

**TNO** innovation  
for life

# HUMAN ENHANCEMENT

## TRUCK PLATOONING

Twee of drie trucks zijn met een 'virtuele trekhaak' aan elkaar verbonden. De voorste vrachtauto wordt bestuurd door een chauffeur, die erachter volgen vanzelf, geven gas, remmen en sturen automatisch zonder ingrijpen van de bestuurder. Platooning bespaart brandstof, vermindert emissies en levert kostenvoordelen op. Daarnaast kan de chauffeur in de tweede of derde vrachtauto op termijn tijdelijk iets anders doen of even rusten.



# › HUMAN ENHANCEMENT



# › INHOUD

Voorwoord **7**

*Adaptive Automotive Automation*

Optimale wisselwerking tussen mens en machine **9**

*Adaptive Maritime Automation*

Support systeem voor extreme omstandigheden offshore **14**

*Stress & veerkracht*

Stress voorkomen door meten en voorspellen **18**

*Cyber*

Digitale brandweer tegen cyberincidenten **22**



# VOORWOORD

In veel sectoren veranderen de eisen die aan ons werk worden gesteld. De technologische ontwikkelingen gaan sneller dan ooit tevoren. Denk aan digitalisering, robotisering, het Internet of Things, big data. Daardoor verdwijnen er banen, komen er ook nieuwe bij en vooral: ze veranderen de inhoud van veel werkzaamheden.

De nieuwe eisen die de technologie stelt moeten zodanig afgestemd zijn op de mens, dat de prestatie van de mens met technologie optimaal is. TNO ontwikkelt nieuwe methoden, modellen en instrumenten voor het realiseren van de gewenste mens-werk-techniek afstemming, met name gericht op adaptieve ondersteuning in veeleisende, complexe en dynamische taakomgevingen.

**Situatiebewustzijn**, oftewel het kunnen overzien van de situatie en daar adequaat op reageren, is hier een sleutelwoord. In het verkeer, zowel op de weg als over het water, spelen taakovergangen een belangrijke rol. Zelfrijdende voertuigen zijn in opkomst, evenals autonoom, dus onbemend, varen. Het gaat nog lang duren voordat dit volledig is gerealiseerd. Tot die tijd moet de chauffeur of operator steeds direct kunnen ingrijpen om de taken van het technische systeem over te nemen. Hier komen expertises over technologie en gedrag samen, een unieke combinatie die TNO biedt. We ontwikkelen state-of-the-art methoden en instrumenten om de mentale en fysieke toestand van de menselijke bestuurder realtime te beoordelen om zo

een naadloze overgang van controle tussen de mens en de automatisering te waarborgen. Zo moeten rijden en varen veiliger, productiever en comfortabeler worden.

**Veerkracht** van werknemers is een tweede sleutelwoord. In het veiligheidsdomein is het van belang om de veerkracht te versterken, zodat militairen, politie- of brandweermensen goed met stressvolle werkomstandigheden kunnen omgaan. Hier ligt het risico op verhoogde stress en potentiële burn-out altijd op de loer. Wij ontwikkelen methoden en instrumenten die gebruik maken van draagbare technologie, om personen langdurig zowel fysiologisch als psychologisch te monitoren. We ontwikkelen ook voorspellende, op de persoon toegesneden, modellen om advies te geven over stressmanagement op zowel individueel als organisatorisch niveau.

**Veiligheid** is het derde sleutelwoord. In het cyberdomein zien we een enorme toename van de hoeveelheid aangevallen computersystemen. Computer Security Incident Response Teams moeten hier adequaat op reageren. De menselijke factor is essentieel voor deze teams: situatiebewustzijn, informatiebeheer, training en ondersteuning zijn cruciaal om deze teams efficiënt en effectief te laten opereren. TNO ontwikkelt hier instrumenten voor. ■

— prof. dr. Mark Neerincx

— prof. dr. Jan Maarten Schraagen





# OPTIMALE WISSELWERKING TUSSEN MENS EN MACHINE

Naast de gevestigde autofabrikanten hebben ook techbedrijven zich op de zelfrijdende auto gestort. Na ABS en cruise control krijgt het voertuig standaard steeds meer geautomatiseerde systemen aan boord. Die moeten het verkeer veiliger en duurzamer maken en bieden op dit moment met name comfort. Veel van de ontwikkelingen zijn vooral gericht op het verbeteren van de techniek, maar daarbij blijven veel complexe problemen op het gebied van menselijk handelen en veiligheid liggen. Hier komt TNO in beeld.

“Honderd procent geautomatiseerd rijden is voorlopig niet aan de orde. Er zal nog decennia lang een wisselwerking zijn tussen de mens en de machine. Daar komen twee expertises van TNO samen, namelijk technologie en gedragswetenschap, een combinatie van kennisgebieden waar we internationaal in voorop lopen”, zegt prof. dr. Marieke Martens van TNO. Ze is expert intelligente transportsystemen en hoogleraar human factors aan de Universiteit Twente.

“Bij TNO richten we ons in dit onderzoeksprogramma op het optimaal afstemmen van de automatische systemen op de mens, in dit geval de bestuurder. Zo is een cruciale vraag, die partijen overal in de wereld bezighoudt, hoeveel seconden de mens nodig heeft om de controle van een zelfrijdend voertuig weer over te nemen op het moment dat het nodig is. Omdat wij weten dat er niet één specifieke reactietijd is die voor iedereen en alle omstandigheden geldt, besloten we dit heel anders aan te pakken. We ontwikkelen methoden en modellen die kunnen voorspellen hoe lang het duurt voor een specifieke bestuurder in specifieke omstandigheden de controle weer over kan nemen. Daarin lopen we mondiaal voorop.” ■

# HOE KUN JE DE **SAMENWERKING** TUSSEN **BESTUURDER EN ZELFRIJDEND VOERTUIG** **OPTIMALISEREN?**



## DRIVER READINESS MODEL

De eerste grote stappen voor het deels automatiseren van de rijtaak worden nu bij vrachtwagens gezet, ook wel truck platooning genoemd. Twee of drie vrachtwagens zijn dan met een 'virtuele trekhaak' aan elkaar verbonden. De voorste vrachtauto wordt bestuurd door een chauffeur, die erachter volgen vanzelf, geven gas, remmen en sturen automatisch zonder ingrijpen van de bestuurder. In 2016 organiseerde Nederland als EU-voorzitter dat zes truck platooning konvoien vanuit verschillende plaatsen in Europa naar de Tweede Maasvlakte reden tussen het normale verkeer. Naast Zweden, Denemarken, Duitsland en België was TNO hierin samen met NXP en DAF actief. Platooning bespaart brandstof, vermindert emissies en levert kostenvoordelen op. Daarnaast kan de chauffeur in de tweede of derde vrachtauto op termijn tijdelijk iets anders doen of even rusten.

Er is de komende jaren nog veel onderzoek nodig naar de rol van de chauffeur in de tweede of derde truck. Zo moet onderzocht worden hoe de controle over de vrachtwagen weer op een verantwoorde wijze terug gegeven kan worden aan de chauffeur als dit nodig is. Dit kan bijvoorbeeld bij een route-keuze, maar ook als het konvoi in een situatie terecht komt waar de verkeersveiligheid in het geding is. Denk aan verslechterende weersomstandigheden of werk aan de weg.


In onze geavanceerde TNO vrachtwagen rijsimulator hebben we daarom uiteenlopende testen gedaan met beroepschauffeurs om het gedrag van de niet-actieve chauffeur te bestuderen en op die manier een inschatting te kunnen maken van individuele reactietijden. We gebruikten sensoren om diens lichaamshouding en de positie van hoofd, ogen, stoel, leuning, handen en voeten permanent te meten, alsmede camera's om gedrag, activiteiten en aandacht in te schatten.

Dat deden we in verschillende scenario's: alerte bestuurders met handen van het stuur, bestuurders die tijdens platoonen op een tablet werkten en bestuurders die even een dutje deden.

Aan de hand van de meetgegevens hebben we de reactiesnelheid van de bestuurder in uiteenlopende rijomstandigheden bepaald, in meer en minder kritische situaties, met grotere en kleinere afstand tot de voorligger. Op basis daarvan hebben we een model ontwikkeld op basis van machine learning technieken waarmee we op elk moment tijdens het rijden kunnen voorspellen hoeveel tijd een chauffeur nodig heeft de controle over het voertuig weer over te nemen.

Dit is de cruciale sleutel naar veilige interactie tussen mens en systeem. Wanneer we weten dat de tijd bij een bestuurder wat langer is, kunnen we systemen al wat eerder acties laten uitvoeren om de veiligheid te borgen, of we kunnen een bestuurder wat eerder waarschuwen.

We zijn ons zogeheten Driver Readiness Model (DRM) steeds verder aan het verfijnen. In de naaste toekomst wordt het mogelijk dit in vrachtwagens in te bouwen en online permanent de reactietijd in te schatten. In een later stadium kan de technologie ook beschikbaar komen voor personenauto's. ■



Het Driver Readiness Model voorspelt continu op basis van persoonlijke factoren hoeveel tijd een specifieke bestuurder tijdens het automatisch rijden in een truck platoon nodig heeft om de controle over het voertuig weer veilig over te nemen

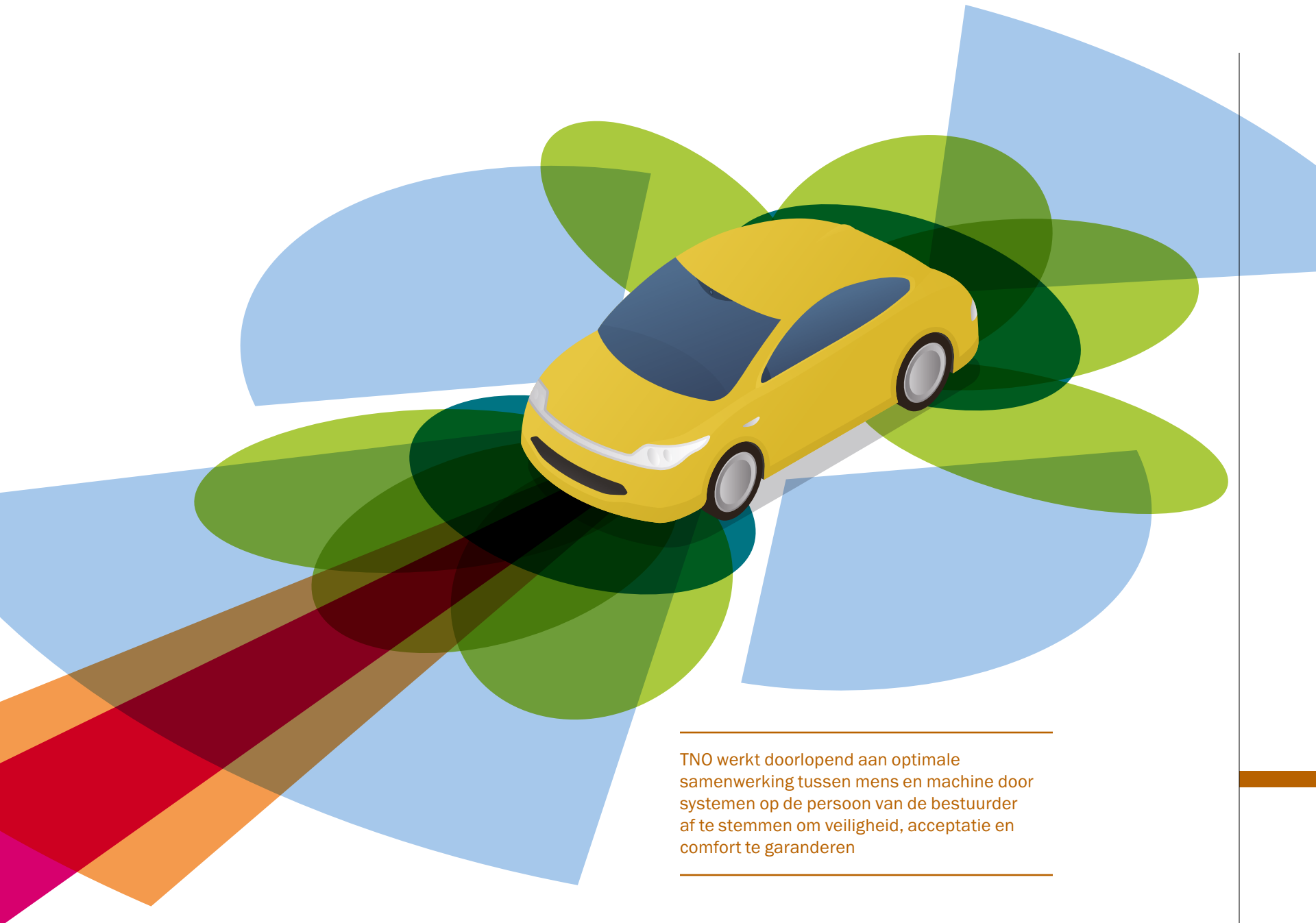
# › ZIJN SYSTEMEN VOOR **ADAPTIVE CRUISE CONTROL** AF TE STEMMEN OP MIJN **PERSOONLIJKE** **RIJSTIJL?**

## PERSONALISED ADAPTIVE CRUISE CONTROL

Op het raakvlak tussen mens en machine ontwikkelen we systemen die de bestuurder van een auto meer persoonlijk ondersteunen en die het rijden veiliger en comfortabeler maken voor alle bestuurders. Cruise control was aanvankelijk een hulpmiddel om de auto met een constante snelheid te laten rijden. Inmiddels is Adaptive Cruise Control (ACC) redelijk gangbaar, waarbij de auto ook de afstand tot de voorligger regelt door bij te remmen of op te trekken. De huidige ACC parameters zoals gewenste snelheid en afstand tot de voorligger zijn wel instelbaar door de bestuurder, maar dit is erg beperkt. In de praktijk blijkt dat automobilisten de instellingen van het systeem vaak eenmaal kiezen en daarna nauwelijks meer aanpassen. Men kiest er in veel gevallen voor zelf bij te remmen, waardoor het systeem direct uitschakelt.

In de filosofie van TNO is verkeer veiliger en comfortabeler te maken door systemen veel meer op de persoon van de bestuurder af te stemmen. Daarom werken we aan personalized adaptive cruise control (PACC). Geen generiek systeem dat hetzelfde werkt voor iedereen, maar een die op iemands persoonlijke rijstijl is toegesneden. We meten vanaf het moment dat iemand de auto start via sensoren hoe hij of zij optrekt, afstand houdt en remt in verschillende omstandigheden. Zo houden we rekening met verkeersdruk, bochten en het gedrag van het overige verkeer.

Het PACC systeem legt alle metingen van de rijstijl vast in de persoonlijke voorkeuren, maar uit onderzoek weten we ook dat je die niet een op een moet kopiëren naar het gedrag van het automatische systeem. Het interessante is dat veel mensen willen dat het systeem zich toch net anders gedraagt. Dankzij door TNO ontwikkelde algoritmes zijn die voorkeuren voor de PACC instellingen per persoon in elke gewenste situatie automatisch te activeren. Zo biedt PACC voor de zelfrijdende auto in de toekomst veel meerwaarde. In feite kan dit algoritme ook gebruikt worden voor het personaliseren van alle soorten systemen die de bestuurder ondersteunen. Een systeem dat rekening houdt met de persoonlijke rijstijl van de bestuurder verhoogt het comfort, bevordert daarmee de acceptatie en voorkomt gevaarlijke situaties waarin een bestuurder wordt verrast door een actie van het systeem die hij niet verwacht. ■



---

TNO werkt doorlopend aan optimale samenwerking tussen mens en machine door systemen op de persoon van de bestuurder af te stemmen om veiligheid, acceptatie en comfort te garanderen

---

## ADAPTIVE **MARITIME** AUTOMATION

SUPPORTSYSTEEM VOOR

# **EXTREME OMSTANDIGHEDEN OFFSHORE**

Waar auto's cruise control aan boord hebben, maken uiteenlopende vaartuigen gebruik van Dynamic Positioning (DP) systemen. Die zijn bijvoorbeeld te vinden op grote, varende boorplatforms. Het DP-systeem houdt het schip op koers of op z'n plek. Maar de huidige systemen zijn niet altijd opgewassen tegen extreme omstandigheden. Dan moet een menselijke operator de controle over het schip overnemen. De wisselwerking tussen systeem en mens is hier heel kritisch.



“Veel van deze systemen houden te weinig rekening met de eindgebruiker, waardoor tijdig en adequaat ingrijpen door de operator in het geding is. Er zijn risico's op foute beslissingen of te laat in actie komen met alle gevolgen van dien. We werken met vooraanstaande Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen aan een adaptieve automatisering oplossing die de operator helpt zich op de juiste momenten bewust te zijn van de situatie en daarop correct te kunnen ingrijpen”, zegt senior onderzoeker dr. Hans van den Broek van TNO, tevens lector aan de Hogeschool Rotterdam.

“Soms moet de mens handelen om automatisering te ondersteunen en in andere gevallen moet de techniek de mens bij de les houden en ondersteunen. Dit principe was uitgangspunt bij het ontwerp van een Intelligent Operator Support System (IOSS), een noviteit voor de offshore industrie. Op zich gaat er zelden iets mis met dynamic positioning, maar de industrie is in feite over-gedimensioneerd en er zijn 24/7 maar liefst vier operators nodig. Dat kan veel slimmer en efficiënter.” ■

# HOE KAN JE OFFSHORE OPERATORS ONDERSTEUNEN OP DE JUISTE MOMENTEN ALERT TE ZIJN?

## INTELLIGENT OPERATOR SUPPORT SYSTEM (IOSS)

Bij veel offshore operaties worden schepen met behulp van dynamic positioning systemen langere tijd op een bepaalde positie gehouden, bijvoorbeeld voor het oppompen van olie. Daarvoor zijn vier operators aan boord die in ploegendienst het systeem in de gaten houden om afdriven van het platform te voorkomen. Het is een belangrijke maar eentonige activiteit die bestaat uit het urenlang geconcentreerd kijken naar gegevens op computerschermen. Uit onderzoek blijkt dat operators vaak snel zijn afgeleid en vooral tijdens de nachtelijke uren niet altijd volledig situationeel bewustzijn hebben. Een beter ontworpen systeem moet het werk interessanter maken en zorgen dat minder operators meer kunnen doen.

De IOSS is gebouwd om de operator te ondersteunen bij zijn taak en maakt gebruik van technieken als machine learning, Internet of Things (IoT) en intelligente interfaces. We passen semantische technologie met smart notifications toe om op een betekenisvolle manier met operators te

communiceren. De interface heeft een herkenbare avatar die zich als een teamgenoot voor de operator gedraagt.

Het idee hierachter is dat niet alleen de mens het systeem moet snappen, maar het systeem ook weet wat de mens doet en registreert of de operator zich bewust is van de omstandigheden en de juiste beslissingen neemt. Het IOSS maakt gebruik van sensoren die waarnemen op welke plek de operator is, volgt diens oogbewegingen achter het scherm en andere lichamelijke functies om zo vast te stellen of deze voldoende alert is om adequaat te kunnen ingrijpen. Ook detecteert het systeem wat er in de omgeving van het schip gebeurt, zoals veranderende weersomstandigheden, golfslag, schepen in de buurt.

Als de omstandigheden gunstig zijn, kan de operator de brug verlaten en ander werk doen of rusten. Mocht er een storm dreigen dan krijgt hij of zij via de smartwatch een signaal met het advies over zoveel tijd weer op de werkplek te zijn. Het systeem helpt de operator bij opbouwen van *just-in-time situational awareness*, het tijdig bewust zijn van de feitelijke omstandigheden. Kunstmatige intelligentie (AI)

zorgt dat het systeem niet alleen waarschuwt, maar ook uitlegt wat er mis is of dreigt te gaan en welke maatregelen de operator het beste kan nemen. Zo krijgt hij precies de informatie die in die context nodig is om de juiste handelingen te verrichten. Het systeem heeft via sensoren namelijk vastgesteld hoe alert de operator op dat moment is en weet welke mate van ondersteuning deze in die situatie nodig heeft.

## SAMENWERKING

Het IOSS is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met de bedrijven RH Marine en Bluewater. Ook STC-Group, de onderwijs- en kennisinstelling voor scheepvaart, transport en havenindustrie leverde hieraan bijdragen. Inmiddels is het systeem uitgebreid getest in gesimuleerde omgevingen. TNO heeft bij het ontwerp gebruik kunnen maken van een DP systeem van RH Marine. De expertise van beide kanten vulden elkaar prachtig aan. ▶



---

“Een intuïtief systeem voor interactie tussen mens en machine dat leidt tot correcte besluiten van de operator is cruciaal in de DP-industrie. Dit project met TNO, Bluewater en STG is een eerste belangrijke stap in die richting. Het IOSS vergroot de veiligheid en voorkomt het afdrijven van platforms.”

— Ehab el Amam, consultant RH Marine

---



## MENS-MACHINE INTERACTIE

Ongevallen met DP systemen zoals het uit positie raken van platforms kan leiden tot het breken van leidingen met milieuvervuiling tot gevolg en kostbaar productieverlies. Vrijwel alle incidenten zijn veroorzaakt door verminderd situationeel bewustzijn. Human factors studies wijzen uit dat dit vaak te wijten is aan een verkeerd ontwerp van de samenwerking tussen mens en machine. De oplossing is in onze optiek dan ook niet meer, maar andere automatisering. Het ontbreken van situationeel bewustzijn treedt op als mensen gedwongen worden processen te bewaken in plaats van deze actief uit te voeren. Hierdoor raken zij 'out of the loop' en kunnen ze bij plotselinge storingen niet meer adequaat ingrijpen.

Met automatisering beogen ontwerpers meer efficiëntie en betere prestaties. In hooggeautomatiseerde omgevingen verschuift de rol van de mens van 'uitvoerder' (stuurman) via 'operator' naar 'supervisor'. Voor de supervisor blijven slechts een soort 'resttaken' over. Die zijn vaak tijdkritisch waarbij de automatisering niet goed anticipeert op een situatie waarin de mens onverwacht moet ingrijpen.

### VOLLEDIG GEAUTOMATISEERD VAREN EN RIJDEN

Machines en algoritmes nemen steeds meer werk van de mens over, zelfs taken waarvan we het tot voor kort niet voor mogelijk hielden dat ze volledig geautomatiseerd zijn uit te voeren, zoals het besturen van een auto of het varen van een schip. Maar voor het zover is, zal er sprake zijn van een gezamenlijke besturing door mens en automatisering. Zo zal er aanvankelijk met gereduceerde bemanning worden gevaren, gevolgd door een fase zonder bemanning, maar in beide gevallen op afstand geassisteerd en gecontroleerd door een operator. ■

De oplossing is in onze optiek dan ook niet meer, maar andere automatisering





'VEERKRACHTIGER  
OMGAAN  
MET STRESS

# STRESS & VEERKRACHT

Werkstress is een probleem dat hoog op de agenda staat van de overheid, werkgevers en werknemers. De cijfers liegen er niet om: 2,7 miljoen mensen werken onder hoge druk, een derde van het arbeidsverzuim is het gevolg van werkstress en bijna een miljoen werknemers heeft last van burn-out klachten. TNO ontwikkelt methodes en instrumenten om werknemers veerkrachtiger met stress en belasting om te laten gaan.

“We doen al heel lang onderzoek naar dit fenomeen. Nieuw is dat we nu gebruik kunnen maken van ‘wearables’ zoals smartwatches en fitness trackers waarmee we fysiologische aspecten als hartslag en beweging bij mensen kunnen meten. Hierdoor kunnen we objectieve, fysieke gegevens combineren met subjectieve gegevens over bijvoorbeeld stress, prestatie en motivatie. Door deze gegevens in modellen samen te brengen, kunnen we applicaties ontwikkelen die detecteren of medewerkers veerkrachtig met belasting omgaan, of juist het risico lopen op de langere termijn uit te vallen door stress-gerelateerde klachten”, vertelt senior onderzoeker dr. Wim Kamphuis van TNO.

“Voor ons onderzoek hebben we een wearable resilience applicatie ontwikkeld waarin werknemers op een eenvoudige manier zelf gegevens verzamelen over allerlei factoren die met stress te maken hebben, zowel fysiologisch als psychosociaal. Ze krijgen deze gegevens visueel teruggekoppeld, zodat ze inzicht hebben welke lichamelijke en psychische omstandigheden voor hen van invloed zijn op stress. Op basis van een onderliggend voorspellend model kan het systeem ook detecteren of er een risico bestaat op de ontwikkeling van stress-gerelateerde klachten. Stress is een belangrijke oorzaak van ziekteverzuim. Door dit vroegtijdig te herkennen, kunnen we de werknemer gericht en persoonlijk advies geven over hoe hij of zij hiermee het beste om kan gaan. Voor de werkgever betekent dit op langere termijn betere inzetbaarheid van de medewerker.” ■

---

“De Nationale Politie verlegt de aandacht voor verzuim naar integraal sturen op inzetbaarheid. Het is daarbij een must dat medewerkers zelf kunnen achterhalen welke factoren hun veerkracht beïnvloeden.”  
— Jan de Jong, Landelijk Team Veilig & Gezond Werken, Nationale Politie

---

# HOE KUNNEN WE MET DRAAGBARE TECHNOLOGIE WERKNEMERS VEERKRACHTIGER MAKEN IN OMGANG MET STRESS?

## KENNISVRAAG

Stress op het werk heeft grote gevolgen voor medewerkers en organisaties. Psychische en fysieke belasting op de werkvloer vormen een bedreiging voor motivatie, prestatie en gezondheid van werknemers. Omgekeerd kunnen veerkrachtige medewerkers beter omgaan met die belasting en de gevolgen daarvan. Investeren in de veerkracht van mensen, oftewel het vermogen om met stress en belasting om te gaan, draagt bij aan het welzijn van medewerkers en de prestaties van de organisatie.

Politiewerk stelt hoge eisen aan de veerkracht van de medewerkers. Op straat kunnen ze van het ene op het andere moment worden geconfronteerd met fysiek geweld of blootgesteld aan menselijk leed. Binnen de organisatie spelen zaken als bureaucratie en reorganisaties. Stress-gerelateerde klachten vormen daarmee een groot risico voor politiemedewerkers. Vandaar dat we met de politie samenwerken om nieuwe technologieën te ontwikkelen die stress voorkomen en tegengaan. De kennis die we hierin opdoen is ook bruikbaar voor andere beroepen met grote risico's op stress.

Bij de eenheid Oost-Brabant, team Maas en Leijgraaf, hebben we tientallen operationele medewerkers gedurende een aantal weken gevolgd. Ze gebruikten daarbij het prototype van de wearable resilience applicatie die we hebben ontwikkeld. Ze droegen tijdens hun dienst en het slapen thuis een smartwatch om hartslag, slaappatroon en bewegingen te meten. Na elke dienst vulden ze een korte vragenlijst in via de smartphone. De gecombineerde resultaten kregen ze direct op hun smartphone teruggekoppeld via een dashboard waar ze ook informatie over stressverschijnselen konden raadplegen en eigen ervaringen invullen. Hierdoor kregen de medewerkers zicht op welke zaken belastend voor hen zijn en welke gevolgen dat heeft voor hun slaap, functioneren en welbevinden. Ook kregen ze een waarschuwing als er een risico ontstond op de ontwikkeling van stress-gerelateerde klachten en burn-out. Via het dashboard ontvingen ze persoonlijke adviezen om beter met stress en belasting te kunnen omgaan. ▶

Voor de politie is het werken aan de veerkracht van medewerkers essentieel



Op het niveau van de organisatie kunnen leidinggevend en HR-professionals met de verzamelde gegevens inzicht krijgen in welke zaken belastend zijn voor de medewerkers en bij welke onderdelen of soorten werk meer of minder stress voorkomt. Zo kan de organisatie maatregelen nemen om de veerkracht van de medewerkers optimaal te ondersteunen. In het dashboard dat we hiervoor ontwikkelen worden naast belastende factoren ook hulpbronnen weergegeven die medewerkers kunnen gebruiken, evenals indicatoren van welzijn, prestatie en motivatie.

## TOPSPORTERS

Het door ons ontwikkelde systeem met wearables en dashboard is bij uitstek ook geschikt voor topsporters. Hier is lichte stress in de vorm van spanning vóór een wedstrijd een stimulans om te presteren, maar staan zwaardere vormen prestaties juist in de weg. Dan verlies je de finale of wordt het zilver in plaats van goud. Het was de reden voor het Koninklijk Nederlands Korfbalverbond (KNKV) de spelers van het nationale team en van Jong Oranje een aantal maanden uit te rusten met het slimme polsbandje en de smartphone resilience applicatie. Ook bondscoach Wim Scholtmeijer deed mee.

## RESILIENCE-APPLICATIE

- 1 Wearable meet continu hartslag, bewegingen en slaap
- 2 App stelt dagelijks enkele vragen over prestatie, motivatie, welzijn
- 3 Dashboard koppelt persoonlijk advies terug om beter met stress en belasting te kunnen omgaan

Doel van de exercitie was per speler vast te stellen aan welke vormen van stress deze lijdt en hoe daar mee om te gaan. Dat resulteerde vervolgens in persoonlijke adviezen hoe nog meer uit jezelf is te halen, meer of juist minder trainen, vaker rusten, of meer met anderen praten. En hoewel de adviezen niet altijd verrassend waren, vonden de internationals ze wel waardevol en effectief. Uiteindelijk moeten de metingen betere individuele prestaties opleveren en daarmee van het team als geheel.


## MODELLEN VERFIJNEN

Door de vele metingen van fysiologische en psychosociale factoren bij verschillende groepen werknemers heeft TNO veel waardevolle data verzameld. Deze meetgegevens dienen als basis om de modellen verder te verfijnen en ook op langere termijn te kunnen voorspellen wanneer een werknemer door blootstelling aan stress in de gevarenzone komt en kans loopt op een burn-out. De modellen die TNO voor de politie en de korfbal heeft ontwikkeld, zijn met de nodige aanpassingen toepasbaar in elk domein. ■



*Eén van de agenten die aan de proef deelnam: "Ik merkte dat slaap bij mij veel doet. Als ik gestresst ben eet ik veel, en slaap ik slechter. Ik ben gestopt met snoepen en heb gemerkt dat ik beter sliep. Dat wordt zichtbaar."*

Partners/klanten:  
Nationale Politie, NOC/NSF,  
Koninklijk Nederlands Korfbalverbond (KNKV)



---

Cyberincidenten zijn tijdgevoelig, complex, raken meerdere partijen, hebben grote financiële consequenties en vragen om specialistische kennis om opgelost te worden

---

---

“Hoe schat een individuele medewerker op een juiste manier de relevantie in van een incident? Kan hij of zij hierbij worden ondersteund?”  
— *Thales*

---

# DIGITALE BRANDWEER TEGEN CYBERINCIDENTEN



Bedrijven en organisaties die te maken krijgen met cyberaanvallen roepen noodgedwongen de hulp in van gespecialiseerde Computer Security Incident Response Teams (CSIRT). Sommige ondernemingen beschikken over eigen teams, andere huren de diensten in van een commerciële CSIRT. Hoe effectief presteren deze teams eigenlijk? En hoe kan het beter? Daarover geeft de literatuur geen duidelijkheid. TNO doet onderzoek en ontwikkelt instrumenten.

“We waren zelf ook verbaasd dat hier slechts beperkt onderzoek naar is gedaan. We hebben gesprekken gevoerd met leden van verschillende teams en beveiligingsbedrijven. Daaruit bleek dat er wel degelijk behoefte is aan inzicht in hun functioneren en willen ze weten hoe ze hun prestaties kunnen verbeteren. Het is een vraag die goed aansluit op onze andere onderzoeksactiviteiten naar cybersecurity aan de ene kant en de interactie tussen mens en technologie aan de andere kant. In dit geval: hoe functioneren teams bij technische incidenten”, aldus dr. Rick van der Kleij en dr. Heather Young, senior onderzoekers bij TNO.

“Juist omdat deze teams alleen bij ernstige incidenten in actie komen, is het van belang te weten of hun respons steeds efficiënt en effectief is, of niet. Ze gaan aan het werk als er paniek in de tent is en moeten snel doch beheerst optreden. Hoe werken de individuele teamleden samen? Beschikken ze allemaal over hetzelfde beeld van de situatie? Kunnen ze elkaar effectiever ondersteunen? Wat kan er organisatorisch, procedureel, technisch en menselijk beter? Dat zijn de vragen waar we mee aan de slag zijn gegaan.” ■

---

“Het zou fantastisch zijn als we tools krijgen die ons helpen in het verkrijgen van inzicht in wie wat doet. Op dit moment zijn die hulpmiddelen er nog niet.”  
— Fox-IT (FIR)

---

# HOE KUN JE TIJDENS EEN **CYBERINCIDENT** ZORGEN VOOR BETER **INFORMATIEMANAGEMENT** EN **OMGEVINGSBEWUSTZIJN** ZODAT CSIRT BETER GAAT PRESTEREN?

## ONDERLINGE COMMUNICATIE VERBETEREN

Uit de gehouden gesprekken en een eerste eigen onderzoek blijkt vooral het onderling uitwisselen van informatie binnen het team minder efficiënt te verlopen dan gewenst. Men weet niet goed van elkaar wie waarmee bezig is en wat de status van het incident op dat moment is. TNO onderzoekt nu op welke manier het situationeel bewustzijn van de teamleden is te verbeteren en de onderlinge communicatie te bevorderen. Daarvoor zijn verschillende hulpmiddelen te bedenken, zoals slimme visualisaties.

Een extra complicatie is dat de samenstelling van de teams sterk afhankelijk is van de vermeende ernst van het incident. In sommige gevallen gaat één specialist aan de slag maar blijkt al snel dat opschaling noodzakelijk is. Met het versterken van het team met meer personen nemen ook de complexiteit van de organisatie en de informatievoorziening toe. Behalve de grootte van het team kan ook de locatie verschillen: bij het getroffen bedrijf, op afstand de systemen bewerken of een combinatie van beide. Interne IT-specialisten moeten ineens met voor hen onbekende externe deskundigen aan de slag.

In het ene geval is snel duidelijk wat de omvang van de aanval is en welke onderdelen van het systeem zijn gehackt of besmet; in andere situaties kunnen daar vele uren of zelfs dagen overheen gaan.

## INZICHT IN TECHNISCHE EN MENSELIJKE PROCESSEN

Aan technische middelen, zowel hard- als software, om cyberaanvallen tegen te gaan ontbreekt het doorgaans niet. Wel aan inzicht hoe het team en de individuele leden beter zijn te ondersteunen in organisatorische en communicatieve zin. Anders gezegd: naast een goed technisch inzicht in de aard en omvang van het cyberincident is inzicht nodig in de menselijke processen. Iedereen voert achter een scherm zijn of haar activiteiten uit, maar teamgenoten weten amper van elkaar waar ze mee bezig zijn. In dit project ontwikkelt TNO daarom innovatieve procedures en tools waarin de menselijke kant van de respons centraal staat als aanvulling op de bestaande technische procesbeschrijvingen. Die moeten de teamleden houvast bieden voor hun nieuwe werkwijze.

Het aanwezig zijn van goede procedures en tools alleen is niet voldoende om een effectief optreden van een CSIRT te garanderen. Teamleden moeten ermee willen werken om ze echt succesvol te laten zijn. Dat betekent ervoor zorgen dat de manier van denken van de teamleden verandert om open te staan voor nieuwe werkwijzen.

## GROTE EFFICIENCYSLAG MOGELIJK

TNO is ervan overtuigd dat er een grote efficiencyslag mogelijk is, waardoor incidenten sneller en beter zijn op te lossen. Dit spaart niet alleen tijd, maar levert ook financiële winst op in termen van minder verloren werktijd en schade. Een snelle afhandeling van een incident resulteert ook in een verlaagd risico op dataverlies of lekkage. Kennis en inzicht zijn nodig van de cultuur van de teams, de organisatie, de procedures, de taken, en het gedrag. We onderzoeken innovatieve manieren van werken en welke tools de teams nodig hebben om beter te functioneren. ►



Hierbij gaat het om de sleutelwoorden:

- **OBSERVABILITY:** teamleden hebben elk zicht op wat er gebeurt
- **DIRECTABILITY:** het team moet efficiënt worden aangestuurd
- **PREDICTABILITY:** steeds kunnen voorspellen wat er moet gebeuren.

Een van de hulpmiddelen die TNO denkt in te zetten is een slimme tool, zoals Amazon (Echo) en Google (Home) die op de markt brengen. Ze fungeren als zoekmachine waar je vragen aan kunt stellen of voeren gesproken commando's uit. In dit geval zet TNO ze in als een 'reporter' die met teamleden in gesprek gaat om erachter te komen met wat voor soort incident het team te maken heeft, wat ieders werklast is en hoe taken efficiënter zijn uit te voeren. Elk teamlid krijgt een exemplaar. TNO-experts zijn nu bezig verder invulling te geven aan deze reporter. Het apparaat detecteert bijvoorbeeld hoe druk wie met wat bezig is en kan voorstellen taken anders te verdelen. ■



---

Tools die het team ondersteunen zijn bijvoorbeeld het organiseren van grote hoeveelheden data om snel patronen te herkennen of het gelijktijdig communiceren met andere teamleden over een multi-dimensionele situatie

---

## › COLOFON

### **TNO, locatie Soesterberg**

- Adaptive Automotive Automation: dr. D.M. Hoedemaeker
- Adaptive Maritime Automation: dr. J. van den Broek
- Stress & Veerkracht: dr. W. Kamphuis
- Cyber: dr. H.J. Young

### **Tekst**

Ruud van der Ros

### **Eindredactie**

Prof. dr. J.M.C. Schraagen  
M. Roelofs, MSc.

### **Ontwerp en opmaak**

Grafisch Ontwerp Pi&Q, Zeist

### **Druk**

MediaCenter, Rotterdam



› TNO is een onafhankelijke innovatieorganisatie. We verbinden mensen en kennis om innovaties te creëren die de concurrentiekracht van bedrijven en het welzijn van de samenleving duurzaam versterkt.

TNO focust haar inspanningen op zeven thema's: Gezond Leven, Industriële Innovatie, Energie, Mobiliteit, Gebouwde Omgeving, Informatiemaatschappij en Integrale Veiligheid.



**TNO** innovation  
for life

› **TNO.NL**