

**OPTIMAAL  
PRESTEREN  
ONDER  
VEELEISENDE  
OMSTANDIGHEDEN**

**TNO** Innovation  
for life

**TRACK RECORD  
HUMAN PERFORMANCE  
& HEALTH**





**TNO** innovation  
for life

# HUMAN PERFORMANCE & HEALTH

## FIT FOR FUNCTION, FIT FOR ACTION, FIT FOR LIFE

### VISIE

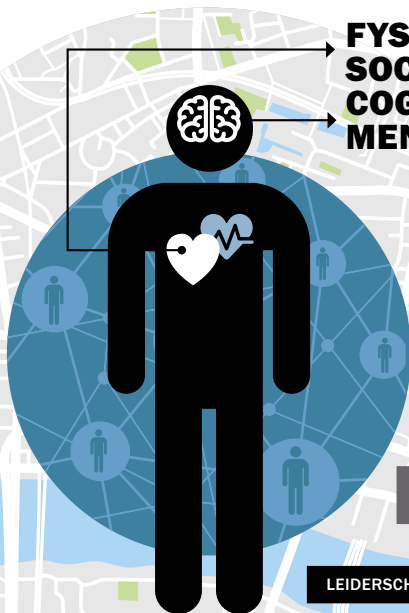
BUSINESS TEAM HUMAN PERFORMANCE & HEALTH RICHT ZICH OP HET OPTIMAAL PRESTEREN VAN PROFESSIONALS ONDER VEELEISENDE OMSTANDIGHEDEN.



**FYSIEK**  
**SOCIAAL**  
**COGNITIEF**  
**MENTAAL**

### EXPERTISE

- › HUMAN BEHAVIOR
- › HEALTH SCIENCES
- › (NEURO) PHYSIOLOGY
- › TRAINING & PERFORMANCE
- › DATA SCIENCE



### UW RESULTAAT



ADVIES



MODELLEN



MEET-INSTRUMENTEN



TRAINING



# › INHOUD

## VEERKRACHT/WEERBAARHEID

- Veerkrachtsmodel en -monitor **8**
- Mentale weerbaarheid: Monitor en dashboard **9**
- INSPIRE: Resilience screening **10**
- AMPERE: Resilience enhancement **11**
- Coping Flexibiliteit **12**
- Modelleren psychosociale nazorgbehoefte **13**

## METEN AAN DE MENS

- Wearables voor weerbaarheid **14**
- Meetbaarheid van stress **15**
- Biomarkers meten met wearables **16**
- AEOLUS **17**
- Technologjeradar **18**

## PEOPLE ANALYTICS

- Datawarehouse Personele Inzetbaarheid **19**
- Inzicht en betekenis geven aan data **20**

## OPTIMALISEREN INZETBAARHEID

- Nachtwerk **21**
- Geneesmiddelen en prestatie **22**
- Voeding **23**
- Kleding, uitrusting en agility **24**
- Hitte of kou **25**

## HUMAN ENHANCEMENT

- Upgrading the human mind **26**

## ADAPTIVITEIT

- De adaptieve militair **27**
- De adaptieve Defensieorganisatie **28**
- Snel inzicht in competenties **29**
- Retentie van competenties **30**
- Taken van de toekomst **31**

## LEIDERSCHAP

- Het adaptieve vermogen van leiders **32**

## INTEGRITEIT

- Handelen naar eer en geweten **33**

## INSTROOM, DOORSTROOM, UITSTROOM

- Binden en boeien **34**

## GEDRAGSBEÏNVLOEDING

- Stop, Reflect & Switch **35**
- Person Insight **36**

- INFLUENCE game **37**

## MEETINSTRUMENTEN <sup>(M)</sup>

- Het visualiseren van data **38**

## TRAINING <sup>(T)</sup>

- Serious gaming, opleiding & training **39**

## CONTACT

- Dr. Rosemarie Huver
- T +31 888 66 32 14
- E [rosemarie.huver@tno.nl](mailto:rosemarie.huver@tno.nl)





# › VOORWOORD

Het succes van organisaties wordt bepaald door mensen. Zij zorgen ervoor dat een moeilijke missie, een uitdagende taak of een complexe rol succesvol wordt uitgevoerd. Mensen zijn hiermee het belangrijkste, maar ook meest kwetsbare kapitaal voor maatschappelijk gerichte organisaties, zoals Defensie en politie. Het Business Team 'Human Performance & Health' van TNO steunt organisaties in het optimaal laten presteren van hun mensen onder veeleisende omstandigheden.

Om u een indruk te geven van onze werkzaamheden op dit gebied, presenteer ik deze selectie van onderzoeken binnen het domein van Human Performance & Health. Met deze onderzoeken geven we antwoord op vragen als: waarom presteren sommige mensen goed onder stress en andere minder? Hoe kunnen mensen onder extreme omstandigheden toch optimaal, gezond en gemotiveerd blijven functioneren? Hoe kunnen mensen zich in hun werk effectief aanpassen aan snel veranderende omstandigheden? En, hoe kan een organisatie dit faciliteren?

Dit doen we door modellen te ontwikkelen die de complexiteit beheersbaar maken, meetinstrumenten te maken om te monitoren hoe het met professionals gaat en trainingen te ontwikkelen om professionals te versterken. Hierbij hanteren we een integrale aanpak waarbij gestreefd wordt naar fysieke, sociale, cognitieve en mentale fitheid van mensen. Zowel op de werkplek als daarbuiten. De mens in zijn team, organisatie en maatschappij wordt hierbij in beschouwing genomen. Kortom, de resultaten van deze onderzoeken versterken mensen in hun werk.

Met deze selectie onderzoeken geef ik u een doorkijk naar de breedte en impact van innovaties op het gebied van Human Performance & Health. Wilt u meer weten over dit onderwerp en het werk van TNO, neem dan contact op met ons.

Met vriendelijke groet,

Henk Geveke

*Algemeen directeur TNO Defensie & Veiligheid*

# › VEERKRACHTS- MODEL EN -MONITOR DEFENSIE

## UITDAGING

Militairen worden regelmatig geconfronteerd met uitdagende gebeurtenissen. Mentale veerkracht (of weerbaarheid) is het vermogen om te herstellen van deze belastende of stressvolle gebeurtenissen. Om de mentale veerkracht van militairen te versterken, is kennis vereist over de manier waarop mentale veerkracht zich ontwikkelt tijdens verschillende fasen van de militaire uitzendcyclus.

Mentale veerkracht is een veelzijdig begrip, waarin veel factoren een rol spelen. Om binnen een organisatie beleid te implementeren ter versterking van veerkracht, is het noodzakelijk een eenduidig beeld te hebben van het begrip. Bovendien is het van belang inzicht te hebben in wanneer welke factoren van belang zijn, zodat trainingen en interventies op het juiste moment en op de juiste factoren ingestoken kunnen worden.



## AANPAK

Vanuit verschillende disciplines zijn er inzichten over de mentale veerkracht van militairen. Om deze kennis te kunnen bundelen en integreren is een model ontwikkeld in nauwe samenwerking met Defensie experts. Bovendien heeft TNO een meetmethode ontwikkeld (de Militaire Resilience Monitor) om de verschillende onderdelen van veerkracht op basis van dit model te meten.

## IMPACT

Het ontwikkelde veerkrachtsmodel en de Militaire Resilience Monitor zijn gebruikt om meer inzicht te genereren in de factoren die moeten worden beïnvloed om in verschillende fasen van de militaire loopbaan de mentale veerkracht te versterken. Concreet worden deze toepassingen gebruikt rondom uitzending van militairen en in het selectie- en opleidingsproces. ■

Contact: [roos.delahajj@tno.nl](mailto:roos.delahajj@tno.nl)



# WEERBAARHEIDSMONITOR EN DASHBOARD POLITIE



## UITDAGING

Politiemedewerkers moeten onder veeleisende omstandigheden presteren en ook op de langere termijn gemotiveerd en gezond blijven. Leidinggevendenden kunnen een centrale rol spelen in het versterken van de weerbaarheid (of veerkracht) van medewerkers. Daarbij is echter wel de vraag relevant: hoe weet je of je medewerkers weerbaar zijn? En waar moet je op inzetten om die weerbaarheid te verbeteren? TNO heeft zowel een instrument ontwikkeld waarmee de weerbaarheid van de medewerkers gemonitord kan worden, als een dashboard waarin de resultaten inzichtelijk worden gemaakt voor leidinggevendenden.

## AANPAK

Om de weerbaarheid van medewerkers goed in kaart te brengen, is een op maat gesneden aanpak nodig. Mensen in verschillende functies hebben immers met verschillende vormen van belasting te maken en hebben ook verschillende manieren om met deze belasting om te gaan. TNO heeft daarom voor de politie in het kader van het Programma Versterken Professionele Weerbaarheid voor verschillende doelgroepen (Basis Politie Zorg, Districtsrecherche, Familierecherche) en verschillende situaties (regulier, na inzet bij rampen, en ten behoeve van selectie) versies van de Weerbaarheidsmonitor en het Weerbaarheidsdashboard ont-

wikkeld. Als basis voor de Weerbaarheidsmonitor Politie is de door TNO ontwikkelde Militaire Resilience Monitor gebruikt. Door middel van literatuuronderzoek, focusgroepen en expertsessies is deze monitor aangepast voor verschillende doelgroepen binnen de politie.

## IMPACT

De Weerbaarheidsmonitor en het Weerbaarheidsdashboard vormen een vernieuwende benadering van medewerkersonderzoek bij de politie. De monitor en het dashboard kunnen worden ingezet ter versterking van de weerbaarheid van medewerkers. Leidinggevendenden die ermee gewerkt hebben zijn enthousiast over de inzichten die ze opdoen met behulp van de monitor en het dashboard, en over de mogelijkheden die het hen biedt om in gesprek te gaan met hun medewerkers, collega-leidinggevendenden of de eenheidsleiding over dit onderwerp. ■

Contact:  
[wim.kamphuis@tno.nl](mailto:wim.kamphuis@tno.nl)



# › IMPROVING MILITARY SELECTION: PSYCHOLOGICAL RESILIENCE SCREENING (INSPIRE)

## UITDAGING

Een aanzienlijk deel van de uitgezonden militairen heeft tijdens en/of na missies te maken met mentale gezondheidsproblemen. Dit varieert van flashbacks van gevechtsacties, angstaanvallen, alcoholmisbruik, PTSD en depressie tot morele normvervaling. Deze problemen hebben een negatief effect op het functioneren van de individuele militair, zijn of haar team en de organisatie. Defensie streeft ernaar om operationele effectiviteit en voortzettingsvermogen van militairen te maximaliseren en ongewenste uitval te beperken, zowel bij uitdagende omstandigheden tijdens uitzending als gedurende de gehele militaire loopbaan. Hiervoor is het van belang dat een militair voldoende *mentaal weerbaar* is, dat wil zeggen in staat om adequaat om te gaan met mentaal belastende omstandigheden en te beschikken over een goed herstelvermogen. Door hier in de selectiefase op te screenen, kan Defensie mensen selecteren die voldoende mentaal weerbaar zijn.

## AANPAK

Binnen het Europese project INSPIRE is een selectie-instrument ontwikkeld voor mentale weerbaarheid, de zogenaamde INSPIRE Resilience Scale (IRS). De eerste versie van de IRS is getest bij de Nederlandse, Duitse en Belgische Defensie, evenals bij de Nederlandse Politieacademie. Hieruit bleek dat de IRS-vragenlijst over hoge psychometrische kwaliteiten beschikt. Daarnaast is een validiteitsstudie uitgevoerd naar de voorspellende waarde van de IRS-vragenlijst voor het militaire selectieproces. Verder is een dashboard ontwikkeld waarmee de resultaten van de IRS inzichtelijk gemaakt en teruggekoppeld kunnen worden.



## IMPACT

Met behulp van dit screeningsinstrument wordt het aanwezige potentieel aan mentale weerbaarheid van militaire kandidaten onderzocht in de selectiefase en de fasen daarna (opleiding, training, opwerking, eventueel uitzending etc.). De resultaten worden weergegeven in een dashboard dat inzicht geeft in de mentale weerbaarheid van de kandidaat c.q. militair, en aanknopingspunten biedt voor het verbeteren van de mentale weerbaarheid. ■

Contact: [esther.oprins@tno.nl](mailto:esther.oprins@tno.nl)

# › AUGMENTED MILITARY PERFORMANCE THROUGH **RESILIENCE ENHANCEMENT (AMPERE)**

## UITDAGING

Omgaan met stressvolle omstandigheden is één van de meest belangrijke competenties tijdens militair optreden. Het vierjarig onderzoeksprogramma AMPERE heeft als doelstelling om kennis te ontwikkelen die kan worden ingezet om de veerkracht en daarmee de prestatie van individuele militairen te versterken. Als virtual reality (VR) gebruikt kan worden om stress te induceren, kunnen deze settings in de toekomst gebruikt worden om coping vaardigheden te trainen en militairen beter voor te bereiden op toekomstige stressvolle taken. Omdat elk individu verschillend reageert op stress en een individuele aanpak nodig is, is het essentieel om stress nauwkeurig te meten en te classificeren.

## AANPAK

Het programma bestaat uit verschillende onderdelen, waaronder het in kaart brengen van eisen aan serious gaming of simulatieomgevingen om stress te induceren. Een ander onderdeel van dit programma is het inzichtelijk maken van fysiologische en psychologische maten op het gebied van stress, zodat deze gebruikt kunnen worden in een serious game of simulatie en deze maten teruggekoppeld kunnen worden aan de persoon. Op basis van deze uitkomsten is er een opstelling



gerealiseerd, de AMPERE+ opstelling, waarbij fysiologische parameters zoals bloeddruk, huidgeleiding en hartslag worden gemeten en worden teruggekoppeld. De AMPERE+ opstelling is getest tijdens diverse experimenten, waarbij stress werd geïnduceerd d.m.v. virtuele en fysieke prikkels. Bijvoorbeeld op een brugsimulator bij het Koninklijk Instituut voor de Marine (KIM), tijdens een volledig gecontroleerd experiment in het stresslab van AMPERE en tijdens het uitvoeren van een stressvol gesimuleerd militair patrouillescenario met een virtual reality (VR) bril bij de Koninklijke Militaire Academie (KMA).

## IMPACT

Het is mogelijk om stress te induceren met VR en simulatieomgevingen én om gecontroleerde fysiologische stressmetingen uit te voeren. De bevindingen van dit onderzoek helpen zowel Defensie als TNO bij het optimaliseren van trainingen die erop gericht zijn om professionals beter om te laten gaan met stressvolle omstandigheden. ■

Contact: [olaf.binsch@tno.nl](mailto:olaf.binsch@tno.nl)

# › FLEXIBEL OMGAAN MET STRESSVOLLE OMSTANDIGHEDEN

## UITDAGING

Op missie uitgezonden militairen moeten onder fysieke en mentaal zware omstandigheden opereren. Levensbedreigende situaties, fysieke uitputting, verveling, machteloosheid of verlies aan zingeving kunnen voor stress zorgen. Dit kan leiden tot verminderde motivatie, prestatie en gezondheid van personeel.

## AANPAK

TNO heeft voor Defensie de Coping Flexibiliteit-training ontwikkeld, op basis van *best practices* van (inter)nationale krijgsmachten, bedrijfsleven en wetenschap en heeft de training getoetst in de militaire praktijk. De training geeft militairen meer handvatten om flexibel om te gaan met stressvolle situaties, zodat zij inzetbaar blijven tijdens hun hele militaire loopbaan en erna: 'Fit for function, fit for action, fit for life'. De kern van de training is gericht op het vergroten van het repertoire aan copingstrategieën (manieren van omgaan met stress) en het vermogen om in elke situatie de juiste strategie in te kunnen zetten. Hierbij zijn een toolbox en een app ontwikkeld waarmee men kan werken aan de eigen coping flexibiliteit. Ook kunnen trainers en coaches hiermee gericht stressoefeningen inzetten en inzicht krijgen in de vorderingen.



## IMPACT

Uit een experiment bij de Koninklijke Militaire School (KMS) blijkt dat de Coping Flex-cursisten beter in staat waren om stress(reacties) bij zichzelf en anderen te herkennen en te reguleren. Ook was de cohesie binnen de trainingsgroep vergroot. Ze ondersteunden elkaar en zochten zelf actiever hulp. Instructeurs en cursisten waren erg positief over de Coping Flex-training. Ze vonden de training noodzakelijk voor alle militairen. Inmiddels wordt de training op een aantal plekken binnen Defensie ingezet, maar ook buiten Defensie is er belangstelling, onder andere bij de brandweer, politie en Jeugdzorg. ■

Contact: [marjoleine.thart@tno.nl](mailto:marjoleine.thart@tno.nl)

# MODELLEREN PSYCHOSOCIALE NAZORG- BEHOEFTE

## UITDAGING

Uitzendingen trekken een behoorlijke wissel op militairen. De ervaring leert echter dat het lastig is om op voorhand zowel de duur, de aard, als de omvang van de te verwachten behoefte aan psychosociale nazorg adequaat in te schatten.

Het gebrek aan voldoende inzicht en dus inzet van (financiële) middelen in het nazorgtraject heeft eerder geleid tot ernstige kostenoverschrijdingen en maatschappelijke onrust. Bijvoorbeeld door ingediende en toegekende claims, oplopend tot tientallen miljoenen euro's.

## AANPAK

Specialistische kennis over de ontwikkeling van psychosociale behoeftes na uitzendingen wordt gecombineerd met econometrische methodes uit de gezondheidszorg. Met de huidige kennis over psychosociale klachten in combinatie met econometrische methodes moet het mogelijk zijn om een rekenmethode te ontwikkelen om de nazorgbehoefte van tevoren, relatief adequaat, in te kunnen



*“Onze mensen zijn ons belangrijkste kapitaal.”*

schatten. Daarmee zou een voor alle partijen acceptabel model beschikbaar komen ter toetsing van al dan niet voldoende inzet door Defensie in het nazorgtraject.

## IMPACT

Dit heeft geleid tot een prototype model dat inmiddels is besproken, maar ook erkend door een internationaal panel van experts. In dit proces bleek de accuratesse van de methode verder te rijken dan enig vergelijkbaar initiatief binnen, in ieder geval, de NAVO. ■

Contact: [victor.kallen@tno.nl](mailto:victor.kallen@tno.nl)

# WEARABLES VOOR WEERBAARHEID

## UITDAGING

Medewerkers van Defensie en politie moeten in uitdagende omstandigheden succesvol kunnen functioneren en ook op de langere termijn gemotiveerd en gezond blijven. Mentale veerkracht, ook wel weerbaarheid genoemd, is het vermogen om van een belastende of stressvolle gebeurtenis te herstellen en speelt hierin een belangrijke rol. TNO combineert kennis over mentale veerkracht met de nieuwste inzichten over wearable technologieën om het presteren van professionals in complexe en veeleisende omstandigheden te optimaliseren.

## AANPAK

Om wearables en mobiele applicaties goed in te kunnen zetten, moeten we weten wat de waarde is van data die hiermee worden verzameld en hoe deze data het beste gebruikt kunnen worden om medewerkers hun veerkracht te laten versterken. Daarom onderzoekt TNO wat de kwaliteit is van verschillende wearables en hoe slimme algoritmes data uit deze wearables om kunnen zetten in actiegerichte informatie. In fieldtrials met verschillende doelgroepen (topsport en politie) zijn wearables ingezet



en mobiele applicaties ontwikkeld waarmee medewerkers hun veerkracht kunnen monitoren en versterken. Hiermee heeft TNO veel inzicht verkregen in de huidige mogelijkheden van wearables en hoe deze inzichten kunnen worden gebruikt voor de versterking van veerkracht van medewerkers. Op basis hiervan is een Wearable Resilience Systeem ontwikkeld voor individuele medewerkers van de politie.

## IMPACT

Het voor de politie ontwikkelde Wearable Resilience Systeem maakt gebruik van een smartwatch en een app en combineert objectieve fysiologische gegevens (slaap, hartslag, beweging) met subjectieve psychosociale gegevens (bijv. motivatie, stress, bevoegenheid). Op basis hiervan krijgen gebruikers via de app dagelijks een veerkrachtsscore. De app geeft gebruikers inzicht in hoe fysiologische en psychologische factoren elkaar beïnvloeden en tot stress kunnen leiden. Met deze inzichten en met persoonlijke adviezen kunnen gebruikers gericht hun eigen veerkracht versterken. ■

Contact: [wim.kamphuis@tno.nl](mailto:wim.kamphuis@tno.nl)

# DE MEETBAARHEID VAN STRESS: ERVAREN MILITAIREN MINDER STRESS DAN BURGERS?

## UITDAGING

Hoe kan iemands stressbestendigheid worden gemeten? Hiervoor wordt doorgaans gebruikgemaakt van zelf-rapportage: mensen geven een inschatting over zichzelf. Van deze subjectieve manier van meten is bekend dat *response bias* kan optreden, omdat mensen bijvoorbeeld sociaal wenselijk antwoorden. TNO onderzoekt in hoeverre objectieve fysiologische maten, zoals hartslag, kunnen worden gebruikt om stress te meten. Daarnaast is onderzocht of militairen minder stress ervaren dan burgers.

## AANPAK

TNO heeft een test ontwikkeld om eenvoudig en op een ethisch verantwoorde manier een grote hoeveelheid stress te induceren. Tegelijkertijd wordt hartslag, huidgeleiding (zweetrespons) en pupilgrootte gemeten. Bij deze test wordt gecontroleerd voor een grote ruisfactor, namelijk lichaamsbeweging.

Zowel militairen als burgers zijn onderworpen aan deze test. Uit de zelfrapportage bleek dat militairen aangaven minder stress te ervaren dan burgers. Ook de fysiologische metingen toonden aan dat de impact van stress minder groot was bij militairen: hun hartslag, huidgeleiding en pupilgrootte reageerden minder heftig dan bij burgers het geval was.

## IMPACT

TNO onderzoek toont aan dat fysiologische metingen gebruikt kunnen worden om stress op een betrouwbare en objectieve manier te meten. Dit kan bijvoorbeeld van waarde zijn bij de inschatting van stressbestendigheid van personeel bij selectie, evaluatie en training. Daarnaast toonden zowel subjectieve zelfrapportage als objectieve fysiologische maten aan dat de impact van stress minder groot was bij militairen dan bij burgers. ■

Contact: [anne-marie.brouwer@tno.nl](mailto:anne-marie.brouwer@tno.nl)



# BIOMARKERS METEN MET WEARABLES



*“Geen psychologie  
zonder fysiologie.”*

## UITDAGING

Er komt steeds meer hoogwaardige, draagbare technologie beschikbaar die biomarkers zoals hartslag (afgeleiden), huidgeleiding en zelfs (schattingen van) specifieke hormoonwaardes betrouwbaar kunnen registreren. Deze informatie kan worden gebruikt om het presteren van professionals te optimaliseren.

Om deze informatie nuttig te kunnen toepassen, is het noodzakelijk de juiste biomarker (combinatie) te identificeren in relatie tot de gewenste uitkomstmaat. Bijvoorbeeld risico op overbelasting of optimaal presteren op het juiste moment. Er is overtuigend wetenschappelijk bewijs dat subtiele verstoringen in de *interacties* tussen de diverse domeinen (autonome zenuwstelsel, hormonale processen, stemming en cognitieve functies) een sterkere voorspellende waarde hebben dan een serie op zichzelf staande parameters. Zaak dus om de relevante parameters op de juiste wijze gesynchroniseerd te kunnen afnemen.

## AANPAK

Binnen TNO wordt high-end expertise op het gebied van sensortechnologie, data analytics, systeembioïogie en stress neurobiologie gecombineerd om 'next generation' wearable technologieën te ontwikkelen ter ondersteuning van high performance professionals. Uitgewerkte modellen zijn reeds beschikbaar voor militairen, (top)sporters en chauffeurs. Deze worden met verschillende partners en partijen geïmplementeerd in diverse prototypes.

## IMPACT

In het gezondheidsdomein hebben de betreffende modellen reeds getoond beter te presteren dan ieder ander beschikbaar alternatief. Eerste pilotresultaten bij met name sporters doen vermoeden dat ook in het high performance domein opvallende resultaten geboekt zullen worden. ■

Contact: [victor.kallen@tno.nl](mailto:victor.kallen@tno.nl)

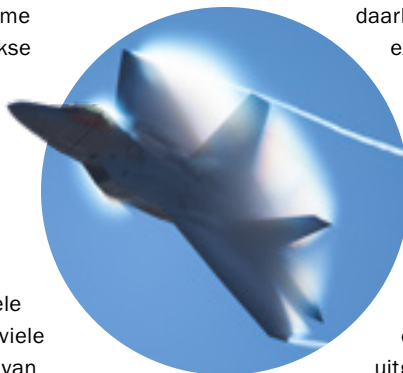
# JOINT INNOVATION CENTRE **AEOLUS** ON **HUMAN PERFORMANCE INNOVATION**

## UITDAGING

AEOLUS is een innovatieplatform van het Centrum voor Mens en Luchtvaart (CML) en TNO dat zich richt op het functioneren van de mens in extreme omstandigheden. Via AEOLUS (in de Griekse mythologie de hoeder van de wind) worden andere partijen in open innovatie uitgenodigd om nieuwe ideeën sneller tot ontwikkeling en uitvoering te brengen.

## AANPAK

Voor professionals in extreme operationele omgevingen, zoals militaire vliegers en civiele piloten, verandert de werkomgeving snel van een fysieke realiteit tot een mix van zowel fysieke als virtuele realiteiten. Als gevolg van het versnelde tempo van innovatie van technische systemen, zoals bijvoorbeeld in moderne vliegtuigen, is de systeemprestatie nu beperkt door de mogelijkheden van de menselijke operator. Om de grenzen die door de mens aan de systeemprestaties worden opgelegd te verleggen, moet de kennis van de menselijke factoren verder worden ontwikkeld. Daarnaast moeten nieuwe vormen van samenwerking worden opgezet: nieuwe combinaties van expertise en cross-overs tussen toepassingsdomeinen.



TNO onderzoekt, in samenwerking met het CML, de grenzen van onze mogelijkheden te land, in de lucht en daarbuiten, waarbij blootstelling plaatsvindt aan extremere omstandigheden dan ooit tevoren.

De activiteiten binnen AEOLUS richten zich op de thema's 'Operation Oriented Simulation', 'Wearable Technology & Systems' en 'Sub Orbital Space'.

## IMPACT

De programma's binnen AEOLUS zijn gebaseerd op wetenschappelijk en toegepast onderzoek en nemen als uitgangspunt datgene wat een operator nodig heeft voor optimale prestaties in echte en virtuele omgevingen. AEOLUS streeft ernaar om 'human factors' onderzoek naar het volgende niveau te tillen en biedt toegang tot onderzoeksfaciliteiten, kennis, industriepartners en eindgebruikers. ■

Contact: [paul.vierveijzer@aeolus-hpi.org](mailto:paul.vierveijzer@aeolus-hpi.org)

# › TECHNOLOGIE- RADAR



## UITDAGING

De Technologieradar geeft inzicht in actuele technologische ontwikkelingen en hun relevantie en impact voor organisaties. Technologische ontwikkelingen en vernieuwingen volgen elkaar in rap tempo op. Organisaties in het veiligheidsdomein willen graag aan de slag met nieuwe toepassingen, maar het is lastig de juiste keuzes te maken. De Technologieradar levert de basis voor het maken van onderbouwde keuzes.

*“De Technologieradar brengt ontwikkelingen in kaart en helpt met het bepalen van de juiste koers.”*

## AANPAK

De Technologieradar brengt technologische ontwikkelingen in kaart, geeft inzicht in deze ontwikkelingen en ordent en prioriteert ze, via de volgende stappen:

- › **Verkenning:** inventarisatie van technologische ontwikkelingen;
- › **Scoren op radar:** bepaling van de relevantie voor de organisatie;
- › **Impactbepaling:** bepaling van de business kansen en impact van de ontwikkelingen.

Zo is bijvoorbeeld in de Technologieradar 'Veiligheid' een groot aantal voor het veiligheidsdomein belangrijke technologische ontwikkelingen in kaart gebracht en beoordeeld, in nauwe samenwerking met het ministerie van Veiligheid en Justitie en politie.

## IMPACT

De Technologieradar is een beslisinstrument voor strategische keuzes. De Technologieradar biedt inzicht in technologische ontwikkelingen en helpt met het bepalen van de juiste koers.

De resultaten van de Technologieradar Veiligheid zijn bijvoorbeeld gebruikt als inspiratie- en voedingsbron voor de strategische innovatieagenda's van het ministerie van Veiligheid en Justitie en de politie. ■

Contact: [hans.vanvliet@tno.nl](mailto:hans.vanvliet@tno.nl)

# DATAWAREHOUSE PERSONELE INZETBAARHEID



## UITDAGING

Personeel is het belangrijkste kapitaal van Defensie. Om het juiste personeel aan te trekken, goed op te leiden, optimaal te ondersteunen rond uitzendingen en binnen de organisatie te laten ontwikkelen en presteren, is inzicht in de inzetbaarheid van het personeel van groot belang. Defensie verzamelt en gebruikt op verschillende manieren data over personeel in de organisatie. Tot op heden worden deze datastromen echter nog niet gekoppeld. Hierdoor wordt nog geen optimaal gebruik gemaakt van de data om inzicht te krijgen in hoe de personele inzetbaarheid kan worden vergroot, prestaties kunnen worden verbeterd en uitval kan worden voorkomen. In dit kader wordt

gesproken over *people analytics*: de toepassing van data-verwerking en analyse op medewerkersgegevens verkregen vanuit verschillende bronnen om inzicht te verschaffen in organisatievraagstukken en de prestaties van de organisatie te verbeteren.

## AANPAK

TNO streeft naar één systeem voor het effectief beheren, koppelen, analyseren en terugkoppelen van data over personeel. Hiervoor ontwikkelt TNO een prototype van een digitaal datawarehouse. Het 'Privacy Platform Personeelsdata' wordt zo ingericht dat privacy wordt gegarandeerd terwijl er ook gebruik kan worden gemaakt van de data om inzicht te krijgen in hoe de personele inzetbaarheid kan worden verbeterd.

## IMPACT

Het gebruiken van *people analytics* heeft voor zowel de organisatie als de werknemer meerwaarde. Het koppelen van gegevens over bijvoorbeeld selectie en opleidingen, maakt mogelijk dat personeelsuitval wordt voorkomen en medewerkers gericht ondersteund worden in hun opleiding. Een datawarehouse voor gegevens over personele inzetbaarheid levert op deze wijze waardevolle inzichten op. ■

Contact: [roos.delahajj@tno.nl](mailto:roos.delahajj@tno.nl)

# INZICHT EN BETEKENIS GEVEN AAN DATA

## UITDAGING

In een wereld waarin mensen en apparaten verbonden zijn, worden data, zowel complexe data als big data, steeds belangrijker. Het enorme succes van de smartphone en andere connected devices, de opkomst van het Internet of Things (IoT) en de toename van wearables zorgen voor meer en meer databronnen. De uitdaging ligt in het geven van betekenis aan deze data om instanties en personen in staat te stellen betere beslissingen te nemen.

## AANPAK

TNO richt zich op het analyseren en visualiseren van grote hoeveelheden dynamische en complexe data uit verschillende bronnen en in uiteenlopende formaten. Onderwerpen waaraan TNO in dit kennisgebied werkt omvatten text mining, behavioural informatics, privacy preserving analytics en machine learning. Door deze kennis te combineren met inzichten uit de sociale en gedragswetenschappen kunnen data niet alleen gebruikt worden om inzicht te

*“Data an sich hebben weinig waarde.”*

genereren, maar ook om te interveniëren. Zo werkt TNO aan het modelleren van menselijk gedrag, het opbouwen van gebruikersprofielen en aan het automatisch geven van aanbevelingen.

## IMPACT

Data an sich hebben weinig waarde. TNO richt zich op het omzetten van deze data in informatie en het correct gebruiken van deze informatie. Zelfs als het om enorme hoeveelheden data gaat, er niet precies bekend is waar de interessante verbanden liggen of de data niet compleet zijn. Dit geeft de gebruiker de mogelijkheid om zin van de onzin te scheiden en de data op een juiste manier te interpreteren en te gebruiken. ■

Contact: [harrie.vandevlag@tno.nl](mailto:harrie.vandevlag@tno.nl)

# NACHTWERK

## UITDAGING

Professionals van politie en Defensie kunnen 24 uur per dag worden ingezet, dus ook in de (randen van de) nacht. Dit gaat in tegen het natuurlijk ritme van het lichaam. 's Nachts zijn mensen minder fit en alert, wat ten koste gaat van het concentratievermogen, de productiviteit en de veiligheid. Bovendien hebben professionals die gedurende hun carrière langdurig worden blootgesteld aan nachtwerk een verhoogd risico op ernstige gezondheidsklachten, zoals diabetes en hart- en vaatziekten. Ondanks dat de gemiddelde leeftijd van werknemers toeneemt en deze werknemers (dus ook in de nachtdienst) langer door moeten werken, zijn er nog weinig effectieve interventies om de nadelige effecten van nachtwerk terug te dringen. TNO hanteert een persoonlijke, integrale benadering om tot innovatieve en succesvolle oplossingen te komen.

*“Nachtwerkers hebben een groter risico op ongevallen en (ernstige) gezondheidsklachten. TNO is er van overtuigd dat een persoonlijke, integrale benadering essentieel is om tot innovatieve en succesvolle oplossingen te komen.”*

## AANPAK

Met behulp van een integraal vitaliteitsmodel, stakeholderworkshops en een co-design ontwerpstrategie waarbij de gebruiker centraal staat, worden samen met klanten (zoals Tata Steel en KLM) contextspecifieke toepassingen ontwikkeld die gebaseerd zijn op de kenmerken en voorkeuren van individuele werknemers.



## IMPACT

TNO is inmiddels in staat om door advisering op maat (op basis van biofysische en psychosociale kenmerken), gezond gedrag, fitheid en alertheid van professionals met nachtwerk te bevorderen. Het komende jaar richt TNO zich op herstelactiviteiten tijdens en na het werk en op gepersonaliseerde roosters, met als doel om professionals optimaal te laten presteren, ook in de nacht. ■

Contact: [alwin.vandrongelen@tno.nl](mailto:alwin.vandrongelen@tno.nl), [noortje.wiezer@tno.nl](mailto:noortje.wiezer@tno.nl)


# GENEES- MIDDELEN EN PRESTATIE

## UITDAGING

TNO heeft een gedegen track record op het gebied van onderzoek naar en evaluatie van geneesmiddelen voor mogelijke toepassing binnen het transport- en Defensiedomein. Het gaat hierbij om geregistreerde en niet geregistreerde middelen, en middelen die nog in een bepaalde ontwikkelingsfase zitten. TNO-onderzoek op dit gebied onderscheidt zich met name door de inzet van domeinspecifieke simulatoren en simulatieomgevingen (zoals rijnsimulator, vliegsimulator, draaistoel) alsook taakspecifieke meetinstrumenten (zoals psychomotorische taken, reactietijd taken, vigilantie taken, multitasking) om cognitieve en mentale prestatie in kaart te brengen.

## AANPAK

Afhankelijk van de problematiek wordt een onderzoeksofzet op maat ontwikkeld, gebruikmakend van zowel simulatoren als prestatietesten. Zo worden geneesmiddelen die de rijvaardigheid mogelijk beïnvloeden zowel getest in een moving-base rijnsimulator als op basis van cognitieve testen die gerelateerd zijn aan de rijprestatie. Voor zowel de civiele als de militaire luchtvaart zijn er studies gedaan naar de sederende effecten van antihistaminica en slaapmiddelen



en de positieve effecten van prestatiebevorderende middelen.

Vliegers met hooikoorts kunnen bijvoorbeeld behoefte hebben aan een veilig en effectief werkend antihistaminicum. Dit soort onderzoek vindt daarom plaats in een omgeving waarin de verlaagde cabinedruk, zoals die in een vliegtuig heerst, wordt gesimuleerd. Onderzoek naar een verantwoord gebruik van (kortwerkende) slaapmiddelen en alertheid verhogende middelen vindt vooral voor de Luchtmacht plaats. Vliegers hebben regelmatig last van vermoeidheid omdat zij lang wakker moeten blijven tijdens langdurige (nachtelijke) missies. Het is met name voor vliegerartsen van belang om een effectief én veilig middel voor te kunnen schrijven.

## IMPACT

Naast dat het voor farmaceutische bedrijven van belang is om de werkzaamheid van een geneesmiddel en eventuele bijwerkingen op een betrouwbare en valide manier te meten, kan TNO artsen van bijvoorbeeld Defensie adviseren als het gaat om verantwoord operationeel medicijngebruik. Het gaat dan om onderwerpen als waakzaamheid, vermoeidheid en slaap. ■

Contact: [pierre.valk@tno.nl](mailto:pierre.valk@tno.nl)



# PRESTEREN ONDER EXTREME OMSTANDIGHEDEN: HOE KAN VOEDING DAARBIJ HELPEN?

## UITDAGING

Militairen en first-responders moeten (langdurig) presteren onder extreme omstandigheden. Hun inzet gaat gepaard met intense fysieke uitputting, onvoldoende en ongebalanceerde voedingsinname, slaapttekort en zeer uitdagende cognitieve taken. Al deze factoren hebben een negatieve invloed op de prestaties. Vanuit verschillende invalshoeken wordt nagegaan op welke wijze het presteren kan worden geoptimaliseerd. Bijvoorbeeld met kleding en uitrusting of fysieke en mentale training. Voeding wordt hierin vaak buiten beschouwing gelaten. Terwijl voeding juist een belangrijke bepalende factor is voor fysieke en cognitieve prestatie. Ook voor herstel na het leveren van prestaties in extreme omstandigheden is de juiste voedingsinname cruciaal. TNO gaat daarom na op welke wijze de voedingsinname bijdraagt aan het presteren van bijvoorbeeld militairen en first-responders.

## AANPAK

Binnen Defensie en andere organisaties waarbij werknemers onder extreme omstandigheden moeten presteren is er nog weinig aandacht voor de toegevoegde waarde van een geoptimaliseerd voedingspatroon voor de inzetbaarheid van de werknemers. TNO probeert daarom het belang van aangepaste voeding duidelijk te maken en vervolgens om de kennis die er afgelopen jaren onder andere in de topsport en gezondheidszorg is opgebouwd rondom voeding toe te passen in de operationele setting. Daarnaast speelt TNO ook een rol in het opbouwen van kennis op het gebied van voeding in relatie tot operationele prestatie-optimalisatie.



## IMPACT

Een optimalisatie van de voedingsinname zal leiden tot een betere inzetbaarheid van professionals in het high performance domein. Dit betekent onder andere dat deze professionals hun taken langer kunnen volhouden, sneller herstellen en minder vermoeid zijn. Dit inzicht is van grote waarde voor deze werknemers die onder uitdagende omstandigheden moeten presteren en hun werkgevers. ■

Contact: [milene.catoire@tno.nl](mailto:milene.catoire@tno.nl)



# KLEDING, UITRUSTING EN AGILITY

## UITDAGING

Militair personeel is vaak betrokken bij fysiek uitdagende activiteiten, waarbij de positie en richting van het lichaam onverwachts kan veranderen. De mogelijkheid om snel en nauwkeurig de richting van het lichaam te veranderen, snelheid, balans en de positie te behouden, wordt 'agility' (behendigheid) genoemd. Kennis over de effecten van verschillende kleding en/of uitrustingsconfiguraties op gevechtsprestaties is doorgaans gebaseerd op experimentele designs, waarbij de cognitieve componenten van agility niet in beschouwing worden genomen. Om dit gat in kennis te dichten, onderzoekt TNO de relatie tussen reactieve agility testen (inclusief onverwachte stimuli), verschillende kleding- en uitrustingsconfiguraties en gevechtsprestaties.

## AANPAK

Om de invloed van kleding en uitrusting op de functionele fysieke prestatie van militairen te onderzoeken, ontwikkelt TNO een reactieve *agility run*, bestaande uit verschillende operationeel relevante taken. De eerste indicatieve resultaten lijken aan te tonen dat het includeren van onverwachte stimuli veelbelovend is om de invloed van kleding en uitrusting op gevechtsprestaties beter in te schatten.

## IMPACT

Met de uiteindelijke versie van de TNO *agility run* kunnen de meer operationeel relevante invloeden van kleding en uitrusting op gevechtsprestaties worden onderzocht. De reactieve *agility run* kan met minimale aanpassingen ook worden gebruikt voor andere doelgroepen dan militairen. ■

Contact: [claudy.koerhuis@tno.nl](mailto:claudy.koerhuis@tno.nl)

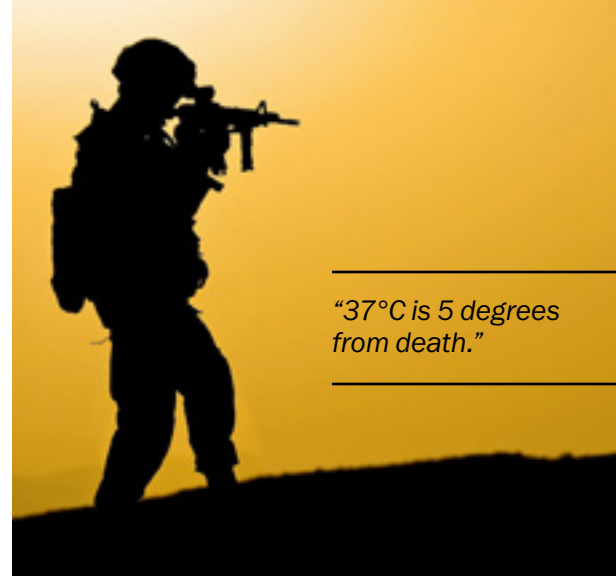
# HITTE OF KOU

## UITDAGING

Fysieke en cognitieve prestaties worden zwaarder in warme of koude omstandigheden, wat leidt tot prestatieverlies. In extreme situaties kan dit zelfs leiden tot uitval en permanent letsel voor individuen.

In warme en vochtige omstandigheden zijn een te hoge kerntemperatuur, dehydratie door zweten, verhoogde hartslag om lichaamswarmte af te voeren en afleiding door discomfort de primaire factoren die het prestatievermogen belemmeren. In de kou zijn het met name sterk afgekoelde extremiteiten, maar ook een lage kerntemperatuur en het daaraan gerelateerde ongecontroleerd rillen die het uitvoeren van taken bemoeilijken.

Operationele taken kunnen langdurige inzet, hoge fysieke inspanning en gespecialiseerde uitrusting vergen. Deze context is vaak weinig flexibel, net als de weersomstandigheden. Om het prestatievermogen te optimaliseren, onderzoekt TNO welke maatregelen getroffen kunnen worden om beter om te gaan met de thermische omstandigheden.



*“37°C is 5 degrees from death.”*

## AANPAK

De combinatie van experimenten en modelsimulaties vormt de kern van de aanpak om risicoschattingen te maken op basis van het weerbericht en daarop concrete adviezen te geven over kleding en uitrusting, werk-rust cycli, drinkregimes en maximale inzetbaarheid.

## IMPACT

Bewustzijn van de mogelijke effecten van hitte en kou en het maken van een realistische inschatting van de arbeidsrisico's leidt tot minder personeelsuitval en het behoud van het prestatievermogen van professionals in uitdagende, operationele omstandigheden. ■

Contact: [boris.kingma@tno.nl](mailto:boris.kingma@tno.nl)

# UPGRADING THE HUMAN MIND

## UITDAGING

Voor Defensie heeft het optimaliseren van de menselijke prestatie continue aandacht. Logisch, want het operationele succes hangt hier sterk mee samen. Nieuwe technologieën gericht op het activeren van 'bovenmenselijk' denkvermogen ontwikkelen zich razendsnel. Denk aan stimulerende middelen waardoor mensen in staat zijn om dagenlang zonder slaap te functioneren of een uitzonderlijk goed geheugen hebben. Met de komst van onder andere nanotechnologie en bioprinting kan de menselijke mind in verregaande vorm worden geüpgraded, ook wel Human Enhancement genoemd. Deze ontwikkelingen hebben verstrekkende gevolgen, ook in het militaire domein. Niet alleen vanuit het perspectief van het versterken van eigen personeel, maar ook vanuit het perspectief van wat een opponent met deze technologieën zal doen.

## AANPAK

TNO exploreert de mogelijkheden en gevolgen van Human Enhancement voor Defensie evidence based. Welke voorspellingen zijn aannemelijk en op welke termijn? Welke kansen en bedreigingen levert dit Defensie op? Wat worden de echte game changers? In het onderzoeken van deze vragen zijn het perspectief van de ethische en juridische kaders eveneens belangrijk.

## IMPACT

De implicaties van Human Enhancement behoren niet tot één of enkele onderzoeksdomeinen, maar vragen om een transdisciplinaire benadering van specialisten in vele vakgebieden. Het overzien van de gehele puzzel vraagt om een integrale benadering die uitdieping en selectie van 'game changers' kan bewerkstelligen. Dergelijk onderzoek kan bijdragen aan het vergroten van de bewustwording over de impact van Human Enhancement technologieën voor het militaire domein en daarbuiten. ■

Contact: [Josephine.sassen@tno.nl](mailto:Josephine.sassen@tno.nl)



# DE ADAPTIEVE MILITAIR

T

M

Adaptiviteit

## UITDAGING

Missies van de krijgsmacht vinden plaats in dynamische en complexe omgevingen, met nieuwe dreigingen en moeilijk te voorspellen conflicten. De operationele effectiviteit wordt bepaald door de adaptiviteit van militairen: zij moeten snel veranderende (operationele) omstandigheden goed kunnen lezen en zich continu en effectief kunnen aanpassen. Defensie wil het adaptieve vermogen van haar personeel vergroten door gerichte selectie en effectieve trainingen. Maar wat is adaptiviteit? En hoe kan dit versterkt worden?



*“It is not the strongest of the species that survives; nor the most intelligent. It is the one that is most adaptable to change.”*

— Charles Darwin

## AANPAK

TNO heeft onderzocht hoe adaptiviteit kan worden gemeten en hoe adaptief gedrag kan worden getraind. Dit heeft de volgende resultaten opgeleverd:

1. Een meetinstrument (D-ADAPT) waarmee bepaald kan worden welke adaptiviteit nodig is voor een specifieke functie, evenals wat het adaptieve vermogen van een persoon is.
2. Een training waarin met behulp van een *serious game* de ‘cognitieve flexibiliteit’ wordt versterkt. Cognitieve flexibiliteit is het vermogen van een individu om te reflecteren en te kunnen schakelen in denken en handelen.
3. Een training op basis van principes uit *ki-ai-kido* waarin concentratie en aandacht worden geoefend: twee belangrijke competenties die bijdragen aan het adaptieve vermogen van het individu. Met deze competenties kan een persoon een situatie beter lezen, zodat een gepaste reactie kan worden ingezet.

## IMPACT

De door TNO ontwikkelde meetinstrumenten en trainingen zijn getoetst bij de majoorscursus en bij medewerkers van het Commando Diensten Centra (CDC). De uitkomsten geven richting aan hoe adaptief gedrag van personeel, en de bijbehorende competenties, versterkt kunnen worden. ■

Contact: [josephine.sassen@tno.nl](mailto:josephine.sassen@tno.nl)

# DE ADAPTIEVE DEFENSIEORGANISATIE

## UITDAGING

Militaire operaties zijn onvoorspelbaar en veranderlijk. Defensie professionals moeten zich snel kunnen aanpassen aan de omstandigheden op strategisch én tactisch niveau om de kans te vergroten het conflict te winnen. Adaptiviteit is dus vereist. Defensie zoekt naar manieren om haar wendbaarheid te vergroten. Maar welke oplossingen zijn er?

## AANPAK

De Defensieorganisatie is adaptief als zij effectief kan bewegen in het intrinsieke spanningsveld tussen robuuste stabiliteit enerzijds en flexibiliteit anderzijds. TNO ziet dit als het continu afstemmen van de krachten van de flexibele ninja en de robuuste samoerai: beide krachten zijn essentieel om adaptief te zijn. Als de ninja en de samoerai elkaar bevechten, gaan er belangrijke kwaliteiten verloren. Te veel flexibiliteit zorgt voor chaos, willekeur en opportunisme. Te veel robuustheid zorgt voor bureaucratie en rigiditeit. De uitdaging is om per situatie de juiste afstemming tussen de twee te vinden.

## IMPACT

Met dit onderzoeksprogramma biedt TNO inzicht in de draaiknoppen en aangrijpingspunten om de adaptiviteit van de Defensieorganisatie te versterken. Het adaptiviteitsgedachtegoed heeft een richtinggevende bijdrage geleverd aan huidige strategische beleidsdocumenten binnen Defensie zoals ASCALON en DOKM. Het onderzoek biedt

*“In my view, adaptability is the most crucial feature of a future-proof Defense force. If you, or your organization, do not adapt to changed circumstances, you will cease to exist.”*

— Ton Middendorp, voormalig Commandant der Strijdkrachten



**Flexibele Ninja:** Snel, beweeglijk en lenig. Improviseert en neemt meer risico omwille van grotere impact.

**Robuuste Samoerai:** Extreem gedisciplineerd en gestructureerd. Sterk, stabiel, voorzichtig en mitigeert risico's.

tevens een kennisbasis voor de wendbaarheidsvraagstukken van de HDBV, FRONT en het CPM. Tot slot wordt met de kennisbasis die Defensie met dit TNO-onderzoek heeft opgebouwd, ondersteuning geboden aan Defensiebrede wendbaarheidspilots. ■

Contact: [josephine.sassen@tno.nl](mailto:josephine.sassen@tno.nl)

# SNEL INZICHT IN COMPETENTIES

## UITDAGING

Functies worden steeds vaker omschreven als een combinatie van competenties waarover mensen moeten beschikken. Hoewel dit duidelijkheid geeft over waar iemand aan zou moeten voldoen, is het vaak lastig om deze competenties meetbaar te maken en inzicht te krijgen in de mate waarin mensen deze competenties al ontwikkeld hebben. TNO is met Defensie en partners uit het veiligheidsdomein de uitdaging aangegaan om specifieke competenties meetbaar te maken.



## AANPAK

TNO heeft hiervoor de web-based vragenlijsttool iSELF (internettool for Self-Evaluation and Learner Feedback) ontwikkeld. De iSELF is een toegankelijk instrument om snel inzicht te krijgen in de relevante competenties voor een functie en om de ontwikkeling op die competenties over de tijd heen te volgen. Daarnaast zijn in samenwerking met deskundigen uit het Defensie- en veiligheidsdomein specifieke competenties gedefinieerd, uit elkaar gerafeld en uitgewerkt in vragenlijsten.

## IMPACT

Pilots laten zien dat zowel medewerkers als organisaties beter inzicht krijgen in wat er nodig is om een taak goed te doen en in welke mate competenties reeds ontwikkeld zijn. Met behulp van de iSELF nemen medewerkers zelf de regie over hun ontwikkeling. Daarnaast zien organisaties waar en hoe medewerkers ondersteund moeten worden voor verdere ontwikkeling, zodat middelen effectief ingezet kunnen worden. ■

Contact: [hester.stubbe@tno.nl](mailto:hester.stubbe@tno.nl)



# RETENTIE VAN COMPETENTIES IN EXTREME CONDITIES

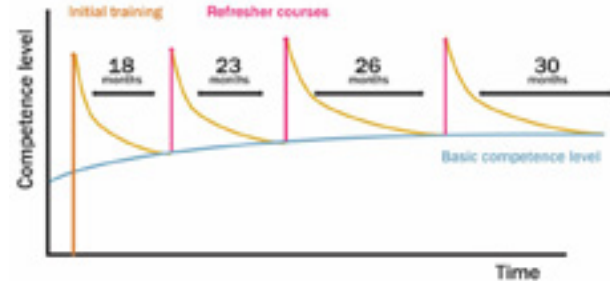
## UITDAGING

Extreme noodsituaties, zoals met een helikopter te water neerstorten, doen zich gelukkig zelden voor. Personeel kan hiervoor getraind worden, waarbij het zaak is dat ze de geleerde competenties behouden. Dit wordt ook wel retentie genoemd: het behoud van een prestatieniveau op lange termijn na een bepaalde periode van geen training.

## AANPAK

Zo moeten militaire vliegers en vliegend personeel, alsook personeel werkzaam in de civiele offshore sector, kunnen anticiperen en adequaat kunnen handelen wanneer er tijdens vliegen boven water een noodsituatie ontstaat. Zij moeten na een crash te water kunnen ontsnappen uit het luchtvaartuig en de noodzakelijke handelingen verrichten om de kans op overleven te maximaliseren. De Helicopter Underwater Egress Training (HUET) is een voorbeeld van een training waar bemanningsleden leren om uit een helikopter te ontsnappen na een ditch in het water. Een helikopter mock-up, met daarin de bemanning die wordt getraind, wordt hierbij te water gelaten in een groot bassin en vervolgens 180 graden gedraaid.

De vraag is hoe frequent en met welk tijdsinterval een dergelijke training dient plaats te vinden om de 'ontsnappingsvaardigheden' (de competenties) op peil te houden.



## IMPACT

TNO onderzoek toont aan dat de refresher trainingen effectief zijn, aangezien de bemanningsleden nog steeds aangeven te verbeteren in competenties. Daarnaast biedt deze studie aanwijzingen om de frequentie van de refresher training voor verschillende functiegroepen (maritieme functies en reguliere vliegfuncties) te heroverwegen. Kennis over retentie van competenties kan worden gebruikt voor effectieve training van vaardigheden onder extreme omstandigheden. ■

Contact: [charelle.bottenheft@tno.nl](mailto:charelle.bottenheft@tno.nl)

# ACTIEPROGRAMMA

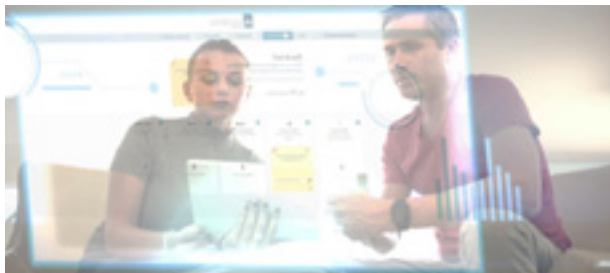
## TAKEN VAN DE TOEKOMST: MATCH JEZELF MET MORGEN

### UITDAGING

Uit analyses van de (duurzame) inzetbaarheid van een groep van 200 werknemers bleek dat mensen best in beweging willen komen voor ontwikkeling, maar dat zij daarbij behoefte hebben aan 'richting'. Een handelingsperspectief. Maar hoe bied je werknemers 'richting'?

### AANPAK

Samen met medewerkers en managers brengt TNO de huidige taken in kaart en stelt vast wat er met die huidige taken zal gaan gebeuren in termen van groei en krimp. Dat levert een overzicht van verdwijnende taken, krimptaken, stabiele taken, groeitaken en nieuwe taken. Die 'Taken van de Toekomst' worden in een digitale applicatie geprogrammeerd.



---

*“Als jouw mensen niet weten waar ze naartoe moeten, gaan ze ook niet lopen.”*

---

Medewerkers geven vervolgens per taak aan of ze de taak hebben (doe ik het?), willen (wil ik het?) en beheersen (kan ik het?). Van taken die men niet beheerst geven de medewerkers aan of ze die willen leren. De applicatie helpt werknemers zien in hoeverre hetgeen zij doen, willen en kunnen daadwerkelijk overeenkomt met wat de organisatie de komende twee jaren van ze verlangt. Medewerkers krijgen een 'call to action', waarmee zij gericht in beweging komen voor de taken van de toekomst.

### IMPACT

De TNO applicatie geeft medewerkers concrete tips voor gerichte stappen in hun ontwikkeling. Tevens biedt de applicatie het management een overzicht van de actuele motivatie en kwalificatiedrempels bij medewerkers. Hierdoor kunnen ze samen gerichter in gesprek komen over de ontwikkeling en de verduurzaming van inzetbaarheid. ■

Contact: [jos.sanders@tno.nl](mailto:jos.sanders@tno.nl)

# HET ADAPTIEVE VERMOGEN VAN LEIDERS

## UITDAGING

In een dynamische, onvoorspelbare wereld is adaptiviteit noodzakelijk. Een adaptieve organisatie is een organisatie die zowel robuust weerstand kan bieden als flexibel kan meebewegen. Deze tweebenigheid (ambidexteriteit) zorgt echter voor spanningsvelden binnen de hele organisatie, maar met name voor leidinggevendenden op alle niveaus. De adaptiviteit van Defensie en andere organisaties wordt bepaald door hoe effectief hun leiders kunnen omgaan met deze spanningsvelden. Maar hoe kunnen zij ogenschijnlijk tegengestelde eisen en doelen (zoals efficiëntie en innovatie, korte en lange termijn, loslaten en beheersen) met elkaar verenigen en toewerken naar een dynamische balans tussen robuust en flexibel? Wat vraagt dit van de individuele leider? En hoe kan dit vermogen worden versterkt?

## AANPAK

Paradoxaal denken (*paradoxical mindset*) blijkt een vereiste om effectief te managen. Deze mindset is het herkennen en waarderen van tegenstellingen en het kunnen

komen tot een integrale benadering (en-en in plaats van of-of strategieën). Dit klinkt simpel, maar het vraagt nogal wat van leiders, omdat het menselijk, zelfs evolutionair ingegeven, is om bij onvoorspelbare, onzekere gebeurtenissen zo snel mogelijk op zoek te gaan naar houvast en een eenzijdige keuze.

Op basis van inzichten uit het bedrijfsleven, de wetenschap en Defensie zelf, is in samenwerking met de Amsterdam Business School (Universiteit van Amsterdam) een meetmethode ontwikkeld om de concepten rondom tweebenigheid meetbaar te maken en te testen in de militaire praktijk.

## IMPACT

Dit onderzoek draagt bij aan de wens van Defensie om meer inzicht te hebben in de draaiknoppen binnen en buiten de eenheid om de adaptiviteit van leiders te stimuleren. De focus in het onderzoek ligt bij het vermogen van leiders om effectief om te gaan met de tegengestelde eisen van robuust en flexibel. TNO en Defensie hebben daarnaast een ongrijpbaar concept als tweebenig leiderschap beter kunnen duiden. Het uiteindelijke meetinstrument kan op meerdere manieren ingezet worden, bijvoorbeeld als reflectie- of assessmenttool voor leiderschap in een adaptieve organisatie. Dit ondersteunt de selectie, opleiding, training en inzet van leiders in een adaptieve organisatie. ■

Contact: [marjoleine.thart@tno.nl](mailto:marjoleine.thart@tno.nl)



# HANDELEN NAAR EER EN GEWETEN

T

M

Integriteit

## UITDAGING

Een militair die patrouille rijdt in Afghanistan ziet dat een vader zijn kind ernstig mishandelt. Hij is zelf vader en zou het liefst willen ingrijpen, maar heeft orders zich niet te bemoeien met de bevolking tenzij het een bedreiging voor de veiligheid betreft. Met dergelijke morele dilemma's worden militairen in hun dagelijkse praktijk geconfronteerd. Een van de grootste uitdagingen hierin is normvervaging: het proces waarin normen en waarden geleidelijk en ongemerkt vervagen waardoor gedrag dat in eerste instantie onacceptabel wordt gevonden uiteindelijk geaccepteerd wordt. Dit is zeker een uitdaging voor jonge, onervaren commandanten (*junior leaders*). Voor hen is het vaak erg lastig om de eerste signalen van normvervaging bij zichzelf en bij hun team te signaleren om tijdig in te grijpen. Het monitoren en versterken van morele competenties kan normvervaging voorkomen.

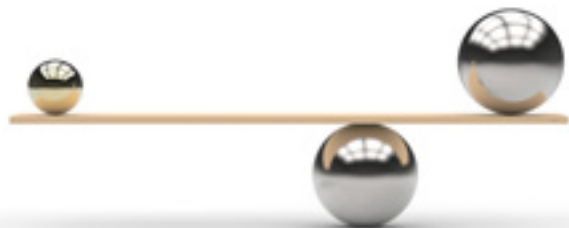
## AANPAK

TNO heeft de mechanismen en invloedsfactoren van normvervaging in kaart gebracht. Ook is de *Moral Competence Questionnaire* (MCQ) ontwikkeld en gevalideerd bij 880 militairen tijdens TaskForce Uruzgan. Met dit meet-instrument kan Defensie tijdens trainingen en uitzendingen een eventuele verschuiving in morele competenties meten en gericht interventies inzetten indien nodig. Dit is belangrijk omdat normvervaging zo vroeg mogelijk moet worden aangepakt. Daarnaast is een advies uitgebracht over hoe de vorming van (jonge) leiders geoptimaliseerd kan worden, en zijn op basis van best practices van militaire ervaringsdeskundigen praktische handreikingen ontwikkeld voor het herkennen en voorkomen van normvervaging in de militaire praktijk. Verder is de Ethische Dilemmagame ontwikkeld. Dit is een web-based game waarin militairen hun morele competenties kunnen ontwikkelen.

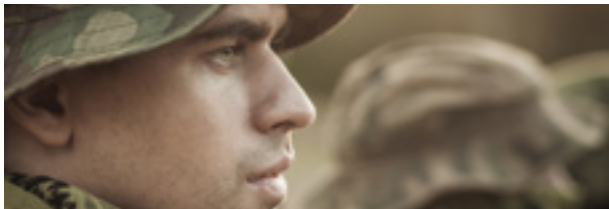
## IMPACT

Met deze inzichten en tools kunnen Defensie en andere organisaties die moreel handelen hoog in het vaandel hebben staan gericht en effectief de morele professionaliteit ontwikkelen en ongewenste processen zo vroeg mogelijk detecteren en voorkomen. ■

Contact: [marjoleine.thart@tno.nl](mailto:marjoleine.thart@tno.nl)



# › BINDEN EN BOEIEN VAN PERSONEEL



## UITDAGING

De slagkracht van Defensie is afhankelijk van goed en juist gekwalificeerd personeel. Verschillende krijgsmachtdelen hebben echter geconstateerd dat personele vulling een uitdaging is, en de verwachting is dat deze uitdaging in de toekomst toeneemt. Een nieuwe generatie is op komst, met mogelijke andere behoeften, kwaliteiten, competenties en achtergronden. Hoe kan Defensie toekomstbestendig blijven door deze nieuwe generatie aan zich te binden en te boeien?

## AANPAK

In het vierjarige onderzoeksprogramma Opleiding en Individuele Training (V1806) (O&I) verdiept TNO zich in deze generatie. De focus ligt op de inrichting van opleiding en training, omdat deze elementen in grote mate bijdragen aan het versterken van de motivatie, het (toekomst) beeld, vertrouwen en de interesse van personeel. TNO inventariseert wat de kenmerken zijn van deze generatie en welke implicaties dit heeft voor de wijze waarop Defensie

deze generatie met O&I kan binden en boeien. Hierin wordt specifiek gekeken naar welk type vaardigheden de toekomstige Defensiemedewerker zal bezitten (*21st century skills* zoals flexibiliteit en leervermogen). De vraagstukken worden beschouwd vanuit verschillende vakgebieden:

- › Neurobiologie en cognitieve psychologie: mogelijke verschillen in onze hersenen, verwerken we informatie bijvoorbeeld anders?
- › Sociologie en ontwikkelingspsychologie: mogelijke verschillen in opvoeding, mindset, verwachtingen van het leven, etc.
- › Onderwijskunde: mogelijke verschillen in manier van lesgeven in primair en secundair onderwijs

Deze vraagstukken worden integraal beschouwd en TNO voert experimenten uit om bepaalde verwachtingen te toetsen.

## IMPACT

In de maatschappij bestaan veel aannames over de aankomende generatie en hoe deze optimaal kan leren. Maar het is onbekend welke van deze aannames terecht zijn en welke niet. TNO scheidt de zin van de onzin en ondersteunt Defensie in het maken van de juiste keuzes voor de inrichting van O&I. Hiermee krijgt Defensie meer handvatten om ook in de toekomst gericht personeel te binden en boeien. ■

Contact: [marjoleine.thart@tno.nl](mailto:marjoleine.thart@tno.nl)

# STOP, REFLECT & SWITCH IN GESPREKKEN ONDER UITDAGENDE OMSTANDIGHEDEN

## UITDAGING

Menselijk gedrag ligt aan de basis van ieder conflict. De oplossing ligt dan ook in het ombuigen van onwenselijk gedrag van vijandelijke actoren in gewenst gedrag. Dit kan op verschillende manieren, zowel kinetisch door bijvoorbeeld het opblazen van een brug, als non-kinetisch zoals het beïnvloeden van de ander tijdens een gesprek. In het vierjarige onderzoeksprogramma *Military Influencing in Integrated Operations* (V1522) onderzoekt TNO de manieren waarop Defensie het gedrag van een vijandelijke actor kan veranderen door middel van psychologische beïnvloedings-tactieken en -technieken.

Om onder uitdagende omstandigheden goede gesprekken te kunnen voeren en de ander te kunnen beïnvloeden, is het essentieel om goed persoonlijke interacties te kunnen 'lezen'. Dat betekent zowel aanvoelen hoe de ander in een gesprek staat, alsook de eigen signalen kunnen interpreteren. TNO heeft samen met Defensie onderzocht hoe deze vaardigheden aangeleerd en gemeten kunnen worden bij militairen.

---

*“Menselijk gedrag ligt aan de basis van ieder conflict.”*

---

## AANPAK

TNO heeft mechanismen onderzocht die van belang zijn voor succesvolle één-op-één interacties in complexe omstandigheden. Het Stop, Reflect & Switch mechanisme is effectief voor bijvoorbeeld beïnvloeding in een inter-culturele context. Hierbij *stopt* de actor om een moment van bezinning in te bouwen, *reflecteert* de actor over de huidige situatie, en *switcht* de actor waar nodig naar een effectievere beïnvloedingstechniek. Het Stop-deel van dit mechanisme is getest in een experiment met cadetten, waarbij zij op basis van non-verbale signalen in een videotaak moesten bepalen op welk moment een Stop nodig was en welke emoties de gesprekspartner ervoer.

## IMPACT

De resultaten van dit onderzoek kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt voor opleiding van cadetten. Bovendien kan de video-taak uit het experiment gebruikt worden om te identificeren in welke mate professionals in staat zijn om non-verbale signalen van verschillende emoties van een tegenstander te herkennen. Daarnaast is er een training ontwikkeld voor het Stop-deel van het mechanisme. ■

Contact: [dianne.vanhemert@tno.nl](mailto:dianne.vanhemert@tno.nl)

# PERSON INSIGHT

## EN HET BEÏNVLOEDEN VAN HET GEDRAG VAN EEN ANDER

### UITDAGING

Gedragsverandering is altijd een onderdeel van missies van Defensie. Soms wordt bepaald gedrag van een opponent afgedwongen, soms werkt overtuiging en soms worden subtielere methodes gebruikt. Maar wanneer is welke techniek het meest effectief? TNO ontwikkelt hulpmiddelen om in veeleisende en complexe omstandigheden passende gedragsbeïnvloedingstechnieken in te zetten.

### AANPAK

In hoeverre mensen in staat zijn het gedrag van een ander effectief te beïnvloeden, blijkt afhankelijk van onder meer het vermogen om de 'staat van zijn' van de ander in te kunnen schatten. Inschattingen die mensen doen over de 'staat van zijn' van de ander, doen mensen met behulp van Person Insight (PI). PI omvat de processen die nodig zijn om de staat van zijn van de ander (en van jezelf) in te schatten, zoals zich in de ander kunnen inleven, empathie te kunnen voelen of te kunnen mentaliseren.

TNO heeft met hulp van Defensie aangetoond dat stress een nadelige invloed heeft op het kunnen inschatten van anderen en dus op het vermogen om het gedrag van de ander

---

*Sometimes you just need to sit together at the table and relax. Part of working is to know when you cannot work together."*

Source: Dutch MOD personnel, interviewed in 2015 about various influence activities during deployment

---

effectief te beïnvloeden. TNO heeft een database ontwikkeld die een overzicht geeft van hoe de eigen of andermans PI te beïnvloeden is.

### IMPACT

Kennis over PI kan gebruikt worden voor het effectief beïnvloeden van een tegenstander. TNO heeft aangetoond dat PI van eigen troepen of tijdens beïnvloedingssituaties waar nodig kan worden geactiveerd om op effectievere wijze gedragsverandering van een opponent teweeg te brengen. De opgedane kennis kan gebruikt worden voor trainingsdoeleinden in opmaat naar een uitzending, maar ook ter voorbereiding van specifieke interacties. ■

Contact: [helma.vandenberg@tno.nl](mailto:helma.vandenberg@tno.nl)

# INFLUENCE: EEN SERIOUS GAME OM HET PLANNEN VAN GEDRAGS- BEÏNVLOEDING TE ERVAREN



## UITDAGING

Menselijk gedrag ligt aan de basis van ieder conflict. Om tijdens militaire missies bepaalde einddoelen te bereiken, moet het gedrag van andere (soms vijandelijke) actoren dus worden beïnvloed. De kunst om het gedrag van anderen effectief te beïnvloeden, vereist specifieke kennis en vaardigheden. De game INFLUENCE van TNO ondersteunt de ontwikkeling van deze kennis.

## AANPAK

INFLUENCE is een *serious game* waarin meerdere actoren (bijvoorbeeld een interventiemacht, lokale overheid, NGO's, stammen) interacteren in elkaar opvolgende beurten. Tijdens het spelen ontwikkelt zich daardoor stap-voor-stap een verhaal waar de spelers zelf onderdeel van zijn. De game is ontwikkeld en getest in samenwerking met militairen met diverse achtergronden. Het spel kan op basis van beperkte informatie worden aangepast aan een scenario en kan op deze wijze worden ingezet in een specifieke oefening of operationele omgeving.

## IMPACT

Militairen noemen de volgende voordelen van de game:

- › Bewustwording van de mogelijkheden om het gedrag van actoren te beïnvloeden.
- › Kennismaking met de inzet en combinatie van nieuwe beïnvloedingsactiviteiten, zowel door zelf andere spelers te beïnvloeden, alsmede door beïnvloed te worden.
- › Het opbouwen van *situational understanding* over een situatie, de andere actoren en hun gedrag.
- › Onder de loep nemen van aannames en het voorkomen van een tunnelvisie.
- › Het analyseren van actoren en hun gedrag en het uitspelen van alternatieve toekomst met als doel het ondersteunen van de conceptuele planningsfase. ■

Contact: [guido.veldhuis@tno.nl](mailto:guido.veldhuis@tno.nl)



# HET VISUALISEREN VAN DATA

## UITDAGING

De afgelopen jaren is er sprake van een ware dataexplosie: er komt steeds meer data beschikbaar waar veiligheidsorganisaties hun voordeel mee kunnen doen. Het blijft echter een grote uitdaging om deze data om te zetten in bruikbare inzichten die leiden tot betere beeld- en besluitvorming. In dit proces speelt het op de juiste manier visualiseren van deze data een essentiële rol. Maar wat maakt een datavisualisatie nu effectief en efficiënt? En wat zijn de effecten van context en eigenschappen van de gebruiker hierop?

## AANPAK

Informatie wordt effectief gepresenteerd door rekening te houden met de wijze waarop mensen informatie verwerken. TNO gebruikt kennis over cognitieve en perceptuele vaardigheden van de mens voor het effectief visualiseren van data. In diverse experimenten worden de factoren in kaart gebracht die leiden tot een efficiënte en effectieve datavisualisatie. Op basis van deze inzichten stelt TNO momenteel een model op dat bijvoorbeeld analisten kunnen gebruiken bij het maken van hoogwaardige datavisualisaties.

## IMPACT

TNO heeft de afgelopen jaren voor diverse doelgroepen in het veiligheidsdomein beproefde datavisualisaties ontwikkeld. Deze visualisaties variëren van interactieve datarapportages tot realtime dashboards waarmee professionals in het veiligheidsdomein snel geïnformeerde beslissingen kunnen nemen. ■

Contact: [ward.venrooij@tno.nl](mailto:ward.venrooij@tno.nl)



# SERIOUS GAMING, OPLEIDING & TRAINING

## UITDAGING

Voor professionals die in uitdagende omgevingen werken is het van groot belang dat zij goed getraind zijn. Het is cruciaal om te leren door te doen, maar praktijkoefeningen zijn vaak te tijdsintensief, te duur of te gevaarlijk. Serious games kunnen uitkomst bieden. Dit zijn spellen met een ander primair doel dan alleen vermaak en die een nagebootste realiteit bieden waarin professionals proefondervindelijk kunnen leren. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van *virtual* en *augmented reality*.

## AANPAK

TNO ontwikkelt, implementeert en toetst *game-based* training, onder andere in het veiligheidsdomein. Zo is in het vierjarige onderzoeksprogramma Serious Gaming nagegaan wat serious games voor Defensie kunnen betekenen op het gebied van: 1) opleiding en training, 2) ondersteuning van besluitvorming en 3) missiepreparatie en rehearsal. Serious games bieden de noodzakelijke omgeving om verschillende oplossingsrichtingen uit kunnen te proberen en de effecten daarvan te ondervinden, wat voor opleiding en training van grote waarde is. Buiten opleiding en training is serious gaming ook waardevol in situaties waarin er ruimte is om meerdere plannen uit te werken, nieuwe situaties te verkennen, *what-ifs* te analyseren en problemen en oplossingen vanuit een ander

perspectief te bezien. Daarnaast heeft TNO verschillende serious games ontwikkeld. Een voorbeeld hiervan is de BrainRun waarin oriëntatievaardigheden, fysiek vermogen en een basis militaire kennis samenkomen in een mobiele serious game die buiten gebruikt wordt.



## IMPACT

TNO draagt bij aan het ontwerp en de implementatie van *game-based* training in verschillende domeinen, onder andere voor politie en Defensie, waarbij gebruik wordt gemaakt van de nieuwste gaming technologieën. Daarnaast voert TNO evaluatiestudies uit naar de effectiviteit van trainingen. Dit maakt dat professionals proefondervindelijk kunnen leren in een veilige omgeving, waardoor ze optimaal presteren onder veeleisende omstandigheden. ■

Contact: [dennis.coetsier@tno.nl](mailto:dennis.coetsier@tno.nl)



# › COLOFON

## **Samenstelling**

Wieke Oldenhof  
Charelle Bottenheft

## **Eindredactie**

Dr. Rosemarie Huver  
T +31 888 66 32 14  
E [rosemarie.huver@tno.nl](mailto:rosemarie.huver@tno.nl)

## **Ontwerp en opmaak**

Grafisch Ontwerp Pi&Q, Zeist

## **Druk**

Zalsman Kampen B.V.

© TNO 2017







**TNO** innovation  
for life



**TNO** innovation  
for life

**TNO.NL**

17-9221 november 2017