

Slimme munitie voor pantserbestrijding lange dracht

ir. P.W. Doup - wetenschappelijk medewerker TNO Prins Maurits Laboratorium

ir. C.F. de Grauw - majoor van de Technische Staf, DMKL afdeling Munitie

ir. A.J. Krabbendam - wetenschappelijk medewerker TNO Prins Maurits Laboratorium

ir. J.W. Wegereef - projectleider GAM bij Fokker Space BV

Automatisering is een belangrijke ontwikkeling bij moderne wapensystemen. Op het gebied van vuursteun ten behoeve van de pantserbestrijding is deze ontwikkeling onder andere zichtbaar door de opkomst van de zogenaamde slimme munitie. In het verleden is al eerder over de ontwikkeling van geleide wapens en munitie bericht, zie Hoffmans en Doup [1] en Hoffmans en Pasman [2]. Een groot deel van de toen nog niet uitontwikkelde technologieën om na lanceren c.q. verschiepen de munitie verder geheel autonoom een doel te laten bestrijden is thans voorhanden. Hiermee is een stadium bereikt dat dit type munitie, kortweg slimme munitie genoemd, wellicht nog deze eeuw beschikbaar komt voor grondgebonden operaties. Slimme munitie kenmerkt zich door een bepaalde mate van autonomie tijdens het proces van doeldetectie en doelbestrijding. Enkele belangrijke redenen voor de trend naar slimme munitie zijn:

- sterk verhoogde efficiency en effectiviteit ten opzichte van conventionele munitie;
- verminderde ongewenste neveneffecten als gevolg van de hoge trefnauwkeurigheid;
- mogelijkheid tot uitvoeren van missies die praktisch onmogelijk zijn met conventionele munitie.

Een effectieve bestrijding van gepantserde doelen is alleen mogelijk door een treffer, bij voorkeur aan de bovenzijde waar de bepantsering het dunst is. De spreiding en letaliteit van de conventionele brisantgranaten is dusdanig, dat een grote hoeveelheid

munitie nodig is om met een aanvaardbare waarschijnlijkheid een gepantserd doel uit te schakelen. Slimme munitie daarentegen bezit een hoge trefnauwkeurigheid en een penetrerend vermogen, dat toereikend is om de moderne gevechtstanks uit te schakelen. Om belasting van *command & control* te voorkomen zal de munitie geheel zelfstandig („*fire and forget*”) een doel in een vooraf bepaald doelengebied moeten opsporen, selecteren en vervolgens, eventueel via eindgeleiding, vernietigen. Hiervoor is de munitie uitgerust met een explosieve lading, elektronische intelligentie, een sturingsmechanisme en een of meerdere sensoren. Deze sensoren moeten bestand zijn tegen tegenmaatregelen en onder alle weersomstandigheden functioneren. Om meerdere doelen te kunnen bestrijden, zal er veelal sprake zijn van cargo-projectielen, die met behulp van een tijdbuis meerdere slimme submunities boven het doelengebied kunnen uitstoten. De doelselectie van de submunitie dient zodanig te zijn ontworpen, dat de kans op selecteren van hetzelfde doel door meerdere submunities gering is.

Bij de Koninklijke Landmacht vindt de pantserbestrijding vooral binnen de waarnemingsafstand („*line-of-sight*”) van de eenheden in de voorste lijn plaats. Hiervoor worden direct vurende wapensystemen op bataljonsniveau en lager ingezet. Voor de korte afstand betreft dit de AT-4 (300 m), voor de middelbare afstand de Dragon (1000 m) en voor de lange afstand (> 2000 m) het tankkanon, TOW en Hellfire (bewapende heli-

kopter). Pantserbestrijding voorbij de „*line-of-sight*”, de zogenaamde pantserbestrijding lange dracht, wordt uitgevoerd door indirect vurende wapensystemen zoals mortieren en artillerie. Hiervoor beschikt de KL slechts over munitie met een beperkt pantserdoorborend vermogen. De op brigade- en divisieniveau met de gemechaniseerde houwitser 155 mm M 109 en het raketsysteem MLRS (*Multiple Launch Rocket System*) verschoten *Dual Purpose Improved Conventional Munition* (DP-ICM) is cargo-munitie waarvan de submunities slechts in staat zijn licht gepantserde voertuigen uit te schakelen.

Dit artikel richt zich met name op de ontwikkelingen op het gebied van slimme munitie voor de artillerie. Na een schets van de operationele rol van pantserbestrijding lange dracht binnen de KL, wordt een aantal internationale ontwikkelingsprogramma's van slimme munitie behandeld. Deze informatie wordt door het TNO Prins Maurits Laboratorium gebruikt voor een studie naar de effectiviteit van slimme munitie. Deze studie wordt in dit stuk beschreven waarna een schets wordt gegeven van het ontwikkelingsprogramma *Guided Artillery Munition* (GAM) waaraan de Nederlandse overheid een belangrijke bijdrage levert. Vanuit industriële zijde is Fokker Space hierbij betrokken.

Pantserbestrijding Lange Dracht

In het kader van de bondgenootschappelijke verdediging wordt binnen de

NAVO veel belang gehecht aan *Joint Fire Support*. Dit omvat een geïntegreerd land-/luchtop treden om een potentiële vijand reeds in de diepte aan te grijpen. Volgens de gangbare doctrine voor de diverse tactische niveaus (legerkorps, divisie, brigade) wordt in dit verband gesproken over „*close and deep operations*”, die worden gevoerd binnen het gebied van verantwoordelijkheid. Door op grote afstand afbreuk te doen aan de gevechtskracht (*deep operations*), wordt de uitvoering van het vijandelijk gevechtsplan in een vroeg stadium verstoord. Het hogere niveau schept zo gunstige voorwaarden voor het lagere niveau voor diens gevecht in de voorste lijn (*close operations*). Ondanks het wegvallen van de massale pantserdreiging vanuit het oosten speelt pantserbestrijding over de gehele diepte van het gevechtveld nog steeds een belangrijke rol.

Moderne gevechtsvliegtuigen en bewapende helikopters zijn reeds in staat om met „*precision guided munitions*” effectief pantserbestrijding uit te voeren. Vanwege het integrale karakter van het *Joint Fire Support*-concept dienen echter ook de landstrijdkrachten te beschikken over dergelijke geavanceerde munitie. Pantserbestrijding in de diepte richt zich voornamelijk op het uitschakelen van colonnes gepantserde voertuigen zoals gevechtstanks, pantserinfanterievoertuigen en gemechaniseerde vuurmonden.

Enkele randvoorwaarden

Gevechtsinlichtingen en doelopsporing zijn onlosmakelijk verbonden met de effectiviteit van slimme munitie. Effectieve inzet vereist informatie over de te bestrijden doelen, zoals soort, plaats, tijd en een adequaat C3-systeem. Het doelopsporingsvermogen van de munitie wordt intrinsiek vastgelegd door de toegepaste sensoren en de hieraan gekoppelde elektronische signaalverwerking. Dit vermogen om doelen op te sporen en te volgen bepaalt in hoge mate de nauwkeurigheid en actualiteit van de beno-

digde doelinformatie. De aanschaf van slimme munitie dient altijd afgestemd te zijn op de huidige en eventueel toekomstig aan te schaffen doelopsporingsmiddelen.

Vanwege de hoge ontwikkelingskosten is slimme munitie kostbaar. Binnen een krimpdefensiebudget zal er voor de KL slechts financiële ruimte zijn voor een beperkte hoeveelheid.

De bondgenootschappelijke verdediging

In het kader van „*close operations*” van de brigade zijn de houwitzer M 109 en de op bataljonsniveau ingedeelde 120 mm mortier (dracht ca. 8 km) geschikte wapensystemen voor pantserbestrijding met autonome slimme munitie. Omdat de doelinformatie *real-time* met een hoge nauwkeurigheid wordt verkregen van een voorwaartse waarnemer, hoeven er geen hoge eisen te worden gesteld aan het doelopsporingsvermogen van de munitie.

„*Deep operations*” van de brigade en „*close operations*” van de divisie worden gevoerd tot een diepte van ca. 10 à 15 km. Voor het volledig bestrijken van de diepte is de dracht van de M 109 en de op divisieniveau ingedeelde getrokken houwitzer 155 mm M114 met conventionele brisantgranaten ontoereikend. In de plannen is een behoefte aan opvolger(s) met een langere dracht opgenomen. Slimme munitie voor dit soort operaties zal verschoten worden vanuit de nieuwe houwitzer(s) en/of de MLRS. Voor de benodigde doelinformatie kan worden beschikt over *Remotely Piloted Vehicles* (RPV) voor middelbare afstand en grondgebonden doelopsporingsmiddelen, zoals radar. De kwaliteit van de aangeleverde doelinformatie vereist van de munitie in dit geval het vermogen om een groot gebied af te zoeken naar potentiële doelen.

Voor het uitvoeren van „*deep operations*” van de divisie (30 à 40 km) is de dracht van de conventionele raketten van de MLRS onvoldoende. Alternatieven zijn voorhanden. Er bestaat de mogelijkheid om de MLRS

uit te rusten met een semi-geleide balistische raket, *Army Tactical Missile System* (ATACMS), die als drager verscheidene slimme submunitieën kan vervoeren. De inzet van ATACMS vereist wel actuele doelinformatie van een RPV lange afstand. De dracht van ATACMS (ca. 120 km) is bovendien zodanig dat het systeem ook toegepast kan worden voor de „*deep operations*” van het legerkorps. In de diepte zal de betrouwbaarheid van de doelinformatie steeds verder afnemen. Hier kan een zogenaamde gevechtsdrone uitkomst bieden.

Crisisbeheersing

Tijdens een operatie in het kader van „*peace enforcing*” kan het in een gegeven situatie, uit oogpunt van escalatiedominantie, noodzakelijk zijn de potentie te bezitten om vooraf geselecteerde gepantserde doelen uit te schakelen. Aan de trefnauwkeurigheid van de toegepaste slimme munitie wordt in dat geval strengere eisen gesteld. Om „*collateral damage*” te voorkomen moeten deze doelen immers met een chirurgische precisie worden aangepakt. Inzet van bijvoorbeeld fiberoptisch geleide wapens, waarbij de mens tot op het laatst kan bijsturen, kan hierbij uitkomst bieden. Voor de lichte eenheden van de snel inzetbare reactiemacht zoals het luchtmobiele bataljon, kan slimme munitie een aanvulling zijn op de beperkte organieke pantserbestrijdingsmiddelen „*line-of-sight*”. Te denken valt aan munitie die verschoten kan worden met de organieke 120 mm mortier (bataljonsniveau) of 81 mm mortier (compagniesniveau). Voor een grotere afstand (tot 15 km) kan ook hier fiberoptisch geleide munitie worden ingezet, eventueel voor de bestrijding van helikopters.

Operationele behoeftestelling

Op dit moment studeert de Landmachtstaf op de vraag welke munitiesoorten, in welke hoeveelheid en



Afb. 1 Een indeling van slimme munitie

welk bijbehorend C3I-systeem voor de KL benodigd zijn voor pantserbestrijding lange dracht. De ondersteuning van TNO hierbij is van groot belang, waarover later meer.

Aangezien de 1 (NL) Divisie deel uitmaakt van het 1 (GE/NL) Corps is het evident dat bilaterale afstemming van de plannen moet plaatsvinden. Voor de inzet van slimme munitie zal een operationeel concept worden uitgewerkt waarin uiteraard de interactie met de pantserbestrijdingsmiddelen binnen de „line-of-sight” belangrijk is. Verder is inzicht in de technologische ontwikkelingen op het gebied van slimme munitie noodzakelijk. Deze worden nu aan de hand van afb. 1 geschetst.

Houwitser verschoten (sub)munitie

De door de 155 mm houwitser verschoten (sub)munitie zijn in twee klassen te onderscheiden: de *sensor-fused* munitie en de eindgeleide munitie, beide te verschieten over een maximale afstand van 20 à 25 km. Munitie uit de twee klassen bevindt zich in een 155 mm cargo-projectiel, vandaar dat men vaak over submunitie spreekt. Beide klassen werken ieder volgens een afzonderlijk principe.

Sensor-fused munitie

Na uitstoting van de submunities, worden in korte tijd de snelheid en de rotatie gereduceerd, waarna de sub-

munities in een bijna verticale stand dalen. De meeste typen *sensor-fused* munitie (met uitzondering van de BONUS) hangen gedurende deze fase van de vlucht onder een parachute die zodanig is geconstrueerd dat de submunitie met een snelheid van 10 à 20 m/s daalt, terwijl de submunitie een hoek van ca. 30° met de denkbeeldige verticale as maakt en om deze as roteert. De rotatiesnelheid bedraagt vijf à tien omwentelingen per seconde. Tijdens deze beweging, tast de sensor van de submunitie het aardoppervlak naar doelen af. In de meeste gevallen is de sensor een multi-spectrale sensor, werkzaam in zowel het infrarode als het millimetergolfgebied. Door de gecombineerde dalende en roterende beweging, wordt het aardoppervlak in de vorm van een spiraal afgetast (maximaal oppervlak ca. 15.000 m²), waarbij de millimetergolf radarantenne tevens afstandsbepaling tot het doel kan uitvoeren. Zodra de aan de sensor gekoppelde signaalprocessor een doel als zodanig heeft herkend (discriminatie op doelsignatuur is mogelijk), wordt de buis geactiveerd, waarna een explosief gevormde penetrator richting doel wordt afgevuurd (zie afb. 2).

Deze penetrator ontstaat uit een metaal plaat, de zogenaamde spiegel, die wordt vervormd door de werking van een explosief. De uitstootsnelheid van de penetrator ligt tussen de twee en drie km/s. De maximale hoogte waarop de penetrator wordt afgevuurd ligt rond de 150 meter. Vanwege dit werkingsprincipe wordt dit soort munitie ook vaak aangeduid met „shoot-to-kill” munitie.

Aangezien de submunitie tijdens de vlucht geen mogelijkheid heeft om bij te sturen, is de inzetmogelijkheid tegen bewegende doelen beperkt, zeker als ook nog rekening moet worden gehouden met bijvoorbeeld onnauwkeurige doelinformatie, of het effect van zijwind op de parachute waaronder de submunitie hangt.

De voornaamste ontwikkelingsprogramma's op het gebied van *sensor-fused* munitie zijn momenteel:

– SMART (*Suchzünder-Munition für die Artillerie*);

Dit is een Duits programma van Rheinmetall en Diehl, die hiervoor een *Gesellschaft für Intelligente Wirksysteme* (GIWS) hebben opgericht. Het cargo-projectiel bevat twee submunities die op ongeveer 500 meter hoogte worden uitgestoten. Indien verschoten met een langere schietbuis kan een maximale afstand van 27 kilometer worden bereikt. De SMART is in dusdanige staat van ontwikkeling dat nog voor het jaar 2000 operationele invoering bij de Bundeswehr wordt verwacht.

– SADARM (*Sense And Destroy AR-Mour*);

Bij deze Amerikaanse (Aerojet) tegenhanger van SMART bevat het cargo-projectiel eveneens twee submunities. De maximale afstand zou 22,5 kilometer bedragen. Ook dit programma bevindt zich in een vergevorderde staat van ontwikkeling. Momenteel is een zogenaamde „low rate initial production” gaande.

– BONUS (*Bofors NUtating Submunition*);

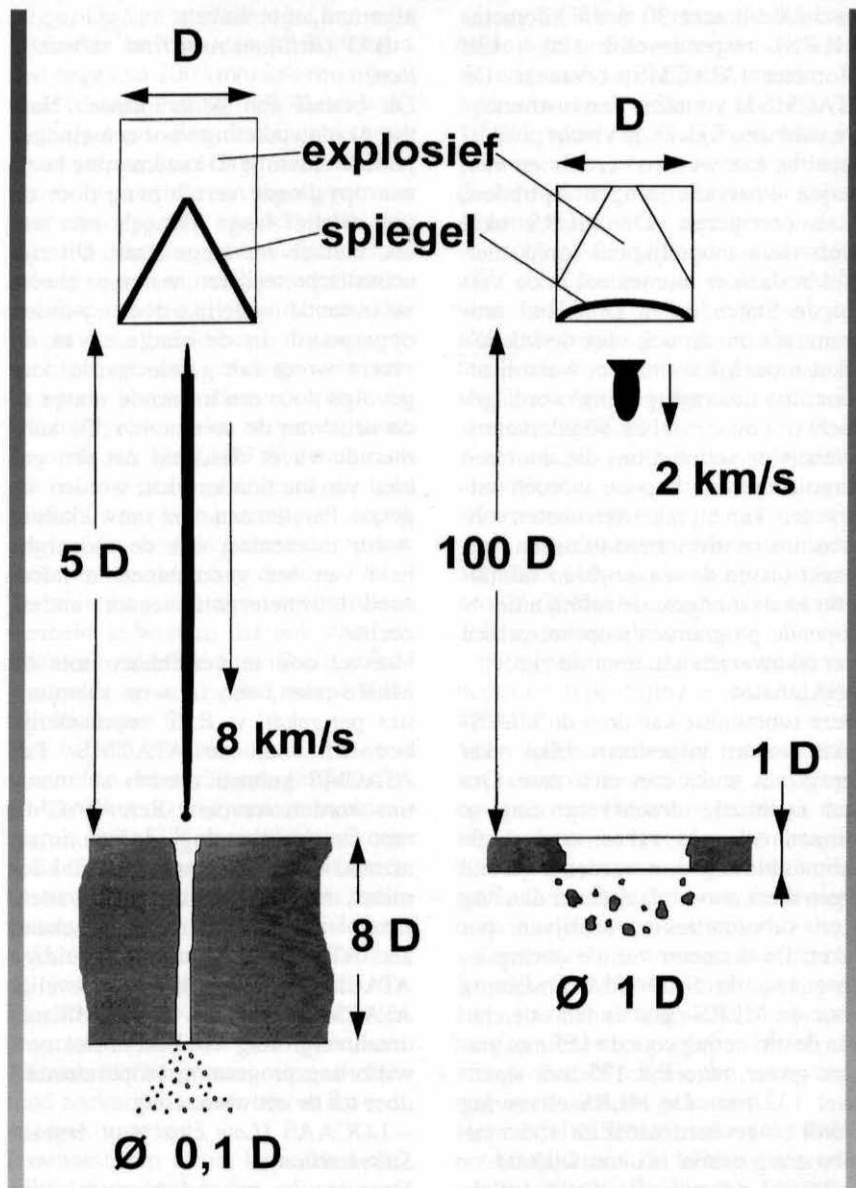
Oorspronkelijk was dit een Zweeds (Bofors) programma. Later sloot het Franse GIAT hierbij aan. In tegenstelling tot de eerder genoemde *sensor-fused* submunitie, heeft de BONUS een sensor die alleen in het infrarode gebied werkt, hetgeen kostenbesparend zou zijn. De sensor functioneert vanaf 200 meter hoogte (de twee submunities worden zelf op 1000 meter hoogte uitgestoten) en zou vanaf die hoogte geen nadelige invloed meer ondervinden van eventuele laaghangende bewolking die in het algemeen de werking van een infrarood sensor verhindert. Een ander kenmerk dat de

BONUS zich van de andere typen doet onderscheiden is dat de submunitie niet aan een parachute hangt. In plaats daarvan bevinden zich aan elke submunitie twee kleppen die aëro-dynamisch zodanig gevormd zijn dat de submunitie al roterend een nutatiebeweging maakt en op die wijze eveneens een spiraalvormig zoekpatroon over het aardoppervlak aftast. Volgens de fabrikant zou op deze wijze de reeds eerder genoemde nadelige invloed van zijwind op de parachute worden geëlimineerd. Eerste leveringen van de BONUS moeten in 1999 plaatsvinden.

Zoals uit voorgaand overzicht blijkt, mag worden verwacht dat operationele invoering van *sensor-fused* munitie niet lang op zich zal laten wachten. Met betrekking tot de genoemde nadelen van een parachute wordt in de Verenigde Staten aan een verbeterde versie gedacht, onder de naam Damosles. Het betreft submunitie onder een parachute die het model van een hangglider heeft. Hierdoor maakt de submunitie niet meer een zuiver verticale beweging zodat de sensor een groter gebied kan aftasten (tot ca. een km²). Naar het schijnt wordt zelfs gedacht om de parachute mogelijkheden te geven om koerscorrecties tijdens de vlucht te laten uitvoeren.

Eindgeleide munitie

In tegenstelling tot de *sensor-fused* munitie, is de eindgeleide submunitie van het zogenaamde „hit-to-kill” principe. Dat wil zeggen dat de submunitie daadwerkelijk het doel moet raken om dat doel vervolgens met een holle lading (zie afb. 2) uit te schakelen. Een holle lading stoot een metaalstraal uit, die het doel diep penetreert. De eindgeleide munitie heeft mogelijkheden tot koerscorrectie tijdens de vlucht wat het geschikt maakt om ook bewegende doelen te bestrijden. De submunitie maakt na uitstoting uit het cargo-projectiel gedurende een beperkte tijd een horizontale glijvlucht, waardoor het totale gebied op de grond, dat met behulp van een zoekkop wordt afgetast, kan oplopen



Afb. 2 Globale eigenschappen van de holle lading (links) en de explosief gevormde penetrator (rechts), aangegeven met de caliber diameter D als referentie

tot twee à drie km. De basis van dit soort submunities is destijds gelegd binnen het NATO 155 mm APM (Autonomous Precision Guided Munition) project, dat door acht landen is ondersteund, zie ook Hoffmans en Doup [1]. Na voortijdige beëindiging besloten Frankrijk, Duitsland en Nederland met één van de toentertijd haalbaar geachte concepten door te gaan onder de naam *Guided Artillery Munition*. De Nederlandse participa-

tie in dit project wordt verder in dit artikel uitvoerig behandeld.

Raket verschoten (sub)munitie

Ook hier betreft het submunities die worden uitgestoten, zij het dat de drager van de submunities een artillerieraket is, zoals bijvoorbeeld de MLRS-raket of de ATACMS, waardoor de

maximale dracht 30 à 35 kilometer (MLRS), respectievelijk 120 à 130 kilometer (ATACMS) bedraagt. De ATACMS is voorzien van instrumenten waarmee tijdens de vlucht positiebepaling kan worden verricht en kan, indien koersafwijkingen optreden, deze corrigeren. De MLRS-raket heeft deze mogelijkheid (nog) niet. Wel bestaan er momenteel in de Verenigde Staten en in Duitsland programma's om dit ook voor de MLRS-raket mogelijk te maken, waarbij tevens aan drachtvergroting wordt gedacht (tot maximaal ca. 60 kilometer). Evenals de submunities die door een cargo-projectiel kunnen worden uitgestoten, kan bij raket verschoten submunities onderscheid worden gemaakt tussen de *sensor-fused* submunitie en de eindgeleide submunitie. Lopende programma's op het gebied van raketverschoten munitie zijn:

– SADARM;

Deze submunitie kan door de MLRS-raket worden uitgestoten. Elke raket draagt zes stuks met zich mee. Om een eventuele drachtvergroting te kunnen realiseren, zal een deel van de submunities moeten worden ingeruild tegen meer stuwstof, zodat er dan nog vier submunities overblijven per raket. De diameter van de oorlogslading van de SADARM uitvoering voor de MLRS-raket is ten opzichte van de uitvoering voor de 155 mm granaat groter, namelijk 175 mm tegenover 132 mm. De MLRS-uitvoering wordt ingevoerd nadat de 155 mm-uitvoering geheel is uitontwikkeld.

– TGSM (*Terminally Guided Submunition*);

De TGSM is een door de MLRS-raket verschoten eindgeleide submunitie met een werkingsprincipe analoog aan die van GAM. Ook hier betreft het een submunitie met een millimetergolf radarzoekkop die na uitstoting een gebied van ongeveer twee à drie km² aftast. Per MLRS-raket kunnen drie submunities worden meegenomen. Oorspronkelijk betrof het een programma waar vier landen aan meededen. Na terugtrekken van de V.S., U.K. en Duitsland, overweegt Frankrijk de ontwikkeling van de submunitie, die reeds voor driekwart is

afgerond, af te maken.

– BAT (*Brilliant Anti-Tank submunition*);

Dit betreft een Amerikaanse (Northrop) ontwikkeling voor een eindgeleide submunitie. De submunitie heeft een opvallende verschijning door de vier relatief lange vleugels met aan elk uiteinde een lange staak. Dit zijn acoustische sensoren, waarmee in eerste instantie mogelijke doelen worden opgespoord. In de eindfase van de vlucht wordt het geselecteerde doel gevolgd door een infrarood sensor in de neus van de submunitie. De submunitie vliegt dusdanig dat een gebied van ca. tien km² kan worden afgetast. Parallel aan deze ontwikkeling wordt momenteel ook de mogelijkheid van een gecombineerde infrarood/millimetergolf sensor onderzocht.

Hoewel ook te verschieten met de MLRS-raket, een à twee submunities per raket, is BAT voornamelijk bedoeld voor de ATACMS. Per ATACMS kunnen dertien submunities worden vervoerd. Een ATACMS met drachtvergroting, de maximale afstand wordt dan ongeveer 250 kilometer, zal zes submunities bevatten. Deze ontwikkelingen staan bekend als ATACMS Block II (huidige ATACMS met BAT), respectievelijk ATACMS Block IIA (ATACMS met drachtvergroting en BAT). Het ontwikkelingsprogramma loopt minstens door tot de eeuwwisseling.

– LOCAAS (*Low Cost Anti-Armour Submunition*);

Voor zover bekend bevindt deze Amerikaanse ontwikkeling (Loral Vought) zich nog in het beginstadium. Het betreft een eindgeleide submunitie die zich op een aantal gebieden onderscheidt van de andere submunities. De explosief gevormde lading is zodanig ontworpen dat, afhankelijk van het te bestrijden doel, naast de klassieke penetrator ook een lange staaf penetrator of een verscherpende lading kan worden gevormd. Tevens wordt onderzocht of het mogelijk is de submunitie van een mini-turbojet motor (diameter ca. tien cm) te voorzien, waarmee het een langere vluchttijd (ongeveer 30 minuten) krijgt. Op

deze wijze kan een gebied van 135 km worden afgetast. Per MLRS-raket worden twee submunities vervoerd.

Fiberoptisch geleide wapens

Zoals de naam al zegt maakt dit soort wapens gebruik van een fiberoptische draad. Wanneer het *missile* is gelanceerd, wikkelt een haspel aan de achterkant van het wapen een fiberoptische draad af, die aan het andere uiteinde is verbonden met het grondstation. Deze draad zorgt voor communicatie tussen *missile* en grondstation, daarbij gebruik makend van de grote bandbreedte waarmee signalen door middel van fiberoptische draad kunnen worden verstuurd. Enerzijds worden via de draad tv-beelden die het *missile* met een camera in de neus maakt naar het grondstation verstuurd, anderzijds kan de daar aanwezige operator aan de hand van de ontvangen beelden via dezelfde draad stuurbevelen voor eventuele koerscorrecties naar het *missile* zenden. Fiberoptisch geleide wapens kunnen geheel zelfstandig langs een voorgeprogrammeerde route naar het doelgebied vliegen, of tijdens de vlucht door de operator worden geleid. Boven het doelgebied aangekomen, kan de operator de camera op het doel laten inzoomen en met behulp van een cursor een doel aanwijzen. Daarna kan het wapen autonoom het doel aanvallen. Indien blijkt dat de doelkeuze niet juist is, kan de operator de aanval alsnog afbreken. De meeste in ontwikkeling zijnde fiberoptisch geleide wapens hebben als secundaire taak helikopterbestrijding.

Typische waarden voor de vluchthoogte en vluchtsnelheid zijn 300 meter, respectievelijk 150 meter per seconde. Lopende programma's op het gebied van fiberoptisch geleide munitie zijn:

– EFOG-M (*Enhanced Fiber Optic Guided-Missile*);

Dit is het Amerikaanse programma dat reeds diverse onderbrekingen en naamsveranderingen heeft ondergaan. Momenteel wordt door Raytheon een ontwerpstudie uitgevoerd. Eventueel

volgt een tweede fase van vier tot zes jaar voor het verder ontwikkelen van de hardware. Het *missile* zal een maximaal bereik van vijftien kilometer moeten halen. Doelen moeten op een afstand van vier kilometer te herkennen zijn. De oorlogslading bevat een explosief gevormde penetrator (afb. 2) Het *missile* is te lanceren vanaf een installatie op een *High-Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle* (HMMWV) dat acht *missiles* kan lanceren.

– Polyphem;

Oorspronkelijk een Frans/Duits (Aerospatiale/DASA) samenwerkingsverband waarbij zich later Italië (Ita-missile) heeft aangesloten. De operationele eis is dat het *missile* een maximaal bereik van minstens 45 kilometer moet halen. Daartoe is het *missile* voorzien van een turbojet motor, in tegenstelling tot de EFOG-M die een raketmotor heeft. Bovendien kan met de turbojet de snelheid worden geregeld (van 120 m/s tot 200 m/s). Het *missile* wordt gelanceerd vanaf een voertuig dat geschikt is voor het lanceren van zes *missiles* met een interval van twintig seconden. De oorlogslading is een *multi-purpose* holle lading of een verschervende lading. De buiswerking kan tot kort voor inslag door de operator worden beïnvloed. Operationele invoering wordt tussen 2003 en 2006 verwacht.

Gevechtsdrones

Een drone kan het best worden omschreven als een onbemand vliegtuigje dat een voorgeprogrammeerde baan richting doelengebied vliegt en niet meer vanaf de grond is te beïnvloeden. Boven het doelengebied aangekomen kan de drone gedurende geruime tijd door voorgeprogrammeerde patronen te vliegen met behulp van een sensor het gebied aftasten. Na herkenning van een doel vliegt de drone op het doel af. Een voorbeeld van een lopend programma is de TAIFUN (*Taktisches Autonomes Intelligentes Fluggerät Unabhängiger Navigation*). Deze Duitse (STN Atlas Elektronik GmbH) ontwikkeling betreft een propeller aangedreven vlieg-

tuigje. Op een vluchthoogte van vier kilometer en met een kruissnelheid van ongeveer 200 km/u kan een maximale afstand van 800 kilometer worden afgelegd. Een doelengebied dat op een afstand van ongeveer 200 kilometer ligt, kan via een zigzag patroon over een oppervlak van 60 bij 40 kilometer in drie uur worden afgetast met behulp van een millimetergolfradar zoekkop. Indien tijdens de aanvalsvlucht de signaalprocessor alsnog te weinig gegevens ontvangt voor een complete doelverificatie, wordt de vlucht afgebroken en hervat de drone de zoekfase. De TAIFUN wordt vanuit een voertuig gelanceerd dat geschikt is voor het lanceren van negen drones. De inzet is gebaseerd op het lanceren van meerdere drones. Ter afsluiting van dit overzicht dient vermeld te worden dat ook voor de infanterie allerlei ontwikkelingsprogramma's op het gebied van slimme munitie lopen.

Het betreft mortiermunitie met een sensor en besturingsmogelijkheden om naar het doel te kunnen manoeuvreren. In de U.K. wordt binnen korte tijd de Merlin operationeel. Dit is een 81 mm mortiergranaat met een millimetergolf radarzoekkop. Voor de ontwikkeling van een 120 mm variant, de Griffin, wordt wellicht samen met Frankrijk, Italië en Zwitserland een programma opgezet. De Strix, een 120 mm mortiergranaat met een infrarood zoekkop, is reeds bij het Zweedse leger ingevoerd.

Daarnaast zijn in het buitenland ontwikkelingen gaande om ook anti-tank *missiles* voor de pantserbestrijding binnen de „line-of-sight” een „fire-and-forget” capaciteit te geven of van fiberoptische geleiding te voorzien.

Evaluatie van slimme munitie

Uit het voorgaande blijkt de dynamiek die in de verschillende ontwikkelingsprogramma's zit. Vrijwel voortdurend wijzigt de status van de programma's als gevolg van budgettaire problemen en/of veranderde inzichten in de technische eisen. Toch zal in de

nabije toekomst binnen de KL een besluit genomen moeten worden over de aanschaf van slimme munitie. In opdracht van de Afdeling Munitie van DMKL voert het TNO Prins Maurits Laboratorium een onderzoek uit naar de effectiviteit van een aantal typen slimme munitie. De algemene inzichten zoals verkregen tijdens de studie zijn gebruikt om de beleidsmatige visie van de KL over het gebied van pantserbestrijding lange dracht vorm te geven. Voor het verrichten van de studie worden de volgende hoofdactiviteiten uitgevoerd:

- het volgen van de technologische ontwikkelingen op het gebied van slimme munitie;
- het vergelijken van het rekenmodel MEMOS (*Monte Carlo Effectiveness Model Of Smart munitions*) met modellen van andere landen;
- het bepalen van de effectiviteit van bepaalde typen slimme munitie met MEMOS.

Voor de eerstgenoemde hoofdactiviteit is een dataverzameling aangelegd op basis van literatuur, briefings van fabrikanten, antwoorden op vragen etc. De dataverzameling bevat informatie over de status van de diverse ontwikkelingsprogramma's van slimme munitie en informatie over de belangrijkste technische eigenschappen. De dataverzameling dient als verzameling uitgangsgeschiedenis voor de effectiviteitsberekeningen en wordt nog steeds actueel gehouden.

Het model MEMOS is door het PML ontwikkeld om de effectiviteit van slimme munitie te kunnen beoordelen. Voor de tweede hoofdactiviteit zijn de resultaten van MEMOS vergeleken met de resultaten van een Frans model. Uit de vergelijking blijkt dat er goede overeenkomsten tussen de modelresultaten bestaan.

Voor de derde hoofdactiviteit zijn de volgende slimme munitie concepten bekeken:

- de 81 mm Merlin mortiergranaat;
- de 120 mm Strix mortiergranaat;
- de 155 mm GAM houwtisser verschoten eindgeleide submunitie;
- de TGSM MLRS verschoten eindgeleide submunitie;
- de 155 mm BONUS houwtisser ver-

- schoten submunitie;
- de 155 mm SMART houwitser verschoten submunitie;
- een Fiber Optisch Geleid Wapen.

Tegen een viertal gedefinieerde doelconfiguraties werden de effectiviteitsgetallen van de verschillende slimme concepten bepaald op een manier die directe vergelijking mogelijk maakt. De effectiviteit is uitgedrukt in de hoeveelheid benodigde munitie om een bepaald percentage van de doelen uit te kunnen schakelen. Verder is ook een gevoeligheidsstudie uitgevoerd naar het relatieve belang van de verschillende technische parameters op de uiteindelijke effectiviteit. Hierdoor groeide het inzicht in de eigenschappen van slimme munitie die de prestaties het meest beïnvloeden. Een voorbeeld daarvan is het effect van de grootte van het afgezochte grondoppervlak. Eerder in dit artikel is aangegeven dat er een groot verschil is in de oppervlakte die wordt afgezocht door *sensor-fused* munitie en eindgeleide munitie. De studie geeft uitsluitend over het resulterende verschil in prestatie. Ook het verschil in prestatie tegen bewegende doelen blijkt duidelijk uit de studieresultaten.

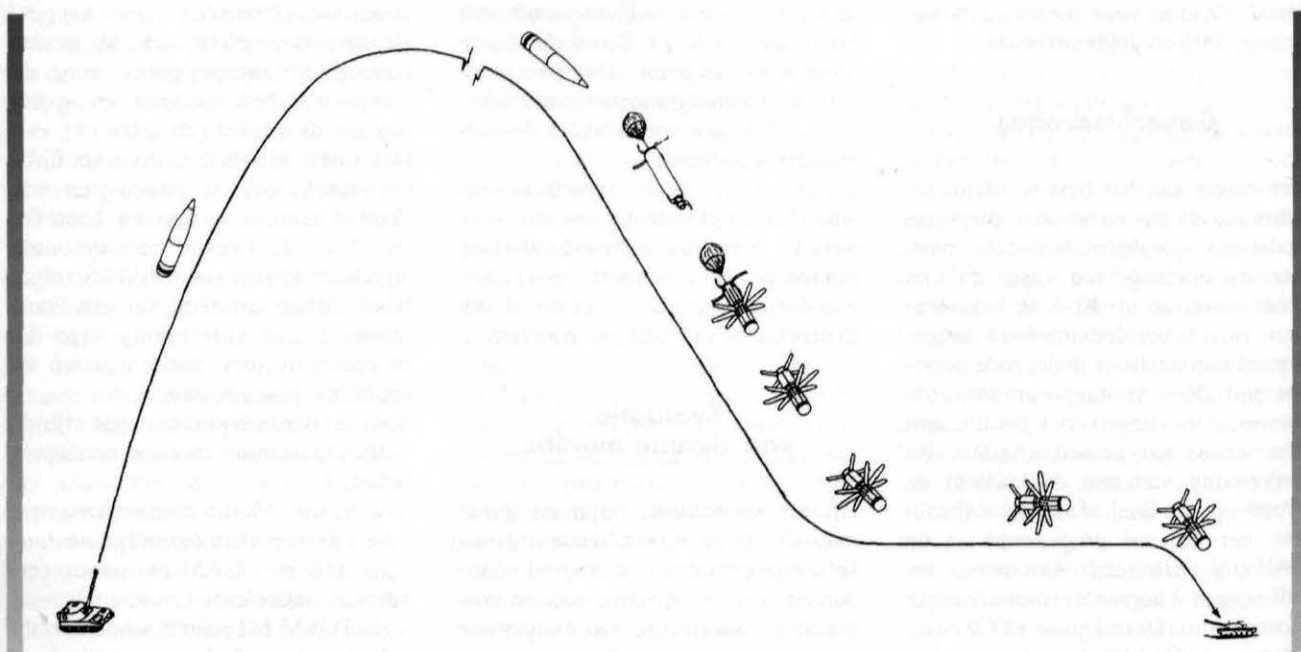
Het GAM project

Het GAM project is een tri-lateraal programma van Duitsland, Frankrijk en Nederland in samenwerking met de nationale industrie. Middels een „*Memorandum Of Understanding*” wordt door de landen een gezamenlijke studie uitgevoerd naar de haalbaarheid van het GAM-concept. Voor Nederland participeert Fokker Space in het industriële samenwerkingsverband.

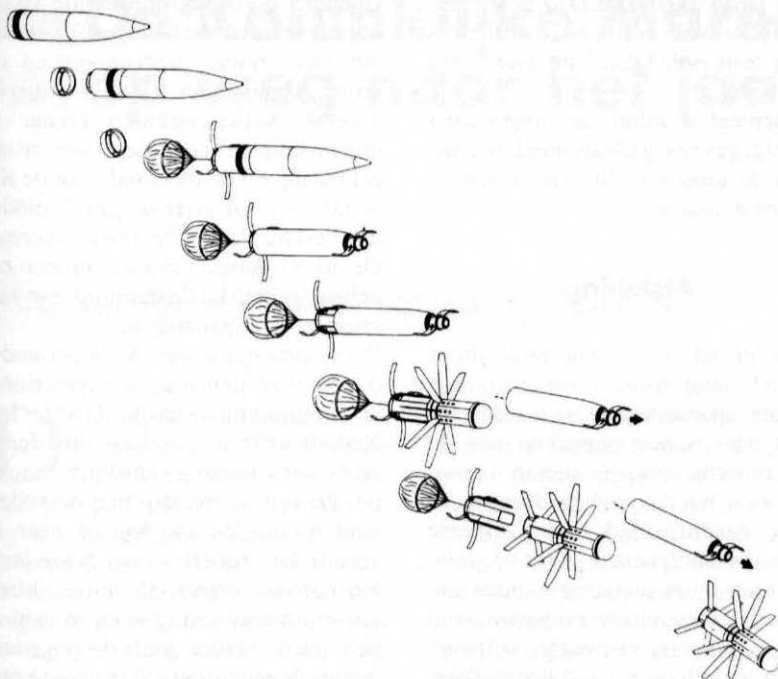
Het GAM cargo-projectiel wordt verschoten door een 155 mm houwitser en maakt in eerste instantie gebruik van de spin-gestabiliseerde eigenschappen van de granaat. In het neergaande gedeelte van de ballistische baan verliest het projectiel een tweetal omhulsels, waardoor een submunitie met vleugels en vinnen te voorschijn komt. Deze fase heet de transitiefase. De submunitie zal na deze transitie eerst de neergaande beweging omzetten in een horizontale glijvlucht (*pull up*). In deze horizontale zoekvlucht wordt met een millimetergolf radar mogelijke doelen opgespoord. Na lokalisatie en acquisitie van het doel wordt op een voorgeschreven wijze op het doel ingevlo-

gen en wordt het doel vervolgens uitgeschakeld, zie afb. 3. Al naar gelang de interesse van de deelnemende landen, zijn op basis van deze vluchtfasen ook de bijdragen van ieder land tot stand gekomen. In Frankrijk ligt de nadruk vooral op de hardware-ontwikkeling van de transitiefase. Daarom test het Franse GIAT de overgang van granaat- naar submunitie-configuratie en het doorstaan van de grote belasting die bij het verschieten optreedt (*gun hardening*). In het project is dit gedefinieerd als de „*Transition Phase Demonstration*” (TPD).

Daarentegen ligt in Duitsland de nadruk meer op de zoekfase en het vinden/herkennen van het doel. Vandaar dat het Duitse Rheinmetall de tests die betrekking hebben op de zoekfase met de submunitie organiseert. De tests in Duitsland zijn weer onderverdeeld in het onderzoek naar het vlieggedrag van de submunitie en het uittesten van de radarzoekkop. In Nederland is belangstelling voor een bijdrage aan de munitieontwikkeling. Fokker Space, in samenwerking met het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR), is intensief betrokken bij het aërodynamisch ontwerp van de submunitie, de ontwik-



Afb. 3 Een voorbeeld van een typische GAM baan



Afb. 4 Het uitstootproces van de GAM in detail

keling van de software voor de autopilot, de uitgebreide dynamische vluchtsimulaties en het structuurontwerp van de mechanismen voor het ontplooiën van de vleugels.

De transitiefase

In de transitie van de granaat naar submunitie zijn er binnen een fractie van een seconde twee gedaanteverwisselingen. Allereerst wordt de basis van de granaat afgestoten waardoor een parachute vrijkomt en ontplooit. Deze parachute zorgt voor de nodige aerodynamische stabiliteit van het projectiel tijdens de transitie. Vervolgens wordt de buitenste huls weggedrukt door een kleine lading in de neus en worden kleine vinnen ontplooid waardoor de hoge rotatiesnelheid van het projectiel wordt teruggebracht. Hiermee is de eerste gedaanteverwisseling een feit. Zodra de rotatie voldoende is gereduceerd, wordt opnieuw de nu buitenste huls afgestoten. Hierdoor komen de vleugels van de submunitie vrij en worden door combinatie van aanstromende lucht en

nog aanwezige rotatie ontplooid en daarna vergrendeld. Als laatste worden de achterste stuurvinnen ontplooid en het gedeelte met de parachute afgestoten. Hiermee is de transitiefase compleet en kan de submunitie aan de zoekfase beginnen, zie afb. 4.

Het zal duidelijk zijn dat een dergelijk programma niet met één test kan worden uitgevoerd. Teneinde zo'n ontwikkeling tot een goed einde te brengen zijn in het project verschillende testfasen gedefinieerd.

Allereerst moet een goed ontwerp worden gemaakt, zoals het bepalen van de afmetingen, de toe te passen materialen, etc. Met name moet het ontwerp zodanig zijn dat het de zeer hoge belastingen van het verschieten overleeft en het daarna nog op de juiste wijze functioneert. Daarom is als eerste stap een „gun hardening” test uitgevoerd, waarbij geen transitiefase wordt uitgevoerd en alleen naar de belastingen gekeken wordt. Een volgende stap is om een test uit te voeren waarbij alleen de eerste huls wordt afgestoten, en tenslotte als laatste testfase de eindtest met de volledige

transitiefase. Om, vóór de inslag, bovendien nog vast te stellen of de structuuronderdelen en electronica het schot hebben overleefd, wordt na de transitiefase nog een paar vooraf gedefinieerde stuurvin bewegingen gemaakt. Door het gedrag van de submunitie te vergelijken met de berekende voorspellingen, kan na de test afgeleid worden of alles volgens verwachting is verlopen. In het komende jaar worden deze „Transition Phase Demonstration” tests uitgevoerd.

De vluchtfase

Na de transitiefase begint de vluchtfase. Heeft de submunitie eenmaal deze vluchtfase bereikt, dan wordt de autopilot ingeschakeld en begint het bestuurd gedeelte van de vlucht. Met behulp van de stuurvinnen aan de achterkant van de submunitie maakt de submunitie een vooraf geprogrammeerde vlucht. Naast deze voorgeprogrammeerde baan zal de zoeker het onderliggende aardoppervlak afzoeken naar doelen. De reflecties van de uitgezonden signalen worden vergeleken met vooraf bepaalde doelsignalen waarmee de zoeker direct kan bepalen of het hier gaat om een in aanmerking komend doel of niet. Zo ja, dan zal dit signaal met de positie naar de autopilot worden doorgegeven en volgt de aanval van het projectiel op het doel. Ook deze fase is veel te gecompliceerd om in een geïntegreerde test te worden uitgevoerd. Allereerst blijkt dat op basis van de huidige technologie nog niet alle componenten bestand zijn tegen de hoge belastingen van het verschieten, terwijl de zoeker op dit moment nog niet voldoende klein is om in de submunitie te passen. Daarom is gekozen voor een opdeling. In de eerste plaats wordt met de onder een vliegtuig gemonteerde zoeker op de juiste hoogte en met de juiste snelheid over het doelengebied gevlogen. Uit de verwerking van de data, die van de werkende zoeker komen kan bepaald worden of alles naar wens is verlopen. De evaluatie van deze test is recent afgerond. De andere serie tests is

technisch ingewikkelder. Immers, de submunitie moet op de een of andere wijze in de vluchtfase worden gebracht zonder dat daarbij de hoge belasting van het schieten optreedt. Om dit te bereiken is gekozen voor het afwerpen vanaf een vliegtuig. Wél moet in zo'n geval de hele afwerpcconstructie ontworpen en uitgetest worden. De bedoeling is, dat het vliegtuig op de juiste hoogte met de juiste snelheid de submunitie afwerpt waarna de submunitie zijn weg op voorgeprogrammeerde wijze vervolgt. De besturing wordt door de autopilot uitgevoerd op basis van de stuurwetten. Aangezien er bij deze vlucht geen zoeker in de regelkring van de autopilot zit, wordt deze test de „Open

Loop Drop Test” (OLDT) genoemd. Na succesvol verlopen voorbereidende tests is de OLDT in maart 1996 uitgevoerd.

Momenteel worden de opgenomen vluchtgegevens geanalyseerd teneinde in de loop van dit jaar de test te kunnen evalueren.

Afsluiting

Zoals uit het voorgaande blijkt duurt het niet lang meer voordat slimme munitie operationeel kan worden ingezet. Het is nog onbekend hoe de elektronische componenten in de munitie zich houden indien deze gedurende geruime tijd onder diverse weersomstandigheden wordt opgeslagen. Ook moet rekening worden gehouden met eventuele aanpassing van de in de munitie aanwezige software indien in de loop der tijd kenmerkende eigenschappen wijzigen waarmee de signaalprocessor doelen kan herkennen.

Ondanks deze nog onbekende factoren zal het technisch mogelijk worden om met grotere precisie doelen op grote afstand te bestrijden, waarbij de diverse wapensystemen elkaar in dracht kunnen aanvullen. Van cruciaal belang bij de aanschaf voor de KL is dat men ook over de juiste middelen beschikt voor de doelopsparing. De doelen moeten immers binnen het gebied liggen dat de munities met hun sensoren kunnen aftasten.

Door participatie van de Nederlandse overheid en industrie in internationale programma's, zoals GAM, kan Nederland direct invloed uitoefenen op de ontwikkeling van slimme munitie. Zo kan, in overleg met de andere landen, worden bijgestuurd naar de specifieke behoeftes voor Nederland. Participatie levert de mogelijkheid om een hoogwaardig kennisniveau te behouden. Verder geeft de opgedane kennis de mogelijkheid in andere programma's te participeren en keuzeprocessen beter te ondersteunen.

Literatuur

1. D.W. Hoffmans en P.W. Doup – Mil Spect **154**(1985)(8)348.
2. D.W. Hoffmans en H.J. Pasman – Mil Spect **156**(1987)(7)304.

