

Army Organic Air Defense

Effectief én betaalbaar na 2000?!

J. Klomp en H. van Zetten - beiden majoor luchtdoelartillerie

Inleiding

De 20-ste eeuw kenmerkte zich door het toenemend belang van het lucht-ruimtegebruik bij militaire operaties. Het aanvankelijk exclusieve optreden van landstrijdkrachten onderging een metamorfose door de introductie en ontwikkeling van het luchtwapen. Reactief deden luchtverdedigingssystemen hun intrede. De wedloop tussen *airpower* en *air defense* resulteerde in een indrukwekkende technologische vooruitgang. Landstrijdkrachten werden gedwongen steeds meer te investeren in bewapening die afdoende bescherming bood tegen de dreiging van luchtaanvallen. Immers, behoud van het eigen militair vermogen was en is een essentiële voorwaarde om politieke en/of militaire doelstellingen te realiseren.

Airpower vergrootte in deze eeuw de intensiteit, dynamiek en geografische omvang van landoperaties. De *near-operations* van de loopgravenoorlog heeft zich blijvend en integraal uitgebreid met *rear-operations* en *deep-operations*. Een adequate luchtverdediging stelde steeds hogere eisen, in kwantitatieve, kwalitatieve en operationele zin. Luchtverdedigingssystemen werden complexer en duurder. Het NATINAD-luchtverdedigingssysteem met bijbehorende *ground-based* wapensystemen (zoals HAWK en PATRIOT) en *air defense fighters* was gericht op het vroegtijdig onder-

kennen van vliegtuigen en het zo veel mogelijk voorkomen dat deze vliegtuigen ver konden doordringen boven NAVO-grondgebied.

Vanwege de beperkingen van het NATINAD-luchtverdedigingssysteem was daarnaast sprake van object/eenheid en/of manoeuvre-gerichte inzet van daarvoor geschikte wapensystemen. Voorbeelden van dergelijke systemen zijn de VSHORAD-kanonsystemen PRTL en *Flycatcher/40L70G* en het VSHORAD-raketsysteem *Stinger*. Voor zover deze middelen organiek zijn ingedeeld bij de Koninklijke Landmacht spreken we van *Army Organic Air Defense* (AOAD).

Het verdwijnen van de bipolaire machtstructuur in de wereld noodzaakte de krijgsmacht in het laatste decennium van de 20-ste eeuw tot herbezinning. Het resultaat is een nieuw *Mission Statement* voor de krijgsmacht, maar ook een andere bedrijfsvoeringsfilosofie. Een verkleinde, professionele krijgsmacht moet vooral flexibiliteit tonen, voortzettingvermogen garanderen en betaalbaar blijven. Dat geldt dus ook voor de luchtverdediging. Gebaseerd op de veronderstelling dat deze drie criteria niet door de waan van de dag zijn ingegeven, maar ook tot ver in de 21-ste eeuw valide blijven, is het zinvol te filosoferen over de AOAD en daarbij de vraag te stellen hoe de Nederlandse AOAD effectief én betaalbaar blijft in de voor ons liggende decennia.

Antwoord geven op die vraag heeft geleid tot de volgende stappen in deze analyse:

- Onderkennen van trends in de luchtdreiging.
- Luchtverdedigingsprincipes.
- Het beschouwen van de huidige Nederlandse AOAD-wapensystemen.
- Analyseren van de betekenis van het *Mission Statement* voor de luchtverdediging.
- Luchtverdediging ná 2000 met als trefwoorden: flexibiliteit, betaalbaarheid en voortzettingvermogen.

Trends in de luchtdreigingskarakteristieken

In de tweede helft van de 20-ste eeuw is het potentieel aan gevechtsvliegtuigen, gevechtshelikopters en luchtmobile/luchtlandingseenheden bepalend geweest voor het vaststellen van de luchtdreiging. Dat vaststellen is en blijft grotendeels gebaseerd op hypothesen. Ook al is de kwaliteit en kwantiteit van het vijandelijk luchtpotentieel bekend, vijandelijke intenties kunnen slechts worden ingeschat. Vandaar dat luchtdreiging wordt gedefinieerd als een geformuleerde mate van waarschijnlijkheid waarmee en hoe een potentiële tegenstander via het luchtruim aanvallen kan uitvoeren op en boven ons grondgebied.

De technologische ontwikkelingen binnen het militair-industrieel complex volgend, herkennen we de volgende veranderingen in de luchtdreigingskarakteristieken, die zich naar onze verwachting ook in de volgende eeuw zullen voortzetten. →

De redactie heeft dit artikel als oorspronkelijk aangeboden gekregen. Zij betreurt het dat dezelfde tekst door een misverstand binnen de luchtdoelartillerie is uitgezet.

● *Toenemende letaliteit van luchtgrondwapens*

Medio 20-ste eeuw werden vliegtuigen bewapend met een boordwapen (kanonsysteem) en 'domme' bommen. De bewapening dicteert tevens de *Weapon Release Distance* (de afstand tussen wapenplatform en aanvalsdoel, waarop de bewapening wordt ingezet). Gevechtsoperaties (Golfoorlog) en vredesondersteunende operaties (voormalig Joegoslavië) in de jaren negentig noodzaakten tot het vermijden van collateral schade én tot verhoging van de effectiviteit van airpower, zonder dat de bemanningen onnodige risico's zouden lopen. De technologie bediende defensie op haar wenken. Reality-tv, waardoor de mensheid wereldwijd kritisch mee kon 'genieten' van de effecten, draagt ten minste bij aan het voortzetten van die ontwikkeling: meer nauwkeurigheid, grotere (locale) letaliteit én in verticale en horizontale zin toenemende *Weapon Release Distance* (WRD)-afstanden. Deze trend legt in de toekomst nog meer nadruk op het belang van de functiebescherming en dus op het belang van een effectieve luchtverdediging. Is behoud van militair vermogen niet een voorwaarde om tactische of operationele doelstellingen te realiseren?

● *Toenemende dreiging van ballistische raketten*

De Golfoorlog heeft ons geconfronteerd met de vraag hoe ballistische raketten kunnen worden bestreden. Het op dat moment meest geëigende systeem daarvoor was PATRIOT. Hoewel de militaire effectiviteit van de ingezette PATRIOT-systemen in die rol onderwerp is geweest van heftige polemiek in de vakliteratuur, kan worden gesteld dat de beoogde politie-strategische effecten werden bereikt: Israël hield zich afzijdig.

Het PATRIOT-systeem was specifiek ontwikkeld voor de bestrijding van gevechtsvliegtuigen op de middellange afstand. Met een andere wijze van inzet kon het wapensys-



Afb. 1 F117 Een stealth-Fighter heeft een bijzonder klein radarreflecterend oppervlak

tem ook het gebruikte type ballistische raketten bestrijden. Raketten die een ballistische baan volgen en derhalve (tijdelijk) de dampkring ontstijgen, genereren dus een omvangrijke luchtdreiging. Bestrijding van (een deel van) de effecten vereist dus een specifieke technologie.

- *Reductie in radarreflectie van gevechtsvliegtuigen en helikopters*
Met 'radarreflectie' bedoelen we bemane vliegtuigen (wapenplatforms) waarvan de vorm en het materiaalgebruik het radarreflecterend vermogen reduceert (stealth-technieken). Deze trend stelt aan luchtverdedigingsradars steeds hogere (technische) eisen. Indien vliegtuigbouwers in staat zijn om radarreflectie te onderdrukken, zul-

len doelzoek- en doelvolgsensoren op andere technieken moeten worden gebaseerd: Elektro-Optische (EO) technieken.

● *Toenemend gebruik van onbemande vliegtuigen*

Eerst waren er de drones (onbemande vliegtuigen, die een voorgeprogrammeerde koers vlogen). Toen kwamen er RPV's (*Remote Piloted Vehicles*; vanaf de grond bestuurbaar). We hebben het over de *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV). Primair zijn ze ontwikkeld voor het verzamelen van inlichtingen, liefst *real-time*. Maar waarom UAV's niet tevens gebruiken als wapenplatform? Zeker in tijden van militaire operaties, waarin het verlies van bemanningen strategisch-politieke consequenties heeft. We



Afb. 2 Ook kruisraketten, zoals de Tomahawk, hebben een klein radarreflecterend oppervlak

zien al een toenemend gebruik van kruisvluchtwapens. UAV's met offensieve taken hebben al een naam gekregen: *Uninhabited Combat Aerial Vehicles* (UCAV). USA, Frankrijk en Engeland doen al onderzoek naar 'robotbommenwerpers'. Het Pentagon wil UCAV ná 2020 in bedrijf nemen.

Voor de luchtverdediging zijn onbemande vliegtuigen vooral een probleem vanwege hun zeer kleine radar-doorsnedes. Ergo, deze trend stelt hoge eisen aan de sensoren van luchtverdedigingssystemen.

● *Proliferatie van vliegtuigen, bewapening en technologische kennis*
De beëindiging van de bipolaire machtsstructuur (het Warschaupact versus de NAVO) heeft een mondiaal proces in gang gezet waarin een ieder vliegtuigen, bewapening en technologische kennis kan kopen. Regeringen binnen toekomstige crisisgebieden die in het verleden niet beschikken over een hoogwaardig lichtpotentieel, kunnen zich dat snel verwerven. Het vooraf inschatten van de risico's bij inzet van Nederlandse eenheden in toekomstige crisisgebieden heeft dan ook een korte geldigheidsduur. De 21-ste eeuw vereist een luchtverdedigingssysteem dat zich snel kan aanpassen aan wijzigende omstandigheden.

● *Toenemend gebruik van Electronic Warfare*

Inzet van airpower op grote schaal zonder *Electronic Warfare* (EW) is eind deze eeuw reeds ondenkbaar geworden. Zien zonder gezien te worden. Zien zonder dat de tegenstander beseft, dat hij gezien is. Zelf blijven waarnemen, maar de tegenstander blind maken. Bestrijden zonder zelf bestreden te worden. *Electronic Protection Measures* en *Electronic Counter Measures* nemen hand over hand toe. Deze trend zal zich onverkort voortzetten in de 21-ste eeuw en stelt steeds hogere eisen aan de sensoren van luchtverdedigingssystemen.



Afb. 3 De toenemende WRD maakt ook de bestrijding van de ingezette bewapening noodzakelijk

men. Immers, elke EW-actie leidt tot een EW-reactie. Een toekomstig luchtverdedigingssysteem zal dan ook naast uitstekende EPM moeten gaan beschikken over sensoren in diverse frequentiegebieden van het elektromagnetisch spectrum.

De luchtdreiging werd in de 20-ste eeuw aanvankelijk gegenereerd door bemande vliegtuigen. De luchtverdediging richtte zich primair op de (tijdige) bestrijding van de wapenplatforms. Nieuwe luchtdreigingskarakteristieken worden *toegevoegd* aan bestaande, maar *vervangen ze niet*. Met andere woorden: de luchtverdediging in de 21-ste eeuw wordt geconfronteerd met steeds méér dreigingsvariabelen. Niet alleen de wapenplatforms, maar ook de ingezette bewapening dient te worden bestreden.

Luchtverdedigingsprincipes

Een luchtverdedigingssystemen dat het huidige dreigingspectrum in zijn geheel kan bestrijden, bestaat niet en zal in de komende decennia – ook met de meest optimistische verwachtingen betreffende de technologische vooruitgang – niet worden geproduceerd. Een adequate luchtverdediging omvat dus een combinatie van elkaar

aanvullende wapensystemen. De NAVO categoriseert luchtverdedigingssystemen in:

- * *Very Short Range Air Defense-systems* (VSHORAD's)
Met een horizontaal bereik van maximaal 6 kilometer en een verticaal bereik van maximaal 3 kilometer.
- * *Short Range Air Defense-systems* (SHORAD's)
Met een horizontaal bereik van maximaal 12 km en een verticaal bereik van maximaal 6 kilometer.
- * *Surface-to-Air Missiles* (SAM's voor de lange en middellange afstand).
- * *Air Defense Fighters*

Voor de beveiliging van objecten en eenheden heeft de AOAD een combinatie van deze categorieën nodig. VSHORAD's om zeer laag vliegende doelen en bewapening te bestrijden; SHORAD's om vitale objecten te beveiligen tegen vliegtuigen die hun bewapening op grotere afstand inzetten. In verticale zin levert deze combinatie een (beperkte) gelaagde luchtverdediging op. In combinatie met SAM-wapensystemen is een gelaagde luchtverdediging tot grote hoogte mogelijk. Een juist gebruik van de complementaire eigenschappen van de verschillende systemen leidt tot een optimale effectiviteit. →

In gebieden waarin de (grondgebonden) luchtverdediging geen (volledige) bescherming kan geven, bieden Air Defense Fighters uitkomst. Dit kan zich onder meer voordoen bij verplaatsingen.

De KL-luchtverdediging beschikt momenteel over uitsluitend VSHORAD's: de PantserRupsTegenLucht-doelen (PRTL), het wapensysteem Flycatcher/40L70G en de Stinger. De eerste twee zijn kanonsystemen, de laatste is een raketsysteem. Operationeel treedt binnen de KL de Stinger altijd op in combinatie met een kanonsysteem: met PRTL of met Flycatcher/40L70G. (11 Lumlbrig is met uitsluitend Stingers aan de grondgebonden zijde op deze regel een uitzondering.)

Het principe van de combinatie wordt ingegeven door de verschillen in wapensysteemeigenschappen. De behoefte van de KL aan SHORAD's is onderkend. Rond de eeuwwisseling zullen deze wapensystemen de KL instromen. Aangenomen mag worden dat het om een raketsysteem gaat.

De Nederlandse AOAD kan uitsluitend een gelaagde luchtverdediging produceren met steun van de KLU-TRIAD's (een combinatie van PATRIOT, HAWK en Stinger). Met andere woorden, in onze krijgsmacht is een gelaagde luchtverdediging uitsluitend door *joint* optreden te realiseren.

Een gelaagde opbouw van luchtverdediging is altijd een uitgangspunt geweest. Een combinatie van systemen met verschillend vuurbereik (SHORAD, VSHORAD, SAM en Air Defense Fighters) levert een gelaagde luchtverdediging op. Een combinatie van raket- en kanonsystemen draagt eveneens bij tot de gewenste flexibiliteit.

Deze twee luchtverdedigingsprincipes worden met historische voorbeelden onderbouwd.

Vietnam

Tijdens de Vietnamoorlog werd de SA-2 (van Russische makelij) voor het eerst ingezet. Deze raket was aanvankelijk zeer effectief door de onbekend-

heid met het SHORAD-systeem in combinatie met het ongeloof van de Amerikaanse piloten dat de vijand over zulke systemen beschikte. Spoedig ontwikkelden de Amerikanen tegenmaatregelen. Het aantal kills verminderde snel toen de Amerikanen veel lager gingen vliegen en zo de SHORAD-systemen 'ondervlogen'. Gevolg was wel dat de Amerikaanse vliegtuigen nu binnen het schootsbereik van de VSHORAD-kanonsystemen kwamen, waardoor het aantal kills van de VSHORAD's toenam.

Tussen 4 augustus 1964 en 29 oktober 1969 verloor de VS 919 vliegtuigen boven Noord-Vietnam: 92 (10 procent) door luchtgevechten, 64 (7 procent) door SHORAD-raketsystemen en 763 (83 procent) door VSHORAD-kanonsystemen.

De combinatie van SHORAD's en VSHORAD's scoorde 827 kills: 90 procent van het totaal.

Egypte

Na het debacle van de Zesdaagse Oorlog had het Egyptische leger haar lessen geleerd. Tijdens de Yom Kippoor Oorlog (1973) verloor de Israëliëse luchtmacht 120 vliegtuigen: 5 procent door luchtgevechten en 15 procent door verschillende omstandigheden. De resterende 80 procent kwam voor rekening van de Egyptische AOAD, die bestond uit een combinatie van SHORAD's en VSHORAD'S. De VSHORAD's waren bovendien een combinatie van raket- en kanonsystemen.

Huidige AOAD-wapensystemen

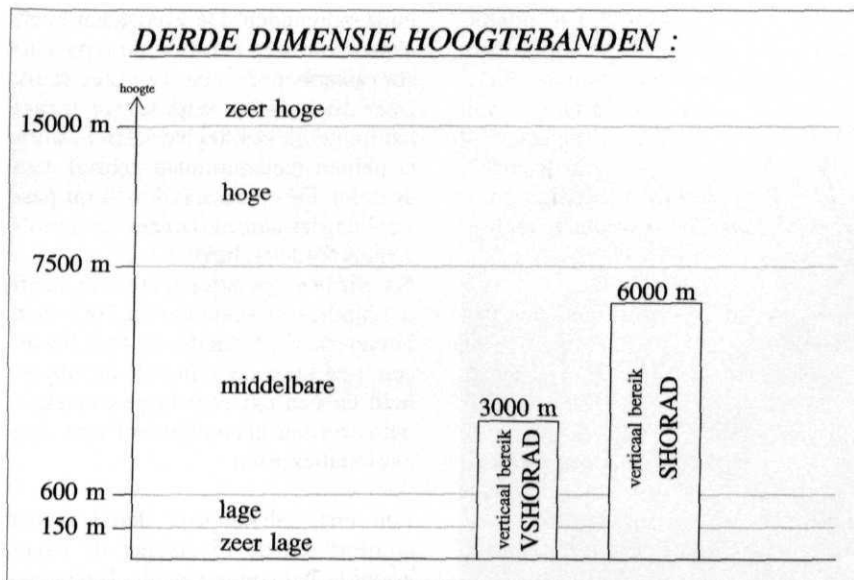
Om gefundeerd uitspraken te kunnen doen over een ook in de toekomst effectieve én betaalbare luchtverdediging, moeten we wat dieper ingaan op de luchtverdedigingskwaliteiten van de huidige VSHORAD-systemen van de KL.

Stinger

De Stinger is een draagbaar raketsysteem met een maximale effectief bereik van 6 kilometer horizontaal en



Afb. 4
Een Stingerraket op
weg naar zijn doel



Afb. 5 Derde dimensie hoogtebanden

circa 3 kilometer verticaal. Omdat de Stinger tijdens zijn vlucht nog stuurcorrecties kan doorvoeren, is de Stinger een zeer effectief VSHORAD-middel tegen vliegtuigen die voortdurend manoeuvreren. Daarnaast is het een zogenaamd passief wapen omdat het voor doelopsporing en sturing gebruik maakt van ultraviolet en infrarood technieken, waarbij het wapen zelf geen energie uitzendt. (Door deze eigenschappen worden Stinger en kanonsystemen ingezet in combinatie met kanonsystemen; een kanonsysteem heeft een zeer korte reactietijd en is bij uitstek geschikt voor het kosteneffectief bestrijden van vliegtuigen, die eenparig rechtlijnige koersen vliegen). Eénmaal een *lock-on*, dan snelt hij met 2.2 mach naar zijn doel. De nieuwste versie van de Stinger (waarover de KL, KLu en KM beschikken) laat zich niet meer misleiden door *flares*.

Elke vliegtuigbemanning huivert dan ook om een gebied binnen te (moeten) vliegen waar Stingerteams zijn ontplooid. De crew krijgt bij een *lock-on* geen voorwaarschuwing, anders dan dat je hem misschien ziet aankomen. De kans om een Stinger uit te manoeuvreren is nagenoeg nihil. Als VSHORAD-systeem heeft

de Stinger een relatief grote reactietijd: 10-15 seconden.

De Stinger is een raketsysteem. Alle raketsystemen hebben ten opzichte van kanonsystemen een relatief groot inwendig dood volume. Dit betekent dat na lancering van de raket in het eerste deel van de vluchtbaan geen bestrijding kan plaatsvinden. Het VSHORAD-systeem Stinger heeft een inwendig dood volume van 1 kilometer; zie hier een reden om ook over kanonsystemen te willen beschikken.

Kanonsystemen

De Nederlandse AOAD beschikt over twee kanonsystemen: de PRTL en de Flycatcher/40L70G. Deze kanonsystemen hebben een zeer klein inwendig dood volume, namelijk 300 meter. Een belangrijker voordeel van een kanonsysteem ten opzichte van raketsystemen is de korte reactietijd. Vijandelijke vliegtuigen in de zeer lage en lage hoogteband worden in de praktijk door de heersende terreinomstandigheden relatief laat opgemerkt door de radar. Elke seconde telt dan. Kanonsystemen kunnen na detectie binnen 6 seconden luchtdoelen bestrijden!

PRTL wordt Cheetah

Deze reactietijd maakt de PRTL een

effectief VSHORAD-luchtverdedigingsmiddel tegen laagvliegende 'ogenblikdoelen'. De PRTL is eind jaren zeventig bij de KL ingestroomd als antwoord op de toenemende dreiging van laagvliegende vliegtuigen van het Warschaupact. De PRTL moest bovendien kunnen optreden in het voorste deel van de gevechtszone. Vandaar dat de mobiliteit en beschermingsgraad van de bemanning van dezelfde kwaliteit zijn als die van 'de manoeuvre'.

De PRTL is een volledig geïntegreerd luchtverdedigingssysteem op één platform: sensoren, vuurleidingsmodule, twee 35mm-kanonnen én munitie voor circa 15 bestrijdingen bevinden zich op hetzelfde platform.

Momenteel ondergaat de PRTL een Gevechts-Waarde-Instandhoudingsprogramma en gaat dan PRTL 35mm GWI heten. Dat is een mond vol; daarom noemen we hem *Cheetah*. (Deze naam is tevens een ode aan het eerste prototype in de zeventiger jaren: het prototype had de naam *Cheetah*.) Vóór de eeuwwisseling zijn de pantserluchtdoelartilleriebatterijen voorzien van de *Cheetah*. Dit kanonsysteem is zonder meer robuust, kan de (beweeglijke) manoeuvre beveiligen en heeft met nieuwe munitie (FAPDS) een effectief schootsbereik van 4,5 kilometer. De exploitatiekosten van dit systeem zijn relatief hoog. Tot 2015 is de KL bereid die inspanning te leveren. Rond 2015 is het systeem veertig jaar in de bewapening. Het is realistisch te veronderstellen dat het systeem dan (op technologische gronden) zal worden afgestoten. Het is nog maar de vraag of de aanschaf en exploitatie van een opvolgend geïntegreerd luchtverdedigingssysteem op één platform wel binnen de conceptuele en financiële kaders valt. Maar daarover straks meer.

Flycatcher/40L70G

Het wapensysteem Flycatcher/40L70G is een kanonsysteem dat uit separate componenten is opgebouwd. De Flycatcher neemt de radarvuurleiding voor haar rekening en stuurt de beide kanonnen 40L70G (die elk



Afb. 6 Het radarvuurleidingssysteem Flycatcher, waaraan de KL twee kanonnen 40L70G koppelt

maximaal 500 meter van de Flycatcher in stelling staan) aan. De 'G' staat voor gemoderniseerd. Het wapensysteem is in 1991 beschikbaar gekomen van de Nederlandse AOAD en bedoeld voor de beveiliging van relatief statische objecten. Voor verplaatsingen worden de drie hoofdcomponenten separaat getrokken door een voertuig. Dit impliceert dat dit wapensysteem gedurende het verplaatsen – in tegenstelling tot de Cheetah – geen luchtverdedigings-taak kan uitvoeren. Daar staat tegenover dat het systeem beter door de lucht is te transporteren.

De Flycatcher/40L70G heeft geprofiteerd van de technologische progressie in de jaren tachtig. In vergelijking met de Cheetah beschikt de Flycatcher over een moderner radarsysteem, waardoor ook luchtdoelen met een kleine radardoorsnede – zoals UAV's en kruisvluchtwapens – in track genomen kunnen worden. Omdat de kanonnen zijn voorzien van *proximity-fuze* (nabijheidsbuis) muni-

tie, kunnen onbemande vliegtuigen vervolgens ook effectief worden bestreden. De Cheetah is daartoe niet in staat. Daarnaast is de Flycatcher voorzien van moderne technische *Electronic Protection Measures* (EPM). Dat maakt het radarvuurleidingssysteem weerbaarder onder EW-

omstandigheden. De Flycatcher heeft naast radar nog een tweede type sensor aan boord: een tv-volgcircuit. Deze Elektro-Optische sensor maakt het mogelijk ook luchtdoelen in track te nemen met minimaal gebruik van de radar. De tv-track is dus 'semi-passief' en dat kan in diverse scenario's grote voordelen hebben.

Na vijf jaar operationeel te zijn, heeft de huidige Flycatcher/40L70G zich binnen de Nederlandse AOAD bewezen. Een hoge operationele inzetbaarheid en een extreem hoge trefzekerheid worden gecombineerd met lage exploitatiekosten.

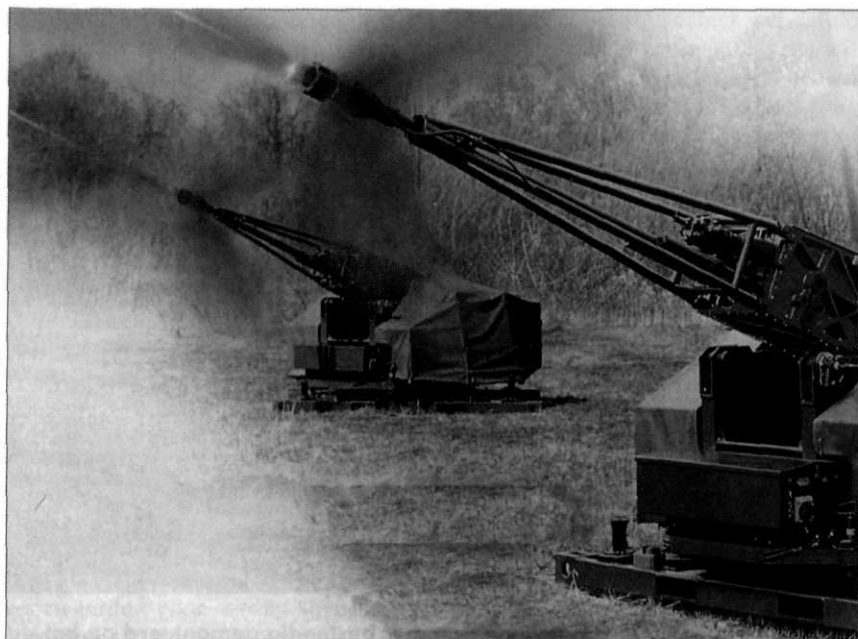
Een niet onbelangrijk detail is het comfort dat de Flycatcher de tweekoppige bemanning biedt. De interieurruimte in combinatie met de klimaatbeheersing maken het mogelijk vele uren achtereen in de hoogste graad van waakzaamheid te functioneren. Dit is des te belangrijker bij langdurige inzet. Hierdoor wordt een bijdrage geleverd aan het noodzakelijke voortzettingsvermogen. Kortom, de huidige Flycatcher/40L70G (met een effectief schootsbereik van 4,5 km) is het modernste VSHORAD-kanonsysteem binnen de Nederlandse AOAD.

Groeipotentie

In tegenstelling tot het geïntegreerde wapensysteem Cheetah heeft de



**Afb. 7
Het kanon
40L70G**



Afb. 8 De revolvergun. De kracht van dit snelvuurkanon zit in de hoge vuursnelheid: 1000 schoten per minuut. Het kanon is standaard uitgerust met een Vo-meetbasis, die ook geschikt is voor het gebruik van AHEAD-munitie

Flycatcher/40L70G meer technische uitgroeimogelijkheden. Substantiële verbeteringen zijn zowel mogelijk in het sensordeel, rekendeel als qua munitie. Er kan nog meer gebruik worden gemaakt van Elektro-Optische sensoren, zoals een infrarood sensor in combinatie met een Laser Afstand Meter (LAM). Het gaat dan niet alleen om de keuze welke sensor in een scenario de voorkeur geniet. Informatie uit verschillende sensoren kan gecombineerd worden en leidt (onder diverse weersomstandigheden) tot betere doelinformatie. Met toekomstige verbetering van de reken capaciteit in combinatie met een nieuwe rekenmethode gebaseerd op het *Point Mass Model* is het mogelijk de exacte baan van projectielen in detail te berekenen. Ook meteorologische invloeden worden hierbij verwerkt. Nauwkeuriger vluchtbaangegevens leiden niet alleen tot verhoogde trefkansen, maar hierdoor is tevens effectief gebruik van *programmeerbare* munitie – zoals 3P munitie – mogelijk.

3P staat hierbij voor *Programmable*

Prefragmented Proximity fuzed ammunition. Deze munitie is een verdere ontwikkeling van de binnen de Nederlandse AOAD aanwezige proximity fuzed ammunition. Bij 3P munitie blijft de proximity-functie aanwezig, maar de munitie is ook te programmeren met een *time delay*-functie. Dit houdt in dat munitie kan worden getempereerd. Luchtdoelen die door een sensor zijn gedetecteerd en zich vervolgens achter een dekking verschuilen (helikopters) kunnen dan zonder *line-of-sight* toch worden bestreden. Bovendien wordt hierdoor de kans om kleine doelen uit te schakelen vergroot.

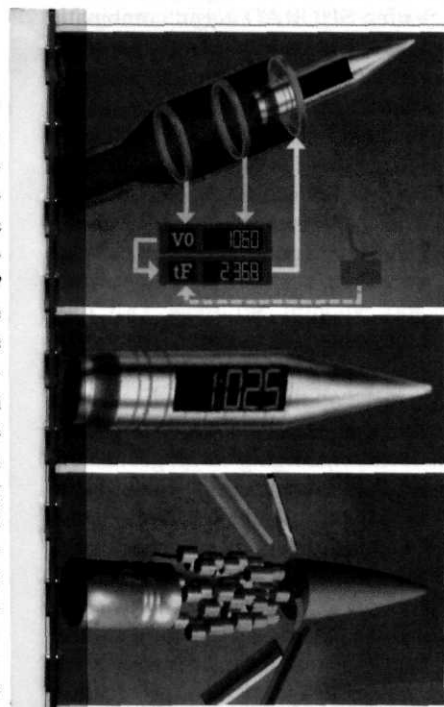
De groeipotentie van de Flycatcher/40L70G, als modulair concept, kan ook in andere richtingen gevonden worden. De Flycatcher is een radar-voorleidsysteem dat andere componenten aanstuurt. Die componenten zijn nu twee kanonnen 40L70G, maar ook een launcher met raketten is aan te koppelen.

Een nieuwe ontwikkeling is de koppeling met een 35mm revolvergun.

Dit kanonsysteem heeft een buitengewoon hoge vuursnelheid (circa 1000 schoten per minuut). Als optie is waarschijnlijk een koppeling mogelijk met de Flycatcher.

Als de 35mm revolvergun wordt voorzien van AHEAD-munitie, dan levert dat een wapensysteem met een hoogwaardige bestrijdingscapaciteit tegen direct naderende 'kleine' doelen op korte afstand.

Er is nog een andere ontwikkeling gaande. Het kanon 40L70G kan ook zelf worden uitgerust met een volgradar. De radar wordt dan vast op de loop gemonteerd, hetgeen kleine systeemfouten elimineert. Hierdoor wordt ook de trefkans op kleine doelen verbeterd. Tevens is het mogelijk meerdere doelen tegelijk te bestrijden.



Afb. 9 AHEAD-munitie
Het principe van AHEAD-munitie is gelegen in de detonatie van het projectiel op circa 10 meter afstand van het doel. De detonatie veroorzaakt een *burst* met 152 kleine cilindertjes, die de trefkans fors verhoogt. De tempering van het projectiel vindt plaats tijdens het passeren van de derde ring in de Vo-meetbasis

Een radar is actief en dat is niet in elk scenario gewenst of afdoend. Het alternatief is een Elektro-Optisch, dus passief, sensorpakket. Ook dat is in principe mogelijk. Bij deze ontwikkeling moeten wel vraagtekens worden gezet bij de uitgroeimogelijkheden van de Flycatcher, zowel voor wat betreft de hardware (computercapaciteit en sensoren) als de software.

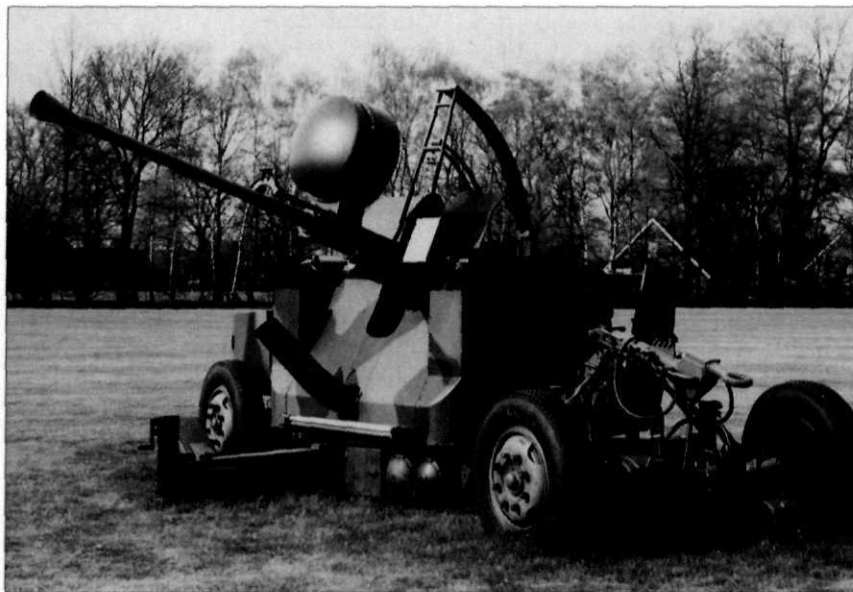
In de huidige Nederlandse AOAD is de Cheetah het luchtverdedigingsmiddel bij uitstek voor de bescherming van de (beweglijke) manoeuvre tegen wapenplatforms, die een klokronde dreiging genereren tot 3000 meter *above ground-level*.

Voor de beveiliging van vitale objecten is de Flycatcher/40L70G het aangewezen wapensysteem. Objectbeveiliging vereist per definitie een gelaagde luchtverdediging. De aan te schaffen SHORAD zal in combinatie met de Flycatcher/40L70G die gelaagde luchtverdediging kunnen produceren. Zowel de Cheetah als de Flycatcher/40L70G wordt gemengd met draagbare Stingers.

Binnen de huidige Nederlandse AOAD heeft met name de Flycatcher/40L70G groeipotentie.

Mission Statement

Er is reeds de conclusie getrokken dat de luchtverdediging wordt geconfronteerd met steeds méér dreigingsvariabelen. Niet alleen wapenplatforms (gevechtsvliegtuigen en helikopters), maar ook de bewapening (inzetmiddelen) moet kunnen worden bestreden. Na 2000 zullen bovendien onbemande vliegtuigen (met inbegrip van kruisvluchtwapens) een substantieel deel van de luchtdreiging genereren. Onbemande vliegtuigen zijn kleiner en genereren dus minder radarreflectie. Stealth-technieken, toegepast bij vliegtuigen, hebben hetzelfde effect. In de praktijk betekent dit dat doelen later opgemerkt worden. Het is dus duidelijk dat effectieve bestrijding steeds hogere eisen stelt aan de sensoren, de vuurleiding én de munitie.



Afb. 10 ASADS is een volgradar, schokbestendig gemonteerd op het kanon. Indien meerdere kanonnen met ASADS gekoppeld zijn aan een overzichtsradar, dan kunnen ook meerdere doelen tegelijk worden bestreden met de gewenste trefkans

Omdat ook de letaliteit van air-to-ground wapens steeds verder toeneemt, neemt de noodzaak om te kunnen beschikken over adequate luchtverdediging zeker niet af. Maar hoe is een adequate luchtverdediging te realiseren met krimpemde defensiebudgetten?

Voor we aan beantwoording van deze vraag toekomen, kijken we eerst nog naar het Mission Statement van de KL. Dit zegt immers dat de KL overal in de wereld moet kunnen worden ingezet in het kader van zowel gevechtsoperaties als vredesondersteunende operaties. De omgevingsfactoren zullen per inzetgebied verschillen. Per inzetgebied en per conflict varieert ook de luchtdreiging: kwalitatief, kwantitatief en operationeel.

Een voorbeeld om dit duidelijk te maken: zelfs als er (aanvankelijk) in het inzetgebied geen reële luchtdreiging wordt onderkend, wil dat nog niet zeggen dat er geen behoefte aan *bescherming* zou zijn. Luchtverdediging is dus een integraal deel van het KL-grondoptreden.

De doelstelling van de operatie en de daaraan gerelateerde *Rules Of Enga-*

gement dicteren de vrijheid van handelen van de luchtverdediging. De minimale optie is het leveren van een bijdrage aan luchtruimbewaking. De sensoren waarover de AOAD beschikt, vormen een bij uitstek geschikt middel voor het waarnemen en registreren van vliegbewegingen op lage en zeer lage hoogtes. Bij eventuele escalatie kan eenvoudig en flexibel worden overgegaan op de luchtverdedigingstaak. Dat een uit losse componenten opgebouwd systeem voor zo'n situatie een voor de hand liggende keus lijkt, is evident.

Luchtverdediging ná 2000

Om meer richting te geven aan het denken over een luchtverdedigingsconcept anno 2000 moeten we wat dieper ingaan op de kenmerken van het luchtverdedigingsproces zelf. En meer in het bijzonder op het zogenaamde vuurleidingsproces.

Een effectieve Nederlandse AOAD in de 21-ste eeuw vereist flexibiliteit. Per operatie zijn alle omgevingsfacto-

ren variabel: weer, terrein en dreiging. Voor elke luchtruimbewakings- of luchtverdedigingstaak dient de Nederlandse AOAD een passende *task-force* te kunnen samenstellen. Dat vereist het beschikbaar zijn van een variatie in sensoren, adequate rekencapaciteit en een combinatie van kanonnen met munitie en platformen met raketten.

Toekomstige operaties waarbij de Nederlandse AOAD betrokken is, zijn de facto joint operaties, alleen al omdat eigen vliegtuigen in de luchtsteunrol boven het operatiegebied van ontplooiende landstrijdkrachten een *minimum-risk-garantie* moeten hebben. Een flexibel *airspace control system*, dat luchtverdedigingsystemen strak aan de touwtjes houdt, is een voorwaarde voor zo'n succesvol optreden.

De Nederlandse AOAD dient in de toekomst te beschikken over technische bouwstenen (lees: modules), waarmee elke luchtruimbewakings- en luchtverdedigingstaak op maat kan worden uitgevoerd. De filosofie van de Nederlandse AOAD na 2000 moet dus zijn gebaseerd op een modulair luchtverdedigingsconcept.

Betaalbaarheid

Van alles meer? Hoe zit het dan met de betaalbaarheid? Vanzelfsprekend zal de technologie zich ook in de 21ste eeuw blijven ontwikkelen. Een aantal ontwikkelingen noemden we al. De ervaring leert dat de investeringskosten dan ook stijgen. Maar hoe kun je nieuwe technologische oplossingen voor je luchtverdedigingsprobleem blijven implementeren én tegelijk de kosten en (financiële) risico's zo beperkt mogelijk houden? Ook hier leidt modulair denken tot oplossingen. Met modules kun je een op maat gesneden luchtverdediging opbouwen, waardoor bij eventuele inzet inhoud kan worden gegeven aan het begrip 'doelmatigheid'. Bovendien kan 'op maat' en gefaseerd worden ingespeeld op technologische ontwikkelingen. Bovendien kunnen tempoverschillen tussen de technologische ontwikkelingen van modules worden opgevangen. Voorwaarde bij een

modulair concept is echter wel dat de integratie van de modules gegarandeerd moet zijn. Bij wapensystemen die uit meerdere 'losse' componenten bestaan (bijvoorbeeld het Flycatcher/40L70G systeem) zijn dergelijke ontwikkelingen in vergelijking met een systeem als de PRTL eenvoudiger en dus goedkoper te realiseren. Opbouw van een aldus evenwichtig samengestelde luchtverdediging vereist studie, maar het resultaat zal naar onze mening zeker lonen. In principe is het overigens in zo'n concept mogelijk een wapenplatform met een langere dracht te koppelen aan een aangepaste vuurleidingscomponent.

Voortzettingsvermogen

Naast flexibiliteit en betaalbaarheid moet ook voortzettingsvermogen worden zeker gesteld. De Nederlandse AOAD zal in de toekomst luchtruimbewakings- en luchtverdedigingstaak langdurig moeten kunnen volhouden. Een hoge graad van inzetbaarheid is dan van belang, omdat dit bijdraagt aan het laag houden van de exploitatiekosten. Wapensystemen die zijn opgebouwd uit verschillende componenten verkeren op dit punt per definitie in een gunstiger uitgangspositie dan systemen waarbij alle delen op één platform zijn samengebouwd. Bovendien beschikken eerstgenoemde systemen vaak over een betere ergonomie en werkomstandigheden hetgeen zich (zeker bij langdurige inzet) direct vertaalt in de benodigde hoeveelheid personeel.

Anderzijds moeten we ons realiseren dat het takenpakket van de KL, vooral voor de manoeuvre, ook een wapensysteem vereist zoals de Cheetah. Hierdoor ontstaat een spanningsveld. De huidige in gebruik zijnde wapensystemen zijn in hoge mate verschillend in vormgeving en bediening. Dit leidde ertoe dat het bedienend personeel specialistisch werd opgeleid voor een bepaald luchtverdedigingswapensysteem. Het voordeel was een relatief goedkope opleiding, het nadeel dat er geen uitwisselbaarheid was van bedienend personeel.

Vooraf in een kleine organisatie leidt dit tot beperkingen in het voortzet-

tingsvermogen. Hoe kun je nu immers in een kleine organisatie met verschillende wapensystemen toch aflossingscapaciteit (een belangrijke voorwaarde voor voortzettingsvermogen) realiseren?

We kiezen voor ons antwoord een aantal invalshoeken:

- de personele,
- de logistieke en
- de organisatorische.

De personele invalshoek

Ook een modulair opgebouwde grondgebonden luchtverdediging moet beschikken over een variëteit aan VSHORAD- en SHORAD-capaciteiten.

Het keerpunt

Bij de instroom in 1985 van de draagbare Stinger heeft de KL snel ingezien dat voor de bediening ervan geen extra personeel kon worden aangetrokken. Daar de Stinger operationeel in combinatie met het kanonsysteem PRTL zou worden ingezet, werd elke bediening voortaan initieel opgeleid voor twee wapensystemen. Elke PRTL-bediening kan dus tevens als Stingerploeg optreden. Bij de implementatie van de Flycatcher/40L70G werd dit principe ook ingevoerd voor de bediening van de Flycatcher. Bij de invoering van de Flycatcher heeft de KL ook ervaring opgedaan met het omscholen van het (beroeps)personeel naar een ander gecompliceerd wapensysteem. Bovendien wordt voor de PRTL-opleiding en training reeds zeer lang gebruik gemaakt van geavanceerde opleidingsmiddelen, waardoor inzicht is ontstaan in trainingseffecten. Tevens is onderzoek gedaan naar de relatie tussen trainingsintensiteit en 'kennisverval'.

Het lijkt een open deur, maar toch blijkt er nogal eens lichtvaardig overheen te worden gestapt: opleiden zonder aansluitend intensieve training met een juiste herhalingsfrequentie en trainingsduur is verspilde energie. Daarentegen blijkt bij een juiste trainingsopbouw dat

vaardigheden – met behulp van de juiste trainingsmiddelen – weer relatief snel op een vereist niveau kunnen worden gebracht. Er zijn dus mogelijkheden, maar dan moet uitwisselbaarheid een uitgangspunt worden van (nieuw) beleid, zowel op personeels- als materieelgebied.

Betekent dit dat de opleidingen dus langer worden en meer geld gaan kosten? Ja, als de bediening van verschillende luchtverdedigingswapensystemen een simpele optelsom is van de diverse deelopleidingen, dan kan men snel uitrekenen hoe lang een samengestelde opleiding en bijbehorende training gaat duren (en dus kosten). Een oplossing voor de problemen en de uit de pan rijzende kosten kan worden gevonden indien het bedienen van verschillende luchtverdedigingswapensystemen veel op elkaar gaat lijken. Een bedieningsopleiding op het ene wapensysteem dient dan een aanzienlijke kennisoverdracht te bezitten naar een ander wapensysteem. Dit betekent dat operationele behoeftestellers (veel meer dan in het verleden) de bedieningseisen moeten gaan beschrijven, waarbij een bepaald bedieningsconcept als uitgangspunt dient. Dit zou moeten leiden tot het streven naar een 'familie' van wapensystemen. Opleiding- en trainingskosten kunnen hierdoor worden bespaard, en bij een juiste invulling van zo'n familie van wapensystemen treden tevens besparingen op in de logistieke ondersteuning.

SHORAD-visie bij de lua
Eerder is al gesteld dat op de korte termijn de KL-SHORAD behoefte zal worden ingevuld. Daarbij wordt gestreefd naar een identieke *Man-Machine-Interface* (MMI) met bestaande VSHORAD-systemen. Na 2000 dient dit loffelijke streven daadwerkelijk te worden vertaald in een operationele eis.

De logistieke invalshoek

Hoe ingewikkelder een (geïntegreerd) wapensysteem, hoe meer personeel er nodig is voor het handhaven van de

inzetbaarheid. Dat bewijst de Cheetah. In de 21-ste eeuw moet vooral gelden: elke logisticus is er in principe één te veel. Genuanceerder gesteld: om een operatie lang te kunnen voortzetten, hebben we dus wapensystemen nodig, die een hoge inzetbaarheid genereren met een lage logistieke inspanning. Ook hier draagt modulair denken en 'familievorming' een oplossing aan. Besparingen op logistiek gebied dragen bij aan een beter voortzettingsvermogen; een effect dat nog wordt versterkt indien hierdoor 'vrijkomend' personeel kan worden aangewend voor uitbreiding van de directe gevechtskracht (lees: voldoende luchtverdedigingspersoneel). Daarmee is het voortzettingsvermogen van de AOAD gediend. In de 21-ste eeuw moeten levensduurkosten van luchtverdedigingswapensystemen als belangrijk uitgangspunt voor verwerving dienen.

Joint optreden

Toekomstige inzet van de Nederlandse krijgsmacht in gevechtsoperaties en vredesondersteunende operaties zal een joint optreden zijn. Het Pentagon concludeerde na de Golfoorlog dat elke toekomstige militaire

operatie per definitie een joint operatie zal zijn. Dat vereist effectief en efficiënt samenwerken.

Strijdig met dit principe is het feit dat de huidige Flycatcher twee versies kent: een KL- en een KLu-versie. Dat maakt bedienend personeel moeilijker uitwisselbaar. De opleiding van KLu-bedieningen en KL-bedieningen vindt gescheiden plaats, door verschillende opleidingscentra. Het identiek maken van beide varianten van de Flycatcher is een eerste noodzakelijke stap om de opleiding & training interservice (en dus kostenbewust) te realiseren. De extra winst is een groter voortzettingsvermogen bij de operationele inzet van dit VSHORAD-wapensysteem in toekomstige militaire operaties.

*Stinger-opleiding is interservice
Een goed voorbeeld van krijgsmachtbreed kostenbewust opleiden is de opleiding en training van Stinger-bedieningen. Zowel de KLu, het Korps Mariniers als de KL is uitgerust met de Stinger. Alle opleidingen vinden centraal op de School Luchtdoelartillerie plaats. Het interservice-principe*



Afb. 11 De opleiding van de Stingerbedieningen wordt momenteel al interservice gerealiseerd in Ede. Voor het Korps Mariniers, de Koninklijke Luchtmacht en de Koninklijke Landmacht zijn 'paarse' Stingertrainers beschikbaar

wordt ook toegepast voor de aanvullende training in de parate periode. De Stingersimulatoren in Ede (inbegrepen de KL- en KLu-instructeurs) staan alle krijgsmachtdelen ter beschikking. Impliciet is daarmee een krijgsmachtbreed potentieel aan Stingerbedieningen geproduceerd, die zodanig uitwisselbaar zijn in joint operaties.

Conclusies

Militaire operaties zijn in de 20-ste eeuw in toenemende mate geconfronteerd met het fenomeen luchtdreiging. Luchtdreiging noodzaakt tot bescherming. Luchtdreiging is het bestaansrecht van luchtverdediging, dus ook van de KL-luchtverdediging. In kwalitatieve zin evolueert de luchtdreiging: aan bestaande kwaliteiten worden nieuwe dreigingsvariabelen toegevoegd. Die trend zet zich in de 21-ste eeuw voort.

Luchtverdedigingssystemen zijn complexe en dus dure wapensystemen. De jongste KL-missie vereist dat luchtverdedigingssystemen in vredesondersteunende operaties ook luchtruimbewakingstaken kunnen uitvoeren. Hoe kan de Nederlandse AOAD zijn missie in de 21-ste eeuw effectief én betaalbaar blijven uitvoeren? De missie zal in de 21-ste eeuw vooral maatwerk-oplossingen vereisen voor luchtverdedigings- en luchtruimbewakingsvraagstukken. De AOAD van de KL moet dan vooral een flexibele organisatie zijn, die elke opdracht – waar ook ter wereld – langdurig kan voortzetten.

De huidige AOAD is onder meer toegerust met het VSHORAD-systeem Cheetah (de gevechtswaarde-instandgehouden PRTL), dat tot 2015 hét luchtverdedigingsmiddel is voor de bescherming van de manoeuvre tegen (bemande) vliegtuigen in de zeer lage en lage hoogteband. Dit kanonsysteem treedt doctrinair op in combinatie met het draagbare VSHORAD-raketsysteem Stinger. Daarnaast be-

schikt de huidige AOAD over het VSHORAD-systeem Flycatcher/40L70G voor de beveiliging van objecten. Ook daar is de combinatie met Stinger aanwezig. Maar dat is niet genoeg: objectbeveiliging vereist een gelaagde luchtverdediging én een lange arm. Een SHORAD-systeem komt eraan.

Effectief én betaalbaar na 2015 vereist anders denken: modulair denken. Modulair, gerelateerd aan de stappen in het vuurleidingsproces. Dat vuurleidingsproces kent grofweg drie fasen: *vinden, binden en slaan*. Voor elke fase moet de AOAD meerdere technische opties beschikbaar hebben om elke opdracht effectief te kunnen uitvoeren. Immers, ook in de 21-ste eeuw zal er geen luchtverdedigingswapensysteem kunnen worden ontwikkeld dat het gehele luchtdreigingsspectrum kan neutraliseren. Een combinatie van kanon- en raketsystemen en een gelaagde luchtverdediging blijven dus basis-uitgangspunten. Een modulair opgebouwde Nederlandse AOAD biedt perspectief om nieuwe technologie stapsgewijs te implementeren. Er wordt steeds een module in het vuurleidingsproces vervangen, niet een compleet luchtverde-

digingswapensysteem. Bij voorkeur vervangt een nieuwe module de zwakste schakel in de ketting, waarmee het eindproduct ook stapsgewijs verbetert. Investerings kunnen daardoor in de tijd worden gespreid, wat de betaalbaarheid ten goede komt. Het *voortzettingvermogen* van (vooral vredesondersteunende) operaties, waarbij de AOAD luchtruimbewakingstaken of luchtverdedigingstaken uitvoert, vereist dat bedienend personeel uitwisselbaar is. Met andere woorden: bedienend personeel dient in staat te zijn met elk VSHORAD- en SHORAD-wapensysteem te kunnen opereren. Bedieningsconcepten van verschillende AD-wapensystemen moeten daarom (nagenoeg) identiek worden zodat er een familie van wapensystemen ontstaat.

Naast modulair-denken zal joint-denken én handelen een eis worden om de totale gevechtskracht van de grondgebonden luchtverdediging zowel kwalitatief als kwantitatief betaalbaar te houden. De Nederlandse samenleving verwacht in de volgende eeuw een effectieve en betaalbare krijgsmacht, waarvan een capabele luchtverdedigingscomponent een hoeksteen is.

ADROE	Air Defense Rules of Engagement
AGL	Above Ground Level
AOAD	Army Organic Air Defense
ECM	Electronic Counter Measures
EPM	Electronic Protection Measures
EW	Electronic Warfare
LAM	Laser Afstand Meter
NATINAD	NATo INtegrated Air Defense
PRTL	Pantser-Rups-Tegen-Luchtdoelen
ROE	Rules Of Engagement
RPV	Remote Piloted Vehicles
SM	Surface to Air Missiles
SHORAD	SHORt Range Air Defense
TICCS	Target Information Command and Control System
TRIAD	Tripple Integrated Air Defense
UAV	Unmanned Aerial Vehicles
UCAV	Uninhabited Combat Aerial Vehicles
VSHORAD	Very SHORt Range Air Defense
WRD	Weapon Release Distance

Afb. 12 Lijst van gebruikte afkortingen