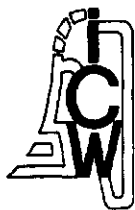


NN31545.1816

ICW nota 1816 <sup>H</sup>

november 1987



nota

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen

REMOTE SENSING  
EEN VERGELIJKING VAN LANDSAT MSS- EN TM-BEELDEN VAN MENDOZA  
MET BEHULP VAN TEXTUURANALYSE EN CLASSIFICATIE

Ronald Dijk en Dominique van Eick  
Vakgroep Bodemkunde en Geologie, LUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek  
nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking

19 MEI 1988

JSN 263260 \*

REMOTE SENSING

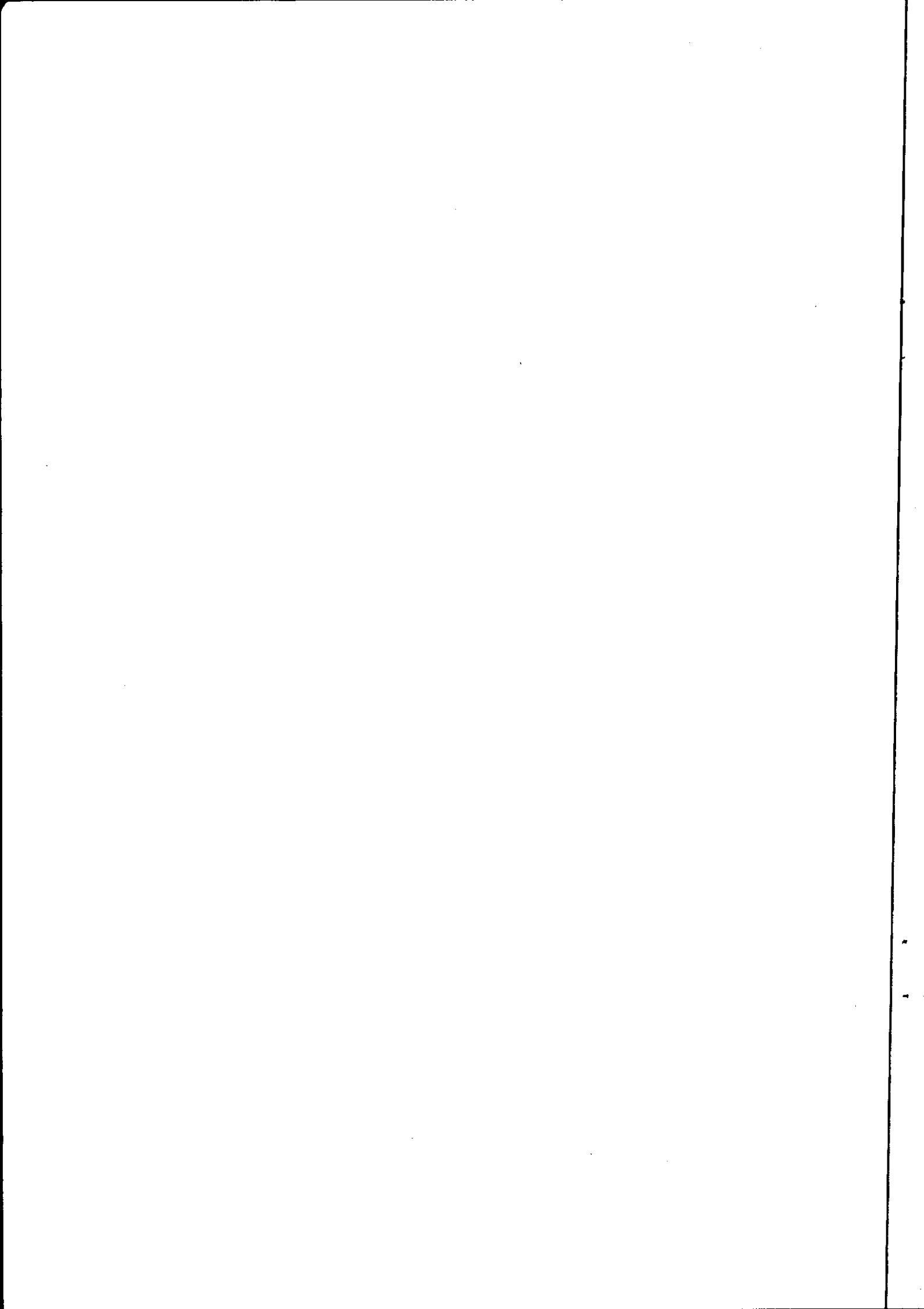
EEN VERGELIJKING VAN LANDSAT MSS- EN TM-BEELDEN VAN MENDOZA  
MET BEHULP VAN TEXTUURANALYSE EN CLASSIFICATIE

Ronald Dijk en Dominique van Eick

Vakgroep Bodemkunde en Geologie, LUW  
in samenwerking met het ICW

## I N H O U D

|  | blz. |
|--|------|
| VOORWOORD                                  |      |
| 1. INLEIDING                               | 1    |
| 2. MATERIAAL                               | 3    |
| 2.1. Beschikbare middelen                  | 3    |
| 2.2. Aanpassen van de beelden              | 4    |
| 3. TEXTUURANALYSE                          | 7    |
| 3.1. Inleiding                             | 7    |
| 3.2. Materialen en methoden                | 7    |
| 3.3. Omschrijving van de gebiedstypen      | 9    |
| 3.4. Resultaten                            | 10   |
| 3.5. Bespreking van de resultaten voor MSS | 11   |
| 3.5.1. Uniformiteit                        | 11   |
| 3.5.2. Contrast                            | 12   |
| 3.5.3. Correlatie                          | 13   |
| 3.6. Conclusie voor MSS                    | 15   |
| 3.7. Bespreking van de resultaten voor TM  | 15   |
| 3.7.1. Uniformiteit                        | 16   |
| 3.7.2. Contrast                            | 17   |
| 3.7.3. Correlatie                          | 18   |
| 3.8. Conclusie voor TM                     | 19   |
| 4. CLASSIFICATIE                           | 20   |
| 4.1. Inleiding                             | 20   |
| 4.2. Omrekenen naar reflectie percentage   | 20   |
| 4.3. Methode van classificatie             | 22   |
| 4.4. Resultaten                            | 24   |
| 4.5. Bespreking van de resultaten          | 25   |
| 4.5.1. Feature space plots                 | 25   |
| 4.5.2. Foto's                              | 25   |
| 4.5.3. Klasseverdeling                     | 27   |
| 4.6. Conclusie                             | 28   |
| 5. SAMENVATTING                            | 29   |
| LITERATUUR                                 | 30   |
| BIJLAGEN                                   | 31   |

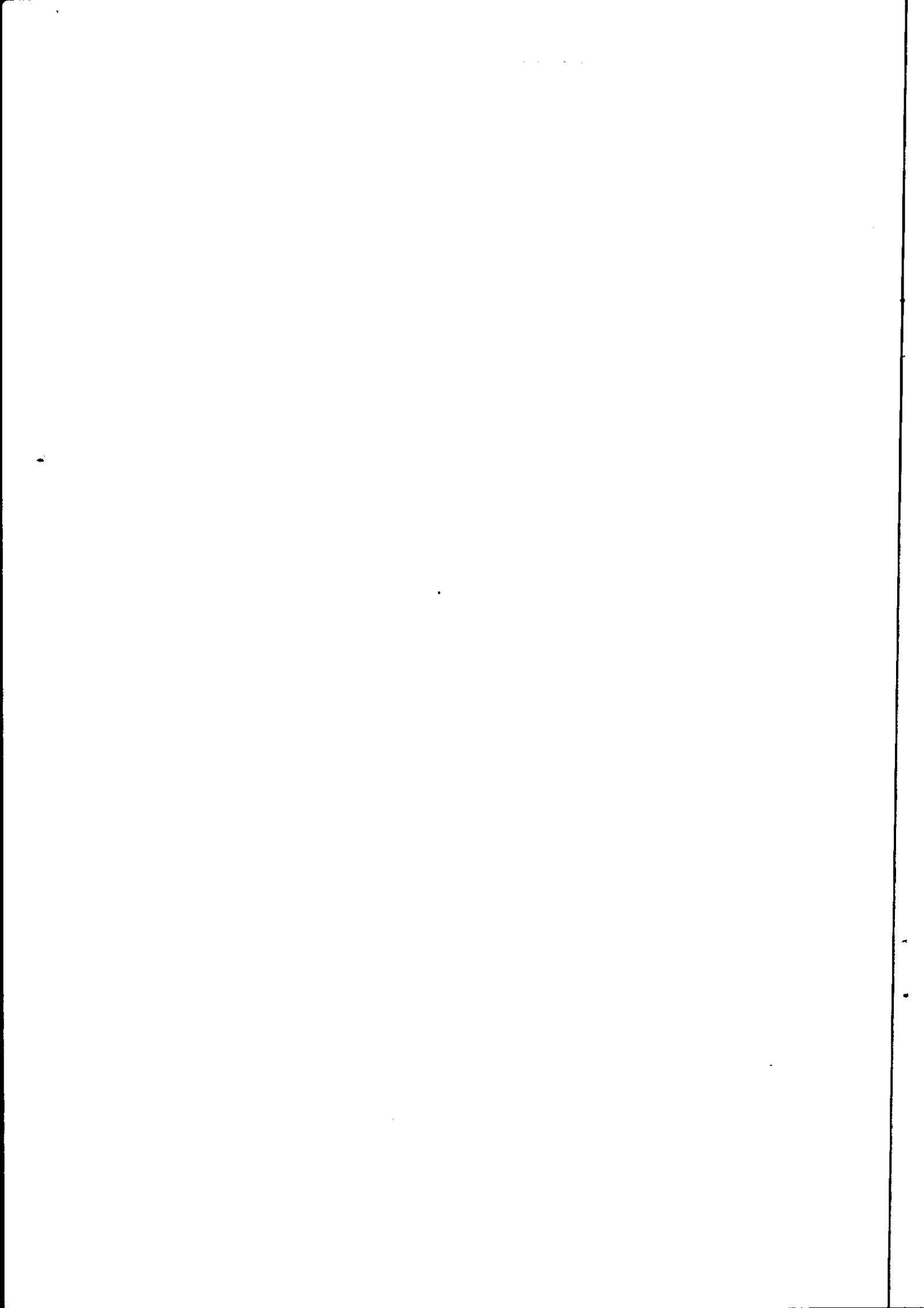


NOTA/1816

VOORWOORD

Dit is het verslag van het leeronderzoek dat we gedaan hebben in het kader van een 3-maands doctoraalvak Bodemkunde en Geologie - Remote Sensing - bij Michel Mulders. Het onderzoek is gedaan op het Kleuren Grafisch Systeem van de LUW met beeldmateriaal van het Mendoza-project van het ICW.

Onze begeleider was Massimo Menenti van het ICW. Ondanks zijn vele bezigheden had hij altijd tijd voor ons. Verder hebben we assistentie gekregen van Suzanna Azzali, Bas Bouman en Gerrit Epema.



## 1. INLEIDING

Het gebied dat we bekeken hebben ligt nabij San Martin in de provincie Mendoza, Argentinië. De geografische ligging is ongeveer 68°WL en 33°ZB. Het gebied is vlak en wordt doorsneden door de Rio Mendoza en de Rio Tunuyán. De bodems variëren van 'sandy loam' en 'loamy sand' tot 'sand'. Het klimaat is aride met een neerslag van ongeveer 180 mm per jaar, wat voornamelijk valt tussen december en maart. Hierdoor is de natuurlijke vegetatie miniem en moet er geïrrigeerd worden om landbouw te kunnen bedrijven. Het geïrrigeerde areaal beslaat ongeveer 250 000 ha. Het bedrijfsoppervlak varieert maar is over het algemeen groot tot maximaal 250 ha. De percelen liggen aaneengesloten en beslaan vaak een tertiair vak.

Het directe visuele effect van irrigatie is dat het verschil veroorzaakt in vegetatie tussen geïrrigeerde en niet geïrrigeerde arealen, en in het vochtgehalte van de bodem. Bovendien zullen landbouw arealen zich onderscheiden van niet landbouwgebieden door de grondbewerking. Het indirecte effect van irrigatie is de verzouting van de bodems doordat zouten aangevoerd worden, enerzijds door het irrigatiewater en anderzijds door de capillaire opstijging die vergroot wordt door de stijging van het grondwater.

Het aantal gewassen dat verbouwd wordt is beperkt. De druiventeelt voor wijn is het belangrijkste. Dit wordt zowel op de Franse als op Italiaanse percola manier gedaan. Andere, minder belangrijke boomgewassen zijn olijven, perziken en abrikozen. Alfalfa is het tweede gewas en wordt gebruikt voor het vee. Van de eenjarige gewassen die verbouwd worden zijn uien, knoflook, wortels en aardappels de meest voorkomende.

De doelstelling van ons onderzoek bestaat uit drie elementen. Ten eerste willen we onze kennis vergroten met betrekking tot remote sensing in het algemeen en daarbij praktische vaardigheden opdoen door te werken op een Kleuren Grafisch Systeem (KGS). Ten tweede willen we

TM- en MSS-beelden kwantitatief met elkaar vergelijken op grond van textuur en classificatie. Ten derde willen we een bijdrage leveren aan het wetenschappelijk onderzoek op het ICW.

Probleemstelling: 'Wat zijn de verschillen tussen de MSS- en de TM-beelden van Mendoza met betrekking tot de textuur-analyse en de classificatie volgens 'Minimum Distance to Mean' en hoe zijn de verschillen te verklaren?'

De inhoudsopgave is een afspiegeling van onze werkwijze, hoewel we diverse malen handelingen moesten herhalen om gegevens te corrigeren en aan te vullen. Wij hebben twee thema's onderscheiden, te weten de textuuranalyse en de classificatie. Het beeldmateriaal dat we bij de thema's gebruikt hebben verschilt op een punt. Alleen bij de classificatie is gebruik gemaakt van voor reflectie gecorrigeerde beelden. Bij de textuuranalyse was dit niet nodig voor een gelijkwaardige vergelijking. Tot slot worden de resultaten van beide deelonderzoeken vergeleken.



## 2. MATERIAAL

## Definities:

- band - opname kanaal met specifieke bandbreedte;  
 digitaal beeld - digitale gegevens van een (spectraal) band;  
 opname - verzameling van digitale beelden van een satelliet op een tijdstip;  
 visueel beeld - een op een beeldscherm zichtbaar gemaakt digitaal beeld;  
 beeldmateriaal - verzameling van alle digitale gegevens op tape.

## 2.1. Beschikbare middelen

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van 'Computer Compatible Tapes', CCT's, waarop de MSS- en TM-opnamen van Landsat 4 en 5 vastgelegd waren. Van MSS waren opnamen beschikbaar van augustus 1984, februari 1985 en maart 1986. Van TM alleen een opname van januari 1986. Hoewel alle banden aanwezig waren zijn slechts de meest relevante gecopieerd op disk. Voor MSS zijn dat de banden 4, 5 en 7 en voor de TM zijn dat de banden 1, 2, 3 en 4. Afgezien van band 1 zijn de banden van MSS en TM vergelijkbaar, zoals blijkt uit het onderstaande overzicht van de golflengtes en bandbreedten in tabel 1.

Tabel 1. Golflengtes en bandbreedten van LANDSAT-MSS en LANDSAT-TM

| LANDSAT-MSS<br>pixel 57x79 m <sup>2</sup> |            |       |      | LANDSAT-TM<br>pixel 28,5x28,5 m <sup>2</sup> |            |      |      |
|---|------------|-------|------|--|------------|------|------|
| band                                      | golflengte | µm    | d µm | band   | golflengte | µm   | d µm |
| -   | -          | -     | -    | 1  | ,452       | ,518 | ,066 |
| 4   | ,500       | ,600  | ,100 | 2  | ,529       | ,610 | ,081 |
| 5   | ,600       | ,700  | ,100 | 3  | ,624       | ,693 | ,069 |
| 7   | ,800       | 1,100 | ,300 | 4  | ,776       | ,905 | ,129 |

De digitale beelden worden met een Kleuren Grafisch Systeem (KGS) verwerkt tot visuele beelden die bewerkt kunnen worden met de beschikbare software. De pixels van de MSS-opnamen van 1984 en 1985 zijn rechthoekig ( $57 \times 79 \text{ m}^2$ ) terwijl de MSS-opname van 1986 vierkant is (namelijk  $57 \times 57 \text{ m}^2$ ). Om gelijke breedte-lengteverhouding te verkrijgen zijn de opnamen bewerkt, zie paragraaf 2.2.

Helaas ontbrak 'ground truth' zodat de beeldgegevens niet direct gekoppeld kunnen worden aan de veldomstandigheden. Dit is getracht te ondervangen door aanvullende informatie te gebruiken van Menenti en van Peter de Smet, een student die recent - mei 1987 - terug gekeerd is uit het projectgebied.

In het vervolg zullen de beelden van de verschillende opnamen bij hun file-naam genoemd worden. Op de plaats van de extensie, dat wil zeggen na de punt, volgt het band nummer (zie tabel 2).

Tabel 2. File-namen van de verschillende opnamen

| File-naam | Opname                       |
|-----------|------------------------------|
| TYA4.4    | MSS 28 augustus 1984, band 4 |
| TYF5.7    | MSS 27 februari 1985, band 7 |
| TYM6.7    | MSS 19 maart 1986, band 5    |
| TMJ6.2    | TM 14 januari 1986, band 2   |

## 2.2. Aanpassen van de beelden

Er was de beschikking over MSS beelden van drie verschillende perioden. Voor het onderling vergelijken van deze beelden is het handig als deze hetzelfde gebied beslaan.

De coördinaten van de drie beelden waren ongeveer bekend, zodat de beelden hoogstens enkele tientallen pixels of lijnen ten opzichte van elkaar verschoven zijn. Voor verdere bewerking moeten de beelden van tape op disk ingelezen worden. Hierbij moet rekening gehouden worden met de format; de tape met de opnamen van 1984 en 1985 is 'band interleaved' (BIL), waarbij band 4 op een andere manier opgeslagen is (is 178 pixels ten opzichte van de andere banden verschoven), die van 1986 is 'band sequential' (BSQ), waarbij band 4 al op de andere banden aangepast is.

Voor het corrigeren van de verschuiving is een vrij simpele methode toe te passen. Met behulp van het programma ONEBAN en option WHERE kunnen de coördinaten van markante punten bepaald worden. Nadat dit in alle drie de beelden is gedaan kunnen de coördinaten van de overeenkomstige punten in de verschillende beelden onderling vergeleken worden. Hieruit blijkt hoeveel pixels of lijnen ieder beeld verschoven moet worden. Na met behulp van het programma COMBAN de randen van de beelden 'afgekapt' te hebben, blijft alleen dat gedeelte over dat door alle drie de beelden overlapt wordt.

Een voorbeeld van deze werkwijze:

De volgende coördinaten zijn met option WHERE bepaald:

| MSS 1984  | MSS 1985   | MSS 1985-1984 |
|-----------|------------|---------------|
| (202,205) | (159,216)  | (43,-11)      |
| (272,326) | (233,337)  | (39,-11)      |
| (190,243) | (146,256)  | (44,-13)      |
| (439,301) | (398,314)  | (41,-13)      |
| -----     |            |               |
|           | gemiddelde | (42,-12)      |

In figuur 1 is de ligging van de beelden van MSS 1984 ten opzichte van die van MSS 1985 weergegeven.

Fig. 1. MSS 1984 moet 12 lijnen verschoven worden, MSS 1985 moet 42 pixels verschoven worden

Bij LANDSAT 4 en 5 heeft een resolutie-element (IFOV) een grootte van 79 m bij 79 m, terwijl een pixel op het beeldscherm 57 m bij 79 m is, en na geometrische correctie 57 m bij 57 m. Het beeld van 1986 heeft een dergelijke geometrische correctie ondergaan, en moet dus terug gecorrigeerd worden met een factor  $\frac{57}{79} = 0,7215$  voor de lijnen. Dit is gedaan met behulp van het programma RESAMP, waarbij een line ratio van 0.7663 werd gebruikt. Deze is te groot, wat ook blijkt uit de foto's. Aangezien wij al wel analyses hadden gemaakt op grond van dit beeld, en de foute correctie weinig invloed heeft op de textuuranalyse en al helemaal niet op de classificatie, hebben wij geen nieuwe correctie uitgevoerd.

Naast de MSS-opnamen was er de beschikking over een TM-beeld van januari 1986. Deze heeft een 2x zo grote resolutie als de MSS beelden. Het inlezen van tape op disk gaf moeilijkheden. De format is BIL, maar de eerste record zagen wij aan voor band 1, terwijl dit de 'Image File Descriptor Record' is. Dit hield in dat alle banden verschoven waren; band 2 hoort band 1 te zijn, band 3 hoort band 2 te zijn, enzovoorts, waarbij band 7 een record minder heeft (de laatste) dan de andere banden. Door DN-waarden van de verschillende banden tegen elkaar uit te zetten (feature space plots) werd de fout al snel duidelijk. Bovendien is band 6 makkelijk herkenbaar. Als extra controle is de eerste record uitgeprint, die alleen de waarde 40 bleek te bevatten.

### 3. TEXTUURANALYSE

#### 3.1. Inleiding

Aansluitend bij de probleemstelling, het bekijken van de verschillen tussen MSS- en TM-beelden na bewerking daarvan, hebben wij ons toege-  
spitst op het doen uitkomen van de perceelsvorm en -grootte op beide  
type beelden. Dit is gerealiseerd door het uitvoeren van textuurana-  
lyse op de drie MSS-beelden en het TM-beeld met behulp van het pro-  
gramma TEXTUR op het KGS.

Een verdere uitwerking van de probleemstelling levert voor ons de  
volgende vragen:

- Welk seizoen is het meest bruikbaar voor het onderscheiden van de  
verschillen in perceelsvorm en -grootte?
- Welke parameters zijn het meest bruikbaar voor het hierboven  
genoemde onderscheid?

#### 3.2. Materialen en methoden

De textuuranalyse is uitgevoerd voor drie gebiedstypen, diffuus,  
kleinschalig en grootschalig, die in eerste instantie visueel te  
onderscheiden zijn op de MSS-beelden. Er is voor deze methode gekomen,  
omdat er weinig grondgegevens beschikbaar zijn. In alle gebiedstypen  
zijn percelen te onderscheiden. De gebieden waar geen perceelsindeling  
te onderscheiden is, zijn buiten beschouwing gelaten. Bijbehorende  
foto's en overlays zijn te vinden in bijlage I.

Ook de benaming van de gebiedstypen is gebaseerd op wat er op het  
beeldscherm te zien is; zo is het diffuse gebiedstype een vrij vaag  
geheel, terwijl het kleinschalige- en grootschalige gebiedstype voor-  
namelijk door perceelsvorm en -grootte bepaald worden. Bij het  
TM-beeld hebben we dezelfde werkwijze gevolgd, namelijk eerst het  
visueel benoemen van de drie gebiedstypen en daarna het uitwerken  
daarvan. Door de 2x zo grote schaal van het TM-beeld is het echter  
mogelijk andere gebiedstypen te onderscheiden, en andere grenzen in te  
tekenen. In feite komt in het gebiedsoppervlak dat het TM-beeld

beslaat voornamelijk het op de MSS-beelden te onderscheiden kleinschalige gebiedstype voor. De gebiedstypen in het TM-beeld hebben dezelfde benaming als die van de MSS-beelden maar zijn met een \* aangeduid. Ze verschillen dan ook wezenlijk van elkaar en moeten niet naast elkaar gezien worden. Om toch tot een vergelijking van TM met MSS te komen, zijn textuuranalyses gemaakt van wat plaats betreft met het TM-beeld overeenkomende gebieden in het MSS-beeld (TYF5.7). Ook deze gebiedstypen zijn met een \* aangeduid. Voor de vergelijking van het MSS-beeld met het TM-beeld is TYF5.7 gebruikt, omdat deze qua seizoen het meest met die van het TM-beeld overeenkomt, en de bodembedekkingsverschillen dan het kleinst zullen zijn.

Het type vegetatie en het voorkomen van braak land is perceelsgebonden. Reflectieverschillen die ontstaan door verschillen in perceelsvorm en -grootte zullen dan ook het duidelijkst in het infrarood uitkomen. Deze geeft namelijk een goed onderscheid in typen vegetatie en in vegetatie en braak land. Op grond van deze overwegingen is bij de analyse van de MSS-beelden voor band 7 gekozen, en bij die van het TM-beeld voor band 4. Aangezien alle banden van het TM-beeld eerst een band verschoven waren, is in eerste instantie (en onbedoeld) een analyse van band 3 gemaakt. Voor de volledigheid zijn de resultaten hiervan ook in dit verslag opgenomen, maar niet verder uitgewerkt.

Met het programma TEXTUR worden zes parameters berekend (zie handleiding KGS). Deze zijn gebaseerd op verschillen in grijs tinten en het aantal maal dat een bepaald verschil zich voordoet. Voor het bepalen van de verschillen worden twee pixels met een tussenafstand (d) variërend van 1 tot 10 pixels met elkaar vergeleken. Van de zes parameters hebben wij drie gekozen die ons relevant leken voor de probleemstelling, en wel de volgende:

$$\text{uniformiteit (u): } P_{ij}^2$$

$$\text{contrast (c) : } (i-j)^2 P_{ij}$$

$$\text{correlatie } (\rho) : \frac{(i-M_x)(j-M_y)P_{ij}}{S_x S_y}$$

Hierin is:  $i$  en  $j$  = waarde van de grijstoon (varierend van 1 tot 15)

$P_{ij}$  = het aantal maal dat een pixel met een grijstoonwaarde  $i$  op een tussenafstand ( $d$ ) van een pixel met grijstoonwaarde  $j$  voorkomt

$x_i, y_i$  = coördinaten van een pixel met grijstoonwaarde  $i$

$M_x$  = gemiddelde van de grijstoonwaardes

$S_x$  = standaardafwijking van de grijstoonwaardes.

De parameters worden berekend voor een gebied van maximaal 50 bij 50 pixels. Dit subgebied wordt bepaald met behulp van option AREAT, waarmee vaste coördinaten te bepalen zijn. Zo is het mogelijk om voor ieder subgebied in de verschillende MSS-beelden dezelfde coördinaten in te voeren. In ieder gebiedstype zijn vijf subgebieden gekozen, waarop de verdere analyse van TEXTUR uitgevoerd is.

### 3.3. Omschrijving van de gebiedstypen

Zoals eerder gezegd is het onderscheid in gebiedstypen gebaseerd op wat er direct op het beeldscherm te onderscheiden is in band 7 voor MSS en band 4 voor TM. Dat wil zeggen dat dit onderscheid gemaakt is naar reflectie en vooral naar perceelsvorm en -grootte. De omschrijving voor de gebiedstypen wat betreft deze perceelsvorm en -grootte is voor beide beelden gelijk, wat betreft reflectie is de omschrijving verschillend, omdat de grenzen van de gebiedstypen in de beide beelden niet precies overeenkomen (een met \* en een zonder).

Grootschalig : grote rechthoekige percelen, liggend in een vast patroon.

Diffuus : onduidelijke verkaveling, grote en kleine percelen komen naast elkaar voor.

Kleinschalig : vierkante, kleine percelen, liggend in een vast patroon.

## Toevoegingen TM (band 4):

- diffuus gebiedstype bevindt zich meestal rondom stedelijke bebouwing, over het algemeen staat er veel gewas op, heeft vrij veel contrast;
- in het kleinschalige gebiedstype zijn vrij veel bomen te onderscheiden, die langs de randen van de percelen staan, het heeft over het algemeen een vrij hoge reflectie, maar weinig contrast;
- de grootste percelen in het grootschalige gebiedstype hebben of een zeer hoge reflectie of zo goed als geen reflectie.

## Toevoegingen MSS (Band 7):

- het diffuse gebiedstype heeft over het algemeen niet veel reflectie, en er komen stukken permanent kale grond voor;
- het kleinschalige gebiedstype heeft veel contrast, er komen percelen voor met veel reflectie naast percelen met bijna geen reflectie.

Zie verder de foto's en overlays in de bijlagen I en IV. De grenzen, die in de TM-overlay getekend zijn, zijn overgebracht op die van MSS, hoewel die grenzen in dit beeld bijna niet te onderscheiden zijn.

### 3.4. Resultaten

De resultaten zijn in tabelvorm samengevoegd. Voor iedere parameter, uniformiteit ( $u$ ), contrast ( $c$ ) en correlatie ( $\rho$ ) is voor een bepaalde tussenafstand, per gebied, het gemiddelde berekend, met bijbehorende standaardafwijking ( $\sigma$ ), dit laatste om een idee te geven van de spreiding van de resultaten. Deze gemiddelden zijn in grafieken uitgezet tegen de tussenafstanden ( $d=0$  niet meegenomen). Het programma TEXTUR berekent parameters voor tien tussenafstanden. Wij hebben alleen de gegevens voor de eerste zes tussenafstanden verwerkt, omdat bij een tussenafstand groter dan zes de parameterwaardes niet veel meer veranderen, en er dan bovendien nauwelijks nog correlatie bestaat tussen de grijstonwaardes  $i$  en  $j$ . In deze paragraaf zullen eerst de analyses van de MSS-beelden besproken worden (bijlage II), en daarna die van TM. Het TM-beeld wordt vergeleken met TYF5.7, de grafieken en de tabellen die op grond van deze resultaten gemaakt zijn, zijn met \* aangeduid. In bijlage II zijn foto's van de gebiedstypen naast elkaar geplakt om op het oog vergelijken makkelijker te maken.



Wat betreft de datum van de opnames moet men weten dat augustus voor het groeiseizoen valt, februari er middenin en maart tegen het einde van het groeiseizoen. In het hierna volgende zijn enkele afkortingen gebruikt, en wel:

- GS: grootschalige gebiedstype;
- DI: diffuse gebiedstype;
- KS: kleinschalige gebiedstype.

### 3.5. Bespreking van de resultaten voor MSS

#### 3.5.1. Uniformiteit (figuur 2)

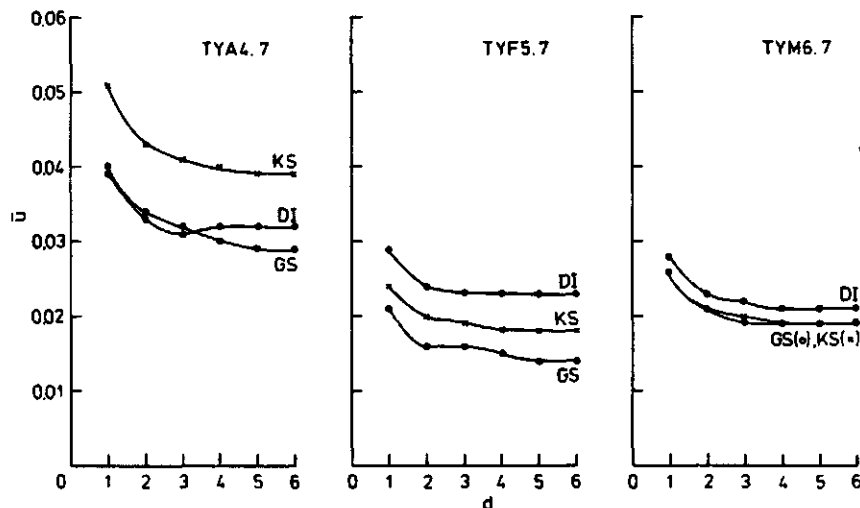


Fig. 2. Gemiddelde uniformiteit ( $\bar{u}$ ) bij verschillende tussenafstanden ( $d$ ) voor TYA4.7, TYF5.7 en TYM6.7

Er mag verwacht worden dat in het groeiseizoen (in dit geval zijn gegevens gebruikt van februari) het GS de minste uniformiteit vertoont, en het DI de meeste. Dit omdat het juist op de grootschalige geïrrigeerde percelen mogelijk is gewassen te verbouwen die hoge reflectiewaarden geven, naast gewassen die minder reflecteren. Alvast vooruitlopend op de bespreking van het contract, kan om dezelfde reden voor het GS een hoog contrast verwacht worden. Deze verwachting komt overeen met de resultaten (zie grafiek TYF5.7).

Vóór het groeiseizoen - augustus - zal de uniformiteit voor alle drie gebiedstypen hoog zijn (en het contrast laag), waarschijnlijk omdat er dan weinig verschillen in begroeiing zijn (zie TYA4.7). Opvallend is hier dat het KS een hoge uniformiteit heeft. Dit zou kunnen duiden op weinig bodembedekking door gewassen, terwijl de andere gebiedstypen GS en DI nog enige begroeiing hebben, het GS met behulp van irrigatie (in de winter worden hier wortels en uien verbouwd), en het DI door natuurlijke begroeiing, en daardoor contrasteren met de kale bodem. Tegen het einde van het groeiseizoen (maart) is de uniformiteit voor alle drie gebiedstypen niet veel lager dan die van tijdens het groeiseizoen, alleen de verschillen tussen de gebiedstypen onderling zijn kleiner, zowel wat betreft contrast als wat betreft uniformiteit. In vergelijking tot de periode tijdens het groeiseizoen heeft DI na het groeiseizoen een iets lagere uniformiteit, maar nog steeds hoger dan die van KS en GS; KS heeft ongeveer dezelfde uniformiteit gehouden en die van GS is iets gestegen, zodat deze bijna helemaal samenvalt met die van KS. Al met al geeft deze grafiek niet veel onderscheid in de gebiedstypen (zie grafiek TYM6.7).

Het DI is door het jaar genomen vrij constant. De reden hiervan is dat het DI waarschijnlijk een door het jaar heen vastere begroeiing en bodembedekking heeft dan de andere gebiedstypen, waar de begroeiing bestaat uit gewassen, waarvan de reflectie meer seizoensgebonden is. GS heeft over het algemeen een lagere uniformiteit dan KS. Dit zou te verklaren kunnen zijn uit het feit dat GS geïrrigeerd wordt, en dus ook buiten het groeiseizoen reflectie van gewassen kan geven (oftewel contrast vegetatie met kale bodem). Aan het eind van het groeiseizoen - maart - vallen GS en KS samen.

### 3.5.2. Contrast (figuur 3)

Het contrast is al enigszins meegenomen bij de bespreking van de uniformiteit, dit omdat het sterk daarmee samenhangt; een lage uniformiteit zal over het algemeen een hoog contrast geven.

Bij deze parameter valt een vaste volgorde op, die geldt voor alle seizoenen; GS heeft het meeste contrast en KS het minst. Ook hier fluctueert DI het minst, terwijl GS het meest varieert. De onderscheidbaarheid van de drie gebiedstypen wordt bepaald naar de mate waarin GS en KS van DI verschillen, oftewel in hoeverre de curves van GS en KS van die van DI afwijken.

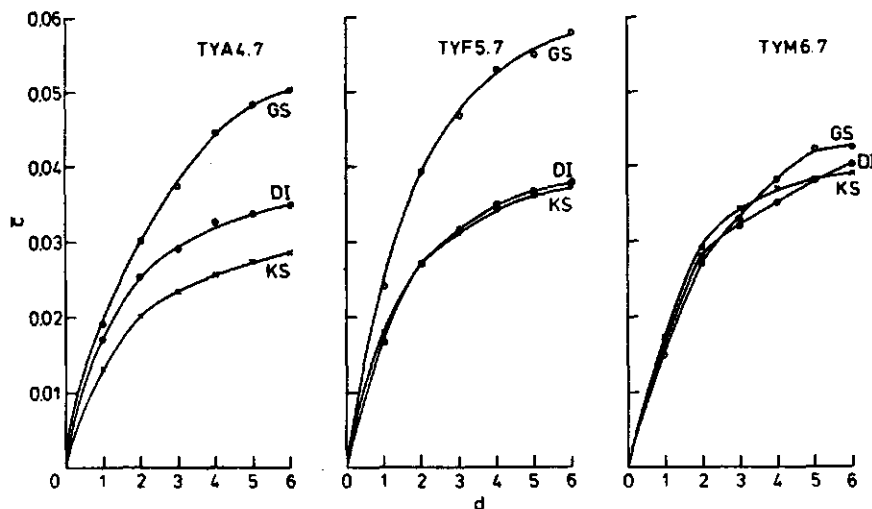


Fig. 3. Gemiddelde contrast ( $\bar{c}$ ) bij verschillende tussenafstanden ( $d$ ) voor TYA4.7, TYF5.7 en TYM6.7

De gebiedstypen zijn goed te onderscheiden voor het groeiseizoen. Tijdens het groeiseizoen neemt het contrast voor GS en KS fors toe. Dit duidt op een grote variatie in gewassen en bodembedekking, die vooral in het GS extreme reflectiewaardes geeft. Het contrast neemt voor het DI enigszins toe. Door deze veranderingen valt de KS curve (die eerst onder de DI curve lag) bijna met de DI curve samen. Einde groeiseizoen neemt het contrast voor DI en KS toe. Dit vindt waarschijnlijk zijn oorzaak in het voorkomen van plekken kale grond, die contrasteren met de overgebleven vegetatie. Het contrast van GS daalt sterk (zie ook uniformiteit, waar het omgekeerde het geval is); er zijn dan geen gewassen meer die extreem reflecteren.

### 3.5.3. Correlatie (figuur 4)

Ten eerste dient opgemerkt te worden, dat de grafieken weinig onderscheid tonen voor de drie gebiedstypen.

Uit de grafieken valt af te lezen dat de curves van augustus tot maart dichter bij elkaar komen te liggen, en in maart zelfs grotendeels samenvallen. De GS curve ligt in augustus en februari boven de curves van de andere gebiedstypen, dit ondanks de op die momenten lage uniformiteit en het hoog contrast. Dit kan verklaard worden door het ruimtelijke patroon: ondanks het feit dat de grijstoonwaarden van twee pixels grote verschillen geven (hoog contrast, lage uniformiteit),

passen deze verschillen in een vast patroon. Anders gezegd, de afwijking van de grijstoonwaarden van een pixel ten opzichte van de gemiddelde grijstoonwaarden sluit goed aan bij de standaardafwijking van de grijstoonwaarden van het hele gebied. In februari daalt de GS curve.

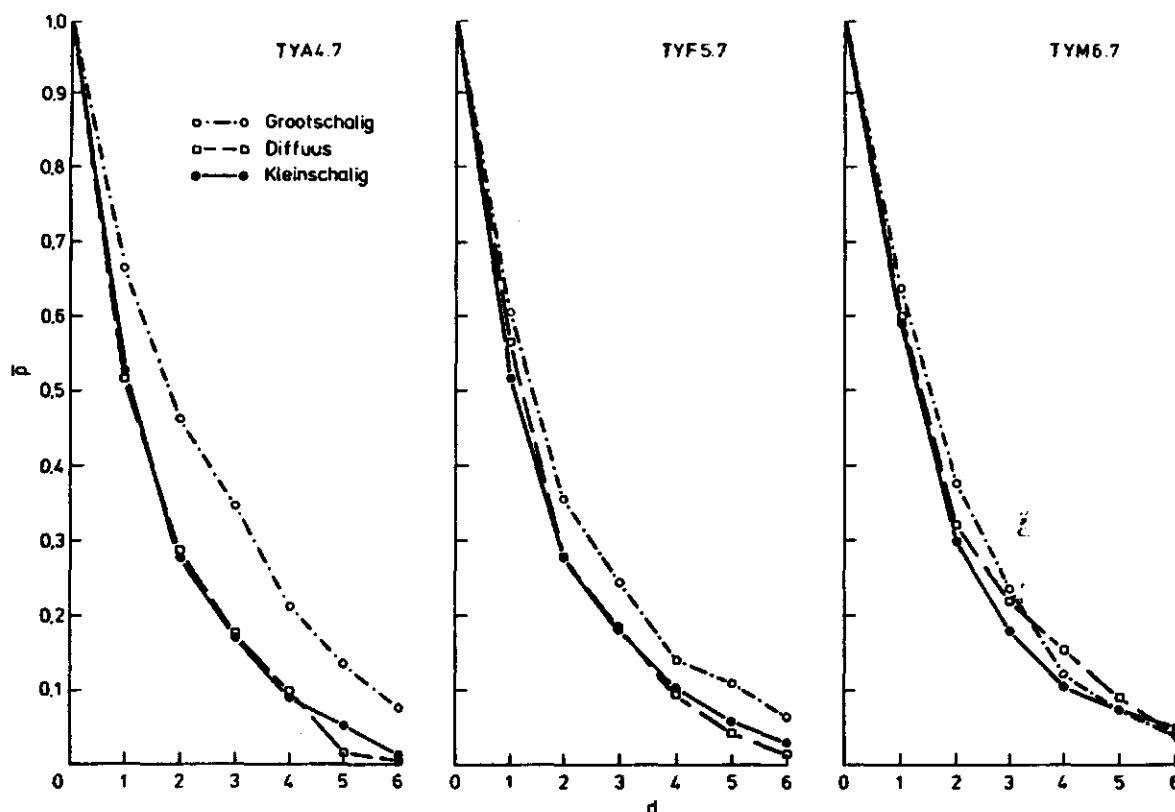


Fig. 4. Gemiddelde correlatie ( $\bar{\rho}$ ) bij verschillende tussenafstanden ( $d$ ) voor TYA4.7, TYF5.7 en TYM6.7

Ook de uniformiteit wordt lager (ofwel  $P_{ij}$  daalt). In maart daalt de GS curve verder, ondanks het stijgen van de uniformiteit. Dit kan duiden op het toenemen van de afwijkingen van de grijstoonwaarden ten opzichte van de gemiddelde standaardafwijking. Dit moet in het beeld te zien zijn als vlekkerigheid binnen de perceelsgrenzen.

De curves van DI en KS overlappen elkaar grotendeels en zijn daardoor moeilijk los van elkaar te zien. Deze curves liggen hoger naarmate het seizoen vordert. Dit is vrij simpel te verklaren; de uniformiteit neemt door het seizoen genomen af, of te wel de  $P_{ij}$  neemt af, terwijl de invloed van het ruimtelijk patroon (zoals de vlekkerigheid binnen de perceelsgrenzen in het GS) te klein is om tegen deze afname op te wegen.

### 3.6. Conclusie voor MSS

Uit het voorgaande valt grofweg het volgende af te leiden:

- in het grootschalige gebiedstype worden buiten het groeiseizoen enkele gewassen verbouwd, en in het groeiseizoen komt een grote variatie aan gewassen voor;
- het diffuse gebiedstype heeft een vrij vast plantedek door alle seizoenen heen;
- het kleinschalige gebiedstype heeft weinig gewas buiten het groeiseizoen, en in het groeiseizoen minder variatie in gewassen dan het grootschalige gebiedstype.

Einde groeiseizoen - maart - vervagen de verschillen tussen de gebiedstypen, en komen ze wat betreft uniformiteit, contrast en correlatie tamelijk overeen.

De correlatie blijkt in alle seizoenen minimale verschillen te geven, het meeste nog in augustus. De uniformiteit geeft het beste onderscheid in februari, het contrast in augustus.

Al met al kunnen we concluderen, dat voor het onderscheiden van de gebiedstypen in MSS-beelden uniformiteit en contrast bruikbare parameters zijn, en de periode buiten het groeiseizoen (in dit geval augustus), het meest geschikt is voor het maken van dit onderscheid.

### 3.7. Bespreking van de resultaten voor TM

Het TM-beeld wordt vergeleken met het MSS-beeld TYF5.7. Dezelfde afkortingen als bij de voorgaande bespreking zijn gebruikt, met daarbij het achtervoegsel \*.

Bij vergelijking van de resultaten van de analyse op TYF5.7 met \* en zonder, is te zien dat DI\* en KS\* overeenkomen met KS, en GS\* met GS (vergelijk figuren 2, 3 en 4 en 5, 6 en 7). Zie daarom allereerst de bespreking van de resultaten voor MSS, TYF5.7. Voor het vergelijken van TYF5.7 met TMJ6.4 moet rekening worden gehouden met het verschil in schaal (een TM pixel is 28,5 m bij 28,5 m, een MSS pixel is 57 m bij 79 m). Voor de duidelijkheid is dit weergegeven in tabel 3. d=1 en d=2 in MSS komen overeen met respectievelijk d=2 en d=4 in TM.

Tabel 3. Overzicht van de gemiddelde waarden voor uniformiteit ( $\bar{u}$ ), contrast ( $\bar{c}$ ) en correlatie ( $\bar{\rho}$ ) bij verschillende afstanden (d) voor TM en MSS

|               | TM<br>(d=2) | MSS<br>(d=1) | TM<br>(d=4) | MSS<br>(d=2) |
|---------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| GS* $\bar{u}$ | 0,021       | 0,016        | 0,018       | 0,014        |
| $\bar{c}$     | 0,024       | 0,027        | 0,038       | 0,045        |
| $\bar{\rho}$  | 0,466       | 0,591        | 0,196       | 0,335        |
| DI* $\bar{u}$ | 0,023       | 0,022        | 0,019       | 0,019        |
| $\bar{c}$     | 0,027       | 0,024        | 0,041       | 0,035        |
| $\bar{\rho}$  | 0,420       | 0,513        | 0,124       | 0,280        |
| KS* $\bar{u}$ | 0,023       | 0,022        | 0,020       | 0,019        |
| $\bar{c}$     | 0,021       | 0,023        | 0,032       | 0,036        |
| $\bar{\rho}$  | 0,497       | 0,501        | 0,240       | 0,222        |

Een MSS pixel is 2x zo groot als een TM pixel. Dit houdt in, dat de MSS pixels een gemiddelde grijstoonwaarde van twee TM pixels weergeeft. Dit kan, ondanks het vergelijken van pixels met overeenkomstige tussenafstanden, verschillende resultaten geven voor de parameters van TM en MSS.

Verder moet in gedachte gehouden worden dat de beelden op verschillende tijdstippen gemaakt zijn. Het MSS-beeld laat een situatie zien, waar het groeiseizoen al in een verder gevorderd stadium is dan bij het TM-beeld.

### 3.7.1. Uniformiteit (figuur 5)

Bij deze parameter vallen zowel bij TM als MSS DI\* en KS\* samen. GS\* ligt voor het TM-beeld iets hoger, waardoor het onderscheid in DI\*, GS\* en KS\*, minder is dan bij het MSS-beeld. Ook de kleinere tussenstappen bij het TM-beeld, waardoor de grafiek een detail wordt van die van het MSS-beeld, maakt dit onderscheid niet duidelijker. Het hoger liggen van de GS\* curve kan zijn oorzaak hebben in het verschil in datum van opname. Later in het groeiseizoen heeft dit gebiedstype een plantendek met grote variatie in reflectie.

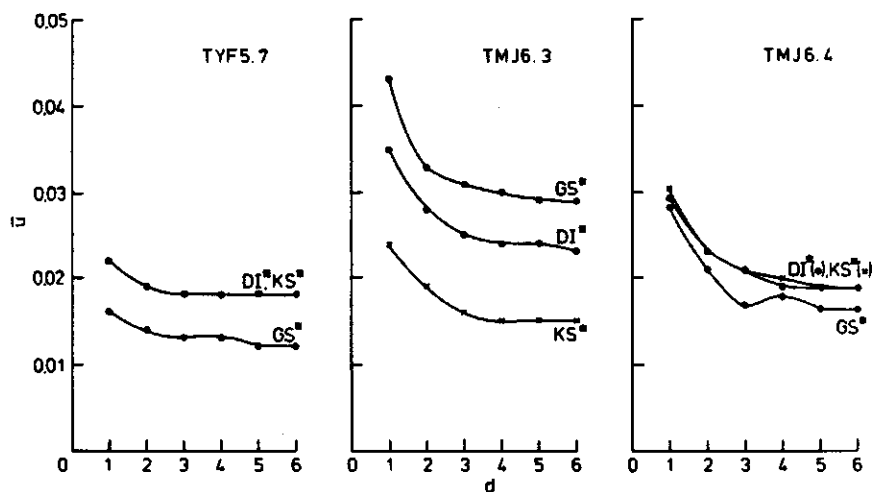


Fig. 5. Gemiddelde uniformiteit ( $\bar{u}$ ) bij verschillende tussenafstanden (d) voor TYF5.7, TMJ6.3 en TMJ6.4

3.7.2. Contrast (figuur 6)

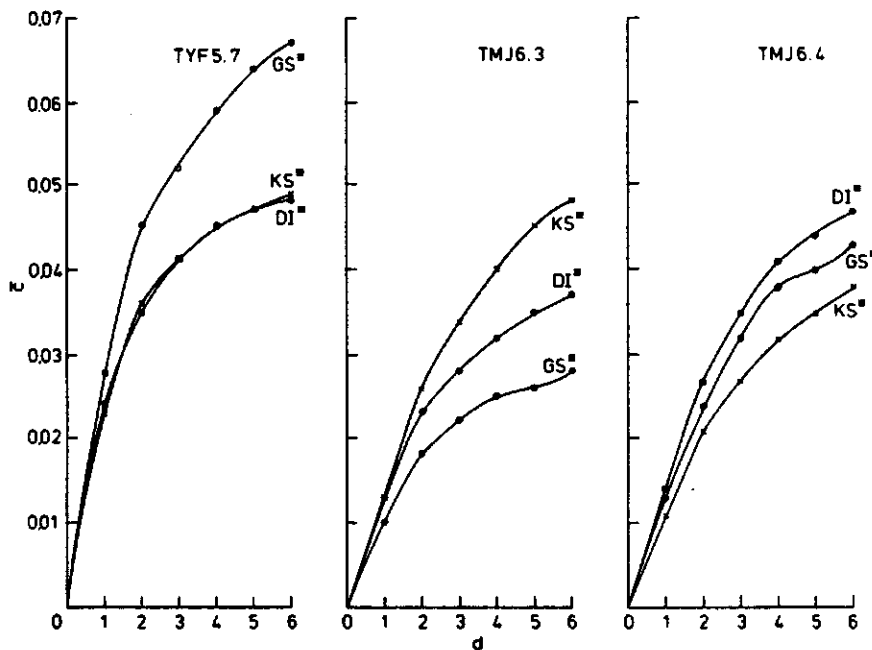


Fig. 6. Gemiddelde contrast ( $\bar{c}$ ) bij verschillende tussenafstanden (d) voor TYF5.7, TMJ6.3 en TMJ6.4

De curves van  $KS^*$  en  $GS^*$  van het TM-beeld komen redelijk overeen met die van het MSS-beeld. De curve van  $DI^*$  springt er in het TM-beeld echter uit. Dit verschil wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de middeling in het MSS-beeld. Op het TM-beeld (zie ook de foto's in bijlage

II) zijn de perceelsgrenzen in het DI\* goed te onderscheiden, ook al lopen deze kris kras door elkaar, wat op het MSS-beeld nog niet het geval is. Door het verschil in grijstoonwaarde per perceel in het TM, waar deze als gemiddelde werden afgebeeld in het MSS-beeld, neemt het contrast hier toe. Blijkbaar waren in het GS\* en KS\* wel al losse percelen te onderscheiden, waardoor de waardes voor contrast voor deze gebiedstypen in beide beelden niet veel van elkaar verschillen.

### 3.7.3. Correlatie (figuur 7)

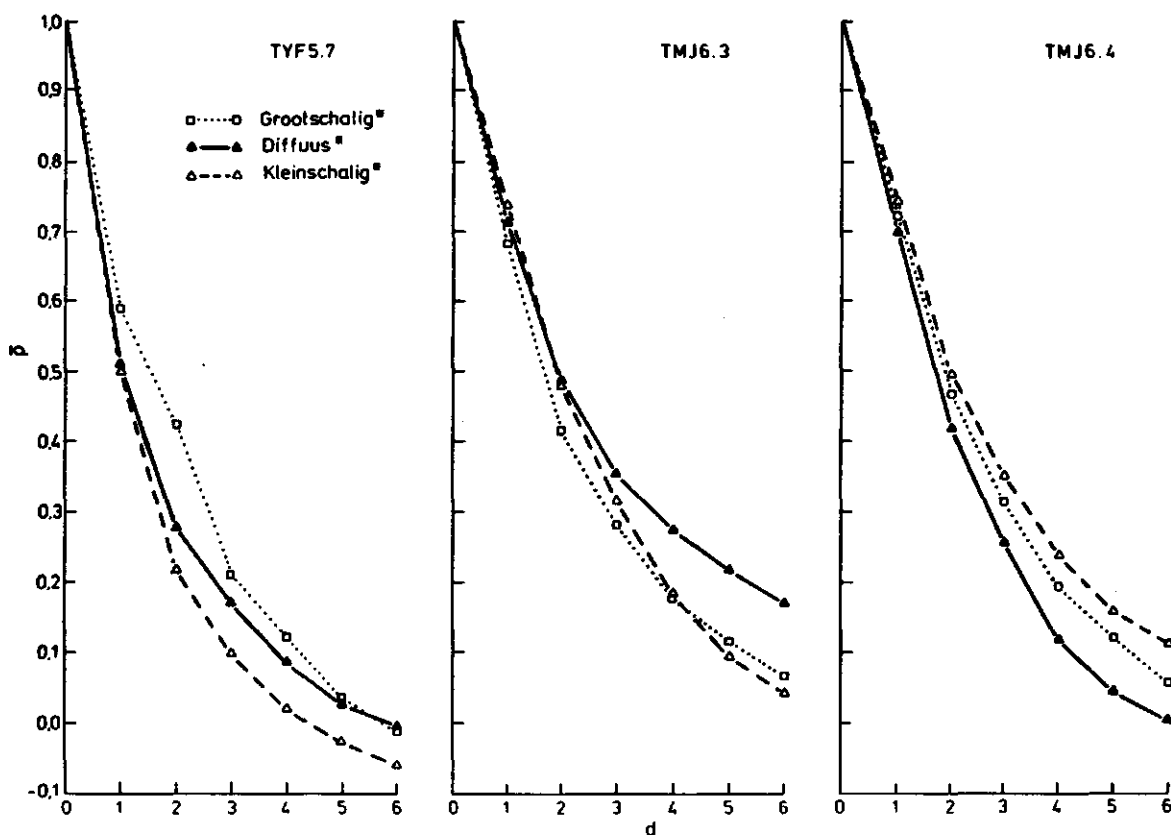


Fig. 7. Gemiddelde correlatie ( $\bar{\rho}$ ) bij verschillende tussenafstanden (d) voor TYF5.7, TMJ6.3 en TMJ6.4

De correlatie in het MSS-beeld is hoger dan die in het TM-beeld. Ook dit heeft te maken met de middeling in het MSS-beeld. Het TM-beeld heeft een minder vast patroon dan het MSS-beeld. Het onderscheid tussen DI\* en KS\* is, zoals te verwachten in het TM-beeld groter dan in het MSS-beeld. Hier geldt verder hetzelfde als wat bij de resultaten voor MSS besproken is; het onderscheid in de gebiedstypen op basis van deze parameter is zo klein, dat er niet al teveel conclusies uit getrokken moeten worden.



### 3.8. Conclusie voor TM

Uit het voorgaande blijkt dat het TM-beeld vooral bruikbaar is voor verder onderscheid in het kleinschalige gebiedstype. Uniformiteit geeft daarbij geen beter onderscheid dan bij het MSS-beeld. Contrast, en in enige mate ook correlatie zijn daarvoor bruikbare parameters. Over de gebiedstypen met \* valt het volgende te herleiden (dit geldt voor een periode tijdens het groeiseizoen):

- GS\* heeft een hoog contrast en lage uniformiteit, zowel bij MSS als TM. Dit duidt ten eerste op een grote variatie in vegetatie, die bovendien sterk contrasteert met kale bodem, en ten tweede op een grootschalige structuur (TM en MSS resultaten verschillen hier niet van elkaar);
- KS\* heeft weinig variatie in gewassen (hoge uniformiteit en laag contrast, zowel in TM als in MSS);
- DI\* heeft veel variatie in vegetatie naast stukken kale grond, maar weinig ruimtelijke structuur (het hoge contrast komt pas in het TM-beeld uit).

Uit de grafieken blijkt dat TMJ6.3 een veel beter onderscheid geeft. Dit zou veroorzaakt kunnen zijn door een groter verschil in reflectie van bodem en vegetatie in deze band, vooral waar het droge bodems betreft en de vegetatie niet goed dekkend is. Wij gaan hier verder niet op in, maar het zou interessant zijn dit nader te onderzoeken.

## 4. CLASSIFICATIE

### 4.1. Inleiding

Om de classificaties van MSS en TM te kunnen vergelijken moet de te hanteren methode aan drie eisen voldoen. Ten eerste moet de periode van beide opnamen ongeveer gelijk zijn. Voor MSS is er de keuze uit augustus 1984, februari 1985 en maart 1986. De TM-opname is van januari 1986. We hebben gekozen voor maart 1986 omdat de te vergelijken opnamen dan van hetzelfde seizoen en van hetzelfde jaar zijn. Ten tweede is het noodzakelijk dat de beelden omgerekend worden naar reflectie percentages om de juiste verhoudingen te verkrijgen zowel tussen de banden onderling als tussen de verschillende opnamen. Omdat TMJ6.1 niet gebruikt is voor de classificatie, is deze niet omgerekend naar reflectie percentages. Wel is er een TRIBAN real color gemaakt (van TMJ6.1, TMJ6.2 en TMJ6.3). Hierbij maakt het echter niet uit of er originele danwel voor reflectie gecorrigeerde beelden gebruikt worden omdat deze onafhankelijk geschaald worden. Ten derde is dezelfde klassenindeling genomen voor beide opnamen, gebaseerd op overeenkomstige trainingspixels.

### 4.2. Omrekenen naar reflectie percentage

De omzetting van DN's van TYM6.4, TYM6.5 en TYM6.7 naar reflectiepercentages is gedaan met behulp van onderstaande formule:

$$a_{p,i} = \frac{\pi \cdot \left[ \frac{DN}{255} \cdot (R_{\max,i} - R_{\min,i}) - R_{\min,i} \right]}{R_{\text{out},i} \cdot \cos f} \cdot 100\% \quad (1)$$

Hierin is:  $a_{p,i}$  = earth reflectance from space in channel i (%)  
 $DN_i$  = digital number of channel i (-)  
 $R_{\min,i}$  = minimum radiance value of channel i ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ )  
 $R_{\max,i}$  = maximum radiance value of channel i ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ )  
 $R_{\text{out},i}$  = solar radiance at satellite level in channel i  
 ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ )  
 $f$  = solar zenith angle ( $^\circ$ )

De in formule (1) gebruikte waarden voor  $R_{\min,i}$ ,  $R_{\max,i}$  en  $R_{\text{out},i}$  zijn gegeven in tabel 4.

Tabel 4.  $R_{\min,i}$ ,  $R_{\max,i}$  en  $R_{\text{out},i}$  voor formule (1)

| Band (i) | Bandbreedte ( $d_i$ )<br>( $\mu\text{m}$ ) | $R_{\min,i}$<br>( $\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}$ ) | $R_{\max,i}$<br>( $\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}$ ) | $R_{\text{out},i}$<br>( $\text{W.m}^{-2}$ ) |
|----------|--|--|--|---|
| 4        | ,100                                       | ,30  | 26,80  | 192,63                                      |
| 5        | ,100                                       | ,30  | 17,60  | 161,49                                      |
| 7        | ,300                                       | 1,10   | 36,90  | 246,06                                      |

De zenith angle van de zon kon niet uit de headerfile gelezen worden omdat we niet over de juiste format beschikten. Daarom zijn deze berekend met behulp van het NASA Technical Memorandum. De zenith angle is  $52,0^\circ$  op 19 maart 1986 op  $33^\circ\text{ZB}$ .

Om de range te vergroten van de nieuwe DN's zijn de resultaten met 4 vermenigvuldigd. Dit heeft geen invloed op het visuele beeld omdat er gewoonlijk nog geschaald wordt. De reflectance formules worden dan:

$$4a_{p,4} = 1,10 \cdot \text{DN}_4 + 3,16 \text{ (\%)}$$

$$4a_{p,5} = ,87 \cdot \text{DN}_5 + 3,80 \text{ (\%)}$$

$$4a_{p,7} = 1,16 \cdot \text{DN}_7 + 9,12 \text{ (\%)}$$

Voor de omzetting van de DN's van TMJ6.2, TMJ6.3 en TMJ6.4 naar reflectie percentages is gebruik gemaakt van de volgende formule:

$$a_{p,i} = \frac{\pi \cdot [A_{1,i} \cdot \text{DN}_i - A_0] \cdot d_i}{R_{\text{out},i} \cdot \cos f} \cdot 100\% \quad (2)$$

Hierin is:  $a_{p,i}$  = earth reflectance from space in channel i (%)  
 $A_0$  = offset ( $\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$ )  
 $A_1$  = gain ( $\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$ )  
 $\text{DN}_i$  = digital number of channel i (-)  
 $R_{\text{out},i}$  = solar radiance at satellite level in channel i  
 ( $\text{W.m}^{-2}$ )  
 $d_i$  = bandwidth of channel i ( $\mu\text{m}$ )  
 $f$  = solar zenith angle ( $^\circ$ )

De in de formule (2) gebruikte waarden voor de bandbreedte ( $d$ ),  $R_{out,i}$ ,  $A_0$  en  $A_1$  zijn gegeven in tabel 5.

De zenith angle  $f$  van de zon is  $29.9^\circ$  op 14 januari om 9.30 uur op  $32^\circ ZB$ . Deze gegevens hebben we tesamen met de gain en de offset uit de headerfile geformatteerd. Opgemerkt dient te worden dat in de headerfile de elevation in plaats van de zenith angle staat.  $f_{ze} = 90^\circ - f_h$ .  $R_{out,i}$  komt uit het NASA Technical Memorandum.

Tabel 5. Bandbreedte ( $d_i$ ),  $R_{out,i}$ ,  $A_0$  en  $A_1$  voor formule (2)

| Band (i) | Bandbreedte ( $d_i$ )<br>( $\mu m$ ) | $R_{out,i}$<br>( $W.m^{-2}$ ) | $A_0$<br>( $W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$ ) | $A_1$<br>( $W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$ ) |
|----------|--------------------------------------|-------------------------------|--|--|
| 2        | ,081                                 | 162,60                        | -,280                                      | ,118                                       |
| 3        | ,069                                 | 119,27                        | -,119                                      | ,081                                       |
| 4        | ,129                                 | 140,60                        | -,150                                      | ,081                                       |

Ook deze resultaten zijn met 4 vermenigvuldigd. De reflectance formules worden dan:

$$4a_{p,2} = ,964 \cdot DN_2 - 2,284 (\%)$$

$$4a_{p,3} = ,768 \cdot DN_3 - 1,128 (\%)$$

$$4a_{p,4} = 1,216 \cdot DN_4 - 2,256 (\%)$$

Met behulp van het programma COMBAN zijn de originele beelden omgezet naar voor reflectie gecorrigeerde beelden. Deze beelden dragen de oude file naam met een R als achtervoegsel, bijvoorbeeld TYM6.5R.

#### 4.3. Methode van classificatie

De classificaties zijn uitgevoerd met de voor reflectie gecorrigeerde beelden. Daarvoor is het programma FEABAN gebruikt met MSS-band 7 of TM-band 4 op het beeldscherm. Hierop zijn de bodem en vegetatie verschillen het duidelijkst te herkennen. Voor de Y-as zijn MSS-band 5 en TM-band 3 genomen. Dit geeft de grootste onderscheiding van de trainingpixels in de 'feature space plot' op het beeldscherm.

De te onderscheiden klassen lagen van te voren niet vast. Wel was duidelijk dat het verschil tussen gewas en geen-gewas moest worden aangegeven. Aan de hand van een beschikbare kaart van het irrigatiegebied en de beelden van MSS band 7 en TM band 4 is een voorlopige klassenindeling gemaakt, te weten:

S - STAD  
G - GEWAS  
B - BRAAK  
W - WATER

Voor de TYM6.7R werd per klasse een trainingsset van 5 pixels genomen. Uit de 'feature space plot' van banden 7 tegen 5 blijkt dat deze klassenindeling ongelukkig gekozen is. Hierin blijkt dat WATER zowel BRAAK als GEWAS overlapt. Op grond hiervan is besloten deze klassenindeling te wijzigen en WATER te laten te vervallen. Bovendien vonden wij het verstandig om voor BRAAK en GEWAS subklassen te onderscheiden. De definitieve klassenindeling is als volgt geworden:

G - GEWAS 1, hoge reflectie in het infrarood  
U - GEWAS 2, matige reflectie in het infrarood  
T - BRAAK 2, lage reflectie in het infrarood  
B - BRAAK 1, zeer lage reflectie in het infrarood  
S - STAD , hoge reflectie in het rood.

Voor de uiteindelijke classificatie zijn per klasse ongeveer 10 trainingspixels opgenomen, zowel voor MSS als voor TM. Uit de 'feature space plots' van alle banden blijkt dat de klassen nu wel gunstig gekozen zijn (fig. 8).

Met behulp van de programma CLITER, PIXVAL en CLAFST is de classificatie uitgevoerd. We hebben gekozen voor de 'Minimum Distance to Mean' methode. De gebruikte banden zijn voor MSS de banden 4, 5 en 7, voor TM de banden 2, 3 en 4.

Ter vergelijking van beide classificaties zijn de klasseverdelingen per textuurklasse (GS\*, KS\*, DI\*) bepaald. Deze waren reeds vastgelegd in de textuuranalyse. Aan de hand van herkenningspunten die in beide classificaties zichtbaar waren, zijn per textuurklasse met option AREA

de visueel identieke sample areas aangegeven. Hiervan zijn met behulp van option HISTO de verdeling van de pixels over de 5 klassen weergegeven.

#### 4.4. Resultaten

De 'feature space plots' zijn verkleind weergegeven in bijlage IV. Ter verduidelijking zijn in plaats van de DN's de reflectie percentages aangebracht op de assen.

De foto's van de classificaties zijn te vinden in bijlage I. De legenda is als volgt:

| eenheid | klasse  | kleur |
|---------|---------|-------|
| G       | GEWAS 1 | groen |
| U       | GEWAS 2 | oker  |
| T       | BRAAK 2 | grijs |
| B       | BRAAK 1 | wit   |
| S       | STAD    | rood  |

De klasseverdeling van de classificaties zijn weergegeven in tabel 6.

Tabel 6. De klasseverdeling per textuurklasse in procenten is de volgende, waarbij SUB 1+2 de sommatie is van GEWAS 1 en GEWAS 2

|         | TM januari 1986 |     |     |     | MSS maart 1986 |     |     |     | Verschil |     |     |     |
|---------|-----------------|-----|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|
|         | GS*             | KS* | DI* | gem | GS*            | KS* | DI* | gem | GS*      | KS* | DI* | gem |
| GEWAS 1 | 6               | 6   | 7   | 6   | 13             | 17  | 26  | 19  | +7       | +10 | +19 | +13 |
| GEWAS 2 | 49              | 45  | 30  | 41  | 57             | 367 | 17  | 37  | +8       | -9  | -13 | -8  |
| SUB 1+2 | 55              | 51  | 37  | 47  | 70             | 53  | 43  | 56  | +15      | +1  | +6  | +5  |
| BRAAK 2 | 38              | 42  | 50  | 44  | 27             | 42  | 49  | 39  | -11      | 0   | -1  | -3  |
| BRAAK 1 | 3               | 2   | 11  | 5   | 1              | 2   | 7   | 3   | -2       | 0   | -2  | -2  |
| STAD    | 4               | 5   | 2   | 4   | 2              | 3   | 1   | 2   | -2       | -2  | -1  | -2  |

#### 4.5. Bespreking van de resultaten

##### 4.5.1. Feature space plots

In tegenstelling tot de voorlopige klassenindeling blijken de klassen nu gunstig gekozen te zijn. Dit komt vooral goed tot uiting in de feature space plots (fig. 8).

Het onderscheid in de banden 5 en 4 bij MSS en de banden 3 en 2 bij TM is klein door de grote correlatie. Dit geldt vooral voor de TM-banden. Het is daarom niet noodzakelijk allebei de banden voor de classificatie te gebruiken, hoewel wij dat wel gedaan hebben.

Het eerste wat opvalt zijn de lage reflectie waarden voor MSS in vergelijking tot TM voor alle banden. Dit kan veroorzaakt zijn door radiometrische verschillen van MSS- en TM-opnamen en door atmosferische effecten. Bovendien valt op, dat de trainingspixels bij MSS per klasse een kleinere spreiding hebben, in vergelijking met die van TM. Oorzaken hiervoor worden bij de klasseverdeling besproken.

##### 4.5.2. Foto's (bijlage I)

Aangezien zowel het MSS-beeld als het TM-beeld naar reflectie percentages omgerekend is, is te verwachten dat zij hetzelfde klassenonderscheid zullen maken, waarbij de TM-classificatie een detail van die van de MSS zal zijn. De foto's verschillen echter duidelijk van elkaar. Dit moet terug te voeren zijn op het verschil in datum van opnamen (en in mindere mate het verschil in ruimtelijke resolutie). De MSS-classificatie geeft in dit geval de ruimtelijke structuren duidelijker weer.

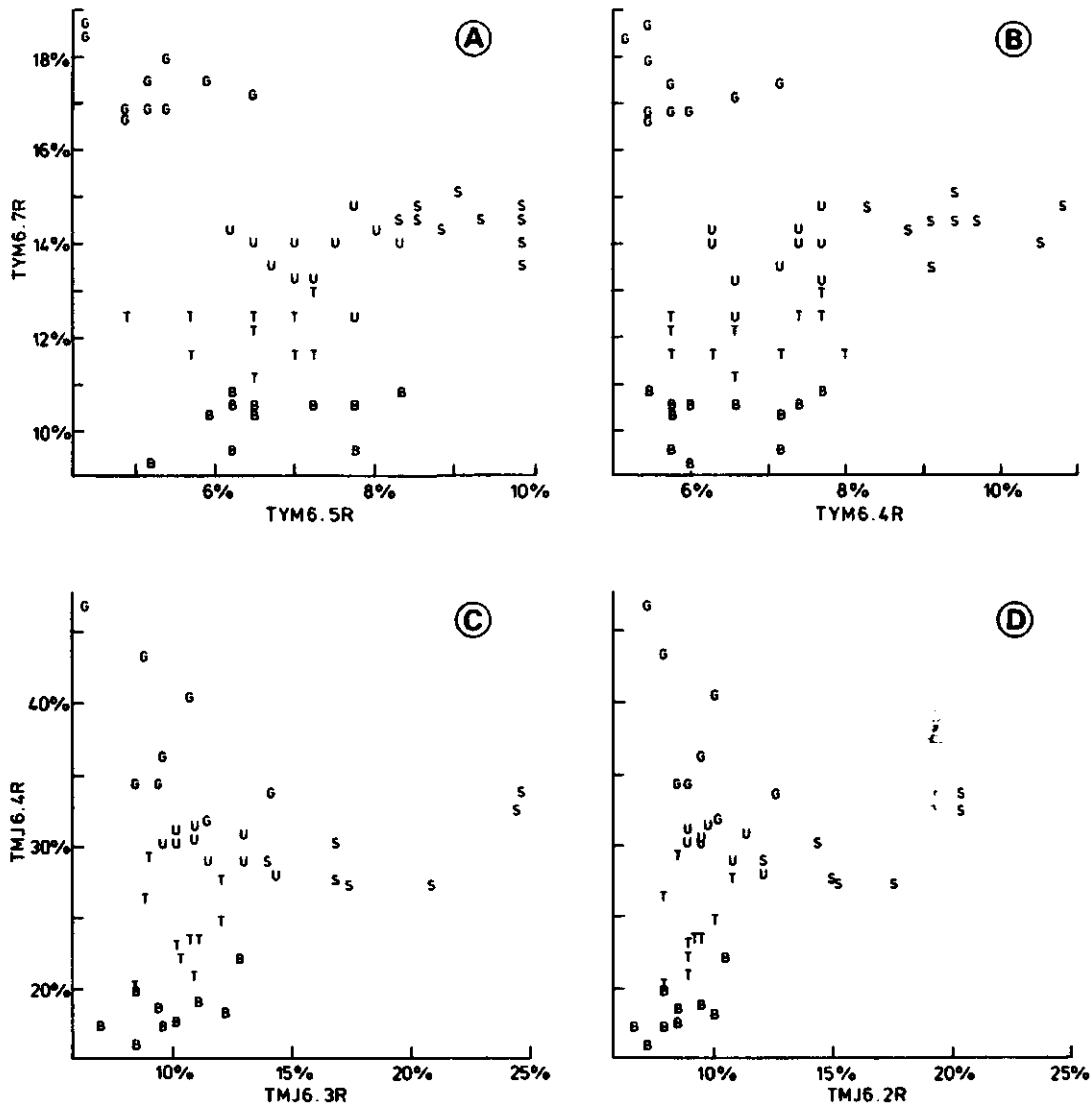


Fig. 8. Feature space plots van: TYM6.7R - TYM6.5R (A)  
 TYM6.7R - TYM6.4R (B)  
 TYJ6.4R - TMJ6.4R (C)  
 TYJ6.4R - TYJ6.2R (D)



#### 4.5.3. Klasseverdeling

De verdeling van de klassen binnen de textuurklassen is niet constant. Dit is op twee manieren te interpreteren.

De opnamen zijn met verschillende methoden gemaakt. Door verschil in resolutie wordt het aantal pixels, dat met TM als BRAAK geclassificeerd wordt door MSS als GEWAS geclassificeerd. Voor het grootschalige gebiedstype moet dit echter weinig verschil geven, omdat uit de textuuranalyse blijkt dat uniformiteit en contrast van GS voor beide opnamen hetzelfde is.

De opnamen zijn van verschillende data. Op grond van gegevens over de fenologie is tussen 14 januari en 19 maart een beperkte toename van de biomassa te verwachten. Voor deze veronderstelling bestaan de volgende aanwijzingen:

- in GS is de textuur hetzelfde voor MSS en TM (zie par. 3.6 en 3.7). Toch zijn er een aantal verschuivingen binnen de classificatie, namelijk: klasse BRAAK neemt over de tijd af en klasse GEWAS neemt toe; GEWAS 2 neemt af en GEWAS 1 neemt toe;
- de spreiding van de trainingspixels voor met name GEWAS 1 en BRAAK 2 (zie fig. 8) is kleiner voor MSS dan voor TM.

Uitgaande van de laatste veronderstelling is het onderstaande afgeleid. Netto neemt het aandeel vegetatie toe. Binnen de textuur klassen treedt echter opmerkelijke verschillen op. STAD, BRAAK 1 en voor KS\* en voor DI\* BRAAK 2, zijn redelijk indifferent te noemen. Voor STAD is dit aannemelijk maar voor BRAAK niet omdat in een irrigatiegebied verwacht mag worden dat een groot deel van het areaal in het groeiseizoen bebouwd zal worden. Een verklaring voor het grote braakpercentage is dat de afzet van de landbouwprodukten die op deze gronden geproduceerd zouden kunnen worden, moeilijk is door de grote landbouwoverschotten, zodat deze onbebouwd blijven. Het betreft hier waarschijnlijk de minder rendabele bedrijven. Bovendien is uit het onderzoek van T. VISSER

(1987) gebleken dat slechts 45% van het areaal geïrrigeerd wordt. Typisch is dat BRAAK 2 alleen afneemt voor GS\*, wat betekent dat de gronden in deze klasse wel bebouwd worden. Totaal beslaan GEWAS 1 en 2 ongeveer 70% van het areaal in GS\* in maart. DI\* wordt daarentegen gekarakteriseerd door een permanent groot aandeel BRAAK 1 en 2 die samen goed zijn voor ongeveer 60%. Wel treedt er naar het einde van het groeiseizoen tussen GEWAS 1 en 2 een verschuiving op naar de eerste klasse. Dit duidt op een ander type vegetatie.

GS\* en DI\* geven de grootste verschillen te zien. Het valt op dat KS\* hier hierarchisch tussen valt.

Naast het vochtgehalte van de bodem en de groeistadia van de gewassen kunnen andere parameters van belang zijn zoals bodemfysische eigenschappen, gewassoorten en het management. Deze worden direct beïnvloed door de bodemsoort, het zoutgehalte, de geografische ligging, cultuur en historie.

#### 4.6. Conclusie

Uit de feature space plots blijkt dat de gehanteerde klasseverdeling geschikt is voor de classificaties en voor de vergelijking daarvan. Het aanbrengen van meer klassen geeft moeilijker te onderscheiden clusters. Op grond van de vergelijking van TM en MSS kan geconcludeerd worden dat de MSS-classificatie de ruimtelijke structuren beter weergeeft. Of dit veroorzaakt wordt door geschikter tijdstip van opname of door andere effecten is niet geheel duidelijk, maar veranderingen in klasseverdeling lijken toch op het eerste te wijzen.

Uit de klassenverdeling vallen andere kenmerken van de gebiedstypen te herleiden, die te maken hebben met de wijze van bedrijfsvoering:

- in het GS\* wordt een groot deel van het areaal bebouwd;
- het DI\* bestaat voor een groot deel uit onbebouwde en kale gronden, waarvan een klein gedeelte later in het seizoen in gebruik genomen wordt;
- in het KS\* wordt een deel van het areaal permanent niet bebouwd.

MSS en TM zijn voor wat betreft GS\* onderling redelijk vergelijkbaar. Veranderingen in de fenologie komen voor dit gebiedstype uit. Voor DI\* en KS\* zijn verschillen in resolutie en radiometrische effecten te groot om iets over veranderingen in het gebied zelf te kunnen zeggen.

## 5. SAMENVATTING

Bij de textuuranalyse worden gebieden onderscheiden naar perceelsvorm en -grootte. Hier blijkt dat de tijd buiten het groeiseizoen het meest geschikt is voor het onderscheiden van het grootschalige, kleinschalige en diffuse gebiedstype. Voor het maken van dit onderscheid zijn contrast en uniformiteit bruikbare parameters. Wil men de gebiedstypen meer in detail onderscheiden, dan geeft het gebruik van een TM-beeld goede resultaten, waarbij vooral het contrast een bruikbare parameter is. Band 3 geeft hierbij een veel beter onderscheid dan de hier gebruikte band 4. Dit zou misschien verder onderzocht kunnen worden.

Door zowel MSS- als TM-beelden om te rekenen naar reflectie percentages zijn de beelden onderling vergelijkbaar gemaakt. De verschillen in classificatie worden nu alleen bepaald door multitemporele variatie en het verschil in resolutie. Opmerkelijke verschillen van klassenindeling treden echter op tussen de klassen van de textuuranalyse. Deze verschillen berusten waarschijnlijk op de vochttoestand van de bodem en de bodembedekking.

Vooraf nader onderzoek is het aan te bevelen om TM en MSS opnamen van gelijke data te vergelijken, en deze te koppelen aan veldgegevens. Bovendien kan het interessant zijn een multitemporele vergelijking te maken van classificaties die gebaseerd zijn op of alleen TM-beelden, of alleen MSS-beelden.

## LITERATUUR

BUITEN, H.J., 1983. Remote sensing: informatie verwerking.

———, 1986. Remote sensing: opname methoden en beeldvorming.

DIK, L. en M. ZIEREN, 1986. Dynamiek in het Seftimigebied.

MULDERS, M.A., 1986. Luchtfotografie en andere remote sensing technieken.

NASA, 1986. NASA technical memorandum.



REKENCENTRUM LUW, 1985. Remote sensing (PDP-11).

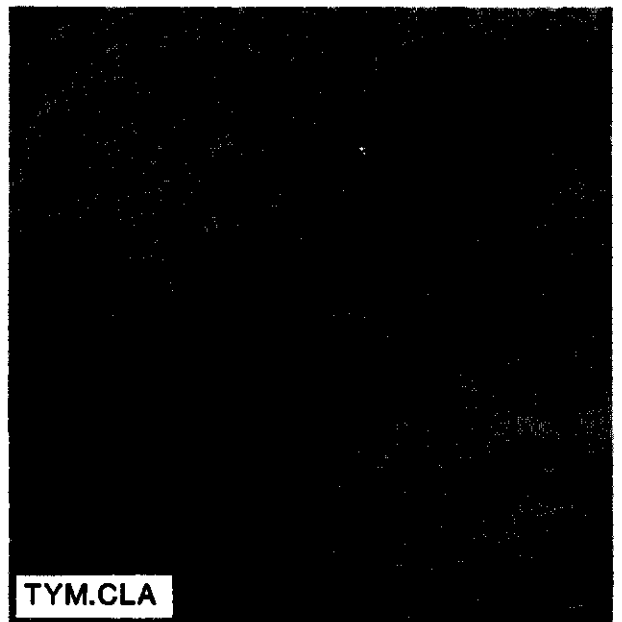
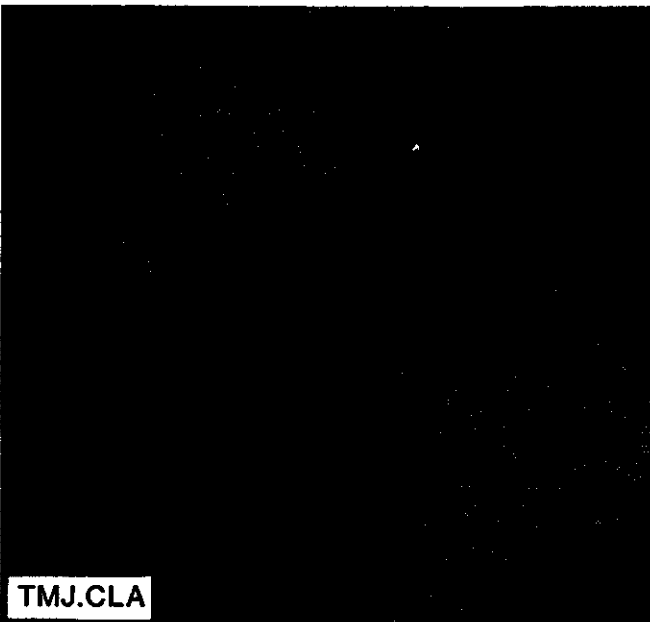
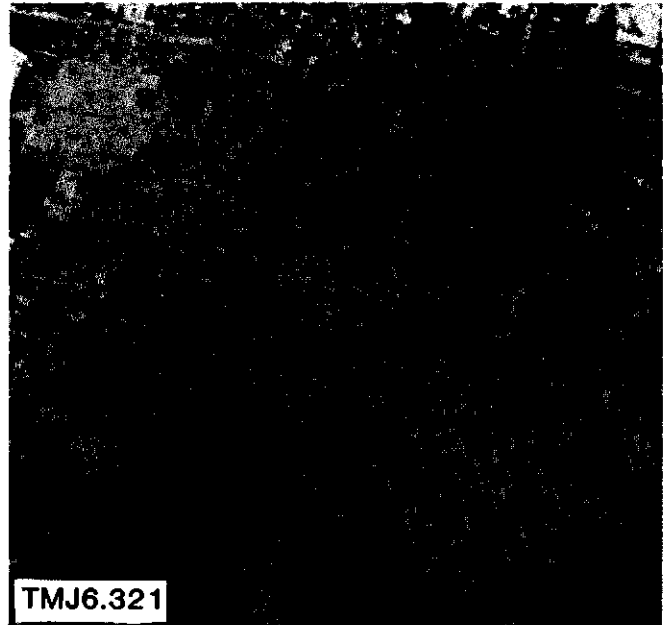
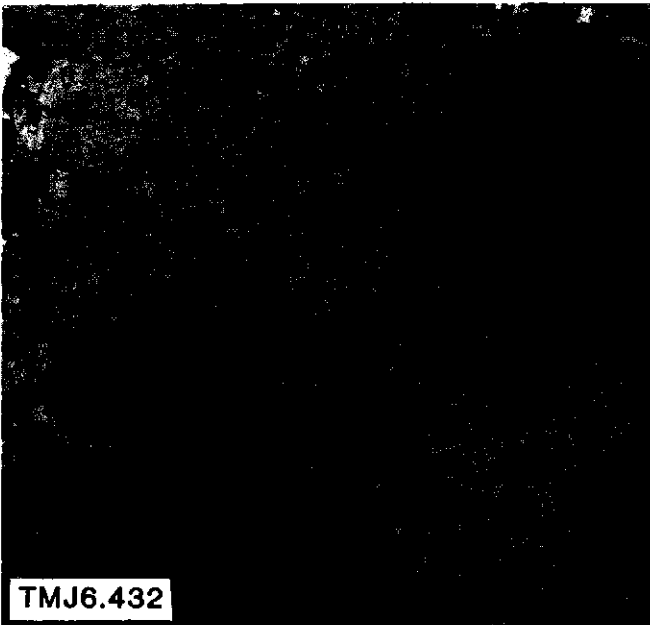
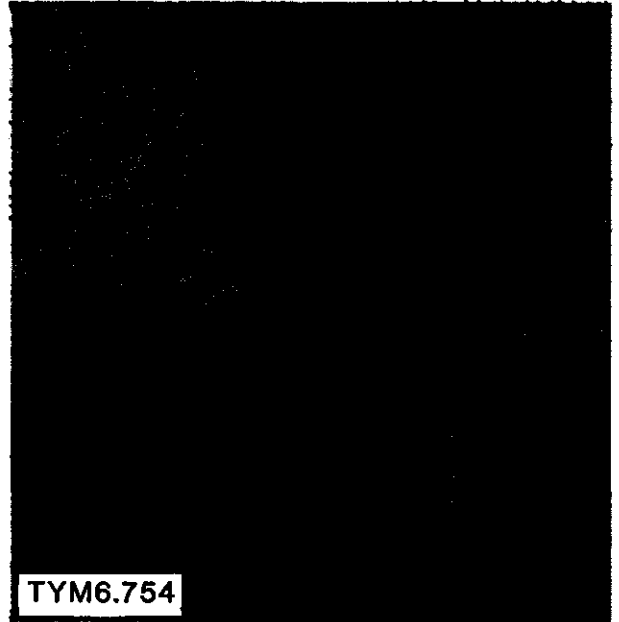
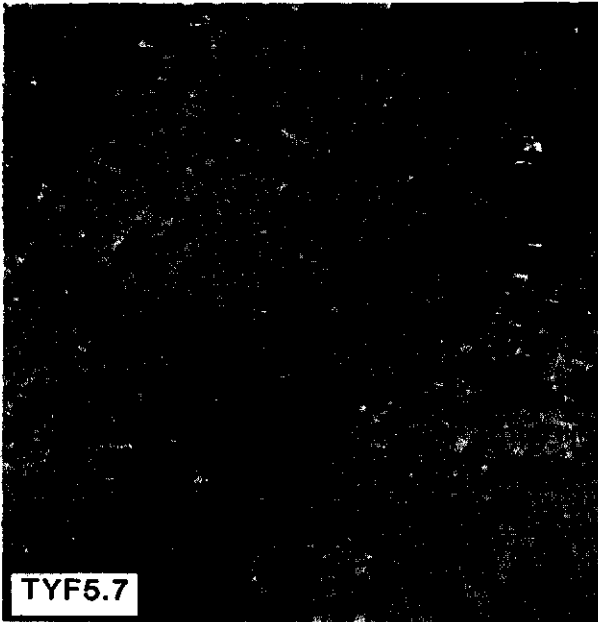
WICHMANN, H., 1972. Photogrammetrisches Taschenbuch.

## BIJLAGE I

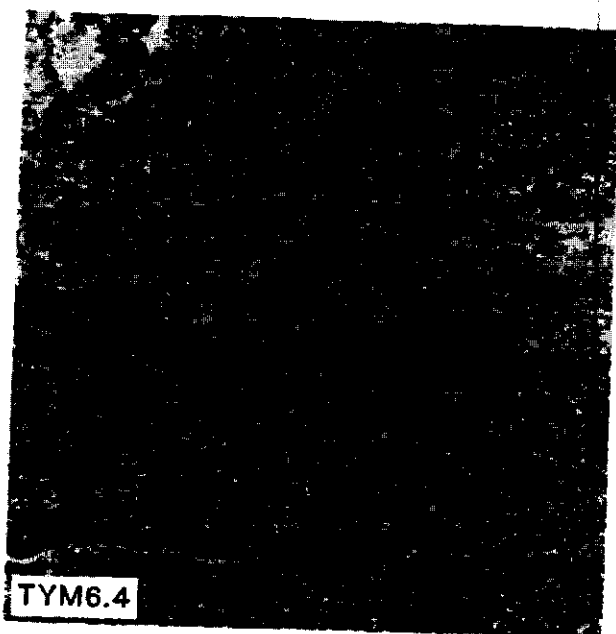
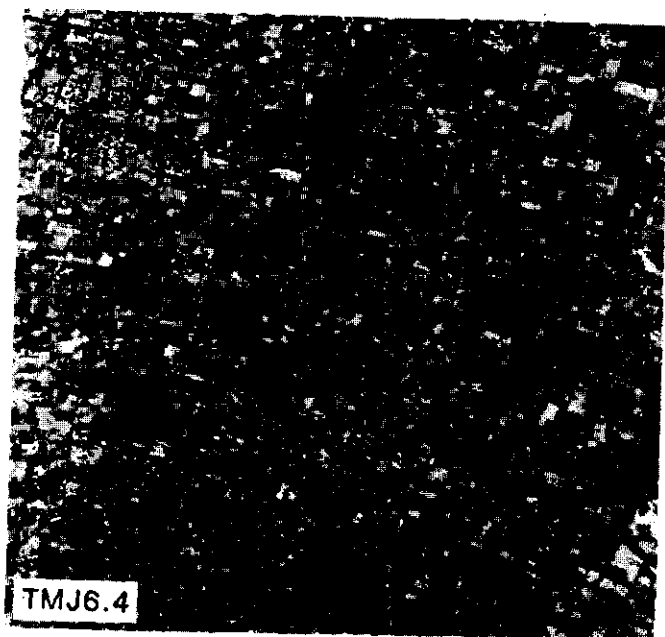
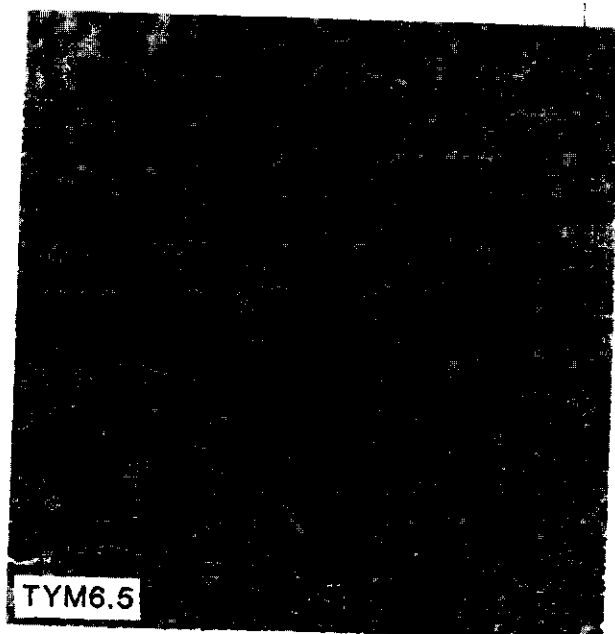
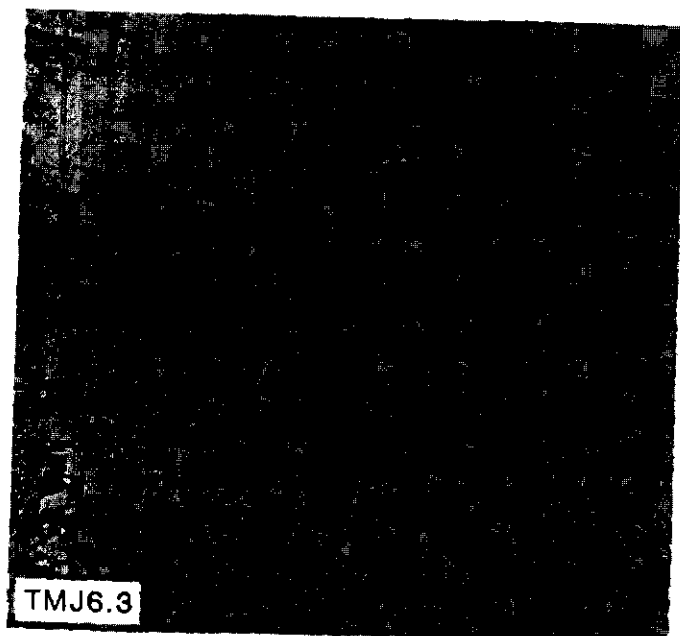
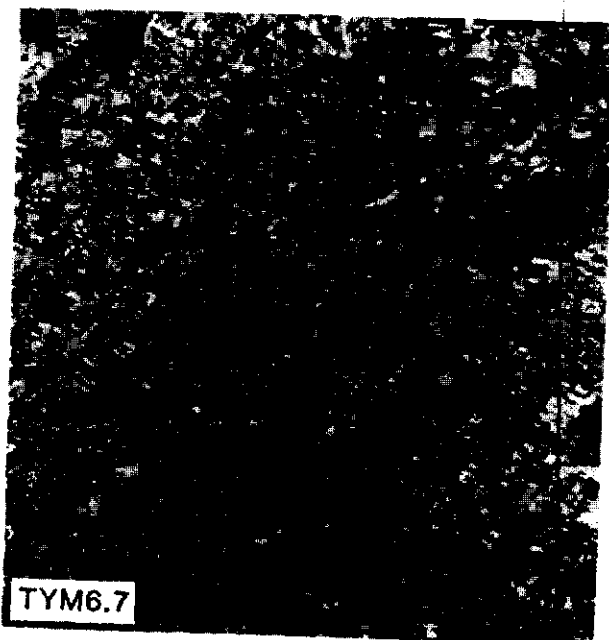
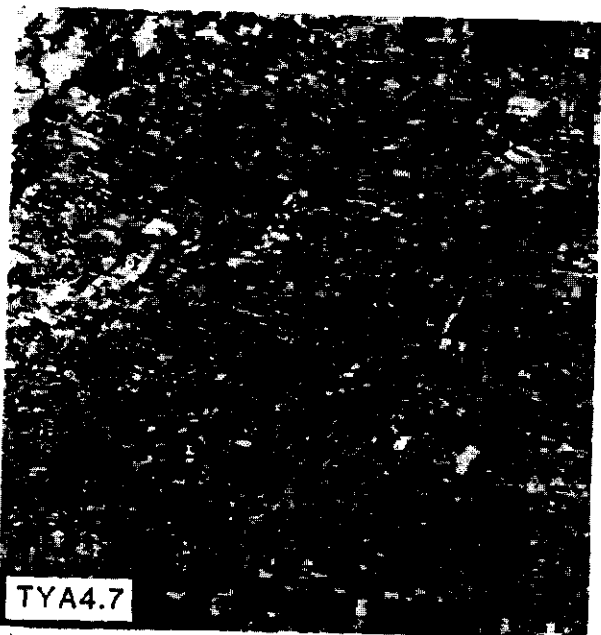
### Klassificatie van landgebruikstypen

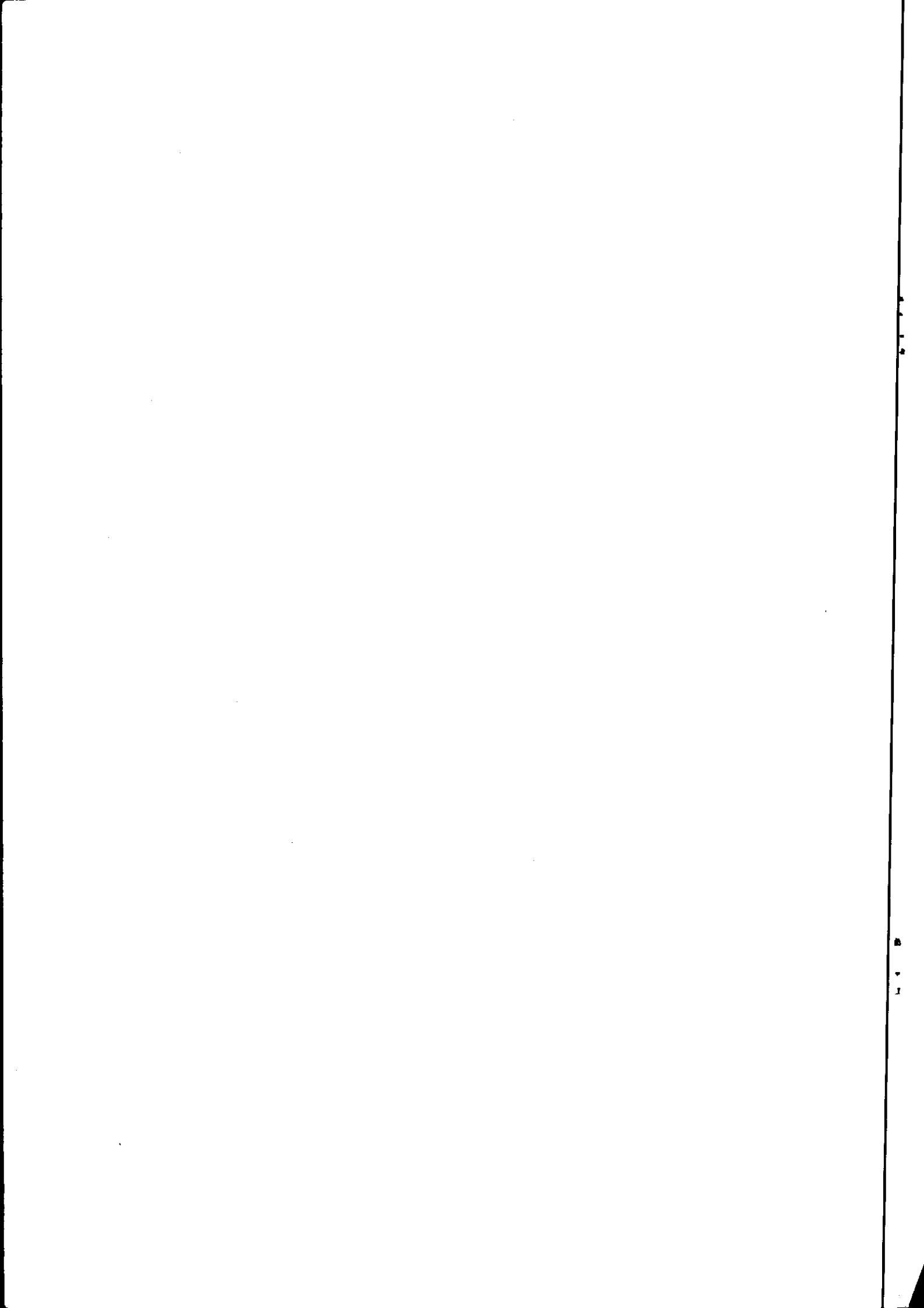
#### Legenda

- D      Diffuus gebiedstype
- K      Kleinschalig gebiedstype
- G      Grootschalig gebiedstype
- S      Stad
  
- I      Diffuus gebiedstype ★
- II     Kleinschalig gebiedstype ★
- III    Grootschalig gebiedstype ★
  
-  Rivier
  
-  Gebieden die buiten beschouwing gelaten zijn
  
- △      Ligging van de subgebieden
- △      Is gebruikt voor analyse van gebiedstypen met ★
- ★





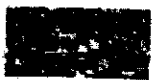

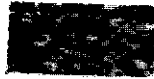













Bijlage I, vervolg







BIJLAGE II

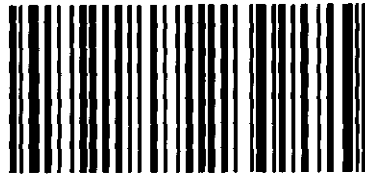
|     | TYA4.7  | TYF5.7  | TYM6.7  |
|-----|---|---|---|
| GS  |    |    |    |
| DI  |    |    |    |
| KS  |    |    |    |
|     | TYF5.7  | TMJ6.4  | TMJ6.3  |
| GS★ |   |   |   |
| DI★ |  |  |  |
| KS★ |  |  |  |



WAGENINGEN UR

*For quality of life*

Wageningen UR library  
P.O.Box 9100  
6700 HA Wageningen  
the Netherlands  
[www.library.wur.nl](http://www.library.wur.nl)



10000910016125