

TNO-rapport
TM-96-A044

titel
**Demonstratie met waarnemingsmiddelen
ten behoeve van visuele bewaking op het
oefenschietkamp ASK te Oldebroek**

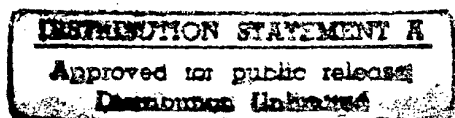
TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

auteur
J. Varkevisser

datum
30 oktober 1996



~~DTIC USERS ONLY~~

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 1996 TNO

aantal pagina's : 20 (incl. bijlagen,
excl. distributielijst)

19970212 023

DTIC QUALITY INSPECTED 3



REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0185	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A044
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 786.1	5. CONTRACT NUMBER A95/KL/371	6. REPORT DATE 30 October 1996
7. NUMBER OF PAGES 20	8. NUMBER OF REFERENCES 2	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Demonstratie met waarnemingsmiddelen ten behoeve van visuele bewaking op het oefenschietkamp ASK te Oldebroek (Demonstration with equipment for the visual surveillance of the Artillery Training Range ASK in Oldebroek, The Netherlands)		
11. AUTHOR(S) J. Varkevisser		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) This report is a sequel to the TNO-TM study "Visual surveillance of the target area of the Artillery Training Centre ASK in Oldebroek, The Netherlands" (Varkevisser, 1966), in which it was theoretically shown how terrain surveillance can be effectively supported with video cameras. The purpose of the present project was to demonstrate for military personnel the possibilities and limitations of several visual aids for the surveillance task. A black and white CCD camera, a colour CCD camera and a pair of 6x42 binoculars were compared. The demonstration took place on 14 and 15 December 1995, at the proposed location II (Varkevisser, 1996) in the target area of ASK. First, the visual acuity of the observers, with and without the various visual aids, was determined with a large test board in the field. No significant differences in observer performance between the three visual aids were found. Next, the observers were asked to search for, detect and identify various target vehicles and personnel, with and without the various visual aids. The targets were randomly placed at various positions and ranges in the field. Lastly, the subjective opinion of the observers on the usability of the various systems was asked. Although it was only a demonstration of effectively one day, we succeeded in gathering detection and recognition scores for 12 different conditions. No significant differences in observer performance between all visual aids were found. The subjective scores showed a preference for the colour camera and the binoculars over the B/W camera and unaided eye.		
16. DESCRIPTORS Visual Acuity Visual Displays Visual Scanning		IDENTIFIERS Terrain Watching Video Watching
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

titel : Demonstratie met waarnemingsmiddelen ten behoeve van visuele bewaking op het oefenschietkamp ASK te Oldebroek
auteur : J. Varkevisser
datum : 30 oktober 1996
opdrachtnr. : A95/KL/371
IWP-nr. : 786.1
rapportnr. : TM-96-A044

Aanleiding van het onderzoek

Als vervolg op het TNO-TM onderzoek "Visuele bewaking van het achterterrein op het oefenschietkamp ASK te Oldebroek" (Varkevisser, 1996), waarin wordt beschreven hoe de terreinbewaking met behulp van verspreid geplaatste videocamera's effectief kan worden ondersteund, heeft DMKL op grond van een voorlopige rapportage in juli 1995 te kennen gegeven om TNO-TM een demonstratie van diverse waarnemingsmiddelen ter plaatse te laten verzorgen.

Doel van het onderzoek

Het doel was om een indruk te krijgen van de praktische mogelijkheden en de moeilijkheden bij het detecteren en herkennen van objecten op diverse afstanden in het terrein.

Omschrijving van het onderzoek

De demonstratie vond plaats, op de geadviseerde positie II (Varkevisser, 1996), op het achterterrein van het ASK, op 14 en 15 december 1995.

Allereerst werd met een testbord de lijnvisus die haalbaar was met de visuele middelen bepaald. Vervolgens moesten vier waarnemers, vanuit een vaste waarnemingspositie met of zonder visuele hulpmiddelen diverse in het terrein geplaatste militaire voertuigen en mensen zoeken, detecteren en herkennen. De visuele (hulp)middelen bestonden uit een kleuren- en een zwart-witcamera, een handkijker en het ongewapend oog van de waarnemer.

Hoewel het slechts om een eendaagse demonstratie van de mogelijkheden ging, werd voor een twaalfstal verschillende situaties de detectie- en herkenningsscore bepaald.

Conclusies

Uit het resultaat van de bepaling van de lijnvisus bleek dat de drie gebruikte visuele hulpmiddelen onderling niet significant verschilden, maar wel significant hoger scoorden ten opzichte van het ongewapend oog. Bij detectie en herkenning van de diverse objecten bleken de gebruikte visuele middelen onderling niet significant verschillend scoren. Uit het gevraagde subjectieve oordeel bleek een voorkeur voor een kleurencamera en een handkijker boven de waarneming met het ongewapend oog en een zwart-wit camera.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	3
SUMMARY	4
1 INLEIDING	5
2 DOEL EN MIDDELEN	5
2.1 Doel	5
2.2 Waarnemers en visuele middelen	5
2.3 Waarnemerspositie en omstandigheden	7
2.4 Objecten	7
3 DEMONSTRATIE	7
3.1 Vaststellen van de kwaliteit van de visuele middelen	7
3.2 Demonstratie met detectie en herkenning van objecten	11
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIE	14
REFERENTIES	15
BIJLAGE 1 Specificatie van de visuele hulpmiddelen	16
BIJLAGE 2 Omstandigheden en posities	17
BIJLAGE 3 De TNO-TM lijnenkaart	18
BIJLAGE 4 Aanbieding van de objecten	19
BIJLAGE 5 Analyse van de gezichtsscherpte	20
5.1 Beoordeling lijnvisus	20
5.2 Subjectieve beoordeling van de waarnemingsmiddelen	20

Rapport nr.: TM-96-A044

Titel: Demonstratie met waarnemingsmiddelen ten behoeve van
visuele bewaking op het oefenschietkamp ASK te Oldebroek

Auteur: J. Varkevisser

Instituut: TNO Technische Menskunde
Afd.: Waarneming

Datum: oktober 1996

DO Opdrachtnummer: A95/KL/371

Nummer in MLTP: 786.1

SAMENVATTING

Dit rapport is een vervolg op het TNO-TM onderzoek "Visuele bewaking van het achterterrein op het oefenschietkamp ASK te Oldebroek" (Varkevisser, 1996), waarin wordt beschreven hoe de terreinbewaking met behulp van verspreid geplaatste videocamera's effectief kan worden ondersteund.

De opdracht was een demonstratie te geven met enkele waarnemers, al dan niet voorzien van visuele hulpmiddelen. Op deze wijze werd een indruk verkregen van de praktische mogelijkheden en de moeilijkheden bij het detecteren en herkennen van objecten op diverse afstanden in het terrein. De demonstratie vond plaats, op de geadviseerde positie II (Varkevisser, 1996), op het achterterrein van het ASK, op 14 en 15 december 1995.

Allereerst werd met een testbord de lijnvisus die haalbaar was met de visuele middelen bepaald. Uit het resultaat bleek dat de drie gebruikte visuele hulpmiddelen onderling niet significant verschilden, maar wel significant hoger scoorden ten opzichte van het ongewapend oog. Vervolgens moesten waarnemers, vanuit een vaste waarnemingspositie met of zonder visuele hulpmiddelen diverse in het terrein geplaatste militaire voertuigen en mensen zoeken, detecteren en herkennen. Onder de visuele hulpmiddelen bevond zich een kleuren- en een zwart-witcamera. Beide camera's bleken in principe bruikbaar voor het gestelde doel. Hoewel het slechts om een eendaagse demonstratie van de mogelijkheden ging, werd voor een twaalftal verschillende situaties de detectie- en herkenningsscore bepaald.

Het resultaat laat zien dat de visuele middelen onderling niet significant verschillend scoren bij detectie en herkenning van de diverse objecten.

Uit het gevraagde subjectieve oordeel bleek een voorkeur voor een kleurencamera en een handkijker boven de waarneming met het ongewapend oog en een zwart-wit camera.

Demonstration with equipment for the visual surveillance of the Artillery Training Range ASK in Oldebroek, The Netherlands

J. Varkevisser

SUMMARY

This report is a sequel to the TNO-TM study "Visual surveillance of the target area of the Artillery Training Centre ASK in Oldebroek, The Netherlands" (Varkevisser, 1966), in which it was theoretically shown how terrain surveillance can be effectively supported with video cameras.

The purpose of the present project was to demonstrate for military personnel the possibilities and limitations of several visual aids for the surveillance task. A black and white CCD camera, a colour CCD camera and a pair of 6×42 binoculars were compared.

The demonstration took place on 14 and 15 December 1995, at the proposed location II (Varkevisser, 1996) in the target area of ASK. First, the visual acuity of the observers, with and without the various visual aids, was determined with a large test board in the field. No significant differences in observer performance between the three visual aids were found. Next, the observers were asked to search for, detect and identify various target vehicles and personnel, with and without the various visual aids. The targets were randomly placed at various positions and ranges in the field. Lastly, the subjective opinion of the observers on the usability of the various systems was asked.

Although it was only a demonstration of effectively one day, we succeeded in gathering detection and recognition scores for 12 different conditions. No significant differences in observer performance between all visual aids were found. The subjective scores showed a preference for the colour camera and the binoculars over the B/W camera and unaided eye.

1 INLEIDING

Op het doelenterrein van het ASK te Oldebroek is behoefte aan waarnemingsapparatuur om vanuit de observatieposten het niet zichtbare achterterrein visueel te bewaken. In het rapport "Visuele bewaking van het achterterrein op het oefenschietkamp ASK te Oldebroek" (Varkevisser, 1996) is al aangegeven dat dit het beste kan worden gerealiseerd met enkele professionele videocamera's op goed gekozen locaties in het terrein. Tevens wordt in dat rapport de beperking van het waarnemen van objecten op grote afstand besproken.

Op verzoek van DMKL (Afdeling Manoeuvre Materieel) en het ASK (Bureau Veiligheid) heeft TNO-TM, in samenwerking met DMKL (Afdeling Beproevingen) en TNO-FEL, met enkele visuele hulpmiddelen ter plaatse, een demonstratie verzorgd. De demonstratie heeft op 14 en 15 december 1995 plaatsgevonden.

De demonstratie bestond uit twee delen: allereerst werd met behulp van een lijnenkaart de lijnvisus van de waarnemer met en zonder visueel hulpmiddel bepaald (§ 3.1). Vervolgens werden militaire voertuigen en doelpersonen in diverse kleding, op een aantal plaatsen in het terrein neergezet (§ 3.2). In een twaalfstal verschillende situaties werd naar een object gezocht en er werd ook gevraagd het object te benoemen. De resultaten hiervan geven aan welke score men bereikt voor detectie en herkenning (§ 3.2.1). Tevens werden de waarnemers gevraagd aan te geven hoe men de gegeven situatie beoordeelde in termen van "niet te zien" tot "uitstekend zichtbaar".

Daarnaast heeft TNO-FEL een eigen opstelling ter illustratie getoond: een zwart-witcamera met (lokale) elektronische contrastversterking. Aangezien hiermee geen systematische waarnemingen zijn gedaan, wordt volstaan met deze vermelding.

2 DOEL EN MIDDELEN

2.1 Doel

Het doel van de demonstratie was om de door TNO-TM (Varkevisser, 1996) uitgebrachte adviezen te ondersteunen en het personeel van het ASK een indruk te geven van de mogelijkheden van diverse visuele hulpmiddelen ter plaatse. Gesteld moet worden dat het hier ging om een demonstratie van diverse visuele hulpmiddelen en niet om een experimentele vaststelling van het beste of het slechtste hulpmiddel. Toch bleek het mogelijk om binnen de korte tijd (effectief 1 dag) en de beperkte mogelijkheden ter plaatse, enkele kwantitatieve gegevens te verzamelen over de kwaliteit van de visuele hulpmiddelen.

2.2 Waarnemers en visuele middelen

Voor de demonstratie waren vier ervaren waarnemers beschikbaar, twee van DMKL en twee van TNO.

In Tabel I wordt een overzicht gegeven van de bij de demonstratie gebruikte visuele middelen. In Bijlage 1 zijn de toegepaste camera's en monitoren nader gespecificeerd.

Tabel I Overzicht van de visuele (hulp)middelen. Details zijn in Bijlage 1 vermeld. De vergroting van het zwart-wit en het kleurensysteem is slechts bij benadering aan te geven, omdat deze afhankelijk is van de afstand van de waarnemer tot het beeldscherm. Aangenomen is dat de waarnemingsafstand ongeveer 40 cm bedroeg.

visuele middelen	vergroting
ongewapend oog van de waarnemer	1
veldkijker 6×42	6
zwart-wit videocamera en 14" monitor	±10,6
kleuren videocamera en 17" kleurenmonitor	±14,5

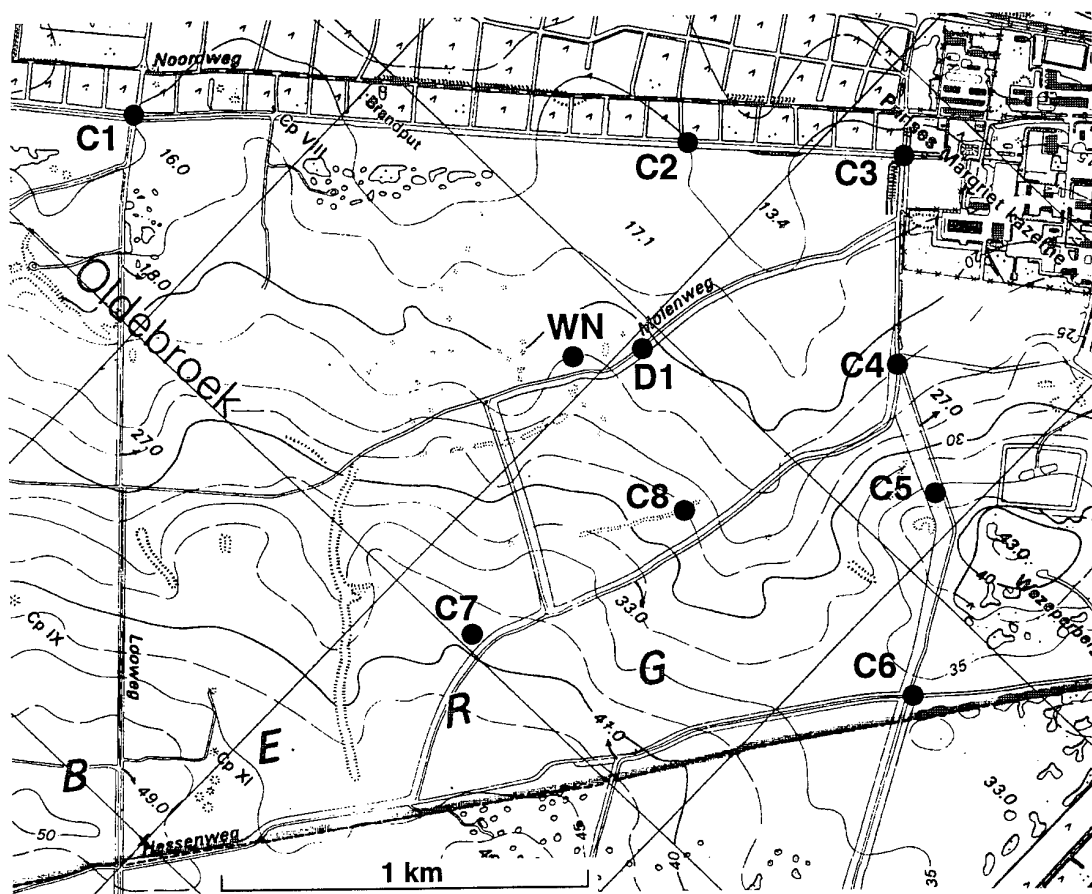


Fig. 1 Het gedeelte van het oefenterrein, gebruikt voor de demonstratie, met een aanduiding van de diverse posities van de waarnemers en objecten (zie voor details Bijlage 2).

2.3 Waarnemerspositie en omstandigheden

In Fig. 1 is een gedeelte van het achterterrein van het ASK afgebeeld, met daarin op positie WN de locatie van de waarnemers en de visuele middelen. Deze positie is de geadviseerde positie II (Varkevisser, 1996) voor het plaatsen van één der bewakingscamera's. Het terrein is ter plaatse 22,5 m boven NAP en loopt in zuidoostelijke richting licht glooiend op.

De camera's waren bevestigd op een op afstand bestuurbaar statief met een nauwkeurige ($0,1^\circ$) hoekuitlezing. De videobeelden werden op monitoren gepresenteerd in een shelter die zich binnen 10 meter afstand van positie WN bevond. Van hieruit werd het statief bediend.

Tijdens de demonstraties stond er een harde noordoostenwind (windkracht 6). Dit heeft het gebruik van de handkijker nadelig beïnvloed: beweging heeft invloed op de kwaliteit van de waarneming. De zichtomstandigheden waren ideaal: een contrastvermindering over een afstand van 1 km was niet te constateren. De waarnemingen hebben alle bij daglicht plaatsgevonden. De lichtomstandigheden zijn in Bijlage 2 vermeld.

2.4 Objecten

Rondom de waarnemerspositie waren diverse locaties vastgesteld waarop diverse doelobjecten konden worden opgesteld. De kaart (Fig. 1) geeft de locaties C1 t/m C8 weer. De afstand ten opzichte van positie WN varieerde van 560 m tot ruim 1300 m. In Bijlage 2 zijn de afstanden en kaartcoördinaten gegeven.

De objecten die bij de demonstratie werden ingezet zijn in Tabel II weergegeven.

Tabel II De objecten die in het terrein konden worden waargenomen. Achter de voertuigen staan tussen haakjes de afmetingen in lengte $\times$ breedte $\times$ hoogte.

voertuigen	personen in
4-tonner (7,2 $\times$ 2,55 $\times$ 3,5 m)	opvallend pak (fluorescerend oranje)
YPR (5,3 $\times$ 2,8 $\times$ 2,4 m)	trainingspak (blauw)
Jeep (4 $\times$ 1,7 $\times$ 2 m)	camouflagepak (vlekkenpatroon)

3 DEMONSTRATIE

3.1 Vaststellen van de kwaliteit van de visuele middelen

Het eerste deel van de demonstratie bestond uit de bepaling van de kwaliteit van de visuele middelen. Daartoe werd, met een door TNO-TM geleverde lijnenkaart (Padmos & Varkevisser, 1977), de resolutie, die met het visueel middel ter plaatse haalbaar was, vastgesteld en uitgedrukt in visus (bgmin^{-1}). Daarnaast werd ter vergelijking de visus van de gebruikte videocamera's berekend uit de gegevens van de fabrikant en in het laboratorium opnieuw bepaald.

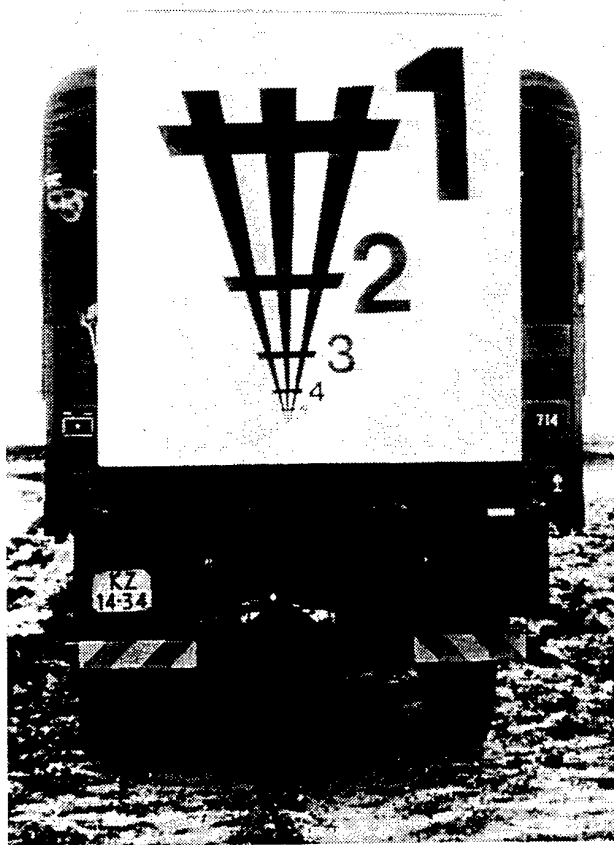


Fig. 2 Een lijnenkaart werd op de achterzijde van een 4-tonner gemonteerd. Met deze kaart werd de lijnvisus van de gebruikte waarnemingsmiddelen bepaald.

De in Fig. 2 getoonde lijnenkaart (afmeting 2×2 meter), was gemonteerd op de achterzijde van een 4-tonner. De lijnenkaart heeft een verticaal lijnenpatroon dat van boven naar beneden steeds smaller wordt. (In Bijlage 3 is de specificatie van deze kaart gegeven.) De kaart werd op positie D1 gezet, 110 m vanaf de waarnemerspositie WN (Fig. 1).

De waarnemers bepaalden met de in Tabel I genoemde visuele middelen bij welk getal op de kaart de lijnen niet meer afzonderlijk te onderscheiden waren. Hieruit werd de lijnvisus in bgmin^{-1} berekend (formule 1 in Bijlage 3).

3.1.1 Visusvergelijking van de zwart-wit en kleurencamera in het laboratorium

Ter vergelijking werd de lijnvisus van de beide camera's ook in een laboratoriumsituatie nauwkeuriger vastgesteld. De lijnvisus werd op een afstand van 28 meter bepaald met een 10 maal kleinere lijnenkaart dan die buiten is gebruikt (Bijlage 3). De resultaten zijn in Tabel III weergegeven. De standaardfout die optreedt is 20%. Het blijkt dat als de door de fabrikant opgegeven resolutie (Tabel 1.I uit Bijlage 1) wordt omgerekend naar lijnvisus, deze binnen de meetnauwkeurigheid overeenkomt met de gemeten waarden. De conclusie is dat de zwart-wit camera en de kleurencamera, gegeven de meetnauwkeurigheid, gelijkwaardig zijn.

Tabel III Vergelijking van de opgegeven en gemeten lijnvisus in het laboratorium. Tevens is berekend wat de lijnvisus is op grond van de opgave van de fabrikant. De verschillen tussen de fabrieksopgave (Tabel 1.I in Bijlage 1) en de meting liggen in de orde van de meetnauwkeurigheid ($\pm 20\%$).

camera + objectief	zwart-wit		kleur	
	gemeten in lab	berekend uit opgave fabrikant	gemeten in lab	berekend uit opgave fabrikant
lijnvisus in bgmin^{-1}	3,3	3	3,3	3

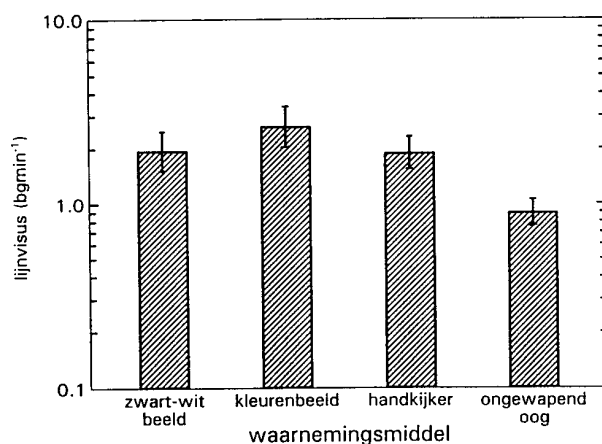


Fig. 3 De lijnvisus in bgmin^{-1} met visuele hulpmiddelen ligt hoger dan de lijnvisus van het oog. De lijnvisus van de hulpmiddelen is onderling niet significant verschillend.

3.1.2 Resultaten en onderlinge vergelijking van de visusmetingen

In Fig. 3 zijn de resultaten uitgezet van de visusbepalingen in de veldsituatie per visueel middel, gemiddeld over de waarnemers. De standaardfout was 20%. Met een variantie-analyse werd geen significant verschil tussen de drie visuele hulpmiddelen gevonden. De hulpmiddelen scoorden wel significant hoger dan het waarnemen met het ongewapend oog (Bijlage 5.1).

De visus die met een vergrotend visueel hulpmiddel wordt gemeten zal uiteraard groter zijn dan de visus met het blote oog. In theorie kan de visus met de vergrotingsfactor van het hulpmiddel vergroot worden, maar in de praktijk zal dit altijd iets minder zijn. Dit komt doordat er in de optiek en de rest van het systeem altijd enige beelddegradatie optreedt. Bovendien zal er vaak sprake zijn van trilling of beweging van het visuele hulpmiddel, zeker bij gebruik uit de hand (bv. handkijker), waardoor de vergrotingswinst verder teniet wordt gedaan. Dit effect kan als volgt in een formule worden samengevat:

$$V_{\text{kijker}} = k \cdot V_{\text{waarnemer}} \cdot \text{Vergroting} \quad (1)$$

waarin:

V Visus

k factor bepaald door de kwaliteit van de optiek en de wijze waarop de kijker wordt gehanteerd (vast opgesteld: $\approx 0,8$, in de hand gehouden: $\approx 0,4$)

Formule 1 wordt uitvoerig toegelicht in rapport (Varkevisser, 1996).

Voor een videosysteem ligt de zaak echter aanzienlijk anders, daar de begrenzing van de resolutie bepaald wordt door een aangeboden lijnenpatroon met een zodanig aantal lijnen dat deze op de monitor nog net onderscheidbaar zijn en **niet** door de vergroting van de lens. Voor een videosysteem geldt:

$$V_{\text{lijn}} = \frac{N}{60 \beta} \quad (2)$$

waarin:

β de objectiefhoek van de camera in graden

N de resolutie uitgedrukt in het aantal lijnen binnen de objectiefhoek, die nog net onderscheidbaar zijn

V_{lijn} de lijnvisus in bgmin^{-1}

Formule 2 wordt uitvoerig toegelicht in rapport (Varkevisser, 1996).

Op basis van de resolutie en/of de vergroting van de visuele hulpmiddelen en schattingen van het effect van de beelddegradatie, werden verwachtingen voor de in de praktijk haalbare visus berekend (zie Tabel IV).

Tabel IV Vergelijking tussen de visuele middelen op grond van de verwachte en gemeten visus. De nauwkeurigheid van de visusbepalingen is $\pm 20\%$. De geschatte en in het laboratorium gemeten visus komen vrijwel overeen. De in het veld gemeten visus ligt lager. Dit is te wijten aan de barre veldomstandigheden.

visueel hulpmiddel (vergroting)	theoretisch maximaal haalbare visus (zonder degra- datie van de optiek)	visus gemeten in het laboratorium (zie Tabel III)	visus met een ge- schatte degradatie door optiek en/of trillingen ¹	gemeten visus in het veld
zwart-wit videosysteem (ca. 10,6×)	3	3,3	3	19
kleuren videosysteem (ca. 14,5×)	30	3,3	3	2,6
handkijker (6×)	54	26	2,6	19

¹ De degradatie geldt hier uitsluitend voor de handkijker.

Bij de handkijker werd deze berekening uitgevoerd met de bekende vergrotingsfactor en de in het veld gemeten visus met het ongewapend oog. Alle waarden zijn gebaseerd op het gemiddelde van de visus van de waarnemers met het blote oog ($0,9 \text{ bgmin}^{-1} \pm 20\%$).

De drie, met de visuele hulpmiddelen gemeten, visuswaarden liggen vrij dicht bij elkaar. Met behulp van variantie-analyse werd vastgesteld dat de drie niet significant van elkaar verschillen. Dit is niet verrassend omdat de visus bij een videosysteem (camera tot en met de monitor) bepaald wordt door de resolutie en niet door de vergroting, hetgeen bij een kijker wel het geval is. Dat de in het veld gemeten visuswaarden wat lager zijn dan wat op grond van berekeningen verwacht had mogen worden is te wijten aan de veldomstandigheden (koude en sterke wind). Dit resultaat geeft aanleiding tot de volgende conclusies:

- Bij videosystemen (camera tot en met de monitor) wordt de gezichtsscherpte niet door de vergroting, maar door de resolutie bepaald.
- Met handkijkers is in de praktijk een hogere visus haalbaar, maar de verbetering is kleiner dan wat men op grond van de vergroting zou verwachten.
- Het zwart-wit en de kleurenvideosysteem zijn in de praktijk, wat betreft de haalbare gezichtsscherpte, gelijkwaardig.

3.2 Demonstratie met detectie en herkenning van objecten

Het tweede deel van de demonstratie bestond uit het zoeken en het herkennen van diverse in het veld geplaatste objecten. Er werden 12 sessies gehouden. In elke sessie werd een object uit Tabel II op één van twee nabijliggende posities gezet. Op de vier positieparen werd een object geplaatst. In Tabel V is aangegeven hoe de objecten per sessie over de positieparen werden verdeeld.

Tabel V In een twaalfstal waarnemingsessies werden de objecten op de gegeven posities geplaatst (Fig. 1). Per visueel middel (Tabel I) werd een positiepaar afgezocht. Een bepaald object kwam op een positie maar eenmaal voor.

waarnemings-sessie	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1		trainingspak		4-tonner		YPR	opvallend pak	
2		camouflagepak	opvallend pak		4-tonner			YPR
3		YPR		trainingspak		opvallend pak	4-tonner	
4	camouflagepak		Jeep			4-tonner	YPR	
5		4-tonner		camouflagepak	Jeep			opvallend pak
6		Jeep	trainingspak		YPR			4-tonner
7		opvallend pak	4-tonner			camouflagepak	Jeep	
8	opvallend pak		camouflagepak		trainingspak			Jeep
9	4-tonner			opvallend pak		trainingspak	camouflagepak	
10	trainingspak		YPR			Jeep		camouflagepak
11	YPR			Jeep	camouflagepak		trainingspak	
12	Jeep			YPR	opvallend pak			trainingspak

Tijdens een sessie moest een waarnemer met behulp van een visueel (hulp)middel een positiepaar afzoeken. Instructie en score ging via een formulier (zie Fig. 7 in Bijlage 4), waarop vermeld stond met welk middel en op welk positiepaar een object moest worden gezocht. Op deze manier werd in 12 sessies een 48-tal waarnemingen gedaan per waarnemer, dat is totaal 192 waarnemingen tijdens de gehele demonstratie. De waarnemers waren op de hoogte van de mogelijke plaats van de objecten door middel van het kaartje uit Fig. 1 en een op de waarnemerspositie globaal aangegeven richtingsaanduiding.

Ingevuld moest worden op welke locatie het object werd waargenomen en het, zo mogelijk, te benoemen. Tevens werd een subjectieve beoordeling van "niet zichtbaar" tot en met "zeer goed zichtbaar", in een 5-puntsschaal, gevraagd.

De demonstratie was zodanig ontworpen, dat de vier waarnemers met hetzelfde middel steeds dezelfde objecten op een bepaalde positie hebben waargenomen. Bijvoorbeeld: alle waarnemers moesten met het ongewapend oog in sessie 1 zoeken naar een object op positie C1 of C2 (de man in trainingspak bevond zich op positie C2). Daardoor was het mogelijk de antwoorden van de waarnemers per visueel middel samen te nemen. De moeilijkheidsgraad per visueel middel was verschillend. Voor eenzelfde moeilijkheidsgraad zouden veel meer sessies en/of beschikbare objecten nodig zijn geweest en hier ontbrak het zowel aan tijd als aan beschikbare middelen.

3.2.1 Resultaten van de waarneming van de objecten

Wordt een object op de juiste locatie gezien, dan geldt dit als detectie. Wordt het object tevens correct benoemd, dan is dit herkenning.

Het percentage correct over 12 sessies en 4 waarnemers is gegeven in Fig. 4 (detectie) en Fig. 5 (herkenning). Bij het berekenen van de standaardfout is aangenomen dat de scores binomiaal verdeeld zijn (de resultaten zijn namelijk percentages). Zowel voor detectie als voor herkenning blijken de scoreverschillen niet significant. Als bovendien rekening zou worden gehouden met het verschil in moeilijkheidsgraad van de aanbiedingen (Bijlage 4), dan wordt de fout nog groter². De verwachting is dat de score van 80% voor de detectie in de praktijk hoger zal liggen als de objecten ook nog bewegen.

Bij elke aanbieding werd ook een subjectieve beoordeling gevraagd. De beoordeling werd gegeven op een 5-puntsschaal van "niet zichtbaar" tot "uitstekend zichtbaar" (Bijlage 4). In Fig. 6 is dit per visueel middel uitgezet. Er bestaat een voorkeur voor het kleurenbeeld en de veldkijker enerzijds boven het zwart-wit beeld en het ongewapend oog. Deze voorkeur is significant (Bijlage 5).

² Het is niet van belang dit nader uit te werken, omdat er toch al geen significante verschillen blijken te zijn.

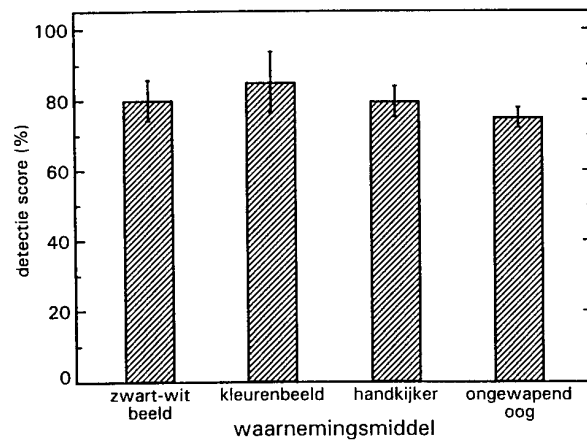


Fig. 4 Detectiescore met 3 visuele hulpmiddelen en het ongewapend oog. De detectiescore is voor de visuele middelen niet significant verschillend. Ongeveer 80% wordt correct beantwoord.

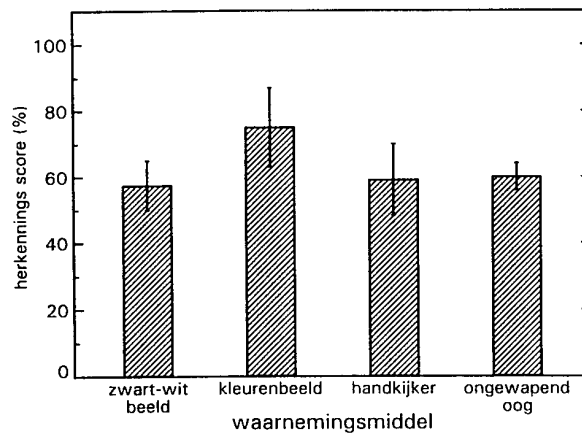


Fig. 5 Herkenningscore met 3 visuele hulpmiddelen en het ongewapend oog. De herkenningscore is voor de visuele middelen niet significant verschillend. Ongeveer 60% wordt correct beantwoord.

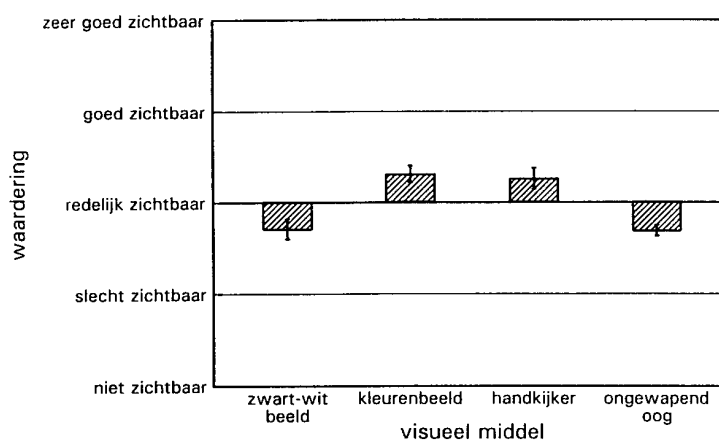


Fig. 6 Subjectieve beoordeling van de visuele middelen. Er bestaat een significante voorkeur voor het kleurenbeeld en de veldkijker enerzijds boven het zwart-wit beeld en het ongewapend oog.

4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Met de demonstratie op een positie van het achterterrein van het ASK is een goede indruk verkregen van de mogelijkheden van diverse visuele middelen. Diverse objecten werden met behulp van visuele (hulp)middelen gedetecteerd en herkend op diverse afstanden en tegen verschillende terreinachtergronden. De detectie- en herkenningsscore geeft aan dat de visuele middelen niet verschillen in prestatie, echter de subjectieve beoordeling geeft aan dat het gebruik van een kleurenbeeld afkomstig van een professionele kleurencamera de voorkeur geniet. Het resultaat van de demonstratie sluit aan bij de aanbeveling van Varkevisser (1996) om de bewaking van het achterterrein met professionele video (kleuren)camera's te ondersteunen, met inachtnaam van de beperkingen zoals in dat rapport genoemd.

Conclusies:

- Bij videosystemen (camera tot en met de monitor) wordt de gezichtsscherpte niet door de vergroting, maar door de resolutie bepaald.
- Met handkijkers is in de praktijk een hogere visus haalbaar, maar de verbetering is kleiner dan wat men op grond van de vergroting zou verwachten.
- Het zwart-wit en de kleurenvideosysteem zijn in de praktijk, wat betreft de haalbare gezichtsscherpte, gelijkwaardig.
- Bij het bepalen van de lijnvisus werden geen significante verschillen gevonden tussen drie visuele hulpmiddelen, wel scoorden ze significant hoger ten opzichte van het ongewapend oog.
- Er werden geen significante verschillen in detectie en herkenningsprestatie tussen de drie visuele hulpmiddelen en het ongewapend oog gevonden.
- Het ongewapend oog kan vervangen worden door een videocamera zonder dat er sprake is van prestatieverlies.
- De waarnemingsdemonstratie levert een subjectieve voorkeur op voor het kleurenbeeld en de handkijker boven het zwart-wit beeld en het ongewapend oog. Uit de herkennings- en detectiescore kan echter niet objectief bevestigd worden dat een zwart-wit beeld minder prestatie zou opleveren.

REFERENTIES

- Padmos, P. & Varkevisser, J. (1977). *De invloed van bitumineuze wegdekken op het zicht van de automobilist bij regen* (Rapport IZF 1977 C-17). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie³.
- Varkevisser, J. (1996). *Visuele bewaking van het achterterrein op het oefenschietskamp ASK te Oldebroek* (Rapport TM-96-A043). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Soesterberg, 30 oktober 1996



J. Varkevisser
(auteur, projectleider)

³ Op 1 januari 1994 werd de naam "Instituut voor Zintuigfysiologie TNO" vervangen door "TNO Technische Menskunde".

BIJLAGE 1 Specificatie van de visuele hulpmiddelen

Nadere gegevens van de gebruikte camera/monitor combinaties:

Tabel 1.I Gegevens van de gebruikte visuele hulpmiddelen: camera's, objectieven en monitoren.

camera	merk	type	sensor	hor. res.	vert. res.
zwart-wit	Siemens	K235	2/3" CCD	570	onbekend
kleur	JVC	KE-F55BE	3 x 1/3" CCD	580/750 ⁴	580

objectief	merk	type	serie nr.	hor. hoek (°)	vert. hoek (°)
zwart-wit camera	Canon	tv zoom f=100/2.8	13786	3,2	2,4
kleurencamera	JVC	tv zoom f=100/1.6	B10Z10ND AIEC	3,2	2,4

monitor	merk	type	beelddiagonaal
zwart-wit	Sony	PVM-122CE	12"
kleur	JVC	TM1500 PS	17"

⁴ De resolutie is bij kleurgebruik 580 en bij gebruik van het helderheidssignaal 750. Deze laatste mogelijkheid wordt niet gebruikt (zie ook de discussie in het rapport Varkevisser, 1996).

BIJLAGE 2 Omstandigheden en posities

Tabel 2.I De posities van de waarnemers, lijnenkaart en objecten in het terrein. De objecten werden over de posities C1 t/m C8 verdeeld.

positie van	aanduiding (zie Fig. 1)	afstand tot waar- nemer (m) ⁵	achtergrond	Positie in kaart coördinaten
waarnemers	WN			31UGU029138
lijnenkaart	D1	110		31UGU031139
object	C1	1334	bos	31UGU015134
object	C2	693	bos	31UGU027144
object	C3	1064	bos	31UGU031147
object	C4	943	zand	31UGU036144
object	C5	1102	bos	31UGU039142
object	C6	1297	hei	31UGU042137
object	C7	737	hei	31UGU033131
object	C8	560	hei	31UGU034137

Tabel 2.II Aan het begin van de sessie werd de horizontale verlichtingssterkte gemeten. De waarden geven aan dat er steeds voldoende daglicht aanwezig was om de taken uit te voeren.

Horizontale verlichtingssterkte tijdens het waarnemen van het lijnenkaart							
datum		tijd		(lx)			
14-12-95		1330		10900			
Horizontale verlichtingssterkte tijdens het waarnemen van objecten							
datum	tijd	sessie	lx	datum	tijd	sessie	lx
14-12-95	1400	1	23000	15-12-95	1205	7	8200
	1430	2	6200		1025	8	9500
	1450	3	4090		1050	9	9050
	1510	4	2800		1010	10	9700
	1535	5	2050		1125	11	13500
	1600	6	725		1145	12	10600

⁵ De afstanden zijn door de topografische meetdienst van de KL uit Nunspeet bepaald. Als afstand geldt de rechtstreekse afstand tussen het waarnemingsmiddel en het object, afgerond op meters.

BIJLAGE 3 De TNO-TM lijnenkaart

De lijnenkaart bestaat uit een waaier van verticale lijnen, naar beneden in afnemende breedte (Fig. 2), telkens onderbroken door een horizontale balk. Naast deze balk staat een cijfer. Het lijnenpatroon versmalt van boven naar beneden op elke horizontale balk telkens met een factor 2. De kaart wordt op een bepaalde afstand van de waarnemer geplaatst. Men ziet met het visueel middel de lijnen op een zeker punt ineenvloeien. Op dit punt wordt het bijbehorende getal—eventueel geïnterpoleerd—afgelezen. Uit dit getal wordt de lijnvisus berekend volgens:

$$V_{\text{lijn}} = r \frac{2^{(G-7)}}{10} \quad (3)$$

V_{lijn} lijnvisus in bgmin^{-1} (zie ook Varkevisser, 1996)

r afstand in meters

G afgelezen getal

Naast deze kaart voor de demonstratie te velde is ook een 10 maal verkleind exemplaar voor het nameten van de cameragegevens (§ 3.1.1) gebruikt. Voor de verkleinde kaart wordt formule 4 gebruikt:

$$V_{\text{lijn}} = r 2^{(G-7)} \quad (4)$$

In Tabel 3.I is een ijking gegeven van de lijnvisus voor de twee gebruikte kaarten, berekend met formule 9 uit Varkevisser (1996). De afwijkingen gaan optreden bij $G > 5$. Bij de demonstratie en de diverse testen is dit gedeelte van de kaart niet benut.

Tabel 3.I Uit de tabel blijkt dat de lijnenkaarten bij benadering dezelfde lijnvisus geven.

		grote lijnenkaart		kleine lijnenkaart	
G	lijnvisus vlg. formules 3 en 4	lijnbreedte (mm)	lijnvisus (bgmin^{-1}) op afstand van 40 m	lijnbreedte (mm)	lijnvisus (bgmin^{-1}) op afstand van 4 m
1	0,0625	190	0,061	18,77	0,062
2	0,125	95	0,122	8,95	0,130
3	0,250	47,5	0,245	4,74	0,245
4	0,500	23	0,506	2,35	0,495
5	1,000	10	1,163	1,23	0,950
6	2,000	5	2,327	0,70	1,668
7	4,000	3	3,879	0,39	3,002

BIJLAGE 4 Aanbieding van de objecten

Fig. 7 toont één van de invulformulieren die de waarnemer ter beschikking had om de antwoorden bij de detectie en herkenning van objecten via de visuele (hulp)middelen te kunnen aanstrepen. Het afgedrukte formulier is bedoeld voor de eerste sessie van waarnemer A. Elke waarnemer kreeg een eigen map met 12 formulieren, bedoeld voor 12 sessies. Daarnaast had hij een situatiekaart volgens Fig. 1 ter beschikking.

Waarnemer A begon met meting 1, dus met het ongewapend oog, positie C1 en C2 af te zoeken. Ondertussen zochten de andere drie waarnemers met de overige visuele middelen op de overige positieparen. Als de waarnemer iets ontdekte, streepte hij de positie aan onder "Op welke positie". Vervolgens trachtte hij het object te herkennen en gaf dit aan onder "Wat heeft u gezien". Tenslotte gaf hij een subjectieve waardering van de aanbieding. Daarna wisselde men van visueel middel.

Na 4 waarnemingen per waarnemer werden de objecten—buiten zicht van de waarnemers—op een nieuwe positie geplaatst voor de volgende sessie.

De volgorde van de objectaanbiedingen is per visueel middel voor elke waarnemer steeds dezelfde geweest.

Volgnr.	Meting	Waarnemingsmiddel	Wat heeft u gezien?	Op welke positie?	Waardering
1	1	ongewapend oog	groot voertuig ☐ middelgroot voertuig ☐ klein voertuig ☐ man in camouflagepak ☐ man in trainingspak ☐ man met opvallende kleding ☐ niets ☐	C1 ☐ C2 ☐	niet zichtbaar ☐ slecht zichtbaar ☐ redelijk zichtbaar ☐ goed zichtbaar ☐ zeer goed zichtbaar ☐
	2	veldkijker	groot voertuig ☐ middelgroot voertuig ☐ klein voertuig ☐ man in camouflagepak ☐ man in trainingspak ☐ man met opvallende kleding ☐ niets ☐	C3 ☐ C4 ☐	niet zichtbaar ☐ slecht zichtbaar ☐ redelijk zichtbaar ☐ goed zichtbaar ☐ zeer goed zichtbaar ☐
	3	kleurenbeeld	groot voertuig ☐ middelgroot voertuig ☐ klein voertuig ☐ man in camouflagepak ☐ man in trainingspak ☐ man met opvallende kleding ☐ niets ☐	C5 ☐ C6 ☐	niet zichtbaar ☐ slecht zichtbaar ☐ redelijk zichtbaar ☐ goed zichtbaar ☐ zeer goed zichtbaar ☐
	4	zwart-wit beeld	groot voertuig ☐ middelgroot voertuig ☐ klein voertuig ☐ man in camouflagepak ☐ man in trainingspak ☐ man met opvallende kleding ☐ niets ☐	C7 ☐ C8 ☐	niet zichtbaar ☐ slecht zichtbaar ☐ redelijk zichtbaar ☐ goed zichtbaar ☐ zeer goed zichtbaar ☐

Fig. 7 Een voorbeeld van een invulformulier, zoals dit is gebruikt tijdens de detectie- en herkenningdemonstratie (hoofdstuk 3).

BIJLAGE 5 Analyse van de gezichtsscherpte

5.1 Beoordeling lijnvisus

De resultaten van de lijnvisus zijn gebaseerd op 4 waarnemers, die ieder 1 waarneming hebben gedaan per visueel middel. De variantie-analyse is uitgevoerd in het spreadsheet programma Excel 5.0. Er blijkt een significant effect voor de waarnemingsmiddelen. Vervolgens is met de Tukey-toets een test uitgevoerd voor een uitspraak t.a.v. de significante effecten. Het blijkt dat het ongewapend oog t.o.v. alle andere waarnemingsmiddelen significant lager is. Het kleurenbeeld t.o.v. de veldkijker en het kleuren- t.o.v. het zwart-wit beeld zijn net niet significant verschillend. In Tabel 5.I zijn de significantiepercentages gegeven.

Tabel 5.I Significantieverschillen tussen de visuele middelen bij toepassing van de lijnenkaart.

visueel middel	visueel middel	p (%)	significant ($p < 0.05$)
zwart-wit beeld	kleurenbeeld	9,5	
zwart-wit beeld	veldkijker	99,5	
zwart-wit beeld	ongewapend oog	0,03	ja
kleurenbeeld	veldkijker	6,7	
kleurenbeeld	ongewapend oog	0,0008	ja
veldkijker	ongewapend oog	0,04	ja

5.2 Subjectieve beoordeling van de waarnemingsmiddelen

Er blijkt een significant effect in de subjectieve beoordeling van het gebruik van de visuele middelen. Nagegaan is welke visuele middelen significant verschillend zijn. Deze zijn in Tabel 5.II gegeven.

Tabel 5.II Het zwart-wit beeld blijkt significant lager te worden beoordeeld dan het kleurenbeeld en de veldkijker. Ook het ongewapend oog blijkt een significant lagere beoordeling te krijgen t.o.v. het kleurenbeeld en de veldkijker.

visueel middel	visueel middel	p (%)	significant ($p < 0.05$)
zwart-wit beeld	kleurenbeeld	1,9	ja
zwart-wit beeld	veldkijker	2,9	ja
zwart-wit beeld	ongewapend oog	99,8	
kleurenbeeld	veldkijker	99,2	
kleurenbeeld	ongewapend oog	1,5	ja
veldkijker	ongewapend oog	2,2	ja

VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 6, 7 en 8. Bibliotheek KMA, Breda
- 9 tm 13. Ing. A.A.M. Aarssen, DMKL, Afd. Manoeuvre Materieel, Den Haag

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aangevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWO.