

Het belang van 'Human Factors' & Veiligheid voor de defensieorganisatie (I)

P.C. Boer, R. Richardson, E.H. Kramer*

Inleiding

Human factors, letterlijk: menselijke factoren, is in feite een niet goed te vertalen aanduiding die ook in Nederland onvertaald wordt gebruikt door onder meer wetenschappers, veiligheidsexperts, ongevalonderzoekers en ARBO-deskundigen. Human factors betreft een conglomeraat van factoren die in hun onderlinge samenhang kunnen leiden tot een incident, een ongeval of zelfs een ramp. Het begrip omvat zowel directe oorzaken, factoren en omstandigheden die er toe hebben bijgedragen, als in het verleden liggende aanleidingen.

Human factors is ook een vakgebied geworden waarin de kennis en kunde over het ontstaan, onderzoeken en voorkómen van incidenten en ongevallen is samengebracht. In de afgelopen ruim 25 jaar is een apart vak-

gebied Human Factors (HF) ontstaan dat zich bevindt op het grensvlak van techniek, organisatiekunde en gedragswetenschappen, en dat onderzoek doet, eigen experts opleidt en kennis verspreidt via publicaties en cursussen, trainingen en opleidingen. Men treft daarbij benaderingen aan afkomstig uit diverse wetenschapsgebieden, zoals de ergonomie, de psychologische functieleer, de sociale psychologie, de gezondheidspsychologie, de organisatiekunde en de sociotechnische organisatieontwerpleer.

Bij Defensie vindt men een en ander terug in bijvoorbeeld de Minor Human Factors & Veiligheid die in het kader van de Bacheloropleiding Bedrijfs- en Bestuurswetenschappen wordt verzorgd door de Nederlandse Defensie Academie (NLDA) te Breda. HF staat thans voor een geheel eigen manier van denken over veiligheidskwesties. Het vakgebied heeft de afgelopen jaren, vooral op het terrein van wetenschappelijk onderzoek, belangrijke ontwikkelingen doorgemaakt, die naar onze mening ook voor Defensie van groot belang zijn.

Complexe technologieën

De defensieorganisatie is actief in *high risk* contexten. Veiligheid van personeel en middelen is daarom een cruciaal onderwerp. Daarnaast werkt de defensieorganisatie in toenemen-

de mate met zeer gecompliceerde technologieën. In het verleden waren vooral operators in de luchtvaart actief met complexe technologische systemen en werden zij met het oog hierop streng geselecteerd en intensief getraind.

Complexe technologieën echter, verspreiden zich – zeker op het gebied van de informatietechnologie – tegenwoordig in brede lagen van de defensieorganisatie. De manier waarop de technologische systemen op een beheersbare wijze kunnen worden toegepast, is daarom een zeer belangrijk onderwerp.

Ten slotte opereert de expeditionaire defensieorganisatie tegenwoordig, in uiteenlopende samenstelling, in samenwerking met (zeer) verschillende organisaties. Coördinatie en afstemming binnen de gecreëerde netwerken is een uiterst moeilijk vraagstuk, dat veiligheidsrisico's met zich meebrengt en van de defensieorganisatie dus een geavanceerd organisatievermogen vraagt.

Risicomanagement

De Nederlandse krijgsmacht opereert, kortom, op een steeds hoger niveau van het geweldsspectrum, met geavanceerd materieel en in moderne organisatievormen zoals (al dan niet internationale) netwerken, en moet hierdoor steeds meer aan risico-

* Dr. Boer is als universitair hoofddocent en dr. Richardson en dr. Kramer zijn beiden als universitair docent verbonden aan de NLDA te Breda. Zij zijn betrokken bij het onderwijs en het onderzoek op het vlak van 'Human Factors & Veiligheid', zoals dat plaatsvindt in het kader van de binnen de Bacheloropleiding Bedrijfs- en Bestuurskunde verzorgde Minor 'Human Factors & Veiligheid'. De dank van de auteurs gaat uit naar drs. R.J.J. van Houtert voor zijn commentaren op de oorspronkelijke tekst van dit artikel.

management doen. Het vakgebied Human Factors reikt inzichten op veiligheidsgebied en instrumenten voor risicomangement aan en is daarmee voor de krijgsmacht zeer relevant. Veelzeggend is in dit verband dat de hiervoor genoemde Minor-opleiding van de NLDA is ontwikkeld op verzoek van een der krijgsmachtdelen: de Koninklijke Luchtmacht.

Verschillende stromingen

Opzet van dit in twee aparte delen geschreven artikel is om inzicht te geven in de stand van zaken op de diverse deelgebieden van het Human factors onderzoek. Er is hierbij gekozen voor een opzet uitgaande van de verschillende benaderingen, men spreekt ook wel van stromingen, die men binnen het vakgebied aantreft.

We zullen zien dat ondanks de aanzienlijke verschillen in de theoretische en methodologische uitgangspunten, de verschillende benaderingen belangrijke uitgangspunten delen.

Op het vakgebied heeft voorts een nieuw centraal begrip zijn intrede gedaan: *Situational Awareness* (SA). SA ziet men tegenwoordig ook wel als een aparte HF-benadering, met als centrale doelstelling het optimaliseren van de SA van operators. Het begrip SA is echter vooral van nut om de benaderingen vanuit de verschillende wetenschapsgebieden te combineren en te integreren.

Het verband tussen Human factors en menselijk falen

Verreweg het grootste deel van de ongevallen wordt toegeschreven aan *human error* ofwel menselijk falen, zo blijkt uit onderzoek. Over de percentages ongevallen lopen de meningen enigszins uiteen (ongeveer tussen de 60 en 80 procent; Perrow, 1999), maar toch wordt dit vrijwel algemeen als feit geaccepteerd. Wat er echter met dit feit gedaan moet worden, is tamelijk omstreden. Eigenlijk kan men hieruit sterk uiteenlopende conclusies trekken.

De traditionele reactie is de mens op



Controle aan de poort van Camp Smitty; As Samawah, 2004. De mens is uit sommige processen niet weg te saneren (Foto AVDD, G. van Es; collectie NIMH)

te vatten als de zwakke schakel in het technische systeem. Waar een computer eindeloze reeksen van gecompliceerde gegevens foutloos kan verwerken, is de mens – hoe gemotiveerd, hoe begaafd en hoe goed getraind dan ook – hier simpelweg niet toe in staat. De zogenaamde ‘klassieke ingenieursbenadering’ heeft hieraan de conclusie verbonden dat de mens zoveel mogelijk uit de cruciale onder-

delen van het proces verwijderd zou moeten worden.

Tegenover deze traditionele benadering staat een opvatting die tracht de mens niet te marginaliseren, maar juist probeert de mens (operator) optimaal te laten functioneren. Behalve dat deze laatste opvatting erkent dat het toeschrijven van ongelukken vaak een (politiek) beladen proces is, profi-

teert ze van het inzicht dat veel achterliggende factoren het functioneren van operators beïnvloeden.

Achter een *error* van een operator kan een wereld van factoren schuilgaan die het ontstaan van deze *error* bevorderde, met inbegrip van een ontwerpfout van ingenieurs. Deze laatste opvatting betreft het Human factors denken dat, zoals vermeld, verschillende benaderingen of stromingen omvat.

In het hierna volgende en in het tweede deel van dit artikel zullen achterenvolgens aan de orde komen:

- Het begrip Situational Awareness.
- De ingenieursbenadering.
- De *human error* benadering.
- De werkbelasting en werkstress benadering.
- De procesbenadering.
- De structuurbenadering.

Een nieuw, centraal begrip: Situational Awareness

Zoals gezegd, de benaderingen of stromingen in het Human factors denken verschillen onderling sterk in hun theoretische en methodologische uitgangspunten. Het belangrijkste uitgangspunt dat ze delen is dat organisaties en technische systemen niet ontworpen moeten worden om de rol van de mens te marginaliseren, maar juist zodanig van opzet moeten zijn dat zij de mens optimaal laten functioneren.

De verschillende benaderingen delen vervolgens het uitgangspunt dat de opbouw en instandhouding van Situational Awareness het belangrijkste doel moet zijn bij het ontwerp van (technologische en organisatorische) systemen. Overigens met het voorbehoud dat niet alle benaderingen ook dit concrete begrip gebruiken; in het tweede deel van dit artikel zal blijken

dat de procesbenadering het begrip '*mindfulness*' en de structuurbenadering het begrip 'regelcapaciteit' hanteert. In grote lijnen zijn de drie begrippen echter vergelijkbaar.

Definitie

In deze paragraaf beginnen we met een beschrijving van het centrale, uit de (functieleer) psychologie afkomstige begrip Situational Awareness, zoals dat binnen het vakgebied wordt gehanteerd. Wanneer we het hebben over ongevallen en incidenten of over het voorkómen daarvan, dan hebben we het over beslissen en meer in het bijzonder over het niet-beslissen terwijl het nemen van een beslissing aan de orde was, of over de fouten en vergissingen die bij het nemen van beslissingen worden gemaakt.

Aan de basis van beslissen, ligt de menselijke informatieverwerking, een zeer complex proces dat als resultaat SA oplevert. De output van het informatieverwerkingsproces vormt als het ware de input voor het beslissingsproces.

Hebben we het over 'veilig opereren', 'veilig beslissen', 'incidenten' en 'ongevallen', dan staat SA centraal en wel SA van de operator of operators. Situational Awareness kan worden gedefinieerd als: het continu bijwerken van geïntegreerde mentale representaties van een situatie, gebaseerd op een steeds terugkerende taxatie van die situatie.

Dynamisch proces

Dit betekent dat SA wordt gezien als een dynamisch proces, waarbij continu moet worden gereageerd op het verschil tussen de actuele en de beoogde (of geplande) situatie (Sarter en Woods, 1991; Orasanu, 1994). Het begrip SA blijft ondanks deze omschrijving lastig te bevatten. Dat komt vooral omdat de menselijke informatieverwerking en daarmee de SA wordt beïnvloed door een groot aantal verschillende factoren, de zogenaamde 'inputvariabelen'.

Deze variabelen kunnen worden gegroepeerd in een zevental categorieën:

- situatieve factoren;
- persoonsgebonden psychologische factoren;
- persoonsgebonden fysiologische en biomedische factoren;
- sociale en sociologische factoren;
- *system design* factoren;
- kennis-, trainings- en ervaringsniveau;
- regels, voorschriften en procedures. (Boer, 1998).

Informatieverwerking

Het menselijke informatieverwerkingsproces wordt dus bepaald door zeer veel factoren, ook door de genoemde *system design* factoren. Deze bestaan uit zowel het ontwerp van het technisch (mens-machine) systeem, als de organisatie-inrichting en het taak- en functieontwerp.

Idealiter is het daarbij zo dat de 'regelmogelijkheden' die het systeem biedt, zo goed mogelijk passen bij de 'regelbehoeften' van de operator of operators.

SA wordt in de literatuur beschreven op verschillende niveaus. Zo wordt SA beschreven op het niveau van het individu, de enkele operator, zoals een vlieger, maar ook op het niveau van een groep (crew, bemanning of peloton), van een organisatie of eventueel dat van een netwerk, een conglomeraat van organisaties (Weick, 1993; Rothermel, 1993; Snook, 2000). Wanneer SA wordt beschreven op het niveau van het individu of de groep, dan wordt de organisatie of het netwerk als een vast gegeven beschouwd.

Geautomatiseerde hulpmiddelen

De SA van de individuele operator wordt vandaag de dag in zeer belangrijke mate ondersteund door allerlei, vaak geautomatiseerde, hulpmiddelen, en ook vanuit organisaties en netwerken. Denk aan het *Soldier Modernization Program*, ISIS ofwel het *Integrated Staff Information System*



Human factor-onderzoekers evalueren een instrumentenpaneel voor de Seasprite-helikopter

(Foto Georgia Institute of Technology, S. Leary; collectie NIMH)

Mens-machinesystemen

Van oudsher wordt vanuit diverse technische disciplines, en de laatste decennia ook vanuit psychologische disciplines, gesleuteld aan in gebruik zijnde of nieuw ontworpen mens-machinesystemen (voertuigen, vliegtuigen, schepen, industriële productiesystemen, et cetera). Dat het mens-machinesysteem geen vast gegeven is, wordt alom geaccepteerd. Het mens-deel van het systeem, de operator, wordt aangepast door bijvoorbeeld opleiding en training te veranderen. Displays worden aangepast, rekeningshoudend met de beperkingen van de menselijke zintuigen; routinetaken worden geautomatiseerd, et cetera. Als bijvoorbeeld uit de analyse van een ongeval duidelijk wordt dat een fout in het 'machineontwerp' een rol heeft gespeeld, dan wordt het systeem gewijzigd door bijvoorbeeld het uitvoeren van een modificatie of het opleggen van beperkingen aan de operator.

en de geheel vernieuwde cockpituitrusting en -inrichting van de *Mid Life Update* versie van de F-16.

De operator wordt weliswaar door deze ondersteuning voorzien van meer en betere (beter voorgeselecteerde) informatie, maar ziet in de praktijk ook zijn werklast oplopen. Slecht ontworpen geautomatiseerde ondersteuning kan de operator dus in de weg zitten. Werklast is een van de persoonsgebonden psychologische factoren, evenals (werk)stress, die de SA negatief kunnen beïnvloeden. Een en ander komt in het tweede deel van dit artikel nader aan de orde.

De voor de operator relevante informatie wordt aangeleverd door een systeem, maar ook door een groep, een organisatie of een netwerk. Zo kan de operator bijvoorbeeld informatie krijgen van een collega of updates, in de vorm van downloads, van eerder verstrekte informatie vanuit een netwerk. De groep, organisatie of het netwerk heeft als het ware een eigen SA en geeft de van belang zijnde elementen daarvan door aan relevante operators.

De leden van een peloton delen relevante informatie bijvoorbeeld met de leider van de groep, de pelotonscommandant. Die krijgt op zijn beurt weer

informatie die wordt verspreid via een *Battlefield Management System* (BMS). Het niet of niet tijdig delen van informatie kan daarbij leiden tot gevaarlijke situaties en ongevallen (Weick, 1993). Voor het doorgeven van informatie wordt eerst beslist of die informatie relevant is. Als de informatie vanuit een organisatie of netwerk komt, is er dus sprake van een aantal beslissingen op basis waarvan de informatie die wordt doorgegeven, is voorgeselecteerd. Dit zijn niet altijd puur menselijke beslissingen, maar vaak ook door computers genomen beslissingen.

Zaken als teamwork, communicatie en leiderschap behoren tot de sociale en sociologische inputvariabelen die op de SA inwerken. Ook regels, voorschriften en procedures, waaronder geautomatiseerde beslisseregels, doen dat.

As Samawah, Irak, 2003. Een van de eerste gemengde voet/voertuigpatrouilles van Nederlandse en Amerikaanse mariniers. De organisatievorm, bedoeld voor het voorkomen van criminaliteit en het creëren van veiligheid, kende echter zelf ook ingebouwde veiligheidsrisico's

(Foto AVDD, R. Gieling; collectie NIMH)



Fouten uit het verleden worden ook in nieuwe ontwerpen zo veel mogelijk gecorrigeerd, zowel aan de menskant als aan de machinekant van het mens-machinestelselontwerp. Het uiteindelijke doel is daarbij steeds het voorkomen van het maken van fouten door operators, waarbij het optimaliseren van de SA van operators centraal staat.

Met het hiervoor bedoelde opsporen van fouten uit het verleden wordt getracht om de dieper liggende aanleiding van een incident of ongeval te achterhalen. Door het wegnemen of oplossen hiervan kunnen dan toekomstige soortgelijke incidenten of ongevallen mogelijk worden voorkomen (Reason, 1990; Wagenaar en Groeneweg, 1987). Een en ander staat centraal in de hierna te bespreken *human error* benadering.

Organisaties of netwerken

De inrichting van een organisatie of netwerk, bijvoorbeeld het aantal hiërarchische niveaus, het aantal organisaties (het aantal *interfaces*) en het aantal beslissers in een netwerk, is ook een variabele als we kijken naar ongevallen en incidenten of het voorkomen daarvan.



Dit gegeven wordt echter nog nauwelijks erkend en geaccepteerd binnen organisaties. Hoe organisaties of netwerken zo kunnen worden ontworpen dat de SA van de operators wordt geoptimaliseerd en hoe met het oog op het voorkomen van ongevallen en incidenten *high reliability organisations* kunnen worden gevormd, staat centraal in de proces- en structuurbenaderingen, die in het tweede deel van het artikel aan de orde komen.

Benaderingen binnen het 'Human factor' denken

In deze paragraaf bespreken we de verschillende vakinhoudelijke benaderingen binnen het Human factors denken. Steeds zal in de beschrijving de nadruk liggen op de theoretische uitgangspunten en op de problemen en beperkingen die de benadering met zich meebrengt.

(I) De ingenieursbenadering

Ontegengesteld hebben de technische wetenschappen belangrijke resultaten geboekt bij het veiliger maken van complexe *high risk technologies*. Denk aan de grote vooruitgang in de auto-industrie de laatste jaren. Perrow (1999) heeft echter laten zien dat technische veiligheidsvoorzieningen ook averechts kunnen werken: ze kunnen juist leiden tot een toename van de onveiligheid.

Op de achterflap van zijn boek *Normal Accidents* (1999) heeft hij waarschijnlijk niet voor niets laten afdrukken:

Charles Perrow argues that the conventional engineering approach to ensuring safety – building in more warnings and safeguards – fails because system complexity makes failures inevitable. He asserts that typical precautions, by adding complexity, may help create new categories of incidents.

Dit begint met het probleem dat de complexiteit van veel hedendaagse organisaties – ook van defensieorga-

nisaties – zodanig is dat de Human factor een cruciaal onderdeel uitmaakt van het primaire proces. Het zijn menselijke operators die iets moeten doen met de waarschuwingen van Perrow.

Dat wil zeggen, de Human factor kan niet uit het proces 'weg-ontworpen' worden, of we dat leuk vinden of niet.

Het is natuurlijk niet uitgesloten dat in de toekomst de techniek zover voortschrijdt (onbemande vliegtuigen, et cetera) dat machines en computers steeds complexere taken gaan overnemen. Nu is het in elk geval nog niet zover. Daarnaast zijn er situaties waarin de Human factor in principe wel uit het proces weg-ontworpen zou kunnen worden, maar nog niet op een manier die redelijkerwijs verdedigbaar (lees: economisch rendabel) is.



Een ongeluk met een Nederlandse legertruck die op weg was naar La Courtine (1959)

(Foto collectie NIMH)

Ook zijn er processen waar men 'de mens in de loop' wil houden, bijvoorbeeld als het gaat om het inzetten van vuursteun en bij beslissingen omtrent de inzet van nucleaire wapens (Sagan, 1995). De klassieke ingenieursbenadering ontwikkelde zich dan ook tot

een haaks op het HF-denken staande *human control* benadering.

Als de mens er dan toch in moet, dan zal hij gedetailleerd moeten worden aangestuurd en intensief moeten worden gecontroleerd, zo werd het credo.

Deze opvatting levert een aantal belangrijke problemen op. Door de rol van operator zoveel mogelijk te marginaliseren en hem steeds gedetailleerder aan te sturen heeft de operator steeds minder inzicht in het totale proces waarvan hij deel uit maakt (Rochlin, 1997). Mocht het een keer misgaan, dan weten operators vaak niet wat te doen, of werken hun oplossingen averechts.

De vraag is of het in deze omstandigheden terecht is om ongelukken of minder desastreuze procesverstoringen te wijten aan 'menselijk falen'.

Verder houdt de ingenieursbenadering niet altijd rekening met allerhande cognitieve en emotionele mogelijkheden en beperkingen van de mens. Ook hierbij is het de vraag of fouten te wijten zijn aan menselijk falen of aan het ontwerp van systemen.

Tegenwoordig is er echter sprake van een 'moderne ingenieursbenadering' waarbij het optimaliseren van mens-machine-interfaces voor het direct en indirect (via het terugdringen van werkbelasting) verbeteren van de SA van operators centraal staat.

(II) De 'human error' benadering

De zogenaamde 'human error' benadering richt zich op het maken van fouten en vergissingen, alsmede het menselijk falen in relatie tot veilig opereren. Deze term is een begrip binnen het Human factors vakgebied en wordt in Nederland als regel onvertaald gehanteerd. De benadering wordt al sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw gepropageerd door J. Reason.

Hij benaderde een incident of een ongeval op een wijze die ervan uit gaat dat één en ander het gevolg is van een samenloop van gebeurtenissen over een bepaalde, vaak langere, periode. Hierbij staat dus niet alleen de operator centraal die met al zijn beperkingen op het vlak van de menselijke informatieverwerking een fout of een vergissing begaat.

Natuurlijk kunnen deze fouten of vergissingen, gemaakt bij bijvoorbeeld het opnemen van informatie door middel van lezen of luisteren, bij het



Verkeersongeval bij ISAF in Afghanistan

(Foto 1 (GE/NIJ) Corps, Public Information Office, P. Kolken; collectie NIMH)

begrijpen van aangeboden informatie, of bij het gebruik van informatie opgediept uit het geheugen, van belang zijn. Reason schenkt in zijn publicaties ook aandacht aan de sensorische en informatieverwerkende vermogens van de mens en aan de basisbeginselen van relaties tussen mensen.

Het gaat hem echter vooral om de voorgeschiedenis van een incident of ongeval.

Ook daar spelen menselijke fouten een rol (bijvoorbeeld de al eerder genoemde ontwerpfouten) en daarom is deze van belang bij het voorkomen van nieuwe soortgelijke incidenten of ongevallen (Reason, 1990).

De samenloop van omstandigheden zoals Reason die ziet, kan in kaart

worden gebracht met behulp van een zogenaamde *event tree* die de samenhang van verschillende beslissingen, gebeurtenissen en omstandigheden op verschillende momenten in de tijd laat zien. Met behulp hiervan kan dan een zogenaamde *root cause* van een incident of ongeval worden gezocht, meestal een in het verleden genomen beleidsbeslissing of ontwerpbeslissing die voor een incident of een ongeval de aanleiding vormde.

Bij een onderzoek naar de oorzaken van een incident of ongeval wordt dus

niet alleen gezocht naar de directe aanleiding daarvan, in de regel dus een menselijke fout of vergissing (soms een overtreding) van een operator, maar naar alle factoren die hebben bijgedragen aan het ontstaan van het incident of ongeval (de zogenaamde *intermediate causes*, bijvoorbeeld een verkeerde inschatting van het risico van een type missie door een hogere commandant) en naar de, soms ver in het verleden liggende, aanleiding (de *root cause*, bijvoorbeeld een ontwerpfout in aangeschafte infrastructuur).

Een manier van kijken naar incidenten en ongevallen die verwant is aan die van Reason, is in Nederland ontwikkeld door W.A. Wagenaar. De basis van Wagenaars methode is het denken in termen van causale relaties tussen (menselijke) factoren die ongevallen (kunnen) beïnvloeden. Deze causale relaties zijn samen te vatten in AND en OR samenhangen, een onder-

scheid dat Reason niet maakt, en die uiteindelijk een keten van oorzaak-gevolgrelaties vormen ofwel scenario's (Wagenaar en Groeneweg, 1987).

De AND-ketens veronderstellen, simpel gesteld, dat de oorzaken A en B noodzakelijk en tegelijkertijd moeten optreden wil het ongeval C plaatsvinden.

VOORBEELD

Het dodelijke ongeval vond plaats omdat een ree plotseling vanuit het bos de weg overstak en bij de jonge, onervaren bestuurder van het voertuig een schrikreactie opriep, waardoor deze een plotse stuurbeweging maakte en van de weg raakte, waarna het voertuig tegen een boom tot stilstand kwam.

Achteraf

De AND-ketens zijn geschikt voor een analyse van ongevallen achteraf: wat is er gebeurd en tot welk scenario kunnen we dan komen? De AND-ketens zijn ook geschikt om zowel vanuit de oorzaken als vanuit de gevolgen te beredeneren wat het scenario van een ongeval is.

De OR-ketens ontstaan als wordt gecorporeerd dat bij een ongeval C één van beide oorzaken A of B plaatsvindt.

VOORBEELD

Dodelijke ongevallen met jeugdige bestuurders zijn vaak een gevolg van hun onervarenheid in het besturen van voertuigen of van hun vertoonde bravouregedrag tegenover leeftijdsgenoten.

Vooraf

De OR-ketens worden ingezet bij analyses vooraf: wat zou er kunnen gebeuren en tot welke scenario's leidt dat? OR-ketens kunnen per definitie niet worden gebruikt voor analyses van ongevallen achteraf. Probleem van de OR-ketens is dat we een onge-

luk niet kunnen voorspellen; we kunnen alleen factoren die we op het oog hebben apart identificeren en op basis daarvan bedenken wat er mogelijk kan gebeuren.

De kracht van deze benadering zit hem in het onderscheiden en classificeren van de Human factors als belangrijkste *intermediate* and *root causes* bij ongevallen (Wagenaar en Groeneweg, 1987). Aan de hand van een uitgebreide scenarioanalyse van een bepaald ongeval door een team van specialisten kan op basis van overeenstemming, ook wel de 'intercodeerbaarheid' genoemd, het meest 'juiste' scenario geselecteerd worden.

Vanuit dat scenario kunnen de Human factors geïsoleerd worden, die dan volgens een bepaald classificatiesysteem ingedeeld worden (zie bijvoorbeeld Wagenaar en Groeneweg, 1987). Door middel van verschillende berekeningen kan vervolgens bekeken worden welke (klasse van) Human factors de overhand hebben bij een bepaald ongeval. In een beleidsaanbeveling, tot slot, kan worden geadviseerd aan welke Human factors in de preventieve sfeer aandacht kan worden besteed.

Nadelen

De *event tree* benadering van Reason en de methode van Wagenaar hebben echter enkele belangrijke nadelen en problemen. Het eerste nadeel is dat de classificaties van Human factors (zie Wagenaar en Groeneweg, 1987) niet alleen arbitrair zijn, maar ook worden in die classificaties omgevingsfactoren, situationele factoren en systeemfactoren nogal eens gereduceerd tot 'psychologische variabelen' of, bij Reason, tot 'managementbeslissingen'.

Een tweede nadeel, en dat geldt vooral voor de methode van Wagenaar, is dat van de vele verschillende scenario's die mogelijk zijn bij een bepaald ongeval, er vele worden 'weggezuiverd' door middel van de hiervoor genoemde intercodeerbaarheid tussen de onderzoekers. Met andere

woorden, als de ongevalonderzoekers het eens zijn, dan wordt de reconstructie van een bepaald ongeval geacht juist te zijn.

Het gevaar is dat een bepaald scenario een eigen leven gaat leiden. Stel dat bijvoorbeeld bij de analyse van een ongeval in een uitzendgebied met een wielvoertuig de analyse volgens deze wijze plaatsvindt door een commissie van tien deskundigen van Defensie. De kans is groot dat een hoge intercodeerbaarheid ontstaat over één bepaald scenario en dat vele andere mogelijkheden over het hoofd gezien worden.

Bekend is namelijk dat mensen, en zeker gelijkgezinden, op zoek zijn naar bevestiging van hun veronderstelling in hun zoektocht naar oorzaken van ongevallen, en veel minder open staan voor het kritisch testen van hypothesen om daarmee andere inzichten te genereren (Weick, 2001).

Een derde nadeel, en dat geven Wagenaar en Groeneweg (1987) zelf als beperking van hun methode aan, is dat de analyse van een ongeval niet per definitie zinvol is voor wat betreft de preventie. Uit analyses blijkt dat *human errors* van operators vaak de belangrijkste factoren zijn die moeten worden aangepakt bij de bestrijding van ongelukken, maar tevens geldt dat deze Human factors altijd gedeeltelijk invariant (onveranderlijk) en gedeeltelijk onvoorspelbaar zijn.

Het is een illusie te denken dat *human errors* van operators volledig te bestrijden zijn door middel van 'betere en meer veiligheidstraining', 'beter personeel aantrekken' of 'een betere motivatie' (Kletz, 1985).

Dit heeft te maken met een ander nadeel waar Perrow (1999) op wijst. De



Minister Henk Kamp bespreekt met korporaal Robert Hub de mogelijkheden van diens Diemacogeweer. Het ontwerp hiervan, gericht op onder meer gebruikersgemak, is een modern mens-machine-interface ontwerp

(Foto Mindef, DV, H. Keeris; collectie NIMH)

Subconclusie

veronderstelling bij preventie van ongevallen in de 'individuele' benadering is dat één persoon het gehele scenario van oorzaak en gevolg kan overzien en in dat scenario kan ingrijpen ter voorkoming van het ongeluk. Echter, problemen en ongevallen ontstaan juist vaak als gevolg van het zogenoemde *coupling*; het gegeven dat meerdere individuen en factoren in (onderlinge) interactie en vaak op basis van toeval op elkaar betrokken zijn en een dynamisch geheel vormen.

Een vijfde nadeel is dat de analyse van ongevallen achteraf altijd een logische reeks van gebeurtenissen lijkt. Het is echter altijd 'wijsheid achteraf'. Voor de betrokkenen is er vaak helemaal geen sprake van een logische opeenvolging van gebeurtenissen.

Een zesde en laatste nadeel is dat de benadering kan leiden tot zogenaamd methodomorfisme (Terwee, 1990): analisten bouwen een schijn van wetenschappelijkheid op omtrent een onderzoek van een ongeluk dat in werkelijkheid zeer oppervlakkig is. 'Harde' methoden worden volgens S.J.S. Terwee deels ingezet om te suggereren dat de betrouwbaarheid van het onderzoek wordt gewaarborgd en de 'waarheid' alleen dan aan het licht komt als deze methode gehanteerd wordt.

Ondanks de hiervoor beschreven nadelen geven Reason en ook Wagenaar toch een interessante en veel gebruikte methode voor ongevalonderzoek. Voor de preventie van incidenten en ongevallen moeten hun benaderingen echter worden aangevuld met die van anderen.

Een tweetal benaderingen op Human factors gebied zijn hiervoor besproken, de ingenieursbenadering en de *human error* benadering, alsmede het centrale begrip 'Situational Awareness', waaruit een derde, meer integrale, benadering aan het ontstaan is. De moderne ingenieursbenadering draagt via het optimaliseren van mens-machine-interfaces bij aan het optimaliseren van de SA van operators en daarmee aan de preventie van ongevallen.

Dit laatste is niet in directe zin het geval bij de *human error* benadering. Deze biedt instrumenten voor ongevalonderzoek en leidt tot meer inzicht in het complex van oorzaken en aanleidingen van ongevallen, hetgeen kan leiden tot nieuwe theorievorming. De benadering is echter vooral gericht op het verschaffen van inzicht aan managers en leidinggevendenden, en niet zozeer op het voorkómen van het maken van fouten door operators.

Wel kunnen managers en leidinggevendenden op basis van bevindingen uit ongevalonderzoek bedrijfsprocessen en organisatiestructuren aanpassen die een rol hebben gespeeld bij het maken van bedoelde fouten.

In de nieuwe, meer integrale SA-benadering staat het optimaliseren of het onder stressvolle omstandigheden zo goed mogelijk op peil houden van de SA van operators centraal, waaraan diverse HF-benaderingen kunnen bijdragen door middel van het optimaliseren van de zogenaamde inputfactoren.

In het hierna te publiceren tweede deel van dit artikel zullen nog een drietal

benaderingen aan de orde komen, te weten: de werkbelasting- en werkstressbenadering, de procesbenadering, en de structuurbenadering. Tot slot zullen we in dit tweede deel de conclusie over de stand van zaken op het vakgebied HF geven.

Literatuur

- Boer, P.C. (1998). *Big-picture decision making model*. KMA research paper 98-45. Breda: Koninklijke Militaire Academie.
- Kletz, T.A. (1985). *What went wrong: Case histories of process plant disasters*. Houston, TX: GulfPublishers Book Division.
- Orasanu, Judith M. (1994). 'Shared problem models and flight crew performance'. In N. McDonald & R. Fuller (Eds.) *Aviation psychology in practise* (pp. 255-285). Aldershot, UK: Ashgate Publishing.
- Perrow, C. (1999). *Normal accidents: Living with high-risk technologies*. Princeton: Princeton University Press. 2nd Edition, first published by Basic Books 1984.
- Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rochlin, G.I. (1997). *Trapped in the net. The unanticipated consequences of computerization*. Princeton: Princeton University Press.
- Rothermel, R.C. 1993. 'Mann Gulch Fire: A race that couldn't be won'. *Gen. Tech. Rep. INT-299*. Ogdén, UT: USDA Forest Service, Intermountain Research Station.
- Sarter, N.B. & Woods, D.D. (1991). 'Situation awareness: A critical but ill-defined phenomenon'. *International Journal of Aviation Psychology*, 1, 45-57.
- Sagan, S.D. (1993). *The Limits of Safety. Organizations, Accidents, and Nuclear Weapons*. Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Snook, S.A. (2000). *Friendly fire: The accidental shootdown of U.S. Black Hawks over Northern Iraq*. Princeton, NJ: Princeton University.
- Terwee, S.J.S. (1990). 'De beide methodologische hoofdstromen'. In: P.J. van Strien & J.F.H. van Rappard (red.), *Grondvragen van de psychologie. Een handboek theorie en grondslagen*. Assen: Van Gorcum, 228-240.
- Wagenaar, W.A., & Groeneweg, J. (1987). 'Accidents at Sea: Multiple Causes and Impossible Consequences'. *International Journal of Man-Machine studies*, 27, 587-598.
- Weick, K.E. (1993). 'The collapse of sense-making in organizations: The Mann Gulch disaster'. *Administrative Science Quarterly*, 38, 628-652.
- Weick, K.E. (1993). 'Organizational redesign as improvisation'. In: G.P. Huber, & W.H. Glick (Eds.), *Organizational change and redesign: Ideas and insights for improving performance*, 346-379. New York: Oxford University Press.
- Weick, K.E., & Sutcliffe, K.M. (2001). *Managing the unexpected: Assuring high performance in an age of complexity*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.