       | 57   | 96  | 113 | 128 |
| 3       | 61   | 97  | 94  | 140 |
| E       | 52   | 88  | 74  | 156 |
| 3       | 60   | 101 | 97  | 138 |
| 3       | 61   | 99  | 96  | 143 |
| E       | 59   | 93  | 79  | 155 |
| F       | 56   | 88  | 81  | 154 |
| G       | 49   | 85  | 138 | 106 |
| M       | 57   | 95  | 103 | 130 |
| 5       | 53   | 88  | 121 | 117 |
| G       | 44   | 81  | 133 | 105 |
| 5       | 46   | 85  | 120 | 117 |
| E       | 48   | 87  | 76  | 161 |
| M       | 56   | 97  | 125 | 120 |
| 2       | 44   | 78  | 74  | 155 |
| 2       | 47   | 77  | 83  | 143 |
| 2       | 44   | 77  | 81  | 135 |
| 2       | 44   | 77  | 81  | 135 |
| M       | 58   | 97  | 122 | 129 |
| L       | 47   | 99  | 194 | 90  |
| S       | 27   | 33  | 58  | 72  |
| S       | 26   | 29  | 36  | 80  |

Legenda:

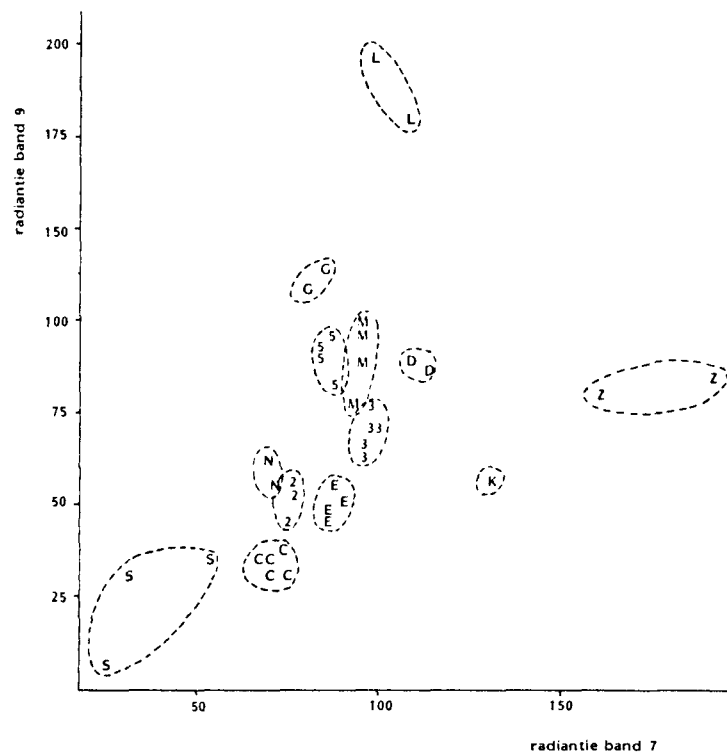
L = Loofhout  
N = Naalldhout  
C = Myrica gale  
M = Molinia  
E = Erica tetralix  
C = Calluna vulgaris  
D = Deschampsia flexuosa  
2 = Erica + Calluna  
3 = Erica + Molinia  
5 = Myrica + Molinia  
S = schaduw  
Z = zand  
K = Kale grond



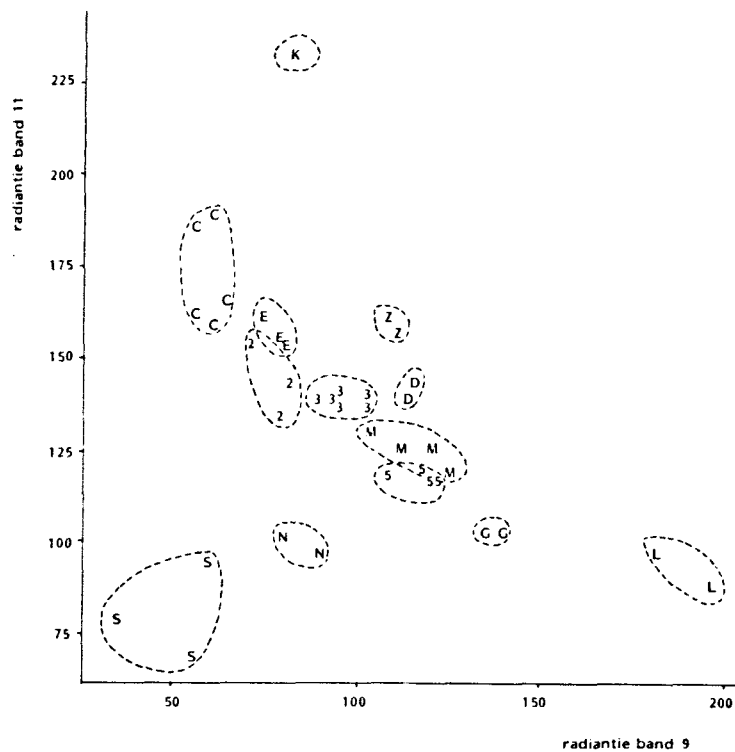
Figuur 11. FSP band 5 en 7 (legenda zie tabel 2).



Figuur 12. FSP band 5 en 9 (legenda zie tabel 2).



Figuur 13. FSP band 7 en 9 (legenda zie tabel 2).



Figuur 14. FSP band 9 en 11 (legenda zie tabel 2).

Uit FSP's zijn de volgende conclusies te trekken.

1. Band 5 en 7 komen zeer sterk overeen. Gebruik van beide banden tegelijkertijd in een beeld lijkt weinig zin te hebben. Bovendien is de intervariantie tussen de clusters vaak niet groter dan de intravariantie binnen de clusters. Alleen het Deschampsia-type zou met een combinatie van deze banden misschien onderscheiden kunnen worden.
2. De FSP van band 7 en 9 ziet er zeer gunstig uit. Vooral in band 9 is er een grote intervariantie tussen de clusters. Ook bij deze combinatie geldt echter, dat de belangrijkste vegetatietypen langs de  $y=x$ -lijn zijn gelegen, zodat combinatie van banden voor deze typen onderling geen werkelijk grote winst levert ten opzichte van het gebruik van één band.

Onderstaande tabel geeft de correlatiecoëfficiënten tussen de banden, op basis van de ligging van de trainingspixels, zoals die berekend zijn met het PATIMA-programma SIMMAT.

Tabel 3. Correlatiecoëfficiënten tussen banden.

| Band | 5    | 7    | 9    | 11   |
|------|------|------|------|------|
| 5    | 1.00 |      |      |      |
| 7    | .92  | 1.00 |      |      |
| 9    | .25  | .45  | 1.00 |      |
| 11   | .45  | .41  | .35  | 1.00 |

Hoewel op basis van deze tabel een combinatie van band 5 en band 9 het meest voor de hand lijkt te liggen, moet hierbij met het volgende rekening worden gehouden: band 5 vertoont een relatief grote intravariantie. Deze moet als ruis beschouwd worden en is ongecorrleerd met de intervariantie in band 9 en band 7. De FSP's illustreren dit. De correlatiecoëfficiënt is hier dus geen goede maatstaf voor de keuze van de gunstige combinatie van banden, omdat intra- en intervariantie niet gescheiden zijn. Vanwege de grote intervariantie in band 7 (zie FSP) is voor de combinatie van band 7 met band 9 gekozen.

Het aanwijzen van pixels bij het samenstellen van een trainingsset is als volgt gedaan: in een uitvergroot beeld van band 7 zijn uit de verschillende vegetatieeenheden pixels aangewezen. Van deze pixels werd de reflectiewaarde in band 7 en in band 9 teruggezocht en direct



weergegeven in een FSP.

Nadat van een vegetatie-eenheid  $\pm 10$  pixels waren aangewezen, kon er een idee gevormd worden van de grootte en ligging van de cluster: pixels die buiten het cluster vielen werden weer verworpen als zijnde niet behorend tot het bedoelde vegetatietype. Als ligging en grootte van de clusters eenmaal bepaald waren, werd de cluster 'vereenvoudigd': van twee pixels die vrijwel op dezelfde plaats in de FSP lagen werd er één gewist om de trainingsset niet onnodig groot te maken. Tijdens dit onderzoek was het toegestane maximum aantal pixels in een trainingsset 100.

Het is duidelijk dat dit een vrij subjectieve methode is om clusters te maken. Grootte en ligging van de clusters worden op basis van misschien te weinig pixels bepaald. Het zou wellicht aan te bevelen zijn om niet enkele losse pixels aan te wijzen, maar een gebiedje waarbinnen een vegetatie-eenheid homogeen aanwezig is. Vervolgens kan de computer dan de karakteristieken berekenen van de cluster die gevormd wordt door de pixels binnen het gebiedje. Op deze manier zijn waarschijnlijk statistisch meer verantwoorde gegevens te verkrijgen over de reflectie-eigenschappen van een vegetatie-eenheid.

### 3.4.3 Contrastverhoging m.b.v. negatiefbeelden

Een methode om de beeldkwaliteit te vergroten is het verhogen van het contrast in een bepaalde reflectie-intensiteitsklasse met behulp van een positief en een negatief beeld van dezelfde band (Van Wirdum 1977).

In een 'normale' driebandencomposiet wordt het contrast bepaald door de steilheid van de intensiteitskromme (figuur 15a). De krommen geven de relatie weer tussen pixelwaarde (x) en beeldschermintensiteit (y). Bij kromme a is geen linear stretch toegepast, bij b wel. Bij b worden alle pixels met een waarde beneden de 100 zwart afgebeeld; pixels met een waarde boven de 200 worden in de maximale intensiteit weergegeven (in een willekeurige kleur). Binnen het traject 100-200 is het contrast bij kromme b groter dan bij a. Het verschil tussen pixelwaarde 100 en 200 wordt in een driekleurencomposiet bijvoorbeeld weergegeven als zwart en maximaal rood. Het is echter ook mogelijk om over het traject 100-200 een ander verloop te laten optreden.

Wanneer het positieve beeld van een band gecombineerd wordt met het negatieve (d.w.z. dat een pixel met een waarde van 255 als zwart wordt weergegeven en een pixel met een waarde van 0 met de maximale intensiteit) kan door het juist toepassen van de linear stretch het

contrast op het 100-200 traject verhoogd worden. Een negatief beeld is te maken met het programma COMBAN.

Als band +7 in rood en band -7 in groen worden weergegeven, vindt er op het traject 100-200 een kleurovergang plaats van fel groen via geel naar fel rood (zie figuur 15b). Deze overgang is veel makkelijker waar te nemen dan die van zwart via donkerrood naar lichtrood.

Afgaand op de FSP is de meest voor de hand liggende combinatie van banden om deze methode toe te passen +7, +9, -9 of +7, +9, -7. Omdat het onderscheiden van grasachtigen (D en M) ten opzichte van heideachtigen (C en E) in dit onderzoek vooropstaat, is gekozen voor de combinatie +7, +9, -9, waarbij een contrastverhoging verkregen kan worden in band 9 op het traject 82-116; hierop vindt de overgang plaats van Erica via Molinia naar Deschampsia.

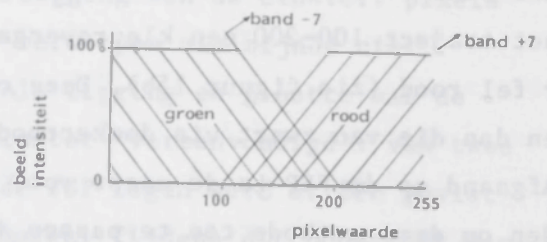
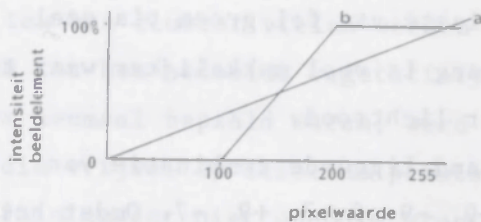
Figuur 16 is het resultaat van deze combinatie:

|         |        |        |         |
|---------|--------|--------|---------|
| Band    | +7     | +9     | -9      |
| Scene   | R      | IR     | -IR     |
| Image   | G      | R      | B       |
| Stretch | 58-116 | 66-147 | 110-189 |

Hierbij moet opgemerkt worden dat de linear-stretchwaarden van de negatieve band 9 (110-189) de complementaire zijn van de positieve band 9, gerekend vanaf 255. De grenzen van de negatieve band zouden in de positieve dus resp.  $255-110 = 145$  en  $255-189 = 66$  zijn. Om inzicht te krijgen in de kleurtoekenning bij de gekozen linear-stretchgrenzen is in figuur 17 de intensiteit van de verschillende kleuren met toe- of afnemende pixelwaarde weergegeven.

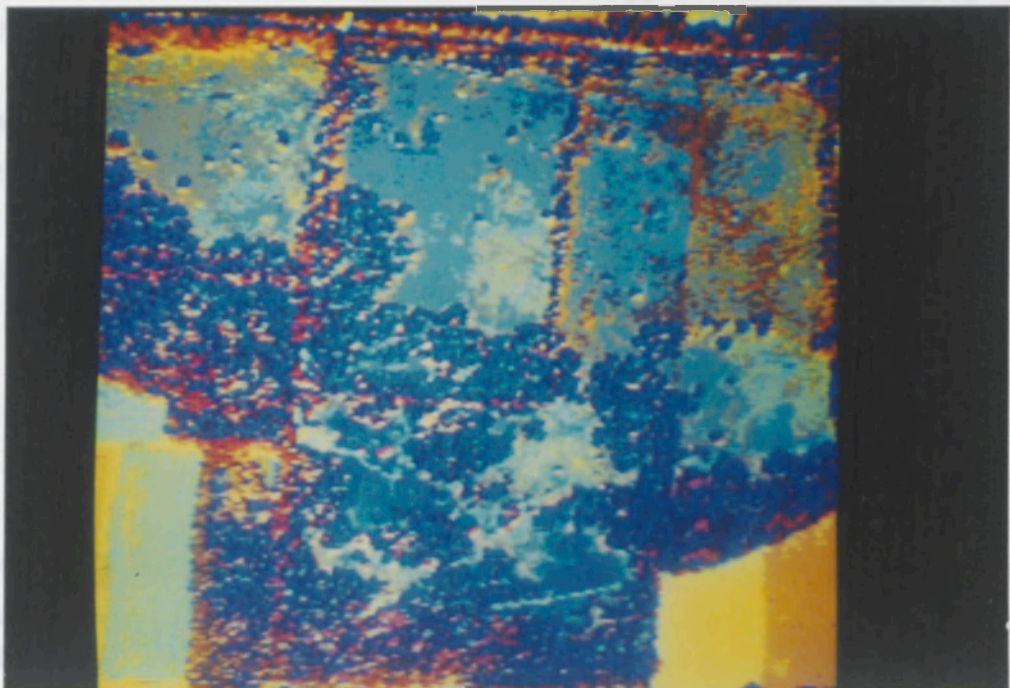
Uit de FSP van band 7 en 9 blijkt duidelijk dat op deze manier precies de kleurtoewijzing aan verschillende delen van de FSP in de hand te houden is. Hierbij wordt wel verondersteld dat er een goed inzicht bestaat in de ligging van de clusters in de FSP. Als een gevonden cluster bijvoorbeeld niet representatief blijkt te zijn voor een bepaald vegetatietype, zullen de kleurtoekenning en de interpretatie verkeerd uitpakken. Bovendien is het resultaat sterk afhankelijk van de grenswaarden van de linear stretch die gekozen worden: figuur 18 is hetzelfde beeld, nu met iets andere linear-stretchgrenzen, nl.

|         |        |        |        |
|---------|--------|--------|--------|
| Band    | +7     | +9     | -9     |
| Scene   | R      | IR     | IR     |
| Image   | G      | R      | B      |
| Stretch | 70-120 | 50-160 | 35-175 |



Figuur 15a. Contrastverhoging d.m.v. linear stretch.

Figuur 15b. Contrastverhoging d.m.v. linear stretch en negatief beelden.



Figuur 16. TRIBAN

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| R     | +7   | G     | 58-116       |
| IR    | +9   | R     | 66-147       |
| IR    | -9   | B     | 110-189      |

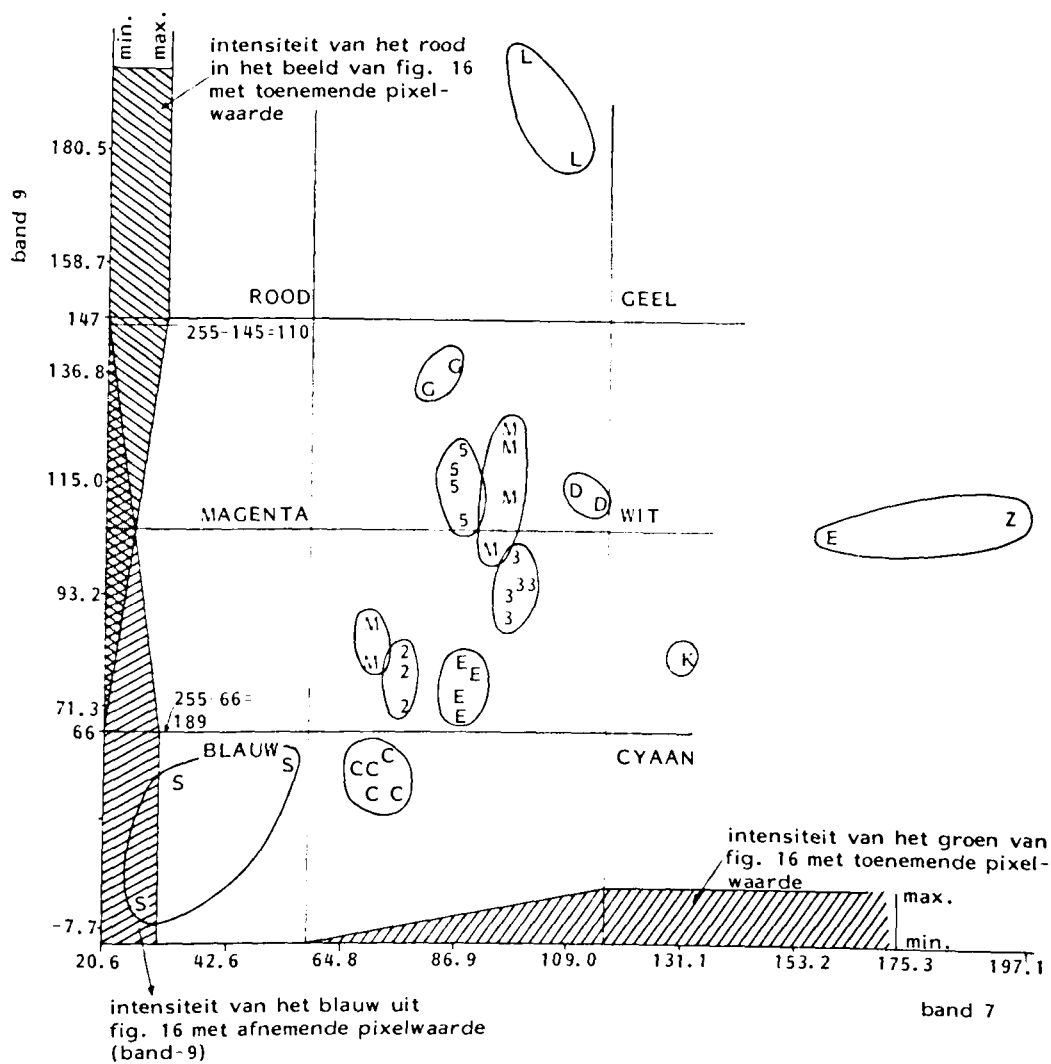
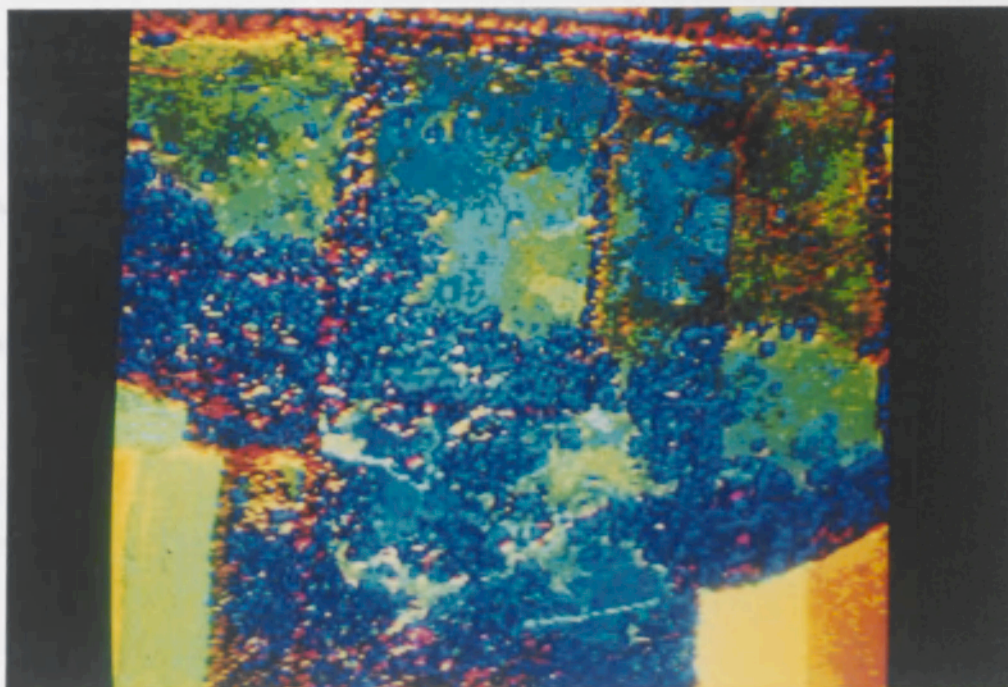


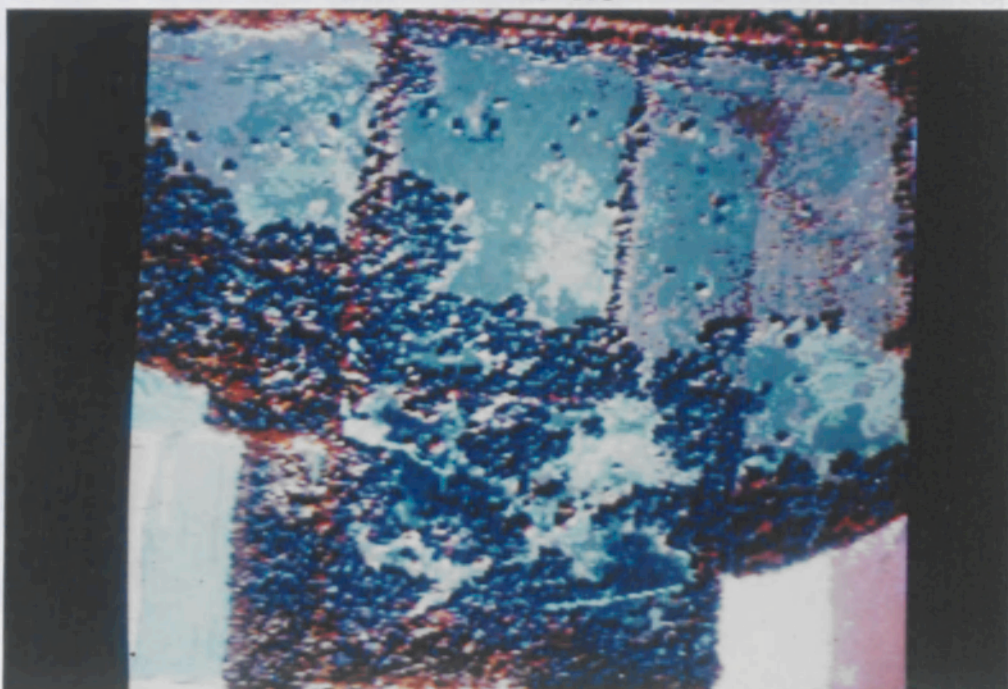
fig. 17. FSP band 7 en 9 met beeldintensiteiten in relatie tot pixelwaarde.





Figuur 18. TRIBAN

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| R     | 7    | G     | 70-120       |
| IR    | 9    | R     | 50-160       |
| IR    | -9   | B     | 35-175       |



Figuur 19. TRIBAN

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| G     | 5    | B     | 20- 80       |
| R     | 7    | G     | 20-180       |
| IR    | 9    | R     | 30-170       |

Om dit beeld te beoordelen is het vergeleken met een Colour Infrared Composiet van de banden 5, 7 en 9: figuur 19.

|         |       |        |        |        |
|---------|-------|--------|--------|--------|
| Band    | 5     | 7      | 9      | TRIBAN |
| Scene   | G     | R      | IR     |        |
| Image   | B     | G      | R      |        |
| Stretch | 20-80 | 20-180 | 30-170 |        |

Hierbij blijkt dat bij gebruik van het negatieve beeld van band 9 de onderscheidbaarheid van *Molinia*, *Myrica* en loofhout toeneemt (zie paragraaf 4).

### 3.5 Classificatie

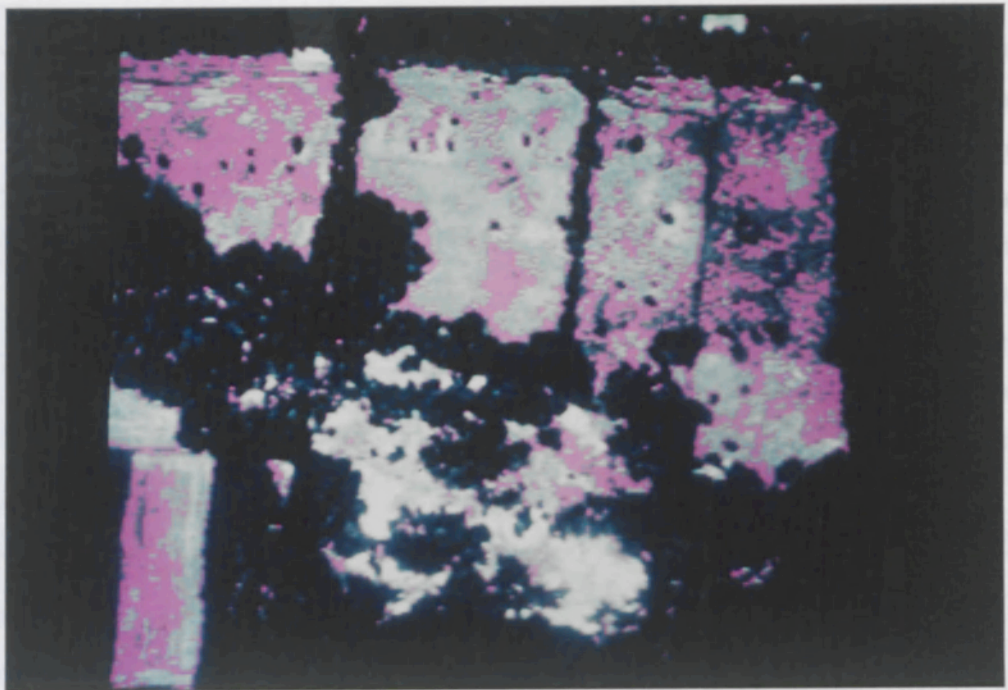
#### 3.5.1 Inleiding

In het voorafgaande zijn beelden geproduceerd die de natuurlijke variatie lieten bestaan. Mogelijke verschillen of overeenkomsten werden zo goed mogelijk weergegeven, maar de beelden moesten nog wel geïnterpreteerd worden, om tot een werkzaam resultaat te komen. Een belangrijk onderdeel van de interpretatie is de classificatie van pixels met een verschillende waarde in één klasse op basis van het feit dat deze pixels meer gemeen hebben met elkaar dan met andere.

Geautomatiseerde classificatie biedt in theorie bovendien de mogelijkheid om, wanneer voor een gebied eenmaal een goede classificatieprocedure gevonden is, opeenvolgende beelden routinematig te verwerken, zodat monitoring sterk vereenvoudigd wordt. Dit kan in het algemeen alleen als de classificatie gebruik maakt van "harde" fysische klasseverschillen die op verschillende tijdstippen blijven bestaan. Deze classificatie is echter geen noodzakelijk eindprodukt. Het is wel mogelijk dat een van de andere methoden in de praktijk beter bruikbaar is.

In het programmapakket zijn twee classificatieprogramma's opgenomen: CLABAN en CLAFast. CLABAN is eenmaal beproefd, maar na vier uur rekenen had dit programma nog geen resultaat opgeleverd. Daarom is verder gewerkt met CLAFast. Allereerst zal echter worden ingegaan op een zgn. handclassificatiemethode.





Figuur 20. ONEBAN-SLICE

| Scene   | Band | Image | Density slice | Colour      | Vegetation |
|---------|------|-------|---------------|-------------|------------|
| thermal | 11   | B/W   | 125-135       | red/magenta | Molinia    |

### 3.5.2 Handclassificatie

Zoals eerder al is aangegeven kan met behulp van de optie SLICE uit het programma ONEBAN een density slicing worden gemaakt. Met een variant op SLICE, SLICEC, is het mogelijk verschillende 'slices' een bepaalde kleur te geven. Wanneer uit de FSP van een bepaald vegetatietype de spectrale signatuur bekend is, kan met deze methode op een zeer eenvoudige en snelle manier een verspreidingskaartje gemaakt worden. Dergelijke kaartjes kunnen zeer nuttig zijn bij het volgen van vegetatieveranderingen in de tijd.

Figuur 20 geeft een dergelijk verspreidingskaartje van *Molinia caerulea*. De nauwkeurigheid van dergelijke kaartjes en in feite van elke classificatie hangt af van

1. in hoeverre de gekozen reflectie-intensiteiten representatief zijn voor één vegetatietype (in hoeverre de clusters in de FSP van verschillende vegetatietypen elkaar overlappen);
2. in hoeverre de gevonden clusters van trainingspixels representatief zijn voor een vegetatietype (hebben de clusters de juiste ligging en afmeting?).

Vergelijking voor de vegetatiekaart en figuur 20 geeft aan dat hiermee

zeer redelijke resultaten te behalen zijn.

Een belangrijk nadeel is dat op dit moment slechts met één band gewerkt kan worden; met een tweebandenoptie zou SLICEC zeer bruikbaar zijn voor classificatie.

### 3.5.3 Geautomatiseerde classificatie (Supervised Classification)

Bij geautomatiseerde classificatie gebeurt in feite hetzelfde als bij de handclassificatie, met twee belangrijke verschillen:

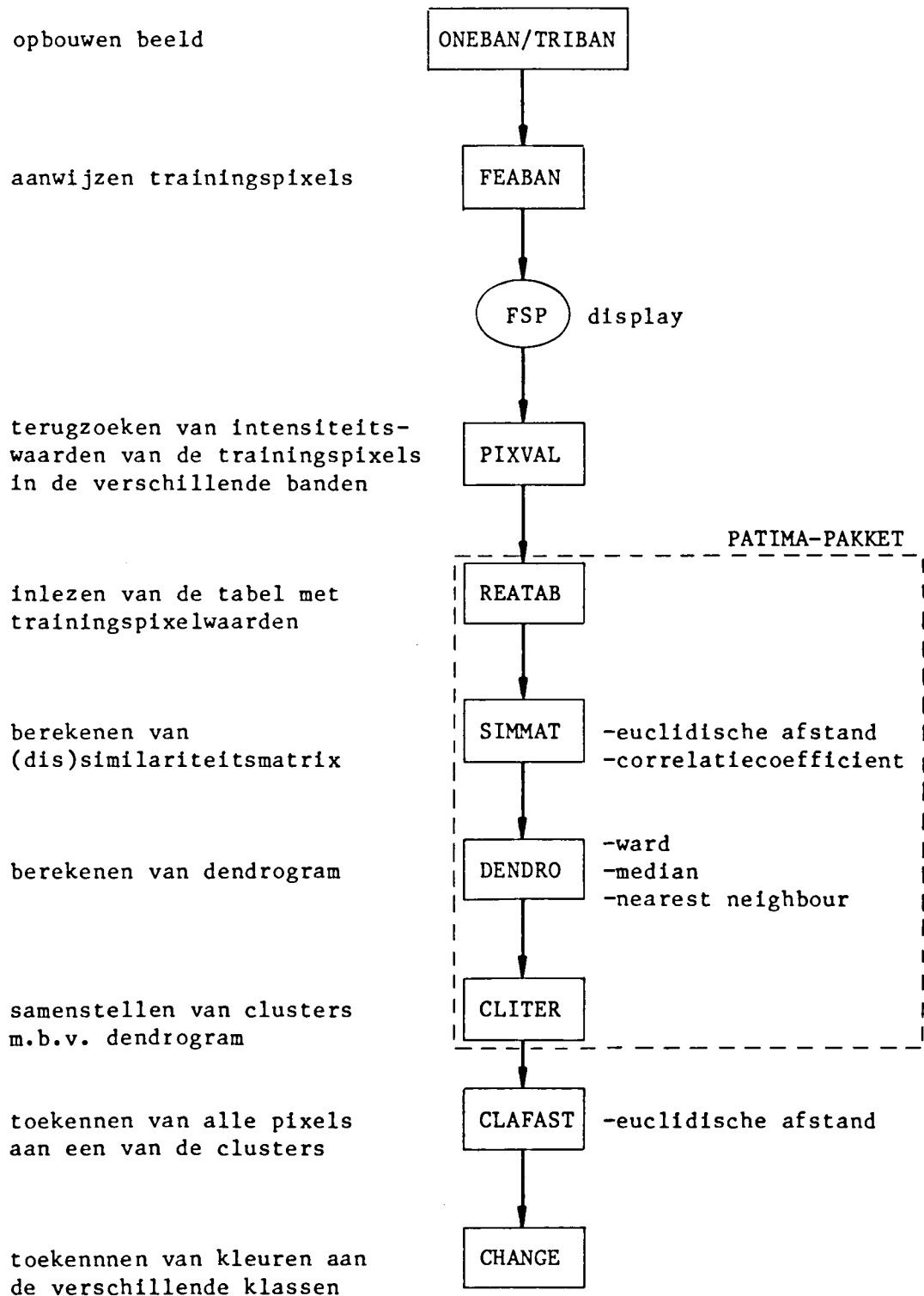
1. De verwantschap tussen de trainingspixels wordt nu niet in één band bekeken, maar in drie of vier.
2. De toewijzing van alle pixels aan de diverse vastgestelde pixels gaat automatisch, meestal aan de hand van een bepaald afstands-criterium.

De werkwijze bij de geautomatiseerde classificatie is als volgt: (zie ook fig. 21)

1. Tussen de trainingspixels wordt een verwantschap berekend met behulp van het programma SIMMAT. Dit kan op basis van vele (dis)-similariteitsprincipes. In dit geval is de euclidische afstand tussen de pixels in de FSP gekozen, of MNCH. Zie Bijlage 2.
2. Met behulp van DENDRO wordt een clustering op de door SIMMAT geproduceerde (dis)similariteitsmatrix uitgevoerd. De clustering wordt beïnvloed door het gebruikte clustercriterium. In dit geval is voor het WARD- en het MEDIAN-criterium gekozen.

Het is nog onduidelijk in welke omstandigheden welk criterium een beter resultaat oplevert. Om duidelijk inzicht te krijgen in het functioneren van de verschillende (dis)similariteits- en clustercriteria zal waarschijnlijk een meer experimentele opzet nodig zijn, waarin het classificatieresultaat makkelijker beoordeeld kan worden.

3. Met het programma CLITER kan het aantal clusters gekozen worden waarmee gewerkt moet worden. In dit geval is gekozen voor een zodanig aantal clusters dat er geen cluster meer is die nog pixels uit verschillende vegetatietypen bevat.



Figuur 21. Schema geautomatiseerde classificatie.

Figuur 22 geeft het dendrogram op basis waarvan de clusterindeling is gemaakt. De lijn door het dendrogram geeft aan waar de clustering gestopt is om bovenstaande indeling te krijgen. De reden om zoveel clusters te nemen dat zij homogeen zijn is dat op die manier meer invloed is uit te oefenen op het eindresultaat. Door bijvoorbeeld cluster 16 en 22 dezelfde kleur toe te kennen kan de onderzoeker de toewijzing van pixels aan de verschillende clusters (klassen) tot op zekere hoogte in eigen hand houden.

4. Met het programma CLAFast worden uiteindelijk alle pixels toegewezen aan één van de bovenstaande 22 klassen. Dit gebeurt weer op basis van het euclidische afstandsprincipe.
5. Met behulp van het programma CHANGE kunnen aan de klassen kleuren worden toegekend. Tijdens dit onderzoek was het CHANGE programma niet operationeel, en de kleurtoekenning geschiedde dan ook op een alternatieve manier: met behulp van SLICEC in het programma ONEBAN kon het door CLAFast gemaakte beeld per eenheid ingekleurd worden. Figuur 23 laat het resultaat zien van de gehele classificatieprocedure. Zoals uit de beoordeling van dit beeld blijkt (zie par. 4) is het resultaat slecht.

### 3.6 Het gebruik van het warmtebeeld (band 11)

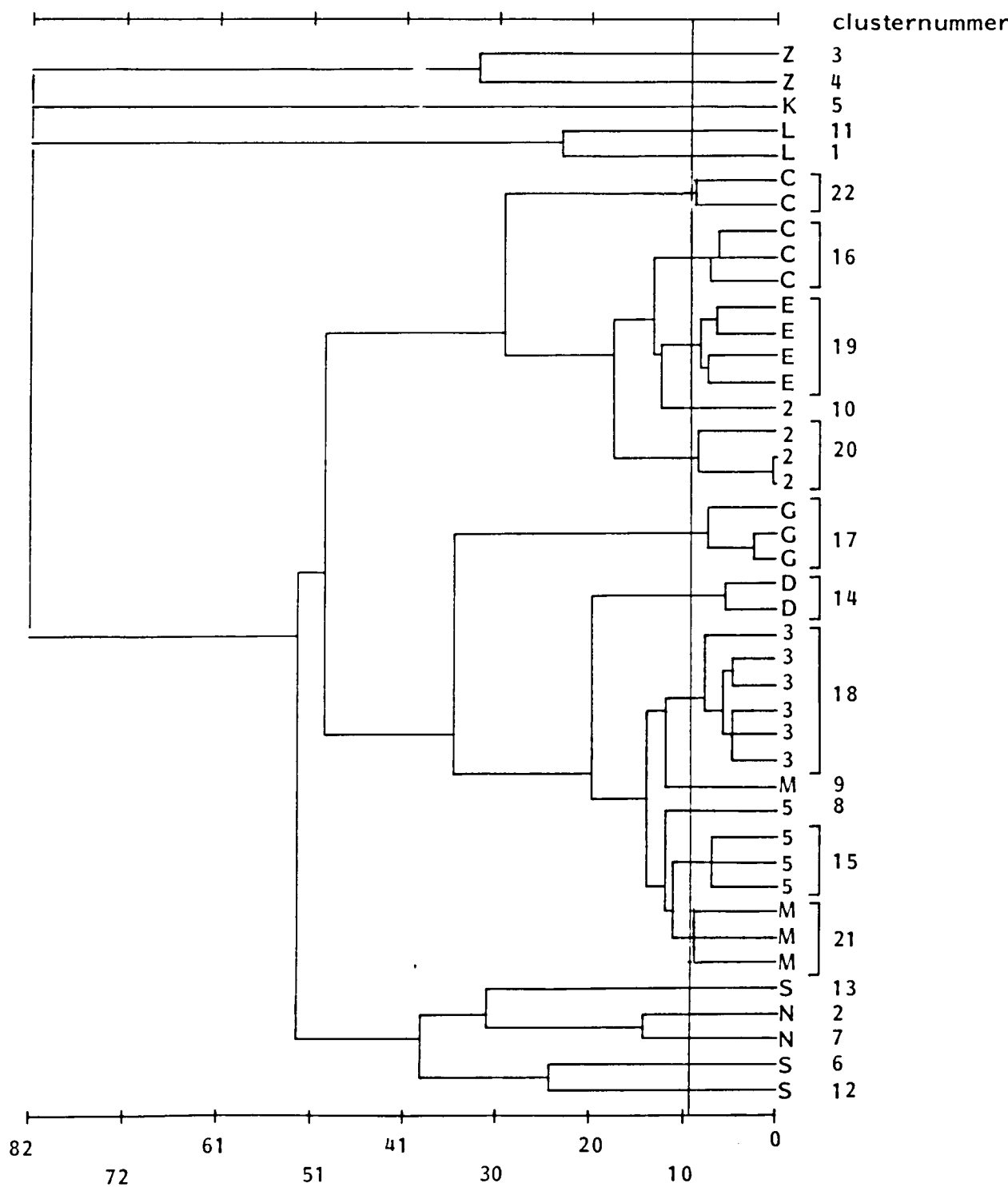
Figuur 24 is een kleurencomposiet van de banden 5, 7, 11:

|       |   |   |    |
|-------|---|---|----|
| Band  | 5 | 7 | 11 |
| Scene | G | R | T  |
| Image | B | G | R  |

Bovendien is op dit beeld een histogramequalisatie toegepast, m.b.v. het programma TRIBAN (HISTEQ-optie). Dit beeld, dat bij het uitproberen van een aantal combinaties min of meer toevallig ontstond, blijkt een zeer grote onderscheidbaarheid van de verschillende vegetatietypen op te leveren die vooral veroorzaakt wordt door de thermale informatie uit band 11.

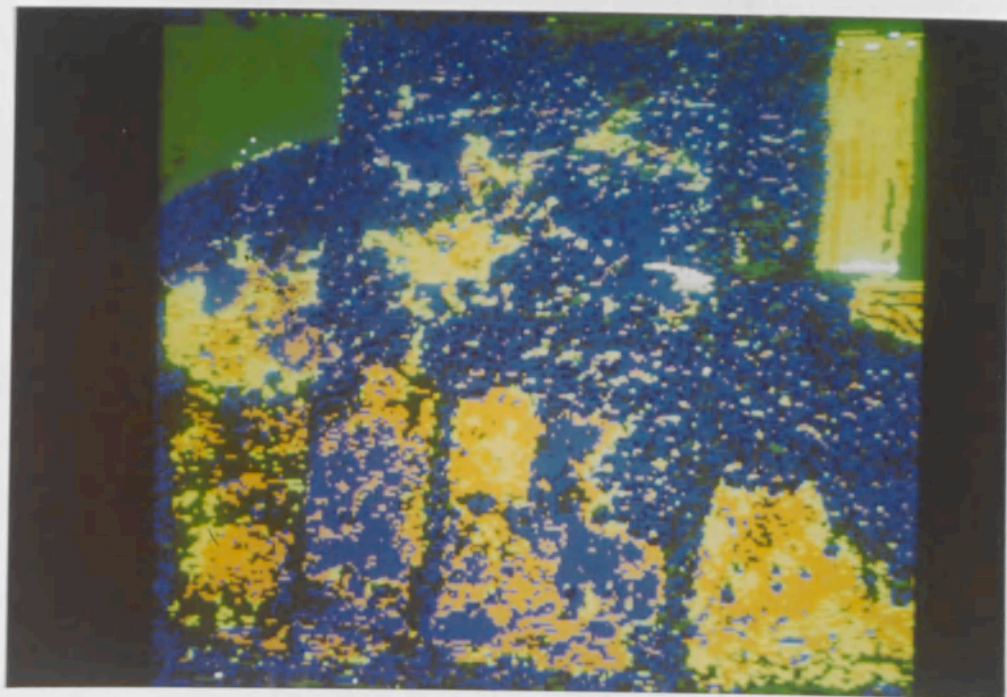
Het gebruik van een warmtebeeld in directe combinatie met reflectieve banden is discutabel. Het warmtebeeld is een registratie van een fysisch actief proces, dit in tegenstelling tot de reflectiebeelden van de banden 5, 7 en 9 die berusten op een passief proces (reflectie van zonlicht).

De intensiteit en golflengte van gereflecteerd licht worden bepaald door eigenschappen die inherent zijn aan de vegetatie. Deze parameters zullen op een bepaalde plaats en tijd voor een bepaalde vegetatie min of



Figuur 22. Dendrogram: dissimilariteitsmaat: euclidische afstand  
clustercriterium : median





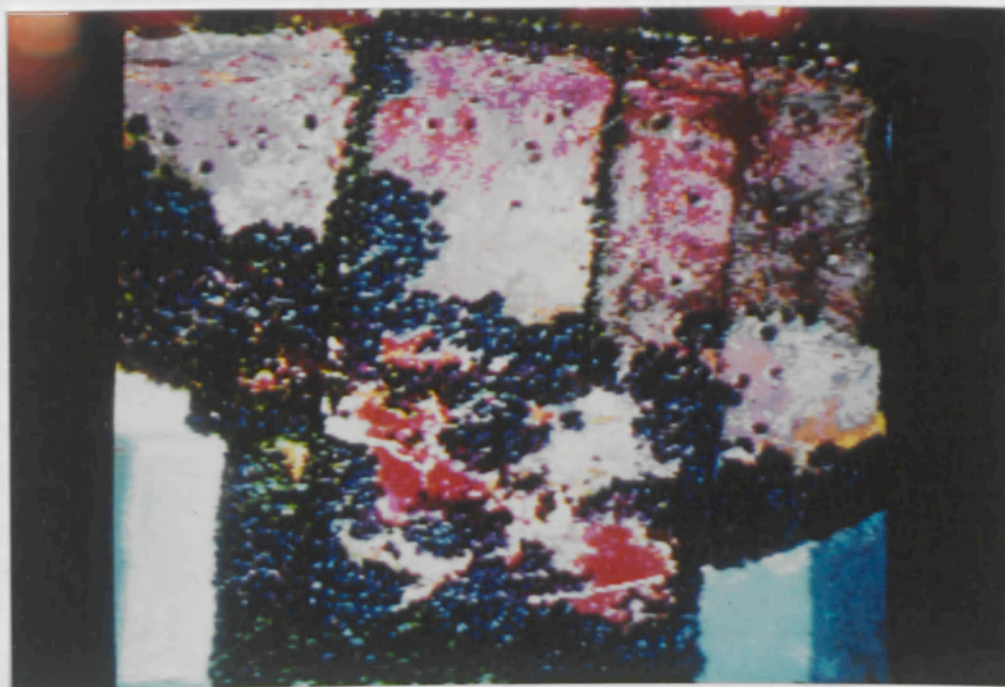
Figuur 23. ONEBAN-SLICEC Classificatieresultaat.

dissimilariteitsmaat : euclidische afstand

clustercriterium : median

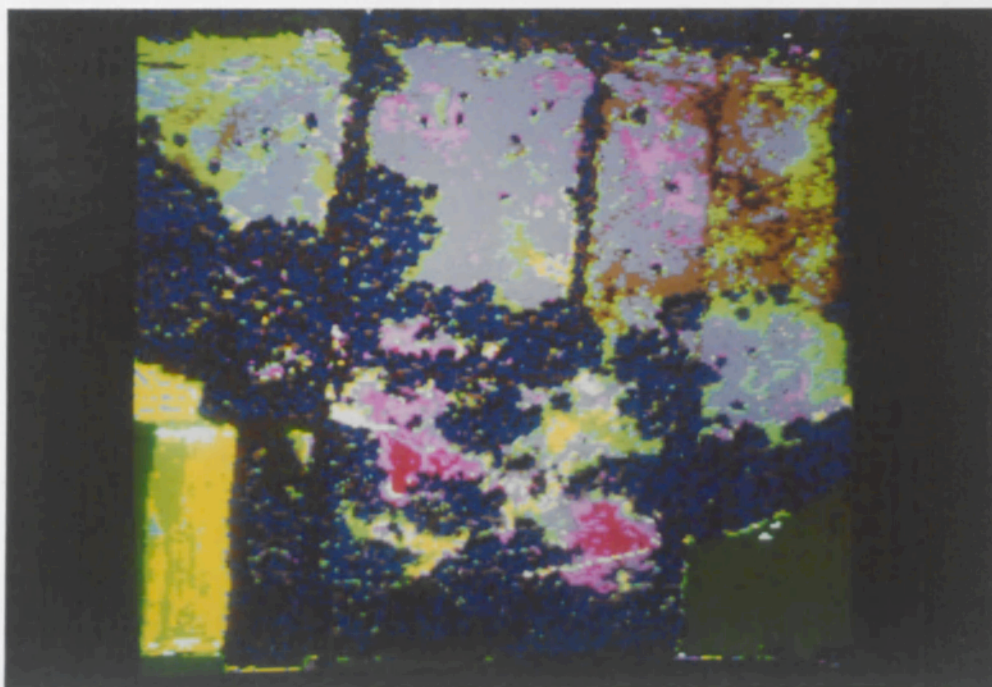
aantal clusters : 22

aantal gebruikte banden : 3 (5, 7, 9).



Figuur 24. TRIBAN-HISTEQ

| Scene   | Band | Image |
|---------|------|-------|
| G       | B    | 5     |
| R       | G    | 7     |
| thermal | R    | 11    |



Figuur 25. ONEBAN-SLICEC Classificatieresultaat  
 Classificatie met euclidische afstand  
 clustercriterium: WARD  
 similariteitsmaat: MNCH  
 aantal gebruikte banden: 4 (5, 7, 9, 11).

| Trainingsset |        | Colour : amount of |       |      | (0-15)                         |
|--------------|--------|--------------------|-------|------|--------------------------------|
| Cluster      | Symbol | Red                | Green | Blue |                                |
| 1            | L      | 0                  | 7     | 0    |                                |
| 2            | N      | 0                  | 0     | 8    |                                |
| 3            | Z      | 15                 | 15    | 15   |                                |
| 4            | Z      | 15                 | 15    | 15   |                                |
| 5            | K      | 15                 | 15    | 10   |                                |
| 6            | S      | 0                  | 0     | 0    |                                |
| 7            | N      | 0                  | 0     | 8    |                                |
| 8            | S      | 10                 | 7     | 0    |                                |
| 9            | L      | 0                  | 7     | 0    |                                |
| 10           | S      | 0                  | 0     | 0    |                                |
| 11           | S      | 0                  | 0     | 0    |                                |
| 12           | DD     | 15                 | 15    | 0    |                                |
| 13           | EE     | 15                 | 0     | 15   |                                |
| 14           | 555    | 10                 | 7     | 0    |                                |
| 15           | M33    | 10                 | 7     | 11   | Molinia - lichtgroen           |
| 16           | 3333   | 10                 | 7     | 11   | Myrica - bruin                 |
| 17           | CCC    | 15                 | 0     | 0    | Myrica + loofhout - donkerrood |
| 18           | GGG    | 8                  | 0     | 0    | Naalldhout - blauw             |
| 19           | 222    | 15                 | 0     | 10   | Deschampsia - geel             |
| 20           | CC     | 15                 | 0     | 0    | Calluna - rood                 |
| 21           | MMM    | 0                  | 15    | 0    | Erica/Calluna - roze           |
| 22           | 2EE    | 15                 | 0     | 15   | Erica/Molinia - lila           |

meer constant zijn, en het is dan ook redelijk een verband te zoeken tussen vegetatietypen en de hoedanigheid van het door de vegetatie gereflecteerde licht.

Verschillen in oppervlaktetemperatuur echter, zoals die worden vastgelegd in band 11, worden bij natuurlijke vegetaties bepaald door:

(1) factoren inherent aan de vegetatie, zoals:

- hoeveelheid schaduw
- beschutting tegen wind
- transpiratievermogen
- het vermogen infrarood (nabij IR) te reflecteren.

Deze factoren vormen samen het door de vegetatie gecreëerde microklimaat en variëren langzaam

(2) externe factoren, zoals

- wind
- luchtvochtigheid
- bodemvochtigheid
- bewolking.

Deze factoren variëren relatief snel. Bovendien dient hierbij nog opgemerkt te worden dat door de scanner waargenomen warmtestraling voor een deel bestaat uit langgolvlige gereflecteerde hemelstraling (Thunnissen & Van Poelje 1984).

Uit de FSP van band 9 en 11 blijkt dat deze twee banden goeddeels elkaars inverse zijn, wat erop duidt dat vooral het vermogen tot infraroodreflectie (een eigenschap die planten behoedt voor oververhitting) een belangrijke bijdrage levert aan het warmtebeeld. Alleen naaldhout maakt hierop een uitzondering. De infraroodreflectie is hiervan aanzienlijk, gezien de lage waarden in band 11, maar het gereflecteerde infrarood wordt door de naaldstructuur sterk verstrooid zodat ook de waarden in band 9 relatief laag zijn. Hierdoor zijn bij gebruik van het band 11 heide en naaldhout zeer goed te onderscheiden, wat met band 9 veel moeilijker is.

Wanneer, zoals voor dit onderzoek, van een terrein een eenmalige opname is gemaakt, kunnen interne en externe factoren niet van elkaar gescheiden worden. Het is echter duidelijk dat het warmtebeeld een aantal eigenschappen van de vegetatie weerspiegelt, wat zou kunnen verklaren dat beelden waarin band 11 wordt gebruikt een hoge onderscheidbaarheid geven van de vegetatietypen. Dit komt sterk tot uitdrukking in een geclassificeerd beeld waar voor de berekening van de dissimilariteits-

matrix en de clusteranalyse alle vier de banden, inclusief band 11, zijn gebruikt. Het resultaat van deze bewerking, figuur 25, geeft een redelijk goed beeld van de vegetatie (zie par. 4, beoordeling van de beelden) hoewel er ook een aantal onjuiste classificaties zijn:

- (1) in het noordwestelijke veld (a) wordt een *Molinia*+*Erica*-vegetatie ten onrechte als *Myrica* geclassificeerd;
- (2) in het noordoostelijke veld (b) wordt een laaggelegen *Molinia*+*Eriophorum angustifolium*-vegetatie als *Erica*-*Molinia* geclassificeerd.



#### 4 BEOORDELING VAN DE BEELDEN

De beelden die met de diverse bewerkingen zijn verkregen, zijn beoordeeld op hun overeenkomst met de vegetatiekaart (zie tabel 4). Hiervoor is steeds voor elk van de zeven vegetatiehoofdtypen van de kaart gekeken in hoeverre een type in het desbetreffende beeld te onderscheiden is van andere typen. Figuur 26 is een (false) colour infrared foto van hetzelfde gebied. Hierop zijn acht referentiegebiedjes aangegeven voor de hoofdtypen uit de vegetatiekaart. Niet onderscheidbaar wil zeggen dat het type met minstens één ander type verward kan worden. Goed onderscheidbaar wil zeggen dat het type met geen van de andere typen verward kan worden.

De hoofdtypen van de vegetatiekaart zijn:

- 1 Deschampsia
- 2 Calluna
- 3 Erica
- 4 Molinia
- 5 Myrica
- 6 Vennetjes
- 7 Naalddhout
- 8 Loofhout.

Voor de beoordeling is type 6 niet meegerekend omdat dit een te klein oppervlak beslaat bij de geldende resolutie van  $\pm 2,1 \times 2,1$  m.





Tabel 4. Onderscheidbaarheid van zeven vegetatietypen in de diverse MSS-beelden.

| vegetatietype | 1  | 2      | 3    | 4    | 5      | N      | L    | omschrijving MSS-beeld            |
|---------------|----|--------|------|------|--------|--------|------|-----------------------------------|
| fig 8b        | ++ | --     | +(4) | +(3) | -(L)   | -(2)   | -(5) | 5,7,9 HISTEQ met HCG              |
| fig 16        | -- | -(N,3) | +(2) | ++   | ++     | -(2,3) | ++   | 7,9,-9                            |
| fig 18        | -- | --     | +(2) | ++   | ++     | -(2,3) | ++   | 7,9,-9 andere schaling            |
| fig 19        | -- | --     | +(4) | +(3) | -(4,L) | +(2)   | +(5) | false colour composiet 5,7,9      |
| fig 23        | -- | --     | --   | -    | --     | --     | --   | supervised classificatie 5,7,9    |
| fig 24        | ++ | ++     | ++   | ++   | ++     | ++     | ++   | 5,7,11 HISTEQ                     |
| fig 25        | -  | +(3)   | +(3) | ++   | +(N)   | ++     | -    | supervised classificatie 5,7,9,11 |

++ goed onderscheidbaar, geen verwarring  
 + matig onderscheidbaar, verwarring met ander type mogelijk  
 - slecht onderscheidbaar, verwarring met andere typen  
 -- niet onderscheidbaar,  
 (x) verwarring met type x

#### opmerkingen

fig 8a kleurverloop van links naar rechts is te groot voor zinnige beoordeling  
 fig 16 2 en N zijn op textuur te onderscheiden  
 fig 24 nadeel van dit beeld is dat als gevolg van de histogramequalisatie de interpretatie wordt bemoeilijkt door de enorme verscheidenheid aan pixels  
 fig 25 Myrica-klasse komt ook in het bos voor maar kan door de directe nabijheid van bos van Myrica onderscheiden worden

---

Figuur 26. False colour foto Needse Achterveld d.d. 820709, schaal 1:2800 met referentievlakken ter beoordeling MSS-beelden (1 Deschampsia, 2 Calluna, 3 Erica, 4 Molinea, 5 Myrica Gale, N Naalddhout, L Loofhout)

## 5 SAMENVATTING & CONCLUSIE

Het Needse Achterveld is een terrein met natte tot droge heide en loof- en naalldhoutopstanden. Het beheer van dit reservaat is gericht op instandhouding van het heideareaal, met name *Erica tetralix*.

Achteruitgang van de heide gaat gepaard met een toename van grassen als *Molinia caerulea* en *Deschampsia flexuosa*. Oorzaken van deze veranderingen kunnen gelegen zijn in interne beheersfactoren, verandering van de kwaliteit van de atmosfeer ('zure regen') en verandering van het grondwaterregime. Uit het ecohydrologisch onderzoek (Van der Meulen & Hijdra 1985) blijkt dat er goede redenen zijn om aan te nemen dat in het Needse Achterveld het grondwaterregime veranderd is en dat dit gevolgen heeft gehad voor de waterkwaliteit waarop de invloed van relatief kalkrijk water verminderd is.

Het kunnen onderscheiden van heide- en grasvegetaties kan van belang zijn voor het beheer, in het bijzonder wanneer dit routinematig en ten dele geautomatiseerd kan gebeuren. In dit onderzoek is een aantal MSS-beeldbewerkingen uitgevoerd om de onderscheidbaarheid van vegetatietypen te vergroten. Evaluatie van de geproduceerde beelden gebeurde door vergelijking met een voor dit doel vervaardigde vegetatiekaart van het gebied. Ter beschikking stonden digitale beelden van 9 juli 1982 van de spectrale banden 5, 7, 9 en 11. De ruimtelijke resolutie bedroeg ca. 2,1x2,1 m. Voorafgaand aan verdere beeldbewerkingen zijn de vier banden gecorrigeerd voor een horizontale intensiteitsgradiënt, veroorzaakt door de stand van de zon ten opzichte van de vliegrichting. Met een lineair-stretchtechniek is de contrastomvang van het beeld aangepast aan die van het beeldscherm, met behoud van de vorm van de dichtheitsverdeling. Ook een histogramequalisatie levert een sterke contrastverhoging op maar de interpreteerbaarheid neemt af. De zo verkregen beelden laten een globale interpretatie toe en kunnen worden gebruikt voor de localisatie van beeldelementjes waarvan het vegetatietype bekend is. Hierdoor kan informatie die nog niet in het beeld aanwezig is, worden toegevoegd om selectief beeldinformatie te versterken of te onderdrukken. Hierbij wordt een trainingsset van beeldelementjes ('trainingspixels') aangelegd.

Op de beelden van het Needse Achterveld zijn de volgende beeldverbeteringsprocedures toegepast

1. Supervised geautomatiseerde classificatie (programma CLAFST)

De klassevorming wordt hier, op grond van de aangewezen beeldelementjes, geheel aan statistische procedures overgelaten.

2. Handclassificatie (optie SLICEC)

De spectrale reflectienormen voor de klassenindeling wordt hier expliciet opgegeven en geoptimaliseerd op grond van de aangewezen beeldelementen.

3. Ordinatatie van de beeldelementen, waarbij de bestaande natuurlijke variatie binnen een type nog tot uitdrukking kan komen.

Het samenstellen van een goede trainingsset is bij deze drie methoden essentieel; het succes van de beeldverbetering hangt ervan af. De eisen die aan de trainingsset worden gesteld, zijn niet in alle gevallen gelijk. De materie is echter nog weinig doorzichtig. Door het aanwijzen van trainingspixels in gekleurde en uitvergroete beelden mogelijk te maken is het samenstellen van trainingssets vergemakkelijkt.

Het onderscheiden van grassen en heide op grond van verschillen in reflectiekarakteristiek kan met alle drie methoden geschieden. Methode 2 bleek zeer geschikt te zijn voor het produceren van verspreidingskaarten van bepaalde gegeneraliseerde vegetatietypen zoals vegetaties met dominantie van *Molinia* en *Myrica*. In dit speciale geval gaf het gebruik van de thermische band (band 11) in combinatie met de reflectieve banden 5, 7 en 9 een verhoging van de onderscheidbaarheid te zien van met name droge heidevegetaties. Bij de supervised geautomatiseerde classificatie bleek band 11 zelfs onontbeerlijk voor een acceptabel resultaat. Gebruik van het warmtebeeld in combinatie met reflectieve banden is echter theoretisch gezien discutabel; er bestaat nog geen reden om aan te nemen dat deze positieve invloed van algemene aard is.

## 6 LITERATUUR

- Hijdra, R.D.W. & L. van der Meulen 1985. Het Needsche Achterveld, een ecohydro-logisch en bodemkundig onderzoek. Remote Sensing Studieproject Oost-Gelderland. RIN, Leersum.
- Nies, N. de & M. Lebouille 1984. Vegetatiekundig onderzoek, Klassifikatie van biomassa en vegetatie. Remote Sensing Studieproject Oost Gelderland, Deelrapport 5. ICW, Wageningen.
- Nieuwenhuis, G.J.A. 1983. Remote Sensing vluchten in 1982 en 1983; Organisatorische aspecten. Remote Sensing Studieproject Oost-Gelderland. Deelrapport 2. ICW-nota 1432, Wageningen.
- Patimapakket. Interne handleiding beeldverwerkingsapparatuur, RIN, Leersum.
- Projectteam Remote Sensing Studieproject 1981. Beschrijving van het onderzoek, deelrapport 1. ICW-nota 1296, Wageningen.
- Thunnissen, H.A.M. & H.A.C. van Poelje 1984. Bepaling van regionale gewasverdamping met remote sensing. Remote Sensing Studieproject Oost-Gelderland. Deelrapport 3. ICW-nota 1525, Wageningen.
- Westhoff, V. & A.J. den Held 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme, Zutphen.
- Wirdum, G. van 1977. Natuurgebieden in Noord-West Overijssel. In: Bunnik e.a. Onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van multispectrale scanning. NIWARS publ. no. 44.

## 7 LIJST VAN FIGUREN

1. Situatie Needse Achterveld.

2. Vegetatiekaart Needse Achterveld.

3. ONEBAN

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| R     | 7    | B/W   | non (0-255)  |

4. ONEBAN-SCALE

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| R     | 7    | B/W   | 70-120       |

5. Histogram van band 7.

6. ONEBAN-SCALEZ

| Scene | Band | Image | Intensity range | Vegetation    |
|-------|------|-------|-----------------|---------------|
| R     | 7    | B/W   | 85-95           | Molinia+Erica |

7. Correctiekrommen van het Programma CORBAN

8a. TRIBAN-HISTEQ

| Scene | Band | Image | geen HGC |
|-------|------|-------|----------|
| G     | 5    | B     |          |
| R     | 7    | G     |          |
| IR    | 9    | R     |          |

8b. TRIBAN-HISTEQ. Als 8a, met HGC

9. Histogramequalisatie.

10. Schematische Feature Space Plot.

11. FSP band 5 en 7.

12. FSP band 5 en 9.



13. FSP band 7 en 9.

14. FSP band 9 en 11.

15a Contrastverhoging d.m.v. linear stretch.

15b Contrastverhoging d.m.v. linear stretch en negatief beelden.

16. TRIBAN

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| R     | 7    | G     | 58-116       |
| IR    | 9    | R     | 66-147       |
| IR    | -9   | B     | 110-189      |

17. FSP band 7 en 9 met beeldintensiteiten in relatie tot pixelwaarde.

18. TRIBAN

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| R     | 7    | G     | 70-120       |
| IR    | 9    | R     | 50-160       |
| IR    | -9   | B     | 35-175       |

19. TRIBAN

| Scene | Band | Image | Lin. stretch |
|-------|------|-------|--------------|
| G     | 5    | B     | 20- 80       |
| R     | 7    | G     | 20-180       |
| IR    | 9    | R     | 30-170       |

20. ONEBAN-SLICEC

| Scene   | Band | Image | Density slice | Colour      | Vegetation |
|---------|------|-------|---------------|-------------|------------|
| thermal | 11   | B/W   | 125-135       | red/magenta | Molinia    |

21. Schema geautomatiseerde classificatie.

22. Dendrogram: dissimilariteitsmaat : euclidische afstand  
                  cluster criterium : median

23. ONEBAN-SLICEC Classificatie resultaat.

dissimilariteitsmaat: euclidische afstand

cluster criterium : median

aantal clusters: 22

aantal gebruikte banden: 3 (5, 7, 9).

24. TRIBAN-HISTEQ

| Scene   | Band | Image |
|---------|------|-------|
| G       | B    | 5     |
| R       | G    | 7     |
| thermal | R    | 11    |

25. ONEBAN-SLICEC Classificatie resultaat

Classificatie met euclidische afstand.

26. False colour foto Needse Achterveld.

I.1. Locatie opnamepunten bij vegetatiekaart d.d. 840709.

II.1. Systeemconfiguratie digitaal beeldverwerkingsstation RIN  
(feb. 1985).

**VEGETATIETABEL NEEDSE ACHTERVELD**

**Opmerkingen**

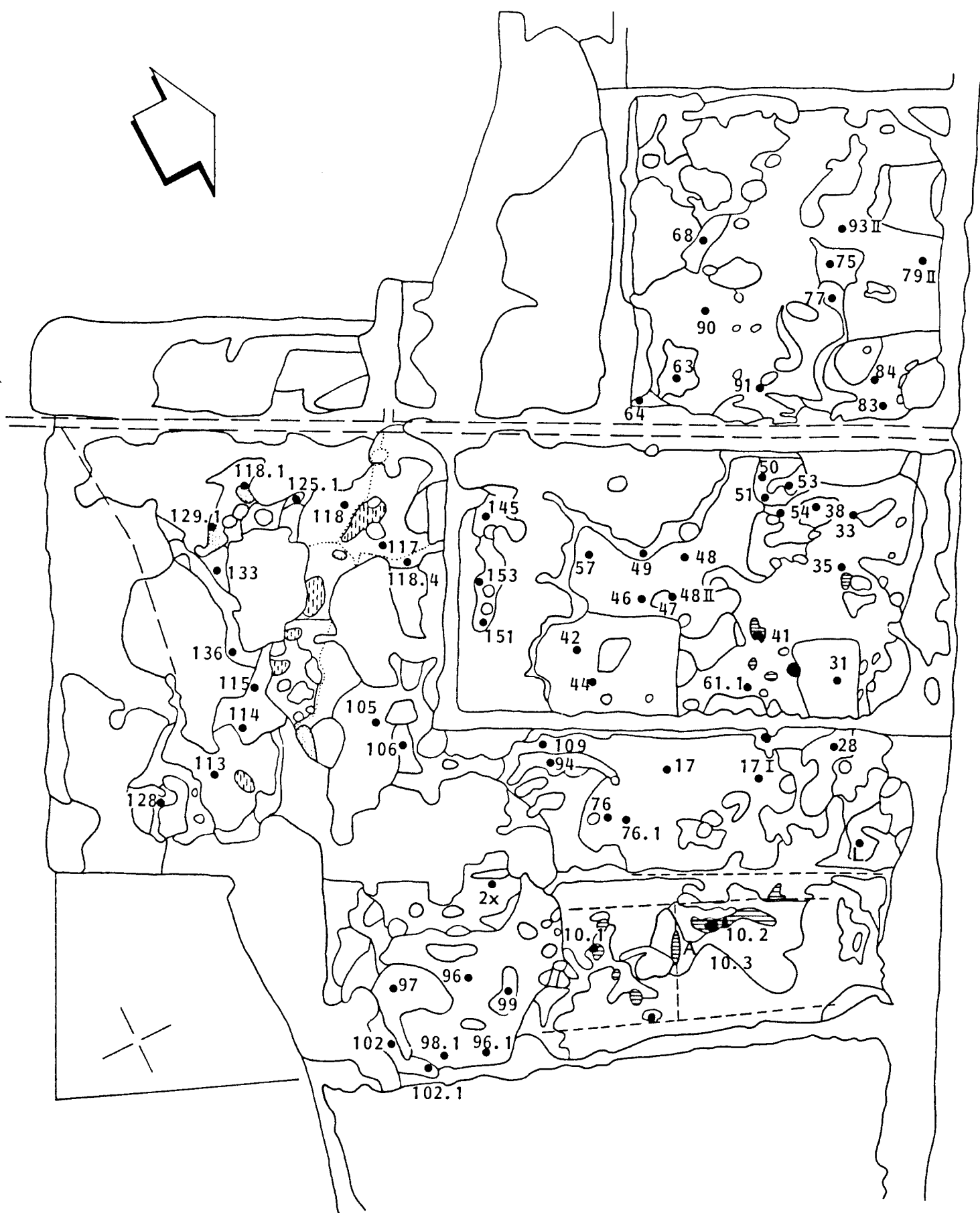
1. Wanneer zoals in opname 48 geen *Scirpus cespitosus* voorkomt, en deze opname toch een 3.4g codering heeft gekregen is dat omdat op grond van de luchtfoto's en veldbezoek aangenomen is dat *Scirpus cespitosus* buiten deze opname lag, maar dat de vegetatie wel tot het 3.4g type behoorde.
2. Veel soorten zijn niet in de opnamen terechtgekomen, maar zijn wel waargenomen tijdens andere veldbezoeken in dezelfde periode waarin de opnamen gemaakt zijn. Het gaat hier meestal om soorten die sporadisch voorkomen of waarvan de vegetaties slechts geringe oppervlakten beslaan in het Needse Achterveld. Om een zo compleet mogelijk beeld van de vegetatie te geven zijn ze toch in de opnametabel vermeld door middel van een kruisje bij een opname waarin de betrokken soort had kunnen voorkomen.
3. In veel opnamen zijn juveniele exemplaren van *Frangula alnus*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris* en *Betula spec.* aangetroffen. Omdat deze opslag geregeld wordt verwijderd en dus nogal tijdelijk van aard is, is in de tabel volstaan met de vermelding of dergelijke opslag is aangetroffen.
4. Voor een indeling in fijnere syntaxonomische eenheden volgens b.v. De Smidt zijn vollediger opnamen nodig, waarin zeldzamere soorten en vooral mossen worden opgenomen.

Needse Achterveld; vegetatietabel.

|                           |    |    |   |    |      |   |    |    |   |   |    |    |      |   |    |      |   |   |    |    |    |   |    |      |    |   |    |    |    |   |   |    |    |   |   |    |    |   |    |    |    |   |    |    |       |   |   |    |      |   |    |    |      |   |   |    |    |   |    |     |   |   |    |      |   |   |    |    |   |   |   |    |    |     |   |    |    |     |   |    |    |      |   |    |    |      |    |    |   |    |     |      |    |   |    |    |     |    |     |   |    |    |      |   |    |   |      |    |    |   |    |    |      |   |    |    |      |    |    |   |    |      |   |    |    |   |    |      |      |    |   |    |    |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------|----|----|---|----|------|---|----|----|---|---|----|----|------|---|----|------|---|---|----|----|----|---|----|------|----|---|----|----|----|---|---|----|----|---|---|----|----|---|----|----|----|---|----|----|-------|---|---|----|------|---|----|----|------|---|---|----|----|---|----|-----|---|---|----|------|---|---|----|----|---|---|---|----|----|-----|---|----|----|-----|---|----|----|------|---|----|----|------|----|----|---|----|-----|------|----|---|----|----|-----|----|-----|---|----|----|------|---|----|---|------|----|----|---|----|----|------|---|----|----|------|----|----|---|----|------|---|----|----|---|----|------|------|----|---|----|----|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| a. kaartcode              | 20 | 41 | 6 | 20 | 10.2 | 6 | 15 | 10 | A | 6 | 28 | 10 | 10.1 | 6 | 10 | 10.3 | 6 | 9 | 25 | 31 | 4E | 9 | 20 | 61.1 | 4E | 9 | 10 | 2A | 4E | 4 | 9 | 15 | 91 | 4 | 9 | 30 | 47 | 4 | 16 | 35 | 64 | 4 | 12 | 40 | 118.1 | 4 | 9 | 60 | 96.1 | 4 | 12 | 60 | 9311 | 4 | 9 | 60 | 90 | 4 | 60 | 105 | 4 | 9 | 50 | 98.1 | 4 | 9 | 40 | 49 | 4 | 4 | 9 | 50 | 54 | 4.3 | 9 | 60 | 57 | 3.4 | 9 | 55 | 42 | 3.49 | 9 | 50 | 48 | 3.49 | 10 | 50 | 9 | 75 | 171 | 3.4m | 25 | 6 | 35 | 84 | 4.3 | 30 | 100 | 4 | 60 | 28 | 3.49 | 9 | 75 | 1 | 5.34 | 25 | 50 | 9 | 30 | 17 | 3.4m | 9 | 30 | 76 | 3.4m | 30 | 70 | 9 | 70 | 7911 | 4 | 30 | 40 | 4 | 30 | 76.1 | 3.4m | 40 | 9 | 40 | 33 | 4.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| b. nummer opname          | 20 | 41 | 6 | 20 | 10.2 | 6 | 15 | 10 | A | 6 | 28 | 10 | 10.1 | 6 | 10 | 10.3 | 6 | 9 | 25 | 31 | 4E | 9 | 20 | 61.1 | 4E | 9 | 10 | 2A | 4E | 4 | 9 | 15 | 91 | 4 | 9 | 30 | 47 | 4 | 16 | 35 | 64 | 4 | 12 | 40 | 118.1 | 4 | 9 | 60 | 96.1 | 4 | 12 | 60 | 9311 | 4 | 9 | 60 | 90 | 4 | 60 | 105 | 4 | 9 | 50 | 98.1 | 4 | 9 | 40 | 49 | 4 | 4 | 9 | 50 | 54 | 4.3 | 9 | 60 | 57 | 3.4 | 9 | 55 | 42 | 3.49 | 9 | 50 | 48 | 3.49 | 10 | 50 | 9 | 75 | 171 | 3.4m | 25 | 6 | 35 | 84 | 4.3 | 30 | 100 | 4 | 60 | 28 | 3.49 | 9 | 75 | 1 | 5.34 | 25 | 50 | 9 | 30 | 17 | 3.4m | 9 | 30 | 76 | 3.4m | 30 | 70 | 9 | 70 | 7911 | 4 | 30 | 40 | 4 | 30 | 76.1 | 3.4m | 40 | 9 | 40 | 33 | 4.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| c. totale bedekking (%)   | 20 | 41 | 6 | 20 | 10.2 | 6 | 15 | 10 | A | 6 | 28 | 10 | 10.1 | 6 | 10 | 10.3 | 6 | 9 | 25 | 31 | 4E | 9 | 20 | 61.1 | 4E | 9 | 10 | 2A | 4E | 4 | 9 | 15 | 91 | 4 | 9 | 30 | 47 | 4 | 16 | 35 | 64 | 4 | 12 | 40 | 118.1 | 4 | 9 | 60 | 96.1 | 4 | 12 | 60 | 9311 | 4 | 9 | 60 | 90 | 4 | 60 | 105 | 4 | 9 | 50 | 98.1 | 4 | 9 | 40 | 49 | 4 | 4 | 9 | 50 | 54 | 4.3 | 9 | 60 | 57 | 3.4 | 9 | 55 | 42 | 3.49 | 9 | 50 | 48 | 3.49 | 10 | 50 | 9 | 75 | 171 | 3.4m | 25 | 6 | 35 | 84 | 4.3 | 30 | 100 | 4 | 60 | 28 | 3.49 | 9 | 75 | 1 | 5.34 | 25 | 50 | 9 | 30 | 17 | 3.4m | 9 | 30 | 76 | 3.4m | 30 | 70 | 9 | 70 | 7911 | 4 | 30 | 40 | 4 | 30 | 76.1 | 3.4m | 40 | 9 | 40 | 33 | 4.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| d. oppervlakte proefvlak  | 20 | 41 | 6 | 20 | 10.2 | 6 | 15 | 10 | A | 6 | 28 | 10 | 10.1 | 6 | 10 | 10.3 | 6 | 9 | 25 | 31 | 4E | 9 | 20 | 61.1 | 4E | 9 | 10 | 2A | 4E | 4 | 9 | 15 | 91 | 4 | 9 | 30 | 47 | 4 | 16 | 35 | 64 | 4 | 12 | 40 | 118.1 | 4 | 9 | 60 | 96.1 | 4 | 12 | 60 | 9311 | 4 | 9 | 60 | 90 | 4 | 60 | 105 | 4 | 9 | 50 | 98.1 | 4 | 9 | 40 | 49 | 4 | 4 | 9 | 50 | 54 | 4.3 | 9 | 60 | 57 | 3.4 | 9 | 55 | 42 | 3.49 | 9 | 50 | 48 | 3.49 | 10 | 50 | 9 | 75 | 171 | 3.4m | 25 | 6 | 35 | 84 | 4.3 | 30 | 100 | 4 | 60 | 28 | 3.49 | 9 | 75 | 1 | 5.34 | 25 | 50 | 9 | 30 | 17 | 3.4m | 9 | 30 | 76 | 3.4m | 30 | 70 | 9 | 70 | 7911 | 4 | 30 | 40 | 4 | 30 | 76.1 | 3.4m | 40 | 9 | 40 | 33 | 4.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| e. hoogte struiklaag (cm) | 20 | 41 | 6 | 20 | 10.2 | 6 | 15 | 10 | A | 6 | 28 | 10 | 10.1 | 6 | 10 | 10.3 | 6 | 9 | 25 | 31 | 4E | 9 | 20 | 61.1 | 4E | 9 | 10 | 2A | 4E | 4 | 9 | 15 | 91 | 4 | 9 | 30 | 47 | 4 | 16 | 35 | 64 | 4 | 12 | 40 | 118.1 | 4 | 9 | 60 | 96.1 | 4 | 12 | 60 | 9311 | 4 | 9 | 60 | 90 | 4 | 60 | 105 | 4 | 9 | 50 | 98.1 | 4 | 9 | 40 | 49 | 4 | 4 | 9 | 50 | 54 | 4.3 | 9 | 60 | 57 | 3.4 | 9 | 55 | 42 | 3.49 | 9 | 50 | 48 | 3.49 | 10 | 50 | 9 | 75 | 171 | 3.4m | 25 | 6 | 35 | 84 | 4.3 | 30 | 100 | 4 | 60 | 28 | 3.49 | 9 | 75 | 1 | 5.34 | 25 | 50 | 9 | 30 | 17 | 3.4m | 9 | 30 | 76 | 3.4m | 30 | 70 | 9 | 70 | 7911 | 4 | 30 | 40 | 4 | 30 | 76.1 | 3.4m | 40 | 9 | 40 | 33 | 4.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| f. hoogte kruidlaag (cm)  | 20 | 41 | 6 | 20 | 10.2 | 6 | 15 | 10 | A | 6 | 28 | 10 | 10.1 | 6 | 10 | 10.3 | 6 | 9 | 25 | 31 | 4E | 9 | 20 | 61.1 | 4E | 9 | 10 | 2A | 4E | 4 | 9 | 15 | 91 | 4 | 9 | 30 | 47 | 4 | 16 | 35 | 64 | 4 | 12 | 40 | 118.1 | 4 | 9 | 60 | 96.1 | 4 | 12 | 60 | 9311 | 4 | 9 | 60 | 90 | 4 | 60 | 105 | 4 | 9 | 50 | 98.1 | 4 | 9 | 40 | 49 | 4 | 4 | 9 | 50 | 54 | 4.3 | 9 | 60 | 57 | 3.4 | 9 | 55 | 42 | 3.49 | 9 | 50 | 48 | 3.49 | 10 | 50 | 9 | 75 | 171 | 3.4m | 25 | 6 | 35 | 84 | 4.3 | 30 | 100 | 4 | 60 | 28 | 3.49 | 9 | 75 | 1 | 5.34 | 25 | 50 | 9 | 30 | 17 | 3.4m | 9 | 30 | 76 | 3.4m | 30 | 70 | 9 | 70 | 7911 | 4 | 30 | 40 | 4 | 30 | 76.1 | 3.4m | 40 | 9 | 40 | 33 | 4.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| g. bedekking moslaag (%)  | 20 | 41 | 6 | 20 | 10.2 | 6 | 15 | 10 | A | 6 | 28 | 10 | 10.1 | 6 | 10 | 10.3 | 6 | 9 | 25 | 31 | 4E | 9 | 20 | 61.1 | 4E | 9 | 10 | 2A | 4E | 4 | 9 | 15 | 91 | 4 | 9 | 30 | 47 | 4 | 16 | 35 | 64 | 4 | 12 | 40 | 118.1 | 4 | 9 | 60 | 96.1 | 4 | 12 | 60 | 9311 | 4 | 9 | 60 | 90 | 4 | 60 | 105 | 4 | 9 | 50 | 98.1 | 4 | 9 | 40 | 49 | 4 | 4 | 9 | 50 | 54 | 4.3 | 9 | 60 | 57 | 3.4 | 9 | 55 | 42 | 3.49 | 9 | 50 | 48 | 3.49 | 10 | 50 | 9 | 75 | 171 | 3.4m | 25 | 6 | 35 | 84 | 4.3 | 30 | 100 | 4 | 60 | 28 | 3.49 | 9 | 75 | 1 | 5.34 | 25 | 50 | 9 | 30 | 17 | 3.4m | 9 | 30 | 76 | 3.4m | 30 | 70 | 9 | 70 | 7911 | 4 | 30 | 40 | 4 | 30 | 76.1 | 3.4m | 40 | 9 | 40 | 33 | 4.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 Glyceria fluitans       | 2  |    |   |    |      |   |    |    |   |   |    |    |      |   |    |      |   |   |    |    |    |   |    |      |    |   |    |    |    |   |   |    |    |   |   |    |    |   |    |    |    |   |    |    |       |   |   |    |      |   |    |    |      |   |   |    |    |   |    |     |   |   |    |      |   |   |    |    |   |   |   |    |    |     |   |    |    |     |   |    |    |      |   |    |    |      |    |    |   |    |     |      |    |   |    |    |     |    |     |   |    |    |      |   |    |   |      |    |    |   |    |    |      |   |    |    |      |    |    |   |    |      |   |    |    |   |    |      |      |    |   |    |    |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| a.                                         | b.                | c.                                | d.                      | e. | f.    | g.    |                                            |
|--------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------|----|-------|-------|--------------------------------------------|
| 5                                          | 40 x              | 9 40 94                           | 50                      | 25 | 30 30 | 30 30 | <drassige heide met<br>Scirpus cespitosus> |
| 3.4g                                       |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 3.4m                                       | 16 40 109         |                                   |                         | 25 | 10 25 | 10 25 |                                            |
| 3.4g                                       | 9 60 4811         |                                   |                         | 25 | 20 30 | 20 30 |                                            |
| 3.4g                                       | 9 60 46           |                                   |                         |    | 30 20 | 30 20 |                                            |
| 3g                                         | 9 60 97           |                                   |                         |    | 40 20 | 40 20 |                                            |
| 3.4g                                       | 9 30 44           |                                   |                         |    | 40 80 | 40 80 |                                            |
| 3.2                                        | 9 40 51           |                                   |                         |    | 30 30 | 30 30 |                                            |
| 3.2                                        | 70 50             |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 3                                          | 16 80 106         |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 3.2                                        | 9 75 38           |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 4.3                                        | 20 40 35          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 3.2                                        | 16 40 136         |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 4.3                                        | 9 60 83           |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 3.24                                       | 16 50 63          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2                                          | 9 70 53           |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2                                          | 6 80 5.3          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2                                          | 16 90 77          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2                                          | 9 40 117          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2                                          | 9 90 113          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2                                          | 15 90 118         |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2                                          | 9 70 118.4        |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2.1                                        | 4 35 145          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2.14                                       | 16 30 151         |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 4                                          | 30 96             |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2.14                                       | 9 50 153          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2.1                                        | 16 15 133         |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1.43                                       | 9 60 102.1        |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1.42                                       | 9 70 128          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1.4                                        | 9 80 102          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1234                                       | 9 80 99           |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1.43                                       | 20 80 75          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1.24                                       | 9 70 114          |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1.4                                        | 80 9 80 68        |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1.43                                       | 80 110 9 80 129.1 |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1.24                                       | 80 50 9 80 1.15   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 1.1                                        | 90 80 9 90 125.1  |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| <drassige heide met<br>Scirpus cespitosus> | <vochtige heide>  | <weinig vergraste droge<br>heide> | <vergraste droge heide> |    |       |       |                                            |
| 1                                          |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 2                                          |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 3                                          |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 4                                          |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 5                                          |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 6                                          |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 7                                          |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 8                                          |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 9                                          |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 10                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 11                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 12                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 13                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 14                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 15                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 16                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 17                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 18                                         | x                 |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 19                                         | 3 3 3 2b 2 2      | 2 2 2 + 3 2b                      | 2 3 3 3 2a 2a 1         |    |       |       |                                            |
| 20                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 21                                         | x x               | x x                               |                         |    |       |       |                                            |
| 22                                         | 2 2a 2b 3 3 4 2b  | 3 4 5 2b 2b 2b 2b x               | r r 2 r 3 2a + + 5      |    |       |       |                                            |
| 23                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 24                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 25                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 26                                         | +                 | 1 + 1                             |                         |    |       |       |                                            |
| 27                                         | 2 2 2 2 2 2       |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 28                                         | x                 |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 29                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 30                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 31                                         |                   | 1 2 2a 2a 2b 2a 2b                | 2b 2a 2a 2a 1 2 r       |    |       |       |                                            |
| 32                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 33                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 34                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 35                                         |                   | x                                 |                         |    |       |       |                                            |
| 36                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 37                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 38                                         |                   | x                                 |                         |    |       |       |                                            |
| 39                                         |                   | x                                 |                         |    |       |       |                                            |
| 40                                         |                   | x                                 |                         |    |       |       |                                            |
| 41                                         |                   | x                                 |                         |    |       |       |                                            |
| 42                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 43                                         |                   | x                                 |                         |    |       |       |                                            |
| 44                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 45                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 46                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 47                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 48                                         |                   |                                   |                         |    |       |       |                                            |
| 49                                         | x                 | x x x                             | x x x x                 |    |       |       |                                            |





Figuur I.1. Locatie opnamepunten bij vegetatiekaart d.d. 840709.

**HET RIN-BEELDVERWERKINGSSYSTEEM****Hardware**

|                                      |                                                |
|--------------------------------------|------------------------------------------------|
| PDP-11/23 plus                       | (128 K minicomputer)                           |
| AED 512                              | (512 x 512 x 8 bits grafische kleurenterminal) |
| DMA-controller                       | (direct memory access AED-PDP)                 |
| Pertek 6840                          | (800/1600 bpi tape drive)                      |
| 2 x RL 02                            | (10 Mbyte disk drives)                         |
| Polaroid video printer 8             | (8 x 10 inch polaroid hardcopier)              |
| Tektronix 4695 color Graphics Copier | (ink jet plotter)                              |
| DRV 11                               | (interface Tektronix-PDP)                      |
| CIT 101                              | (video terminal)                               |
| Tally                                | (matrixprinter)                                |
| LA 120                               | (regeldrukker/schrijvende terminal)            |

**Software**

|                                               |                    |
|-----------------------------------------------|--------------------|
| RSX 11M, version 4.0                          | (operating system) |
| Omsi Pascal 2                                 | (Pascal-compiler)  |
| Softwarepakket Rekencentrum LH, geconverteerd | (beeldverwerking)  |

In het vervolg van deze bijlage is een overzicht gegeven van de programma's uit het beeldverwerkingspakket.

## Overzicht van de beeldverwerkingsprogramma's

Thans zijn de remote sensing pakketten van het RIN en de Landbouw Hogeschool qua functie en werking identiek aan elkaar. De verschillen hebben voornamelijk betrekking op het in- en uitvoergedeelte van de programma's.

Oneban

Met behulp van dit programma kan men manipulaties met een enkele image<sup>1)</sup> uitvoeren waaronder:

- display van image en video lookup table manipulaties,
- berekening van frequentieverdelingen en bijbehorende eenvoudige statistische grootheden, waarbij de klasse- en gebiedsgrenzen willekeurig te kiezen zijn,
- histogramequalisatie,
- density-slicing,
- vervaardigen van densiteitsprinten op de regeldrukker,
- textuuranalyse van een deel van het image; o.a. 'entropie', correlatie, contrast en uniformiteitsberekeningen,
- beeldannotatie,
- wegschrijven van het image met de bijbehorende video lookup table(s) naar disk of tape.

- 1) Onder een image wordt hier verstaan: een beeld, opgebouwd uit beeld-elementen (pixels), waaraan voor één kenmerk (b.v. reflectie in een bepaald golflengtegebied) een waarde is toegekend tussen 0 en 255.

Tape

Dit programma kan verschillend geformatteerde tapes verwerken. De belangrijkste beperking van dit programma wordt gevormd door het feit dat de grootste te verwerken data-eenheid een byte is. De data kan naar een diskfile, de 'AED' kleurenmonitor, of naar een terminal worden geschreven. Een keuze uit deze bestemmingen is in principe voor elke databyte afzonderlijk op te geven.

### Twoban

Twoban laat twee images, b.v. twee (golflengte)banden van één beeld, één in rood de ander in groen op de kleurenterminal zien.

### Triban

Triban doet hetzelfde als twoban, maar dan met drie images (banden). De gebruikte kleuren zijn rood, groen en blauw.

### Feaban

Met behulp van dit programma kan men pixels uit een image selecteren. Met behulp van de waarden van hiermee corresponderende pixels in andere, bijbehorende images kan een featurespace plot worden opgebouwd. De geselecteerde pixels kunnen met hun waarden naar een file worden geschreven.

### Pixval

Pixval maakt een file aan waarop de waarden van de in het programma Feaban geselecteerde pixels, in de verschillende images worden weggeschreven. Deze file kan in het Patimapakket worden ingevoerd.

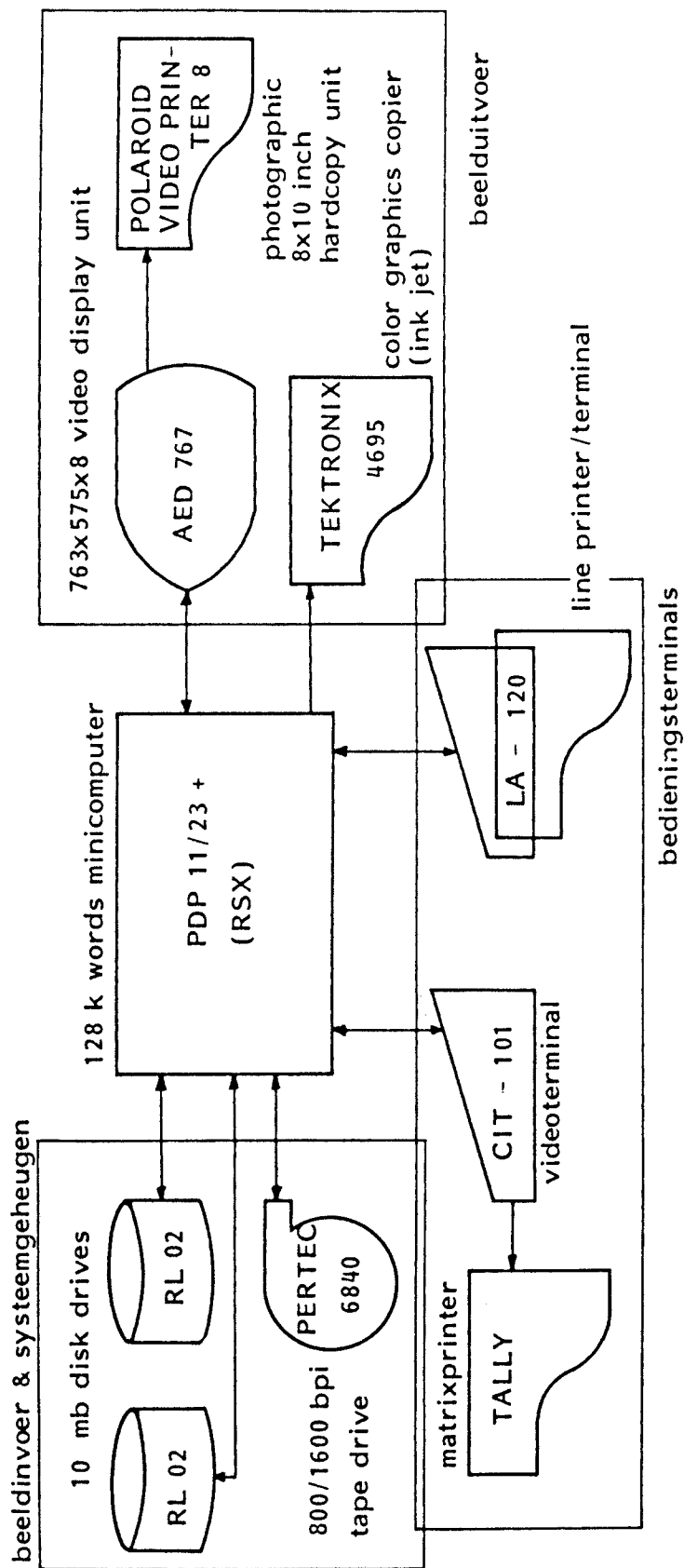
### Patimapakket

Dit statistische pakket bevat de volgende programma's:

- Reatab - Leest data in.
- Tratab - Tranformeert data.
- Simmat - Berekent een (dis)similariteitsmatrix volgens verschillende (dis)similariteitsmaten.
- Dendro - Voert een hiërarchische agglomeratieve clustering uit.  
Geeft o.a. een dendrogram als uitvoer.
- Clusta - Berekent clusterstatistiek.
- Cliter - Voert een iteratieve clustering, reallocatie en classificatie uit.
- Prcomp - Berekent principale componenten.
- Plotab - Geeft een scatterplot van een datafile.

### Claban

Claban voert een classificatie van alle pixels van een beeld uit met behulp van classificatie-algorithmen die door Clusta en Cliter zijn vastgesteld op grond van via Feaban en Pixval geselecteerde en



SYSTEEMCONFIGURATIE DIGITAAL BEELDVERWERKINGSSTATION RIN  
(FEBRUARI 1985)

toegeleverde 'trainingsdata'.

#### Prcban

Prcban voert een principale componententransformatie uit voor alle pixels van een beeld op grond van het resultaat van gebruik van Prcomp.

#### Corban

Corban corrigeert een horizontale dichtheitsgradiënt in een image, zoals die kan resulteren uit de variërende scanhoek.

#### Comban

Comban berekent een synthetisch beeld van max. 6 banden. Het gebruikt hiervoor een door de gebruiker opgegeven formule.



In het kader van het Remote Sensing Studieproject Oost-Gelderland zijn reeds verschenen:

| Titel                                                                                                                                        | Auteur                                                   | Jaar |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|
| 1. Beschrijving van het onderzoek                                                                                                            | Projectteam Remote Sensing Studieproject                 | 1981 |
| 2. Remote Sensing vluchten in 1982 en 1983: organisatorische aspecten                                                                        | G.J.A. Nieuwenhuis                                       | 1983 |
| 3. Bepaling van de regionale gewasverdamping met behulp van remote sensing in een studiegebied ten oosten van Hengelo (Gld.)                 | H.A.M. Thunnissen en<br>H.A.C. van Poelje                | 1984 |
| 4. Hydrologische beschrijving van een studiegebied rond het pompstation 't Klooster; toepassing van hydrologische modellen en remote sensing | H.A.M. Thunnissen                                        | 1984 |
| 5. Vegetatiekundig onderzoek in Oost-Gelderland; classificatie van biomassa en vegetatie                                                     | M.F.M. Lebouille en<br>N. de Nies                        | 1984 |
| 6. Eenvoudige methode voor de bepaling van de regionale dagverdamping van een gewas met remote sensing                                       | H.A.M. Thunnissen                                        | 1984 |
| 7. Interpretatie van uit remote sensing opnamen afgeleide verdampingskaarten van enkele gebieden in Oost-Gelderland                          | H.A.M. Thunnissen,<br>H.W.M. Hes en<br>H.A.C. van Poelje | 1985 |
| 8. Needse Achterveld, multi spectrale scanning ten behoeve van vegetatiekartering                                                            | E.J. van Kootwijk                                        | 1985 |

Deze rapporten kunnen worden aangevraagd bij:

ICW, Postbus 35, 6700 AA Wageningen, tel. 08370-19100 (nr. 1 - 7),  
RIN, Postbus 46, 3956 ZR Leersum, tel. 03434 (nr. 8).