

TNO-rapport
TM-96-A043

titel
**Visuele bewaking van het achterterrein
op het oefenschietkamp ASK
te Oldebroek**

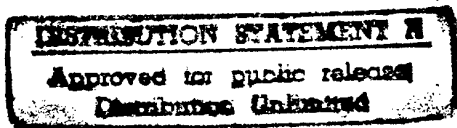
TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

auteur
J. Varkevisser

Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

datum
29 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 : 19 (incl. bijlagen,
excl. distributielijst)

19970212 024

DTIC QUALITY INSPECTED 3



titel : Visuele bewaking van het achterterrein op het oefenschietkamp ASK te Oldebroek
auteur : J. Varkevisser
datum : 29 oktober 1996
opdrachtnr. : A95/KL/371
IWP-nr. : 786.1
rapportnr. : TM-96-A043

Aanleiding van het onderzoek

De primaire visuele bewaking van het oefenschietterrein ASK in Oldebroek vindt plaats vanuit de waarnemingstoren, gelegen op het hoogste punt aan de zuidwestzijde van de Oldebroekse heide en vanuit een in aanbouw zijnde post op kortere afstand van het doelgebied.

Het achterterrein is vanuit beide waarnemingsposten niet te overzien. Daarom wordt voor de secundaire bewaking van het oefenschietterrein een patrouille per jeep ingezet om ervan verzekerd te zijn dat het terrein voor en tijdens schietoefeningen veilig is. Deze methode is niet alleen arbeidsintensief, maar kan ook niet erg effectief zijn, gezien de uitgestrektheid van het totale open terrein: 7 bij 2 à 3 km. Bureau Veiligheid van het ASK heeft behoefte aan ondersteuning van de bewakingstaak met middelen die minder arbeids- en tijdsintensief zijn.

Doel van het onderzoek

Er wordt advies gegeven over visuele hulpmiddelen die kunnen worden ingezet om met name het achterterrein van het ASK effectiever te bewaken.

Omschrijving van het onderzoek

Er worden randvoorwaarden besproken bij het gebruik van visuele (hulp)middelen om objecten in het terrein te kunnen waarnemen. Met behulp van enkele praktijkvoorbeelden wordt dit uitgewerkt.

Conclusies en aanbevelingen

Geadviseerd wordt de bewaking te ondersteunen met videocamera's. Voorgesteld wordt het plaatsen van een vijftal, verspreid opgestelde beweegbare camera-units. Hiermee kan een gedeelte van het open terrein, namelijk het achterterrein en het doelgebied met een oppervlakte van ongeveer 10 km², effectiever worden bewaakt. Er worden aanbevelingen gedaan voor de posities, de verbindingen, de monitoren en de wijze van beeldpresentatie. Tevens wordt de mogelijkheid van een dubbel camera-systeem (twee gezichtsvelden) en van (kleur)contrastversterking aangereikt.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	3
SUMMARY	4
1 INLEIDING	5
2 WAARNEMING VAN OBJECTEN	5
2.1 Eenheid voor het waarnemen van details	6
2.2 Detailgrootte	7
2.3 Detailwaarneming met een kijker	8
2.4 Contrast	9
2.5 Invloed van de atmosfeer op de kleur	10
2.6 Oriëntatie en detail	10
2.7 Conclusies	10
3 CAMERA OPSTELLING EN KEUZE	11
3.1 Voorgestelde camerapositionen	11
3.2 Camera keuze	12
3.3 Cameraopstelling	13
3.4 Waarnemingshoek	13
3.5 Vergemakkelijken van de waarnemingstaak	14
3.6 Conclusies	14
4 VERBINDINGEN	14
4.1 Soorten signaal overdracht	15
4.2 Energievoorziening en verbindingen	15
4.3 Conclusies	16
5 WEERGAVE EN BEDIENING	16
5.1 Beeldweergave	16
5.2 Bediening	17
5.3 Conclusies	17
REFERENTIES	18
BIJLAGE	19

Rapport nr.: TM-96-A043
Titel: Visuele bewaking van het achterterrein op het oefenschiet-
kamp 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

De primaire visuele bewaking van het oefenschietterrein ASK in Oldebroek vindt plaats vanuit de waarnemingstoren, gelegen op het hoogste punt aan de zuidwestzijde van de Oldebroekse heide en vanuit een in aanbouw zijnde post op kortere afstand van het doelgebied.

Het achterterrein is vanuit beide waarnemingsposten niet te overzien. Daarom wordt voor de secundaire bewaking van het oefenschietterrein een patrouille per jeep ingezet om ervan verzekerd te zijn dat het terrein voor en tijdens schietoefeningen veilig is. Deze methode is niet alleen arbeidsintensief, maar kan ook niet erg effectief zijn, gezien de uitgestrektheid van het totale open terrein: 7 bij 2 à 3 km.

In dit rapport wordt geadviseerd de bewaking te ondersteunen met videocamera's. Voorgesteld wordt het plaatsen van een vijftal, verspreid opgestelde beweegbare camera-units. Hiermee kan een gedeelte van het open terrein, namelijk het achterterrein en het doelgebied met een oppervlakte van ongeveer 10 km², effectiever worden bewaakt. Er wordt aandacht besteed aan de posities, de verbindingen, de monitoren en de wijze van beeldpresentatie. Er worden randvoorwaarden en mogelijkheden voor de realisatie aangereikt, zodat in de uitwerking ruimte overblijft om bepaalde keuzen te maken. De mogelijkheden van een dubbel camera-systeem (twee gezichtsvelden) en van (kleur)contrastversterking worden besproken.

**Visual surveillance of the back area of the Artillery Training Range ASK in Oldebroek,
The Netherlands**

J. Varkevisser

SUMMARY

The primary surveillance of the artillery training range ASK in Oldebroek, The Netherlands, is done from the observation tower at a top at the south-west side of the Oldebroek's moor, and from a new tower, which is being built at a closer distance from the target area.

The back part of the terrain cannot be watched from these observation points. Therefore, surveillance of the range also takes place by jeep patrol. This method is very labour-intensive, and cannot be very effective since the area of the total open terrain is quite large: about 7 km by 2-3 km.

This report advises to improve the surveillance with the aid of a video camera system. It is proposed to install five remotely controlled video-camera units to achieve a more effective surveillance of a part of the open terrain: the back part, which has an area of 10 km². Camera positions, data transmission, and image presentation are discussed. Necessary conditions for an effective surveillance are given, and several alternatives for the realisation of the set-up are presented. The possibilities of dual camera's (2 fields of view), and (colour) contrast amplification are also discussed.

1 INLEIDING

De beveiliging van het onveilige gebied van het oefenschietterrein ASK te Oldebroek wordt momenteel gerealiseerd door visuele observatie vanuit de—op het hoogste punt gelegen—waarnemingstoren, aangevuld met (incidentele) patrouilles in het terrein.

De observatie vanuit de waarnemingstoren wordt ondersteund met een 10 maal vergrotende schaar kijker M65 (beeldhoek ongeveer 5°) en een verrekijker 6×42 (beeldhoek 7.5°).

Het bureau Beveiliging van het ASK wil de bewaking van het terrein verbeteren. De waar te nemen details moeten door meerdere waarnemers tegelijk kunnen worden geobserveerd en de—vanuit de waarnemingstoren—niet zichtbare terreingedeelten dienen te worden overzien, waarbij een verdwaalde wandelaar, een dier of een voertuig tijdig kan worden opgemerkt. In dit rapport worden daartoe aanbevelingen gedaan.

Op de nieuw te bouwen waarnemingspost heeft men behoefte aan een videocamera om het zien van details in het doelgebied tijdens schietoefeningen te ondersteunen. Advisering hierover valt buiten deze opdracht, maar is voor zover deze camera een bijdrage levert aan de terreinbewaking meegenomen.

Ingegaan wordt op de mogelijkheden en beperkingen van terreinwaarneming met video-camera's en kijkers (hoofdstuk 2).

Voorgesteld wordt om met enkele goed geplaatste, op afstand bedienbare videocamera's het terrein effectiever te bewaken (hoofdstuk 3). Via monitoren in de waarnemingstoren kan de waarnemer/veiligheidsofficier besluiten de schietoefeningen al dan niet stil te leggen.

Tenslotte wordt ingegaan op de verbindingen (hoofdstuk 4), de keuze van de monitoren en de wijze van de beeldpresentatie (hoofdstuk 5).

In een vervolgrapport (Varkevisser, 1996) wordt een demonstratie ter plaatse met diverse waarnemingsmiddelen besproken.

2 WAARNEMING VAN OBJECTEN

Voor het bewaken van het achterterrein komt het gebruik van een videocamera met afstandsbediening in aanmerking. In Fig. 1 zien we de waarnemingsketen van een scène tot de waarnemer afgebeeld. Een object staat tegen een achtergrond geplaatst. Een camera staat op zekere afstand opgesteld en "ziet" de scène door de atmosfeer. Het videosignaal van de scène wordt getransporteerd via een verbinding naar de monitor in de commandotoren, alwaar een waarnemer het beeld interpreteert en de camera bedient.

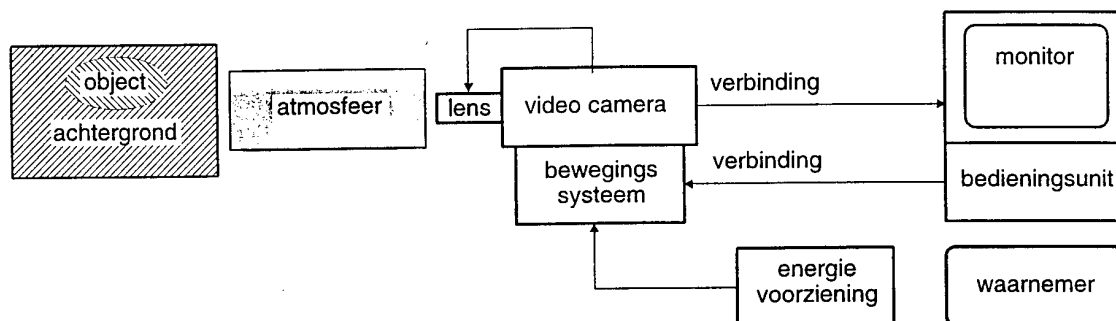


Fig. 1 Een object in het terrein, geplaatst tegen een bepaalde achtergrond, wordt (door de atmosfeer) waargenomen met een videocamera. Het videosignaal wordt via een verbinding getransporteerd naar de waarnemingspost en zichtbaar gemaakt op een monitor. De waarnemer moet de mogelijkheid hebben de camera in elke richting te draaien.

Van belang zijn de volgende punten:

- grenzen van de grootte en het contrast van een object in relatie tot het gebruikte waarnemingsmiddel en de afstand
- oriëntatie in het terrein
- kwaliteit van de verbinding
- beeldweergave en camerabediening.

Om de waarneming van objecten kwantitatief te specificeren valt niet te ontkomen aan het toepassen van enige formules. Getracht is deze zo beperkt mogelijk te houden en met voorbeelden aan te geven welke factoren de waarneming van objecten, via hulpmiddelen, op grotere afstand beïnvloeden.

2.1 Eenheid voor het waarnemen van details

Als maat voor het waarnemen van een object wordt de hoek vanuit de waarnemer genomen die het object omsluit. Als het object (de hoek) zo klein is dat het nog net zichtbaar is, spreken we van een detail. De detailhoek α (in graden) is de basis voor het bepalen van de menselijke gezichtsscherpte. Met een gezichtsscherptekaart (Vos, 1969) wordt de gezichtsscherpte bepaald. Gezichtsscherpte wordt uitgedrukt in de maat visus:

$$V = \frac{1}{60 \alpha} \quad (1)$$

waarin:

α detailhoek in graden¹

V visus in bgmin^{-1}

¹ 1 graad is gelijk aan 60 bgmin.

De visusmaat is gestandaardiseerd en heeft het voordeel afstandsonafhankelijk te zijn. Gemiddeld geldt voor een persoon een visus van $1,5 \text{ bgmin}^{-1}$ (ongeveer $0,01^\circ$). Met de visusmaat kan de gezichtsscherpte van een waarnemer, eventueel samen met een optisch systeem, zoals een verrekijker, worden beschreven.

Bij veel beeldvormende apparatuur, zoals een CCD videocamera wordt gesproken over resolutie. Resolutie wordt uitgedrukt in het maximaal aantal lijnen dat de camera nog net kan weergeven. Van een camera met een zekere objectiefhoek kan eveneens de visus worden bepaald. Ter onderscheiding spreken we hier van lijnvisus:

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

waarin:

β de objectiefhoek van de camera in graden

N de resolutie uitgedrukt in het aantal lijnen binnen de objectiefhoek, die nog net onderscheidbaar zijn²

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

De visus en lijnvisus hebben dezelfde betekenis, maar worden op een andere manier vastgesteld. Daardoor kan bij vergelijking een verschil in uitkomst worden geconstateerd. Voor dit rapport zijn de mogelijke verschillen niet van belang.

2.2 Detailgrootte

Als men wil weten hoe groot het detail op een bepaalde afstand is, dan is:

$$d = 100 r \tan \alpha \quad (3)$$

waarin:

r afstand tot het object in meters

α detailhoek in graden

d grootte van een net waarneembaar object in centimeters

Voorbeeld 1: Wat kan men op een afstand van 1 km nog waarnemen met het ongewapend oog?

Voor een persoon met een visus $1,5 \text{ bgmin}^{-1}$ (detailhoek $\alpha = 0,01^\circ$) is een detail van 19 cm op 1 km afstand nog net zichtbaar.

² De camera wordt gericht op een testkaart met een horizontaal of verticaal lijnenpatroon. De lijnen liggen tegen elkaar aan en hebben alle dezelfde breedte. Ze zijn afwisselend zwart en wit. Wordt de kaart op zodanige afstand gehouden dat de lijnen vrijwel in elkaar vloeien, dan noemt men het totaal aantal lijnen (zwarte + witte) die de gehele verticale of horizontale beeldhoek β vult, de resolutie N . Één lijn (zwart of wit) heeft dus een detailhoek $\alpha = \beta / N$.

Het detail dat op een afstand nog kan worden weergegeven door een camera met een gegeven beeldhoek en resolutie is:

$$d = 100 r \tan \left(\frac{\beta}{N} \right) \quad (4)$$

waarin:

r afstand tot het object van de camera in meters

β beeldhoek van de camera in graden, bepaald door het objectief

N lijnresolutie

d grootte van het object in centimeters

Voorbeeld 2: Een gangbare, kwalitatief goede videocamera, voorzien van een CCD sensor met een resolutie van 580 lijnen is uitgerust met een tevens gangbaar teleobjectief met een brandpuntsafstand van 100 mm. De horizontale beeldhoek is hierbij $3,2^\circ$.

Volgens formule (4) zijn op 1 km afstand details tot 9,6 cm nog net op de monitor te onderscheiden.

Voor de camera met het teleobjectief uit voorbeeld 2 kan met formule (2) eenvoudig de lijnvisus worden bepaald. $V_{\text{lijn}} = 580 / (60 \times 3,2) = 3 \text{ bgmin}^{-1}$.

Om met de camera uit voorbeeld 2 ook een groter gebied dan $3,2^\circ$ te overzien, kan gekozen worden voor een zoomobjectief. Er dient rekening te worden gehouden met het feit dat bij toename van de beeldhoek (een groter overzicht) de visus evenredig afneemt.

In de bijlage is, ter volledigheid, de relatie tussen (lijn)visus en detailgrootte gegeven.

2.3 Detailwaarneming met een kijker

Met een kijker zal de gezichtsscherpte van de waarnemer worden vergroot:

$$V_{\text{kijker}} = k \cdot V_{\text{waarnemer}} \cdot \text{Vergroting} \quad (5)$$

waarin:

V Visus

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

Bekeken is of de vaste schaarkijker (M65), die op de waarnemingstoren wordt gebruikt om het voorterrein en doelgebied te overzien, kan concurreren met een camera. Dit n.a.v. de wens deze te vervangen.

De vergroting van deze kijker is 10 maal. Te verwachten is dat de visus van een waarnemer met normaal zien of oogcorrectie 8 maal wordt vergroot. In een laboratoriumopstelling is dit voor deze kijker bevestigd. Dat wil zeggen: met de schaarkijker kan een persoon met visus van 1,5 op 1 km afstand details met een minimale grootte van ongeveer 2,4 cm waarnemen. Met deze kijker kunnen dus kleinere details worden waargenomen dan met de camera uit voorbeeld 2.

Om met een camera de resolutie van een kijker te evenaren is een objectief met een grotere brandpuntsafstand nodig. De nadelen daarvan zijn:

- Er is een, niet gangbaar (dus kostbaar), teleobjectief nodig.
- De overzichtshoek wordt klein, hetgeen problemen gaat opleveren met de oriëntatie in het terrein (zie ook § 2.5).
- Meer vergroting leidt tot meer gevoeligheid voor trillingen.

2.4 Contrast

Aangezien het op het ASK-terrein om waarnemen over grote afstanden gaat, dient ook met een contrastafname ten gevolge van de atmosfeer rekening te worden gehouden. De invloed van de atmosfeer kunnen we berekenen als we het meteorologisch zicht kennen.

Meteorologisch zicht is de afstand waarop een zwart object tegen een lichte achtergrond door de tussenliggende luchtlaag (atmosfeer) de grens van het waarneembare bereikt. Deze grens is gesteld op een contrast van 0,05, waarbij het intrinsieke contrast C_o gedefinieerd is als:

$$C_o = \frac{L_o - L_b}{L_b} \quad (6)$$

waarin:

L_o luminantie (helderheid) van het object in cd/m^2

L_b luminantie van de achtergrond rondom het object

Het contrast van het object wordt t.g.v. de atmosfeer gereduceerd (Valeton e.a., 1984):

$$C_o' = \frac{C_o}{1 + \left(\frac{L_h}{L_b}\right) \left(e^{\frac{3}{Z}r} - 1\right)} \quad (7)$$

waarin:

C_o' waargenomen contrast van het object

C_o intrinsiek contrast van het object

L_h luminantie van de horizon (lucht) in cd/m^2

r afstand tot het object in meter

Z meteorologisch zicht in meter

In de praktijk zal de verhouding $\text{SGR} = L_h/L_b$ ³ tussen de 1 en 10 liggen.

Voorbeeld 3: Een militair voertuig bevindt zich op 1 km afstand tegen een bosrand. Het zicht is 11 km (een gemiddelde voor Nederland). De luminantie van de hemel is 5000 cd/m^2 . (heldere dag in januari). De luminantie van de bosrand is 500 cd/m^2 . Het voertuig heeft een intrinsiek contrast van 0,25 (een legertruck van opzij).

³ De verhouding tussen hemel en achtergrond luminantie wordt ook wel SGR (sky to ground ratio) genoemd. Voor een object tegen een hemel-achtergrond is SGR per definitie 1. Voor een donkere bosrand kan SGR 10 zijn.

Voor het waarnemen van het voertuig is de *resolutie* van de camera uit voorbeeld 2 (§ 2.2) zeker geen probleem. Het *contrast* op deze afstand is echter slechts 0,06 (formule 7), hetgeen betekent dat het voertuig nauwelijks gezien kan worden (de contrastdrempel is 0,05).

Uit dit voorbeeld blijkt dat bij gemiddelde zichtomstandigheden de grens van wat men kan waarnemen op 1 km afstand kan worden bereikt door contrastafname ten gevolge van de atmosfeer, ongeacht de grootte van het object en het toegepaste waarnemingsmiddel.

2.5 Invloed van de atmosfeer op de kleur

Het gebruik van kleuropname en weergave levert de waarnemer extra informatie, indien het object in kleur verschilt met de achtergrond. De atmosfeer doet echter elke kleur met het toenemen van de afstand verbleken.

In het voorbeeld van het militaire voertuig (voorbeeld 3) treden drie effecten op die het waarnemen op grote afstand nadelig beïnvloeden:

- Het contrast ten opzichte van de bosachtergrond nadert de waarnemingsdrempel.
- De kleur verbleekt op grotere afstand ten gevolge van de contrastvermindering door de atmosfeer.
- De kleur van het voertuig en de achtergrond zijn (bewust gekozen) vrijwel aan elkaar gelijk. Bij burgerauto's en wandelaars geldt dit niet.

In die gevallen waarbij kleur en contrast afnemen, kan gedacht worden aan het gebruik van elektronische contrastversterking, indien van een videocamera gebruik wordt gemaakt. Hiervoor is apparatuur in de handel. De winst van contrastversterking wordt uiteindelijk beperkt door de signaalruisverhouding van de camera.

2.6 Oriëntatie en detail

Bij de bewaking van een terreingedeelte met een videocamera spelen oriëntatie en het zien van details beide een belangrijke rol. Als men ter oriëntatie wil zien waar zich iets bevindt, is een zo groot mogelijk overzicht (grote beeldhoek) van belang. Hierin herkent men allerlei specifieke punten in het terrein. Anderzijds kunnen details alleen worden waargenomen en herkend bij een kleine beeldhoek (voorbeeld 2). Voor deze tegenstrijdigheid zijn een aantal oplossingen mogelijk, die in § 3.5 en 5.1 nader worden uitgewerkt.

2.7 Conclusies

- Een videocamera van goede kwaliteit, uitgerust met een telelens of een zoomobjectief, is geschikt voor het waarnemen van kleine details op grote afstand.
- De op de waarnemingstoren gebruikte schakelaar kan kleinere details waarnemen dan een gangbare videocamera met een gangbaar teleobjectief.
- Het is uit het oogpunt van de gemiddelde zichtomstandigheden aan te bevelen een camerareikwijdte van 1 km te hanteren bij de bewaking van het terrein.

- Voor een optische kijker of elektro-optische apparatuur zoals een (kleuren)CCD-camera is het zicht de beperkende factor.
- Met het toenemen van de afstand zullen ook kleuren verbleken.
- Met elektronische contrastversterking kan enige winst worden geboekt in het waarnemen van objecten op grote afstand, die ten gevolge van contrastvermindering door de atmosfeer een laag (kleur)contrast hebben.

3 CAMERA OPSTELLING EN KEUZE

Het gebruik van camera's is met name bedoeld om die gebieden, die niet of slechts gedeeltelijk vanuit de waarnemingstoren worden gezien, te bewaken en zodoende tijdig te zien of er zich geen personen, voertuigen of dieren in de buurt van of in het doelgebied bevinden.

3.1 Voorgestelde cameraposities

In Fig. 2 is een plattegrond van het open terrein op het ASK weergegeven. Het doelgebied is als een rechthoek ingetekend. Geschoten wordt vanuit de linkerzijde in de richting van het doelgebied. De waarnemingstoren (WT) is aan de linkerzijde weergegeven. Van hieruit heeft men een overzicht tot in het doelgebied. Het daarachter liggende gebied is niet te zien vanuit de waarnemingstoren. Ook zijn gebieden ter weerszijde van het doelgebied slechts beperkt zichtbaar.

De nieuwe waarnemingspost bevindt zich op de locatie aangeduid met V. Op deze plaats is een camera gewenst, die vooral in de richting van het doelgebied gebruikt kan worden tijdens de oefeningen. Met deze camera kan, weliswaar niet tegelijkertijd, ook het terrein terzijde van het doelgebied worden bewaakt.

De bewakingstaak van het achterterrein (oostzijde) kan worden uitgevoerd vanuit 2 cameraposities, gemarkeerd met II en III. Met deze camera's kan het gehele terrein achter het doelgebied worden overzien. Vanuit de cameraposities I en IV wordt het zijterrein en een groot gedeelte van het doelgebied overzien. Van elke camerapositie is de veronderstelde zichtcirkel, met een straal van 1 km ingetekend (§ 2.3). Te zien is dat hiermee een goede dekking wordt verkregen.

Er is voor de camerapositie-keuze zoveel mogelijk rekening gehouden met de hoogste terreinposities ten opzichte van de omgeving, de glooiing en de bossages op het terrein.

In Tabel I zijn de plaatsen en de globale camerahoogten weergegeven. De exacte camerahoogte moet in een later stadium worden vastgesteld. Camerapositie V bevindt zich op de nieuwe commandopost.

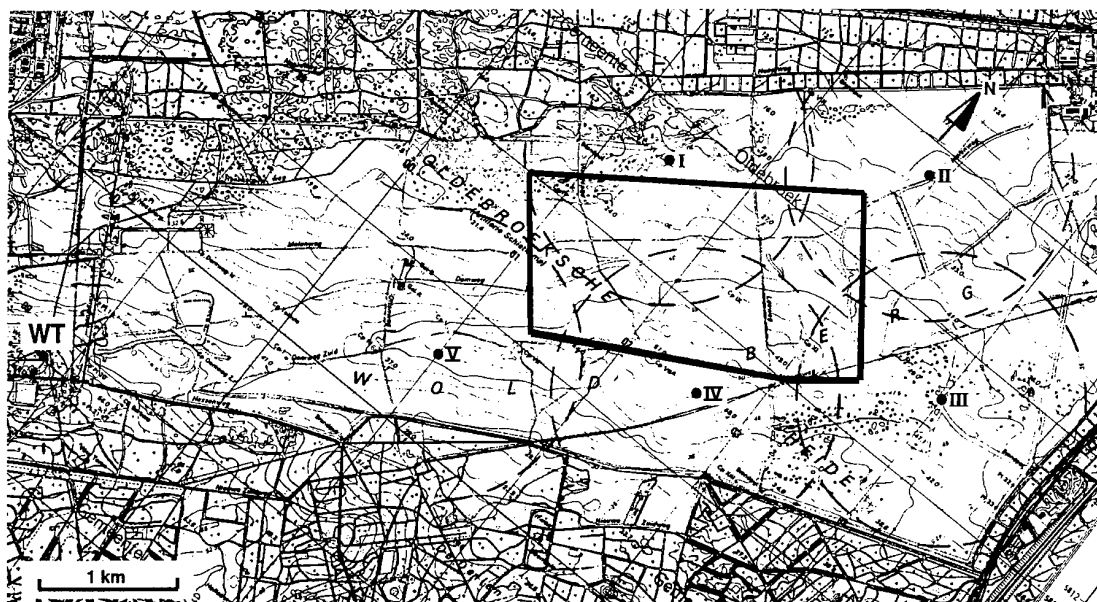


Fig. 2 De kaart geeft een overzicht van het open terrein van het ASK. Aangegeven zijn het doelgebied (als rechthoek ingetekend), de waarnemingstoren (WT) en de voorgestelde cameraposities I t/m V. Elke camera heeft een veronderstelde zichtcirkel met een straal van 1 km.

Tabel I Voorgestelde cameraposities en globale masthoogten.

camera	positie	minimum hoogte t.o.v. het terrein ter plaatse (m)
I	31UG014127	4
II	31UG029138	4
III	31UG040126	8
IV	31UG026115	8
V	31UG010106	4

3.2 Camera keuze

In de eerste plaats moet gelet worden op een goede horizontale en verticale resolutie (hoofdstuk 2). Een resolutie (aantal lijnen) van 580, zoals in voorbeeld 2 is aangegeven, is gangbaar.

Bij toepassing van een kleurencamera verdient een type met drie CCD sensoren⁴, voor de basiskleuren rood, groen en blauw, de voorkeur boven een camera met een enkele CCD sensor. Bij de eerstgenoemde is de resolutie bij kleurgebruik gelijk aan de resolutie van een gelijkwaardige zwart-witcamera. Bij laatstgenoemde is de resolutie lager dan van een

⁴ Een CCD (charged coupled device) sensor bestaat uit een matrix van lichtgevoelige elementen. Deze elementen zetten licht om in een elektrische lading (spanningsverschil). De ladingen worden omgezet naar een (serieel) videosignaal, dat op de uitgang van de sensor verschijnt. De matrix van een gangbare CCD sensor bevat 758 horizontale en 580 verticale elementen.

gelijkwaardige zwart-witcamera. Bij een kleurencamera met drie afzonderlijke CCD sensoren wordt de opgenomen scène door kleurfilters in drie kleurcomponenten gescheiden en op de afzonderlijke sensoren afgebeeld. Soms zijn deze sensoren in horizontale richting iets ten opzichte van elkaar verschoven, waardoor bij toepassing van het helderheidssignaal (zwart-wit beeld) de horizontale resolutie ongeveer 30% toeneemt, echter met inlevering van de kleurweergave. Bij een kleurencamera met enkele sensor is de resolutie in de horizontale richting ongeveer 20% lager dan van een gelijkwaardige zwart-wit camera. Dit houdt verband met het uitcoderen van de kleur- en helderheidsinformatie op de sensor. Sommige camera's hebben de mogelijkheid van contouropscherping, achtergrondlicht compensatie, automatische besturing van het diafragma, e.d. Ook kan gedacht worden aan een elektronische contrastversterker, die bij een minder zicht nog enige winst kan boeken (zie ook § 2.5).

3.3 Cameraopstelling

De camera's dienen op een stevige mast te worden geplaatst, die een zodanige hoogte heeft dat de zichtcirkel niet al teveel wordt belemmerd door de terreinomstandigheden. Met name de masten III en IV moeten langer zijn i.v.m. de bebossing en glooiingen in het terrein en zijn daarmee kritischer voor beweging. Een door wind veroorzaakte beweging van 10 cm in de top van een 8 m lange mast geeft o.a. een verticale hoekverdraaiing van $0,72^\circ$. Bij een teleobjectief met een verticale beeldhoek van $2,4^\circ$ vertaalt dit zich in een beweging van 30% van het beeld. Dit is in verband met de bewegingsonscherpte ontoelaatbaar. Getracht moet worden de beweging van de mast zoveel mogelijk te beperken. Driepootsmasten verdienen, vanwege hun stabiliteit, de voorkeur.

Om het gehele gebied te overzien moet de camera kunnen draaien in horizontale en verticale richting om het gehele zichtcirkelgebied te overzien. Op de posities I t/m IV moet men zonder belemmering over 360° rond kunnen draaien en verticaal minstens 75° naar beneden vanaf de horizon gerekend. Op positie V kan met een horizontale hoek van 180° in de richting van het doelgebied worden volstaan, omdat het gedeelte achter deze waarnemingspost al wordt overzien vanuit de waarnemingstoren.

3.4 Waarnemingshoek

Vanwege de iets andere taak voor camera V: het bekijken van het doelgebied tijdens de schietoefeningen, is binnen het kader van deze opdracht geen advies te geven over de objectiefkeuze en de daarmee samenhangende beeldhoek. Dit zal afhankelijk zijn van de taak: bijvoorbeeld het zien van projectielinslagen.

Voor de camera's I t/m IV geldt dat per positie slechts een beperkte hoek kan worden overzien. Een lichtsterk, motorgestuurd zoomobjectief met een range van $3,2-32^\circ$ horizontale beeldhoek is in principe geschikt om enerzijds details waar te nemen en anderzijds een redelijk overzicht van het terrein te hebben. De in § 2.5 aangegeven tegenstrijdigheid tussen het hebben van een overzicht in verband met een juiste oriëntatie en het zien van details, betekent bij de genoemde cameraopstelling dat regelmatig in- en uitgezoomd moet worden. Dit maakt de waarnemingstaak tijdrovend.

3.5 Vergemakkelijken van de waarnemingstaak

Een gedetailleerde kaart, volgens Fig. 2, op de waarnemingsplaats, met de ingetekende cameraposities, is noodzakelijk als hulpmiddel voor de oriëntatie. Tevens dient een kompasrichting in het beeld van de betreffende monitor aan te geven vanuit welke horizontale richting het camerabeeld afkomstig is. Beide eisen zijn ook te verenigen in een elektronische kaart van het terrein met ingetekende cameraposities en vectoren die de kijkrichting van de camera's aangeeft.

Het toepassen van twee camera's per positie maakt het mogelijk tegelijkertijd het overzichts- en het detailbeeld weer te geven (Lerou e.a., 1995). In het door Lerou voorgestelde systeem wordt ook kleurcontrast versterking toegepast. De ene camera wordt uitgerust met een vast objectief van maximaal 60° (kleinste detail op 1 km afstand is 1,80 m), de andere camera met het in § 3.4 aanbevolen zoomobjectief. Beide camera's worden star aan elkaar gekoppeld en gemonteerd op een bewegingssysteem dat de zichtcirkel bestrijkt. De mogelijkheid om de terreinbewaking met twee videocamera's per positie uit te voeren, verdient de voorkeur, omdat dit de waarnemingstaak aanzienlijk vergemakkelijkt (§ 3.4).

In § 5.1 wordt aangegeven op welke wijze de camerabeelden kunnen worden gepresenteerd.

3.6 Conclusies

- Met een vijftal camera's (resolutie groter of gelijk aan 580 lijnen)—voorzien van een zoomobjectief van 3,2–32° beeldhoek—is het achterterrein en het doelgebied te bewaken. De keuze van het objectief van camera V kan anders liggen, gegeven het primaire doel van deze camera: het bekijken van details in het doelgebied tijdens schietoefeningen. Deze keuze valt buiten de huidige opdracht.
- Plaats elke camera op een bewegingssysteem met een horizontaal bereik van 360° en een verticaal bereik van ruim 75° vanaf de horizon naar beneden.
- Zorg voor een mechanisch stabiele camera-opstelling.
- Ter oriëntatie dient op de waarnemingsplaats een gedetailleerde kaart aanwezig te zijn met de ingetekende cameraposities. Tevens moet de kompasrichting in het betreffende camerabeeld zichtbaar zijn. Beide eisen zijn te combineren in een elektronische kaart van het terrein met ingetekende cameraposities en kijkrichtingsvectoren.
- Het toepassen van 2 camera's per positie, die zowel het overzichts- als het detailbeeld weergeven, verdient de voorkeur omdat dit de waarnemingstaak aanzienlijk vergemakkelijkt.

4 VERBINDINGEN

Er zijn verschillende manieren om het signaal over te brengen. Een kabelverbinding is de meest gangbare vorm. In het onderhavige geval is kabelaanleg in een terrein met mogelijk verborgen explosieven (blindgangers) een kostbare aangelegenheid, tenzij een bovengrondse kabelverbinding wordt overwogen.

4.1 Soorten signaal overdracht

Ter volledigheid worden de meest gebruikelijke verbindingen in Tabel II gegeven.

Tabel II Een aantal mogelijkheden voor signaal overdracht. Er moet rekening mee worden gehouden dat er dataverkeer naar 2 kanten nodig is: van de camerapositie naar de waarnemer en van de bedieningsconsole weer terug voor de besturing, deze laatste verbinding hoeft niet breedbandig te zijn.

soort verbinding	bandbreedte	omschrijving	relatieve aanschafprijs
coaxiale kabel	hoog	gangbaar en vele km overbrugbaar	laag
tweedraads verbinding	voldoende, 8 MHz	gangbaar; bereik zonder tussenversterker 800–2000 m	laag
infra-rood	voldoende, 8 MHz	tot 1 km, zichtafhankelijk	hoog
glasvezel	zeer hoog	vele km overbrugbaar	hoog
elektromagnetisch	voldoende, 8 MHz	gemoduleerd op 2,3 GHz; bereik met schotelverbinding tot 50 km andere frequenties t.b.v. militaire verbindingen ook mogelijk	hoog

Verbindingen met een relatief lage bandbreedte, onder de 8 MHz, beïnvloeden de resolutie van de weergave nadelig en worden niet aanbevolen.

4.2 Energievoorziening en verbindingen

Behalve voor camera V, zijn er in het terrein geen voorzieningen aanwezig, zoals netspanning e.d. Er zullen dus voorzieningen moeten worden aangebracht om de voeding van de in het veld geplaatste apparatuur en de signaalverbindingen tot stand te brengen. Het is een prijsafweging om te kiezen voor aanleg van kabels (al of niet bovengronds) of om zend/ontvang apparatuur te plaatsen. Een ondergrondse verbinding is kostbaar in aanleg omdat het terrein moet worden onderzocht op blindgangers. Een bovengrondse verbinding is goedkoper in aanleg, maar kwetsbaarder (vernieling, blikseminslag) en landschappelijk niet fraai. Als voor een draadloze verbinding wordt gekozen, is de energievoorziening per camera via accu's of een generator noodzakelijk. Gerekend moet worden op minstens 150 Watt energieverbruik per camerapositie. Deze laatste mogelijkheid vereist een relatief grote investering aan apparatuur en is bovendien arbeidsintensief in onderhoud.

4.3 Conclusies

- Een ondergrondse kabelverbinding is gangbaar en in aanschaf en onderhoud relatief goedkoop, maar is gegeven de terreinomstandigheden kostbaar in aanleg.
- Een bovengronds kabelnet is goedkoper in aanleg, maar relatief kwetsbaar.
- Een draadloze verbinding gaat samen met een lokale energievoorziening door middel van een generator of accu bij elke camerapositie. Dit is kostbaar in aanschaf en arbeidsintensief in onderhoud.

5 WEERGAVE EN BEDIENING

5.1 Beeldweergave

Om voor de bewaking een direct overzicht van de terreinsituatie te hebben worden de camerabeelden van de posities I t/m IV apart op 4 monitoren afgebeeld op de waarnemingsstoren. Het beeld van camera V is beschikbaar op de vooruitgeschoven waarnemingspost en kan indien gewenst ook worden toegevoegd op een vijfde monitor op de waarnemingstoren.

In elk beeld dient de kompasrichting van de camera zichtbaar te zijn, ter oriëntatie en/of het bij de hand hebben van een (elektronische) kaart met de cameragegevens (§ 3.5).

Bij toepassing van 2 camera's per positie, wordt aanbevolen beide beelden boven elkaar op dezelfde monitor weer te geven (Fig. 3). Het bovenste gedeelte geeft het overzichtsbeeld met een eventueel daarin aangebracht kader dat de omtrek aangeeft van het—in het onderste gedeelte—weergegeven detailbeeld. Dit kader verkleint en vergroot mee met het respectievelijk in- en uitzoomen van het detailbeeld.

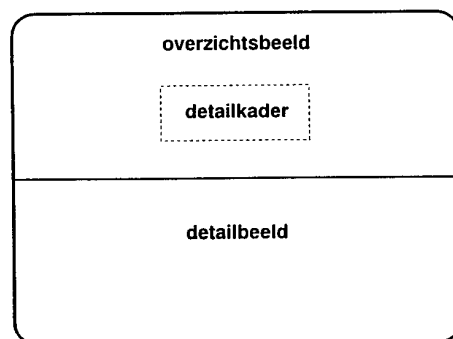


Fig. 3 Bij toepassing van twee gekoppelde videocamera's per positie worden beide beelden onder elkaar op een monitor weergegeven. Het overzichtsbeeld, afkomstig van de camera met een vast objectief, op het bovenste gedeelte en het detailbeeld, afkomstig van de zoomcamera, op het onderste gedeelte. De omtrek van het detailbeeld kan ter oriëntatie in het midden van het overzichtsbeeld met een kader worden geaccentueerd (Lerou e.a., 1995).

Er dient bij de plaatsing van de monitoren voor gezorgd te worden dat zo min mogelijk licht van ramen of verlichting het beeldscherm treft. Hierdoor ontstaat namelijk contrastvermindering.

Bij toepassing van kleur zal de monitor minstens 15" beelddiagonaal moeten hebben om een beeld van voldoende resolutie weer te geven. Bij een goede zwart-wit monitor van gelijke grootte is de resolutie veel hoger. Een vuistregel is om de resolutie van de monitor minstens 2 maal zo hoog te kiezen als de resolutie van de camera.

De monitoren moeten zich in direct zicht van de baancommandant te bevinden.

5.2 Bediening

De camerabeelden geven een sector weer van het totaal door hen te bestrijken gebied. Het bewegen van de camera's wordt vanuit de waarnemingspositie uitgevoerd met een bedieningseenheid (joystick of drukknop besturing). Het verdient aanbeveling om vanuit enkele voorgeprogrammeerde richtingen te kunnen starten en van daaruit een scan te doen.

5.3 Conclusies

- De camerabeelden van de posities I t/m IV (Fig. 2 en Tabel I) moeten op verschillende monitoren worden weergegeven.
- Het camerabeeld van de vooruitgeschoven waarnemingspost V, die voornamelijk gebruikt gaat worden om het zicht op het doelgebied tijdens oefeningen te ondersteunen, kan daar eventueel aan worden toegevoegd.
- Bij toepassing van 2 beelden per camerapositie (overzicht en detail), dienen deze boven elkaar op dezelfde monitor te worden weergegeven. De omtrek van het detailbeeld kan als een kader geaccentueerd worden in het overzichtsbeeld.
- Kies een monitorresolutie die minstens 2 maal die van de camera is. Voor een kleurenmonitor moet de afmeting van het beeld minstens 15" zijn.
- Voorkom opvallend licht op het beeldscherm van de monitoren.
- Met een bedieningseenheid moet elke camera in horizontale richting over 360° en in verticale richting over minstens 75° worden gedraaid.
- Start het draaien vanuit een bekende, voorgeprogrammeerde richting en geef de kompasrichting ter oriëntatie in het beeld weer.

REFERENTIES

- Lerou, R.J.L. e.a. (1995). *CCD camera verkenningssysteem* (Rapport FEL-95-A308). Den Haag: TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium.
- Valeton, J.M., Alferdinck, J.W.A.M. & Boogaard, J. (1984). *Visual obscuration by smoke screens: results of the Oldebroek II trials. Part I: Theory, methods and photometric analyses* (Rapport IZF 1984-10). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO⁵.
- Varkevisser, J. (1996). *Demonstratie met waarnemingsmiddelen ten behoeve van visuele bewaking op het oefenschietskamp ASK te Oldebroek* (Rapport TM-96-A044). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Vos, J.J. (1969). *Standaardisering van de gezichtsscherptebeïndeling met optotypenkaarten* (Rapport IZF 1969-11). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.

Soesterberg, 29 oktober 1996



J. Varkevisser
(auteur, projectleider)

⁵ Op 1 januari 1994 werd de naam "Instituut voor Zintuigfysiologie TNO" vervangen door "TNO Technische Menskunde".

BIJLAGE

In onderstaande formules wordt, uitgaande van de formules 1 t/m 4 in hoofdstuk 2, het omrekenen van (lijn)visus naar detailgrootte en omgekeerd weergegeven:

De detailgrootte is:

$$d = 100 r \tan \left(\frac{1}{60 V} \right) \quad (8)$$

en de (lijn)visus is:

$$V = \frac{1}{60 \arctan \left(\frac{d}{100 r} \right)} \quad (9)$$

waarbij:

V (lijn)visus in bgmin^{-1}

r afstand in meters

d detailgrootte in centimeters

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0184	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A043
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 786.1	5. CONTRACT NUMBER A95/KL/371	6. REPORT DATE 29 October 1996
7. NUMBER OF PAGES 19	8. NUMBER OF REFERENCES 4	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Visuele bewaking van het achterterrein op het oefenschietkamp ASK te Oldebroek (Visual surveillance of the back area 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) The primary surveillance of the artillery training range ASK in Oldebroek, The Netherlands, is done from the observation tower at a top at the south-west side of the Oldebroek's moor, and from a new tower, which is being built at a closer distance from the target area. The back part of the terrain cannot be watched from these observation points. Therefore, surveillance of the range also takes place by jeep patrol. This method is very labour-intensive, and cannot be very effective since the area of the total open terrain is quite large: about 7 km by 2-3 km. This report advises to improve the surveillance with the aid of a video camera system. It is proposed to install five remotely controlled video-camera units to achieve a more effective surveillance of a part of the open terrain: the back part, which has an area of 10 km ² . Camera positions, data transmission, and image presentation are discussed. Necessary conditions for an effective surveillance are given, and several alternatives for the realisation of the set-up are presented. The possibilities of dual camera's (2 fields of view), and (colour) contrast amplification are also discussed.		
16. DESCRIPTORS Atmosphere Firing Ranges Safety Visual Displays		IDENTIFIERS Camera Acuity Surveillance Video Surveillance Visual Acuity
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)

VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
3. {
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
5. {
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
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.