

Nota-ICW 1432 II

**BIBLIO THEEK
STARINGGEBOUW**

DEELRAPPORT 2

juni 1983

REMOTE SENSING STUDIEPROJECT
OOST-GELDERLAND

REMOTE SENSING VLUCHTEN IN 1982 EN 1983:
organisatorische aspecten

ir. G.J.A. Nieuwenhuis

Rapporten in deze serie zijn tot stand gekomen in het kader van het Remote Sensing Studieproject in Oost-Gelderland en zijn in principe bedoeld als interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publicaties.

Dit rapport wordt verspreid door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Postbus 35, Wageningen en is ook verschenen als ICW nota 1432

21 DEC. 1983



CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0180 7870

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

Titel	Auteur
1. Beschrijving van het onderzoek	Projectteam Remote Sensing Studieproject
2. Remote Sensing vluchten in 1982 en 1983: organisatorische aspecten	G.J.A. Nieuwenhuis

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. LIGGING VLUCHTSTROKEN, BESCHIKBARE DATA EN OPNAME- OMSTANDIGHEDEN	2
3. ORGANISATIE VAN EEN REMOTE SENSING VLUCHT	8
4. ENKELE ERVARINGEN MET DE VERKREGEN REMOTE SENSING OPNAMEN	11
5. OPNAMEN VAN 4 AUGUSTUS 1982	16
6. HET AANTAL VliegBARE DAGEN	22
7. CONCLUSIES	25
LITERATUUR	26

1. INLEIDING

Voor het Remote Sensing Studieproject Oost-Gelderland was voor 1982 een uitgebreid vluchtprogramma gepland. Op het programma stonden een vlucht in het voorjaar, één in juni en één in juli of augustus. Onder bijzonder droge omstandigheden zou de laatste vlucht eventueel nog worden aangevuld met een extra warmtevlucht. Het vluchtprogramma voor 1983 was afhankelijk van hetgeen uiteindelijk in 1982 zou worden opgenomen.

Gepland waren 2 vluchtstroken van 8 bij 40 km, die op 5000 m hoogte gevlogen dienden te worden. Verder waren diverse lage vluchten gepland voor detailstudies betreffende de hydrologie en de aanwezige cultuurgewassen en voor het onderzoek aan natuurlijke vegetatie. De vlieghoogte varieerde daarbij van 800 tot 2000 m.

In oost Gelderland wordt voornamelijk grasland en mais aangetroffen. Daar in 1982 de maand juli uitzonderlijk droog was met name in het noorden en oosten van Nederland werd besloten het vluchtprogramma uit te breiden met een vluchtstrook in een akkerbouwgebied. Hierbij is de keus gevallen op de Gronings-Drentse veenkoloniën.

In 1982 en 1983 is zeer veel scannerdata en fotomateriaal voor het studieproject beschikbaar gekomen. In deze notitie wordt een overzicht gegeven van hetgeen voor het studieproject is opgenomen.

De kwaliteit van de opnamen is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden tijdens de vlucht. In 1982 is onder sterk wisselende omstandigheden gevlogen. Opgenomen is onder heïge omstandigheden met een horizontaal grondzicht van minder dan 5 km. Ook zijn beelden opgenomen bij vrij veel bewolking (3/8 à 5/8). Behalve onder matige weersomstandigheden is ook gevlogen onder ideale omstandigheden (onbewolkt, horizontaal grondzicht meer dan 15 km en een matige windsnelheid).

Er zijn verschijnselen, zoals het optreden van droogteschade, die slechts op bepaalde momenten kunnen worden waargenomen. Daarom moet

soms onder minder goede weersomstandigheden worden gevlogen. Waar het om gaat is of het betreffende verschijnsel waarneembaar is of niet. De eisen, die dan worden gesteld aan de kwaliteit van de opname, zijn niet vergelijkbaar met de eisen, die doorgaans worden gesteld aan een luchtfoto. Een van de hoofddoelstellingen van het studieproject is het dichterbij brengen van de operationele toepassing van remote sensing. Daarom is het van belang vast te stellen wat onder bepaalde weersomstandigheden vanuit opnametechnisch oogpunt mogelijk is.

Voor een belangrijk deel zijn de ervaringen die zijn opgedaan met de remote sensing vluchten van algemene aard. Daarom werd besloten de opgedane ervaringen vast te leggen in een notitie. Hierbij komen zowel organisatorische aspecten van een remote sensing vlucht aan de orde als ervaringen met de verkregen opnamen in kwalitatief opzicht.

2. LIGGING VLUCHTSTROKEN, BESCHIKBARE DATA EN OPNAMEOMSTANDIGHEDEN

Gepland waren 2 vluchtstroken, die op 5 km hoogte gevlogen dienden te worden. De eerste strook loopt vanuit Winterswijk naar het westen over het pompstation 't Klooster nabij Hengelo (Gld). De tweede strook loopt min of meer evenwijdig aan het IJsseldal vanuit Winterswijk naar het noorden.

Naast de hoge vluchten waren een aantal lage vluchten gepland. Hierbij varieert de vlieghoogte van 800 tot 2000 m. Behalve voor enkele detailstudies betreffende de hydrologie en de aanwezige cultuurgewassen zijn de lage vluchten voornamelijk bestemd voor het onderzoek aan natuurlijke vegetatie.

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de geplande vluchtstroken. De ligging van de vluchtstroken is aangegeven in fig. 1.

De vluchtstroken 1, 2 en 3 dienden bij elke vlucht te worden opgenomen. De meeste natuurgebieden (bijvoorbeeld de vluchtstroken 6 t/m 13) hoefden slechts eenmalig te worden opgenomen. Terwijl opnamen van de vluchtstroken 14, 15 en 16, die waren gepland voor het hydrologisch onderzoek, slechts nodig waren, indien werkelijk verdroging van landbouwgewassen zou optreden.

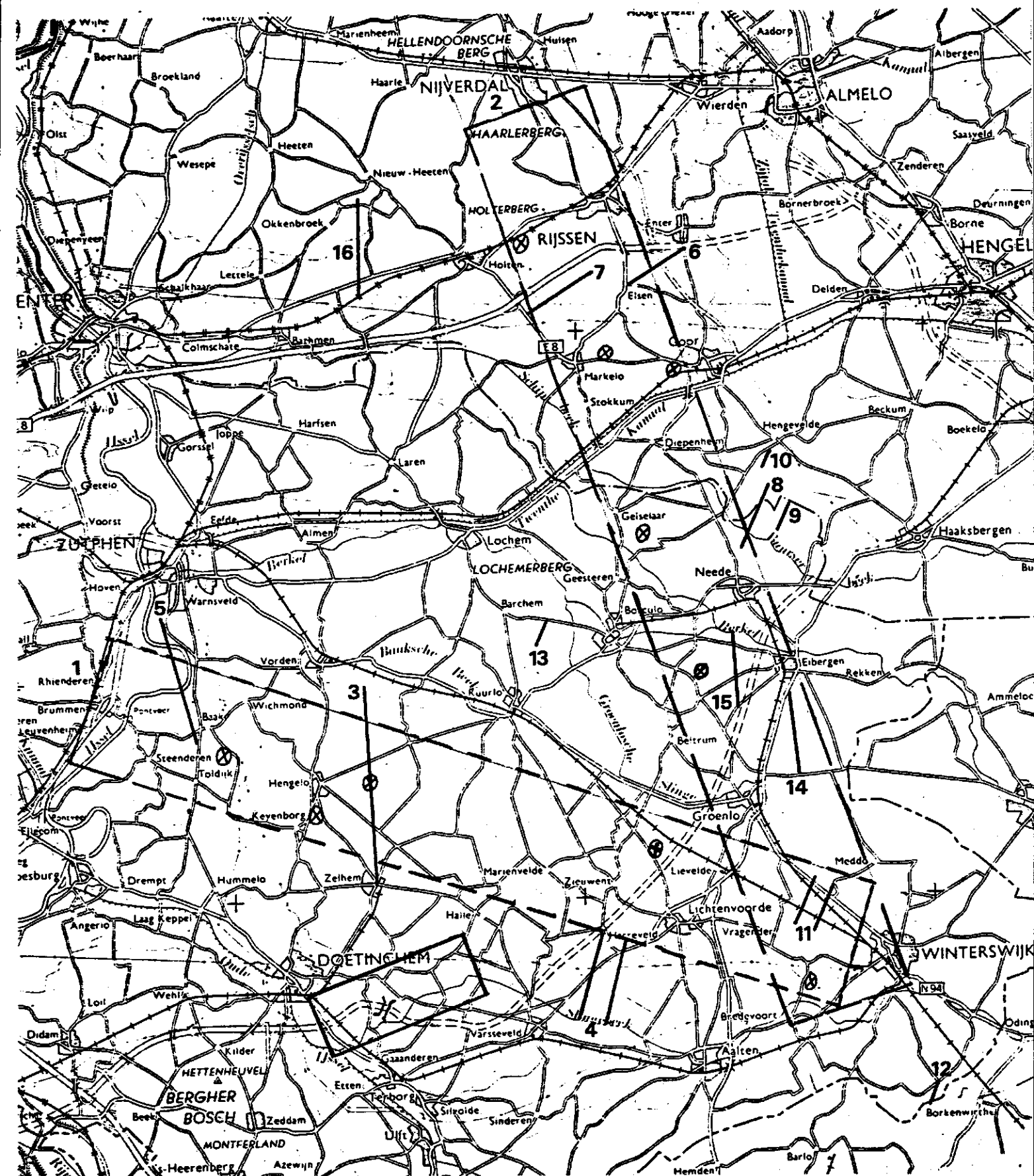


Fig. 1. Ligging van de vluchtstroken in Oost-Gelderland en Overijssel. De twee hoge vluchtstroken 1 en 2 zijn omkaderd. Van de andere stroken zijn de vlieglijnen aangegeven

Tabel 1. Overzicht geplande vluchtstroken

Nr.	Aantal stroken	Omschrijving van het gebied	Lengte (km)	Breedte (km)
1	1	vanuit Winterswijk naar het westen over Hengelo (Gld)	40	7
2	1	vanuit Winterswijk naar de Holterberg in het noorden	40	7
3	1	Pompstation 't Klooster, Hengelo(Gld)	8	3
4 **	2	Aaltense Goor	5	2
5	1	Cortenoever	6	2
6	1	Enterven	2	1
7	1	Elsenerveld	3	1
8	1	Needse Achterveld	3	1
9	1	Teeselinkseven	1	1
10	1	Snakenburgerheide	1	1
11	2	Korenburgerveen	4	1,5
12	1	Wooldse veen	2	1
13	1	Stelkampsveld	2	1
14	1	Hupselse beek	6	3
15***	1	Olden Eibergen	5	3
16	1	Espelose broek	6	3
17	1	Tunnel nabij Doetinchem	8	3
17	3	Tunnel nabij Doetinchem	8	0,5
Ve*		Gronings-Drentse veenkoloniën	50	7

*Deze zijn in de loop van het groeiseizoen bij het vluchtprogramma opgenomen

**In dit gebied is uiteindelijk geen onderzoek uitgevoerd en is dan ook niet opgenomen

***Dit gebied is niet apart gevlogen. Wel valt dit onderzoeksgebied binnen strook 2

Tabel 2 geeft een volledig overzicht van hetgeen uiteindelijk in 1982 en 1983 is opgenomen van de geplande vluchtstroken.

Over de vluchtdagen kunnen een aantal opmerkingen worden gemaakt. Hierbij is de meteorologische informatie afkomstig van het vliegveld Twente. Deze kan op de vluchtdagen als representatief voor de situatie in Oost-Gelderland en Overijssel worden beschouwd. De vluchtdagen zijn:

Tabel 2. Overzicht beschikbare data

Datum	Vlucht- strook	Zomer- tijd	Vlieg- hoogte (m)	MSS- banden	IRLS	CCT nr.	fc. foto's
1 apr. 1982	5			3,4,5, 7 en 9	12	OG/1-4-'82	9017 t/m 9033
	6			3,4,5, 7 en 9	12	OG/1-4-'82	9034 t/m 9044
9 juni 1982	3			4,5,6, 7, 9	12	OG/9-6-'82	-
9 juli 1982	1	13.00	4900	5,7,9	12	OG/A ₂	5063 t/m 5076
	2	12.30	4900	5,7,9	12	OG/A ₁	5044 t/m 5059
	3	13.30	2000	5,7,9	11	OG/A ₂	5087 t/m 5094
	5	13.35	1200	5,7,9	11	OG/A ₂	5095 t/m 5104
	7	14.00	850	5,7,9	11	OG/A ₃	5126 t/m 5134
	7	13.50	850	5,7,9	11	OG/A ₃	5121 t/m 5125
	8	14.10	850	5,7,9	11	OG/A ₃	5140 t/m 5149
	9	14.15	850	5,7,9	11	OG/A ₃	5150 t/m 5155
	10	14.05	850	5,7,9	11	OG/A ₃	5135 t/m 5139
	11	14.30	850	5,7,9	11	OG/A ₃	5159 t/m 5179
	13	13.45	850	5,7,9	11	OG/A ₃	5112 t/m 5120
	13	13.40	850	5,7,9	11	OG/A ₃	5105 t/m 5111
13 juli 1982	'Rijs- sen'	15.15	3000m				5302 t/m 5308 5311 t/m 5315
30 juli 1982	1	14.00	2500	5,7,9	12	OG/B ₃	7038 t/m 7061
	2	14.00	2500	5,7,9	12	OG/B ₄	8062 t/m 8085
	3	12.45	2000	5,7,9	12	OG/B ₂	5010 t/m 5017
	11A	10.15	1000	5,7,9	12	OG/B ₁	1001 t/m 1012
		16.45	1000	5,7,9	12	OG/B ₅	E152 t/m E162
	11B	10.25	1000	5,7,9	12	OG/B ₁	2013 t/m 2024
		16.45	1000	5,7,9	12	OG/B ₅	F163 t/m F171
	12	10.30	900	5,7,9	12	OG/B ₂	3025 t/m 3033
	14	12.30	2000	5,7,9	12	OG/B ₂	4003 t/m 4009
	16	14.30	2000	5,7,9	12	OG/B ₂	A086 t/m A094
	17A	13.00	2000	4,5,7,9	12	tunnel 1,2	6029 t/m 6037
	17B	16.30	400	4,5,7,9	12	tunnel 2,3	D107 t/m D151
	17C	16.15	400	4,5,7,9	12	tunnel 4,5	C057 t/m C106
	17D	15.50	400	4,5,7,9	12	tunnel 6,7	B001 t/m B044
4 aug. 1982	1	16.30	±4100	-	12	OG/C ₁	5549 t/m 5563
	3	13.00	2000	-	12	OG/C ₁	5486 t/m 5487
	VeI	13.30	4100	-	12	Gron/1	5490 t/m 5512
	VeII	14.00	4100	-	12	Gron/1	5516 t/m 5535

Vervolg tabel 2

Datum	Vlucht- strook	Zomer- tijd	Vlieg- hoogte (m)	MSS- banden	IRLS	CCT nr.	fc. foto's
8 mrt. 1983	1	13.30	5000	5,6,7,9 en 10	-	OG/F/2	7026 t/m 7051
	1	16.00	4000	5,6,7,9 en 10	-	OG/F/3	7065 t/m 7086
21 juni 1983	1	14.30	5000	5,7,9	11	OG/H/1	2963 t/m 2976
	2	15.00	5000	5,7,9	11	OG/H/2	2978 t/m 2991
	3	15.15	2000	5,7,9	11	OG/H/2	2993 t/m 3000
	5	15.25	1200	5,7,9	11	OG/H/2	3002 t/m 3010
	11A1	15.40	1000	5,7,9	12	OG/H/3	3025 t/m 3032
	11B1	15.45	1000	5,7,9	12	OG/H/3	3033 t/m 3042
	11A2	15.55	1000	5,7,9	11	OG/H/3	3043 t/m 3052
	11B2	16.00	1000	5,7,9	11	OG/H/3	3058 t/m 3064
	13	15.30	300	5,7,9	11	OG/H/3	3012 t/m 3024
17 juli 1983	1	12.00	5000	-	11	OG/G/1	003 t/m 018
	2	12.15	5000	-	11	OG/G/1	021 t/m 034
	3	12.45	2000	-	11	OG/G/1	047 t/m 053
	17	13.05	2000	-	11	OG/G/1	061 t/m 069
8 aug. 1983	VeIA	15.20	5000	-	11	Veen/A1	032 t/m 053
	VeIIA	15.35	5000	-	11	Veen/A1	054 t/m 074
	VeIIIA	14.45	5000	-	11	Veen/A1	022 t/m 023
	VeIB	15.40	5000	-	11	Veen/B1	078 t/m 098
	VeIIB	14.25	5000	-	11	Veen/B1	001 t/m 017
	VeIIIB	14.55	5000	-	11	Veen/A1	027 t/m 030

1 april 1982: onbewolkt, 5 km grondzicht, heilg. Opnamen vanaf 2 km en hoger waren niet mogelijk daar in het thermisch kanaal geen signaal te zien was op de osciliscoop. De twee geplande lage vluchtstroken zijn wel opgenomen;

9 juni 1982: 5/8 bewolking, grondzicht 20 km. Eurosense stond stand-by op Teuge. Vanwege de bewolking werd besloten geen opnamen te maken. Op de terugweg naar Brussel is op initiatief van Eurosense 1 proefstrook opgenomen nabij Hengelo (Gld);

8 juli 1982: daar de scanner niet werkte zijn geen opnamen gemaakt

- 9 juli 1982: onbewolkt, 15 km grondzicht. Het gehele geplande vluchtprogramma is afgewerkt. Met name bij de hoge vluchten is de scanner een aantal malen uitgevallen;
- 13 juli 1982: 3/8 bewolking, 20 km grondzicht. Getracht is aanvullend op de 'Poldervlucht', hetgeen ontbrak door het uitvallen van de scanner op 9 juli, alsnog op te nemen. Vanwege de bewolking is dit niet gelukt;
- 30 juli 1982: 1/8 bewolking, 30 km grondzicht. Het gehele geplande vluchtprogramma is afgewerkt. In plaats van op 5000 m zijn de hoge tracks slechts op 3000 m hoogte gevlogen in verband met problemen met het vliegtuig.
- 4 aug. 1982: onbewolkt, 6 km grondzicht, heifg. Vanwege de droge julimaand werd op 4 augustus een extra warmtevlucht uitgevoerd. Hierbij zijn de Gronings-Drentse veenkoloniën onder goede omstandigheden opgenomen. Vanwege de heifgheid zijn in Oost-Gelderland slechts enkele proefopnamen gemaakt;
- 8 mrt. 1983: 3/8 bewolking, 4 km grondzicht, heifg. In verband met de heifge omstandigheden was het niet mogelijk de lage vluchten uit te voeren. De oost-west strook (nr.1) is tweemaal gevlogen en wel op 5000 en 4000 m hoogte;
- 21 juni 1983: onbewolkt, 20 km grondzicht. Het gehele geplande vluchtprogramma is afgewerkt;
- 17 juli 1983: onbewolkt, 15 km grondzicht. Met succes is op deze dag een warmtevlucht uitgevoerd;
- 8 aug. 1983: de bewolking nam in de loop van de middag toe van 2/8 om 14.00 uur tot 4/8 in de namiddag. Het grondzicht bedroeg 10 km. Vanwege de uitzonderlijk droge omstandigheden is een warmtevlucht uitgevoerd in de Gronings-Drentse veenkoloniën. De geplande stroken zijn in verband met de bewolking tweemaal opgenomen.

3. ORGANISATIE VAN EEN REMOTE SENSING VLUCHT

Een eerste vereiste om een remote sensing vlucht met succes te kunnen uitvoeren is een goede communicatie tussen de uitvoerder en de opdrachtgever zowel voor, tijdens als na de vlucht. De uitvoerder moet over voldoende informatie beschikken over de doelstelling van het project, waarvoor de remote sensing vlucht dient te worden uitgevoerd. Bij de uitvoering van de vlucht kan hier dan zo goed mogelijk op worden ingespeeld.

Het spreekt voor zich, dat de opdrachtgever verder de nodige technische gegevens dient te verstrekken voor het opstellen van het vluchtplan. Bij een uitgebreid vluchtprogramma verdient het aanbeveling prioriteiten te stellen. Welke vluchtstroken zijn het belangrijkste? Mag eventueel worden afgeweken van de geplande vlieghoogte of vliegtijdstip?

Naast de communicatie met de uitvoerder is gezien het klimaat in Nederland een goede communicatie met een ervaren meteoroloog absoluut noodzakelijk. Ook hier heeft het grote voordelen, indien de betreffende meteoroloog over achtergrond informatie beschikt van het project. Helaas is dat niet altijd mogelijk. Moet een beroep worden gedaan op de weerkamer van het KNMI of één van de meteodiensten op de vliegvelden dan kun je elke keer een andere meteoroloog treffen. Het is dan van groot belang, dat de eisen, die worden gesteld aan de opnameomstandigheden, zo duidelijk mogelijk worden geformuleerd. In het algemeen beschikt men bij de meteodiensten niet over die kennis. In 1982 werd informatie ingewonnen bij een aantal meteodiensten. Voor Oost-Gelderland/Zuid-Overijssel is goede ervaring opgedaan met de locale meteodienst van het vliegveld Twente.

Een langdurige stand-by periode kost veel geld. In gebieden met een klimaat zoals in Nederland is het financieel aantrekkelijker op afroep te vliegen.

Voor Eurosense geldt, dat in verband met het inbouwen van de apparatuur in het vliegtuig en het paraat hebben van de vliegtuigbemanning een dag van te voren moet worden gemeld, dat er mogelijk de volgende dag gevlogen zal worden.

In een belangrijke periode moet dagelijks contact worden onderhouden met een meteodienst en de vliegtuigmaatschappij. Niets is echter zo veranderlijk als het weer. Dit betekent, dat op een bepaalde dag de weersomstandigheden aanzienlijk beter kunnen zijn dan voorzien. In dat geval is het verstandig 's morgens zo vroeg mogelijk contact op te nemen met de vliegmaatschappij om te proberen op de betreffende dag alsnog te vliegen.

Wordt besloten om te proberen een vlucht uit te voeren dan moet er op vastgestelde tijden contact zijn tussen de opdrachtgever en de uitvoerder. Hierbij is een semafoon een zeer bruikbaar hulpmiddel.

Tijdens de vlucht is contact met de bemanning mogelijk via de radio. Dit moet echter beperkt blijven tot meldingen of alles al of niet volgens planning verloopt, daar radiocontact tijdens een opname storingen kan veroorzaken op de opname.

Na afloop van de vlucht dient bij voorkeur te worden geland op een lokaal vliegveld, zodat ervaringen kunnen worden uitgewisseld. Eventueel kan dan worden besloten bepaalde opnamen opnieuw te doen. Bij twijfel over de kwaliteit van de opnamen - bijvoorbeeld bij matige weersomstandigheden - dienen in elk geval de vluchtstroken, die vooraf de hoogste prioriteit zijn toegekend, een aantal malen te worden opgenomen.

Zijn er redenen om te twijfelen aan het succes van de vlucht dan moeten er dezelfde avond nog quick looks worden gemaakt, zodat eventueel de volgende dag opnieuw kan worden gevlogen. Hierover moeten vooraf goede afspraken worden gemaakt. Is alles vlekkeloos verlopen dan is er iets meer speelruimte. Quick looks van het belangrijkste kanaal moeten echter altijd zo snel mogelijk worden gemaakt. Worden hierop bepaalde verschijnselen tijdig waargenomen dan kan bij het veldwerk hierop worden ingespeeld. In principe hebben quick looks op film de voorkeur boven quick looks op UV papier. De belichting is echter bij UV papier beter te regelen.

De uitvoering van een remote sensing vlucht is een hele organisatie. Er wordt gewerkt met gevoelige elektronische apparatuur. Daarnaast speelt in Nederland het weer vaak parten. Men moet er dan ook op voorbereid zijn, dat je het risico loopt, dat je voor niets het veld in gaat voor het doen van referentiemetingen en het verzamelen van veldgegevens tijdens de vlucht. Vanwege dit risico kunnen de metingen op de vluchtdag dan ook beter beperkt blijven tot de strikt noodzakelijke. Is de vlucht goed verlopen dan kunnen de aanvullende gegevens aansluitend op de vluchtdag worden verzameld.

Na de opname kan het meerdere dagen soms zelfs weken duren voordat de data beschikbaar komen. Vervolgens kan er nog een periode verstrijken voordat men zelf aan de uitwerking van de data toekomt. Het is dan ook van belang zo snel mogelijk na de uitvoering van de remote sensing vlucht een rapport op te stellen, waarin bijzonderheden ten aanzien van de uitvoering van de vlucht en de waarnemingen in het veld worden vermeld.

4. ENKELE ERVARINGEN MET DE VERKREGEN REMOTE SENSING OPNAMEN

Hoewel de verwerking van de remote sensing opnamen van het sutdieproject nog in een pril stadium verkeert kunnen met betrekking tot de opnamen reeds enkele algemene opmerkingen worden gemaakt. Hierbij worden slechts die ervaringen besproken, die consequenties hebben voor de organisatie van een remote sensing vlucht.

In 1982 hebben we op de vluchtdagen zowel met niet voorziene verslechtering als verbetering van het weer te maken gehad. Naast het onverwachts ontstaan van cumulus trad ook verslechtering van de opnameomstandigheden op door aanvoer van sterk verontreinigde lucht uit het Ruhrgebied. Dit laatste trad op bij zuid-oosten wind. Hierbij liep het horizontaal zicht soms in korte tijd terug van meer dan 10 km naar minder dan 5 km.

Op mooie dagen ontstaat vaak in het begin van de middag tijdelijk enige cumulus. Wordt een vlucht uitgevoerd voor het opnemen van reflectiebeelden dan verdient het aanbeveling 's ochtends zo vroeg mogelijk te beginnen (vanaf 9.00 uur MET). Het voordeel is dat na een tussenlanding op een lokaal vliegveld er 's middags nog ruimte is voor aanvullende opnamen. Men moet zich echter wel realiseren, dat men dan vliegt bij een relatief lage zonnestand.

Voor het opnemen van warmtebeelden voor de bestudering van verdroging van landbouwgewassen moet het aanvangstijdstip van de opnamen zeker niet liggen voor 10.00 uur MET. De maximale temperatuursverschillen aan het aardoppervlak ontstaan in de loop van de middag (zie fig. 2).

Een opname om 16.00 uur MET onder zeer matige omstandigheden (fig. 3) toonde vergelijkbare verdrogingspatronen als een opname, die 5 dagen daarvoor midden overdag onder goede weersomstandigheden was opgenomen (fig. 4). Dit betekent, dat als aan het begin van de middag tijdelijk enige cumulus ontstaat de opnamen beter later in de middag kunnen worden uitgevoerd. Kortom er kan in de namiddag enkele uren worden afgeweken van het optimale tijdstip, dat ligt tussen 12.00 en 14.00 uur MET.

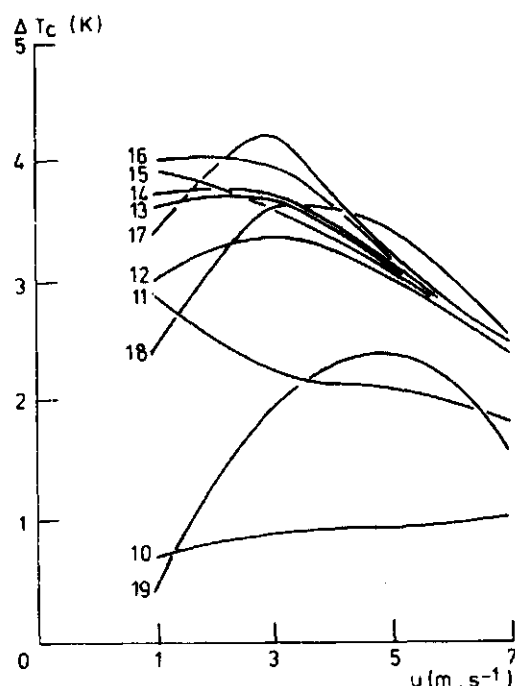


Fig. 2. Toename in gewastemperatuur, T_c , berekend met het TERGA-model (SOER, 1977) voor een gewas met een ruwheid van 2 cm als de drukhoogte van het bodemvocht afneemt van $-100 \text{ cm H}_2\text{O}$ naar $-1000 \text{ cm H}_2\text{O}$, uitgezet tegen de windsnelheid u op verschillende tijdstippen van de dag

Wordt onder de bewolking gevlogen dan hebben snel overtrekkende kleine cumulus wolken weinig invloed op het warmtebeeld, terwijl de schaduwen op de grond op de reflectiebeelden duidelijk waarneembaar zijn. Wordt boven de wolken gevlogen, dan zien we het omgekeerde. De invloed van wolken is op het warmtebeeld sterker dan op de reflectiebeelden, dit wil zeggen, dat wolken voor kortgolvlige straling 'transparanter' zijn dan voor thermisch infrarode straling. Deze opmerking betreft slechts ijle bewolking. Zijn de wolken te dik dan zijn zij noch voor kortgolvlige, noch voor thermisch infrarode straling 'transparant'.

Gebleken is, dat eisen te stellen aan de opname-omstandigheden voor elektronische waarnemingen kunnen afwijken van die voor de fotografie. Fig. 5 toont een opname van 4-8-1982 nabij Hengelo (Gld). Deze opname toont dat onder de heersende omstandigheden zinnig kon worden waargenomen in het nabij- en thermisch infrarode deel van het elektromagnetische spectrum. In het zichtbare deel is de signaal/ruis



Fig. 3. Warmtebeeld van een proefgebied in de omgeving van pompstation 't Klooster bij Hengelo (Gld) opgenomen op 4-8-1982 om $\pm$ 16.00 uur MET

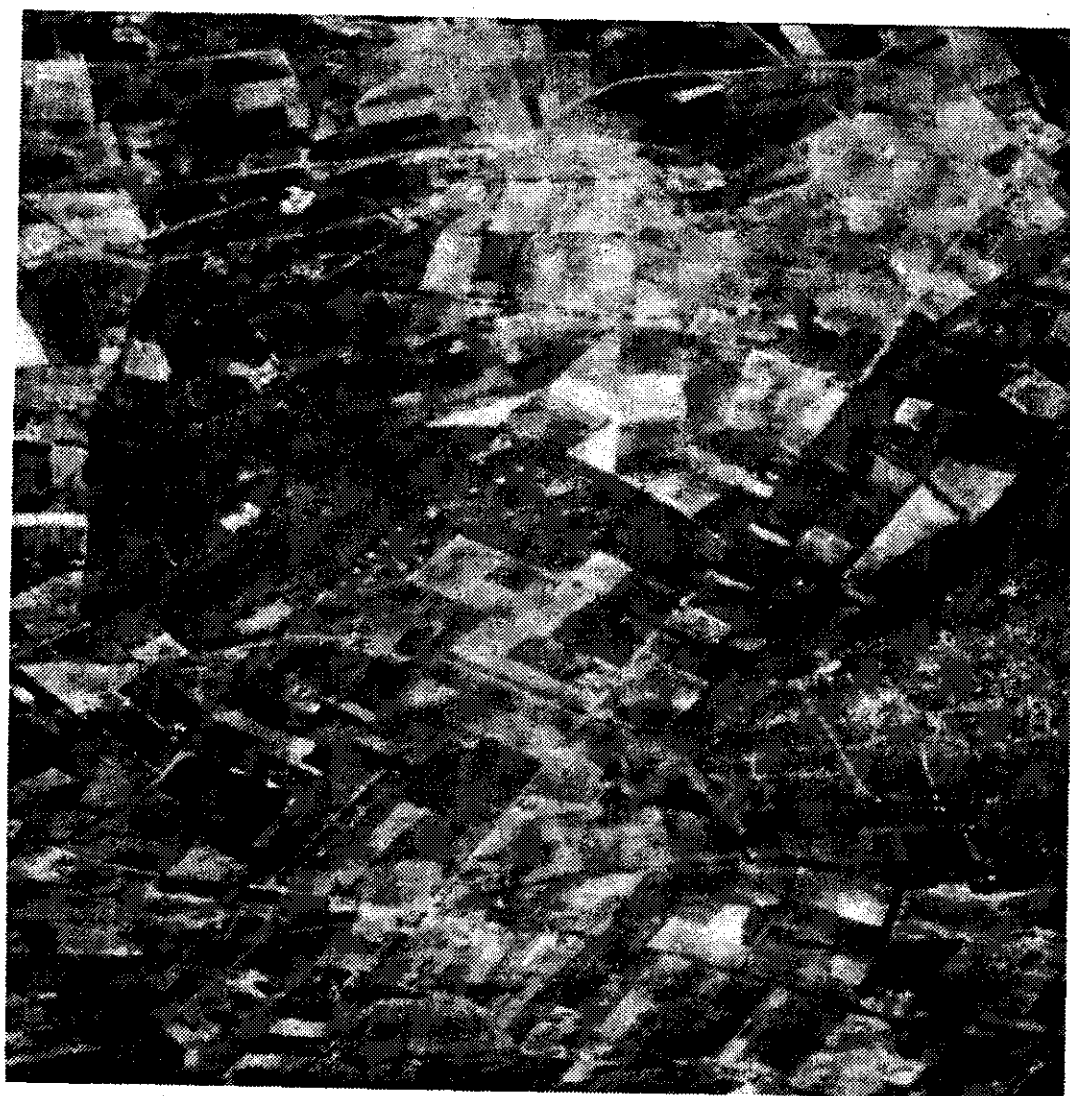


Fig. 4. Warmtebeeld van hetzelfde gebied, als in fig. 3, opgenomen op 30-7-1982 om $\pm$ 11.00 uur MET



Fig. 5. Opnamen van een proefgebied in de omgeving van het pompstation 't Klooster bij Hengelo (Gld) opgenomen op 4-8-1982 om $\pm$ 12.00 uur MET. Van boven naar beneden betreft het respectievelijk de banden 5 (0,55-0,60 μm), 9 (0,8-0,9 μm) en 12 (8-14 μm)

verhouding erg slecht. Ook de false color foto's waren onder de heersende omstandigheden matig. De betreffende vlucht werd afgebroken daar navigatie op zicht niet mogelijk was. Ook hieruit blijkt, dat de opname-omstandigheden slecht waren.

5. OPNAMEN VAN 4 AUGUSTUS 1982

Op 4 augustus zijn vliegtuigopnamen gemaakt onder zowel goede omstandigheden in het noorden van het land als onder zeer matige omstandigheden in het oosten van het land. Daarom wordt op deze dag in het bijzonder ingegaan.

Voor de omstandigheden van 4 augustus 1982 zijn modelberekeningen uitgevoerd voor het vaststellen van de invloed van de atmosfeer op thermisch infrarode straling (NIEUWENHUIS, 1979).

Omdat het gebruikte model slechts rekening houdt met de invloed van de waterdamp in de atmosfeer en daar bovendien de meteorologische invoergegevens van de hogere luchtlagen om 12.00 uur MET gemeten zijn te De Bilt moeten de berekeningsresultaten als een benadering van de werkelijke correcties worden beschouwd.

Uit fig. 6 blijkt, dat de correcties voor de invloed van de atmosfeer sterk afhankelijk zijn van de oppervlaktetemperatuur. Het gevolg is, dat de temperatuurverschillen op het warmtebeeld veel kleiner zijn dan de werkelijke verschillen aan het aardoppervlak.

Ter vergelijking zijn in fig. 6 ook de berekende correcties gegeven voor 30 juli 1982. Deze dag kan worden beschouwd als een ideale dag. Aan de hand van enkele waarden, die in tabel 3 staan, worden de consequenties voor het meten van de oppervlaktetemperatuur besproken.

Tabel 3. De invloed van de atmosfeer op de oppervlaktetemperatuur bij waarneming op 6000 m hoogte

Datum	Opp.temp. (K)	Atm.corr. (K)	Gemeten temp. (K)
30- 7-1982	300,0	4,3	295,7
30- 7-1982	320,0	9,0	311,0
4- 8-1982	300,0	5,6	294,4
4- 8-1982	320,0	14,2	305,8

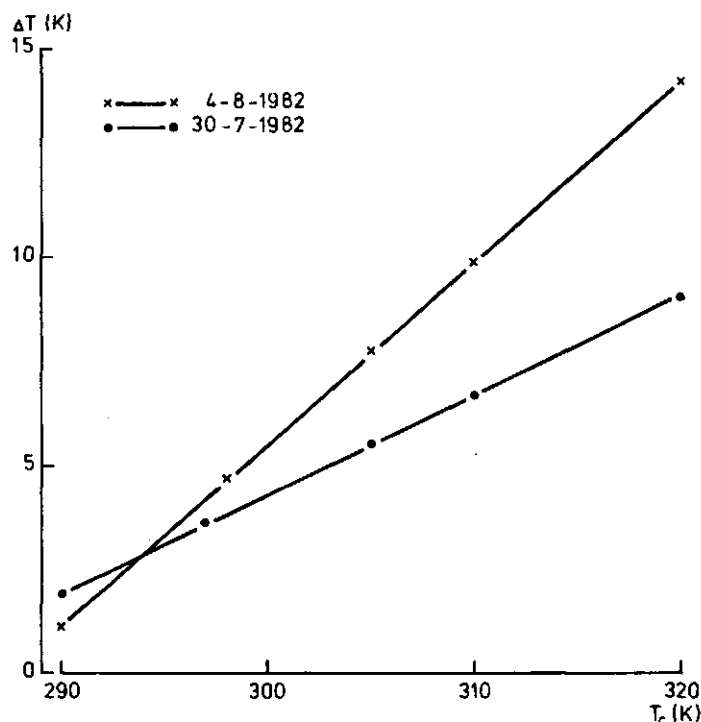


Fig. 6. Atmosferische correcties berekend met het WINNEW-model (MENENTI, 1983) voor 30 juli en 4 augustus 1982. Deze worden gegeven afhankelijk van de oppervlaktetemperatuur T_c (K) bij een waarnemingshoogte van 5800 m boven het aardoppervlak

Van een werkelijke temperatuurrange van 20K blijft op 30 juli 1982 volgens de modelberekeningen een range van $311,0 - 295,7 = 15,3$ K over. Voor 4 augustus 1982 bedraagt deze range $305,8 - 294,4 = 11,4$ K. Dit betekent, dat het dynamisch bereik op 4 augustus ongeveer 3/4 is van het bereik op 30 juli.

Volgens de modelberekeningen blijft er onder de op 4 augustus 1982 in oost-Gelderland heersende omstandigheden zelfs op grote hoogte ondanks de invloed van de atmosfeer voldoende waarneembaar.

Opmaten van Nederland opgenomen op 4 augustus 1982 om ± 13.30 MET vanuit de NOAA-7 satelliet bevestigen hetgeen uit de atmosferische modellen volgt (zie fig. 7 en 8). De verschillen tussen het noorden en de Achterhoek zijn bijzonder klein, ondanks het verschil in weersomstandigheden. In het noorden waren de omstandigheden bijzonder goed met een horizontaal grondzicht van meer dan 20 km (vergelijkbaar met 30 juli 1982), terwijl dit in de Achterhoek slechts 4 à 5 km bedroeg. Ook uit de NOAA-7 opnamen blijkt, dat het dynamisch bereik onder heilige omstandigheden ongeveer 3/4 bedraagt van die onder ideale omstandigheden.



Fig. 7. Warmtebeeld van Nederland opgenomen vanuit de NOAA-7 satelliet op 4 augustus 1982 om ± 14.30 uur MET (wit is koud en zwart is warm)

De resolutie van de NOAA-7 beelden is slechts $1,1 \times 0,8$ km. Daar slechts gemiddelden van meerdere percelen worden waargenomen betekent dit, dat extreme waarden worden afgevlakt. Verwacht mag dan ook worden, dat bij opnamen vanuit vliegtuigen aanzienlijk meer densiteitsniveau's worden onderscheiden in de diverse golflengtebanden dan bij de genoemde NOAA-7 opnamen.

Number of pixels =1206

20:	0.00 %	0
25:█	0.91 %	11
30:██	2.03 %	25
35:███	2.40 %	29
40:██████	6.36 %	77
45:██████████████	11.88 %	143
50:██████████████	11.88 %	143
55:██████████	7.59 %	92
60:██████████████████████████	16.94 %	204
65:██████████████████████████	17.21 %	208
70:██████████████	9.95 %	120
75:██████████	5.89 %	71
80:███	2.78 %	34
85:██	1.99 %	24
90:█	1.53 %	19
95:█	0.58 %	7

Number of pixels =1087

40:	0.37 %	4
45:█	1.47 %	16
50:███	3.68 %	40
55:██████	6.03 %	65
60:██████████████	14.58 %	158
65:██████████████████████████	22.06 %	240
70:██████████████████████████	19.32 %	210
75:██████████████	15.83 %	172
80:██████████████	11.27 %	123
85:█████	4.51 %	49
90:█	0.87 %	9
95:	0.00 %	0
100:	0.00 %	0
105:	0.00 %	0
110:	0.00 %	0
115:	0.00 %	0

Fig. 8. Histogrammen van de in fig. 7 aangegeven gebieden in noord (boven) en oost (onder) Nederland

Evenals de door het aardoppervlak uitgezonden thermisch infrarode straling wordt ook de door het aardoppervlak gereflecteerde zonnestraling beïnvloed door de atmosfeer (VAN STOKKOM and GUZZI, 1982). Uit de NOAA-7 beelden blijkt echter, dat onder de omstandigheden van 4 augustus ook in het nabij infrarode deel van het electromagnetische spectrum nog goed kon worden waargenomen, zowel in het noorden als het oosten van het land (zie fig. 9 en 10).



Fig. 9. Opname van Nederland in het nabij infrarood opgenomen vanuit de NOAA-7 satelliet op 4 augustus 1982 om ± 14.30 uur MET

Number of pixels =1017

130:	0.25 %	3
135:	0.29 %	3
140:	0.20 %	2
145:█	1.43 %	15
150:█	0.84 %	9
155:█	1.28 %	13
160:██	2.75 %	28
165:██	3.49 %	35
170:████	5.85 %	60
175:██████	12.09 %	123
180:██████████	20.45 %	208
185:██████████████	29.35 %	299
190:██████████████	16.72 %	170
195:███	3.64 %	37
200:█	1.38 %	14
205:	0.00 %	0

Number of pixels =888

130:	0.00 %	0
135:	0.00 %	0
140:	0.00 %	0
145:	0.00 %	0
150:	0.34 %	3
155:	0.68 %	6
160:█	2.82 %	25
165:██	5.97 %	53
170:████	10.70 %	95
175:██████	27.70 %	246
180:██████████	38.40 %	341
185:██████████	12.73 %	113
190:	0.56 %	5
195:	0.11 %	1
200:	0.00 %	0
205:	0.00 %	0

Fig. 10. Histogrammen van de in fig. 9 aangegeven gebieden in noord
(boven) en oost (onder) Nederland

Uit de histogrammen blijkt, dat het dynamisch bereik in de Achterhoek slechts weinig verschilt van die in het noorden van het land. In verband met de heifigheid is het bereik in de Achterhoek iets geringer.

Uit de vliegtuigbeelden van 4 augustus nabij Hengelo (Gld) (zie fig. 5) bleek reeds, dat de opnamen in het zichtbare licht meer hinder ondervinden van atmosferische effecten dan de opnamen in het nabij en thermisch infrarood.

6. HET AANTAL VLEGBARE DAGEN

De atmosferische omstandigheden kunnen globaal worden gekarakteriseerd door het zicht en de bewolking.

Uit statistische gegevens van het meteorologisch station op de vliegbasis Twente (zie fig. 11) blijkt, dat gedurende de zomermaanden er vrijwel geen dagen voorkomen met een horizontaal grondzicht van minder dan 5 km.

Dit betekent, dat de mogelijkheden voor multi spectrale scanneropnamen voornamelijk worden bepaald door de bewolkingsgraad. Uit fig. 12 volgt, dat in oost-Nederland wat betreft de bewolkingsgraad in de maand juli gemiddeld 5 geschikte dagen voorkomen. Hieruit blijkt, dat in principe een redelijk aantal dagen beschikbaar zijn voor opnamen met scanners in het nabij en thermisch infrarode deel van het electromagnetisch spectrum.

Een praktisch probleem is, dat juist de bewolkingsgraad zo moeilijk voorspelbaar is. In verband met de afroeprocedure kunnen hierdoor geschikte dagen voor het maken van scanneropnamen worden gemist. Anderzijds bestaat het risico, dat wordt geprobeerd op een bepaalde dag te vliegen, terwijl uiteindelijk het weer op de betreffende dag tegenvalt. Deze situatie heeft zich in 1982 een aantal malen voorgedaan.

Gedurende de zomermaanden zijn potentieel voldoende dagen beschikbaar voor het maken van multi spectrale scanneropnamen.

Het aantal ideale dagen is echter met name gedurende de zomermaanden verwaarloosbaar klein. De combinatie onbewolkt en goed zicht komt bij de zomerdag slechts zelden voor.

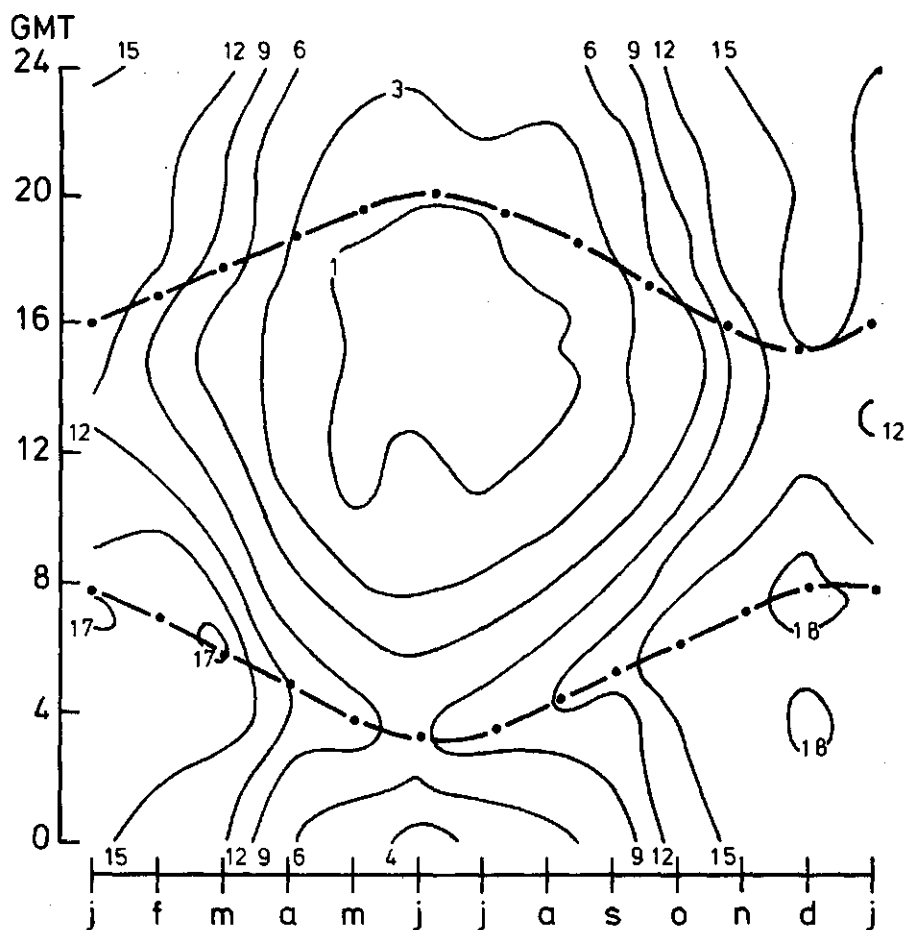


Fig. 11. Gemiddeld aantal dagen per maand met op bepaalde tijdstippen een zicht minder dan 5 km gebaseerd op waarnemingen van de vliegbasis Twenthe in de jaren 1949 t/m 1965

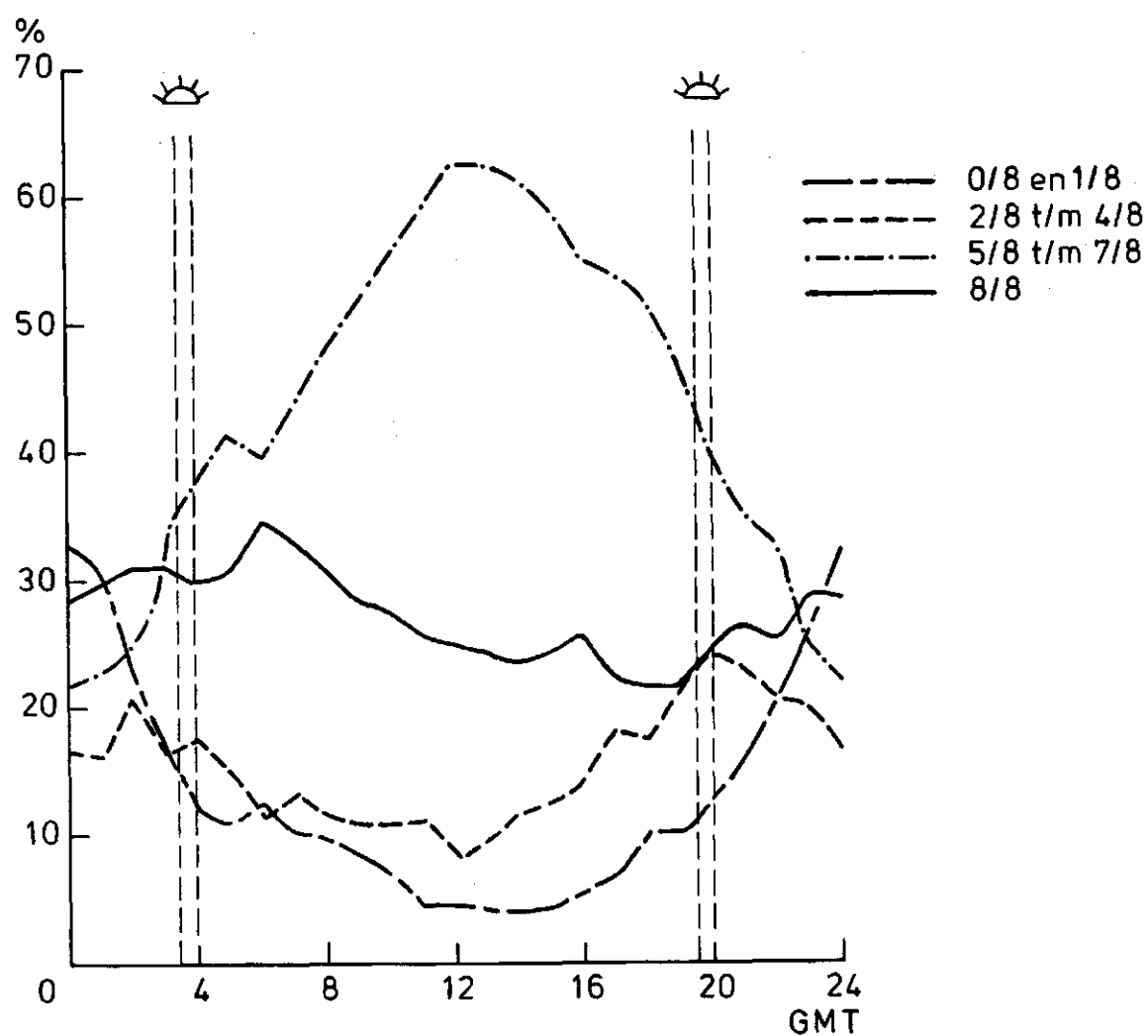


Fig. 12. Het aantal dagen in procenten met een bepaalde bedekkings-
graad van de bewolking afhankelijk van het tijdstip van
de dag

7. CONCLUSIES

Op het moment, dat wordt besloten een geplande vlucht uit te voeren, worden er veel kosten gemaakt. De opnamekosten zelf zijn in het algemeen slechts een beperkt deel van de totale kosten (vliegtuig, vaste kosten scanner etc.). Dit betekent dan ook, dat men ook als het weer tegenvalt de belangrijkste vluchtstroken altijd moet laten opnemen. Beter iets dan niets! Bovendien verdient het aanbeveling onder dergelijke omstandigheden, voorzover dat in de planning past, de stroken een aantal malen op te laten nemen. Aan de hand van de quick looks kunnen dan na afloop van de relatief beste opnamen CCT's (computer compatible tapes) worden besteld.

De waarde van de opnamen kan slechts worden bepaald door de opdrachtgever. Ook al zien de opnamen er slecht uit wil dat nog helemaal niet zeggen, dat de opnamen onbruikbaar zijn. Hierbij moet men zich goed realiseren, dat het uitvoeren van een remote sensing vlucht voor onderzoeksdoeleinden niet kan worden vergeleken met een fotovlucht.

Doorgaans wordt waargenomen in meerdere smalle banden van het electromagnetisch spectrum. Overwogen kan worden om naast waarneming in relatief smalle banden ook waar te nemen in enkele brede banden, bijvoorbeeld 1 in het zichtbare licht en 1 in het nabij infrarood. Mogelijk kan hetzelfde worden bereikt door na afloop enkele kanalen te sommeren. Misschien kan de weersafhankelijkheid hiermee enigszins worden beperkt.

Wordt bij matig zicht gevlogen, dan moet aandacht worden geschonken aan de navigatie. Gebleken is, dat voor onderzoeksdoeleinden nog bruikbare multi spectrale scanneropnamen konden worden verkregen, terwijl navigatie op zicht niet meer mogelijk was.

LITERATUUR

- MENENTI, M., 1983. Physical aspects and determination of evaporation in deserts applying remote sensing techniques. ICW report nr. 10 (Special Issue)
- NIEUWENHUIS, G.J.A., 1979. Influence of atmosphere on thermal infrared radiation. ICW nota 1159, 24 p
- PROJECTTEAM REMOTE SENSING PROJECT, 1981. Beschrijving van het onderzoek. Deelrapport 1. ICW nota 1296, 20 p.
- SOER, G.J.R., 1977. The TERGRA model for the simulation of the daily behaviour of crop surface temperature and actual evapotranspiration. ICW nota 1014, 50 p.
- STOKKOM, H. VAN and R. GUZZI, 1982. Atmospheric spectral attenuation of airborne remote sensing data. Comparison between experimental and theoretical approach. Rapport Meetkundige Dienst Rijkswaterstaat, nr. MDLK-R-8301, 20 p.