

**TNO** innovation  
for life

**INNOVATIEVE  
KENNIS,  
DOELMATIGE  
KRIJGSMACHT**





# TNO-ONDERZOEK VOOR EEN HOOGWAARDIGE, FLEXIBEL INZETBARE KRIJGSMACHT

Defensie staat voor de uitdaging om bezuinigingen te combineren met toenemende onzekerheid in de nationale en internationale veiligheidssituatie. Het externe dreigingsbeeld wordt complexer en beperkt zich niet meer tot interstatelijke conflicten. Cyber warfare, terrorisme en grensoverschrijdende misdaad zijn steeds nadrukkelijker onderdeel van het dreigingsbeeld. Deze omstandigheden kunnen alleen het hoofd worden geboden als Defensie in staat is om te blijven innoveren.

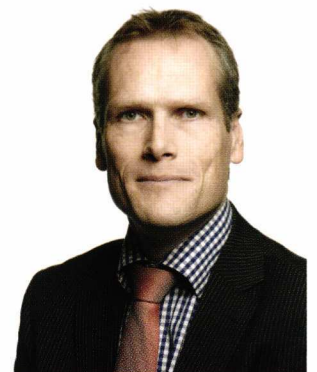
Eén van de randvoorwaarden voor innovatie is toegang tot kennis. Op gebieden waar kennis voor Defensie cruciaal en niet toegankelijk is, en dus door Defensie zelf in stand moet worden gehouden, heeft Defensie haar kennisbasis belegd bij TNO. Als gevolg van een taakstellende korting op de doelfinanciering van bijna 40% is door Defensie opnieuw bekeken welke kennis zij nog zelf in stand dient te houden bij TNO. Het jaar 2010 heeft in het teken gestaan van de herijking van de kennisportfolio van Defensie. Hierdoor is de breedte en diepte van de technologiebasis van Defensie onder druk komen te staan. Selectieve diepgang blijft nodig om internationaal te kunnen acteren en bij te kunnen dragen aan industriële innovaties. Maar ook de breedte is van belang: dynamiek in de technologiebasis wordt afgedwongen door omgevingsfactoren.

De veiligheidsomgeving vraagt om flexibiliteit, adaptiviteit en interoperabiliteit in het Defensie-optreden, zowel van mensen als middelen. Juist rond deze begrippen kan technologie een belangrijke bijdrage leveren. Met virtuele, missiespecifieke trainingsomgevingen kunnen mensen goed voorbereid worden ingezet. Technologie biedt flexibiliteit in bescherming door functionele add-ons en de ontwikkeling van nieuwe materialen. Technologie biedt ook flexibiliteit in geweldsuitoefening, zoals door de introductie van proportionele munitie en de inzet van niet-letale wapens. Technologie biedt bovendien betere betaalbaarheid, door het faciliteren van samenwerking tussen mensen en semi-autonome onbemande systemen. Defensie R&D biedt inzicht wat militair-operationeel mogelijk en wenselijk is. Om deze reden is intensieve samenwerking van TNO en Defensie van groot belang.

De in 2010 behaalde onderzoeksresultaten voor het ministerie van Defensie worden uitgebreid beschreven in diverse rapporten en publicaties. De highlights 2010 zijn een bloemlezing van resultaten die impact hebben op Defensie en illustreren wat TNO hierin betekent. Zij laten het belang zien van internationale samenwerking. Er worden resultaten getoond uit vraaggestuurde kennisprogramma's die Defensie bij TNO heeft geplaatst en uit het toepassingsgerichte onderzoek dat in opdracht voor Defensie is uitgevoerd. Voorbeelden zijn het verbeteren van de inlichtingenpositie, het realiseren van genetwerkt samenwerken en effectievere bescherming tegen nieuwe dreigingen. De kennisbasis is uitgebreid met de onderwerpen afwijkend gedrag, mentale veerkracht, samenwerking in de comprehensive approach en compressive sensing.

Mede door de investeringen in Research and Development en de innovaties die hieruit volgen, blijft Defensie internationaal een gewaardeerde coalitiepartner.

Drs. Henk Jan Vink  
Director of Innovation  
Defence Research



## COLOFON

### TEKSTEN EN REDACTIE

TNO  
Thema Integrale Veiligheid

Oude Waalsdorperweg 63  
Postbus 96864  
2509 JG Den Haag

T 088 866 82 03  
E [wegwijzer@tno.nl](mailto:wegwijzer@tno.nl)

### VORMGEVING

Coek Design, Zaandam

### FOTO'S

Ministerie van Defensie  
Audiovisuele Dienst Defensie  
TNO

TNO heeft getracht aan alle auteursrechtelijke verplichtingen met betrekking tot het beeldmateriaal te voldoen. Voor zover iemand meent rechthebbende te zijn, kan deze zich tot TNO wenden.

### UITGAVE

TNO  
Thema Integrale Veiligheid  
juni 2011  
[www.tno.nl/defensie](http://www.tno.nl/defensie)



# INHOUD

**DE HIGHLIGHTS ZIJN GEGROEPEERD NAAR KENNISPRIORITEITEN EN INNOVATIEDOELEN ZOALS BENOEMD IN DE STRATEGIE-, KENNIS- EN INNOVATIEAGENDA 2011-2015 VAN DEFENSIE.**

## **OPTREDEN IN INFORMATIEGESTUURDE NETWERKEN**

Informatiesuperioriteit	6
C4I procesinrichting en -ondersteuning	9
C4I in netcentrisch optreden	10

## **EFFECTIEVE BEÏNVLOEDING IN OPERATIES**

Wapen- en munitie-effectiviteit	11
Effectieve samenwerking met civiele partners	15

## **BESCHERMING**

CBRN bescherming	15
Improvised Explosive Devices	16

## **NIEUWE TECHNOLOGIE VOOR DEFENSIEDOELEINDEN**

Signaturen maritieme platformen	18
Experimenten en trials	20
Materieelverwerving	22
Platformen	24

## **MILITAIR OPTREDEN IN EEN COMPLEXE EN DYNAMISCHE OMGEVING**

De mens in het militaire optreden	27
Missievoorbereiding	28

## **DIGITALE WEERBAARHEID EN CYBEROPERATIES**

Digitale weerbaarheid	31
-----------------------	----

# INFORMATIE-SUPERIORITEIT

Informatie-superioriteit helpt de krijgsmacht haar middelen maximaal en effectief in te zetten. Het vraagt om continue aanpassingen in de waarnemingsketen, het inlichtingenproces, de besluitvorming en de commandovoering.

## INLICHTINGEN

### NIEUWE METHODEN VOOR INLICHTINGENANALYSE

Met nieuwe analysetechnieken kunnen operationele niveaus van reguliere inlichtingensecties en het 103 ISTAR Bataljon tot aan de Militaire Inlichtingen en Veiligheidsdienst hun werk beter en doelmatiger doen.

Deze nieuwe technieken zijn:

- tekst- en sentimentmining, voor het snel analyseren van grote hoeveelheden ongestructureerde informatie. Het belang ervan is aangetoond in de oefening Low Land Torch III.
- kwantitatieve en kwalitatieve hypothesevorming, waarmee de analist ondersteund wordt bij het kwantificeren van onderkende dreigingen en risico's. De kwantitatieve methodiek maakt inmiddels deel uit van het curriculum van het Defensie Inlichtingen en Veiligheid Instituut.

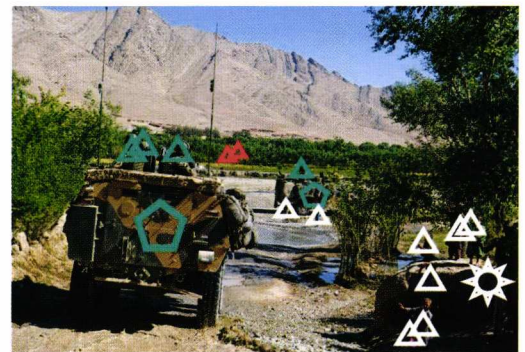
De technieken zijn getest en gedemonstreerd op basis van inlichtingendata uit Uruzgan.

Een aanvullende techniek is 'near real time analysis'. Hierin worden waarnemingen door verschillende grond- en luchtgebonden sensoren gecombineerd met contextinformatie en worden hypothesen gegenereerd over de aanwezigheid van dreigingen. De techniek wordt getest op gegevens die afkomstig zijn van uitgevoerde konvooi-operaties in Uruzgan.



### GENETWERKTE MULTIFUNCTIONELE RADIO FREQUENTIE (RF) SENSOREN VOOR BETERE SITUATION AWARENESS

Een multifunctioneel (mobiel) RF-sensornetwerk verenigt de voordelen van radar, elektronische oorlogvoering en communicatie met de voordelen van een netwerk. Dit leidt tot een grotere dekking en een betere tracking van doelen, wat belangrijk is in moeilijke, bebouwde of beboste gebieden. Het vaste netwerk van de overwatch-positie, is uitgebreid met een netwerk van mobiele sensoren in het operatiegebied. Het mobiele netwerk wordt gevormd door bijvoorbeeld de leden van de patrouille die elk een kleine RF-sensor, GPS-ontvanger en eventueel andere sensoren bij zich hebben. Het inzetten van draagbare RF-sensoren als persoonlijke transponder maakt bovendien blue-force tracking mogelijk.



## SURVEILLANCE

### DETECTEREN ONDERWATER INDRINGERS MET PASSIEVE SONAR

Het onderwater detecteren van indringers is zowel voor littoral operaties van Defensie als voor havenbeveiliging een belangrijk onderwerp. Bij TNO is een indringerdetectiesysteem in ontwikkeling dat gebaseerd is op passieve sonar. Dit SOBEK-systeem bestaat uit een aantal knooppunten met sonardetectie-apparatuur. Een netwerk van twee à drie knooppunten of boeien kan een aanzienlijk gebied beschermen. Ontwerpcriteria voor het systeem zijn betaalbaarheid en gebruikersgemak. Het systeem kan eenvoudig worden uitgezet en binnengehaald. Het systeem is robuust en werkt onder omstandigheden waarin achtergrondgeluid en passerende scheepvaart aanwezig is. De Koninklijke Marine heeft een reeks experimenten gefaciliteerd in de marinehaven in Den Helder. De uitkomsten bevestigen de mogelijkheden tot duikerdetectie in een havenomgeving.



### PAYLOADS VOOR UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV)

Tactische UAV's gaan een belangrijke rol spelen in het militaire optreden. Grondwaarneming vanuit de lucht wordt meestal uitgevoerd met visuele- of infraroodcamera's. Een operationele beperking bij de inzet van camera's op tactische UAV is het beperkte gezichtsveld waardoor het moeilijk is overzicht te verkrijgen. Als extra sensor biedt een Synthetische Apertuur Radar (SAR) de mogelijkheid om snel tactisch relevante doelen in grote gebieden op te sporen en de camera in de UAV payload op deze doelen te richten. Radar is tevens onafhankelijk van daglicht en kan ook doelen opsporen tijdens slechte weersomstandigheden zoals mist en regen.

TNO heeft de AMBER SAR demonstrator ontwikkeld die vanwege het lage gewicht van ongeveer 6 kg geschikt is voor toepassing op een kleine tactische UAV. AMBER maakt gebruik van een Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW) golfvorm, een schakelbaar zendantennepatroon en digitale bundelvorming bij ontvangst. AMBER levert SAR beelden met een resolutie van 15 cm tot op een afstand van 3 km. Ook kunnen bewegende doelen worden opgespoord.





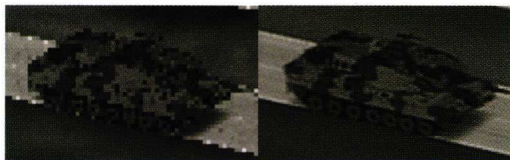
## RECONNAISSANCE

### BEELDVERBETERING BIJ BEWEGENDE OBJECTEN

Het identificeren van bewegende voertuigen met bestaande electro-optische systemen is moeilijk. Beeldverbetering in de vorm van super-resolutie (SR) fusie levert verrassend goede resultaten. De figuur rechtsonder laat dat zien. Er zijn vijftig lage resolutie input-beelden gecombineerd met het SR fusie-algoritme tot een nieuw hoge resolutie beeld. In het resulterende beeld zijn aanzienlijk meer details zichtbaar, waarmee een betere identificatie van het voertuig mogelijk is.

1 van 50 originele beelden

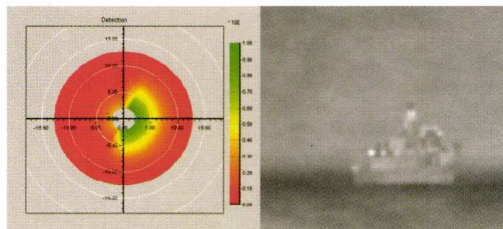
Resultaat na SR fusie



### EOSTAR VOORSPELT PRESTATIES VAN ELEKTRO-OPTISCHE (EO) SENSOREN

Om vast te stellen wat de operationele gebruiker in de bestaande meteorologische omstandigheden als maximale prestatie van zijn EO-sensor mag verwachten, ontwikkelde TNO het EOSTAR-model.

EOSTAR berekent tot op welke afstand een sensor een bepaald object, bijvoorbeeld eens schip, kan waarnemen en herkennen. Voor de Koninklijke Marine is dat belangrijk bij het opsporen van piraten of bij het bestrijden van drugstransporten. De marine heeft EOSTAR in 2010 uitgerold over een groot deel van de vloot. EOSTAR wordt primair gebruikt om te bepalen op welke afstand een schip van de marine zelf zichtbaar is voor sensoren van potentiële tegenstanders.





# C4I PROCES IN RICHTING EN -ONDERSTEUNING

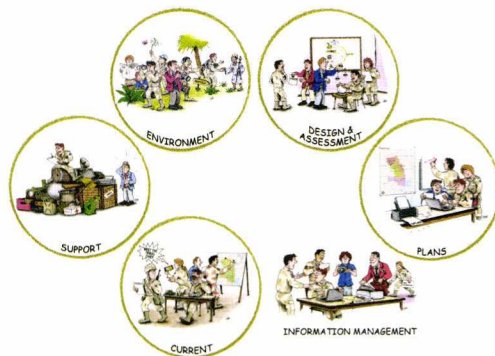
Effectief opereren in complexe missies, die gekenmerkt worden door een groot aantal samenwerkingsverbanden en afstemmingseisen met verschillende partijen. Opereren in een grote mate van onvoorspelbaarheid van het effect van operationele acties en in moeilijke gebruiksomstandigheden waarin de ondersteunende informatievoorziening en ICT moet blijven functioneren.

## ORGANISATIE VAN COMMANDOVOERING

In het nieuwe stafconcept Task Force wordt de staf verdeeld in zes cellen, waarin militairen en burgers samenwerken. Er is geen scheiding meer van militairen en burgers in de staf. Zo is er een cel die zich bezighoudt met comprehensive planning en assessment. Deze cel ontwikkelt het comprehensive plan en houdt veranderingen in de omgeving in de gaten. Er wordt samengewerkt met andere partners in het gebied, waaronder lokale overheden en non-gouvernementele organisaties.

In de 'current' cel worden de eenheden in het gebied aangestuurd en worden de lopende activiteiten gemonitord.

Het nieuwe stafconcept is beproefd in oefeningen van 43MechBrig en 1GE/NL Corps.



## MEETBARE DOELMATIGHEID INFORMATIEVOORZIENING IN ONTPLOOIDE STAVEN

Informatie management binnen en tussen militaire staven kan beschouwd worden als een gespecialiseerd proces dat aan bepaalde performance criteria moet voldoen. Er zijn kwalitatieve meetinstrumenten en -methoden ontwikkeld om de doelmatigheid en doeltreffendheid van informatieverwerkende organisaties objectief te beoordelen.

Metingen en evaluaties van de staven van NLMARFOR, NL battlegroup en 1GE/NL Corps hebben geleid tot richtlijnen die gebruikt zijn bij

de inrichting van de informatiemanagement-cel van de nieuwe commandopost van de 43 MechBrig.

Het Opleidings- en Trainingscentrum Operatiën (OTCOpn) is nu in staat vooraf te anticiperen op potentiële knelpunten in de informatievoorziening. Ook kan zij met de resultaten een doctrine-publicatie opstellen.



## COMPREHENSIVE DECISION MAKING (CDM)

Het CDM besluitvormingsproces focust niet op het bereiken van een specifieke eindsituatie, maar neemt juist de huidige situatie als uitgangspunt. Van daaruit werkt het op een adaptieve manier een aantal paden uit naar stabiliteit en veiligheid. Het CDM-proces is primair toepasbaar op civiel-militaire samenwerking in een staf op brigade- en task force-niveau. CDM wordt gebruikt bij het ontwikkelen van een comprehensive mission design voor Kunduz.

TNO heeft diverse werkvormen ontwikkeld, die rekening houden met sociaalpsychologische factoren en gericht zijn op effectief samenwerken in heterogene teams.



# C4I IN NETCENTRISCH OPTREDEN

De essentie van Network Enabled Capabilities (NEC) is het realiseren van genetwerkt samenwerken door genetwerkt te handelen en te denken. De organisatie van bevoegdheden, de competenties van mensen en de ondersteuning van de technische middelen moet dat mogelijk maken.

## JOINT FIRES ALS MODEL VOOR TRANSFORMATIE NAAR GENETWERKT OPTREDEN

Uit de ontwikkeling van Joint Fires in Irak en Afghanistan blijkt dat vooral de lagere niveaus al netcentrisch werken. Er is sprake van intensieve samenwerking van niet-organieke onderdelen. Dit komt doordat aan vier essentiële systeemvoorwaarden voor genetwerkt optreden is voldaan.

- Er is schaarste aan middelen en er is een hoge mate van urgentie om deze te benutten.
- De betrokken individuen hebben de attitude, de kennis en het gedrag om samen te werken, informatie te vergaren, informatie snel te verwerken en te verspreiden; zij hebben de bevoegdheid om te handelen; de organisatie is voldoende responsief om snel te consulteren.
- Er is toegang tot informatie op alle niveaus en actuele situatie-informatie over wie waar is, is beschikbaar.
- Er is systeemtechnische ondersteuning van de menselijke communicatie die essentieel is om de samenwerking en de onderlinge informatieuitwisseling te onderhouden.

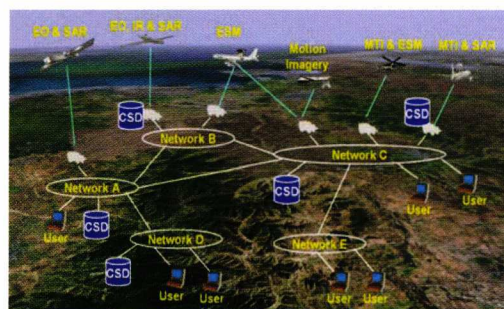
Het Joint Fires inrichtingsconcept kan worden gebruikt als model voor de ontwikkeling en toepassing van NEC concepten.



## BETERE VERSPREIDING VAN SENSORDATA IN OPERATIEGEBIED

Het project MAJIIC van negen NATO-landen heeft een NEC-architectuur ontwikkeld en geïmplementeerd voor de uitwisseling van inlichtingen, surveillance and reconnaissance (ISR) gegevens. De simulatie-oefening van MAJIIC in 2010 was buitengewoon succesvol. TNO heeft de oefening ondersteund met een simulatie van UAV's en een coalitie data server. De geïmplementeerde standaarden voor de uitwisseling van video en foto's functioneren goed en stellen de gebruiker in staat om, naast beeldinformatie en -analyse, betere positie-informatie te verkrijgen uit de opnamen.

De in MAJIIC ontwikkelde standaarden voor ISR databases, video, afbeeldingen, MTI- en EOV-gegevens worden door Defensie gebruikt bij de specificaties van toekomstige ISR-middelen als tactical UAV, MALE en de opvolger van de F-16. Ook in bestaande wapensystemen worden de MAJIIC afspraken gebruikt. Voorbeelden hiervan zijn de camera's van o.a. de F16 fotoverkenner, de Apache en de Fennek.





# WAPEN- EN MUNITIE-EFFECTIVITEIT

Effectieve wapens met minimale collaterale schade en beperkte risico's voor de veiligheid van het militaire personeel

## NLW EFFECTEN

### INPASSING NLW'S IN BESCHIKBARE WAPENARSENAAAL

Defensie wil niet-letale wapens (NLW) kunnen beoordelen op hun technische prestaties. Bijvoorbeeld van een systeem waarbij met mechanische middelen (netten) een rijdend voertuig tot staan wordt gebracht. Het kunnen beschikken over dit NLW is waardevol bij het inrichten van controleposten. TNO ontwikkelt testprotocollen voor het objectief bepalen van systeemprestaties. Daarnaast spelen operationeel gebruik en risico's voor militair en bestuurder een rol. De testen worden in nauwe samenwerking met Defensie uitgevoerd.

Akoestische aanroepssystemen zijn een ander voorbeeld van NLW's, waarin hoorbaarheid van het waarschuwingssignaal en verstaanbaarheid van de gesproken boodschap cruciaal zijn. Dit biedt ook toegevoegde waarde bij bijvoorbeeld anti-plunder situaties. Een testresultaat is dat hoorbaarheid in een rijdend voertuig nog goed is tot circa 100 meter, maar de verstaanbaarheid alleen op korte afstand van minder dan 50 meter. Tevens wordt het risico op permanente gehoorschade in kaart gebracht.

Bovenstaande experimenten zijn uitgevoerd door een internationaal team. De resultaten bieden Defensie kwantitatief inzicht in de waarde van NLW's en helpen bij het standaardiseren van de effectbepaling.



## NLW INZETRISICO'S

In opdracht van de Defensie Materieel Organisatie zijn testprotocollen ontwikkeld om de risico-effecten van niet- en minder letale munitiesoorten te bepalen. Het betreft ondermeer

- huidsimulant: huidpenetratierisico
- buiksimulant: buikletselrisico
- hoofdsimulant: hoofdletselrisico
- borstsimulant: borstletselrisico.

Het testprotocol voor hoofdletselrisico legt een verband tussen de projectielsnelheid en het optreden van een schedelfractuur. De contactkracht tussen projectiel en hoofdvorm, bedekt door een flexibel materiaal, is door TNO vertaald naar letselrisico.

Kennis van de risico's ondersteunt zowel de gebruiker als de fabrikant bij de inzet en de ontwikkeling van NLW's.



## IR-GELEIDE WAPENS

### ANTI-TANK GELEID WAPEN (ATGW)

Met de ontwikkeling van een nieuw infrarood (IR) zoekopsimulatiemodel kan het vluchtbaangedrag van een IR-geleid anti-tank wapen (bijvoorbeeld GILL) worden gesimuleerd. In de simulatieomgeving kan worden 'meegekeken' met wat een modern ATGW ziet.

De uitgevoerde simulaties geven een beeld van de effectiviteit van dit type wapens, ook indien het doel tegenmaatregelen inzet in de vorm van rook, flares en/of laser. Het leidt tot adviezen voor de vuurdoctrine van ATGW's. De simulaties bieden ook een beeld over de inzet en effectiviteit van tegenmaatregelen indien een eigen voertuig wordt aangegepen door een vijandelijke ATGW. Het leidt tot adviezen over tactische inzetregels en tijdkritische tegenmaatregelen.



### EFFECTIEVERE MISLEIDING IR MISSILE SEEKERS

Luchtdoelraketten en lucht-luchtraketten vormen een grote dreiging voor vliegtuigen en helikopters. Onderzoek bij TNO en NLR leidt tot slim gebruik van IR-lasers in de vorm van een closed-loop DIRCM (Directional IR Counter Measure), dat een betere bescherming biedt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van gemoduleerde retro-reflectie, waarmee het stoorpatroon van de laser wordt aangepast aan de werking van de IR zoekkop.

Bovendien blijkt het mogelijk uit het retro-reflectie signaal af te leiden of de naderende zoekkop voldoende misleid is.



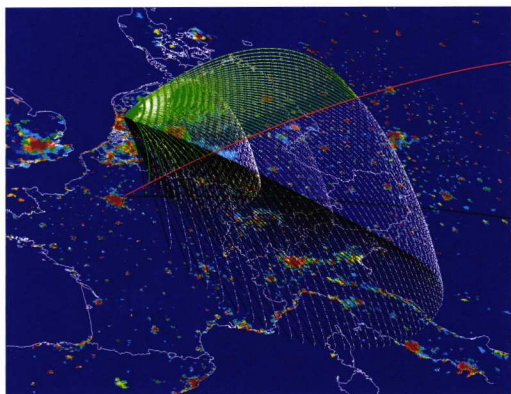


**VERDEDIGING TEGEN LUCHTDREIGING**

Lucht- en raketverdediging vormt een belangrijke pijler binnen de Nederlandse Krijgsmacht. Nederland bezit als één van de weinige NAVO-landen een expeditieaire lucht- en raketverdedigingscapaciteit en heeft ervaring met het inzetten hiervan.

TNO heeft de afgelopen jaren veel kennis opgebouwd op het gebied van een joint lucht- en raketverdediging, waarbij gemeenschappelijk opleiden en opereren de pijlers vormen. TNO biedt onder andere ondersteuning bij beleidsontwikkeling, oefeningen, live firings en after action analyses.

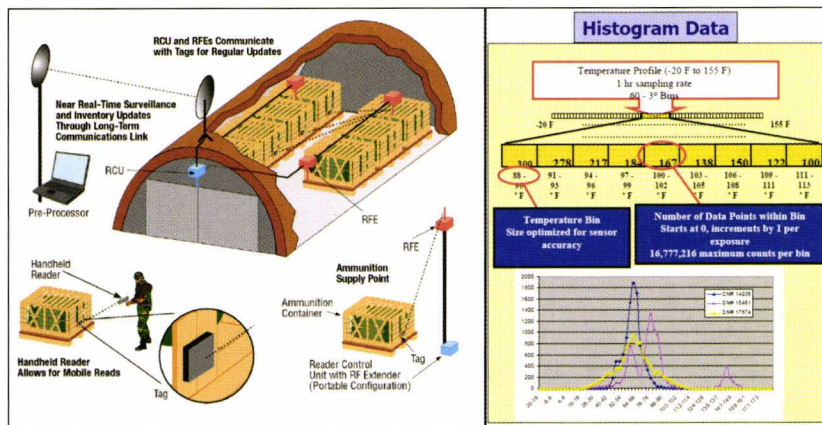
De intensieve samenwerking tussen Defensie en TNO op dit onderwerp is een uitstekend voorbeeld hoe R&D bij kan dragen aan een goede internationale positionering van de Nederlandse Krijgsmacht.



**HEALTH MANAGEMENT OF MUNITIONS [NATO PANEL AVT]**

In taakgroep AVT-160 staan technologische ontwikkelingen voor munitiebeheer en kwaliteitsbewaking centraal. Het einddoel is efficiënter beheer en levensduurbewaking van munitie. Dat kan bereikt worden met een weloverwogen keuze van inzet van technologie, variërend van stand-alone sensoren tot aan volledig geautomatiseerde munitiebeheersystemen.

Kennis over de factoren van invloed op munitiekwaliteit, slimme sensoren en data interpretatie, smart tagging en de impact voor de gebruiker is van direct belang voor de Defensie Materieel Organisatie, de Militaire Commissie Gevaarlijke Stoffen en het Munitiebedrijf.



# EFFECTIEVE SAMENWERKING MET CIVIELE PARTNERS

Het versterken van de mogelijkheden van de krijgsmacht om zonder de toepassing van geweld invloed uit te oefenen

## GEDRAGSBEÏNVLOEDING ALS SCHAKEL NAAR GEWENSTE EFFECTEN

Het Defensie optreden heeft behoefte aan een groter repertoire aan niet-kinetische interventies. Dit leidt tot een grotere diversiteit van handelen en het inschatten van maatschappelijke sociale effecten.

TNO probeert de operationele complexiteit te reduceren door verschillende perspectieven (bestuurlijk, militair, cultureel, sociaal, economisch) te onderkennen en te focuseren op de mogelijkheden tot gedragsverandering. De idee dat nagestreefde effecten zijn te vertalen in concrete gedragsveranderingen en dat militairen dit kunnen bewerkstelligen, vindt weerklank.

De ontwikkelde methodiek is inmiddels bij OTCOpn geëvalueerd.



## EFFECTIEF SAMENWERKEN

### WETEN WAT JE IN SAMENWERKING VAN ELKAAR MAG VERWACHTEN

TNO ontwikkelde een methodiek voor het zichtbaar maken 'waar het om gaat' in complexe samenwerkingsverbanden, zoals bijvoorbeeld in de comprehensive approach. De methodiek (ERiCA) levert inzicht in het speelveld van elkaar en de andere partijen (bewustzijn) en van de positionering van de eigen organisatie ten opzichte van andere partijen (verwachtingsmanagement). ERiCA laat zien wat er van elkaar verwacht mag worden en leidt tot effectievere vormen van samenwerking.

In ERiCA is de basis gelegd voor een Training- en Experimenteer omgeving waarin partijen worden geconfronteerd met fictieve en/of realistische scenario's, die eisen dat interactie wordt gezocht tussen partijen. Het wegnemen of afzwakken van vooroordelen is een belangrijk nevendoeel. De ERiCA game is beproefd in een workshop met vertegenwoordigers van onder meer Buitenlandse Zaken, non-gouvernementele organisaties, het CIMIC bataljon en het Opleidings- en Trainingscommando. De belangrijkste toegevoegde waarde is het ontwikkelen van realistische verwachtingen van samenwerking, variërend van deconfliteren van belangen tot integratie van werkzaamheden.





# CHEMISCHE, BIOLOGISCHE, RADIOLOGISCHE EN NUCLEAIRE (CBRN) BESCHERMING

Het ministerie van Defensie hecht er veel waarde aan dat de krijgsmacht beschikt over adequate CBRN bescherming. Uitgangspunt is dat het militaire voortzettingsvermogen zoveel mogelijk intact blijft, zelfs onder CBRN dreiging.

## BC-BESCHERMING

### SYSTEEMAANPAK FYSIEKE BESCHERMING

Welke operationele eisen moet Defensie stellen aan de CBRN bescherming van de individuele militair. Wat is de operationele context ten aanzien van inzet en dreiging waar rekening mee moet worden gehouden.

TNO heeft voor het actualiseren van de operationele omgevingen een inventarisatie gemaakt van de CBRN aspecten van Defensie optreden. Op hoofdlijnen is vastgesteld welke grootheden van belang zijn voor de invloed van de omgeving op de fysieke bescherming. Voor de ontwikkeling van hulpmiddelen voor risicomangement is een inschatting gemaakt van de bescherming tegen CBRN agentia en de fysieke belasting daarvan. Er zijn afwegingen gemaakt tussen de mate van bescherming en de mate van presteren.

Er zijn analyses gemaakt van de beschikbare testmethodes op het gebied van de CBRN bescherming en de fysieke belasting, zowel voor kleding als adembescherming.

## BEHANDELING VERGIFTIGING DOOR ZENUWGAS VX

Zenuwgassen zijn nog altijd een belangrijk element in de CBRN-dreiging. De huidige medische tegenmaatregelen zijn redelijk effectief, maar er is ruimte voor verbetering. Daarvoor is het noodzakelijk een zeer goed begrip te hebben van het werkingsmechanisme, de besmettingsroutes en het gedrag van de stoffen in het lichaam. Het TNO-onderzoek was gericht op een meer effectief behandelprotocol. De resultaten hebben geleid tot een beter inzicht in de toxische effecten van besmetting met de zenuwgassen soman en VX en de effectiviteit van de behandeling hiervan.

Met name de timing van behandeling is cruciaal. De behandeling van somanvergiftiging vraagt om snelle behandeling om epileptische activiteit te stoppen. Vergiftiging met VX via de huid vraagt om een herhaalde behandeling op basis van optredende symptomen. Dit komt omdat VX langdurig vanuit de huid beschikbaar blijft komen in het lichaam.

Het onderzoeksresultaat leidt tot herziening van de behandelprotocollen bij Defensie.

## CBRN-DREIGING IN VERSTEDELIJKT GEBIED

Bij optreden in verstedelijkt gebied kunnen objecten waar CBRN-middelen opgeslagen zijn een dreiging vormen voor de eenheden, de lokale bevolking en daarmee de missie. De CBRN-objecten kunnen opzettelijk aangevallen worden of er kunnen ongelukken plaatsvinden, al dan niet door gevechtshandelingen.

Op groeps- en pelotonsniveau moet inzicht bestaan in de kenmerken van de CBRN-dreiging zoals korte reactietijden en van het verspreidingsgedrag (toxische stoffen in afgesloten ruimte).

TNO heeft de need-to-know kennis voor deze doelgroep opgesteld. Defensie vindt deze studie belangrijk, omdat zij met deze resultaten het belang van CBRN 'awareness' bij de genoemde doelgroep kan vergroten.





# IMPROVISED EXPLOSIVE DEVICES

Ondersteuning van de Joint Task Force C-IED, OTCGenie en EOD met snellere, betere en veiligere methoden en technieken om explosieven te detecteren en te neutraliseren

## IED DREIGING

### RED TEAMING COUNTER IED

In een nauwe interactie tussen JTF C-IED, operationele afdelingen van Defensie en TNO zijn inzichten ontwikkeld in mogelijk toekomstige IED dreiging en de tegenmaatregelen.

Na een toetsing aan het Defensie beleid, zijn in een 3-daagse interactieve wargame de consequenties voor het militair operationele optreden geanalyseerd.

Met de resultaten kan de JTF C-IED haar taken beter uitvoeren en richting geven aan gewenste technologische ontwikkelingen. Ook zijn diverse internationale samenwerkingsmogelijkheden geïdentificeerd.

## DETECTEREN EN NEUTRALISEREN VAN MIJNEN- EN IED-DREIGING (NATO PANEL SCI)

Taakgroep SCI-193 onderzoekt de mogelijkheden om de dreiging van landmijnen en IED's te neutraliseren voor voertuigen op de weg ('route threat'). Technologische mogelijkheden en operationele haalbaarheid voor detectie en neutralisatie van deze dreiging zijn beproefd in een grootschalige demonstratie in Frankrijk. Tien landen participeerden, met vertegenwoordigers van Defensie, industrie en wetenschap.

Vele detectiemethoden zijn gedemonstreerd. Variërend van C-IED honden en dual-sensor detectoren tot EO-camerasystemen en voertuiggedragen grondradar.

De bezoekersdag met demonstraties werden bijgewoond door vertegenwoordigers van onder andere CLAS, DMO, OTCGenie en Kmar.





**LAGERE FALSE ALARM RATES IN 'CHANGE DETECTION' SYSTEEM**

De militair operationele bruikbaarheid van een 'change detection' systeem voor het detecteren van IED's staat centraal in de testen en het demonstreren van prototypes en nieuwe detectietechnieken. TNO heeft een applicatie ontwikkeld die gebruik maakt van diepte-informatie. Het systeem is gebaseerd op twee digitale kleurencamera's, met real-time beeldbewerking. Het TNO systeem is ingebracht in de SCI-193 beproeving.

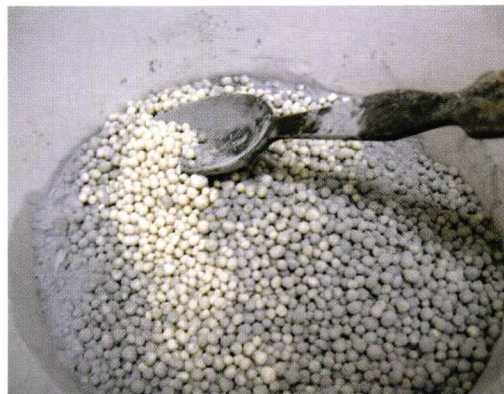
Het detectiealgoritme voor driedimensionale terreinveranderingen corrigeert voor verschillen in kijkrichting. Het systeem werkt zonder de voorwaarde dat steeds exact hetzelfde traject moet worden gevolgd. Een belangrijke bron voor valse alarmen is hiermee weggenomen.



**KARAKTERISERING HOME-MADE EXPLOSIVES**

Aan de hand van een overzicht van potentiële precursoren en home-made explosieven (HME's) is een inschatting gemaakt van de praktische hanteerbaarheid ervan voor toepassing in IED's. De resultaten van het onderzoek tonen de mogelijke precursoren en HME's alsmede de waarschijnlijkheid waarmee deze in IED's toegepast (kunnen) worden. Een shortlist is opgesteld van precursoren en ingrediënten in HME's, en daarvan is meer gedetailleerde informatie verzameld.

Met enkele veel in Afghanistan aangetroffen HME's zijn detonatie- en ontstekings testen gedaan. Defensie beschikt hiermee over de detonatie-eigenschappen en de initieerbaarheid van deze HME's.



# SIGNATUREN MARITIEME PLATFORMEN

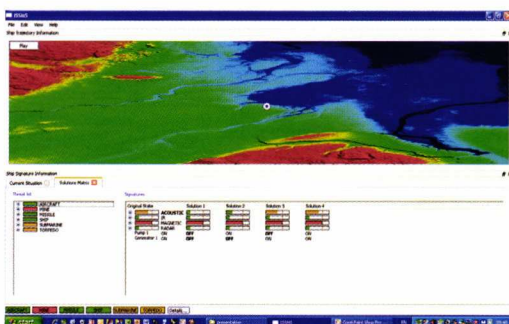
Om effectief te kunnen opereren moeten de waarneembaarheid en de herkenbaarheid van maritieme platformen zo klein mogelijk zijn. Signaturen zijn een integraal onderdeel van de overlevingsketen van een platform.

## SIGNATUURMANAGEMENT

Signaturen variëren in de tijd en zijn afhankelijk van de toestand van het schip, de omgeving en de eigenschappen van de dreigingsensoren. Kennis over signaturen en signatuurmanagement zijn uitermate belangrijk voor bescherming van het platform.

Op het gebied van signatuurmanagement werken Nederland en Duitsland samen in het 'Centre for Ship Signature Management'. De combinatie van bovenwater- en onderwatersignaturen maakt de problematiek complex, en vereist de ontwikkeling van een geïntegreerd signatuurmanagement systeem (ISSMS). Uitgaande van een verwachte dreiging monitort ISSMS real-time de actuele signatuur. Tezamen met onder andere de verraadafstand en de veilige diepte wordt deze informatie continu aan de operator gepresenteerd. Mogelijke maatregelen worden voorgesteld voor optimalisatie van de betreffende signatuur, inclusief consequenties voor de andere signaturen.

TNO heeft een eerste versie van een concept voor een ISSMS ontwikkeld voor radar, infrarood, akoestische, elektrische en magnetische signatuur. De demonstratie liet zien wat de mogelijkheden, functionaliteit en operationele voordelen zijn van zo'n systeem aan boord. Het onderzoek richt zich op de optimale balans van de verschillende signaturen in complexe dreigingsituaties.



## MONITOREN AKOESTISCHE EN ELEKTRO-MAGNETISCHE ONDERWATERSIGNATUREN

Op het gebied van onderwatersignaturen, die in de toekomst ingebracht zullen worden in een ISSMS, werkt TNO aan schattingsmodellen van signaturen. In deze modellen wordt de actuele signatuur afgeleid uit meetgegevens van sensoren. Bij akoestische signaturen betreft dit onder andere trillingen bij de fundaties van zware machines en cavitatie van schroeven. Bij magnetische signaturen betreft dit veranderingen in het gemeten aardmagnetisch veld. Als de actuele signatuur van het schip bekend is, kan optimaal worden geanticipeerd op de mijnen- en torpedodreiging.

Voor de verificatie en validatie van boven- en onderwatersignatuurmodellen zijn voorbereidingen gestart om als Nederland deel te nemen aan een grote internationale meetcampagne met het Canadese schip Quest en Duitse schip Planet. Gebruik makend van een aantal grote meetfaciliteiten in Canada, Verenigd Koninkrijk, Noorwegen, Duitsland en Frankrijk worden hiertoe metingen uitgevoerd. Gegevens voor verificatie en validatie van signatuurmodellen worden verkregen uit de metingen aan de Quest in Duitsland. De uitwisseling van gegevens en bevindingen vindt plaats in NATO verband.





### HET EFFECT VAN IR-COATINGS OP BOVENWATERSIGNATUREN

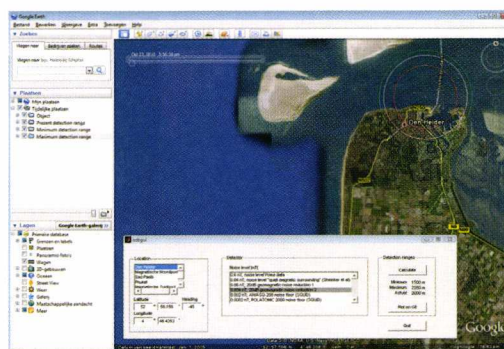
Beïnvloeding van de reflectiecurve van coatings leidt tot een verbeterde camouflage van schepen. TNO heeft een optimale reflectiecurve opgesteld. Commercieel verkrijgbare 'low solar absorption paint coatings' voldoen hieraan in het gebied van 0 – 4 µm. Boven de 4 µm is gezocht naar elektrisch geleidende polymeren die in het zichtbare lichtgebied transparant zijn en reflecteren in het IR-gebied. De laagdikte van de coating blijkt de bepalende factor voor een succesvolle toepassing.

Voor het oppervlak van de radome van de SMART-L radar zijn panelen gemaakt die uit twee coatinglagen bestaan met verschillende ruwheden. De reflecties worden hiermee sterk verminderd.



### MAGNETISCHE SIGNATUREN WALRUS

TNO heeft de magnetische detecteerbaarheid van een onderzeeboot van de Walrusklasse gemodelleerd voor verschillende typen magnetische sensoren. De bijbehorende detectieafstanden kunnen door Defensie gebruikt worden bij het analyseren van operationele scenario's en de bijbehorende risico's. Andere signaturen, zoals de akoestische signatuur, zijn hierbij uiteraard ook van belang.



# EXPERIMENTEN EN TRIALS

Beproevingen blijven noodzakelijk om de operationele bruikbaarheid en meerwaarde van ontwikkelde kennis te toetsen.

## BEWEGING BIJ VAARSIMULATORS

In TNO's "Desdemona"-bewegingsimulator is onderzoek gedaan naar het meten van effecten van beweging bij vaarsimulatie. Veel procedures kunnen prima geoefend worden bij de brugsimulator in Den Helder, maar hoe voer je diezelfde procedure uit in zware zeegang? De experimenten zijn van belang om vast te stellen of het wel of niet zinvol is een brugsimulator echt te laten bewegen.



## FORCE LEVEL THREAT EVALUATION AND WEAPON ASSIGNMENT (FTEWA)

Effectief optreden in coalitieverband vraagt om FTEWA's. De Koninklijke Marine levert haar bijdrage aan de verdediging tegen ballistische raketten en stemt de ontwikkeling van haar capability in deze af in het Maritime Theater Missile Defence-forum. TNO draagt bij aan de interoperabiliteit van de Battle Management C4I systeemarchitecturen, nodig voor het implementeren van FTEWA's.

Tijdens de internationale oefening JPOW2010 heeft TNO samen met IABG, de Koninklijke Marine en de Duitse marine een zeer succesvol experiment uitgevoerd, waarbij geheel nieuwe methoden zijn toegepast ten behoeve van missile defence. Met deze methoden is het in de toekomst mogelijk om in een netcentrische omgeving optimale doel-wapen toewijzing te doen.

Frankrijk en Italië willen bij volgende testen graag aansluiten. Samen met NC3A werkt TNO verder aan het Engagement Coördination onderzoek.





### INNOVATIES IN COMMANDOVOERING

De potentie van een 'multi-touch bird-table' voor de planningsprocessen op het tactisch commandovoeringsniveau is door de staf van 13 MechBrig in een tweetal oefeningen beproefd. Ter voorbereiding hadden C2SC en TNO de bird-table geïntegreerd in de militaire IT-infrastructuur.

De bird-table blijkt een gemakkelijke en productieve manier om met meer mensen aan één product te werken. Het bevordert de interactie en discussie in besluitvormingsprocessen met tijdsdruk. Het project heeft in een kort tijdsbestek de voor- en nadelen van een dergelijke IT-innovatie bij gebruik in een brigadestaf aan het licht gebracht.



### BETROUWBARE PROPAGATIEMODELLEN

EOSTAR voorspelt de prestaties van sensoren om doelen te detecteren en identificeren. Het is belangrijk dat de atmosferische propagatiemodellen boven het zeeoppervlak in EOSTAR gevalideerd zijn. Het 'False-bay atmospheric experiment' (FATMOSE) heeft de turbulentie, scintillatie, blurring en refractie effecten gemeten zoals die in zomer- en winteromstandigheden optreden. TNO en het Zuid-Afrikaanse Instituut voor Maritieme Technologie voerden de metingen gezamenlijk uit. Dit soort trials zijn essentieel voor betrouwbare voorspellingsmodellen.



# MATERIEELVERWERVING

Een krijgsmacht moet effectief en flexibel kunnen optreden en tegelijk kosten zien te beperken. TNO ondersteunt met innovatieve evaluatiemethoden en -modellen ten behoeve van doelmatige en betaalbare materieelaanschaf, nieuwe operatieconcepten en optimale inzet en gereedheid

## HERINTRODUCTIE MIJNENVEEGCAPACITEIT (NLRCIMS)

TNO ondersteunt de Defensie Materieel Organisatie bij de gefaseerde verwerving en inrichting van een mijnenveegcapaciteit. De bij TNO aanwezige brede kennis over mijnen dreiging, mijngedrag, scheepssignaturen en mijnenbestrijding wordt hierbij benut. TNO ontwikkelde onder andere een model voor de optimale magnetische en elektrische veeginstelling. Signaturen van veegtuigen en platformen kunnen in een gesimuleerde maritieme omgeving worden afgespeeld tegen een generieke of specifieke dreiging. Het model anticipeert op diverse criteria voor dreiging, risico en veiligheid.



## PASSIEVE LOKALISATIE VAN ZEEZOOGDIEREN

De Koninklijke Marine wil bij de inzet van moderne laagfrequente actieve sonar (LFAS) beschikken over mitigerende mogelijkheden voor de overlast voor zeezoogdieren. Het gesleepte hydrofoon array is een voor de hand liggend systeem om akoestisch zeezoogdieren te lokaliseren en te monitoren tijdens de inzet van LFAS.

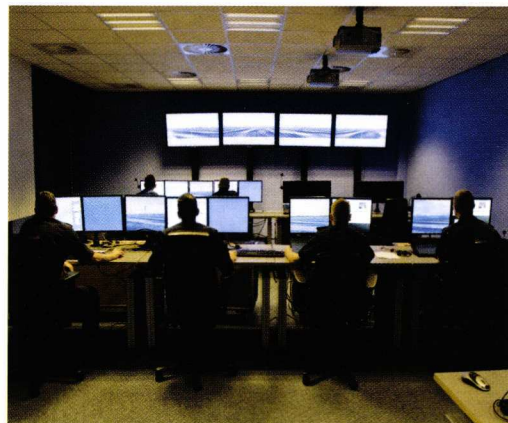
TNO ontwikkelde een algoritme waarmee de afstand op basis van één puls bepaald kan worden. De lokalisatiemogelijkheden zijn in het bijzonder bruikbaar voor tandwalvissen, zoals potvissen, grienden en (spitssnuit-)dolfijnen.

Belangrijke bijkomstigheid is dat deze kennis ook bruikbaar is bij de lokalisatie van actieve transmissies van torpedo's.



## VIRTUEEL VAREN EN VUREN MET PATROUILLESCHIP

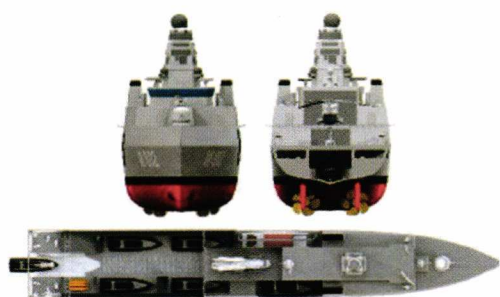
In TNO's ACE-omgeving (Advanced Concept development & experimentation Environment) is het patrouilleschip in tal van scenario's ingezet en wordt nagegaan hoe de remote controlled wapenplatformen het best kunnen worden aangestuurd. Gebruikers en ontwikkelaars kunnen met deze experimenten beoordelen of de inzet van de bemanning, de procedures en/of de werkwijzen veranderd moeten worden.





### TOEKOMSTIGE OPERATIONELE CONCEPTEN VOOR MIJNENBESTRIJDING

Na 2020 zijn de Alkmaarklasse mijnenbestrijdingsvaartuigen aan vervanging toe. In samenspraak met de Koninklijke Marine zijn twee kansrijke concepten van optreden geselecteerd. Stand-off opereren en dus onbemande, (semi-)autonome vaartuigen zijn hier onderdeel van. Ter ondersteuning van de verdere besluitvorming bij Defensie is aansluiting gezocht bij twee EDA-projecten. Eén is gericht op het coördineren van de inzet van (semi-)autonome vaartuigen, de ander is gericht op de interactie van signaturen met multi-invloeds mijnen. Op deze manier wordt een doelmatige en vroegtijdige interactie verkregen met de internationale technologieontwikkelingen. Tevens kan worden geanticipeerd op de gewenste internationale defensie mijnenbestrijdingscapaciteit.



### VERVANGING GEVECHTSTANK

De huidige gevechtstank -de Leopard2A6NL- zal uitfaseren, waardoor een capaciteitsgat ontstaat. Directie Operationeel Beleid Behoeftestelling en Plannen heeft TNO opgedragen de aard van deze gap te analyseren en advies te geven over de wijze waarop deze het best ingevuld kan worden. De oplossingsruimte van dit vraagstuk heeft een 'paars' karakter. De gap kan potentieel naast de middelen van CLAS ook ingevuld worden door middelen van CZSK en CLSK.

De eerste kwalitatieve analyses laten zien dat geen enkel alternatief voor de Leopard2A6NL de unieke combinatie van vuurkracht, mobiliteit en bescherming heeft en geen enkel alternatief volledig voldoet aan de toekomstig gewenste capaciteiten, ook de huidige Leopard2A6NL zelf niet. De individuele alternatieven vullen echter wel belangrijke delen van de gewenste capaciteiten in. Het combineren van twee of drie verschillende alternatieven lijkt onder zekere voorwaarden de beste optie.



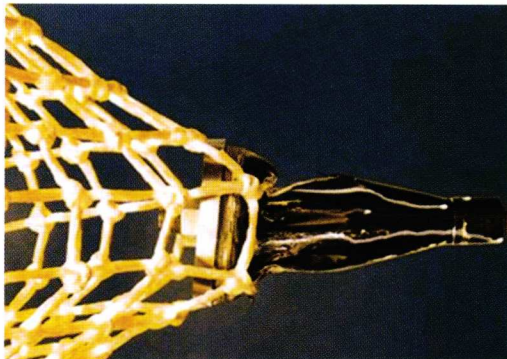


# PLATFORMEN

Veranderingen in de dreiging leiden tot aanpassing van de bescherming.

## BESCHERMINGSCONCEPTEN TEGEN HOLLE LADINGEN

Het Laboratorium voor Ballistisch Onderzoek (LBO) van TNO maakt testen mogelijk van beschermingsmiddelen tegen holle ladingen. In het LBO is het sinds kort mogelijk om met een warhead-versneller een scherpe RPG-7 warhead te verschieten met een trefnauwkeurigheid binnen 2 mm. Met dit soort testen kan snel, effectief en efficiënt (validatie-)onderzoek worden verricht aan lichtgewicht beschermingsconcepten tegen holle ladingen, zoals netten en stalen roosters. De werking en de nevenschade van beschermingssystemen wordt hiermee realistisch beoordeeld.



## BLAST WALLS

Als bescherming tegen de effecten van een externe nabije lading is samen met de Defensie Materieel Organisatie en Damen Schelde een sandwich-huid ontworpen van twee staalplaten met daartussen een harslaag. De sandwich weerstaat blasteffecten tot 25 kilogram explosief. Deze resultaten bieden perspectief voor bescherming tegen exploderende onderwaterladingen.

In samenwerking met Thales zijn succesvolle blastproeven uitgevoerd op de panelen van de geïntegreerde mast van het patrouilleschip.



#### **PREDICTIE SCHEURGROEI WALRUSKLASSE ONDERZEEBOTEN**

Met de resultaten van TNO-onderzoek is Defensie nu in staat om op onderbouwde wijze te beslissen wat de aanpak van geconstateerde corrosie aan de onderzeeboot dient te zijn. Daarnaast is duidelijk welke inspectietechniek toegepast dient te worden, en welke scheuren hiermee wel en niet gedetecteerd kunnen worden. Bij een gedetecteerde scheur kan bepaald worden of deze scheur toelaatbaar is of niet en hoe deze scheur zal groeien bij het verwachte operationele profiel. Ook is bekend welke scheurgrootte nu (in 2010) toelaatbaar is, zodat dat de veiligheid tot 2025 gegarandeerd kan worden.

#### **BEMANNINGSGERICHT ONTWERPEN: HERINRICHTING COMMANDOCENTRALE WALRUSKLASSE ONDERZEEBOOT**

Op basis van relevante missieprofielen en maritieme taken is het bemanningsconcept ontwikkeld, inclusief de organisatievorm en werkwijzen. Het bemanningsconcept bepaalt de keuze van ruimte-inrichting, de opstelling van functionarissen, het console-ontwerp en de mens-machine interactie.

Natuurlijk is geanticipeerd op veranderende omgevingsfactoren zoals het opereren in kustomgevingen en het netcentrisch opereren. Anticiperend vermogen en flexibiliteit zijn onderdeel van de operationele criteria.

Diverse alternatieven voor de toekomstige ruimte-inrichting zijn met betrokkenen van de marine geëvalueerd. Een virtuele omgeving zorgde ervoor dat de gebruikers zich konden onderdompelen in de toekomstige werkomgeving. Met deze resultaten is de Koninklijke Marine in staat het instandhoudingsprogramma commando-centrale Walrusklasse verder te concretiseren.





### **NIET-GESPRONGEN EXPLOSIEVEN (UXO'S) IN ONDIEP WATER**

De Explosieven Opruimingsdienst (EOD) wordt regelmatig geconfronteerd met UXO's in ondiep water, zoals grachten, rivieren en havens. Van de effecten van explosies in ondiep water is weinig bekend. UXO's breken onder een waterdekking anders op dan boven water en de fragmenten kunnen in de omgeving terecht komen. TNO heeft onderwaterproeven uitgevoerd naar de invloed van corrosie op het opbreekgedrag van UXO's. Tevens is een model ontwikkeld om de minimum waterdekking te bepalen, waarbij geen fragmentuitworp boven het wateroppervlak optreedt.



### **COMPOUND BEVEILIGING**

De 107 mm kaliber lange afstand raket is een veelgebruikt projectiel door de tegenstander. TNO heeft onderzocht of de bestaande beschermingsconstructies voldoende bescherming bieden. De mogelijkheden van alternatief materiaalgebruik en constructieve aanpassingen zijn in kaart gebracht. Hiermee is OTCGenie in staat het beschermingsniveau van constructies te beoordelen.

Brand is een dreiging voor zowel personeel als infrastructuur. Het ontwerp van de compound is erop gericht bij brand de functionaliteit zoveel mogelijk in stand te houden. Locatie van brandstofopslag, munitieopslag en opslag van gevaarlijke stoffen hebben een grote invloed op de uiteindelijke gevolgen van brand.

Door TNO-onderzoek is Defensie nu in staat om bij een vastgesteld dreigingsprofiel verschillende beschermingsalternatieven tegen elkaar af te wegen.





# DE MENS IN HET MILITAIRE OPTREDEN

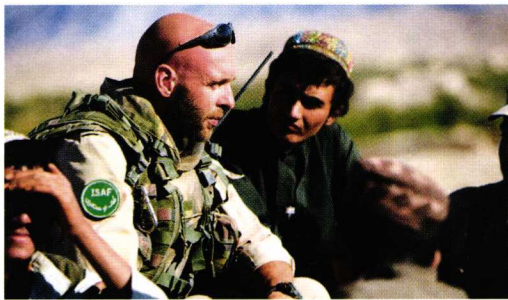
Het optreden van militairen is enorm in beweging. Nieuwe taken, snel veranderende omstandigheden en technologische ontwikkelingen stellen nieuwe eisen aan uitrusting en optreden.

## SOLDAATOPTREDEN

### JUNIOR LEIDERSCHAP IN DE COMPREHENSIVE APPROACH

Een pelotonscommandant wordt niet meer enkel aangesproken op zijn rol als beroepsmilitair, maar moet ook acteren als ambassadeur en hulpverlener.

Er worden zes kerncompetenties onderscheiden van de junior leider (pelotonscommandant): Samenwerken, communiceren, beïnvloeden, flexibiliteit, leervermogen, omgevingsbewustzijn. Deze kerncompetenties zijn door TNO uitgewerkt in concreet en meetbaar gedrag. De verbreding van het 'groene' optreden naar het '3D-optreden' is van grote invloed op de gedragskenmerken. Het voordeel van de van de gemaakte vertaalslag is dat gedrag kan worden getraind.



### OPERATIONELE WAARDE VAN SOLDAAT-SYSTEEMCOMPOSITIES

Defensie wil weten welke ontwikkelingen in het soldaatsysteem het meeste bijdragen aan de effectiviteit van het soldaatoptreden en de veiligheid van de militair.

Effectiviteit en veiligheid gaan hand in hand. Het nemen van veiligheidsmaatregelen leidt tot meer succes. Het grote belang van beveiliging is evident, maar verdere uitbreiding van beschermende maatregelen stuit op ergonomische problemen.

Naast de introductie van een C4I pakket, hebben optimale training en verbeterde zicht- en richtmiddelen de meeste operationele meerwaarde.

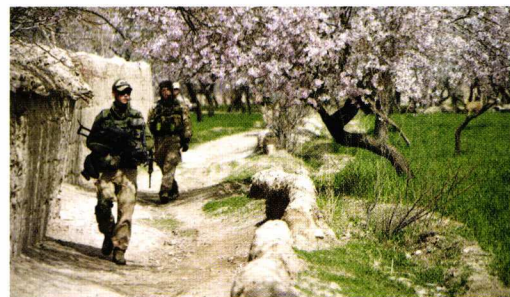
Ook moet er bewuster nagedacht worden over de omvang van de mee te nemen voorraad verbruiksproducten.



### BEWUSTZIJN VAN INDICATOREN VAN DREIGING

Militaire eenheden hebben te maken met een dreiging, waarvan het karakter en de intensiteit continu varieert. Zij moeten voorbereid zijn op het onvoorspelbare, waarbij kennis over en begrip van de operationele omgeving en de actoren daarin van belang zijn. Een goed bewustzijn van dreiging(en) in de omgeving is bepalend voor een effectief en veilig militair optreden.

TNO doet onderzoek naar het verbeteren van de herkenning van indicatoren van dreiging uit de omgeving. Het waarnemingsgedrag kan verbeterd worden door het trainen van algemene cognitieve vaardigheden en processen, zoals patroonherkenning. Aan de basis hiervan staat de beeldvorming wat 'normaal' is.





# MISSIEVOORBEREIDING

Om in complexe omstandigheden effectief te kunnen opereren is efficiënt opwerken en oefenen in een realistische setting noodzakelijk

## OPTREDEN IN VERSTEDELIJK GEBIED

### URBAN COMBAT ADVANCED TRAINING TECHNOLOGY (UCATT)

De internationale UCATT demonstratie in Marnehuizen heeft aangetoond dat interoperabiliteit technisch mogelijk is op het gebied van live simulatie in verstedelijkt gebied. Nieuwe standaarden maken de samenwerking tussen Defensie en industrie veel eenvoudiger. Het system-to-system interoperability concept blijkt te werken. Hiermee is een belangrijke stap gezet naar het opleiden en trainen in coalitieverband.

In de UCATT demonstratie is door TNO een gesimuleerde UAV opgenomen in een live oefening. Het interoperability concept maakt dit mogelijk. De trainingmogelijkheden en -doelstellingen worden hiermee verbreed. Ervaring kan worden opgedaan met (nog) niet operationeel beschikbare systemen.

## INTELLIGENTIE IN GAMES

Defensie heeft goede en efficiënte vormen van opleiden en trainen nodig. Leren moet minder afhankelijk worden van mensen, middelen en organisatie. Er is behoefte aan flexibele en zelfstandig(er) te volgen vormen van training. TNO onderzocht de effecten van regie op leren. Het blijkt dat games met geregisseerde oefenscenario's voor de trainee een beduidend hogere leerwaarde hebben.

TNO's onderzoek op het gebied van teamtraining met virtuele teamleden maakt het mogelijk om hun virtueel gedrag flexibel en dynamisch aan te passen aan de regels en beperkingen van de organisatie en de omgeving. Als voorbeeld is het teamgedrag van kleine eenheden in een huiszoekingsscenario in een serious game gemodelleerd. In de game kan de trainee leren omgaan met onverwachte situaties.



### **FORWARD AIR CONTROLLER SIMULATOR (FACSIM)**

Om Forward Air Controllers onder realistische omstandigheden te trainen, zonder gebruik te hoeven maken van echte vliegtuigen, heeft TNO FACSIM ontwikkeld. FACSIM wordt al vele jaren gebruikt in het klaslokaal van de School Grond Lucht Samenwerking in Schaarsbergen. Met de levering van een verbeterde, mobiele versie van FACSIM is het gebruik bij operationele eenheden mogelijk geworden. FACSIM mobiel kan binnen 30 minuten worden opgebouwd.



### **COMMANDO LUCHTDOELARTILLERIE OPGELEID BIJ TNO**

De kerntaak van het Commando Luchtdoelartillerie (CoLua) is het beveiligen van grondtroepen tegen luchtaanvallen op lage hoogte. Voor het opleiden en trainen van de tactische grondbeginselen gebruikt Defensie een onderwijsaanpak waarin de cursisten uitdagende opdrachten moeten oplossen in een voor zijn vakgebied relevante virtuele omgeving. Door te experimenteren in deze door TNO ontwikkelde omgeving ontdekt de cursist zelfstandig de belangrijkste kennis en concepten van het CoLua-optreden.

Voordeel van de virtuele omgeving is dat deze eenvoudig aangepast kan worden aan de steeds veranderende wijze van optreden van de CoLua. Het inzicht dat de cursisten opdoen blijkt van grote waarde in de rest van hun opleiding en loopbaan.





## INZETGEREEDHEID

### COLLECTIEVE MISSIESIMULATIE (CMS) VOOR JOINT EN COMBINED TRAINEN EN OEFENEN

Defensie wil beschikken over een gevalideerde, herbruikbare en interoperabele missiesimulatie-omgeving, waarmee gedistribueerd op verschillende niveaus van rubricering missies voorbereid kunnen worden.

TNO draagt bij aan deze doelstelling. De live-virtual-constructive architectuur, standaarden en procedures maken het plug-and-play principe mogelijk. De simulatieomgeving wordt stapsgewijs ontwikkeld door deel te nemen aan internationale oefeningen zoals Purple NEctar en JPOW. Veel componenten zijn aanwezig. Samen met Defensie werkt TNO aan het opbouwen van Orange WAVE, een (semi)-permanente CMS-capability.



### DE ROL VAN HELIKOPTERS IN HET NEC CONCEPT

Het toekomstig inzetconcept bepaalt de behoefte aan communicatiemiddelen voor de helikopters. Het NEC concept biedt helikopteroperaties operationele meerwaarde.

TNO heeft de communicatiebehoeften en -middelen van het Defensie Helikopter Commando (DHC) in kaart gebracht. Het is een complex samenspel. Communicatie en real-time informatieuitwisseling met grondeenheden stellen eisen aan de diverse elementen van een communicatieketen.

DHC is hiermee in staat haar behoeftstelling aan communicatiemiddelen en datalinks te concretiseren.



# DIGITALE WEERBAARHEID

De Nederlandse samenleving en de krijgsmacht zijn in toenemende mate afhankelijk geworden van het ongehinderd gebruik van het digitale domein.

## CYBERSPACE ALS MILITAIRE DIMENSIE

Informatie en ICT wordt een steeds belangrijkere component van militaire operaties. TNO heeft een verkenning uitgevoerd naar digitale veiligheid, ook in het militaire domein. De conclusie is dat alleen proactief handelen en preventie niet meer voldoende zijn. Wat nodig is, is preparatie en detectie in en actieve monitoring van de cyberinfrastructuur. Het gaat om incidentmanagement en snel herstel bij verstoring.

Ook is duidelijk dat cyberspace zich niet leent voor een 'polderaanpak' tijdens de respons- en herstelfasen. Voor elk van de drie hoofdtaken van Defensie is een sterke cyber defence noodzakelijk.

Ter ondersteuning van de strategievorming gericht op de derde hoofdtaak organiseerde TNO een table top serious game (CDAG cyber operations) waarin de onderwerpen informatiedeling en regie centraal stonden.

Voor Defensie dragen de verkregen inzichten bij aan haar positionering in het nieuwe domein van cyberoperaties.



## CYBER RESPONSE CAPACITEIT IS BELANGRIJK

In de nationale component van de grote internationale crisisoefening Cyberstorm III werden een groot aantal overheidsorganisaties -waaronder de ministeries van Defensie en van Veiligheid & Justitie- geconfronteerd met de gevolgen van een wormverspreiding. De ICT bij de departementen en hun diensten viel uit.

TNO experts zijn betrokken bij scenariovorming, analyse van oefeningdoelstellingen en de sturing van de oefening. De awareness van de impact van een cyberaanval op de overheid is sterk toegenomen. Het omslagpunt van interne symptoombestrijding naar een nationale regie hoe de oorzaak aan te pakken en de cyberaanval in goede banen te leiden, is cruciaal.

Voor de ICT-deskundigen is het een uitdaging hun inzichten inzichtelijk te maken voor de crisisbelegingsgremia.





**TNO.NL**

TNO  
Oude Waalsdorperweg 63  
Postbus 96864  
2509 JG Den Haag

T 088 866 82 03  
E [wegwijzer@tno.nl](mailto:wegwijzer@tno.nl)

[www.tno.nl/defensie](http://www.tno.nl/defensie)