

Trends in de ontwikkeling van antitank geleide wapens en munities

De nieuwe mogelijkheden die moderne technologie biedt, doen vertrouwde grenzen vervagen. Wat is een wapen, wat is munitie? Wat is een geleid wapen en wat is een slimme munitie? Volgens de Grote Winkler Prins is een wapen een strijdwerktuig van de mens tegen mens en dier, en een munitie een verzamelnaam voor te verschieten, te lanceren of te deponeren strijdmiddelen als kogels, granaten, raketten, bommen, torpedo's, handgranaten, mijnen, enz.

Vóór de Tweede Wereldoorlog waren wapens ongeleid. Of een doel werd getroffen of niet, werd bepaald door twee foutenbronnen:

1. de fouten als gevolg van de misoriëntatie van de schietbuis van het wapen ten opzichte van het doel en de slingeringen van de munitie in de schietbuis tijdens het afvuren;
2. de fouten ten gevolge van afwijkingen in de uitwendige ballistiek van de munitie gedurende de vlucht (windfluctuaties, verschillen in ballistische weerstand munitie, enz.).

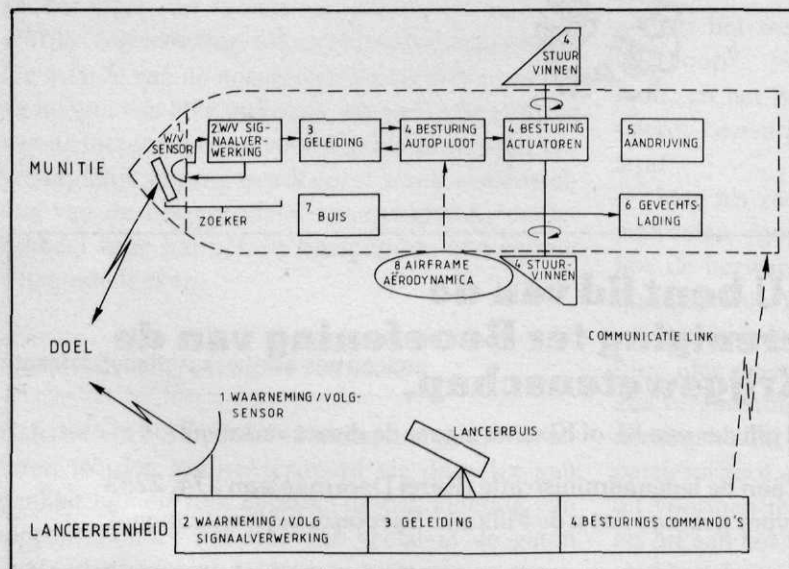
Door deze twee foutenbronnen wordt op grotere

afstand uiteraard de trefkans steeds geringer, vooral tegen bewegende doelen.

Na de Tweede Wereldoorlog ziet men dat geleide wapens een steeds belangrijker deel van de bewapening gaan uitmaken, enerzijds door hun grotere nauwkeurigheid en anderzijds doordat ze doelen op grotere afstand kunnen bestrijden. Wat zijn geleide wapens? Geleide wapens zijn, alweer volgens de Grote Winkler Prins, wapens die een gevechtslading naar een verwijderd doel kunnen transporteren via een geheel of gedeeltelijk boven het aardoppervlak verheven baan, welke baan na het lanceren nog kan worden gewijzigd of gecorrigeerd.

Het geleide wapen, in het Engels guided missile, wordt onderverdeeld in een munitie, die wordt gelanceerd, en een lanceereenheid. De belangrijkste componenten/functies in een geleid wapen zijn (in afb. 1 geschetst):

1. Waarneming/volgsensor, de ogen van het geleide wapen.
2. Waarneming/volgsignaalverwerking. Als men



Afb. 1 Componenten van een geleid-wapensysteem en hun onderlinge functioneringsrelaties; de nummering verwijst naar de in de tekst aangehouden volgorde. Te zien is hoe componenten 1 t/m 3 in lanceereenheid of munitie kunnen zijn geplaatst, terwijl nr 4, de besturing voor een deel, nl. de commando's, in de lanceereenheid kan blijven, maar de rest, nrs 5 t/m 8, is voorbehouden aan de munitie

de sensor de ogen noemt, kan men de signaalverwerkingscomponent aanduiden als het brein van het geleide wapen. Hier wordt de beslissing genomen of een doel een echt dan wel een vals doel is en of dat doel wordt bestreden. Ook ziet men dat er of een „man in the loop” blijft of dat het geleide wapen autonoom functioneert.

3. Geleiding, het proces om door overdracht van signalen naar het besturingsmechanisme van het airframe een geoptimaliseerde baan naar het doel te verkrijgen.

4. Besturing, het richten van airframebewegingen wat betreft snelheid en stand als gevolg van de werking van het besturingsmechanisme.

5. Aandrijving, die ervoor zorgt dat de munitie met voldoende snelheid voortbeweegt.

6. Gevechtslading, zijnde een springlading of penetrator voor het uitschakelen van het doel.

7. Buis, die de gevechtslading initieert.

8. Airframe, de omhulling die alle componenten samenhoudt.

De laatste vier componenten zijn altijd aan de munitie gekoppeld.

Met het voortschrijden van de techniek zijn de vrijheid van de ontwerper en het aantal keuzemogelijkheden flink toegenomen en kunnen de eerste vier componenten of in de munitie worden geplaatst of in de lanceereenheid blijven. Zij functioneren echter wel gezamenlijk in een zg. „closed loop”-systeem; d.w.z. dat er een iteratief proces is waarbij baanveranderingen ten opzichte van het doel worden waargenomen, aan de hand waarvan telkens nieuwe op te leggen baanwijzigingen worden berekend. Zij kunnen in de lanceereenheid zijn ingebouwd. Dit ziet men in de huidige anti-tank geleide wapens zoals Tow en Dragon. Daarbij is de schutter belast met het volgen van het doel. Het heeft als nadeel dat de schutter c.q. de lanceereenheid gedurende de vluchttijd van de munitie bezig blijft om deze op het doel te geleiden.

Een andere mogelijkheid is die van het *slimme wapen*. Dat is een wapen, waarbij de sensor en signaalverwerking gedurende de gehele of een gedeelte van de vlucht van het wapen functioneren zonder interventie van een menselijke operator.

Inbouw van de eerste vier componenten in de munitie is een kostbare oplossing, maar geeft ook de grootste flexibiliteit qua inzet en bedieningsge-

mak. In wezen is men dan weer terug in de oude „kanon en kogel”-situatie, waarbij nu echter de kogel zelf zijn baan bijstuurt, zodanig dat hij op grote afstand nog trefzeker is. Dit is de zg. fire & forget-situatie en in dit geval hebben wij te maken met een geleide munitie, waar de slimheid in de munitie is ingebouwd, d.w.z. een „*slimme munitie*”. Bij de slimme munitie kunnen wij nog onderscheid maken tussen de zg. „lock-on-before-launch” (LOBL) en de „lock-on-after-launch” (LOAL). Bij LOBL wordt door de operator het doel uitgekozen met behulp van een vizier en wordt deze doelinformatie doorgegeven aan de munitie, waarna de munitie kan worden afgevuurd en zelf haar doel zoekt. Een voorbeeld hiervan is de Trigat lange dracht, zoals wij later zullen zien. Bij LOAL wordt de munitie globaal in de richting van het doel verschoten, waarna ze in de eindfase zelf haar doel uitzoekt en ernaar toe manoeuvreert. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van een slim artillerieprojectiel 155 mm APM, waarop wij ook later zullen terugkomen.

Overigens kan men dit onderscheid ook maken bij „niet zo slimme munities”, zoals Copperhead of Hellfire. Deze worden verschoten en in de eindfase manoeuvreren ze naar een doel dat door een operator met een laser wordt aangestraald. Slimheid is in dit geval niet afkomstig van de munitie, maar van de operator die het doel selecteert en met de laser volgt.

Dreiging

Operationeel

In de conceptie van de verdediging tegen tankzware Warschau-Pacteenheden is het zaak te beschikken over een ruim aantal pantserbestrijdingswapens met voldoende effectiviteit, die qua kosten ver beneden die van een tank blijven. Deze eis lijkt gemakkelijker te vervullen dan in de werkelijkheid mogelijk blijkt.

In de eerste plaats is er bij de indirect vurende wapens, dus zonder een direct-zichtlijn, nauwelijks nog sprake van pantserbestrijding, doordat het produkt van trefkans en uitschakelkans te klein blijft. Verder komen de wapens die direct zicht op het doel vragen (vlakbaanvuur) door de numerieke overmacht tijd tekort om voldoende vuur te

kunnen uitbrengen, voordat zij zelf worden uitgeschakeld. Daarbij is een belangrijke factor dat de ontwikkelingen in pantsertechnologie de laatste 15 jaar onvoorstelbaar snel en omvangrijk zijn geweest. De tactische levensduur van ingevoerde antitankwapens is daardoor korter dan voorzien, terwijl alleen al de personeelskrapte maakt dat geen grotere aantallen zouden kunnen worden ingevoerd. Er is derhalve behoefte aan effectieve middelen die met grote vuursnelheid kunnen worden gelanceerd uit een goede bescherming en die op voldoende grote afstand tot het doel al kunnen worden ingezet.

In het kader van de Follow-on forces attack wordt het gevechtsterrein vaak in drie afstanden verdeeld (zie afb. 2).

— Zone 1, 0 - 5 km vanaf de voorste lijn eigen troepen (vlet), waarbij zich het gevecht van de vlakbaanwapens afspeelt tegen de voorste bataljons.

— Zone 2, 5 - 30 km, de zg. Shallow FOFA, wat ongeveer de dracht is van de vuurmondartillerie en multi-pele raketlanceerinstallaties. Hier dienen de 2e-echelonsbataljons en regimenten van de divisie te worden bestreden.

— Zone 3, 30 - globaal 100 km of meer, de zg. Deep FOFA. Hier dienen de 2e-echelonsdivisies van de legers te worden bestreden.

Technisch

De Russische tankontwerper heeft door het toepassen van laminaat en explosief reactief pantser de ballistische bescherming vooral voor vlakbaanvuur aan de frontzijde sterk opgevoerd. Invoering van composietpantser en combinaties zal de volgende stap zijn (afb. 3).

Technologie

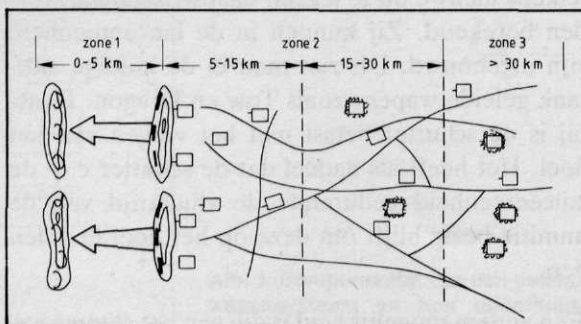
Gevechtslading en buis

In antwoord op de toegenomen bepantsering zal de prestatie van de kinetische-energiepenetrators verder moeten worden opgevoerd. Een grote verbetering in penetratordichtheid zit er niet in; een nog betere lengte-diameterverhouding van de penetrator bij gegeven materiaalsterkte en de hoge versnelling in het tankkanon ook niet. Bij toepas-

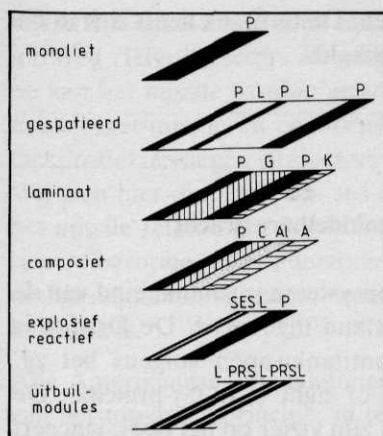
sing van een KE-penetrator bij één van de geleide-wapenconcepties (HVM) kan lengte en/of gewicht nog toenemen.

Een beperking echter, die zowel voor tankgeschut als voor geleid wapen geldt, is de snelheid waarmee de KE-penetrator wordt verschoten. Deze is gelimiteerd door de geluidssnelheid in een heet kruitgas, te weten ca. 2500 m/s. In de praktijk zal bij een nog acceptabel ballistisch rendement de snelheid aanmerkelijk lager liggen.

Wat betreft de in geleide wapens meestentijds toegepaste springlading van het type holle lading (zg. chemische-energiemunitie) ligt de zaak nog minder eenvoudig. De toegepaste pantsers zijn vooral effectief om de straal van een holle lading te verstoren. Conusvorm, fabricagetechniek en ontsteekafstand (stand-off probe) zijn praktisch reeds geoptimaliseerd. Een krachtiger springstof ligt niet in het verschiep. Alleen een zwaarmetalen bekleding zal enig soelaas bieden. Verdere toename van het kaliber stuit op bezwaren, zodat men ertoe neigt zijn toevlucht te nemen tot zg. top-attack, waar het pantser dunner is. Dit kan op verschillende manieren, als geschetst in afb. 4. Bij concepties 2, 3 en 4 vliegt de munitie in een horizontale baan over het doel en wordt de buis op nabijheid van het doel geïnitieerd, met als significant nadeel dat de verticaal of onder een hoek in de munitie opgestelde lading als gevolg van de vluchtsnelheidscomponent een snijdende werking heeft op het doel en daardoor minder ver penetreert. Bovendien is het kaliber noodzakelijkerwijs kleiner dan van de munitie. Indien de lading



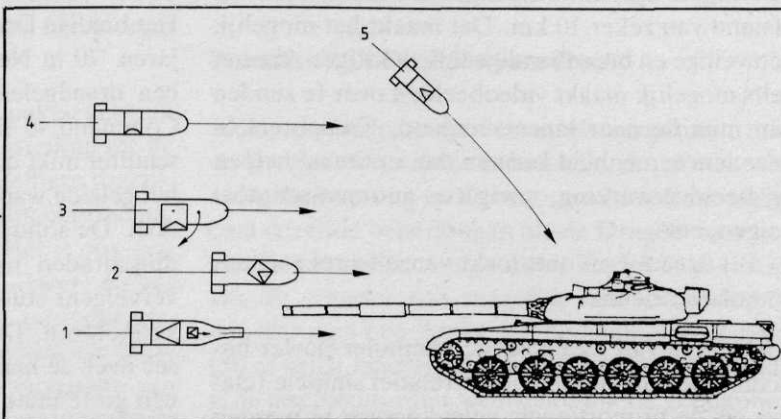
Afb. 2 Schematisering van de diepte van het door de vijand beheerste deel van het gevechtsterrein in zones. In zone 1 tot 5 km voor de voorste lijn eigen troepen verplaatst de aanvallende vijandelijke eenheid zich met 20 km/h ontplooid door het terrein en bestaat er, althans ten dele, direct zicht. In zone 2, van 5 tot 30 km, zijn de verplaatsingen in kolonne over wegen met 40 km/h; het deel vanaf 15 km wordt daarbij in 30 min afgelegd. In de diepte van deze zone en zone 3 bevinden zich verzamelgebieden



Afb. 4 Als gevolg van de zwaardere pantsers zijn met name bij de holle-ladingprojectielen nieuwe concepties nodig voor de tankbestrijding. Nr 1 is een zg. tandemlading waarbij de voorste lading explosief pantser triggert; nr 2 is een overvliegende top-attacklading zoals in het Zweedse Bill at-wapen; bij nr 3 is ook een nabijheidsbuis noodzakelijk, maar kan door het kantelen boven het doel een zwaardere lading worden toegepast; bij nr 4 maakte uit de vlakke-kegella-

Afb. 3 Overzicht van pantsertypen. Tot het einde van de jaren '60 werd vrijwel uitsluitend monoliet stalen pantser toegepast. Nadat aanvankelijk in het Westen verbetering werd

P pantserstaal, L lucht, G glas, K kunststofliner (PE), C keramiek, Al aluminium, A aramide, S staal, E springstof, R rubber



ding explosief gevormd projectiel, bestrijding op grotere afstand mogelijk (in dat geval is echter voor de activering een millimetergolfsensor nodig);

gezocht door toepassing van gespatieerde pantsers, werd in de Sovjet-Unie het laminaatpantser geïntroduceerd en vervolgens het explosief reactieve pantser als een toevoeging ter verhoging van de bescherming tegen holle ladingen. De Leopard-2-tank maakt gebruik van uitbuilmodules. In de toekomst zal het composietpantser belangrijk worden

bij nr 5 moet de munitie een bocht trekken en op het doel duiken, hetgeen hogere eisen aan de besturing stelt

juist voor het overvliegen wordt gekanteld is dit laatste bezwaar opgeheven maar blijft de snijwerking. Daarom wordt bij sommige concepties getracht de vluchtbana van de munitie steil naar beneden te richten (trajectory shaping, 5). De laatste mogelijkheid is de tandemlading (1) van twee achter elkaar geplaatste holle ladingen, waarbij de eerste de pantserkeramiek vernietigt of het reactieve pantser initieert, terwijl de hoofdlading met een zekere vertraging explodeert en het doel penetreert.

Sensor en signaalverwerking

Infrarood (3-5 en 8-12 μm)- en millimetergolf (35 en 94 GHz)-sensoren lijken het meest aangewezen om, onafhankelijk van weersomstandigheden en lichtniveau, een doel waar te nemen. De kosten zijn evenwel hoog en er dient vooral in geïntegreerde halfgeleidertechnieken te worden geïnvesteerd om het mogelijk te maken sensoren met voldoende resolutie beschikbaar te krijgen, die als verbruiksartikel in de munitie kunnen worden ingebouwd.

De beeldvorming en signaalverwerking die moeten leiden tot doelonderkenning zijn in de praktijk

van het gevechtveld met de uitgebreide achtergrondclutter nog gebieden die zeer veel onderzoek zullen vergen. Een volledig autonoom proces is kwetsbaar voor tegenmaatregelen en men moet voldoende flexibel zijn om passende tegen-tegenmaatregelen te kunnen toepassen. Met name in zone 1, waar de geringste misrekening fataal is, blijft een „man in the loop” te prefereren. Verrassing en misleiding zijn nu eenmaal essentiële, menselijke elementen in het gevecht die moeilijk voor automatisering in aanmerking komen.

Geleiding

In het verleden is voor communicatie van lanceer-eenheid naar munitie zowel draad- (dubbele dunne staaldraad) als draadloze (RF) geleiding toegepast. De eerste heeft het nadeel van massa- en afstandsbeperking; de tweede is stoorbaar. Thans gaan de ontwikkelingen in verschillende richtingen:

- Het missile kan op het doel worden geleid met een laserbundel. Nadeel is dat de tegenstander zal proberen de laserbundel met rook te verstoren. Men ziet dan ook ontwikkelingen van ver-infra-

roodlasers, zoals de CO₂-laser, die hiervan veel minder last hebben.

b. De storbaarheid van RF-geleiding kan sterk worden verminderd door gebruik te maken van zg. spread-spectrumtechnieken.

c. Fiberoptiek kan thans zo dun en toch zo sterk worden gemaakt, dat het mogelijk is een klos in een missile tijdens de vlucht af te wikkelen tot een afstand van zeker 10 km. Dat maakt het mogelijk een veilige en breedbandige link te krijgen, die het zelfs mogelijk maakt videobeelden over te zenden van munitie naar lanceereenheid. Computers in deze lanceereenheid kunnen dan optimaal helpen bij beeldverwerking, navigatie, automatisch doel volgen, enz.

d. Bij fire&forget ontbreekt vanzelfsprekend een communicatielink.

Als gevolg van toenemende computer-power behoeft geleiding niet meer via relatief simpele relaties als de proportionele geleidingswet te worden gerealiseerd.

Besturing

De aërodynamische vlakken hebben een grote tijdsconstante (reageren trager) en zijn kwetsbaar, vandaar dat thans ook een impuls-kruitgasstraal voor besturing wordt gebruikt door het op tijd openen en sluiten van kleppen of het tot explosie brengen van overlangse strippen stuwstof.

Voortstuwing

Ten einde de te overbruggen afstand in een zo kort mogelijke tijd af te leggen is er een streven naar hogere snelheid. Nieuwe raketstuwstoffen bieden zich aan met hogere specifieke impuls en weinig rook, maar om redenen van gewicht en kwetsbaarheid krijgt het ramjet-principe met een op zich niet explosieve brandstof steeds meer aandacht. Ook ziet men zg. „pulserende” raketmotorontwikkelingen, waarbij men meer vrijheid heeft de stuwkracht als functie van de tijd te regelen, zodat men meer dracht of meer wendbaarheid verkrijgt.

Airframe

Bij toepassing van een kanon als lanceerbuis zullen het airframe, maar ook de sensors en elektronica bestand moeten zijn tegen hoge kortstondige

versnellingskrachten. De techniek heeft zich in dit opzicht goed ontwikkeld.

Ontwikkelingen

Zone 1 — ATGW middelbare dracht

Het huidige Dragonsysteem is aan het eind van de jaren '70 in Nederland ingevoerd. De Dragon is een draadgeleid antitankwapen volgens het zg. Command to line of sight (CLOS)-principe. De schutter mikt door zijn vizier op het doel, lanceert het geleide wapen en houdt de kruisdraden op het doel. De stuurcommando's worden via de verbindingsdraden naar het wapen doorgegeven, dat vervolgens stuurt door het afvuren van kleine raketmotoren. De vluchttijd is relatief lang, ca. 12 sec over de maximale dracht van 1000 m, en er is een grote mate van training vereist van de operator om het wapen goed te geleiden.

Bij het concipiëren van eisen voor een opvolger heeft het Amerikaanse leger dan ook hoge prioriteit gegeven aan bedieningsgemak. Gegeven daarnaast dat het systeem een goede penetratie tegen het frontpantser van moderne Sovjetrussische tanks moet hebben en ook nog draagbaar moet zijn, komt men al gauw op een kostbare oplossing. Zo verandert de naam van het programma van Imaaws in Rattler en heet het nu Advanced anti-armour weapon system medium (AAWS-M; zie afb. 5). Voor AAWS-M zijn in 1986 contracten voor een technologiedemonstratieprogramma van 27 maanden gegund aan drie fabrikanten: Texas Instruments, Ford Aerospace en Hughes.

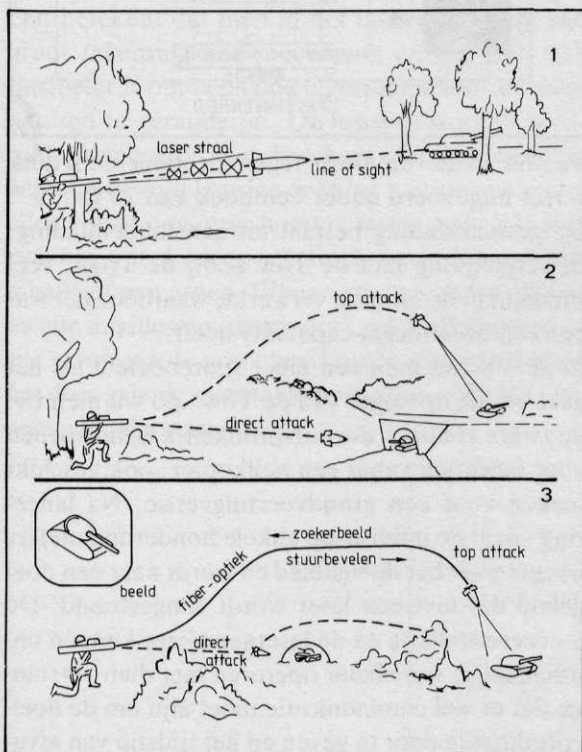
De laatste ontwikkelt een missile met fiberoptiekgeleiding voor middelbare dracht. Het principe is hetzelfde als van de in de volgende sectie behandelde grote broer voor de lange dracht, maar hier dan meestal in de LOBL-modus.

Ford Aerospace komt met een laserbeam-rider-versie, o.a. gebaseerd op hun Shillelagh-ervaring. Texas Instruments mikt op een missile dat bijna identiek is aan het voorheen geheten Tankbreaker-programma. Dat was toen gesponsord door Defense Advanced Research Projects Agency. Het maakt gebruik van een afbeeldende IR-zoekop met LOBL. Ook dit missile is ontworpen om gemakkelijk te bedienen: de schutter ziet door de missilezoeker het doel op een scherm. Na inscha-

kelen zijn enkele seconden nodig om de Imaging infrared (IIR)-detectors af te koelen. Na acquisitie kan het missile worden gelanceerd. Het is een fire&forget-missile en ontworpen om een top-attackprofiel te vliegen (trajectory shaping).

Wij zien hier duidelijk een strijd tussen enerzijds het missile relatief goedkoop houden (laserbeam-rider, fiberoptiek) en anderzijds het missile van de nodige slimheid voorzien, waardoor fire&forget mogelijk is.

Alle Amerikaanse ontwikkelingen maken gebruik van het top-attackprincipe, in tegenstelling tot de Europese ontwikkeling Trigat middelbare dracht, die gebruik maakt van een direct-attackprincipe, dat dan een tandemlading vereist. Het is ook een laserbeam-rider (waarschijnlijk CO₂-laser) en besturing geschiedt op basis van het zg. pif-pafprincipe, dat is een pulsbesturing door middel van kortbrandende kruitladingen bij het zwaartepunt, ge-



Afb. 5 Het middelbare-drachtwapen kan op het doel worden geleid door middel van een laserstraal (laserbeam-rider) als in 1. Daarentegen laat het fire&forget-principe de schutter meer vrij. In conceptie 2 wordt dit gerealiseerd via een lock-on before launch via een infraroodbeeld van het doel op een zg. focal plane array halfgeleidersensor. Naar keuze kan nog voor een vlakke of top-attackbaan worden gekozen, met meer kans op uitschakeling in het laatste geval. Bij gebruikmaking van een fiberoptiek-link met het wapen kan de schutter tijdens de vlucht nog ingrijpen (nr 3)

combineerd met aërodynamische besturing met vinnen.

Dit project zal, evenals AAWS-M, vermoedelijk pas medio de jaren '90 een uitontwikkeld produkt opleveren, wat betekent dat er mogelijk een gat is in de opvolging van de Dragon. Men is dan ook in de VS druk bezig om de Bofors Bill en de Milan-2 te evalueren als mogelijke interimoplossing.

Prestaties ATGW middelbare dracht

Indien de laser-beamrider wordt vergeleken met de Dragon zien wij dat er niet echt een grote technologische sprong is. Operationeel heeft men globaal dezelfde beperkingen als de Dragon voor het vinden van goede vuurposities. De kwetsbaarheid van de schutter kan mogelijk iets verminderen, doordat men ook denkt aan bediening op afstand (50 m vanaf lanceereenheid). Aan de andere kant is de laserbeam-rider waarschijnlijk de goedkoopste oplossing voor een in grote getale aan te schaffen „man portable“-systeem.

Het met fiberoptiek geleide missile middelbare dracht kan goed uit dekkingen worden verschooten, wat de kwetsbaarheid van de schutter aanmerkelijk vermindert.

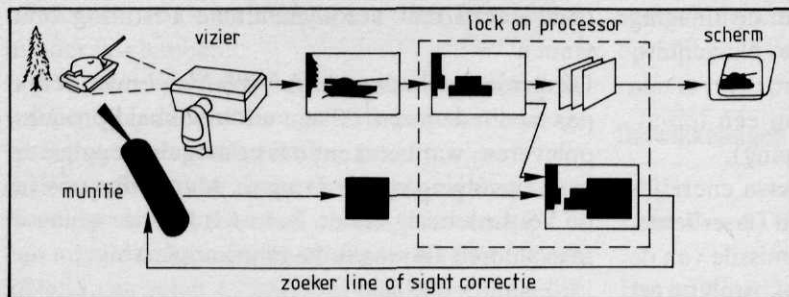
Het „Tankbreaker-analogon“ is het gemakkelijkst te bedienen, omdat het een fire&forget-systeem is, maar het wordt wel omschreven als een „gold plated“-oplossing.

Op te merken valt nog, dat men in verschillende landen de ATGW middelbare dracht niet meer zo zeer ziet als een wapen voor de infanterie te voet, maar meer als een systeem voor een infanterievoertuig. In combinatie met de aanmerkelijk grotere dracht (2 km of meer) wordt het verschil tussen de huidige lange-drachtsystemen en deze middelbare-drachtontwikkelingen steeds kleiner.

Zone 1 — ATGW lange dracht

Alvorens in te gaan op de diverse ontwikkelingen zal een korte beschrijving van het Tow-systeem worden gegeven. De Tow is in het midden van de jaren '70 bij de Koninklijke landmacht ingevoerd. Inmiddels is het systeem onder pantser geplaatst, de zg. prat, en is het 's nachts te gebruiken door invoering van het nachtvizier Antas-4A en de Tow2-munitie.

De bediening is simpel: evenals de Dragon vol-

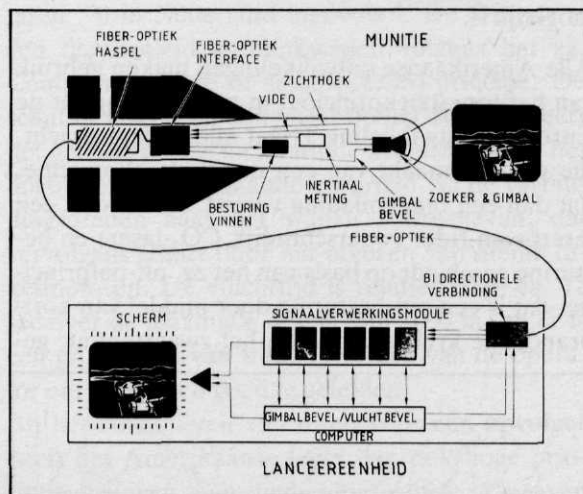


Afb. 6 Het lock-on-gebeuren via het vizierbeeld en de overneming door de munitiesensor. De afbeelding van het doel wordt in de processor versimpeld teneinde met een minimum aantal pixels te kunnen volstaan. Tijdens de vlucht wordt het beeld van het doel snel groter en de memory wordt telkens „ververst”

gens het CLOS-principe. De operator moet gedurende de gehele vlucht, d.w.z. 20 sec over maximaal 3,75 km, het doel volgen en kan zich daarbij niet bezighouden met een ander doel. De gevechtslading bestaat uit een holle lading, geïnitieerd door een zg. stand-off probe.

Als verbeterde versies van de Tow2 ziet men de Tow2A en de Tow2B die behalve enkele verbeteringen in de geleiding voornamelijk verbeteringen in gevechtsladingprestatie bieden. Gegeven het feit dat er over de gehele wereld honderdduizenden Tows zijn verkocht met de erbij behorende lanceereenheden heeft Hughes met eigen geld een ontwikkeling gestart: de Tow2N. Deze zou een „kleine” modificatie van de lanceerinrichting vragen en maakt gebruik van een beveiligde radiofrequentielink, waarbij dus draad kan verdwijnen. In plaats van de haspel met draad kan men dan extra raketbrandstof gebruiken, waardoor meer dracht wordt verkregen. Tevens zou men een aanmerkelijk hogere snelheid kunnen bereiken, mogelijk zelfs supersoon.

Voor een derde generatie ATGW ziet men in Europa de lange-dracht Trigat-ontwikkeling van Euro-missile Dynamics. Het principe is als volgt (zie afb. 6). Met een thermisch-IR-vizier zoekt de operator zijn doel. Zodra hij dat heeft gevonden „merkt” hij het te bestrijden doel op zijn beeldscherm. De IIR-zoeker in de munitie wordt naar het doel gericht tot het beeld overeenkomt met het vizierbeeld. Dan wordt een automatische lock-on verkregen en kan de Trigat worden afgevuurd. De operator kan onmiddellijk na een lock-on een nieuw doel bestrijden. De Trigat kan zowel van een grondvoertuig, eventueel met eleveerbaar platform, als van een helikopter worden gelanceerd tegen een tank als primair doel, maar ook tegen een helikopter. Lancering geschiedt onder een hoek van 10°, en op een hoogte van ca. 80 m wordt een voorgeprogrammeerde koers gevlogen,



Afb. 7 Het fiberoptiek geleide missile

waarna in de eindfase tegen de tank een duik wordt uitgevoerd onder een hoek van 20 tot 30°. De gevechtslading bestaat uit een tandemlading. In vergelijking met de Tow is bij de Trigat veel slimheid in de munitie verwerkt, waardoor het wapen een fire&forget-capability heeft.

In de VS ziet men een meer-sporenbeleid als het gaat om de opvolger van de Tow. Zo wil men bv. de zware Hellfire, die oorspronkelijk is ontworpen voor lancering vanaf een helikopter, ook geschikt maken voor een grondvoertuigversie. Na lancering vliegt de munitie op enkele honderden meters hoogte naar het doelgebied en wordt naar een doel geleid dat met een laser wordt aangestraald. De lanceerinstallatie en de laseraanwijzer kunnen onafhankelijk van elkaar opereren met dien verstande dat er wel communicatie moet zijn om de doelcoördinaten door te geven en het tijdstip van afvuren van de Hellfire. Ook is men bezig een nieuwe zoekkop voor Hellfire te ontwikkelen, nl. Imaging infrared (IIR), waarmee de laseraanwijzer overbodig wordt en men in wezen op hetzelfde principe als de Trigat uitkomt.

Een ander spoor in de VS is het Fiber optic guided missile (FOG-M, zie afb. 7), bedoeld voor afstanden tot 10 km, althans op dit ogenblik. De sleutel

in het geheel is een optische fiber met een buiten-diameter van 0,3 mm en treksterkte van ca. 135 MPa. Men is erin geslaagd deze draad af te wikke-len over 10 km van een spoel met een lengte van 30 cm en een diameter van 15 cm. Wat is nu het grote voordeel van een dergelijke fiberoptiek? Men kan een volledig beeld overzenden naar de lanceer-eenheid van wat de zoekkop ziet. Omgekeerd kan de zoekkop vanaf de lanceerinrichting worden be-diend, zodat hij de horizon scant. Er is dus een two-way-communicatie in één draad. Het beeld komt op een display van de lanceereenheid, waar-na een doel kan worden uitgekozen waarop men kan inzoomen. Indien het een echt doel is gaat de munitie automatisch op haar doel af door middel van stuurcommando's vanaf lanceereenheid via fi-beroptiek naar munitie (autotrack).

Bovendien is een groot voordeel dat de volledige signaalverwerking en alle berekeningen plaatsvin-den bij de lanceereenheid en niet in de munitie. Dat betekent dat men in het lanceervoertuig een groot rekentuig kan meenemen en dat men ook flexibeler is om bepaalde algoritmen voor doelsig-naturen te veranderen. De missiles worden verti-caal gelanceerd. Dat betekent dat het voertuig achter elke willekeurige dekking kan staan en men alleen maar ongeveer hoeft te weten waar het doel zich bevindt. Lancering kan plaatsvinden van een missile of een groep. Bij een groep worden op één na alle missiles op „autopilot” gezet. Het ene mis-sile wordt via de vorenbeschreven procedure naar het doel geleid, waarna de procedure voor het vol-gende missile start.

In Europa wordt op eigen initiatief door MBB en Aerospatiale, min of meer in concurrentie met de eigen Trigat, gewerkt aan een fiberoptiekconcep-tie: Polyphem.

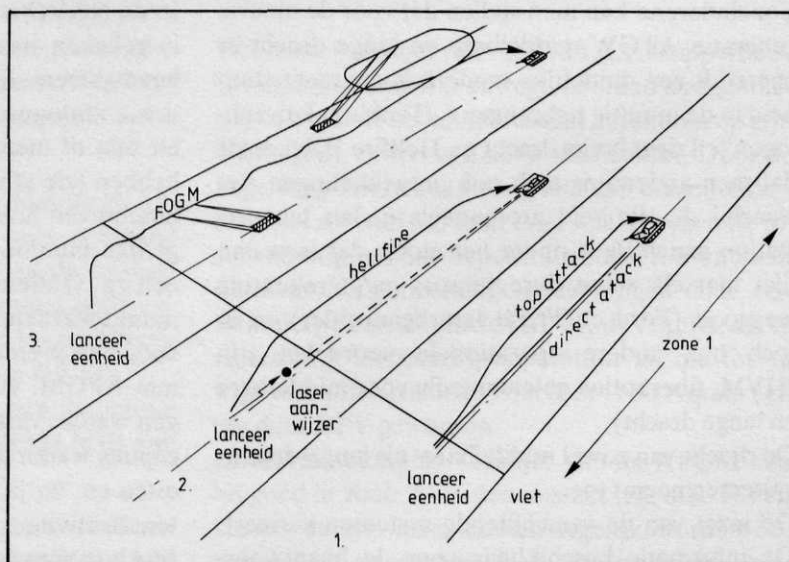
Een derde spoor in de VS in het zg. Hypervelocity missile (HVM). Het belangrijkste verschil met een „normaal” geleid wapen is, dat men gebruik maakt van een ander letaal mechanisme, nl. een KE-penetrator. Deze wordt met behulp van een grote boost-raketmotor op een snelheid van ca. 1500 m/s gebracht. Met behulp van een FLIR wordt het doel waargenomen, waarna een CO₂-la-ser het HVM naar zijn doel geleidt. Besturing vindt plaats met aan de voorkant bij de penetrator geplaatste kruidladingen.

Prestaties ATGW lange dracht

In afb. 8 zien wij de diverse ATGW lange-dracht-systemen naast elkaar.

Indien nu een Trigat lange dracht (of een Hellfire IIR) wordt vergeleken met een Tow zien wij een grote sprong. Vrijwel alle functies die bij de Tow nog in de lanceereenheid waren zijn nu in de mu-nitie gebracht. Dit heeft natuurlijk het geweldige voordeel van een fire&forget-systeem, d.w.z. een hoge vuursnelheid en kleinere kwetsbaarheid. Een beperking blijft dat men in het terrein goede vuurposities moet vinden met goede schootsvel-den. Men heeft hiertoe de lanceereenheid uitge-rust met eleveerbare platforms, een soort hoog-werkers tot ca. 12 m. Of een dergelijke hoogte vol-

Afb. 8 De zware at geleide-wapen-concepties (lange dracht): nr 1 wer-kend via LOBL en een beeldvormen-de infraroodsensor; nr 2 op basis van een doelaanwijz laser, en nr 3 via een fiberoptiek-link



doende is om de grote dracht uit te buiten is de vraag!

Bij het fiberoptiek geleide wapen is het verschil met de Tow dat de sensor in de munitie aanwezig is. Dit betekent dat FOG-M niet afhankelijk is van een goede vuurpositie omdat de „ogen” altijd vanaf een zekere hoogte (100 tot 300 m) onder een gunstige hoek in het terrein kijken. De afscherming van het terrein is zeer gering en men kan het dan ook gebruiken op wat grotere drachten waar normaal het oog niet reikt. De slimheid zit niet in de munitie maar in de lanceereenheid zodat niet met elk schot duur rekentuij wordt weggegooid. De fiberoptiek-link is veilig; de invalshoek op het doel is gunstig met het oog op de bepantsering. Een nadeel kan de relatief lange vluchttijd zijn.

Bij het HVM is de besturing volledig in de munitie. Doordat men nu de lastige geleidingsdraad kwijt is kan men hoge snelheden bereiken, waarbij in dit geval een andere gevechtslading, een KEPenetrator, kan worden gebruikt. Door de hoge snelheid is de tijd dat men bezig is om het missile op het doel te geleiden gering, zodat een hoge vuursnelheid kan worden gehaald. Als beperking geldt ook hier dat men goede vuurposities moet hebben met grote schootvelden.

Alle systemen hebben een grotere dracht dan de huidige Tow2. Tevens ziet men dat de systemen een goede capability hebben als antihelikopterwapen.

Conclusies zone 1

Concluderend kan men stellen dat voor de nieuwe generatie ATGW middelbare en lange dracht er enerzijds een duidelijke tendens is om meer slimheid in de munitie te brengen („Tankbreaker-analogon”, Trigat lange dracht en Hellfire IIR), maar dat men anderzijds toch ook ontwikkelingen ziet waarbij de slimheid grotendeels in het lanceestation aanwezig is onder het motto dat men dan niet met elk schot dure sensors en/of rekentuij weggooit (Ford en Trigat laserbeam-rider) en er toch ook andere operationele voordelen zijn (HVM, fiberoptiek geleid missile voor middelbare en lange dracht).

De dracht van zowel middelbare- als lange-dracht-systemen neemt toe.

De inzet van de verschillende systemen varieert. De informatie beschikbaar voor de beantwoor-

ding van de vraag „hoe effectief zijn de systemen en hoe groot zijn de kosten?” is op het moment onvoldoende.

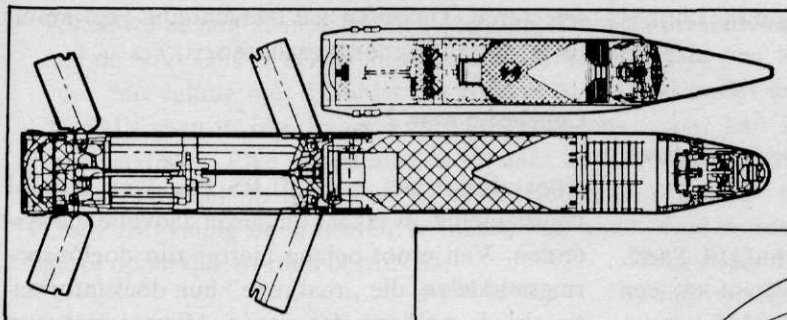
Zone 2 — 155 mm autonome precisie geleide munitie (APGM)

Alvorens in te gaan op de internationale APGM-ontwikkeling zal een korte beschrijving van het huidige Copperheadstelsel, zoals in de VS in gebruik, worden gegeven. De Copperhead is een artillerieprojectiel, dat in de eindfase wordt geleid op een doel dat door een operator wordt aangestraald met een gecodeerde laserstraal. Ernstige beperkingen in het gebruik van de Copperhead zijn:

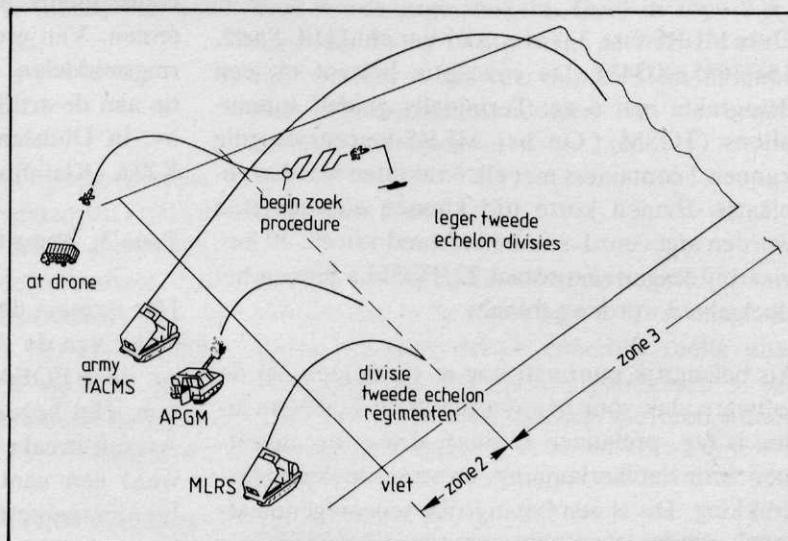
1. laserstraal werkt in het nabije IR (1,06 μm) waardoor onder laaghangende wolken en verminderd-zichtcondities geen missie mogelijk is;
2. voor de missie moet er een ononderbroken LOS zijn van het doel naar de FO, die een laser-aanwijzer bedient. Het aanstralen duurt 15 sec; dat betekent in het algemeen een vuursnelheid van hooguit 1 Copperhead per 20 sec;
3. voor een juiste timing bij het aanstralen is de communicatie van batterij naar voorwaartse waarnemer cruciaal; dat betekent dat aan het communicatienetwerk speciale eisen worden gesteld ten aanzien van Copperheadmissies.

De gebruiker heeft voorts grote bezwaren tegen het feit dat de munitie groot en zwaar is, wat nogal wat logistieke nadelen heeft.

In de NAVO is nu een studie uitgevoerd, waarbij is gekeken naar een opvolger van het Copperheadstelsel. Een dergelijk stelsel zou zich zelf, d.w.z. autonoom, naar het doel moeten geleiden en min of meer een standaardgeometrie moeten hebben (zie afb. 9). Een NAVO-werkgroep heeft beschreven hoe de karakteristieken van een dergelijke munitie zouden zijn en die neergelegd in een zg. Outline NATO staff target (ONST). Die munitiekarakteristieken dienden als een basis voor een prefeasibility study betreffende een 155 mm APGM, waarbij de belangrijkste doelstellingen waren: vast te stellen of er levensvatbare concepties waren te identificeren conform de ONST-eisen en, zo ja, of die concepties een goede kosteneffectiviteit hadden, alsmede wanneer invoering is te verwachten.



Afb. 9 Het 155 mm Copperhead artillerieprojectiel (onder) en in vergelijking daarmee één van de concepties van de nog te ontwikkelen volledig autonome APGM (autonomous precision guided munition) die de afmeting heeft van een gewoon 155 mm brisantprojectiel



Afb. 10 Overzicht van systemen voor bestrijding van pantser in de diepte

Aan de NATO industrial advisory group (NIAG) werd gevraagd of men bereid was een dergelijke studie uit te voeren. De NIAG nam de opdracht aan en in mei 1984 werd NIAG SG15 gevormd om de studie uit te voeren. Ca. 130 experts van ca. zestig industrieën uit 11 landen namen deel. Eind 1985 werd het eindrapport geproduceerd. Er waren negen tekenbordontwerpen bedacht. Belangrijke variaties hierin waren o.a.: lengte van het projectiel (liefst < 90 cm); IR- of MMW-zoeker en ophanging daarvan (vaste of cardanische ophanging); vin- of spingestabiliseerd; aërodynamische of impulsbesturing; type gevechtslading; unitair projectiel of submunitie; eventuele extra aandrijving.

Een aantal van de concepties werd door de NIAG als levensvatbaar beschouwd en een schatting werd gemaakt van de effectiviteit en de kosten, zodat een kosteneffectiviteit kon worden gegeven. De landen waren van mening dat de kosteneffectiviteit van de munitie voldeed aan hun normen. Voor wat betreft de invoering van een dergelijke munitie denkt de NIAG aan de tweede helft van de jaren '90.

Op dit ogenblik zijn onderhandelingen gaande om met acht landen een zg. expanded feasibility fase

uit te voeren. Hierbij zou dan een aantal concepties, bv. 3, nader moeten worden uitgewerkt. Industriële consortia zullen in deze fase vooral de kritische technologieën moeten bestuderen en demonstreren. Ook zal een zekere integratie van de technologieën al in deze fase zijn vereist en ook gedeeltelijk in hardware moeten worden gedemonstreerd.

Prestaties APGM

Het grote voordeel van APGM t.o.v. Copperhead is de grotere dracht (vanwege de standaardgeometrie, zie afb. 9) en het feit dat hij autonoom op zijn doel afgaat, d.w.z. zelf het doel uitzoekt. Door de beperking van het aanwezig zijn van een ononderbroken LOS van FO naar doel was in wezen de inzet van Copperhead beperkt tot zone 1. Men heeft dit in de VS gedeeltelijk ondervangen door een Remotely piloted vehicle (RPV), de Aquila, uit te rusten met laseraanwijsapparatuur en die toe te wijzen aan de artillerie. Hierdoor is de Aquila een erg duur RPV geworden.

Door het autonome karakter van de APGM kan hij goed in zone 2 worden ingezet (zie afb. 10) en kunnen tevens meer doelen tegelijk worden bevuurd. Men streeft tevens ernaar de afstand waar-

bij voor eigen troepen nog veilige inzet mogelijk is zo klein mogelijk te houden, zodat een inzet in zone 1 ook goed mogelijk is.

Zone 2 — Multiple launch rocket system (MLRS), fase 3

Over MLRS fase 3 is al eerder bericht (*Mil. Spect.* 154(1985)(8)348). De conceptie bestaat uit een draagraket met 6 zg. Terminally guided submunitions (TGSM). Op het MLRS-lanceervoertuig kunnen 2 containers met elk 6 raketten worden geplaatst. Binnen korte tijd kunnen alle raketten worden afgevuurd over een afstand van ca. 40 km, waarbij desgewenst totaal 72 TGSM's binnen het doelgebied worden gebracht.

Als belangrijk punt valt nog te vermelden dat de software vlak voor het afvuren in de TGSM te laden is (zg. prelaunch setting), d.w.z. de algoritmen voor doelherkenning, en valse-doelenonderdrukking. Dit is een belangrijke tegentegenmaatregel, omdat eventuele veranderde doelsignalen door aanpassing van de software van het doelherkenningsalgoritme kunnen worden ondervangen. In de tweede helft van 1987 zullen belangrijke demonstraties plaatsvinden, waarbij de kritische technologieën zullen worden getoond.

Prestaties MLRS fase 3

Het systeem kan goed worden ingezet tegen relatief grote doelen in zone 2 (zie afb. 10), zoals colonnes op de weg die met zekere snelheid voortbewegen. Daar de ballistische fout van de draagraket relatief groot is (inherent aan raketten), is een inzet dicht bij eigen troepen, d.w.z. in zone 1, aan beperkingen onderhevig.

Bij een inzet van meer submunities (minimaal 6) tegen relatief grote doelen is de doelselectielogica van zeer groot belang, vooral in relatie met het effect, ofwel het niveau van uitschakeling dat men wenst te bereiken. Alhoewel men een zekere slimheid in de munitie aanbrengt is die toch onvergelelijkbaar met de menselijke intelligentie om op onverwachte situaties te reageren. Hoe hoger het gewenste niveau van uitschakeling, bv. meer dan de helft van een tankeenheid, hoe meer moeite de munitie zal hebben de overlevende tanks eruit te

selecteren. Daardoor zal onevenredig veel munitie hiertegen worden verschoten.

Conclusies zone 2

Voor zone 2 ziet men MLRS fase 3 en APGM voornamelijk als elkaar qua inzet aanvullende systemen. Van groot belang hierbij zijn doelopsporingsmiddelen, die „real time” hun doelsinformatie aan de artillerie doorgeven. Hiertoe ziet men bv. in Duitsland de ontwikkeling van het RPV KZO (Kleinfluggerät für Zielortung).

Zone 3: Army tactical missile system (ATACMS)

Het systeem dat de meeste aandacht krijgt in het kader van de Follow-on forces attack (met name zg. deep FOFA) is het Army tactical missile system. Het begon allemaal in 1978-'82 met het zg. Assault-breakerprogramma. Bij dit programma werd een aantal technologieën gedemonstreerd bij draagraketten met submunities:

1. nauwkeurige geleiding van moederraket met laserringyro (zg. simplified inertial guidance);
2. het op de juiste manier uitstoten van een aantal submunities (TGSM's);
3. met passief IR onderkennen van gronddoelen;
4. het overdragen van doelinformatie gedurende de vlucht (mid-course updating).

De resultaten van het Assault-breakerprogramma werden gebruikt in het zg. Joint tactical missile system (JTACMS), wat een gezamenlijke ontwikkeling had moeten zijn met een modulaire opbouw voor zowel de luchtmacht als de landmacht. Al gauw echter liepen de eisen van de twee krijgsmachtdelen uiteen en werd de landmachtontwikkeling omgedoopt in ATACMS. Dit zal de opvolger voor de conventionele Lance in de VS moeten worden. Wij zien dan ook dat op dit ogenblik de ATACMS-ontwikkeling in eerste instantie (eerste helft jaren '90) alleen voorziet in een vulling met ca. 1000 M74-bomblets (wat dezelfde bomblets zijn als bij de conventionele Lance, nl. anti-personeel en anti-materieel, dus niet tegen harde doelen). ATACMS gebruikt als lanceereenheid hetzelfde voertuig en lanceerplatform als MLRS, maar met slechts 1 draagraket (of beter missile) per pod, dus 2 per lanceerinrichting. Het missile is 60 cm in doorsnede en 4 m lang.

Alhoewel er nog geen duidelijke planning is binnen de NAVO is er een groeipotentieel aanwezig voor een vulling met TGSM's. Er zouden ca. 16 TGSM's gaan in één draagraket, dus 32 per lanceerinstallatie. Elke submunitie is in staat autonoom een doel op te sporen en te vernietigen. Door zorgvuldig de trajecten te kiezen kan een groot oppervlak worden bestreken.

Prestaties ATACMS

Het systeem is bedoeld voor inzet op legerkorpsniveau (zie afb. 10), dus op grote afstanden (100 km of meer). Het heeft een grotere dracht dan de conventionele Lance en is minder detecteerbaar, o.a. vanwege het feit dat de lanceerinstallatie niet of nauwelijks is te onderscheiden van een MLRS-lanceerinstallatie. Een dergelijk systeem begint zeer kostbaar te worden, te meer omdat de kosten voor doelopsporing onevenredig sterk stijgen met de afstand vanaf de vlet.

Men denkt bv. aan het zg. JSTARS doelopsporingssysteem, dat doelen op grote afstand kan waarnemen met behulp van sensors in een omgebouwde Boeing 707!

Zone 3 — at-drone

Met name in Duitsland heeft men veel werk verricht op het gebied van aanvalsdrones. Het verst gevorderd is de zg. Kleine Drohne Anti Radar (KDAR) tegen luchtafweergeschut en andere radarinstallaties. De antitankdrone, de zg. Kampfdrohne des Heeres (KDH), is voor zover bekend nog in een voorfase en zal niet voor medio jaren '90 worden ingevoerd. Twee firma's, MBB en Dornier, houden zich hiermee bezig. MBB met een kruisvleugelconceptie en Dornier met een del-tavleugelconceptie, die beide in wezen zijn afgeleid van de KDAR-ontwikkeling. Alhoewel de karakteristieken van de KDH niet bekend zijn zullen ze mogelijk niet veel verschillen van de KDAR (afstand 430 km, max.-hoogte 5 km, vlucht-endurance 3 uur, max.-snelheid 250 km/h in horizontale vlucht en 520 km/h in duikvlucht, optimale loiter-snelheid 150 km/h). Het systeem is voorgeprogrammeerd en als een doel wordt ontdekt stort de KDH zich in duikvlucht erop, waarna een gevechtslading voor uitschakeling zorgt. Het is dus een fire&forget-systeem.

Prestaties at-drone

Doordat de KDH lange tijd in de lucht kan blijven, kan ze een gebied afzoeken tot een doel wordt gevonden of zelfs op een gegeven plek „afwachten” tot een doel zich voordoet, waarna het doel wordt uitgeschakeld. Inzet in zone 2 is van ongeveer 40 tot 70 km vanaf de vlet (zie afb. 10). Het systeem is dus veel minder sterk afhankelijk van doelopsporingsmiddelen dan de eerdergenoemde systemen in zone 2 en 3.

Conclusies zone 3

In zone 3 is de tijdfactor in de bestrijding minder kritisch dan in de zones 1 en 2. Er is dan ook een sterke afweging tussen enerzijds snelle uitschakeling met dure doelopsporingsmiddelen en anderzijds een trage uitschakeling met een minimum aan doelinformatie.

Conclusies

In dit artikel is een opsomming gegeven van de technologische mogelijkheden en de prestaties van antitank geleide wapens en munities voor de landstrijdkrachten, onderverdeeld in drie zones.

In de *eerste zone* is er nog een duidelijke keuze te maken tussen enerzijds fire&forget-wapens met grotendeels de slimheid aan boord van de munitie, en anderzijds systemen met goedkopere op het doel te geleiden munitie. Wel ziet men bij alle systemen een „man-in-de-loop” voor doelonderkenning en selectie. Het op het doel geleiden kan automatisch zijn.

In de *tweede en derde zone* vervalt deze keuze en ziet men antitank geleide (sub)munities, die volledig fire&forget zijn. Er is geen „man-in-the-loop”, wat zware eisen stelt aan de doelselectiologica van de (sub)munitie. Zeer belangrijk is wat men zich als doelstelling voor ogen houdt, d.w.z. het percentage uitschakeling van een doel. Indien men hier te zware eisen stelt kan de doelselectiologica voor zulke grote problemen worden gesteld, dat men op een inefficiënte manier de kostbare munitie gebruikt.

De belangrijkste punten bij een dergelijke slimme munitie zijn goede tegengengmaatregelen, en

SLOT ONDERAAN BLZ. 316