

# Het belang van 'Human factors' & veiligheid voor de defensie-organisatie (II)

E.H. Kramer, T. op den Buijs, R. Richardson\*

## Inleiding

In het eerste deel van dit artikel beschreven we wat het (onvertaalbare) begrip *human factors* (HF) inhoudt: een conglomeraat van factoren die in hun onderlinge samenhang kunnen leiden tot een incident, een ongeval of zelfs een ramp. Een begrip dat zowel directe oorzaken omvat als factoren en omstandigheden die er toe hebben bijgedragen en in het verleden liggende aanleidingen. Human factors is echter ook een vakgebied geworden, dat zich bevindt op het grensvlak van techniek, organisatiekunde en gedragswetenschappen.

Men treft op dit vakgebied benaderingen of stromingen aan afkomstig uit diverse wetenschapsgebieden en er wordt veel onderzoek gedaan op allerlei deelterreinen. Dit tweeluik van artikelen beoogt een overzicht te geven van de ontwikkelingen en de huidige stand van zaken. We hebben

hierbij gekozen voor een opzet die uitgaat van de verschillende benaderingen of stromingen. In het eerste deel is het centrale begrip *Situational Awareness* (SA) beschreven, alsmede de zogenoemde 'ingenieursbenadering' en de *human error* benadering. In dit tweede deel komen de werkbelasting- en werkstressbenadering, alsmede de proces- en structuurbenaderingen aan de orde. Tevens volgt een afsluitende conclusie voor wat betreft de stand van zaken op het vakgebied.

## Benaderingen binnen het 'Human factor denken'

### **(III) De werkbelasting- en werkstressbenadering**

Het optimaal functioneren van werknemers in de werkomgeving wordt door een groot aantal factoren bepaald. Vanuit de *human engineering* stroming binnen de psychologie is er veel aandacht voor onderzoek naar de werkende mens als snelle en adequate informatieverwerker. Deze onderzoeksrichting beschouwt de mens voornamelijk als informatieverwerker (de 'computermetafoor').

De omgeving wordt in de modellen van deze onderzoekers nogal eens beschreven in termen van 'klassiek' fysieke omgevingsstressoren als lawaai,

trillingen, temperatuur, blootstelling aan stoffen, et cetera. Bij het HF-onderzoek naar *Situational Awareness* zien we dat er steeds meer aandacht wordt besteed aan de interactie tussen meerdere factoren tegelijk en het functioneren van de mens in de werkomgeving (Endsley, 1995). SA wordt dan ook als kritisch element beschouwd voor het optimaal functioneren van militaire gevechtseenheden en op het gebied van de (militaire) luchtvaart.

Zo wordt in het kader van het functioneren van piloten en hun crew rekening gehouden met belemmeringen door omgevingsstressoren (waaronder temperatuur, weersgesteldheid, terrein, vermoeidheid, het systeem en vluchtgegevens). Maar ook wordt rekening gehouden met psychosociale factoren, zoals angst, hoge/lage (werk)belasting, (werk)stress, individuele verschillen op het gebied van persoonlijkheid, emoties en de rol van *coping*, training en sociale steun.

Deze psychosociale factoren kunnen leiden tot een verminderde SA en in termen van de Human factor terminologie tot *errors*. Om de invloed van psychosociale factoren op het menselijk functioneren en de onderlinge interactie van deze factoren duidelijk te kunnen maken, zullen we hierna een beschrijving geven vanuit de belasting- en stresstheorieën.

\* Dr. Kramer, dr. Op den Buijs en dr. Richardson zijn als universitair docent verbonden aan de NLDA te Breda. Zij verzorgen onderwijs en doen onderzoek op het vlak van 'Human Factors & Veiligheid' in het kader van de Minor 'Human Factors & Veiligheid' van de Bacheloropleiding Bedrijfs- en Bestuurskunde. De dank van de auteurs gaat uit naar drs. R.J.J. van Houtert voor zijn commentaren op de oorspronkelijke tekst van dit artikel en zijn tekstbijdragen.



**Operatie 'Enduring Freedom', Afghanistan, 2002. Negentien personen raakten gewond bij een 'friendly fire'-incident in Afghanistan. De toedracht van het incident wordt onderzocht** (Foto U.S. Air Force, K. Reed; collectie NIMH)

### (Werk)belasting en sa

(Werk)belasting of *psychological demands* betreft de hoeveelheid werk enerzijds en de verwerkingscapaciteit van de mens anderzijds. De zwaarte van de belasting wordt gedefinieerd op grond van de hoeveelheid informatie die verwerkt moet worden (Gailard, 2003). De efficiëntie van de informatieverwerking wordt beïnvloed door de complexiteit van een taak en het aantal taakwisselingen.

In het kader van SA moet hierbij ook gedacht worden aan de perceptie van de gegevens. Soms worden gegevens niet goed waargenomen omdat de taakbelasting te hoog is, de taakwisselingen te snel op elkaar volgen of omdat er simpelweg gegevens niet beschikbaar zijn door een systeemfout. Waar gaat bijvoorbeeld een piloot van uit: de informatie over een onweersbui van de luchtverkeersleiding of die

van de uitrusting aan boord van het vliegtuig? Wat is daarbij het effect van geluidsoverlast in de cockpit?

Endsley onderzocht een en ander voor de civiele luchtvaart en toonde onder meer een effect aan van geluidsoverlast op SA (gebaseerd op de *Error Taxonomy* van Endsley, 1999).

### **Mechanistische kijk**

Kortom, theorieën over (werk)belasting zijn vooral gericht op het optimaal benutten van kennis en kunde van degene die de taken verricht en het verhogen van diens efficiëntie en effectiviteit. Ze hebben dus een mechanistische kijk op de mens ('human engineering'). Veel onderzoekers op het gebied van Human factors houden nog vast aan deze theorie, die de mens eigenlijk alleen beschouwt als een informatieverwerker.

Onderzoek naar werkbelasting acht men alleen relevant wanneer mensen

op de grens van hun kunnen moeten werken, bijvoorbeeld in complexe taaksituaties of onder tijdsdruk. Deze theorieën kennen belangrijke beperkingen. Zo houden ze geen rekening met de invloed van emoties op het menselijk functioneren en met de individuele verschillen en psychosociale aspecten van de werkomgeving. Tevens beperkt de cognitieve controle zich in deze theorieën tot het bijsturen van de taakuitvoering op basis van terugkoppeling van informatie (Kompier, et. al., 1990).

### **Discrepantie**

(Werk)stress ontstaat volgens deze theorieën door een discrepantie tussen de actuele en de gewenste energetische toestand. Hoe groter de discrepantie, des te meer mentale inspanning er nodig is en des te groter de kans wordt op stressreacties en het maken van fouten.

Daarbij neemt men aan dat een hoge

mate van activatie van het individu en een hoge mentale inspanning automatisch leiden tot stressreacties. Bijvoorbeeld: de blootstelling aan lawaai leidt op grond van de ernst, de duur en de frequentie tot stressreacties, ongeacht de verschillen in persoonlijkheid en coping-strategie of de bekendheid met de stressor.

## **(Werk)stress en SA**

Stresstheorieën leggen de nadruk op de individuele beleving, emoties en de interactie tussen de mens en zijn psychosociale omgeving. Ze zijn juist gericht op de algehele invloed van de omgeving op het functioneren van het individu. Bij stresstheorieën gaat het dan ook om de beoordeling van de *totale* situatie, dus niet alleen de hoeveelheid werk maar ook de conflicten en de interferentie tussen werk en privébelangen, emoties, communicatie, en de mogelijkheden om problemen op te lossen.

### **Emoties**

Dat emoties een rol spelen blijkt uit het volgende experiment, gehouden onder vliegers. Vliegers moesten drie taken uitvoeren voorafgaand aan en tijdens een vlucht in een simulator, respectievelijk voorafgaand aan en tijdens een werkelijke vlucht. Deze taken waren:

1. een briefing volgen waarin de vliegers werd verteld wat zij moesten doen,
2. het opstijgen van het vliegveld, en
3. het uitvoeren van een navigatietak.

In de simulator was de hartslag constant. Tijdens de werkelijke vlucht traden er echter verschillen op in hartslag: hoe veeleisender de taak, des te hoger de hartslag. Omdat de informatieverwerkende eisen hetzelfde waren in de twee situaties, was de conclusie dat de verschillen ontstaan moesten zijn door emotionele reacties (beschreven in Gaillard, 2003).

Dit voorbeeld geeft aan dat er naast de cognitieve belasting dus ook emo-

tionele belasting bestaat. Het maken van goede overwegingen en afwegingen in ongunstige situaties (bijvoorbeeld tijdens vluchten met turbulentie) vraagt meer dan alleen informatieverwerkende capaciteit, namelijk ook emotionele verwerkingscapaciteit, effectieve en gezonde coping patronen, en eventueel sociale steun van bijvoorbeeld collega's of de leidinggevende.

### **Persoonlijkheidskenmerken**

De subjectieve beleving van een situatie, de kern van de stresstheorie, alsmede de relatie tussen persoon en omgeving worden in het coping-model van Lazarus (1966) uitgewerkt als zijnde een dynamisch proces, dat is gebaseerd op de persoonlijkheidspsychologie. Deze procesbenadering beschouwt de mens als een individu met bepaalde persoonskenmerken en emoties die bepalen hoe hij op een stressvolle situatie reageert.

Persoonlijkheidseigenschappen als zelfwaardering, zelfvertrouwen, emotionele stabiliteit, *'positive affect'* en gehardheid zijn gerelateerd aan een betere stressbestendigheid (Gaillard, 2003). We zien binnen gevechtseenheden en de (militaire) luchtvaart dat militairen en piloten en luchtverkeersleiders worden geselecteerd op dergelijke persoonlijkheidskenmerken. Uitgezonden militairen geven inderdaad blijk van een hoge zelfwaardering, een sterk zelfvertrouwen en zijn emotioneel stabiel, ongeacht rang en leeftijd (Op den Buijs, 2004).

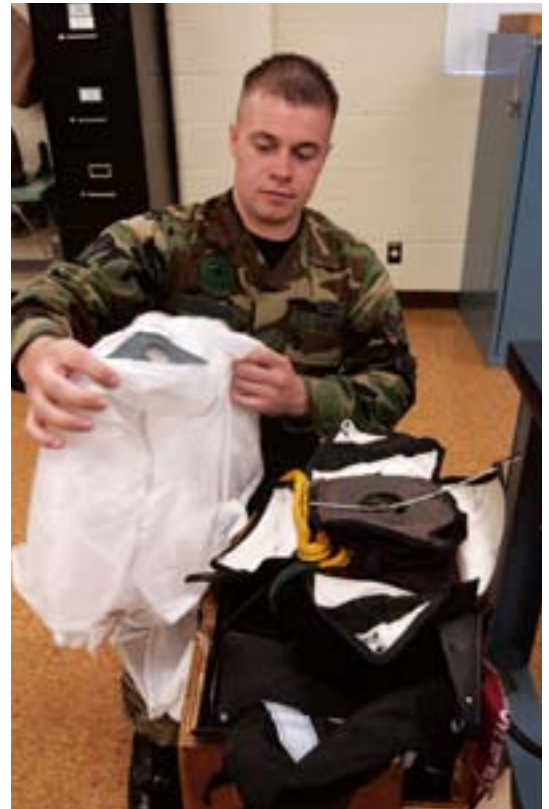
### **Coping-strategie**

Naast persoonlijkheidskenmerken kan ook de keuze van een geschikte coping-strategie zorgen voor een goede omgang met een ongunstige situatie. Mili-

tair van gevechtseenheden hanteren over het algemeen een probleemgerichte coping-strategie, dat betekent dat ze problemen het liefst meteen aanpakken en oplossen (Op den Buijs, 2004). Deze coping-strategie komen we ook tegen bij onderzoek naar Situational Awareness (Endsley, 1995 en 1999).

Bovendien speelt sociale steun een rol bij het ontstaan van werkstress, namelijk een modererende rol. Dit betekent dat bij voldoende sociale steun (bijvoorbeeld van collega's, crew, grondleiding, leidinggevende) ongunstige werksituaties, zoals een te hoge of te lage werkbelasting, een minder ongunstig effect hebben op het functioneren. Het zorgt voor een grotere stresstolerantie.

Kortom, (werk)stress moet worden opgevat als een dynamisch proces,



**Na drie vliegtuigongelukken binnen zes maanden worden de parachutes van de piloten extra geïnspecteerd en opnieuw gevouwen**

(Foto U.S. Air Force, D. Lester; collectie NIMH)

waarbij het omgaan met te hoge belasting, vermoeidheid of dreiging wordt gezien als een regelprobleem dat kan worden opgelost of gemode-reerd door onder meer selectie van operators met bepaalde persoonlijkheidskenmerken en het voorzien in sociale steun.

### **Controle, voorspelbaarheid en training**

Controle en de (on)voorspelbaarheid van stressoren spelen ook een rol. Het controleren van de omgeving is volgens Gaillard (2003) een behoefte die leidt tot een grotere werkmotivatie en betrokkenheid. Als men een gevoel van controle heeft over de situatie, is men beter in staat om het eigen energieniveau en de eigen emotionele toestand te regelen.

Het gevoel van controle is afhankelijk van de beschikbaarheid van geschikte coping-strategieën, de benodigde middelen (en alternatieven), en het vertrouwen in de eigen mogelijkheden om de stressor aan te pakken. Als bekend is wanneer, hoe en waar de stressor optreedt, hebben we het gevoel de situatie te beheersen. Ook dit is een kwestie van SA. Controle van een stressor betekent bijvoorbeeld voor een piloot of de bemanning dat men kennis heeft van de positie van andere vliegtuigen, het terrein, het weer, de status van het systeem (hoogte, snelheid, vliegroute, communicatie, et cetera) en van waarschuwingssignalen. Verstoringen kunnen dan gemakkelijk worden bijgestuurd (toestandsregulatie).

Hebben we echter het gevoel de controle te verliezen, dan gaan we de eisen van de omgeving als een bedreiging zien en reageren we met negatieve emoties, die de lichamelijke en geestelijke balans ontregelen. Dus stress ontstaat niet omdat we minder goed presteren, een ongunstige energiehuishouding hebben (vermoeid zijn), of omdat we worden belemmerd in ons werk, maar omdat we ons daar niet bij willen neerleggen, ons

gaan ergeren en de controle verliezen. Denk aan het plotseling onbestuurbaar worden van een vliegtuig, door bijvoorbeeld een mechanisch defect.

In de militaire luchtvaart bestaan vele voorbeelden van vliegers die allerlei denkbare oplossingen bleven uitproberen en te lang in een neerstortend vliegtuig bleven zitten. In de civiele luchtvaart zijn ernstige ongevallen gebeurd omdat bemanningen in een gebied met slecht weer terechtkwamen en niet uitweken maar 'doorpersten'.

Tot slot noemen we nog een belangrijke factor in het geheel, namelijk training. Er zijn allerlei manieren om het ontstaan van stressreacties te voorkómen, bijvoorbeeld via ontspanningstechnieken. Ook de copingstrategieën kunnen worden getraind (Wientjes & Gaillard, 1997). Er zijn tevens programma's ontwikkeld die erop gericht zijn om:

- (1) de SA te verbeteren en er zijn mentale modellen ontwikkeld om
- (2) informatie nog beter te interpreteren en te begrijpen (Endsley, 1999).

De nadruk ligt hierbij vaak op technologie-georiënteerde trainingen, waarin men het systeem leert kennen (bijvoorbeeld in een cockpit), maar ook op stresstraining en ontspanningstechnieken.

Het laatste treft men bijvoorbeeld aan bij sommige *crew resource management* (CRM) trainingen die deel uitmaken van trainingsprogramma's voor onder meer vliegers en bemanningsleden.

### **(IV) De procesbenadering**

Het procesdenken en het hierna als vijfde benadering te behandelen structuurdenken zijn beide systeembenaderingen. Systeembenaderingen richten zich op de context en de directe omstandigheden waarin individuen werken, die uiteindelijk de randvoorwaarden vormen waarbinnen individuen fouten maken:

*...the system approach concentrates on the conditions under which individuals work and tries to build defences to avert errors or mitigate their effects.*  
(Johnson en Holloway, 2003)





**Het aanmeten van een oorstuk met ingebouwde speaker. De oorstukken reduceren omgevingsgeluid, gaan potentieel gehoorverlies tegen en optimaliseren de 'situational awareness'**

(Foto U.S. Air Force, B. Ferguson; collectie NIMH)

Deze context is vormgegeven door bijvoorbeeld de keuze voor een bepaald organisatieontwerp of voor een bepaalde wijze van regulering. Zo kan een bepaald organisatieontwerp de kiem voor een ongeluk vormen.

De kern van het systeemdenken wordt het best verwoord door het paradoxale, niet te vertalen concept *normal accident* (Perrow, 1999). Een *normal accident* is een ongeluk dat logisch voortvloeit uit de eigenschappen van het systeem. Dat het optrad is eigenlijk normaal: gezien het systeemontwerp hing het ongeluk al in de lucht.

Deze manier van denken is toe te passen op zowel technische als sociale systemen (organisaties). Een vliegtuig kan bijvoorbeeld een ongeluk krijgen omdat schade aan de motor (op zich niet fataal) het hydraulische systeem verwoest, waardoor het vliegtuig onbestuurbaar wordt. Door cruciale onderdelen van het hydraulische systeem pal naast de motoren te lokaliseren is een dergelijk ongeluk eigenlijk in het systeem 'ingebakken'.



### 'The Unexpected'

We zouden het systeemdenken een analytisch gereedschap kunnen noemen: afhankelijk van de interesse van de onderzoeker kan het worden toegepast op een bepaald niveau van analyse. Zo kan het functioneren van een bepaalde afdeling onder de loep worden genomen, of de relaties tussen die onderdelen van een afdeling die zich als een zinnig element aandienen (bijvoorbeeld clusters van activiteiten in het primaire proces).

Ook kan het systeemdenken worden gebruikt om een organisatie als geheel te bekijken. Op dat moment is de onderzoeker geïnteresseerd in de aard van de relaties tussen de afdelingen. Tegenwoordig wordt het steeds interessanter – zeker ook voor de defensieorganisatie – om de aandacht te richten op het netwerk van organisaties. De onderzoeker is dan gericht op hoe de eigenschappen van het netwerk (ook wel de 'architectuur') van organisaties invloed hebben op het functioneren ervan.

Ook systeembenaderingen stellen het omgaan met *The Unexpected* centraal en wijzen op het belang van SA – alhoewel hier vaak andere begrippen voor worden gebruikt.

Zoals gesteld zijn het procesdenken en het structuurdenken beide gefundeerd in de systeemtheorie. Ze verschillen echter in de manier waarop ze naar het systeem kijken en de systeemkenmerken waarop ze vervolgens de aandacht richten. Wij zijn van mening dat beide benaderingen elkaar in belangrijke mate kunnen aanvullen.

Binnen de systeembenadering zijn procesdenkers geïnteresseerd in 'het proces van organiseren'. De 'vader' van deze manier van denken is Taylor (1987). Hij stelt dat in het onderzoek

**F-22 Raptors verschaffen een betere sferische 'situational awareness'**

(Foto U.S. Air Force, A. Knox; collectie NIMH)



**De cockpit van dit Hercules WC-130J vliegtuig bevat de nieuwste computergestuurde vlucht- en navigatiesystemen. Deze systemen bevorderen de 'situational awareness' van de crew**  
(Foto U.S. Air Force; collectie NIMH)

naar ongevallen vooral menselijk handelen, intenties, verlangens of betekenissen centraal staan. Allerlei ideeën en opvattingen van individuen beïnvloeden de manier waarop ze naar hun omgeving kijken. Meest prominente vertegenwoordiger van het procesdenken is K. Weick, wiens boek *The Social Psychology of Organizing* (1979) door Inc. Magazine is uitgeroepen tot een van de tien beste boeken op het gebied van management ooit.

Als psycholoog is Weick voornamelijk geïnteresseerd in het functioneren van de mens in het systeem en dan vooral in de menselijke vermogens en beperkingen bij het vinden van oplossingen voor 'het organisatieprobleem'. Het organisatieprobleem waar de procesdenkers zich op richten is een problematische omgeving die de organisatie confronteert met problemen waarvoor geen automatische respons beschikbaar is. Weick zegt hierover (1979, p. 6):

*The basic raw material on which organizations operate are informa-*

*tional inputs that are ambiguous, uncertain, equivocal.*

Dit is een vrij abstracte manier van het aanduiden van allerlei alledaagse praktische problemen waarmee een organisatie wordt geconfronteerd.

In *Managing the Unexpected* (2001) vatten Weick & Sutcliffe deze problematiek samen met het begrip 'the unexpected'. Het organisatieproces is in termen van Weick gericht op het omgaan met *the unexpected*. Weick stelt het als volgt (1979, p. 3):

*Organizing serves to narrow the range of possibilities, to reduce the number of 'might occurs'. The activities of organizing are directed toward the establishment of a workable level of certainty. (...) To organize is to assemble ongoing interdependent actions into sensible sequences that generate sensible outcomes.*

Organiseren zoals het hier wordt gedefinieerd, is principieel een proces van betekenisverlening, of zoals Weick (1995) het noemt, een proces van 'sensemaking'. Daarmee beschouwen procesdenkers organiseren als een principieel menselijke activiteit, waarin onzekerheid door het zoeken van betekenissen wordt gereduceerd.

Deze basale manier van denken wordt, bijvoorbeeld door Weick & Sutcliffe (2001), toegepast op het terrein van de veiligheidsstudies. Een ongeluk vatten zij op als een voorbeeld van *the unexpected*. Dit is per definitie waar: als een ongeluk niet onverwacht is, is het kennelijk iets waar de organisatie bewust naar streefde.

Terwee (1990, p. 22) stelt dat ongelukken een 'zwart gat' vormen in het heelal van betekenissen. In termen van de hiervoor besproken kijk op Human factors is een ongeluk het gevolg van een procesverstoring. Een organisatie die goed in staat is om te gaan met *the unexpected* wordt door de procesdenkers een *High Reliability*

*Organization* (HRO) genoemd. Het zal duidelijk zijn dat de mens vanwege zijn unieke vermogen om om te gaan met *the unexpected* een centrale positie inneemt in deze HRO's.

### 'Mindfulness'

Belangrijk in de manier van denken van de procesdenkers is het begrip 'mindfulness' wat vertaald zou kunnen worden met 'waakzaamheid'. Weick & Sutcliffe definiëren 'mindfulness' als volgt (2001, p. 42):

*By 'mindfulness' we mean the combination of ongoing scrutiny of existing expectations, continuous refinement and differentiation of expectations based on newer experiences, willingness and capability to invent new expectations that make sense of unexpected events, a more nuanced appreciation of context and ways to deal with it, and identification of new dimensions of context that improve foresight and current functioning.*

Hieruit blijkt de psychologische oriëntatie van de procesdenkers: ze leggen de nadruk in feite op openheid (openstaan) voor nieuwe informatie. Een HRO is zo georganiseerd dat haar operators *mindful* kunnen handelen.

In principe verschilt deze nadruk op het belang van *mindfulness* niet zo erg veel van wat functieleer-psychologen bedoelen met SA. De procesdenkers zijn vervolgens geïnteresseerd in de manieren waarop de organisatie de *mindfulness* beïnvloedt. Zo leggen Weick & Sutcliffe bijvoorbeeld de nadruk op het feit dat HRO's de kleinste procesverstoringen al aangrijpen om te leren. Ze zijn voortdurend bezig een ongeluk te voorkómen. Ook voorkómen HRO's volgens hen simplificaties. Ze kiezen dus niet voor oppervlakkige probleemanalyses en simpele toverformules als oplossingen (Kramer, 2004).

De procesbenadering houdt zich bezig met de problematische omgeving van organisaties en met de problemen van organisaties waar

geen automatische respons voor beschikbaar is. Het gaat er daarbij om de bedrijfsprocessen zo te organiseren dat procesverstoringen zo weinig mogelijk voorkomen en bij de eerste signalen van een verstoring actie kan worden ondernomen. Hiertoe dient de organisatie open te staan voor nieuwe informatie en oplossingen. Met andere woorden, de *mindfulness*, oftewel de SA, moet optimaal zijn.

#### (V) De structuurbenadering

Ook de structuurdenkers zien het omgaan met *the Unexpected* als een centraal probleem voor organisaties. De Sitter verwoordt het als volgt (2000, p. 9):

*over een beheersbaar proces. Als een proces beheerst zou zijn, zou dat immers in tegenspraak zijn met de onbeheersbare impulsen die op het proces inwerken. Als we zeggen dat het proces beheersbaar is, zijn we exacter: we erkennen dat het voortdurend van zijn koers kan afwijken, maar dat we in het beste geval beschikken over voldoende bijsturingsmogelijkheden ofwel over voldoende regelcapaciteit.*

Regelcapaciteit is vergelijkbaar met SA. Eigenlijk zou je Situational Awareness kunnen zien als een voorwaarde voor regelcapaciteit.

woord. Dit wordt ondersteund met stellingen als 'het gaat niet om structuur maar om de poppetjes' of 'structuur zit in het hoofd van mensen, het is een sociale constructie'.

Dat zien wij als een gevaarlijke valkuil. De organisatiestructuur bepaalt in belangrijke mate de aard van de werkomgeving van mensen. Niet alleen bepaalt de structuur de regelcapaciteit van operators, de structuur bepaalt ook de machtsverhoudingen binnen een organisatie. Daarom geeft structuur in belangrijke mate vorm aan de wetten waaraan individueel gedrag beantwoordt. Dat dit niet altijd even zichtbaar is, maakt de werking van structuur alleen maar bedrieglijker.

De structuurdenkers richten zich op de manier waarop het primaire proces in organisaties verdeeld is over individuen en afdelingen, en de manier waarop dit proces wordt bestuurd. Uit de structurele configuratie kunnen ze in algemene zin afleiden of een organisatie beheersbaar, flexibel, efficiënt en innovatief is. Aan het denken van de procesdenkers voegen ze het inzicht toe dat een gebrek aan *mindfulness* van bijvoorbeeld een individuele operator de consequentie kan zijn van:

- een taakontwerp dat hem alleen inzicht verschaft in een klein deel der cruciale processen;
- een besturingsstructuur die hem weinig bevoegdheid gunt voor het ingrijpen in de cruciale procesgangen.

Langs deze weg kunnen de structuurdenkers een ongeluk typeren als een *normal accident*, zoals gezegd een ongeluk dat gezien de kenmerken van het systeem in de lucht hing. Vaak komt het bijvoorbeeld voor dat een organisatie die in zeer turbulente en onzekere omstandigheden moet opereren, een sterke neiging heeft cruciale processen centraal aan te sturen. De organisatie heeft dan de indruk dat ze deze processen onder controle kan houden.



**Safety briefing aan boord van een C-17 Globemaster III voor de leden van de 15th Airlift Wing, voor een vlucht naar de Filipijnen**

(Foto U.S. Air Force, S.A. Cuomo; collectie NIMH)

*Het is een betrekkelijk nieuw verworven inzicht dat processen altijd blootgesteld zijn aan veranderlijke impulsen uit hun omgeving en dat een 'storingsvrij proces' een theoretisch idee is, dat in de praktijk principieel niet voor kan komen.*

Het ontwerp van organisaties moet het omgaan met dit probleem faciliteren. De Sitter stelt verder (2000, p. 9):

*Dit inzicht behoort ook te leiden tot een ander woordgebruik. In plaats van te spreken over een beheerst proces zouden we moeten spreken*

De invloed van (organisatie)structuur op regelcapaciteit is daarmee een essentieel onderwerp voor de structuurdenkers. Oppervlakkig gezien heeft structuur weinig te maken met het menselijk functioneren. Op basis van dit soort observaties achten sommige sociale wetenschappers het onderwerp structuur nauwelijks hun consideratie waard.

Sterker nog, sommige sociale wetenschappers hebben een afkeer van het onderwerp structuur vanwege de technocratische bijmaak van het

Volgens de analyse van de structuurdenkers is het echter in die omstandigheden zo dat centrale controle leidt tot structurele complexiteit en daarmee een zware interne besturingslast. Nobelprijswinnaar H. Simon drukt het als volgt uit (1997, p. 47):

*Organizations are not highly centralized structures in which all the important decisions are made at the center. Organizations operating in that centralized way would exceed the limits of human procedural rationality and lose many of the advantages attainable from the use of hierarchical authority.*

### **Interactie en koppeling in een netwerk**

C. Perrow (1999) is de structuurdenker die zich het meest nadrukkelijk op het terrein van het ongevalsonderzoek heeft bewogen. Hij is bijvoorbeeld de geestelijke vader van het begrip *normal accidents*. Zijn benadering is waardevol omdat hij de conceptuele gereedschappen levert waarmee naar netwerken van organisaties gekeken kan worden. Interessant is dat hij een onoplosbaar besturingsdilemma voor complexe systemen poneert dat in hoge mate relevant lijkt voor de hedendaagse krijgsmacht.

Perrow introduceerde twee essentiële begrippen in de systeemtheoretische manier van kijken naar ongevallen: 'interaction' en 'coupling'. Beide begrippen beschrijven dimensies waarop organisatiesystemen kunnen worden getypeerd. *Interaction* verwijst naar de manier waarop elementen in een systeem elkaar kunnen beïnvloeden, met andere woorden, met elkaar kunnen interacteren. *Lineair interaction* verwijst daarbij naar een manier van functioneren die verloopt zoals bedoeld in het systeemontwerp.

Een systeem dat geconfronteerd wordt met *complex interaction* heeft daarentegen te maken met allerlei onvoorspelde interacties tussen delen van het systeem. Koppeling verwijst

naar de manier waarop delen van het systeem van elkaar afhankelijk zijn. Losse koppeling wil zeggen dat subsystemen relatief onafhankelijk van elkaar kunnen optreden. Strakke koppeling wil zeggen dat subsystemen elkaar in hoge mate kunnen beïnvloeden in die zin dat een *failure* in het ene subsysteem direct grote invloed heeft op het functioneren van een ander subsysteem.

Deze manier van denken is in het ongevalsonderzoek bijvoorbeeld toegepast door Snook (2000). Hij traceerde een deelloorzaak voor een *friendly fire* incident in Irak terug tot het complexe netwerk van organisatiedelen dat samen moest werken in een onzekere omgeving (*complexity*) en waarin gebeurtenissen in het ene deel van de organisatie directe en verstrekkende gevolgen hadden in het andere deel van de organisatie (*tight coupling*).

#### **Besturingsdilemma**

Systemen die te maken krijgen met complexe interacties en die ook nog gekarakteriseerd worden door strakke koppeling krijgen volgens Perrow te maken met een besturingsdilemma. Complexe interactie wil zeggen dat een systeem wordt geconfronteerd met allerlei onvoorspelbare procesverstoringen. Om een dergelijk systeem te besturen is *decentralisatie* volgens Perrow het meest aangegeven middel.

Bij strakke koppeling tussen elementen van een systeem is echter *centralisatie* het meest aangewezen besturingsprincipe. Immers, de afhankelijkheden tussen elementen zijn op een decentraal niveau niet altijd te overzien. Beide eisen spreken elkaar tegen.

Volgens Sagan (1993, p. 40) heeft dit directe consequenties voor de beheersbaarheid van het organisatie-systeem:

*When a system is both interactively complex and tightly coupled, the requirements for reliability are simply incompatible.*

Dit dilemma lijkt in hoge mate relevant voor de huidige krijgsmacht. Enerzijds is zij er zich van bewust dat decentralisatie van groot belang is bij complexe operaties, omdat inzicht in de specifieke lokale condities niet op een centraal niveau aanwezig is. Anderzijds treedt zij steeds vaker op in complexe *joint* en *combined* netwerken waarbij de afhankelijkheden tussen de verschillende onderdelen van het netwerk vaak niet meer op een decentraal niveau te overzien zijn.

Terugkerend naar de eerder genoemde uitspraken van De Sitter is het de vraag of er op die manier netwerken worden gecreëerd die in principe beheersbaar zijn.

#### **Suboptimaal**

Een taakontwerp dat alleen inzicht geeft in een klein deel van de cruciale processen en een besturingsstructuur die de operator weinig bevoegdheden geeft voor wat betreft het ingrijpen in cruciale processen, leiden tot een suboptimale *mindfulness*, oftewel SA. De inrichting van een organisatie of netwerk, zoals de wijze waarop taken tot functies zijn gebundeld, het aantal hiërarchische niveaus, het aantal beslissers en het aantal verschillende organisaties in een netwerk, is dus ook een variabele als we kijken naar incidenten en ongevallen of het voorkomen daarvan.

Om zo veilig mogelijk te kunnen opereren, moet dus ook de taak- en organisatiestructuur worden geoptimaliseerd. Bij netwerken levert dit laatste echter voorsnog onoplosbare problemen op. Op dit terrein en bij het ontwerpen van *high reliability organizations* is nog veel onderzoek nodig. Het Human factor vakgebied is naar onze mening echter bij uitstek het vakgebied om hieraan een bijdrage te leveren.

### **Ter afsluiting**

In dit tweeluik hebben we verschillende benaderingen in het Human factor onderzoek besproken. Hoe ver-





**Eglin Air Force Base, februari 2007. Na 2.200 vluchten zet de piloot zijn F-16 gevechtsvliegtuig voor de laatste keer veilig op de grond**

(Foto U.S. Air Force, A. Leonhard; collectie NIMH)

schillend de diverse benaderingen ook kunnen zijn, alle wijzen ze op het belang van Situational Awareness van de operator. SA zou om die reden het uitgangspunt moeten zijn bij het ontwerp van organisaties en systemen die in *high risk* contexten zouden moeten opereren.

De diverse benaderingen lopen volgens Johnson en Holloway (2003) in elkaar over en zouden allemaal kunnen worden gebruikt bij het bestuderen van een ongeval. Ofwel: een combinatie van de benaderingen is niet alleen vaak onvermijdelijk maar ook noodzakelijk om in een analyse te betrekken. Immers: een eenzijdige 'systeem'-benadering, in welke variant dan ook, leidt tot blindheid voor een logische, causale aaneenschakeling van evidente gebeurtenissen. En een te eenzijdige 'individuele' benadering leidt tot blindheid voor belangrijke intentionele, interactieve en contextuele elementen die bij een ongeval meespelen (Johnson en Holloway, 2003, p. 2).

Toch is dit eenvoudige uitgangspunt niet altijd eenvoudig te realiseren in de praktijk. Voor een organisatie als de defensieorganisatie zou het elimineren van *intermediate* en *root causes* moeten betekenen dat er rigoureus gebureaucratiseerd zou moeten worden.

Inmiddels hebben we de ervaring opgedaan dat debureaucratisering in veel organisaties een zeer moeizaam proces is, dat niet altijd langs de lijnen van de rationaliteit verloopt, en

soms zelfs een sterkere bureaucratisering in de hand lijkt te werken.

In organisaties die slagvaardiger proberen te worden door 'verplating' en 'afslanking' neemt via de achterdeur vaak de mate van centrale aansturing door middel van procedures juist weer toe. De defensieorganisatie vormt hierop geen uitzondering. In ieder geval kunnen we constateren dat de Human factor benadering zicht biedt op oplossingen en heeft weten uit te stijgen boven het obligate advies 'betere trainingsprogramma's zijn noodzakelijk'.

Sterker, Snook (2000) heeft laten zien dat betere training kan leiden tot wat hij noemt '*trained incapacity*': door te trainen op standaardscenario's (procedures en *drills*) kan iemand minder goed in staat zijn afwijkende scenario's te herkennen en er effectief op te reageren. Langs welke lijnen opleiding en training wel verbeterd kunnen worden, wordt aangegeven door de hiervoor behandelde moderne stresstheorieën.

Het 'zelf nadenken' in afwijkende situaties moet zeker gestimuleerd blijven worden en daarbij zijn inzichten en geïntegreerde toepassingen van de Human factor benadering afkomstig uit onder meer de ergonomie, de psychologische functieleer, de sociale psychologie, de gezondheidspsychologie, de organisatiekunde en de sociotechnische organisatieontwerpleer, onontbeerlijk.

## Literatuur

- Buijs, T.P. op den (2004). *Werkbelasting, gezondheid en welzijn. Een onderzoek naar het functioneren van Nederlandse militairen tijdens uitzendingen met een laag geweldsniveau*. Breda: Proefschrift UvT, Tilburg.
- Endsley M.R. (1995). 'Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems'. *Human Factors*, 37 (1), pp. 65-84.
- Endsley, M.R. (1999). 'Situation Awareness in aviation systems'. In Garland, D.J., Wise, J.A. and Hopkin, V.D. (Eds.). *Handbook of Aviation Human Factors*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Gaillard, A.W.K. (2003). *Stress, produktiviteit en gezondheid*. Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds. Johnson, Chris W., Holloway, C. Michael. (2003). *The Strengths and Weaknesses of Logic Formalisms to Support Mishap Analysis*. Proceedings of the 21st International System Safety Conference, 4-8 August 2003, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 1133-1142.
- Johnson, C.W., Holloway, C. Michael. (2003). 'A Survey of Logic Formalisms to Support Mishap Analysis'. *Reliability Engineering and Systems Safety*, volume 80, Issue 3, pp. 271-291.
- Kompier, M.A.J., & Marcelissen, F.H.G. (1990). *Handboek Werkstress: systematische aanpak voor de bedrijfspraktijk*. Amsterdam: Nederlands Instituut voor Arbeidsomstandigheden (NIA).
- Kramer, E.H. (2004). *Organizing doubt. Self-organization and Army units in Crisis Operations*. Proefschrift. TU Eindhoven.
- Lazarus, R.S. (1966). *Psychological stress and the coping process*. New York: McGraw-Hill.
- Perrow, C. (1999). *Normal accidents: Living with high-risk technologies*. Princeton: Princeton University Press. 2<sup>nd</sup> Edition, first published by Basic Books 1984.
- Sagan, S.D. (1993). *The Limits of Safety. Organizations, Accidents, and Nuclear Weapons*. Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Sitter, U. de (2000). *Synergetisch Produceren*. Assen: Van Gorcum. Tweede editie.
- Snook, S.A. (2000). *Friendly fire: The accidental shootdown of U.S. Black Hawks over Northern Iraq*. Princeton, NJ: Princeton University.
- Weick, K.E. (1979). *The social psychology of organizing*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing.
- Weick, K.E., & Sutcliffe, K.M. (2001). *Managing the unexpected: Assuring high performance in an age of complexity*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Wientjes, C.J.E. & Gaillard, A.W.K. (1997). *Grensverleggende activiteiten: eindrapportage*. Soesterberg. TM-96-A032.