



Lange Kleiweg 137
Postbus 45
2280 AA Rijswijk

www.tno.nl

T +31 15 284 30 00
F +31 15 284 39 91
info-DenV@tno.nl

TNO-rapport

TNO-DV 2008 A436

**Kennislacunes op het gebied van wapens en
munitie in OVG**

Datum	december 2008
Auteur(s)	ir. J.J.M. Paulissen ir. Th.L.A. Verhagen
Rubricering rapport	Ongerubriceerd
Vastgesteld door	drs. R.G.W. Gouweleeuw
Vastgesteld d.d.	7 november 2008 (Deze rubricering wijzigt niet)
Titel	Ongerubriceerd
Managementuittreksel	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd
Bijlagen	Ongerubriceerd
Exemplaarnummer	6
Oplage	14
Aantal pagina's	31 (incl. bijlagen, excl. RDP & distributielijst)
Aantal bijlagen	3

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

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2008 TNO

20090213214

AQ F09-05-01881

Kennislacunes op het gebied van wapens en munitie in OVG

De stedelijke omgeving is een van de moeilijkste operatiegebieden voor de militair. Over de effecten van wapens en munitie in deze omgeving is niet alles bekend. TNO heeft de ontbrekende kennis en kunde in kaart gebracht.



Probleemstelling

De Nederlandse krijgsmacht krijgt binnen het gehele spectrum van haar optreden steeds meer te maken met omgevingen waarin verstedelijkte gebieden voorkomen. Operaties in Verstedelijkt Gebied (OVG) vinden plaats in een van de moeilijkste omgevingen voor de militair. Het Defensie-doelfinancieringsprogramma V706 'OVG' bouwt een kennis- en kunde-infrastructuur op voor de benodigde militaire vermogens in OVG. Eén van de doelen van het programma is het verkrijgen van inzicht in de huidige kennislacunes. Doel van deze

studie is het karakteriseren van de effecten van Wapens en Munitie (W&M) in de context van OVG, en het benoemen van daarmee verband houdende lacunes in kennis en kunde.

Beschrijving van de werkzaamheden

In de studie is gewerkt met vier factoren die samen bepalen hoe succesvol de W&M zijn in de OVG omgeving. Dit zijn de militaire taakstelling, de W&M, het doel waartegen de W&M worden ingezet, en de inzetketen. De factoren zijn samengenomen in een

kennisformulier, waarmee diverse experts zijn ondervraagd. De ondervraging vond plaats binnen een gedeeld beeld van een typische OVG context. Na hundeling van de kennisformulieren zijn de experts in een workshop geconfronteerd met elkaars inzichten. Tenslotte zijn de belangrijkste OVG gerelateerde lacunes in de W&M kennis en kunde benoemd voor drie belanghebbende groepen, namelijk de operationele militair, de opleidings- en trainings-omgeving, en de modelleeromgeving.

Resultaten en conclusies

De studie heeft de veertien belangrijkste kennislacunes op het gebied van W&M effecten in OVG blootgelegd. Deze zijn bovendien in samenhang tot elkaar gebracht. Dit heeft een globaal plan van aanpak opgeleverd om de onderkende lacunes te dichten. Aanvullend geeft de studie een eerste inzicht in de invulling van een dergelijk plan voor elk van de drie belanghebbende groepen.

Toepasbaarheid

Afhankelijk van de specifieke behoeften kan men de onderkende lacunes nader omschrijven en een gedetailleerd onderzoeksplan uitwerken.

Contact en rapportinformatie

Lange Kleiweg 137
Postbus 45
2280 AA Rijswijk

T +31 15 284 30 00
F +31 15 284 39 91

info-DenV@tno.nl

TNO-rapportnummer
TNO-DV 2008 A436

Opdrachtnummer
-

Datum
december 2008

Auteur(s)
ir. J.J.M. Paulissen
ir. Th.L.A. Verhagen

Rubricering rapport
Ongerubriceerd

PROGRAMMA

Programmabegeleider
Ikol P. Nieuwenhuis,
DS/DOBBP/Operationeel Beleid

Programmaleider
drs. R.G.W. Gouweleeuw,
TNO Defensie en Veiligheid,
businessunit Informatie en Operaties,
afdeling Operationele Analyse

Programmatitel
Operaties in Verstedelijkt Gebied –
OVG

Programmanummer
V706

Programmaplanning
Start 1 januari 2007
Gereed 31 december 2010

Toezichthouder
-

Frequentie van overleg
-

PROJECT

Projectbegeleider
-

Projectleider
ir. Th.L.A. Verhagen,
TNO Defensie en Veiligheid,
businessunit Bescherming, Munitie en
Wapens, afdeling Systeemprestaties
en Overlevingsvermogen

Projecttitel
Kennislacunes W&M-effecten binnen
OVG

Projectnummer
032.12533

Projectplanning
Start 1 mei 2007
Gereed 1 november 2008

Projectteam
ir. J.J.M. Paulissen, ir. Th.L.A. Verhagen,
ir. A.J. Krabbendam, ir. Th.P.J. van Rijn,
ir. E. van Meerten, ir. R.M.M. van Wees,
ir. W. Haverdings,
ir. J.C.A.M. van Doormaal,
ir. M.P.M. Rhijnsburger

Inhoudsopgave

	Managementuittreksel	2
1	Inleiding.....	5
2	Studieaanpak.....	6
2.1	Structuur	6
2.2	Inzetketen	8
2.3	Combinaties van W&M en doelen	9
2.4	Militaire activiteiten.....	10
3	De OVG context	11
4	Kennislacunes wapens en munitie.....	12
4.1	Resultaten van expertsessies	12
4.2	Beoordeling van lacunes in gegevens.....	14
4.3	Discussie.....	15
5	Aanpak van kennislacunes	17
5.1	Roadmap.....	17
5.2	Plan voor de operationele militair	18
5.3	Plan voor opleiding en training	19
5.4	Plan voor de M&S omgeving.....	20
6	Conclusies.....	22
7	Referenties.....	23
8	Ondertekening	24
	Bijlage(n)	
	A Kennisformulier	
	B Literatuuroverzicht	
	C Relevante studies en activiteiten	

1 Inleiding

De Nederlandse krijgsmacht krijgt binnen het gehele spectrum van haar optreden steeds meer te maken met omgevingen waarin verstedelijkte gebieden voorkomen.

Het verstedelijkte gebied is een van de moeilijkste omgevingen voor de militair.

De dynamiek en complexiteit van de omgeving kenmerkt, verzwaart of bemoeilijkt het uitvoeren van Operaties in Verstedelijk Gebied (OVG). Relevante factoren zijn bijvoorbeeld de ruimtelijke dimensies, de altijd aanwezige burgerbevolking, andere en afwijkende logistieke verbruikscijfers, en beperkingen in (reactie)tijd en ruimte.

Een belangrijk onderdeel van het onderzoeksprogramma V706 'Operaties in verstedelijk gebied' omvat de opbouw van kennis, kunde en infrastructuur voor het vaststellen van de benodigde militaire vermogens voor het optreden in verstedelijk gebied. Hiermee verband houdende onderzoeksvragen zijn:

- Wat zijn typische en relevante OVG karakteristieken en scenario's in het kader van het zogenoemde 'Three block war' principe?
- Welke effecten kunnen en moeten bereikt worden bij inzet van eenheden in OVG operaties?
- Welke specifieke OVG kennis en kunde is daarvoor nodig?

Eén van de doelen van het onderzoeksprogramma V706 is het definiëren en afbakenen van de (onderscheidende) karakteristieken van OVG en het verkrijgen van inzicht in de huidige kennislacunes. Doel van deze studie is het karakteriseren van de effecten van Wapens en Munitie (W&M) in de context van OVG operaties, en het benoemen van daarmee verband houdende lacunes in kennis en kunde. Natuurlijk hebben W&M slechts gedeeltelijk invloed op het militaire optreden in OVG. Voor een volledig inzicht in de effecten moeten in principe alle DCTOMP factoren in beschouwing genomen worden.

Het resultaat van de studie is een plan van aanpak om de relevante kennislacunes op het gebied van W&M effecten in OVG te dichten. Het plan van aanpak zal naar verwachting opgaan in een meer omvattend plan waarin ook operationele lacunes, en kennislacunes op andere factoren benoemd en aangepakt worden.

Hoofdstuk 2 van dit rapport begint met een toelichting op de aanpak die voor de studie is gevolgd. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de OVG omgeving vanuit het perspectief van W&M factoren, gevolgd door het benoemen van lacunes in W&M kennis en kunde in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 geeft een plan van aanpak om de lacunes te dichten in het kader van het OVG optreden door de Nederlandse krijgsmacht. Hoofdstuk 6 bevat conclusies en aanbevelingen.

2 Studietoepassing

De studie is zodanig opgezet dat de militair relevante inzichten worden benoemd ('waaraan is behoefte'), de aanwezige technische inzichten daaraan worden verbonden ('wat is voorhanden') en vervolgens voor de belangrijkste tekortkomingen een opbouwtraject wordt gegeven ('wat moet gedaan worden').

2.1 Structuur

De studie is specifiek gericht op factoren, die in samenspel met andere factoren bepalen hoe succesvol W&M zijn in de OVG omgeving. Om in die context de lacunes in kennis en kunde te vinden, zijn vier aspecten gecombineerd, namelijk:

- De militaire activiteit, uitgedrukt in de W&M relevante taak die de militair uitvoert.
- Het doel dat beïnvloed of bestreden wordt.
- Het inzetmiddel, dus de daadwerkelijke wapens en munitie.
- De inzetketen, die de activiteiten bevat welke nodig zijn om het inzetmiddel op het doel te krijgen.

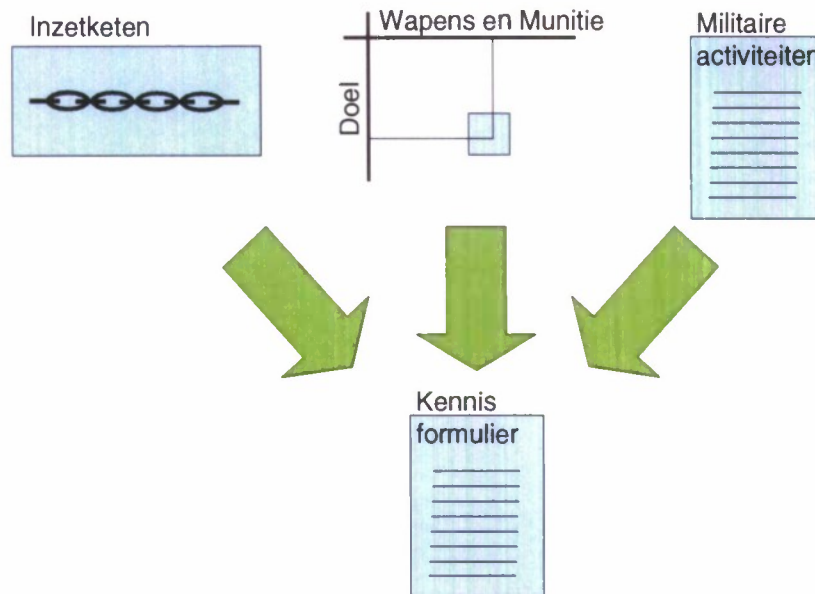
Deze opzet kan op verschillende manieren ingevuld worden. Twee manieren zijn nader beschouwd, namelijk:

- De scenariobenadering, waarin een aantal vignetten wordt uitgewerkt die samen een beeld opleveren van de OVG scenarioruimte. Dat beeld wordt dan gebruikt om bovenstaande vier aspecten in te kleuren en te specificeren.
- De overzichtenbenadering, waarin relevante delen van de inzetketen, de doelen, de wapens en munitie, en de militaire activiteiten worden geselecteerd binnen een algemene context van OVG operaties.

In beide benaderingen gaat doelgerichtheid boven volledigheid, passend bij de doelstelling van deze studie. In overleg met de opdrachtgever is besloten om de scenariobenadering niet te volgen. Vignetten helpen bij het vinden van factoren die relevant zijn voor OVG, maar het analyseren van relevante W&M versus doel combinaties geeft waarschijnlijk al een voldoende nauwkeurig overzicht binnen het kader van de studie.

Figuur 1 toont een schematisch overzicht van de aanpak om W&M kennis en kunde, en het gemis daarvan, te beschrijven. Binnen de specifieke militaire context van OVG is bronmateriaal gebruikt uit gerelateerde studies, waarvan hier enkele expliciet worden genoemd:

- Als onderdeel van een studie naar het niet-letaal aangrijpen van bootjes is een inzetketen opgesteld en ingevuld binnen een maritieme context [1]. De inzetketen is aangepast en aangevuld voor gebruik in deze studie.
- Als onderdeel van een studie naar het uitbrengen van effecten door een militaire eenheid in een genetwerkte omgeving, is een overzicht gemaakt van W&M versus doel combinaties [2]. Een bewerking daarvan is de basis voor deze studie.



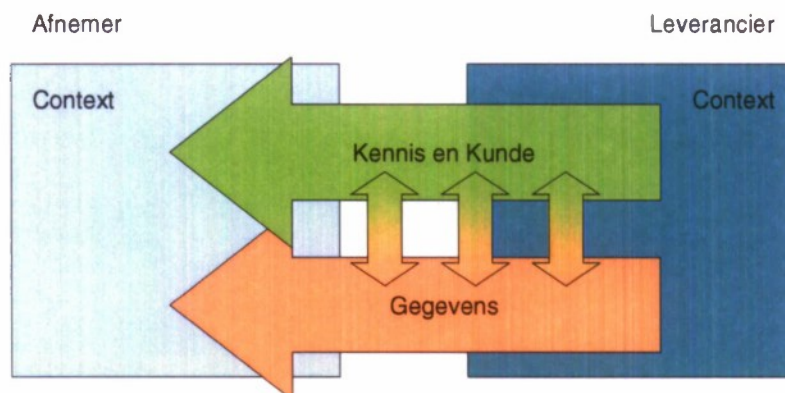
Figuur 1 Aanpak voor beschrijven van W&M kennis en kunde in een bepaalde militaire context.

De identificatie van tekortkomingen in kennis en kunde, en het oplossen daarvan, is gedaan met behulp van bijdragen van experts. Deze zijn ondervraagd met behulp van een speciaal ontwikkeld kennisformulier (zie bijlage A). Het formulier combineert de inzetketen, de W&M versus doel combinaties en de militaire activiteiten.

Bij het identificeren van tekortkomingen in W&M kennis en kunde (lacunes) zijn een tweetal uitgangspunten aangehouden:

- Lacunes in kennis en kunde gaan over de onbekendheid met de werking of beschrijving van bepaalde verschijnselen. Denk bijvoorbeeld aan het niet kunnen beschrijven van het interactieproces van overdruk met bepaalde vormen van infrastructuur. Lacunes in kennis en kunde onderscheiden zich van lacunes in gegevens, waarbij men alleen de uitkomst van een specifieke interactie niet weet. Denk bijvoorbeeld aan de penetratiediepte van een bepaald munitietype in een bepaald doel.
- Het betreft kennislacunes op het gebied van eindballistische W&M effecten, verband houdend met de daadwerkelijke interactie met het doel. Daarbij spelen fysieke en mentale effecten een rol. Binnen deze studie worden in principe alleen fysieke effecten beschouwd. Bovendien worden alleen factoren die een directe invloed hebben op de eindballistiek meegenomen.

In figuur 2 wordt het onderscheid tussen enerzijds kennis en kunde en anderzijds gegevens nader geïllustreerd. De afnemer van onderzoek bepaalt in principe de context waarbinnen kennis, kunde en gegevens van waarde zijn. De leverancier van onderzoek moet rekening houden met die context (hier het OVG optreden) omdat deze meestal verschilt van de context waarbinnen de onderzoeksresultaten zijn bereikt. Waardevolle gegevens kunnen via twee routes ontstaan, namelijk rechtstreeks en via opgebouwde kennis en kunde. Een voorbeeld van de rechtstreekse route is het systematisch testen van bepaalde W&M versus doel combinaties. De route via de kennis en kunde houdt bijvoorbeeld in dat gegevens volgen uit een model dat een bepaalde interactie beschrijft.



Figuur 2 Principeschets voor de afname van kennis, kunde en gegevens.

2.2 Inzetketen

In [1] zijn factoren benoemd die de confrontatie tussen een wapensysteem en een doel beïnvloeden. Die invloedsfactoren zijn onderverdeeld in 'wapensysteem', 'doelsysteem', 'omgeving' en 'confrontatie'. De wapensysteemfactoren zijn volgordelijk gerangschikt zodat ze een inzetketen vormen (zie tabel 1).

Tabel 1 Inzetketen voor wapensystemen (naar [1]).

Ketenfactor	Enkele relevante aspecten
Detectie van het doel	Sensoreigenschappen voor detectie
Volgen van het doel	Sensoreigenschappen voor volgen
Richten van de vuurmond	Richtsnelheid, richttijd Richtnauwkeurigheid
Aanleggen van het schot	Integratie van schutter en wapensysteem
Afvuren van het schot	Tijdvertraging tussen vuurcommando en afvuren
Afleveren van de munitie	Aard van de aflevering Aard van de vluchtbaan (krombaan, vlakbaan, etc.) Aflevertijd Afleverprecisie (dispersie, stabilisatie vuurmond) Maximale (effectieve) dracht
Scherpstellen van de munitie	Aard van het scherpstelmechanisme Tijd, afstand voor het scherpstellen Storingsgevoeligheid van het mechanisme
Treffen van het doel	Plaats, hoek, snelheid van treffen (direct en indirect)
Uitwerking van de munitie op het doel	Aard van de uitwerking Bestreken volume, oppervlakte Tijdsduur van de uitwerking
Beoordeling van de uitwerking	Schadevaststelling (tijd, kwaliteit) Herlaadtijd Vuursnelheid

De aspecten van bovenstaande inzetketen kunnen verder gespecificeerd worden, maar dat is niet van belang voor de studie. Aanvullend op de inzetketen zijn wel enkele randvoorwaarden van belang die het functioneren van het wapensysteem beïnvloeden:

- Beschikbare munitievoorraad.
- Energieverbruik geassocieerd met de juiste werking van het wapensysteem.
- Betrouwbaarheid van het wapensysteem (inclusief de munitie).
- Informatiebehoefte van het wapensysteem.
- Afstand en tijd waarop een vijandelijke tegenmaatregel kan worden waargenomen.

2.3 Combinaties van W&M en doelen

In [2] is een overzicht opgesteld van zogenoemde 'force assets' die tegen bepaalde doelen kunnen worden ingezet. Een confrontatie van een 'asset' met een doel levert vervolgens bepaalde operationele effecten op. De doelklassen volgens [2] zijn personeel, licht gepantserde voertuigen (zoals helikopters en 'soft top' wielvoertuigen), middelzwaar gepantserde voertuigen (zoals pantserwielvoertuigen), zwaar gepantserde voertuigen (zoals gevechtstanks) en infrastructuur. Die indeling werd voor deze studie echter niet afdoende passend geacht. Tabel 2 geeft een overzicht van de doelklassen voor deze studie.

Tabel 2 Doelklassen in de context van OVG operaties.

Nummer	Doelklasse
1	Ongedekt personeel
2	Personeel achter infrastructuur (bijvoorbeeld een muur)
3	Personeel in infrastructuur (bijvoorbeeld een kamer)
4	Personeel in voertuigen
5	Voertuigen
6	Infrastructuur

Tabel 3 geeft een overzicht van de W&M versus doel combinaties, gebaseerd op de overzichten van 'force assets' versus doelen in [2]. De doelklassen 'personeel in infrastructuur' en 'personeel achter infrastructuur' zijn hier samengenomen en komen niet voor in [2].

Tabel 3 Relevante combinaties van doelklassen en W&M in OVG operaties.

	KKW	LV	Steek-wapen	AT	HG	Mortier	UAV/ART	Kanon	LMA	NLW
Ongedekt personeel	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Personeel in of achter infrastructuur	X	X		X	X	X	X	X		X
Personeel in voertuig	O	X		X	X	X	X	X	X	O
Voertuigen (licht)	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Voertuigen (middel)	O	X		X	O	X	X	X	X	O
Voertuigen (zwaar)		O		X		X	X	X	X	
Infrastructuur		O		X	X	X	X	X		O

X staat voor een sterk verband en O staat voor een zwakker verband.

Een toelichting op de afkortingen in tabel 3 wordt hier gegeven:

- KKW zijn klein kaliber wapens.
- LV zijn 'low velocity' granaten die met infanteriewapens verschoten worden.
- AT zijn de anti-tank wapensystemen.
- HG staat voor de geworpen handgranaten.
- UAV/ART staat voor munitie vanaf 'unmanned aerial vehicles' en artillerie.
- Relevante kanonmunitie is middenkaliber munitie en 'high velocity' granaten. Echter, ook vlakbaan grootkaliber munitie valt hieronder.
- LMA zijn de landmijn alternatieven en andere middelen waarmee men het gevechtveld prepareert.
- NLW zijn de groep van niet-letale wapens.

2.4 Militaire activiteiten

Tabel 4 koppelt een overzicht van relevante militaire activiteiten in OVG aan operationele effecten volgens [2]. De koppeling kan slechts gedeeltelijk gemaakt worden omdat het kader van de studie beschreven in [2] enigszins verschilt. Voor een duidelijk verband is het noodzakelijk om de operationele effecten nader te omschrijven voor de OVG context (wat maakt 'disrupt' succesvol tijdens het OVG optreden?).

Tabel 4 W&M gerelateerde activiteiten en effecten.

Nummer	W&M activiteiten	W&M operationele effecten volgens [2]
1	Uitschakelen	Destroy (Disrupt, Degrade, Decapitate)
2	Suppressie	Delay, Disrupt, Demoralize
3	Binden of ontzeggen	Deny, Isolate
4	Doorbreken ('breach')	Destroy
5	Vijandelijke mobiliteit	Divert, Deter
6	Beheersen van menigten	Degrade, Control
7	Uitwerkingsgebied	-
8	Nevenschade	-
9	Eigen veiligheid	-

Met de koppeling van activiteiten en effecten kan nader bepaald worden welk gedeelte van de W&M versus doelen tabel de meest relevante combinaties bevat voor een deel van de militaire taakstelling. Echter, het aangeven van prioriteiten ten aanzien van het militaire optreden in OVG valt nadrukkelijk buiten het kader van de studie.

Het overzicht van activiteiten en effecten is hier vooral een hulpmiddel om de context van mogelijke lacunes te beschrijven (zie figuur 2). De context wordt bepaald door de afnemers van de OVG kennis, kunde en gegevens. In deze studie worden drie afnemers onderscheiden, namelijk:

- *De operationele militair*, die gericht is op het begrijpen van de mogelijkheden en beperkingen van zijn middelen in de specifieke omstandigheden.
- *Opleiding en Training*, die gericht is op het aanleren van het juiste gedrag en de juiste omgang met de beschikbare middelen (hier W&M) om een effectief militair optreden te realiseren.
- *De 'Modeling and Simulation' (M&S) omgeving*, waarmee hier de verzameling van wetenschappelijke analyseinstrumenten wordt bedoeld. Deze M&S omgeving heeft belang bij het zo realistisch mogelijk beschrijven en voorspellen van W&M prestaties om andere afnemers van de juiste informatie te voorzien.

Deze afnemers leggen niet per definitie dezelfde nadruk op elk van de activiteiten in tabel 4. Daarnaast zal per afnemer en per activiteit de gewenste diepgang van de kennis, kunde en gegevens verschillen. Dit wordt toegelicht met behulp van de W&M activiteit 'doorbreken' uit de tabel:

- De operationele militair zoekt een indicatie van de gatgrootte en veilige afstand voor de specifieke situatie waarvoor hij zich op dat moment gesteld ziet. De diepgang is laag.
- Opleiding en Training leert de militair hoe W&M worden gebruikt om een voldoende groot gat te maken in diverse vormen van infrastructuur, en welke neveneffecten daarbij optreden. De diepgang is 'middel', afhankelijk van het cursusniveau.
- De M&S omgeving heeft onder meer kennis over de materiaaleigenschappen en het schademechanisme nodig om een voldoende betrouwbare voorspelling te geven over gatgroottes, neveneffecten en veilige afstanden. De diepgang is 'hoog'.

3 De OVG context

Op zoek naar de lacunes in W&M effecten is eerst een schets gemaakt van de militaire omgeving. Deze schets omvat net voldoende elementen om de experts een gezamenlijk beeld te geven van de OVG karakteristieken die voor W&M effecten een rol (kunnen) spelen:

- Het OVG terrein is onoverzichtelijk en driedimensionaal. Dit heeft invloed op de prestaties van vele wapensystemen. Deze invloed uit zich meestal in beperkingen van de schietmogelijkheden, dan wel in korte reactietijden.
- De afstand waarop munitie in OVG wordt afgeleverd is vaak aanzienlijk kleiner dan de maximale effectieve dracht. Een forse afwijking van de ontwerpafstand kan voor bepaalde W&M betekenen dat de munitie anders presteert. Denk bijvoorbeeld aan de projectielstabilisatie na verlaten van de schietbuis, de tijd die nodig is om de munitie op scherp te stellen en de relatief hoge trefsnelheden.
- Geleide munitie kan bovendien invloed ondervinden van microklimaat (zijwinden tussen hoge gebouwen), de aanwezigheid van rook en stof, en een ruim aanbod aan potentiële EM storingsbronnen.
- De relatief korte schietafstanden en korte reactietijden hebben ook invloed op de eigen eenheden. Denk bijvoorbeeld aan de gevolgen voor nabij personeel als relatief zware wapensystemen worden afgevuurd (blast van de vuurmond, sabots in het voorterrein, grondschok, overdruk bij vuren vanuit besloten ruimten).
- De stedelijke omgeving bevat een breed aanbod aan constructiematerialen die gebruikt worden als dekking door zowel de eigen als vijandelijke eenheden.
- De tegenstander is een personeel doel dat zich in open terrein, in een voertuig, of in een infrastructuur kan bevinden.
- Vanwege de veelvuldige aanwezigheid van onbetrokken burgers is het van belang om een bepaalde proportionaliteit in het optreden aan te houden. Dit uit zich meestal in de wens tot het beperken van nevenschade ('collateral damage'). Zo is bijvoorbeeld de invloed van een getroffen voertuig op zijn directe omgeving thans een relevant effect.
- In de stedelijke omgeving bestaat het risico van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen die bij operaties in het open veld niet aan de orde zijn. Denk bijvoorbeeld aan industriële producten, maar ook aan het vrijkomen van asbest en dergelijk.

In overeenstemming met en deels aanvullend op het bovenstaande zijn enkele resultaten van een recente themadag over het gebruik van munitie in OVG [3]:

- Een belangrijk onderscheid voor de militair zijn OVG operaties in het hoge deel van het geweldsspectrum versus OVG in het lagere deel. De aanwezigheid van niet vechtende partijen is vaak een belangrijke onderscheidende factor.
- Het succes van optreden in OVG wordt bepaald door de inzet van de lagere tactische niveaus, in de vorm van 'combined arms teams'.
- Belangrijke munitiegerelateerde kenmerken van OVG zijn de korte schietafstanden, dreiging van eigen vuur, vuur- en zichtdekking, hoog munitieverbruik, wijzigingen in vuuraanvraag en vuurleiding (bijvoorbeeld door de afscherming van gebouwen bij krombaanvuur), druk op de logistiek, beperking van het risico op nevenschade, eventueel beperkende RoE, en het effectgerichte karakter van inzet.
- Operationele munitie-eisen zijn het vuren in besloten ruimten, beperking van het risico op ricochet, licht hanteerbare wapensystemen, andere schietrichtingen (boordwapen), korte reactietijden, precisie, opereren bij dag, nacht en bij verminderd zicht, en de korte bestrijdingsafstanden.

4 Kennislacunes wapens en munitie

Volgens de structuur beschreven in hoofdstuk 2 zijn er drie groepen van factoren die de behoefte aan W&M kennis en kunde beïnvloeden. Binnen de context van OVG operaties zijn deze factoren gebundeld in een kennisformulier en voorgelegd aan verschillende technische experts.

4.1 Resultaten van expertsessies

De experts hebben vanuit hun respectievelijke achtergronden aangegeven welke inzichten en gegevens beschikbaar zijn, en welke nog verdere ontwikkeling verdienen. De kennisformulieren leverden een gevarieerd beeld op, mede omdat aan de expert werd overgelaten hoe deze het formulier wilde invullen. Er zijn drie uitgangspunten aangereikt, namelijk:

- Welke kennis en kunde is er wel/niet op het gebied van OVG?
- Wat kan men wel/niet met de huidige kennis en kunde in de typische OVG omgeving?
- Welke rapportages zijn beschikbaar met relevante OVG kennis?

Na bundeling van de kennisformulieren zijn de experts in een workshop geconfronteerd met elkaars inzichten. Vervolgens zijn op basis daarvan in kernachtige bewoordingen de belangrijkste OVG gerelateerde lacunes in de W&M kennis en kunde benoemd:

- De *samenstelling van infrastructurele doelen*, en het herkennen ervan. Er bestaat een zeer grote variëteit aan infrastructuur, waardoor standaardisatie voor analyse-doeleinden (bijvoorbeeld voor de reproduceerbaarheid en uitwisselbaarheid van beproevingsuitkomsten) op voorhand ernstig wordt bemoeilijkt.
- Het begrip over *het ontstaan van infrastructurele schade*, dus het schadeproces op zichzelf, behoeft verdere ontwikkeling.
- De *sterkte en reststerkte van constructies*. De basis voor uitspraken over de integriteit van beschadigde constructies hangt sterk af van inzicht in het schadeproces.
- De *invloed van spreiding in de doeleigenschappen* op de uitkomst van de interactie tussen de munitie en het doel. Met andere woorden, onder welke omstandigheden leidt een afwijking van doeleigenschappen ten opzichte van een bekende standaard tot een significante verandering in de voorspelde uitkomst van de munitie-doel interactie.
- Het beschrijven van de gevolgen van *schade als gevolg van meerdere treffers* aan de locale omgeving.
- Het beschrijven van *het ricochet verschijnsel*. Dit is vooral van belang bij klein kaliber munitie op korte afstand van de schutter, maar heeft ook betrekking op terugkomende delen van andere munitiesoorten.
- De *prestatie van munitie tegen steenachtig materiaal* in plaats van metaal. Dit geldt zowel voor de buiswerking, de inslag, het penetratieproces, terugslageffecten, het uiteindelijke schadegebied, en afwijkende verschervingspatronen. Dit laatste kan bijvoorbeeld ontstaan door opsluiting van de munitie. Aanleiding voor het benoemen van deze lacune is het inzicht dat de huidige munitie niet a priori ontwikkeld is voor een optimale prestatie tegen stenen doelen. Wel kan met de huidige stand van kennis en kunde de vermindering van de dreiging achter een muur worden bepaald, door vermindering van het aantal scherven dat blijft steken in de muur.

- De *achter-de-muur effecten*, vooral in relatie tot de invloed op personeel achter de muur. Denk daarbij aan het uitschakelpotentieel van binnendringende munitiedelen in combinatie met resten van de infrastructuur, stof, en overdruk.
- *Gecombineerde munitie-effecten op korte afstand*, gerelateerd aan de behoefte voor een 'breaching' capaciteit. Deze lacune komt gedeeltelijk overeen met het gemis aan inzicht in de gevolgen van meerdere treffers. Ook is er een verband met het risico op ricochet. Een schatting van het 'breach' vermogen kan al wel empirisch gegeven worden met behulp van geschaalde afstanden.
- De *brandstichtende werking van munitie*.
- Het *uitschakelen van personeel op korte afstand*. Het gaat hierbij om inzicht in de mate van verwonding en de tijdspanne tussen treffen van het doel en het daadwerkelijk uitschakelen ervan.
- De *effecten van een vurend platform op de nabije omgeving*. Denk bijvoorbeeld aan de gevolgen van grondschok en overdrukken in besloten ruimten of nauwe straten.
- De *effecten van niet- of minder letale W&M op personeel*. De combinatie van tegenstanders en burgerbevolking op relatief korte afstand van de eigen troepen vraagt om inzicht in de voorspelbaarheid van de gedragsverandering.

Een aanvullend resultaat is een overzicht van beschikbare literatuur met kennis, kunde en gegevens die relevant zijn voor de OVG context. Dit overzicht is opgenomen in bijlage B. Echter, een overzicht van aanwezige kennis en kunde geeft niet automatisch aan welke kennis en kunde 'dus' nog ontbreekt. Figuur 3 toont een typische vastlegging van 'lessons learned' informatie uit de recente praktijk. De geringe diepgang van de informatie is voldoende bruikbaar voor de operationele militair, maar om de informatie van waarde te laten zijn voor de M&S omgeving zijn vaak aanvullende waarnemingen nodig (welke scherfhandgranaat is geworpen, wat was de samenstelling van de muur, hoe ver dringen scherven in de muur, enz.). Zie ook paragraaf 2.4.

SCHERF HANDGRANAAT

- Werd in kamer gegooid.
- Geen scherven door muur, geen waarneembare beschadiging aan constructie.



Figuur 3 Typische representatie van 'lessons learned' gegevens uit de militaire praktijk.

Het gemis aan voldoende diepgaande 'lessons learned' informatie uit de militaire praktijk is daarom, in aanvulling op bovenstaande lijst, eveneens aangemerkt als kennislacune.

4.2 Beoordeling van lacunes in gegevens

Tabel 3 toont een overzicht van relevante combinaties van doelklassen en W&M in OVG operaties. De tabellen 5, 6 en 7 tonen het resultaat van een kwaliteitsbeoordeling van de thans beschikbare gegevens (status: juli 2008) voor de verschillende afnemers. De afnemers hebben, gezien hun respectievelijke context, niet altijd dezelfde behoefte aan bepaalde gegevens. Met dit aspect is in de beoordeling echter verder geen rekening gehouden omdat een bepaalde gegevensbehoefte gekoppeld is aan kenmerken van het scenario. In paragraaf 2.1 is aangegeven dat deze studie zonder de hulp van specifieke OVG scenario's is uitgevoerd. Echter, een belangrijk onderscheid tussen de afnemers blijft de algemene behoefte aan een bepaalde gewenste diepgang:

- Gegevens van lage diepgang beschrijven de uitkomst van een analyse zonder veel details over de omstandigheden en het onderliggende mechanisme ('munitie A levert een gatgrootte Z op').
- Gegevens van middelmatige diepgang vermelden de omstandigheden, maar geven weinig details over het onderliggende mechanisme ('munitie A met inslagcondities B levert in een muur met eigenschappen C een gatgrootte van Z').
- Gegevens van hoge diepgang beschrijven de uitkomst van een analyse met vermelding van de omstandigheden en het mechanisme ('munitie A met inslagcondities B levert in een muur met eigenschappen C een gatgrootte van Z. Dit is het gevolg van penetratiemechanisme D en breukarakteristiek E').

De betekenis van de groene kleur in onderstaande tabellen is 'relatief weinig lacunes in beschikbare gegevens voor deze afnemer'. De betekenis van de gele en de rode kleur spreken dan verder voor zich.

Tabel 5 Beschikbare gegevens ten behoeve van de operationele militair in OVG operaties (diepgang laag).

	KKW	LV	Steek-wapen	AT	HG	Mortier	UAV/ART	Kanon	LMA	NLW
Ongedekt personeel	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Personeel in of achter infrastructuur	X	X		X	X	X	X	X		X
Personeel in voertuig	O	X		X	X	X	X	X	X	O
Voertuigen (licht)	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Voertuigen (middel)	O	X		X	O	X	X	X	X	O
Voertuigen (zwaar)		O		X		X	X	X	X	
Infrastructuur		O		X	X	X	X	X		O

X staat voor een sterke relevantie tussen doelklasse en W&M, en O staat voor een zwakkere relevantie.

Tabel 6 Beschikbare gegevens ten behoeve van Opleiding en Training in OVG operaties (diepgang middel).

	KKW	LV	Steek-wapen	AT	HG	Mortier	UAV/ART	Kanon	LMA	NLW
Ongedekt personeel	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Personeel in of achter infrastructuur	X	X		X	X	X	X	X		X
Personeel in voertuig	O	X		X	X	X	X	X	X	O
Voertuigen (licht)	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Voertuigen (middel)	O	X		X	O	X	X	X	X	O
Voertuigen (zwaar)		O		X		X	X	X	X	
Infrastructuur		O		X	X	X	X	X		O

X staat voor een sterke relevantie tussen doelklasse en W&M, en O staat voor een zwakkere relevantie.

Tabel 7 Beschikbare gegevens ten behoeve van de M&S omgeving in OVG operaties (diepgang hoog).

	KKW	LV	Steek- wapen	AT	HG	Mortier	UAV/ ART	Kanon	LMA	NLW
Ongedekt personeel	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Personeel in of achter infrastructuur	X	X		X	X	X	X	X		X
Personeel in voertuig	O	X		X	X	X	X	X	X	O
Voertuigen (licht)	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Voertuigen (middel)	O	X		X	O	X	X	X	X	O
Voertuigen (zwaar)		O		X		X	X	X	X	
Infrastructuur		O		X	X	X	X	X		O

X staat voor een sterke relevantie tussen doelklasse en W&M, en O staat voor een zwakkere relevantie.

Het literatuuroverzicht in bijlage B is gebruikt bij bovenstaande kwaliteitsbeoordeling. Het overzicht toont welke kennis, kunde en gegevens wel beschikbaar zijn voor W&M versus doel combinaties die over het algemeen juist als lacune zijn beoordeeld. Verreweg de meeste beschikbare gegevens gaan over de uitwerking van munitie tegen personeel of voertuigen. Deze leveren in bovenstaande tabellen 5, 6 en 7 een 'groene' beoordeling op, maar zijn echter vanwege de omvang niet opgenomen in bijlage B.

Over de beoordeling zijn nog twee aanvullende opmerkingen te maken:

- De beoordeling is gedaan tegen de achtergrond van de eindballistische W&M prestaties. Gegevens die betrekking hebben op andere delen van de inzetketen of op andere factoren van het OVG optreden zijn niet beschouwd.
- Het feit dat gegevens beschikbaar zijn voor een bepaalde afnemer houdt niet automatisch in dat het onderzoek al gedaan is. In de praktijk is er meestal een bewerking noodzakelijk om gegevens betekenis te geven in relatie tot de specifieke onderzoeksvraag. De omvang van die bewerking (triviaal of juist een aparte studie) is afhankelijk van de behoeften vanuit het OVG scenario.

Tenslotte is in bijlage C een overzicht gegeven van enkele relevante lopende en voor- genomen studies en andere activiteiten. Deze activiteiten dragen bij aan het (deels) invullen van onderkende W&M lacunes in kennis en kunde, maar ook aan het invullen van lacunes op het gebied van W&M gegevens (zie ook paragraaf 2.1).

4.3 Discussie

De recente themadag over het gebruik van munitie in OVG had tot doel om knelpunten op het gebied van munitie te benoemen [3]. In het kader van de operationele inzet bleek de eindballistische munitieprestatie verreweg het belangrijkste aandachtspunt. Daarom is TNO van oordeel dat, voor de beschouwde afnemers van kennis, kunde en gegevens in de OVG context, de eindballistiek ook het belangrijkste element is van de inzetketen. Ten aanzien van de lacunes in W&M kennis en kunde is vooral de werking van W&M tegen infrastructuur van belang. Andere delen van de inzetketen (detectie, richten, afleveren, etc.) hebben natuurlijk ook invloed op de eindballistische munitieprestatie. Echter, die lacunes zijn dan juist vaak lacunes in de beschikbare gegevens. Denk bijvoorbeeld aan beperkingen in zichtlijnen en mogelijke vluchtbanen.

Thans gangbare W&M zijn vaak ontwikkeld voor het bestrijden van een reguliere militaire tegenstander, die zich op een soortgelijke wijze beschermt als de eigen eenheden. Munitie is meestal ontworpen op het verslaan van gepantserde voertuigen en persoonlijke beschermingsmiddelen. De tegenstander in de OVG omgeving heeft dergelijke bescherming vaak niet, maar gebruikt wel vaak de aanwezige infrastructuur. Bijgevolg kan de munitie onvoldoende voorspelbaar of reproduceerbaar presteren tegen infrastructuur, met een onvoldoende voorspelbare of reproduceerbare nevenschade.

Op de W&M prestaties tegen ongedekt personeel, personeel in voertuigen en voertuigen zijn minder lacunes in kennis en kunde aangetroffen. Lacunes betreffen voornamelijk de (gevolgen van) doelbestrijding op de korte afstand en niet-letale effecten. Kennis over het beschieten van infrastructuur op korte afstand is eveneens van belang, vanwege de behoefte aan kennis over nevenschade en veilige afstanden voor de eigen eenheden.

De weinig verrassende observatie over lacunes in de gegevens is dat dit het karakter van een lappendeken heeft. Er bestaat al een behoorlijke hoeveelheid gegevens over de uitwerking van munitie tegen infrastructuur, die het resultaat zijn van beproevingen en rekenmodellen. Dat geldt ook voor de beschermingswaarde van militaire infrastructuur ('compounds') en die gegevens worden nog steeds aangevuld. Verder zijn er gegevens over het gecontroleerd slopen van infrastructuur door middel van genie activiteiten ('breaching and entering'). Deze gegevens zijn echter verzameld in studies die allen een specifieke context en een specifiek doel hadden. In de (andere) context van het OVG optreden zijn sommige gegevens direct bruikbaar, sommige dienen enige bewerking te ondergaan en sommige zijn niet bruikbaar. Daar komt nog bij dat de gewenste diepgang van de gegevens afhankelijk is van de behoeften van de afnemer (hier: de operationele militair, opleiding en training, en de M&S omgeving). Tenslotte dient elke afnemer zich bewust te zijn dat gedegen kennis en kunde de basis is voor betrouwbare gegevens. Dus hoewel niet elke afnemer een even groot belang heeft bij het vergaren van kennis en kunde, hebben ze toch allen belang bij de gegevens die het oplevert.

Zie voorbeeld de nieuwsbrief van het Amerikaanse 'Center for Army Lessons Learned' [4]. Deze referentie geeft de operationele militair voor specifieke W&M een indruk van de werking tegen verschillende soorten muren, vloeren en andere infrastructuurele delen. De eigenschappen van unieke stukken infrastructuur zijn op praktische wijze in categorieën geplaatst, om aan te geven wat men mag verwachten als men een soortgelijke infrastructuur aantreft. [4] geeft de verwachte W&M prestaties in de vorm van gatgroottes, gewonden en doden in de infrastructuur, 'backblast' afstanden bij het afvuren van de eigen W&M, specifieke waarnemingen, en waargenomen afwijkingen ten opzichte van de handboeken (opleiding en training!). De gegevens uit [4] zijn echter nog niet onmiddellijk geschikt voor de M&S omgeving. Daarvoor is het nodig om te bepalen welke verschijnselen van invloed zijn op een schademechanisme, gevolgd door het bepalen van relevante parameters en de systematische variatie daarvan.

Kortom, beschikbare gegevens zijn lang niet altijd voldoende compleet en van voldoende diepgang voor het doel van een bepaald onderzoek.

5 Aanpak van kennislacunes

In de OVG omgeving moet de militair altijd in meer of mindere mate rekening houden met de aanwezigheid van burgerbevolking. Voor het W&M aspect van het militaire optreden staat de infrastructuur van de verstedelijkte omgeving centraal. Infrastructuur wordt gebruikt door de dreiging, de burgerbevolking, en de eigen eenheden (bijvoorbeeld als bescherming). In de OVG omgeving is aandacht voor het voorkomen van ongewenste nevenschade, wat verband houdt met de proportionele inzet van middelen. Dit heeft tot gevolg dat de fysieke uitwerking in het doelgebied vanuit verschillende standpunten moet worden beoordeeld en in ieder geval niet meer beperkt blijft tot de vraag of het doel is uitgeschakeld.

Het ontwikkeldoel voor W&M kennis en kunde in de context van OVG operaties is benoemd als ‘effects-based firepower’. Op basis van de geïdentificeerde kennislacunes in hoofdstuk 4 zijn drie belangrijke ontwikkelrichtingen te onderscheiden:

- 1 *Effectiviteit van munitie.* Dit omvat zowel de prestaties van de huidige munitie die niet voor een specifiek OVG doel is aangeschaft, alsook het specificeren van W&M die juist in de OVG context optimaal presteert.
- 2 *Eigenschappen van infrastructuur.*
- 3 *Veiligheid en risico voor personeel, materieel en omgeving.*

5.1 Roadmap

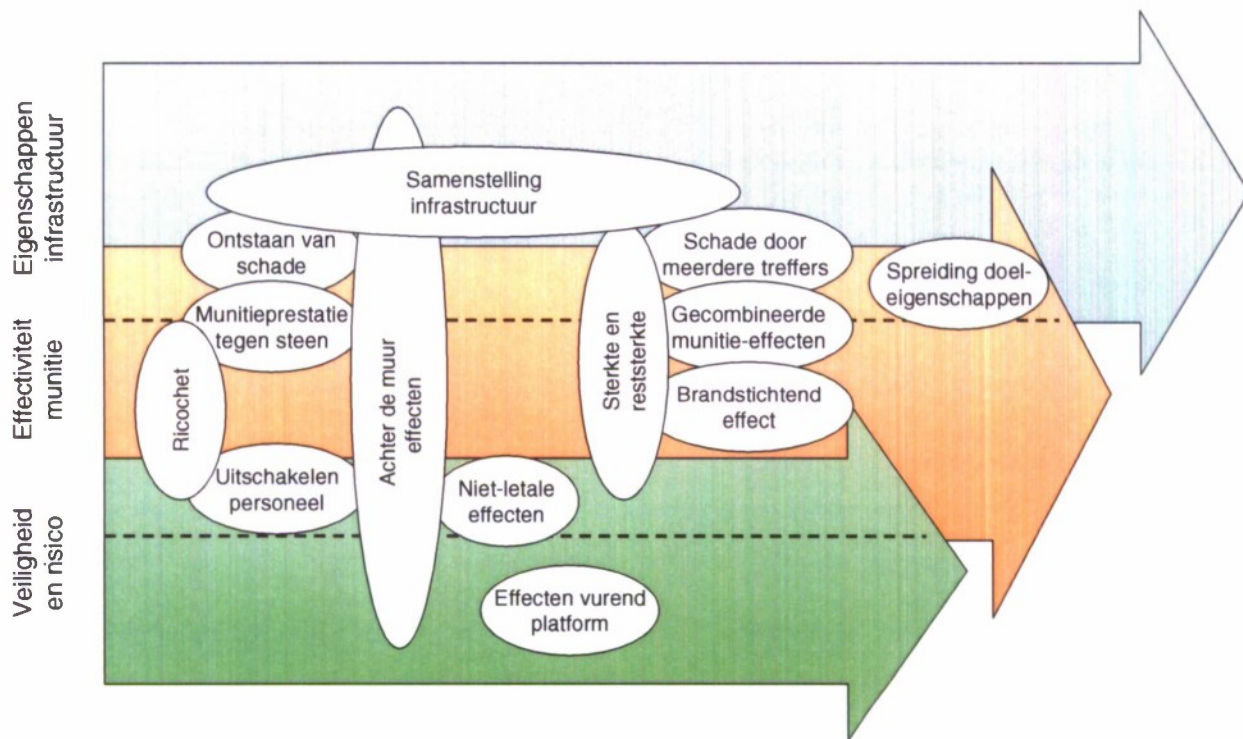
Binnen deze studie heeft veiligheid te maken met ongewenste effecten tegenover de burgerbevolking en risico met ongewenste effecten tegenover de eigen en bevriende eenheden. Invulling van beide begrippen wordt voor een deel bepaald door de acceptatie van beoogde of gerealiseerde fysieke W&M effecten. Zie hiervoor figuur 4 (onderste regel). De mate waarin een bepaalde veiligheid of een bepaald risico gewaarborgd dient te worden zal extra van invloed zijn op de snelheid en diepgang waarmee een bepaalde kennislacune wordt aangepakt.

		Fysieke uitwerking		
		Beperkt	Nominaal	Overschot
Militaire inzet	Doel	“te weinig”	“gewenst”	“te veel”
	Omgeving	“gewenst”	“te veel”	“te veel”

Figuur 4 Interpretatie van fysieke W&M uitwerking in OVG operaties.

De kennislacunes van hoofdstuk 4 zijn geplaatst binnen de drie ontwikkelrichtingen. Het resultaat is figuur 5. De ontwikkelrichtingen hebben vanwege de onderliggende technologie verband met elkaar. Dit is geïllustreerd door het gedeeltelijk overlappen van de drie pijlen. Als vervolgens de kennislacunes op de ontwikkelrichtingen worden geplaatst, blijken veel lacunes op het snijvlak van twee ontwikkelrichtingen te vallen. Verder hebben de meeste lacunes onderling ook verband met elkaar. Dit is geïllustreerd door het laten overlappen van de betreffende kennislacunes. Op deze manier ontstaat

niet alleen een overzicht van de nog te ontwikkelen W&M kennis en kunde in de context van OVG operaties, maar ook een bepaalde volgorde in de aanpak van de kennislacunes. Aanvullend hierop is ook een algemeen gemis aan 'lessons learned' gegevens onderkend.



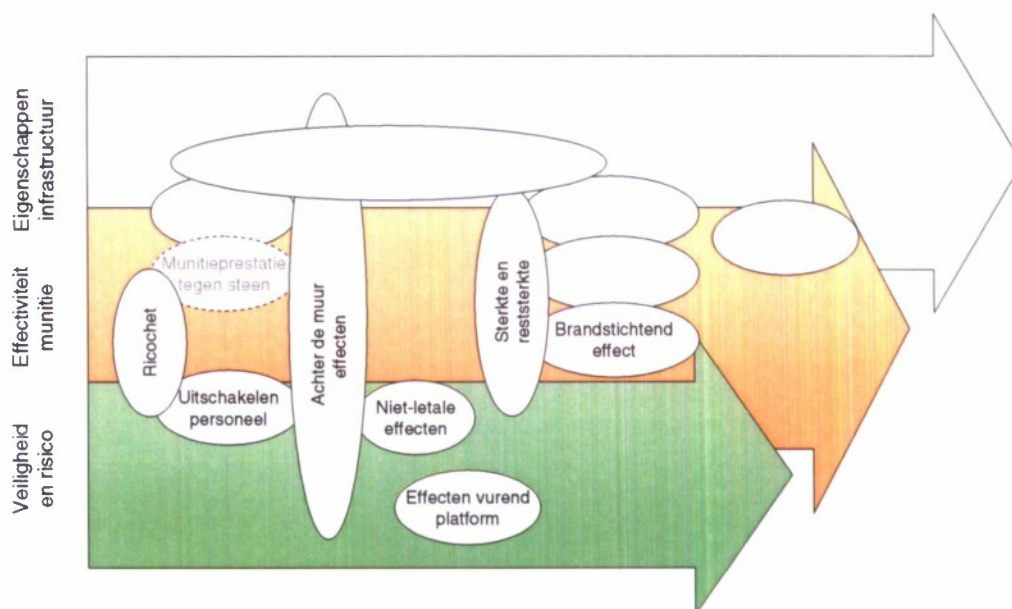
Figuur 5 Roadmap voor het oplossen van geïdentificeerde W&M kennislacunes in de context van OVG operaties.

Figuur 5 geeft aan waar de gaten vallen en afhankelijk van de afnemer van kennis, kunde en gegevens kan in eerste aanleg bepaald worden hoe diep het gat is. Zie voor een eerste indruk de tabellen 5, 6 en 7. Figuur 5 geeft daarnaast een globaal plan van aanpak voor toekomstige investeringen in onderzoek. Het bevat immers een ideale volgorde van activiteiten, samenhang tussen activiteiten en kaders voor die activiteiten (hier de ontwikkelrichting).

In het navolgende wordt nader ingegaan op het plan van aanpak vanuit het perspectief van elke afnemer. Afhankelijk van de specifieke behoeften van elke afnemer kan men de onderkende lacunes nader omschrijven en een meer gedetailleerd onderzoeksplan uitwerken.

5.2 Plan voor de operationele militair

De operationele militair is in het kader van deze studie primair gebaat bij een zo goed mogelijk begrip van de mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare W&M, in concrete inzetsituaties. De bijbehorende kennis en kunde is gericht op praktische aanwijzingen in de vorm van checklijsten, handboeken en dergelijke. Figuur 6 toont het relevante gedeelte van de Roadmap voor de operationele militair.



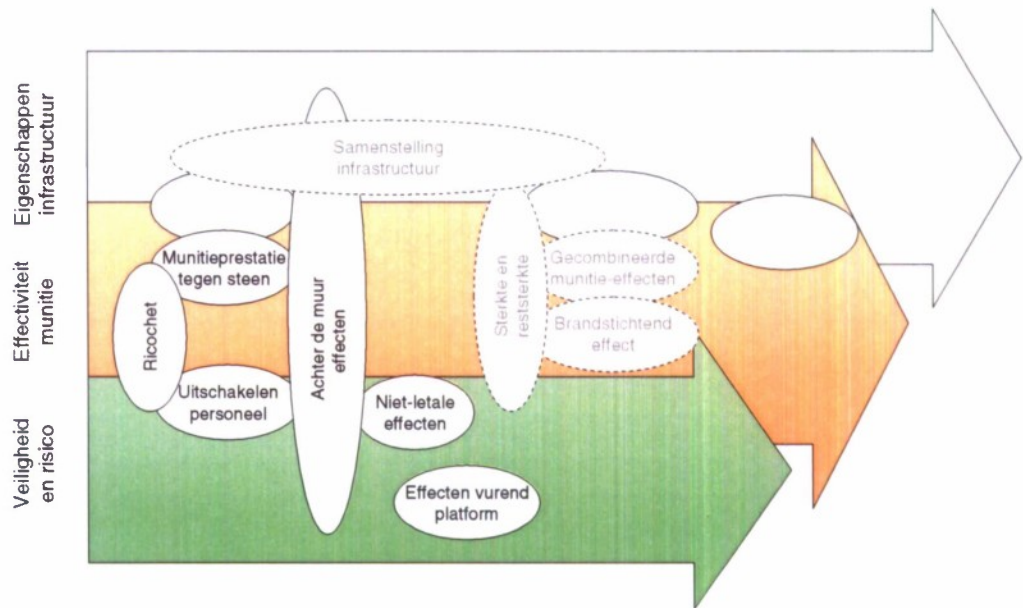
Figuur 6 Overzicht van relevante W&M kennislacunes voor de operationele militair.

Met deze achtergrond is het op korte termijn invullen van kennislacunes op het (permanent of tijdelijk) uitschakelen van personeel in of achter infrastructuur van belang. Daarnaast speelt veiligheid en risico een steeds grotere rol in het huidige optreden, zodat kennislacunes op ricochet en andere nabij-effecten van het vurend platform (zowel in de buurt van de vuurmond als in de buurt van het trefpunt) snelle invulling behoeven. Ook praktische kennis op de structurele integriteit van infrastructuur behoeft verbetering. Echter, daarvoor zal eerst andere, ondersteunende kennisopbouw moeten plaatsvinden.

De behoefte van de operationele militair is sterk gericht op onderzoeksresultaten die betekenis hebben in de inzetsituatie. Zo is bijvoorbeeld het resultaat 'het gat heeft een diameter van 100 cm' minder betekenisvol dan het resultaat 'het gat is groot genoeg voor de infanterist om de woning te betreden'. Lacunes in gegevens hebben vaak te maken met de vertaling naar een operationeel betekenisvolle vorm. Echter, tabel 5 laat ook zien dat er op sommige W&M versus doelcombinaties zeker nog lacunes bestaan. Tenslotte is het van belang om op te merken dat de operationele militair, afhankelijk van de concrete inzetsituatie, een heel specifieke en diepgaande gegevensbehoefte kan ontwikkelen die thans niet te voorspellen is.

5.3 Plan voor opleiding en training

Opleiding en Training is in het kader van deze studie primair gebaat bij het kunnen aanleren van het juiste gedrag en de juiste omgang met de beschikbare middelen. De bijbehorende kennis en kunde is gericht op een kwalitatief goed opleidings- en trainingsprogramma, inclusief eventuele trainingssimulaties, die de juiste effecten moeten kunnen genereren. Figuur 7 toont het relevante gedeelte van de Roadmap voor Opleiding en Training.



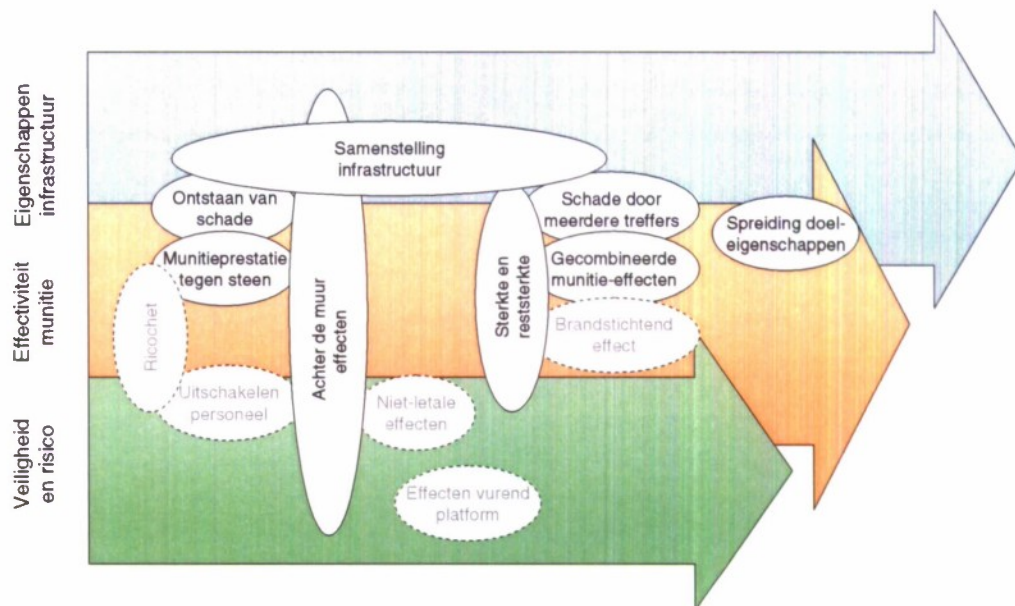
Figuur 7 Overzicht van relevante W&M kennislacunes voor Opleiding en Training.

Omdat Opleiding en Training de voorbereiding is voor de operationele militair, mag verwacht worden dat de behoefte aan kennis en kunde ongeveer gelijk is. Verschillen zijn er vooral in de dieper gaande kennisbehoefte in hoe prestaties tegen infrastructuur tot stand komen. Van belang is de invulling van kennislacunes in de munitieprestaties tegen steenachtig materiaal, en in mindere mate de samenstelling en het herkennen van bepaalde typen infrastructuur. Kennislacunes op de structurele integriteit van infrastructuur is tegen de achtergrond van Opleiding en Training minder van belang.

Voor wat betreft lacunes in gegevens laat tabel 6 zien dat deze voor de onderscheiden W&M versus doelcombinaties grotendeels overeen komen met de gegevenslacunes voor de operationele militair. Alleen voor de effecten van niet-letale wapens zijn de lacunes over de hele linie groter.

5.4 Plan voor de M&S omgeving

De M&S omgeving is in het kader van deze studie primair gebaat bij het kunnen beschrijven en voorspellen van W&M verschijnselen voor diverse afnemers. De bijbehorende kennis en kunde is gericht op de adequate ondersteuning van alle afnemers. Figuur 8 toont het relevante gedeelte van de Roadmap voor de M&S omgeving. Daarbij is aangenomen dat de M&S omgeving vooral ondersteunend is bij het leveren van kennis, kunde en gegevens over de W&M effecten tegen infrastructuur. Indien deze beperking niet wordt aangenomen, zou het plan voor de M&S omgeving de hele Roadmap omvatten. Er zijn immers veel verschillende afnemers van kennis en kunde, en ook veel verschillende factoren van het OVG optreden die ondersteund worden met M&S.



Figuur 8 Overzicht van relevante W&M kennislacunes voor de M&S omgeving.

Uitgangspunt voor het invullen van de meeste kennislacunes is het begrip over het ontstaan van infrastructurele schade, en de interactie van infrastructuur met munitie. De M&S omgeving is gebaat bij een standaardisatie van het overweldigende aanbod aan mogelijke infrastructurele doelen. Als kennislacunes op het gebied van één-op-één interacties voldoende zijn ingevuld, kan vervolgens de aandacht worden gericht op variaties, zoals de effecten van meerdere treffers, meerdere schademechanismen, of kleine verschillen in de eigenschappen van een bepaald doel ten opzichte van de standaard.

De gegevenslacunes in tabel 7 zijn in principe aanwezig voor alle onderscheiden W&M versus doelcombinaties, behalve voor die combinaties die in het verleden ruime aandacht hebben gekregen in de context van het grote gewapende conflict (lees: de effecten van kanonverschoten munitie en anti-tank wapensystemen tegen gepantserde doelen).

6 Conclusies

Om afdoende in staat te zijn W&M effecten te karakteriseren in de context van OVG operaties is het noodzakelijk bepaalde lacunes in de beschikbare kennis en kunde te dichten. Deze lacunes zijn benoemd en in samenhang tot elkaar beschouwd. Daarvoor is gebruik gemaakt van een gestructureerde aanpak voor het inkaderen van het thema, en van het ondervragen van diverse experts.

Het belangrijkste resultaat is een globaal plan van aanpak voor toekomstige investeringen op basis van de volgende onderkende lacunes in kennis en kunde:

- De samenstelling van infrastructurele doelen.
- Het ontstaan van infrastructurele schade.
- Sterkte en reststerkte van constructies.
- De invloed van spreiding in de doeleigenschappen.
- Schade als gevolg van meerdere treffers.
- Ricochetgedrag.
- Munitieprestaties tegen steenachtig materiaal.
- Achter-de-muur effecten.
- Gecombineerde munitie-effecten op korte afstand.
- Brandstichtende werking van munitie.
- Het uitschakelen van personeel op korte afstand.
- Effecten van een vurend platform of de nabije omgeving.
- Effecten van niet- of minder letale wapens en munitie op personeel.

Het gemis aan voldoende diepgaande 'lessons learned' informatie uit de militaire praktijk is daarnaast eveneens aangemerkt als kennislacune.

In de studie is een onderscheid gemaakt tussen lacunes in kennis en kunde, en lacunes in gegevens. Het huidige gegevensaanbod heeft het karakter van een lappendeken omdat deze zijn verzameld in de context van specifieke, niet altijd OVG gerelateerde, studies. Ook is de toepasbaarheid en diepgang van beschikbare gegevens lang niet altijd passend bij de huidige behoeftes in de context van het OVG optreden.

De volgorde bij het invullen van lacunes en de gewenste diepgang is afhankelijk van de behoeften die een bepaalde afnemer van kennis, kunde en gegevens heeft.

- De operationele militair is op korte termijn gebaat bij kennis en kunde over het uitschakelen van personeel in of achter infrastructuur, naast kennis over nabij-effecten van wapens en munitie. Verder is het van belang om gegevens op een operationeel betekenisvolle wijze uit te drukken.
- Opleiding en training volgt de kennisbehoefte van de operationele militair, met het verschil dat er behoefte is aan dieper gaande kennis over hoe munitieprestaties tegen infrastructuur tot stand komen.
- Voor de 'modelling and simulation' omgeving is, in het kader van deze studie, kennis over het ontstaan van infrastructurele schade het uitgangspunt. Op korte termijn is standaardisatie van infrastructuur van belang. In de gegevens zijn in principe grote lacunes in relatie tot alle doelen, behalve de gepantserde.

Afhankelijk van de specifieke behoeften van elke afnemer kan men de onderkende lacunes nader omschrijven en een meer gedetailleerd onderzoeksplan uitwerken.

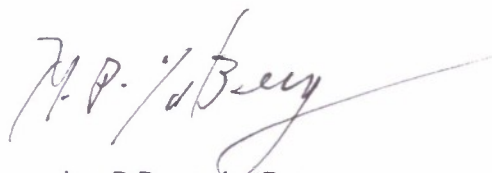
7 Referenties

- [1] Paulissen, J.J.M. en Krabbendam, A.J., Effect- en effectiviteitsgegevens van minder letale wapens tegen bootjes, TNO-memorandum o7 DV3/0666, 4 oktober 2007.
- [2] Barbier, R.R., et.al., How to achieve effects through small units in a networked environment, conceptrapportage, TNO Defensie en Veiligheid, januari 2008.
- [3] Paulissen, J.J.M.; Krabbendam, A.J. en Absil, L.H.J., Themaachtend munitie in MOUT – korte notitie vanuit TNO, 9 maart 2008, TNO Defensie en Veiligheid, Rijswijk.
- [4] Center for Army Lessons Learned, Weapons effects in urban operations, Newsletter 03-32, US Army TRADOC, Ft Leavenworth, november 2003.

8 Ondertekening

Rijswijk, december 2008

TNO Defensie en Veiligheid



ing. R.P. van den Berg
Afdelingshoofd



ir. J.J.M. Paulissen
Auteur



ir. Th.L.A. Verhagen
Projectleider

A Kennisformulier

Onderstaand formulier is gebruikt voor het ondervragen van diverse kennisdragers op het gebied van wapen- en munitie-effecten in verstedelijkt gebied.

Tabel A.1 Formulier voor het identificeren van lacunes in kennis en kunde.

Kennis van wapen- en munitieaspecten in verstedelijkt gebied					
Dit formulier is bedoeld om in kaart te brengen wat de huidige stand van kennis en kunde is op de inzet van wapens en munitie bij optreden in verstedelijkt gebied (OVG), met nadruk op de eindballistische aspecten. Het formulier kan in principe met drie verschillende uitgangspunten ingevuld worden: - Welke kennis en kunde heeft TNO wel/niet op het gebied van OVG? - Wat kan TNO wel/niet met de huidige kennis en kunde in de typische OVG omgeving? - Welke (TNO) rapportages zijn beschikbaar met relevante OVG kennis? De generieke vraag op basis van onderstaande is: "Heeft TNO kennis en kunde op <aspect> met of door een <wapen> en <munitie> tegen <doelklasse> voor de verschillende fasen van de inzetketen?" Indien het antwoord op de vraag luidt JA, dan aangeven waaruit de kennis en kunde bestaat.					
Doelklasse	Munitie	Activiteit Wapen	Activiteit Wapen	...	Activiteit Wapen
Personeel ongedekt	Kinetisch Explosief Chemisch				
Personeel achter infrastructuur	Kinetisch Explosief Chemisch				
Personeel in infrastructuur	Kinetisch Explosief Chemisch				
Personeel in voertuig	Kinetisch Explosief Chemisch				
Voertuig	Kinetisch Explosief Chemisch				
Infrastructuur	Kinetisch Explosief Chemisch				
Per kruispunt in bovenstaand overzicht kan de OVG kennis en kunde voor de inzetketen worden ingevuld. Het relevante deel van de inzetketen is afvuren – afleveren – scherpstellen – treffen (eindballistiek). Niet alle kruispunten zijn van toepassing. Wapen staat voor deels vrij te specificeren klassen van inzetmiddelen, te weten: - Direct vuur (klein kaliber infanterie, middenkaliber kanon, grootkaliber kanon, stralen, ...) - Indirect vuur (mortier, artillerie, afgeworpen, ...) Activiteit staat voor relevante delen van de militaire taakstelling, te weten: - Functioneel uitschakelen. - 'Breaching' (het maken van een gat). - Suppressie. - Nevenschade. - Eigen veiligheid/risico.					

B Literatuuroverzicht

Dit literatuuroverzicht is onderdeel van de studie naar de identificatie van kennislacunes op het gebied van wapen- en munitie-effecten in Operaties in Verstedelijkt Gebied (OVG). De tabellen B.1 tot B.4 bevatten voornamelijk literatuur over de penetratie van munitie in infrastructuur. Daarnaast is er aanvullende literatuur over de opbouw en samenstelling van bepaalde infrastructuur.

Tabel B.1 Literatuuroverzicht van munitieprestaties tegen infrastructuur en eigenschappen van infrastructuur.

Nr.	Titel	Auteur	Bron	Publicatie
1	A note on empirical formulas for the prediction of concrete penetration	H. Hansson	FOI Swedish Defence Research agency	2003
2	A numerical simulation on the perforation of reinforced concrete targets	F. Huang, H. Wu, Q. Jin, Q. Zang	International journal of impact engineering	2005
3	Advanced SDOF approach for structural concrete systems under blast and impact loads	T. Krauthammer, M. Frye, T.R. Schoedel, M. Seltzer	Pennsylvania State University, USA	
4	Analytical predictions of fragment penetration through hollow concrete masonry units	D. Bogosian, B. Gerber	75 th shock and vibration symposium, USA	2004
5	Behind armor debris Investigation and their application into a new vulnerability model	W. Arnold, W. Paul	International journal of impact engineering	2001
6	Beton en betonvoorschriften	H. Ootes		2005
7	Betonsterkteklasse		Wikipedia	2005
8	Concrete subjected to projectile and fragment impacts: Modeling of crack softening and strain rate dependency in tension	J. Leppänen	International journal of impact engineering	2006
9	ConWep logboek	J.A.C.M. van Doormaal	TNO internal draft report	2006
10	De treksterkte van beton nader beschouwd	C.R. Braan, G.C. Bouquet	Cement 2003, NL	2003
11	Deep penetration of a non-deformable projectile with different geometrical characteristics	X.W. Chen, Q.M. Li	International journal of impact engineering	2001
12	Dimensionless formulae for penetration depth of concrete target impacted by a non-deformable projectile	Q.M. Li, X.W. Chen	International journal of impact engineering	2002
13	Dynamic behaviour of concrete structures subjected to blast and fragment impacts	J. Leppänen	Chalmers University of Technology, Sweden	2002
14	Experimental and numerical investigation on the dynamic tensile strength of concrete	H. Wu, Q. Zang, F. Huang, Q. Jin	International journal of impact engineering	2005
15	Experiments and numerical analyses of blast and fragment impacts on concrete	J. Leppänen	International journal of impact engineering	2005
16	Explicit evolution law for anisotropic damage: application to concrete structures	R. Desmorat, F. Gatuingt, F. Ragueneau	International journal of impact engineering	2005
17	Fragment patterns behind concrete structures caused by KE projectiles	R. Jeanquartier, D. Hoffmann, S. Lampert, B. Lehmann	22 nd International Symposium on Ballistics, Vancouver	2005

Tabel B.2 Literatuuroverzicht van munitieprestaties tegen infrastructuur en eigenschappen van infrastructuur (vervolg).

Nr.	Titel	Auteur	Bron	Publicatie
18	Fragmenten en brokstukken		PGS 1, deel 2b: effecten van explosies op constructies, Ministerie van VROM, NL	2003
19	Influence of overall structural response on perforation of concrete targets	Q.M. Li, Z.Q. Ye, G.W. Ma, S.R. Reid	International journal of impact engineering	2006
20	Local impact effects of hard missiles on concrete targets	Q.M. Li, S.R. Reid, H.M. Wen, A.R. Telford	International journal of impact engineering	2005
21	Multiple impact penetration of semi-infinite concrete	J.T. Gomez, A. Shukla	International journal of impact engineering	2001
22	Numerical simulations of penetration and perforation of high performance concrete with 75 mm steel projectile	M. Unosson	FOA Defence Research establishment, Sweden	2000
23	Oblique and normal perforation of concrete targets by a rigid projectile	X.W. Chen, S.C. Fan, Q.M. Li	International journal of impact engineering	2003
24	On one new modification of Alekseevskii-Tate model for non-stationary penetration of long rods into targets	B. Galanov, S. Ivanov, V. Kartuzov		2001
25	Penetration equations	C.W. Young	Sandia National Laboratories, USA	1997
26	Penetration experiments with 6061-T6511 aluminium targets and spherical-nose steel projectiles at striking velocities between 0.5 and 3.0 km/s	M.J. Forrestal, A.J. Piekutowski	International journal of impact engineering	1999
27	Penetration into concrete – Analysis of small scale experiments with 12 mm projectiles	H. Sjøel, J.A. Teland, Ø. Kaldheim	FFI Norwegian Defence Research establishment	2002
28	Penetration of concrete targets with deceleration-time measurements	M.J. Forrestal, D.J. Frew, J.P. Hickerson, T.A. Rohwer	International journal of impact engineering	2002
29	Perforation of concrete targets by an eroding tungsten-alloy rod	S. Lampert, R. Jeanquartier	22 nd International Symposium on Ballistics, Vancouver	2004
30	Perforation thickness limit of concrete target subjected to rigid projectile impact	Q.M. Li, D.J. Tong	Journal of engineering mechanics	2003
31	Prediction of concrete penetration using Forrestal's formula	H. Sjøel, J.A. Teland	Forsvarets Forskningsinstitut, Sweden	2000
32	Reliability analysis of projectile penetration into geological targets	N.A. Siddique, H. Abbas	Transactions, SmIRT	2001
33	Scaling of wear in kinetic energy penetrators	J.R. Klepaczko, M.L. Hughes	International journal of impact engineering	2004
34	Shear behavior of structural concrete under blast and impact	R.M. Schoedel, T. Krauthammer, M. Seltzer	Pennsylvania State University	
35	Simulation of concrete penetration in 2D and 3D with the RHT material model	H. Hansson, P. Skoglund	FOI Swedish Defence Research agency	2002
36	Simulation of the penetration of limestone targets by ogive-nose 4340 steel projectiles	T.L. Warren	International journal of impact engineering	2001

Tabel B.3 Literatuuroverzicht van munitieprestaties tegen infrastructuur en eigenschappen van infrastructuur (vervolg).

Nr.	Titel	Auteur	Bron	Publicatie
37	Spherical cavity-expansion forcing function in PRONTO 3D for application to penetration problems	T.L. Warren, M.R. Tabbara	Sandia National Laboratories, USA	1997
38	Structural concrete slabs under localized impact	M. Zineddin, T. Krauthammer	Pennsylvania State University, USA	
39	Taylor impact test and penetration of reinforced concrete targets by cylindrical composite rods	W.D. Ballew	Virginia Polytechnic Institute and State University, USA	2004
40	The effect of concrete target diameter on projectile deceleration and penetration depth	D.J. Frew, M.J. Forrestal, J.D. Cargile	International journal of impact engineering	2005
41	The web-based world housing encyclopedia: housing construction in high seismic risk areas of the world	S. Brzev, M. Greene, C. Arnold, M. Blondet, S. Cherry, C. Comartin, D. D'Ayala, M. Farsi, S. Jain, F. Naeim, J. Pantelic, L. Samant, M. Sassu	13 th world conference on earthquake engineering, Vancouver	2004
42	Klein kaliber munitie Fase III	J.P.F. Broos, T.A. van de Voorde	TNO rapport DV2 2005-A59	2005
43	Munition effects in urban areas	M.J. van de Voorde	TNO rapport PML 2004-A77	2004
44	Ricochetgedrag van klein-kaliber munitie SS190 en SB193 tegen verschillende typen bouw materiaal	G.J.J.M. Peskes, B.J. van der Meer	TNO rapport PML 2004-A65	2004
45	Verslag schietproeven 35 mm op doelen uit verstedelijkt gebied	H. Meulman	TNO memorandum 04D3/0140/MB, 11 april 2005	2005
46	Resultaten van ballistische testen op diverse muurconcepten	T. van de Voorde	TNO memorandum 03D3m-0257, 29 december 2003 (bijlage bij brief 04D3b0009)	2003
47	The failure mode of concrete slabs due to contact charges	Amelsfort, R.J.M. van, Weerheijm, J.	TNO rapport PML 1988-57	1988
48	Critical failure of concrete slabs due to contact charges	Amelsfort, R.J.M. van, Weerheijm, J., Opschoor, G.	24th DoD Explosives Safety Seminar, St. Louis	1990
49	The failure mode of concrete structures due to contact charges	Amelsfort, R.J.M. van, Weerheijm, J.	5th International Symposium on the Interaction of Conventional Munitions with Protective Structures	1991
50	Lokale Schadenwirkungen an Betonplatten durch Sprengladungen		Basler & Partners, Zürich	1982
51	Military Operations on Urbanized Terrain (MOUT)	FM 90-10	Department of the Army, Washington DC	1979
52	An infantryman's guide to combat in built-up areas	FM 90-10-1	Department of the Army, Washington DC	1993
53	Urban targets	-	NATO WG/9/23/4	1993
54	Representative Building Targets, Unfortified and Fortified	-	NATO STANAG 4536 (Ed. 2)	1996

Tabel B.4 Literatuuroverzicht van munitieprestaties tegen infrastructuur en eigenschappen van infrastructuur (vervolg).

Nr.	Titel	Auteur	Bron	Publicatie
55	Interim standards for the construction of MOBA structures for weapons effects tests	Thein, B.K., Coltharp, D.R.	US Army Human Engineering Laboratory, TM 30-78	1978
56	Guidelines for testing various weapons / munitions against MOBA structures	Thein, B.K., Beichler, G.P. Zardas, S.J.	US Army Human Engineering Laboratory, TN 6-79	1979
57	Impactor interaction with concrete structures - local effects	Adeli, H., Sierakowski, R.L.	TDCK - ZK39319	
58	Damage prediction for impacted concrete structures	Adeli, H., Amin, A.M., Sierakowski, R.L.	2nd Symposium on the Interaction of non-nuclear Munitions with Structures	1985
59	Local effects of impactors on concrete structures	Adeli, H., Amin, A.M.	Nuclear Engineering and Design No.88	1985
60	Earth penetration by solid impactors	Adeli, H., Amin, A.M., Sierakowski, R.L.	TDCK - B31913	
61	Empirical analysis of projectile penetration in rock	Bernard, R.S.	Engineer Waterways Experiment Station, AEWES-MP-S-77-16	1977
62	Energy release protection for pressurized systems. Part II: Review of studies into impact / terminal ballistics	Brown, S.J.	Applied Mechanics Review, Volume 39, No.2	1986
63	Impact of solid missiles on concrete barriers	Chang, W.S.	Journal of the Structural Division, No.2	1981
64	Concrete penetration	Collins, J.	Proceedings from the Workshop on Weapon Penetration into Hard Targets	1988
65	Evaluation of empirical and analytical procedures used for predicting the rigid body motion of an earth penetrator	Hadala, P.F.	US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg	1975
66	Penetration depth in concrete for nondeformable missiles	Haldar, A., Miller, F.J.	Nuclear Engineering and Design, No.71	1982
67	Penetration of projectiles into finite thick reinforced concrete targets	Pahl, H.	4th Int. Symposium on the Interaction of non-nuclear Munitions with Structures	1989
68	Impact problems in the design of nuclear power plants	Renard, J.D.	Proceedings from the Workshop on Weapon Penetration into Hard Targets	1988
69	Fragment and projectile penetration resistance of soils. Report 2: High-velocity fragment penetration into laboratory-prepared soil targets	Rohani, B.	US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MP S-71-12	1973
70	Assessment of empirical concrete impact formulas	Sliter, G.E.	Journal of the Structural Division	1980
71	An assessment of the HULL code for modelling penetrations into concrete	Smith, D.L.	Materials Research Laboratories, Melbourne, MRL-TN-546, AR-005-673	1988
72	Missile penetration	Sun, C., Burdette, E.G., Barnett, R.O.	Technical Notes	1976
73	Penetration of projectiles in concrete according to FortH1	Vretblad, B.	FortF: Report C4:88	
74	Penetration formulas for concrete	Wees, R.M.M. van	TNO rapport PML 1992-IN34	1992
75	Prediction of transient displacement, velocity, and force on projectiles penetrating cohesive soils	Westine, P.S.	Journal of Terramechanics, Vol.12, No.3/4	1975
76	Predicting concrete spall resulting from dynamic loading	Wolfe, W.E., Coltharp, D.R.	2nd Symposium on the Interaction of non-nuclear Munitions with Structures	1985
77	Concrete breaching data base search and concrete penetration analysis	Wolfersberger, J.R.	2nd Symposium on the Interaction of non-nuclear Munitions with Structures	1985

C Relevante studies en activiteiten

Dit activiteitenoverzicht is onderdeel van de studie naar de identificatie van kennis-lacunes op het gebied van wapen- en munitie-effecten in Operaties in Verstedelijkt Gebied (OVG). Naast lacunes in kennis en kunde (inzicht in de werking) zijn echter ook lacunes in gegevens (getalsmatige informatie) te onderscheiden.

Figuur C.1 toont een overzicht van gegevens van verschillende munitietypen tegen infrastructuur, afkomstig van het Duitse defensie-instituut IABG. Gegevens uit dit overzicht zijn verkregen in het kader van de Duits-Nederlandse samenwerking TV1-3. Ze vormen een waardevolle aanvulling op de thans beschikbare gegevens van TNO Defensie en Veiligheid op het gebied van klein kaliber munitie, middenkaliber munitie (30 mm en 35 mm) en scherfhandgranaten.

Duidelijk is te zien dat van een aanzienlijk aantal combinaties geen gegevens voorhanden zijn. Ook zijn de beschikbare gegevens niet altijd even compleet. Dit is een bekend fenomeen, aangezien gegevens vaak het resultaat zijn van een groot aantal studies, ontstaan uit verschillende behoeftes, uitgevoerd met verschillende beschikbare middelen en met onderling verschillende doelstellingen.

Wandtyp	Munitionstyp																	
	5.45 x 30	5.56 x 45	7.62 x 51	7.62 x 54	7.62 x 30	12 x 90	12.7 x 108	14.5 x 114	20 x 130	30 x 173	30 x 165	40 x 53	120	PzFst 44	PzFst 84	HEAT 90	HEAT 105	
Vormauerziegel			v					x	x		x			x	x			
Vormauerhochlochziegel			v					x	x					x	x			
Vollziegel								x	v									
Hochlochziegel			v						x					x	x			
Ziegelwand		v			v					x			v					
Ziegel/Betonwand										x								
Kalksand-Vollstein			v						x					x	x			
Kalksand-Lochstein			v						x					x	x			
Kalksand-Hohlblockstein			v															
Leichtlochlochziegel						x	x	x										
Kalkstein		v			v							x						
Vollstein-Leichtbeton			v						x					x	x			
Hohlblockstein-Leichtbeton			x	x														
Wandbaustein			v															
Stahlbeton	x	x	x		v			x	x	v	x	x	v		x	x	x	
Normalbeton			x	x		x												
Porenbetonsteinwand	x	x		x								x						
Leichtbetonsteinwand	x	x		x								x						
Lehmziegelwand													x					

x

Daten verfügbar (Eindringtiefe, Durchschlag ja/nein)

v

Grenzdurchschlagsgeschwindigkeit abschätzbar

v

Restgeschwindigkeit gemessen

Figuur C.1 Overzicht van beschikbare beproevingsgegevens tegen infrastructuur voor analysedoeleinden (status januari 2007).

Er zijn diverse studies en activiteiten die vanuit hun respectievelijke doelstellingen een bijdrage kunnen leveren aan het invullen van lacunes in OVG kennis en kunde. Tabel C.1 bevat een actueel overzicht van deze studies en activiteiten, voor zover het gaat om de effecten van wapens en munitie in OVG context.

Tabel C.1 Studies en activiteiten relevant voor wapen- en munitie-effecten in OVG (status juli 2008).

Nr.	Studie of activiteit	Doelstelling	Status
1	DataBase Wapen Indicatoren (DBWI)	Gegevens ten behoeve van W&M effectiviteitsstudies	Lopend
2	Uitwerking nieuwe munitiesoorten in verstedelijkt gebied: middenkaliber munitie	Bepaling uitwerking van 35 mm munitie tegen relevante doelen, en bijdrage aan effectiviteitsvragen voor toekomstig programma van eisen	Lopend
3	Uitwerking tankmunitie in MOUT	Ondersteuning verwerving 120 mm tankmunitie en overzicht effecten van verschillende typen tankmunitie in verstedelijkt gebied	Lopend
4	Blast- en schokuitwerking tegen voertuigen	Formuleren van basisregels voor letaliteit- en kwetsbaarheid modellen, middels experimenten	Lopend
5	Uitwerking oefenmunitie in MOUT	Overzicht effecten van diverse typen oefenmunitie in verstedelijkt gebied, ten behoeve van ondersteuning verwerving	Voorgenomen
6	Uitwerking Wall Breaching munitie in MOUT	Overzicht effecten van huidige typen munitie voor wall breaching, ten behoeve van ondersteuning verwerving	Voorgenomen
7	Normdoelen voor MOUT	Definitie van simulatiedoelen voor munitietesten in MOUT context (aanvullend op STANAG/ITOP)	Voorgenomen
8	Programma V402: personele veiligheid munitie- en explosie-effecten	Inzicht in de veiligheid van personeel in infrastructuur, en verbetering daarvan	Lopend
9	Programma V518: munitie- en wapenuitwerking	Het kunnen evalueren van de letaliteit van munitie	Lopend
10	Programma V522: modellering wapeneffectiviteit	Het integraal kunnen evalueren van wapensystemen	Lopend
11	Programma V807: naval gun fire support	Het optimaal kunnen benutten van Vulcano vanaf het LCF voor ondersteuning van het landoptreden	Voorgenomen
12	Programma V816: NLW doseerbare wapeneffecten	Het kunnen selecteren van NLW alternatieven op basis van effectiviteit tijdens de inzet	Lopend
13	Programma V817: bescherming en overlevingsvermogen van de compound als platform	Inzicht in de bescherming van de compound (levenscyclus) tegen diverse externe bedreigingen	Lopend
14	Contour V906: letaliteit en bescherming	Benutting technologische ontwikkelingen voor gewenst letaal vermogen en bescherming	Voorgenomen
15	Contour V907: effectgebaseerde wapeninzet	Optimale wapeninzet in het kader van effect gebaseerd opereren	Voorgenomen
16	Contour precisie effecten klein kaliber wapen familie	Omzetten van gewenste wapen-effecten in wapensysteemfuncties	Voorgenomen
17	Internationale samenwerking TNO-IABG	Modelleren van de uitwerking van munitie op muren en de gevolgen voor gebouwen. Tevens gericht op het bestrijden van doelen achter muren, en de muren zelf	Lopend
18	VP Maatschappelijke Veiligheid, systeem en infrastructuur, restfunctionaliteit infrastructuur	Methodiek voor het kwantificeren van de gevolgen van een explosie in de stedelijke infrastructuur	Lopend

ONGERUBRICEERD
REPORT DOCUMENTATION PAGE
(MOD-NL)

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL) TD2008-0187	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO -	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO TNO-DV 2008 A436
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO 032.12533	5. CONTRACT NO -	6. REPORT DATE December 2008
7. NUMBER OF PAGES 31 (incl 3 appendices, excl RDP & distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES 4	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Knowledge gaps in the area of weapons and munitions in MOUT (Kennislacunes op het gebied van wapens en munitie in OVG)		
11. AUTHOR(S) J.J.M. Paulissen, MSc Th.L.A. Verhagen, MSc		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Defence, Security and Safety, P.O. Box 45, 2280 AA Rijswijk, The Netherlands Lange Kleiweg 137, Rijswijk, The Netherlands		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) DS/DOBBP/Operationeel Beleid, P.O. Box 20701, 2500 ES The Hague, The Netherlands		
14. SUPPLEMENTARY NOTES The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret.		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) The urban environment is one of the most difficult mission areas for the warfighter. The purpose of this study is to characterize the effects of weapons and munitions in the context of Military Operations in Urban Terrain (MOUT), and to identify associated knowledge gaps. The result is an overview of current knowledge gaps and an approach for addressing these gaps in future research.		
16. DESCRIPTORS Knowledge gaps Infrastructure Munition effects		IDENTIFIERS MOUT OVG
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) Ongerubriceerd	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) Ongerubriceerd	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Unlimited Distribution		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) Ongerubriceerd

ONGERUBRICEERD

Distributielijst

Onderstaande instanties/personen ontvangen een volledig exemplaar van het rapport.

- | | |
|-------|--|
| 1 | DMO/SC-DR&D
(inclusief digitale versie op cd-rom) |
| 2/3 | DMO/DR&D/Kennistransfer |
| 4 | Programmabegeleider Defensie,
DS/DOBBP/Operationeel Beleid
lkol P. Nieuwenhuis |
| 5/7 | Bibliotheek KMA |
| 8 | Programmaleider TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag
drs. R.G.W. Gouweleeuw |
| 9 | DS/CLAS/OTCO/OTCman/GST/C OplPel OVG,
lkol H.J.R. Oerlemans |
| 10 | DS/CLAS/STCLAS/CSGP/BO
lkol P. Hoefsloot |
| 11 | DMO/DWS&B/RLS&B/W&M
ing. J.C. Hoeneveld |
| 12/14 | TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk,
Business Unit Bescherming, Munitie en Wapens,
ing. R.P. van den Berg
ir. J.J.M. Paulissen
ir. Th.L.A. Verhagen |

Onderstaande instanties/personen ontvangen een digitaal exemplaar van het rapport.

Deelnemers aan de themaochtend 'munitie in MOUT', 9 maart 2008:

lkol P. Hoefsloot, CLAS/STCLAS/CSGP/BO
lkol H.J.R. Oerlemans, CLAS/OTCO/OTCman/GST/C OplPel OVG
ing. J.C. Hoeneveld, DMO/DWS&B/RLS&B/W&M
maj M.W.G. Jacobs, DS/DOBBP/BO/TV
dr. L. Koene, NLDA
maj S.F. van Vliet, CLAS/OTCO/OTCman/KCGM
lkol A.J.J.L. de Rouw, DMO/NL-LSO BWB
maj T.M.J. Hussem, DS/DOBBP/B/ALB
lkol R.J. Jeulink, DS/DOBBP/B/ALB
lkol D.F. Couvée, CLAS/OTCO/OTCman/KCGM
maj M. van Luit, CLAS/OTCO/OTCman/KCGM
maj J.H.G. Zeggelaar, CLAS/OTCO/OTCman/KCGM
kap J.M. Jansen, CLAS/OTCO/OTCVUST
lkol BD G.W. Uilenbroek, OTCO/OTCOpn/SIMCEN LAND
ing. R.S.Y. Bhagwandas, DMO/LA/WS&M/Mun

F.H.V. Couzijn, DMO/LA/WS&M/Mun
W.J.F. Konink, DMO/SMP
T.C. van der Heijden, CLAS/OTCO/OTCGN/KC
E. Leidelmeijer, CLAS/OTCO/OTCGN/KC
J. Kajüter, CLAS/OTCO/OTCman/KCGM
J. van den Berg, DMO/LA/WS&M/Mun
R.B. Bilkert, DMO/LA/WS&M/Mun/ABWM
L. Heite, DMO/LA/WS&M/Mun/ABWM
J. Godée, DMO/LA/WS&M/Mun
H.J.M. Knijpers, CLAS/OTCO/OTCman/KCGM
M.A. van Gool, DMO/LA/WS&M/Mun
B.Th. Hickendorff, DMO/LA/W&M Sie Zware Man
I.T.M. Corbee, DMO/LA/WS&M Sie Lichte vtgn
I. Kinnegim, DMO/LA/WS&M/Mun
D.R. Marcus, DMO/LA/WS&M/Mun
H.H.J. Wilken, DMO/LA/WS&M/Mun
ir. O.C. van der Jagt, TNO DenV/BU3/EM
ir. J.H.G. Scholtes, TNO DenV/BU3/EM
dr. ir. A.M. Diederer, TNO DenV/BU3/EBB
ing. W.P.C. de Klerk, TNO DenV/BU3/EM
dr. ir. R.H.B. Bouma, TNO DenV/BU3/EM
ir. A.J. Krabbendam, TNO DenV/BU3/SO
ing. M.J. van de Voorde, TNO DenV/BU3/SO
ir. G.C. Reeling Brouwer, TNO DenV/BU3/SO
ing. W.C. Prinse, TNO DenV/BU3/EM
ing. R.P. van den Berg, TNO DenV/BU3/SO
ir. Th.P.J. van Rijn, TNO DenV/BU3/SO
E. van Riet, TNO DenV/BU3/EBB
dr. B.J. van der Meer, TNO DenV/BU3/EBB
ir. J.J.M. Paulissen, TNO DenV/BU3/SO
drs. R.G.W. Gouweleeuw, TNO DenV/BU2/OA
dr. ir. J. Olijslager, TNO DenV/BU3/EBB
ing. Ph. van Dongen, TNO DenV/BU3/Markt
ir. R.B. Kalkhoven, TNO DenV/BU3/Markt
J. Koole, TNO DenV/BU3/SO
ir. E. van Meerten, TNO DenV/BU3/SO
G.D. Klein Baltink, TNO DenV/Markt
dr. ir. L.H.J. Absil, TNO DenV/BU3/Markt
dr. A.G.T.M. Bastein, TNO DenV/BU3/Kennis

Onderstaande instanties/personen ontvangen het managementuittreksel en de distributielijst van het rapport.

4 ex.	DMO/SC-DR&D
1 ex.	DMO/ressort Zeesystemen
1 ex.	DMO/ressort Landsystemen
1 ex.	DMO/ressort Luchtsystemen
2 ex.	BS/DS/DOBBP/SCOB
1 ex.	MIVD/AAR/BMT
1 ex.	Staf CZSK
1 ex.	Staf CLAS
1 ex.	Staf CLSK
1 ex.	Staf KMar
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Algemeen Directeur, ing. J.V. Elsendoorn
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk Manager Bescherming, Munitie en Wapens (operaties), ir. P.J.M. Elands
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, Bescherming, Munitie en Wapens (kennis), dr. A.G.T.M. Bastein
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, Bescherming, Munitie en Wapens (markt), dr. ir. L.H.J. Absil
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Operaties, drs. H.J. Vink
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Kennis, prof. dr. P. Werkhoven
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Markt, G.D. Klein Baltink
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Manager Waarnemingssystemen (operaties), ir. B. Dunnebie
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Manager Informatie en Operaties (operaties), ir. P. Schulein
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, Manager Biologische en Chemische Bescherming (operaties), ir. R.J.A. Kersten
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg, Manager Gedrag, Training en Prestatie (operaties), ir. C.E. Krist-Spit