Resilient risk management: het creëren van veerkrachtige operationele processen

Ir. Johan van der Vorm, TNO Team Veilig en gezond ondernemen, e-mail johan.vandervorm@tno.nl
Dolf van der Beek, Raphael Gallis, Niek Steijger, Gerard Zwetsloot

1 Samenvatting

Resilient risk management is een benadering van procesbeheersing die volop in ontwikkeling is. TNO is bezig met het ontwikkelen van instrumenten en interventiemethoden om aan dit (in veiligheidsland nog) nieuwe concept concreet invulling te geven. Op deze wijze komt voor organisaties een nieuwe zienswijze en aanpak beschikbaar die bedrijven meer weerbaar/ wendbaar maakt en veerkracht geeft. Op deze wijze zijn bedrijven en hun processen beter opgewassen tegen nieuwe uitdagingen die de toenemende complexiteit en veranderingen met zich meebrengen. Resilience is niet alleen toepasbaar voor zogenoemde HRO-bedrijven maar ook andere bedrijven die hun veiligheids- en risicomanagement mede willen richten op adaptiviteit en positieve doelen en daarmee ruimte voor betere productiviteit, flexibiliteit en innovatief vermogen willen creëren. Verschillende voordelen van resilience in bedrijven komen aan de orde.
De resilient risk management aanpak heeft behoefte aan nieuwe instrumenten en modellen. Enkele door TNO in het kader van het Resilience Innovation Laboratory en via bronnenonderzoek geïnventariseerde instrumenten worden besproken en een aanzet voor een management aanpak gegeven. Het resilience analysis grid dat de 4 vermogens van resilience (reageren, anticiperen, monitoren en leren) meet, vormt hiervan de kern. Deze gaat ook in op het ontwikkelen van resilience op team en individueel niveau van organisaties. Een socio-technische benadering staat daarin voorop. TNO zal, onder andere in het kader van het Resilience Innovation Laboratory, de komende jaren de ontwikkeling van instrumenten voortzetten. Geïnteresseerde partijen zijn daarin welkom.

Keywords

Resilience, resilient risk management, innovatie, team, veerkracht.

2 Inleiding

Resilience engineering als nieuwe invalshoek[1] op veiligheid is nog altijd sterk in ontwikkeling. TNO zoekt daarom in diverse bronnen naar concepten en bouwstenen om het resilience-concept toepasbaar te maken voor de BV Nederland. Dit artikel geeft een overzicht van de stand van zaken van inventarisatie van instrumenten op het gebied van resilient risk management (RRM).

Op onze zoektocht naar bruikbare informatie hebben wij de volgende vragen gesteld:
– Wat is de oorsprong en betekenis van het concept resilience?
– Voor welke bedrijven en risco's is de toegevoegde waarde van resilience het grootst?
– Hoe meet en onderzoek je resilience?

– Hoe krijg je zinvolle informatie over de weerbaarheid van de organisatie uit bestaande data?
– Hoe kan het management sturen op het vergroten van de resilience van de organisatie?

De resultaten zijn gebruikt voor een overzicht van meetinstrumenten en een aanzet voor een resilient risk management (RRM) model. TNO gebruikt daarvoor het Resilience Innovation Laboratory (RIL) om kennis te delen en de ontwikkeling van het resilience concept te stimuleren. Deze paper vormt hiervan een momentopname en volgt de door Hollnagel[2] geformuleerde definitie:
"Resilience is the intrinsic ability of a system to adjust its functioning prior to, during, or following changes and disturbances, so that it can sustain required operations even after a major mishap or in the presence of continuous stress".

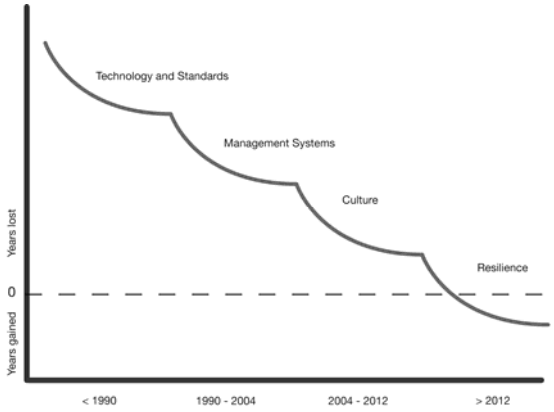
Er zal tot slot een eerste kader worden gegeven voor een vernieuwende management aanpak voor veiligheidskundigen en hun management die te maken hebben met complexe veiligheidsvraagstukken, een veranderende omgeving en die tegelijkertijd naar een flexibeler en veerkrachtiger procesvoering zoeken.

3 Wat is de oorsprong en betekenis van het concept resilience?

De traditionele goede praktijken van veiligheidsmanagement analyseren mensen, technologie en de werkcontext afzonderlijk. De socio-technische benadering brengt deze invalshoeken samen. Het benadrukken van interfaces en samenhang levert een analyse die dichter raakt aan de veranderlijke complexe werkelijkheid. Ook de wederzijdse interactie en aanpassingen tussen mensen (lifeware), technologie (hardware) en organisaties (software) (Clegg, 2000[3]) krijgen daarin een plaats.

Het ontwerp van socio-technische systemen is een basis voor resilience engineering (Hollnagel & Woods, 2005[4]). Rasmussen (1997[5]) stelde al eerder een reeks principes voor voor het ontwerp van veilige en adaptieve werksystemen die nu verder worden ontwikkeld onder de vlag van resilience engineering (RE). Genoemde auteurs stellen dat menselijke fouten en machinefalen blijven voorkomen. Het is dus nuttiger om de inspanningen te richten op een aanpak om storingen en veranderingen te voorzien. En het systeem terug te kunnen krijgen en/of te herstellen naar de originele staat of een aangepaste staat, die verschillend maar toch veilig is (Sheridan, 2008[6]).

In tegenstelling tot andere veiligheidsparadigma's benadrukt RE de positieve kant van veiligheid (Groeneweg[7], 2010; Hollnagel 2008). Het concentreert zich op het verkrijgen van inzicht in hoe aanpassingsstrategieën veilig en betrouwbaar werk verzekeren en hoe door bij te dragen aan flexibiliteit van de bedrijfsprocessen de productiviteit wordt bevorderd. Vrij vertaald richt RE zich op de weerbaarheid, wendbaarheid en veerkracht (resilience) van systemen.



Figuur 1, resilience zoekt toevoeging van waarde aan bedrijfsproces zoals langere inzetbaarheid van mensen (bron: Groeneweg, 2010)

Het veronderstelt dat resilience een eigenschap van het systeem is die bewust kan worden ontworpen en beheerst. Resilient risk management (RRM) benut deze benadering als een manier om organisaties in te richten en processen te managen.
Het gaat er daarbij om wat de organisatie doét (bijvoorbeeld het voorkomen van het ontstaan van de voorwaarden die ervoor zorgen dat ongelukken/ fouten zich voordoen); dan iets dat de organisatie tijdelijk is zoals werkende veiligheidsmaatregelen (Sheridan, 2008).

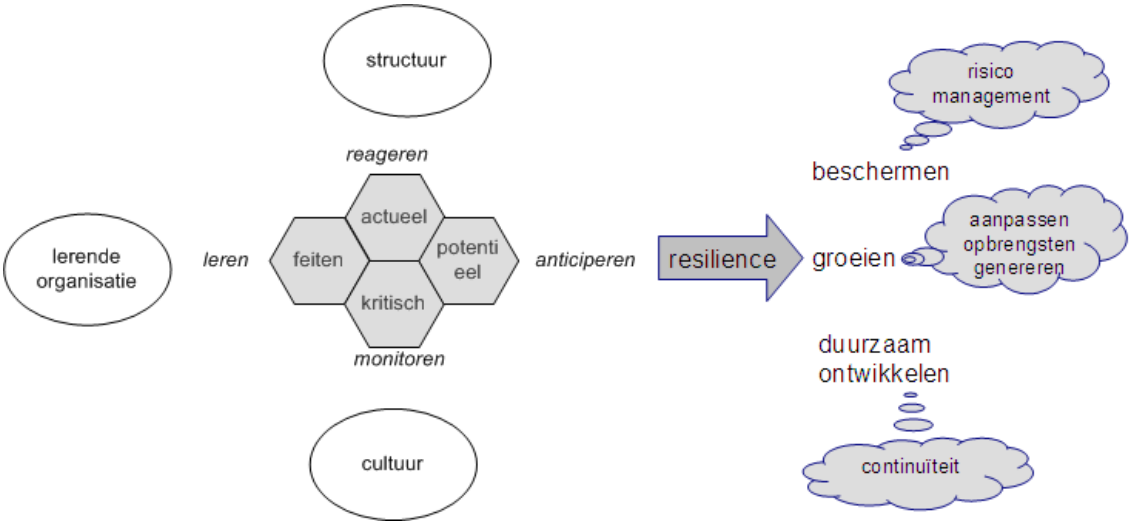
RRM-modellen bestaan nog voornamelijk uit concepten en principes (Woods & Hollnagel, 2006[8]). Echter, de ontwikkeling van een methodologisch kader is in volle gang en daar maakt deze paper onderdeel van uit.

4 Voor welke bedrijven en risico's is de toegevoegde waarde van resilience het grootst?

4.1 Voordelen van resilience

Resilience zal een steeds belangrijkere eigenschap van bedrijven en organisaties worden. Niet alleen om veerkracht in kritische maatschappelijke processen te vergroten (bijv. energie voorziening & een effectiever calamiteiten- of rampenorganisatie) maar ook om commerciële slagkracht te ontplooien door flexibiliteit, aanpassingvermogen en scheppen van ruimte voor vernieuwing. Dagelijkse operationele processen worden daarmee verbonden door ook resilience in het primaire proces (teams en individuen) te organiseren waardoor ruimte voor creativiteit en vernieuwing wordt gecreëerd.

Resilience zal het bewustzijn van de organisatie van zijn gehele operationele omgeving verhogen, zowel intern als extern. Het stelt de organisatie in staat om bedreigingen (en kansen) te herkennen en er adequaat op te reageren. Verhoogde resilience stelt een organisatie(onderdeel) ook in staat om zijn belangrijkste kwetsbaarheden (vulnarabilities) beter te identificeren en prioriteiten te stellen bij het uitvoeren van plannen m.b.t. procesbeheersing, bedrijfscontinuïteit en crisismanagement. Daarmee wordt een aanpak aangereikt die mede inhoud kan geven aan het voorzorgprincipe en risk governance.
Resilience brengt veiligheid dan ook in de core business[9] als bijdrage aan de vergroting van productiviteit en innovatief vermogen[10].



Figuur 2, resilience onderdeel van core business

De vraag die rijst, is welke bedrijven het meeste profijt hebben van het ontwikkelen van resilience? De toepassingen van RE zijn aanvankelijk gezocht voor zeer riskante systemen met complexe kenmerken zoals interconnectie tussen systeemcomponenten, onzekerheid en veranderlijkheid (Christoffersen & Woods, 1999[11]). Het gaat daarbij veelal om bedrijven die de literatuur aanduidt als High Reliability Organizations[12] in de volgende sectoren:

- Vliegtuigindustrie, luchtverkeersleiding
- Proces, automotive en nucleaire industrie
- Railtransport
- Olie & gas winning
- Lucht- en ruimtevaart.

Het concept resilience is evenwel breder toepasbaar. McManus (2008[13]) zegt hierover: "Men zou kunnen stellen dat alle organisaties complex zijn vanwege de complexiteit van hun meest gemeenschappelijke 'agent', mensen (Schein, 1980[14]). Echter, het is typisch de interne of externe omgeving die het meest bijdraagt aan de complexiteit in organisaties (Dooley, 2002[15]). De interne omgeving wijst op de organisatorische processen en de ondersteunende technologieën binnen de organisatie terwijl de externe omgeving bestaat uit leveranciers, concurrenten, markten etc." Resilience is een kwaliteit die voor elke organisaties nuttig is die opereert in (lastig voorspelbare) interne en externe veranderende omgevingen (Hollnagel, 2006). Wat ze gemeen zullen hebben, is dat de resilient vermogens zich zullen richten op alle risico's met impact op continuïteit van processen en door het vergoten van flexibiliteit kansen op ontwikkeling te vergroten.

Resilience kan dus van toepassing zijn voor iedere organisatie die te maken heeft met processen in een veranderlijke, complexe interne, dan wel externe omgeving en daarmee flexibel en adaptief mee wil omgaan.
In dat perspectief kan resilience dus ook op het niveau van individuen (leraren), teams (denk aan de zorg, OK-teams) en MKB-bedrijven worden ontwikkeld.

5 Hoe meet en onderzoek je resilience?

Om iets te kunnen zeggen over hoe resilient een organisatie is, zijn instrumenten nodig zoals meet-, verbetering- en voorspellingsinstrumenten (Woods et al., 2006[16]). Uit de inventarisatie tot nu toe van instrumenten wordt duidelijk dat daaraan verschillende doelen, toepassingsgebieden en concepten ten grondslag te liggen.

5.1 Meetinstrumenten

Wij hebben via literatuur- , internet searches en bestudering van conferencepapers een diversiteit aan instrumenten gevonden, zie ook de compilatie op de resilience innovation lab-website. Deze instrumenten blijken veelal bedrijfskundig (gericht op overall business doelen) of socio-technisch (gericht op de werking en dynamiek van systemen en processen) te zijn opgezet.
Deze opzet bepaalt de modellering van de te beoordelen organisatie en het beoogde doel van de meting.

Voorbeelden van bedrijfskundige instrumenten zijn:

1. Meten operationele resilience met behulp van de multi attribute utility theory (MAUT) (Stolker, 2008)[17]. Op deze wijze worden multi-criteria problemen van diverse stakeholders tegen elkaar afgewogen en (beleids)alternatieven in beeld gebracht met behulp van een numerieke score en kan een uitspraak over de betrouwbaarheid van de organisatie worden gedaan.
2. Analyseren van waardebomen op basis van het model van Highly Reliable Resilient Organization ook met behulp van MAUT (Gifun, 2009)[18].
3. Auditen en beoordelen van resilience in security- en business continuity management (ASIS, 2010)[19].
4. Beoordelen van operationele resilience processen op basis van het CERT®-model: bijvoorbeeld door tabletop analyses (via brainstormen en consensusvorming komen tot een sequentiële lijst van nodige taken en vervolgens bepalen welke training is vereist), audits e.d. (Carnegie Mellon University, 2010)[20].

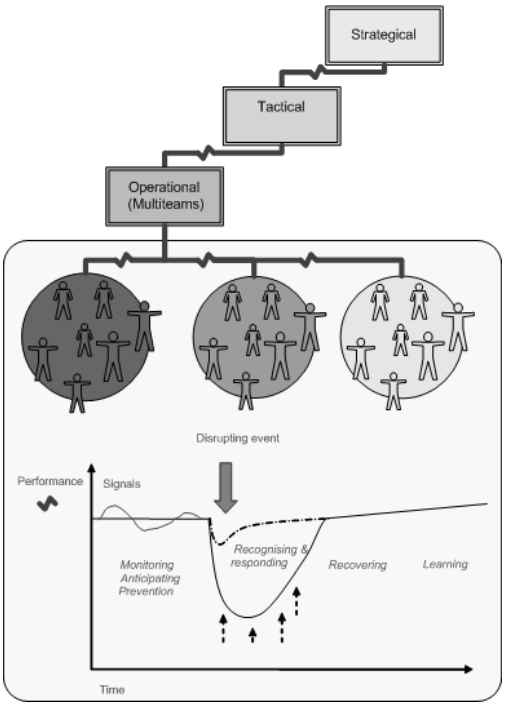
Voorbeelden van socio-technisch gerichte instrumenten zijn:
Vaststellen van resilient markers (systeemkenmerken of procedures die ervoor zorgen dat resilient gedrag zich manifesteert). Onderzoek hiernaar geeft inzicht in systeemkenmerken die mensen ertoe zetten resilient activiteiten te ontplooien (Back et al. 2008[21]). Het identificeren van deze ‘markers’ kan nuttige resilience prestatie-indicatoren opleveren. In Tabel 1 wordt per systeemniveau van een nucleaire plant voorbeelden van resilient markers gegeven.

Table 1. Levels of Granularity.

Granularity	Examples of Vulnerabilities	Resilient Manifestations	Resilient Markers
Individual Level (*see* Section 3)	Errors in procedural routine	1. Reflection 2. Cue creation	Providing an opportunity for meta-cognitive activities.
Small Team Level (*see* Section 4)	Coping with increased demand	1. Buffering 2. Work shadowing 3. Artefact use	Optimised flow of information and physical layout. An understanding of artefact use, social conditions.
Operational Level (see Section 5)	High complexity	Error recovery	Symptom-based emergency procedures, automatic safety systems, strategic crew leadership.
Plant Level (*see* Section 5)	Plant shut downs or failures to start up, major accidents	1. Plant safety record 2. Response to major disturbances	Maintenance regime, plant upgrades, risk analysis, training programs.
Industry Level (*see* Section 5)	Political and regulatory intervention	Performance necessity and availability of alternatives	Regulatory compliance, public/political perception, cost-benefit ratio, competitiveness.

1. *Beoordeling van vier vermogens van resilience eventueel gecombineerd met vragenlijstonderzoek op basis van resilience analysis grid (RAG (Hollnagel, 2006, 2009 en 2010 [20]).*

Wij richten ons vooralsnog op de verdere verkenning en ontwikkeling van een meetinstrumentarium op basis van het RAG. Het resilience analyses grid kan in potentie op verschillende niveaus worden ingezet omdat zij zich richt op dynamische ontwikkeling ongeacht het systeemniveau en kan een ontwikkeldoelstelling onderbouwen. Mogelijk dat het ook toepasbaar is op individueel niveau.



Figuur 3, resilience: managen van variabiliteit op verschillende organisatieniveaus

Het RAG operationaliseert de vier vermogens van resilience zoals die door Hollnagel zijn beschreven:

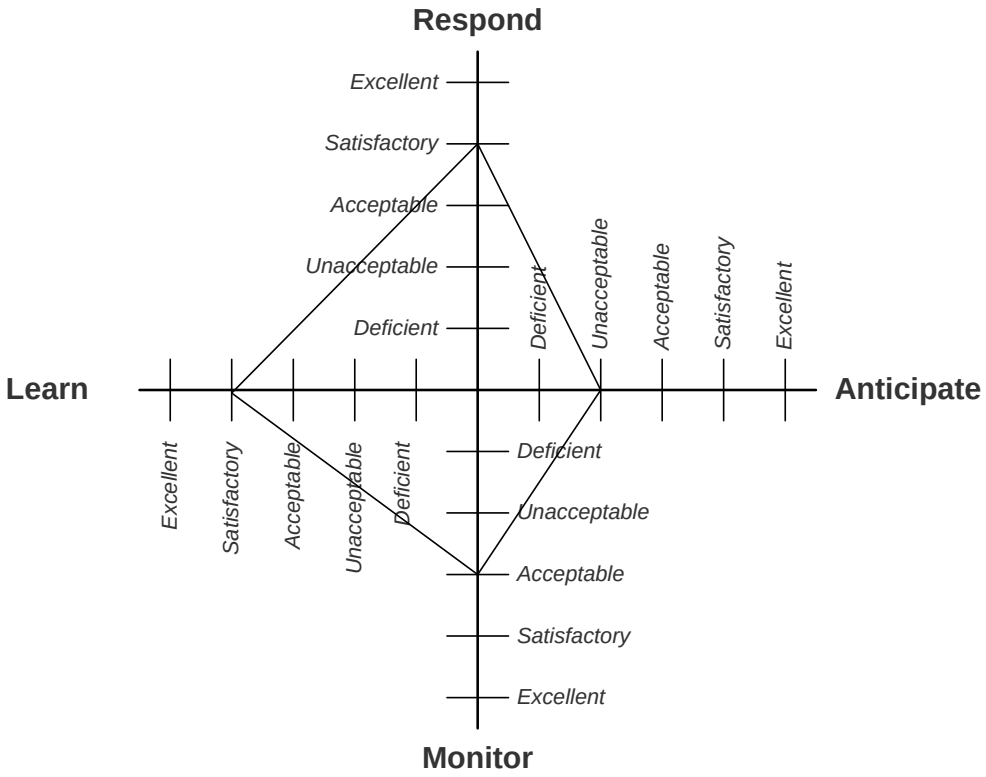
1. Het vermogen om te reageren, dat zich richt op de lopende processen
2. Het vermogen om te anticiperen, dat zich richt op toekomstige ontwikkelingen
3. Het vermogen te monitoren, dat zich richt op kritische factoren in het organisatieproces
4. Het vermogen te leren, dat zich richt op het feitelijke, aansturen en verinnerlijking van verandering.

Deze vermogens kunnen worden uitgewerkt door daaraan kenmerken toe te kennen. In de volgende tabel 2 zijn deze in de vorm van tref- of gidswoorden samengevat (Resilience Innovation Laboratory, 2010). Per gidswoord leidt een vraag naar een beoordeling van een bepaalde kwaliteit van een organisatie.
Bijvoorbeeld: Welk beeld of modellen heeft een organisatie om relevant toekomstige ontwikkeling, bedreigingen e.d. expliciet te maken?

Reageren	**Anticiperen**	**Monitoren**	**Leren**
Event list	Effort	Indicators	Selection criteria
Relevance	Strategy	Validity	Classification
Response	Model	Relevancy	Formalization
Background	Time horizon	Change	Structure for learning
Response list	Frequency	Mindfulness	Training
Speed	Expertise	Indicator type	Learning style
Threshold	Causal relationship	Measurement type	Learning target
Readiness	Communication	Delay	Learning impact
Priorities	Acceptability	Measurement frequency	Resources
Resources	Culture of mindfulness	Analysis	Delay
Sustainment	Management	Readings	Culture for learning
Persistence	Effort	Stability	Management
		Organizational support	Effectiveness
		Culture	

Tabel 2, overzicht van gidswoorden voor het beoordelen van resiliente organisatie

De ontwikkeling van dit instrument zal zich eerst richten op het verzamelen van relevante organisatiekenmerken (maten voor resilience en daaraan toe te voegen meetbare kenmerken). Door de organisatie op deze kenmerken via een vragenlijst, audit of expertteam te bevragen en op een 5-puntsschaal te scoren, kan via een gewogen score aan elke dimensie een getal worden toegekend. Door deze getallen te plotten in een webdiagram, ontstaat een beeld van resilience waarmee de organisatie in de tijd met zichzelf of met andere organisaties kan worden vergeleken. De als voorbeeld in het voorbeelddiagram afgebeelde asymmetrie kan wijzen op een onevenwichtig georganiseerd ‘zijn’ van de organisatie, die zich vooral door ‘lagging indicators’ laat sturen.



Figuur 4, voorbeeld van score van 4 vermogens van resilience

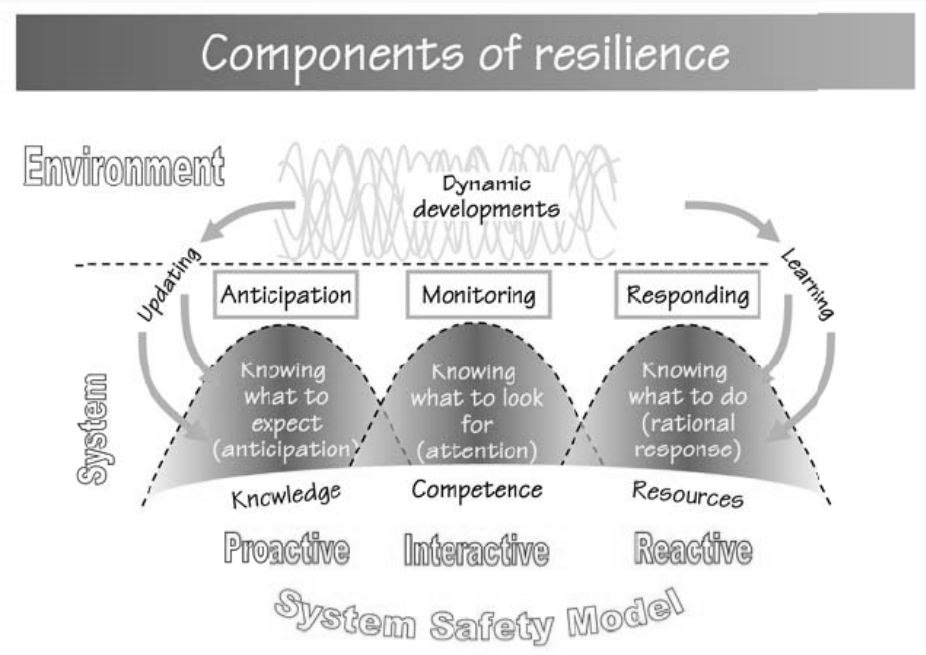
TNO wil dit grid binnen het Resilience Innovation Laboratory verder uitwerken.

5.2 Verbeterinstrumenten

Verbeterinstrumenten geven richting aan ontwikkelprocessen gebaseerd op ontwikkeldoelen en diagnoses. Zij kunnen direct aansluiten op het primaire proces of meer gericht zijn op organisatiedoelstellingen. Een invalshoek is het "systems- of organisational design"; heuristieken (Jackson, 2009) [22] waarin ontwerpprincipes worden beschreven vormen daarin interessante bouwstenen voor RRM.
Verbeterinstrumenten richten zich op het verbeteren van de normale bedrijfsvoering en het management of change gericht op het organiseren van vernieuwing. Hollnagel, Woods & Leveson (2006) onderscheiden daarbij 3 ontwikkelstadia:

1. Reactief (broos en geen resilience)
2. Interactief (robuust en gedeeltelijke resilience)
3. Pro-actief (resilient met volledige resilience).

Hoe ontwikkeling dan wel groei meetbaar/diagnosticeerbaar te maken en te vertalen naar diverse groeistadia zoals in diverse Safety Culture Maturity modellen à la Hearts & Minds is in de literatuur echter nog niet nader gespecificeerd. Het RAG biedt daar in potentie wel mogelijkheden toe. Figuur 5 modelleert de diverse elementen al zonder evenwel een groeiscenario weer te geven.



Figuur 5, de drie ontwikkelstadia van resilience (bron: Hollnagel 2007 Presentatie Mines Paris – Tech)

5.3 Voorspellingsinstrumenten

Voorspellingsinstrumenten helpen bij het maken van compromissen (trade-offs) als het bedrijf geconfronteerd wordt met prestatiedruk of beperkte resources. Morel et al. (2008[23]) geven de eerste aanzet tot dergelijke methodieken. In hun studie m.b.t. het zeevisserij 'systeem' concluderen zij dat dit socio-technisch systeem, door vakmensen gerund, zeer resilient is omdat zij vertrouwen op een hoog aanpassingsvermogen gebaseerd op de deskundigheid van de vakman. En dat deze deskundigheid juist is opgedaan doordat zij zijn blootgesteld aan frequent en aanzienlijk risico! Dit geeft de paradox weer van veiligheid willen bereiken door enerzijds beperkingen op te leggen (verboden en beschermingsmiddelen) en resilience (eigen vermogen om om te gaan met onverwachte gebeurtenissen) anderzijds. Als er geen simulatoren beschikbaar zijn, kan het moeilijk zijn om bijvoorbeeld een operator bepaalde vaardigheden te trainen zonder hem aan risico's bloot te stellen. Morel et al. (2008) geven wel een aantal handvatten om dit toch te bewerkstelligen: het aanleren van een proactieve houding/mindset, simulatietraining om resilience te cultiveren, te werk gaan binnen de grenzen van een goed geregeld werkdomein waar de operators nog steeds enige autonomie behouden i.p.v. werken aan de hand van strikt geprotocolleerde richtlijnen en het heroverwegen van risico-evaluaties door opnieuw te kijken naar onwaarschijnlijke scenario's.

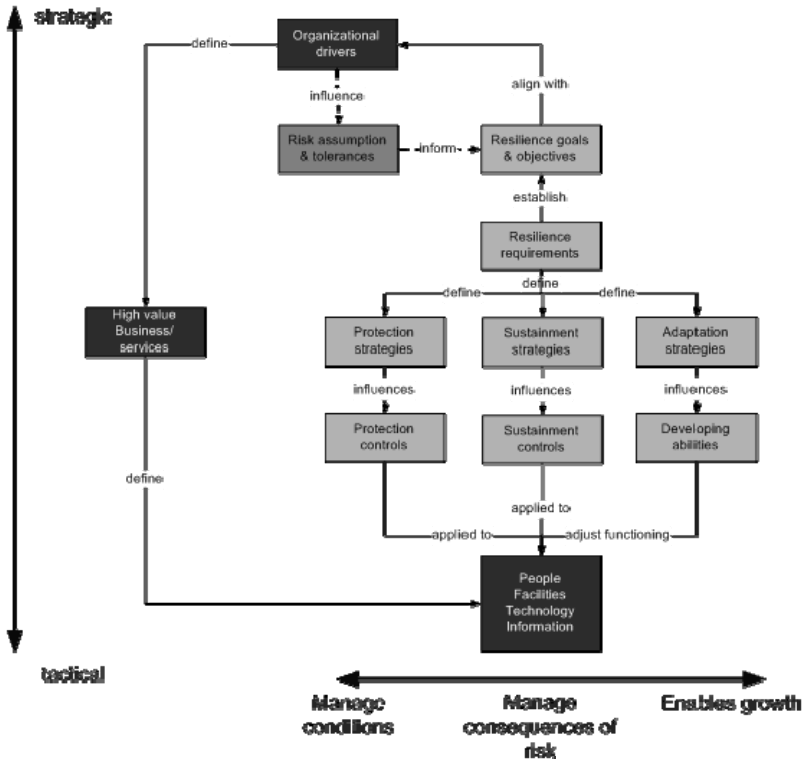
6 Hoe krijg je zinvolle informatie over de resilience van de organisatie uit bestaande data?

De vraag welke informatie beschikbaar is over de resilience van mijn organisatie, zal zich op verschillende manieren laten beantwoorden. We beperken ons hier tot voorbeelden op de eerder onderscheiden niveaus.

1. Strategisch: sturen en evalueren ten behoeve van beleidsontwikkeling en het stellen van doelen:
   a. Beoordeling van resilience op basis van bedrijfskundige modellen en op basis van audits.
   b. Organizational level leading indicators (Wreathall, 2001; Wreathall, 2006): e.g. management commitment, awareness, preparedness and flexibility.
   c. Beoordelen 4 vermogens van resilience (RAG) vanuit de optiek van de organisatie in zijn context (maatschappelijk veld, netwerken, supply chain etc.).

2. Tactisch niveau:
   a. Leading indicators: o.a. Herrera en Hovden (2008[24]) definiëren 'leading' indicatoren als precursors. Dit zijn indicatoren die veranderen alvorens zich een verandering in het gecalculeerd risico heeft voorgedaan. Wreathall, 2001[25]; Wreathall, 2006[26]): noemen als leading indicatoren o.a. management commitment, awareness, preparedness en flexibiliteit.
   b. Identificeren en volgen van precursors (terugkerende operationele afwijkingen) met als doel het proactief identificeren van mogelijk zwakke plekken in de organisatie en daarmee mogelijke ongevalsscenario's voorspellen/ voorkomen d.m.v. bijv. het 7 fasen protocol van Sonnemans en collega's (Körvers & Sonnemans, 2006[27]; Sonnemans et al., 2010[28]). Dit levert kwalitatief inzicht in hoe incidenten/events zich ontwikkelen tot daadwerkelijke ongevallen. Daarnaast hebben precursors een waarschuwings-c.q. signaleringsfunctie. Wu et al. (2010[29]) doen soortgelijke analyses door o.b.v. casestudies van eerdere ongevallen (in de bouw) precursors te identificeren. Vervolgens is er een custom-made precursor vragenlijst voor de bouw ontwikkeld.
   c. Kwetsbaarheidanalyse.
   d. Beoordelen 4 vermogens van resilience (RAG).

3. Operationeel niveau:
   a. Werkvloer niveau leading indicatoren (Hovden et al. 2010[30]): overwerk, seizoengebonden recruitment, kwaliteit van opleiding, adequate terugkoppeling van rapportage, ziekteverzuim niveaus, hoe risicobeheersprocessen systematisch geïntegreerd zijn in normale activiteiten (toepassing van 'safe job' analyses) en interpretatie/update van procedures.
   b. Team analyse met behulp van waarneming, interviews, simulatie e.d.
   c. Beoordelen 4 vermogens van resilience (RAG).



Figuur 6, resilience doelstellingen gericht op managen van omstandigheden, gevolgen van variatie en ontwikkelingsruimte (bron: bewerking van CERT®)

7 Hoe kan het management sturen op het vergroten van de resilience van de organisatie, een aanzet voor een RRM-model?

De versterking van resilience vraagt om de ontwikkeling van visie en het beoordelen en inrichten van de bedrijfsvoering vanuit het perspectief wendbaar, weerbaar en veerkrachtig te willen zijn. Het vermogen te reageren op afhankelijkheden, ontwikkelingen, kansen en bedreigingen in de omgeving staat daarin centraal. Dit kan strategisch worden geïnterpreteerd maar ook tactisch (hoe richt ik mijn processen in en wat betekent dat voor teams en individuen?).

Op organisatieniveau zijn de volgende kenmerken van belang:

1. *Visie en ambitie*
   a. Vertrouwen in om te gaan met onzekerheden en speelruimte te laten waar dat aan teams en competente vaklieden kan worden overgelaten (veronderstelt ook het soms 'loslaten' van oude (schijn)zekerheden, zoals het teveel vastleggen van alle taken in procedures (Grote 2010[31]).
   b. Sturen bedrijfsproces op positieve waarden en uitgangspunten.

2. Beleid

Welke ruimte vanuit risicomanagement optiek kan worden gelaten aan flexibiliteit en aanpassingsvermogen enerzijds en resilience als een noodzakelijk complement van risicomanagement anderzijds? Het gaat daarbij om beschermen, beheersen en groeien.

3. Management verantwoordelijkheden

De volgende management verantwoordelijkheden zijn nodig (Sheridan, 2008):

- Nadruk op het anticiperen op toekomstige mogelijke incidenten en op welke acties de negatieve gevolgen van eerdere incidenten beperkten en hielpen bij het herstel ervan
- Ononderbroken meting van de variabelen die de staat van het systeem meten (hoe „dicht bij de rand" van de veiligheidsgrenzen).
- Waardering van hoe het formele beleid en de procedures verschillen van, maar niettemin betrekking hebben op, de werkelijkheid van acties van werknemers; verwezenlijking van een open klimaat voor incidentrapportage en wederzijds respect tussen het management en de werkvloer.
- Aanmoediging van mensen met minder status of gezag om suggesties te doen aan degenen met meer status of gezag en deze ook te controleren.
- Het in overweging nemen van organisatorische mentale werkbelasting, een maatregel die reeds gebruikt wordt voor individuen en teams die onder stress opereren.
- Motivatie en flexibiliteit van een systeem: om te leren en aan te passen. De flexibiliteit veronderstelt voldoende opleiding van zowel managers als de werkvloer zodat zij hun nominale systeem begrijpen en vertrouwen hebben dat zij, indien nodig, kunnen improviseren.
- Bereidheid het efficiencydoel tijdelijk los te laten voor het veiligheidsdoel wanneer de omstandigheden ernaar zijn om dit te doen.
- Ontwikkeling van begrijpelijke modellen van de werknemers, het team, en/of de organisatie die de representatie zijn van de juiste controle-input en prestatie-output en de relatie tussen die twee omvatten om iedereen in de organisatie „aan boord van" te houden.
- Het beschikbaar hebben van resources: verzekeren van de beschikbaarheid van middelen die nodig zijn voor ernstig abnormale gebeurtenissen, indien zij voorkomen.
- Top-level commitment aan veiligheid: bereidheid om in veiligheid te investeren en de verbeelding (van fouten), zelfs zonder een recente geschiedenis van ongevallen, actief te houden.

De bovenstaande punten komen overeen met de principes van resilience zoals beschreven door Wreathall (2006).

4. *Inrichten van 4 vermogens van resilience*

Gedacht kan worden aan de analogie van het inrichten van een learning agent of change agent maar waarin anticiperen een nadrukkelijke plaats heeft.
Op procesniveau kan gedacht worden aan het versterken van team- en individuele resilience, die deze vermogens ontwikkelen.

Teamresilience

Teams zijn een belangrijke plaats om resilience te verbeteren (Steijger, 2010)[32] en daarmee een belangrijk onderdeel van RRM. Teams worden geconfronteerd met een grote verscheidenheid van eisen en hebben het reservoir om potentiële schade te verhinderen, uit kansen voordeel te halen, of (aan negatieve) gevolgen het hoofd te bieden.

Teams hebben unieke kwaliteiten om te kunnen anticiperen op onvoorziene situaties. Intelligentie en creativiteit stelt hen in staat tot het dagelijks succesvol oplossen van nieuwe problemen die niemand had voorzien. Dat heeft voordelen van flexibiliteit en efficiëntie, maar eventuele fouten kunnen zich door complexe interacties onvoorspelbaar voortplanten.
De ingewikkeldheid van veel organisaties en hun netwerken maakt dat niemand overzicht kan hebben over het geheel en daardoor neemt de 'ongevalsgevoeligheid' toe. Een resilient team heeft als geheel die kwaliteit, van dat totaaloverzicht hebben, wél. Zo'n team heeft zoveel weerbaarheid ontwikkeld dat ze robuust kan anticiperen op de continue stroom van uitdagingen en daarin fouten en zelfs potentiële crises kan weerstaan. Als zo'n team is samengesteld uit meerdere disciplines is het gevoeliger voor veiligheidsrelevante informatie en kan het meer complete diagnoses maken.
De diversiteit maakt het mogelijk met verschillende ogen naar een potentieel kritische situatie te kijken. In zo'n team hebben mensen geleerd (leren) te voorzien (anticiperen) wat niet goed gaat, om vervolgens de regels flexibel te kunnen interpreteren en toepassen zodat deze overeenkomen met de werkelijke omstandigheden en daarna hun gedrag te kunnen aanpassen om tegemoet te komen aan de eisen van dat moment (monitoren) en zo nodig te kunnen detecteren en corrigeren wanneer dingen fout gaan (reageren en herstellen).

Optimale 'team situational awareness" is essentieel in het geval (primaire) processen collectief worden aangestuurd en coördinatie plaats moet vinden tussen verschillende teamleden die ruimtelijk van elkaar zijn gescheiden. Zo'n team probeert voortdurend de status van het proces te monitoren.
Dat kan met behulp van de eigen zintuigelijke waarnemingen en het raadplegen van de verschillende meet-en regelapparatuur. Dat monitoren kan ook door het voortdurend expliciteren van de eigen en elkaars intenties, acties en feedback op die acties. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van ICT-ondersteuning over de fysieke status en integriteit van het proces. Uit onderzoek blijkt dat veel van beschikbare datasets door separate staven worden geregistreerd en geanalyseerd en daardoor vaak niet wordt gecombineerd tot betekenisvolle veiligheidsinformatie.

Individuele resilience
Uit Australisch en Engels onderzoek[33] [34] [35] blijkt dat resilience als een te managen aspect van functioneren van werkers, bijvoorbeeld leerkrachten, kan worden gezien. Er is in feite al een wat langere traditie om op het niveau van individuen te spreken van 'resilience'. Het gaat dan om het vermogen veerkrachtig te kunnen omgaan met ongewenste en vaak onverwachte situaties. Dit is verbonden aan het goed kunnen blijven functioneren op het werk, dus met zowel productiviteit als employability. Zo kan bijvoorbeeld de ene leerkracht op een middelbare school bij de zoveelste oekaze van het ministerie van onderwijs (= onverwachte externe ingreep in het werk) dat zien als een kans om een broodnodige vernieuwing te realiseren, terwijl andere leerkrachten in dezelfde situatie er moedeloos van worden en alleen nog maar proberen met zo min mogelijk inzet de tijd tot hun pensionering uit te zitten. In de oudere literatuur werd persoonlijke resilience vooral gezien als een persoonskenmerk, waarbij bijvoorbeeld een optimistische instelling en zelfvertrouwen belangrijke factoren zijn.
Inmiddels is het besef ontstaan (Johnson (2010) en Coc (2010)) dat resilience op persoonlijk niveau ook sterk te maken heeft met de sociale interacties in de organisatie (denk aan sociale steun van direct leidinggevenden en collega's) en met beleid en leiderschap in de organisatie.

We zien dus ook dat als het gaat om resilience van individuen dat het team- en organisatieniveau aan de orde zijn. Omgekeerd zal het duidelijk zijn dat de resilience van teams en organisaties wordt beïnvloedt door de resilience van de meest betrokken personen. Er is dus steeds sprake van een wisselwerking tussen deze niveaus.

8 Synthese

In de context van het TNO-concept *veiligheid als core business* waarin structuur, cultuur en de lerende organisatie als essentiële aspecten voor het organiseren van veiligheid en daarmee vernieuwen van de bedrijfsvoering worden gezien, heeft resilience een logische plaats. Resilience zet veiligheid en gezondheid in een proactief en innoverend perspectief. Als vermogen om te reageren, anticiperen, monitoren en te leren, helpt RRM individuen, teams en organisaties voorbereid te zijn op "verrassingen" en om te gaan met veranderingen. Einddoel kan zijn operationele resilience op verschillende niveaus in de organisatie te hebben georganiseerd en alle aspectgebieden omvattend. Het gaat daarbij niet alleen om reactief handelen (weerbaarheid) maar ook proactief handelen (wendbaarheid en veerkracht) gericht op ruimte geven aan (groei) potentieel. Al doende wordt daarmee de menselijke kwaliteit aangesproken om creativiteit te ontplooien en te innoveren dan wel opgewassen te zijn tegen verstoringen en te herstellen zo dat de gestelde missie kan worden gehaald?

9 Hoe nu verder?

Het vakgebied RE is in beweging. Diverse professionele en universitaire vakgroepen en instituten zijn wereldwijd bezig het concept RE voor hun bedrijfstak (offshore) of vakgebied (security, IT, riskmanagement, system engineers) te vertalen naar diagnosetools en ontwerpmethodieken. Diverse initiatieven zijn zichtbaar geworden in het Resilience Innovation Laboratory. Verder is een Resilience Engineering Association in oprichting. TNO stelt zich de komende jaren tot doel het resilience concept verder uit werken en meet- en interventietechnieken te ontwikkelen die organisaties helpen weerbaarder, wendbaarder en veerkrachtiger te worden. Dit zal zoveel mogelijk in dialoog met geïnteresseerden en betrokkenen uit praktijk en onderzoek gebeuren. Kern daarin is het functioneren van teams als dragers van het primaire proces. Tegelijkertijd zal ook resilience op organisatie- en individueel niveau worden meegenomen als voorwaarden voor resilience in het primaire proces. De mogelijkheden van het resilience analysis grid of vergelijkbare technieken zullen daarin verder worden verkend. Het Resilience Innovation Laboratory (http://resilience-innovationlab.org) zal daarin als open innovatie platform een centrale rol vervullen voor allen die aan deze ontwikkeling willen bijdragen.

10 Bronnen

Websites
http://www.resilience-engineering.org
http://www.resilience-innovationlab.org

Literatuur

[1] NVVK congres 2009, Resilience engineering: Hype of Hyper? Johan K.J. van der Vorm, Dolf van der Beek, Raphaël Gallis en Niek Steijger.

[2] Hollnagel E. How to make your business safer by understanding how things go right, rather how they go wrong, Presentatie "Invitational conference TNO Kwaliteit van Leven. Resilient risk management: a new approach to safety", 19 september 2008.

[3] Clegg, C., 2000. Sociotechnical principles for system design. Applied Ergonomics, 31, 463–477.

[4] Hollnagel, E. en Woods, D.D. (2005). Joint cognitive systems: Foundations of cognitive systems engineering. Boca Raton, FL: Taylor & Francis/ CRC Press.

[5] Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: A modelling problem. Safety Science, 27, No. 2/3, 183-213.

[6] Sheridan, T.B. (2008). Risk, human error and system resilience: Fundamental ideas. Human Factors, 50, 3, 418-426.

[7] Groeneweg, J., Van Schaardenburgh-Verhoeve, K.N.R., en Corver, S.C. (2010). Widening the scope of accident investigations. Paper presented at the SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production , 12–14 April 2010.

[8] Woods, D., Hollnagel, E., (2006). Resilience engineering concepts. In: Hollnagel, E., Woods, D., Leveson, N. (Eds.), Resilience Engineering: Concepts and Precepts. Ashgate, Prologue, London, pp. 1–6.

[9] Gort, J. en Starren, A. Vanzelfsprekend veilig, veilig ondernemen als core business, TNO Hoofddorp.

[10] Gort, J. Een nieuwe kijk op Veiligheid in de core business. Paper gepresenteerd op het NVVK Veiligheidscongres "Good practices: innovatie van veiligheid op de arbeidsplaats" (maart 2004).

[11] Christoffersen, K., Woods, D., (1999). How complex human–machine system fail: putting ''human error" in context. In: Karwowski, W., Marras, W.S. (Eds.), The Occupational Ergonomics Handbook. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 585–600.

[12] Weick, K. E. (1989). Mental models of high reliability systems. Industrial Crisis Quarterly, 3, 2, 127-142.

[13] McManus, S.T. (2008). Organizational resilience in New Zealand. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Civil Engineering, University of Canterbury.

[14] Schein, E. (1980). Organizational Psychology, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ

[15] Dooley, K. (2002), "Organizational Complexity," International Encyclopedia of Business and Management, M. Warner (ed.), London: Thompson Learning, p. 5013-5022.

[16] Woods, D.D., Patterson, E.S. en Cook, R.I. (2006). Behind human error: Taming complexity to improve patient safety. In: Carayon P, ed. Handbook of human factors and ergonomics in health care and patient safety. Hilldale: Erlbaum.

[17] Stolker R.J.M., Karydas D.M. & Rouvroye J.L. (2008). A Comprehensive Approach to Assess Operational Resilience. Paper presented at Third resilience engineering symposium, October 28-30.

[18] Gifun, J.F. en Karydas, D.M. (2009) Organizational Attributes of Highly Reliable Complex Systems. In: Quality and Reliability Engineering International, Wiley Interscience (2010).

[19] ASIS International (2009). Organizational resilience: security, preparedness and continuity management systems- requirements with guidance for use American National Standard (ASIS SPC.1-2009), American National Standards Institute. Inc .

[20] Caralli, R.A., Allen, J.H., Curtis, P.D., White, D.W. en Young L.R. (2010). CERT ® Resilience Management Model, Improving Operational resilience processes. Carnegie Mellon University, Hanscom AFB MA USA.

[21] Back, J., Furniss, D., Hildebrandt, M. en Blandford (2008). Resilience markers for safer systems and organisations. Computer Safety, Reliability, and Security, 99-112. 27th International Conference, SAFECOMP 2008 Newcastle upon Tyne, UK, September 22-25, 2008 Proceedings.

22 Jackson, S. (2009). Architecting Resilient Systems, Accident avoidance and Survival and Recovery form Disruptions, Wiley and Sons.

[23] Morel, G., Amalberti, R. en Chauvin, C. (2008). Articulating the Differences Between Safety and Resilience: The Decision-Making Process of Professional Sea-Fishing Skippers. Human Factors, 50, 1, 1-16.

[24] Herrera, I.A. en Hovden, J. (2008). Leading indicators applied to maintenance in the framework of resilience engineering: a conceptual approach. In: Proceedings of the third Symposium on Resilience Engineering.

[25] Wreathall, J. (2001). Final report on leading indicators of human performance. US Department of Energy Washington, DC, EPRI, Palo Alto.

[26] Wreathall, J. (2006). Properties of resilient organizations: an initial view. In: Hollnagel, E., Woods, D., Leveson, N. (Eds.), Resilience Engineering: Concepts and Precepts. Ashgate, Prologue, London, pp. 275-286.

[27] Sonnemans, P.J.M. en Körvers, P.M.W. (2006). Accidents in chemical industry : are they foreseeable? Journal of loss prevention in the process industries. ISSN: 0950-4230, 19, 1. ISSN: 0950-4230, 1-12, Elsevier Ltd.

[28] Sonnemans, P.J.M., Körvers, P.M.W. en Pasman, H.J. (2010). Accidents in 'normal' operation – Can you see them coming? Journal of loss prevention in the process industries, 23, 351-366.

[29] Wu, W., Gibb, A.G.F. en Li, Q. (2010). Accident precursors and near misses on construction sites: An investigative tool to derive information from accident databases. Safety Science, 48, 845-858.

[30] Hovden, J., Albrechtsen, E. en Herrera, I.A. (2010). Is there a need for new theories, models and approaches to occupational accident prevention? Safety Science, 48, 950-956.

[31] Grote, G. (2009),Management of uncertainty Spriner-Verlag London.

[32] Steijger, D.J.M, van der Beek, F.A.,.Gallis H.R., en van der Vorm J.K.J, Resilience Risk Management: developing a model of resilient team performance to improve team effectiveness, Working On Safety 5th International Conference. 7-10 September 2010, Røros, Norway

[33] Johnson B. & b. Down, Critically re-conceptualising early career teacher resilience

[34] Johnson B, B.Down, R.Le Cornu, J. Peters, A. Sullivan, J. Pearce and J. Hunter (2010), Conditions that support early careeer teacher resilience, refereerd paper presented at the Australina Teacher Education Association Conference, 4-7 July 2010, Townsville Qld.

[35] Coc T. & A.J. Griffiths (2010), Teacher resilience: an organizational perspective, Discussion paper for a series of workshops on teacher resilience, Nottingham University.