



Veiligheid op de werkvloer; *risicoanalyse en pakket van eisen*

Kom verder. Saxion.

saxion.nl/veiligheid



Veiligheid op de werkvloer is een initiatief van het Saxion Kenniscentrum Design en Technologie. Het project richt zich op de vraag hoe de veiligheid op de werkvloer te bevorderen met behulp van ambient technologie. Het gaat daarbij om persoonlijke veiligheid, een veilige omgeving en veilig gedrag. Het project is gestart op 1 januari 2011 en heeft een looptijd van vier jaar. De consortiumleden zijn Saxion, Universiteit Twente, Novay, Thales Nederland, Norma MPM, PANalytical, TenCate Protective Fabrics, Alten PTS en Noldus Information Technology. Daarnaast is er een wisselende groep van deelnemende bedrijven, die bij gelegenheid deelneemt in het programmateam. Het project ontvangt subsidie van de Stichting Kennisontwikkeling HBO onder registratienummer RAAK PRO-2-013.

Enschede, 14 november 2011

Op basis van literatuuronderzoek en gesprekken met bedrijven in het RAAK-PRO Veiligheid op de Werkvloer-consortium is een risicoanalyse uitgevoerd met als doel het definiëren van relevante, bedrijfs-specifieke casussen. Hiertoe wordt in dit document een eerste, voorlopige aanzet gegeven. Meer onderzoek en/of observatie bij de bedrijven zelf zal in de komende periode tot verdere aanscherping van de casussen moeten leiden.

Op basis van het onderzoek tot nu is een aantal generieke onderzoekslijnen naar voren gekomen:

- Het zichtbaar maken van risico's bij beschadiging van het product bij de klant (hoe kom ik daar achter?) of van beschermende kleding die niet meer beschermt (hoe zie ik dat?)
- Het bewust maken van werknemers van potentieel onveilige situaties. Hoe kun je op een natuurlijke (wellicht ambient) en effectieve wijze communiceren over gevaren en/of gedrag beïnvloeden?
- Het beïnvloeden van gedrag van medewerkers en van de bedrijfscultuur. Het is niet voldoende om alleen naar persoonlijke veiligheid, veilige omgevingen of veilig gedrag te kijken. Ook de organisatie speelt een rol, of, bij beschermende kleding, zelfs fashion.

Bij het onderwerp Persoonlijke veiligheid en bij Personal Protective Equipment (PPE) lijkt vooral de balans tussen sensoren, comfort, veiligheid, en onderhoud (slijtage/wassen) van belang. Dit ligt ook dicht tegen gedrag (of detectie van afwijkend gedrag) aan.

Bij het onderwerp Veilige omgeving ligt het voor de hand de grote hoeveelheid beschikbare kennis over 'situational awareness' (bijvoorbeeld bij Thales) te vertalen naar en toe te passen op de werkomgeving. Een uitgangspunt dat de omgeving inherent onveilig is, is wellicht interessant. Nieuwe ontwikkelingen, zoals augmented reality bieden wellicht perspectief.

Bij het onderwerp Veilig gedrag speelt, als gezegd, de bedrijfscultuur een belangrijke rol. Maar ook een rol speelt het niet naleven van regelgeving/protocollen (of juist het omzeilen uit gemakzucht), het beïnvloeden van gedrag (gewoontes doorbreken), het effect van instructies, het gebruik van producten op een juiste wijze door verschillende type gebruikers, en altijd de balans tussen veiligheid versus efficiëntie/productiviteit versus gemak/comfort en eventueel kosten.

De casussen passen binnen twee onderzoekslijnen die in het project zijn gedefinieerd:

- 1) Het beïnvloeden van gedrag op basis van omgevingsfactoren.
- 2) Het detecteren en zichtbaar maken van risico's.

Waar de eerste onderzoekslijn meer gedragsmatig is ingestoken, heeft de tweede een meer technisch karakter.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	7
2. Risicofactoren bij veiligheid op de werkvloer	9
Introductie	9
Oorzaken van fouten	13
Kerncijfers	14
Risicogroepen	16
3. Gesprekken met consortiumbedrijven	23
Karakterisering van de werkvloer	23
Vraagarticulatie	25
De rol van ambient technologie	30
4. Conclusie: definitie van casussen	31
Scope	31
Bedrijfsspecifiek	32
Algemeen	33
Twee onderzoekslijnen	34
Aanpak	35
Bronnenlijst	36



Van de beroepsbevolking in Nederland is per jaar circa 2% betrokken bij een bedrijfsongeval. De meest voorkomende letsels zijn botbreuken, brandwonden, vergiftiging, amputaties, open wonden en infecties. Hierbij spelen onder andere onveilige werksituaties in de industrie, zoals bij plaatwerkers en machinebankwerkers een rol. Het gebruik van ICT voor observatie, analyse of waarschuwen kan de veiligheid verbeteren. Deze technologie kan in hoge mate 'onzichtbaar' zijn, verweven in de omgeving (ambient). Dit heeft geleid tot de volgende centrale onderzoeksvraagstelling (probleemstelling): "Hoe kunnen we de veiligheid op de werkvloer met behulp van ambient technologie bevorderen?" (zie projectvoorstel RAAK-PRO Veiligheid op de Werkvloer; van Leeuwen & Teeuw, 2009).

Met het innovatieprogramma Veiligheid op de werkvloer speelt Saxion in op vragen vanuit (MKB-)bedrijven in de regio. De maakindustrie heeft diepe wortels in Twente en de industrie aangeduid als High Tech Systems en Materialen is belangrijk voor Saxion. Daar richten we ons op. Om verdere focus aan te brengen in het onderzoek en zinvolle casussen te definiëren, is een analyse noodzakelijk van de risicofactoren die een rol spelen bij veiligheid op de werkvloer. Hiervoor zijn een aantal relevante bronnen geraadpleegd:

- De Monitor Arbeidsongevallen 2008 uitgevoerd door TNO (Venema et al, 2010) bevat gegevens over dodelijke en ernstige arbeidsongevallen en arbeidsongevallen met letsel en verzuim in Nederland.

- Het onderzoek Arbo in bedrijf 2008 uitgevoerd door de Arbeidsinspectie (Saleh et al, 2009) geeft een representatief beeld van de arbeidsomstandigheden bij bedrijven in Nederland.
- Gesprekken met bedrijven in het consortium met betrekking tot potentiële casussen: waar doen zich problemen voor rondom veiligheid binnen het bedrijf en waar zitten mogelijkheden tot het verbeteren van die veiligheid.

In het volgende hoofdstuk (2) definiëren we, op basis van het bestaande onderzoek in de literatuur (retrospectief), belangrijke risicofactoren. Op deze wijze creëren we ons uitgangspunt ('baseline') van waaruit



we starten en verder bouwen. In hoofdstuk 3 geven we de conclusies weer uit de gesprekken met de consortiumbedrijven. Vooral de vraag vanuit de industriële partners moet leidend zijn bij het formuleren van onze onderzoeksvraagstelling. In hoofdstuk 4 ten slotte zal op basis hiervan een invulling worden gegeven aan de casussen die in dit project zullen worden onderzocht. Ook definiëren we de belangrijkste onderzoeksvragen.

Introductie

Op zondagavond 25 juli 2010 rond half twaalf reed in Stavoren een onderhoudstrein met hoge snelheid door de stootblokken aan het einde van het spoor. De trein is daarna via het perron in botsing gekomen met een onbeladen tankauto en vervolgens dwars door een watersportwinkel geschoven. Na ongeveer 70 meter kwam de trein op een plein tot stilstand. Van de vier bemanningsleden raakten er twee lichtgewond. Omdat er op het moment van het ongeval niemand in de buurt van het station was, vielen er verder geen slachtoffers. De materiële schade is geschat op ruim 20 miljoen euro.

De Onderzoeksraad voor de Veiligheid heeft een rapport gepubliceerd waarin het ongeluk is onderzocht (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2011). De directe oorzaak van het ongeluk was dat de machinist te laat remde. Omdat hij bijna aan het einde van het spoor was, negeerde hij het sein dat aangaf dat hij snelheid moest verminderen. De vraag is natuurlijk waarom dit is gebeurd. Hiervoor werden een aantal verklaringen gevonden:

- De machinist was 14 maanden niet op het baanvak geweest, terwijl de norm minimaal één keer per twaalf maanden is. De machinist was dus niet heel erg bekend met de lay-out van het

baanvak. Deze zogenaamde 'wegbekendheid' had vooraf getoetst moeten worden door een vakinhoudelijk leidinggevende. Dat is niet gebeurd.

- Op basis van twee tekeningen van het baanvak die hij geraadpleegd had, verwachtte de machinist op deze plek een snelheidsverminderingbord. De tekeningen bevatten echter verouderde informatie: de specifieke borden die hij verwachtte waren in 2006 verwijderd.
- De fout in de tekeningen is ontstaan tijdens het digitaliseringsproces, waarbij abusievelijk een verouderde tekening is gescand. Deze fout is nooit aan het licht gekomen, omdat er geen systematische controle van de tekeningen heeft plaatsgevonden. De tekeningen waren in de afgelopen jaren bovendien nauwelijks gebruikt, omdat er geen ingrijpende werkzaamheden aan het baanvak zijn geweest.
- In het oorspronkelijke werkplan zou de trein niet aan het einde van het





baanvak in Stavoren eindigen. Het werkplan werd echter op het laatste moment gewijzigd. De machinist heeft zich hierdoor minder goed kunnen voorbereiden.

- Het type sein dat aanwezig was - een zogenaamde 'keperbaak' - wordt zeer weinig toegepast: langs het Nederlandse spoor staan tienduizend lichtseinen, die bij ervaren machinisten routinematig tot een remhandeling leiden. Slechts op 20 plaatsen staan keperbaken. Dat zijn ook nog eens de baanvakken waar de meeste machinisten zelden of nooit rijden. De machinist had niet of nauwelijks ervaring met keperbaken.
- Het sein was niet van verlichting voorzien en dus alleen zichtbaar gedurende de relatief korte periode dat de koplampen van de trein op het sein schenen. De trein reed bij het passeren van het sein 100 km/u en was voerde dimlicht.

- De trein werd niet – zoals gebruikelijk - bediend door de machinist, maar door een voertuigbediener die in een dergelijk geval door de machinist geïnstrueerd wordt. Het blijft de taak van de machinist om de seinen in de gaten te houden. Op het moment dat de machinist het sein passeerde was hij in overleg met een tweede collega die hem daarvoor een vraag had gesteld. Voor het antwoord moest hij ook documentatie raadplegen. Daarbij sprak deze (Italiaanse) collega slechts beperkt Engels en Duits. De machinist moest hem regelmatig aankijken om te controleren of hij wel goed begrepen werd.
- De machinist had moeite de exacte treinpositie te bepalen, doordat het donker was en het baanvakgedeelte zich in landelijk gebied bevindt. Hij was daardoor volledig aangewezen op de plaatsaanduidingsbordjes langs het

spoor. In dit baanvak bleek echter een deel van die bordjes te ontbreken en een deel verdraaid te zijn, waardoor deze onleesbaar waren.

Het ongeluk had nog voorkomen kunnen worden door het systeem van automatische treinbeïnvloeding (ATB). Dit systeem geeft een attentiesignaal aan de machinist bij te snel rijden of te laat remmen. Als deze remopdracht niet wordt opgevolgd door de machinist, vindt er een automatische remingreep plaats. Een voorwaarde is wel dat het ATB-systeem op de baan correct communiceert met het ATB-systeem in de trein. Helaas bleken de twee systemen niet compatibel te zijn en werd er geen attentiesignaal verstuurd bij het passeren van het sein. De regelgeving schrijft niet voor dat de ATB-systemen van de baan en van de onderhoudsmachines compatibel moeten zijn.

Als het ATB-systeem van de trein geen signalen van het baanvak ontvangt (bijvoorbeeld omdat de systemen niet compatibel zijn), volgt er automatisch een remingreep als de snelheid boven 40 km/u komt. Dit kan worden opgeheven door de ATB-treinapparatuur om te schakelen naar de buitendienstmodus. Dit kan onder andere gebeuren als de trein over een zogenaamde 'ATB-uitschakelsectie' rijdt. Deze secties in de spoorinfrastruc-

tuur zijn aangebracht in de tijd dat nog niet alle baanvakken van ATB-systemen waren voorzien. Dit om te voorkomen dat treinen op die baanvakken niet harder dan 40 km/u zouden kunnen rijden. Sinds 2005 zijn alle baanvakken voorzien van ATB, en de uitschakelsecties dus in principe overbodig geworden. De sectie was op het bewuste baanvak echter nog aanwezig en zorgde ervoor dat bij onderhoudsmachines met een conventioneel, niet-compatibel ATB-systeem automatisch naar de buitendienstmodus werd omgeschakeld. Dit had tot gevolg dat de trein sneller dan 40 km/u kon rijden. De Spoorwegwet schrijft voor dat in het geval dat de ATB-systemen van trein en spoor incompatibel zijn, er een zogenaamd ALARP-beoordeling moet worden gemaakt op basis waarvan maatregelen kunnen worden genomen. De betrokken bedrijven hebben deze beoordeling niet gemaakt.

Dit treinongeluk in Stavoren illustreert goed de diverse factoren die een rol spelen bij de veiligheid. Het is een risico als werknemers hun kennis niet onderhouden (bijvoorbeeld op het gebied van het ontwerp van hun werkomgeving), bepaalde procedures niet gevolgd worden (bijvoorbeeld het controleren of een machinist wel de juiste kennis bezit), de benodigde documentatie niet in orde is

(bijvoorbeeld omdat de actualiteit van kaarten niet gecontroleerd wordt), werkplannen gewijzigd worden (zodat de voorbereiding niet optimaal is), er afwijkende situaties zijn (bijvoorbeeld weinig voorkomende typen seinen), er verkeerde verwachtingen zijn die de waarneming beïnvloeden ('inattentional blindness', waardoor je bijvoorbeeld een sein niet ziet, omdat je wacht op een ander type sein), de werkplek slecht ontworpen is (bijvoorbeeld onverlichte seinen), rollen en verantwoordelijkheden veranderen (bijvoorbeeld een machinist bedient niet zelf maar instrueert een ander), er bijzondere omgevingsomstandigheden zijn (zoals donker, platteland), op een kritisch moment (bijvoorbeeld als een sein moet worden waargenomen) de aandacht wordt afgeleid (bijvoorbeeld doordat een collega een vraag stelt), communicatie moeizaam verloopt (in dit geval door gebrekkige taalbeheersing), oriëntatie moeilijk is (bijvoorbeeld door ontbreken van of onleesbare borden), beveiligingsystemen niet werken (bijvoorbeeld door incompatibiliteit), de wet- en regelgeving niet expliciet genoeg is (bijvoorbeeld over beheersmaatregelen) en te veel vrijheid toestaat (bijvoorbeeld incompatibiliteit van systemen).

Wat opvalt, is dat er niet één directe oorzaak van het ongeluk was, maar dat het een samenspel was van diverse oorzaken. Het wegnemen van één van die oorzaken zou er voor gezorgd kunnen hebben dat het ongeluk toch niet was gebeurd. Verder spelen menselijke fouten een belangrijke rol, of dit nu een foutieve waarneming, het niet volgen van procedures, of een slecht ontwerp maken betreft. Mensen maken fouten, dat is een gegeven. Als een fout gemaakt kan worden, zal er ooit op een bepaald moment, onder bepaalde omstandigheden, iemand zijn die hem ook daadwerkelijk maakt. Norman (1988) stelt daarom dat:

- het gemakkelijk moet zijn fouten op te merken
- de consequenties van een fout minimaal moeten zijn, en
- de gevolgen van een gemaakte fout – indien mogelijk – omkeerbaar moeten zijn.

Los hiervan is het natuurlijk van groot belang zoveel mogelijk te voorkomen dat er fouten optreden en mensen zoveel mogelijk te bewegen tot veilig gedrag. In het project Veiligheid op de werkvloer ligt de nadruk op de rol die ambient intelligence kan spelen bij het veiliger maken van de werkvloer.

Oorzaken van fouten

In de luchtvaart wordt een model gehanteerd dat de relatie van de mens met diverse aspecten in zijn omgeving beschrijft: het SHEL-model (Hawkins, 1987). Het model (Figuur 1) beschrijft de interactie tussen de mens (de Liveware) en vier componenten:

- Software - regels, procedures, documenten (toen het model werd opgesteld in de jaren '70 was software wat minder geassocieerd met computers).
- Hardware - machines, hun configuratie, bediening, statusweergave etc.
- Environment - de sociale, economische, natuurlijke situatie waarin het systeem moet functioneren.
- Liveware - de andere mensen in het systeem.



Figuur 1: Het SHEL-model.

Wat opvalt aan de bovenstaande figuur is dat de contactpunten tussen de diverse componenten grillig zijn. Deze niet-perfecte interfaces kunnen in potentie leiden tot (menselijke) fouten. De interface tussen Liveware en Hardware heeft bijvoorbeeld te maken met het design van apparaten/machines, waar vanuit ergonomisch perspectief veel mee aan de hand kan zijn. De interface tussen Liveware en Software kan te maken hebben met het fout interpreteren van instructies (bijvoorbeeld door taalproblemen) of het negeren van procedures. De interface tussen Liveware en Environment kan te maken hebben met omstandigheden als werken onder tijdsdruk, onder extreme temperaturen, op onregelmatige werktijden, met veel achtergrondlawaai etc. De interface tussen Liveware en Liveware heeft te maken met sociale druk, leiderschap, samenwerken etc.

Op al deze interfaces is er sprake van spanning, waarbij de veiligheid in geding kan zijn. En dan hebben we de interfaces tussen de niet-Livewarecomponenten nog buiten beschouwing gelaten, bijvoorbeeld die tussen Hardware-Hardware en Environment-Software. Fouten zullen er altijd zijn en in het ergste geval leiden ze tot ongevallen.



We kijken nu eerst naar de kerncijfers over bedrijfsongevallen in Nederland.

Kerncijfers

De Monitor Arbeidsongevallen 2008 (Venema et al, 2010) bevat gegevens over dodelijke en ernstige arbeidsongevallen en arbeidsongevallen met letsel en verzuim in Nederland. De cijfers betreffen schattingen op basis van gegevens uit verschillende bronnen:

- Voor het vaststellen van de aantallen arbeidsongevallen met dodelijke afloop wordt de Statistiek Niet-natuurlijke Dood (NND) en de Doodsoorzakenstatistiek (DOS) van het Centraal Bureau voor de Statistiek gebruikt. De gegevens over dodelijke arbeidsongevallen van de Arbeidsinspectie maken deel uit van de NND.
- Voor het vaststellen van de aantallen ziekenhuisopnamen na een arbeidsongeval is de belangrijkste bron het Letsel Informatie Systeem (LIS) van Consument en Veiligheid. In LIS worden alle ongevallen geregistreerd die binnenkomen op een Spoedeisende Hulpafdeling (SEH-afdeling) van een steekproef van ziekenhuizen.
- Voor het vaststellen van de aantallen arbeidsongevallen met verzuim wordt gebruik gemaakt van de Nationale En-

Een andere benadering richt zich op het verschijnsel dat er diverse variaties kunnen zijn in een (werk)proces (Deming, 1975). Een deel van die variatie is voorspelbaar en inherent aan het proces ('common-cause variation'). Voorbeelden van 'common causes' zijn: slechte procedures, slecht ontwerp, slecht onderhoud, slechte werkomstandigheden (licht, geluid, trillingen, temperatuur, ventilatie, etc.), slijtage, etc. Een ander deel van de variatie is onvoorspelbaar, ener ligt een specifieke oorzaak aan ten grondslag ('special-cause variation'). Voorbeelden van 'special causes' zijn: een machine die kapot gaat, iemand die in slaap valt, een computer die crasht, stroom die uitvalt, etc.

Letsel en verzuim (werknemers)		
	Aantal	%
1, 2 of 3 dagen	46.000	20
4, 5 of 6 dagen	31.000	14
1 tot 2 weken	34.000	15
2 weken tot 1 maand	41.000	18
1 maand tot 6 maanden	58.000	25
Langer dan 6 maanden	20.000	9
TOTAAL	230.000	100

Tabel 1: Arbeidsongevallen naar aantal verzuimdagen (bron: Monitor Arbeidsongevallen 2008)

quête Arbeidsomstandigheden (NEA) van TNO en het CBS. De NEA bevat gegevens over de werkzame Nederlandse beroepsbevolking, exclusief zelfstandigen. Het gaat hier om alle personen van 15 tot en met 64 jaar, die betaald werk verrichten in loondienst (werknemers). Arbeidsongevallen met lichamelijke en/of geestelijke schade en met minimaal één dag verzuim worden geselecteerd voor opname in de Monitor Arbeidsongevallen.

In Nederland vonden in 2008 naar schatting 230.000 arbeidsongevallen plaats met letsel en verzuim. Er vonden naar schatting 90.000 bezoeken aan de Spoedeisende Hulp (SEH) afdeling van een ziekenhuis plaats na een arbeidsongeval. De meeste letsels waarvoor Spoedeisende Hulp behandeling nodig is, worden veroorzaakt door contact met een object, zoals snijden aan een mes of en op de

vingers slaan met een hamer. Een derde van alle arbeidsongevallen met letsel en verzuim leidt tot verzuim van meer dan een maand. Bijna tien procent leidt tot verzuim van meer dan een half jaar.

Ongeveer 4.600 arbeidsongevallen leidden tot ziekenhuisopname na een bezoek aan de Spoedeisende Hulp. Botbreuken, oppervlakkige letsels en open wonden zijn de letseltypen die het vaakst tot ziekenhuisopname leiden. De bovenste en onderste extremiteiten (c.q. armen en benen) worden het vaakst getroffen.

In Nederland overleden in 2008 in totaal 98 werkende personen na een arbeidsongeval. Bij dodelijke arbeidsongevallen spelen naast botbreuken ook orgaan- en hersenletsels een grote rol. Hoofd en hals zijn hierbij de lichaamsdelen die het vaakst getroffen zijn.

Letssel en verzuim (werknemers)		
	Aantal	%
Uitglijden, struikelen, vallen	34.000	15
Val van hoogte	13.000	6
Geraakt door voorwerp	17.000	7
Snijden, stoten	24.000	11
Beknelling	14.000	6
Door iemand bedreigd, gebeten, geschopt	13.000	6
Letssel ontstond op andere wijze	110.000	48
Verkeersongeval	2.900	1
Onbekend	1.500	1
TOTAAL	230.000	100

Tabel 2: Arbeidsongevallen naar letselmechanisme (bron: Monitor Arbeidsongevallen 2008)

Een derde van alle arbeidsongevallen met letssel en verzuim leidt tot verzuim van meer dan een maand (zie Tabel 1). Bijna tien procent leidt tot verzuim van meer dan een half jaar.

Uitglijden, struikelen en vallen (op gelijk niveau, 15%) en snijden en stoten (11%) zijn de meest voorkomende letselmechanismen (zie tabel 2).

Van de ernstige arbeidsongevallen die hebben geleid tot Spoedeisende Hulp behandeling en/of ziekenhuisopname bedroegen de geschatte totale directe medische kosten 88 miljoen euro, gemiddeld circa 950 euro per slachtoffer. De totale verzuimkosten (tot één jaar) van deze arbeidsongevallen bedroegen in 2008 naar schatting 220 miljoen euro, gemiddeld ongeveer 4.500 euro per slachtoffer.

Risicogroepen

Jongere werknemers (20-24 jaar) hebben een grotere kans op een ongeval met letssel en verzuim dan oudere werknemers. Voor ziekenhuisopnamen en dodelijke ongevallen is het risico onder werkenden relatief hoog voor ouderen. Jongeren hebben relatief vaker snijongevallen en ouderen vaker valongevallen. Voor alle ongevaltypen geldt dat mannen een meer risico lopen op een arbeidsongeval lopen dan vrouwen.

De geschatte kans op een arbeidsongeval met letssel en verzuim was in 2008 relatief hoog voor allochtone werknemers (vooral niet-westerse allochtonen) en lager opgeleide werknemers. Onduidelijk is in welke mate dit bepaald wordt door

	Letssel en verzuim (werknemers)			Ziekenhuisopname na SEH - behandeling (werkenden)			Dodelijke afloop (werkenden)		
	Aantal	%	Aantal per 100.000	Aantal	%	Aantal per 100.000	Aantal	%	Aantal per 100.000
Landbouw en visserij	3.100	1	3.300	460	10	200	20	20	8,8
Industrie en delfstofwinning	44.000	19	5.400	560	12	57	7	7	
Bouwnijverheid	25.000	11	6.500	960	21	190	39	40	7,7
Handel	31.000	13	3.100	240	5	20	5	5	
Horeca	9.700	4	4.400	70	2	22	-	-	-
Vervoer, opslag en communicatie	24.000	11	5.700	450	10	88	16	16	3,1
Financiële instellingen	4.400	2	1.400	20	<1	7,7			
Openbaar bestuur	18.000	8	3.500	180	4	33	2	2	0,4
Onderwijs	9.600	4	2.000	40	<1	6,8			
Gezondheids- en welzijnszorg	30.000	13	2.600	80	2	6,2			
Overig	30.000	13	2.200	170	4	11	9	9	
Onbekend				1.400	30				
TOTAAL	230.000	100	3.400	4.600	100	54	98	100	1,2

Tabel 3: Arbeidsongevallen naar bedrijfstak (bron: Monitor Arbeidsongevallen 2008)

dat deze groepen vooral werkzaam zijn in meer risicovolle sectoren.

Verder is de geschatte kans op een arbeidsongeval met letssel en verzuim relatief hoog voor werknemers met een werkweek korter dan 25 uur (kans per gewerkt uur) en werknemers met atypische werktijden (overwerk, avond-, nacht- en weekendwerk).

Het risico op een ongeval met letssel en verzuim is relatief hoog in de bedrijfstakken bouwnijverheid, vervoer, opslag en

communicatie en industrie (vooral bij de vervaardiging van transportmiddelen en producten van metaal en in de textiel-, kleding- en lederindustrie). De sectoren landbouw en visserij en bouwnijverheid scoren relatief hoog op ziekenhuisopnames en dodelijke ongevallen scoren (tabel 3)

Werkenden in de ambachtelijke en industriële beroepen lopen het grootste risico om slachtoffer te worden van een arbeidsongeval. Schilders, loodgieters, fitters, lassers en plaat- en constructiewer-

	Letsel en verzuim (werknemers)		
	Aantal	%	Aantal Per 100.000
Schilders	4.400	2	12.000
Loodgieters, fitters, lassers, plaat- en constructiewerkers	13.600	4	11.700
Metselaars, timmerlieden en andere bouwvakkers	15.000	7	9.100
Machine-bank-monteurs, instrumentmakers, reparateurs	14.200	1	8.500
Buschauffeurs, treinsbestuurders, zeelieden	4.000	6	7.800
Vrachtwagenchauffeurs	9.600	1	7.800
Kleermakers, kostuumnaaiers, stoffeers	2.000	7	7.700
Voedingsmiddelen- en drankenbereiders	7.000	6	6.500
Elektromonteurs, reparateurs van elektrische apparaten	7.600	2	6.100
Politiepersoneel, brandweer, bewakers	7.800	3	6.100
Laders, lossers, inpakkers, grondwerk- en kraanmachinisten	4.000	3	5.400
Ambachtelijke en industriële beroepen; niet nader gespecificeerd	15.500	3	5.200
Koks, kelners, buffetbedienden	7.600	1	5.000
Agrarische beroepen; niet nader gespecificeerd	1.300	0	4.500
Postdistributiepersoneel	1.000	5	4.200
Huisbewaarders, schoonmaakpersoneel (in gebouwen)	3.300	1	3.900
Transportberoepen; niet nader gespecificeerd	4.000	1	3.700
Bejaardenverzorger, kinderverzorger, gezinshulp, alfahulp; overig	6.800	2	3.500
Verpleegkundigen, ziekenverzorgenden; overig	11.400	0	3.400
Overige beroepen	90.000	45	2.000
TOTAAL	230.000	100	3.400

Tabel 4: Arbeidsongevallen naar beroep (bron: Monitor Arbeidsongevallen 2008)

kers, metselaars, timmerlieden en andere bouwvakkers vormen de top 3 van beroepen, waarbij de kans op een arbeidsongeval met letsel en verzuim het hoogst is (zie tabel 4). Alle benoemde beroepen in de tabel scoren dus bovengemiddeld.

De Arbeidsinspectie onderscheidt in haar rapport 'Arbo in bedrijf 2008' (Saleh et al, 2009) een aantal regelmatig voorkomende arbeidsrisico's:

- Tillen en dragen. Tillen is het met de handen oppakken, verplaatsen en neerzetten van een last, zonder dat de persoon die tilt zichzelf verplaatst. Onder dragen wordt verstaan het hand-

matig ondersteunen van een last, met of zonder verplaatsing van het lichaam en de last. Meer tillen of dragen dan gezondheidskundig verantwoord is, kan leiden tot klachten aan het bewegingsapparaat en daarmee tot ziekteverzuim, medische consumptie en zelfs arbeidsongeschiktheid. Bij de beoordeling van fysieke belasting door tillen of dragen is niet alleen het gewicht van de te tillen last van belang, maar ook de houding die wordt aangenomen bij het verrichten van de tilwerkzaamheden, de frequentie waarmee getild wordt en de mate waarin een voorwerp vastgepakt kan worden.

- Duwen en trekken. De activiteit duwen en trekken wordt gedefinieerd als het handmatig in beweging brengen en verplaatsen van een last over langere afstand, waarbij het lichaam zich in dezelfde richting beweegt als de last, zonder dat de last gedragen wordt. Bij deze vorm van handmatig duwen en trekken worden de afzetkracht en de beweging door de benen en voeten geleverd. De beide armen en handen worden slechts gebruikt om de kracht over te dragen op de last, door de armen min of meer in een vaste stand te houden. Bij duwen en trekken bestaat er een risico op overbelasting van de lage rug.



- Repeterende bewegingen. Werknemers die langdurige repeterende bewegingen moeten maken hebben een verhoogd risico op het ontwikkelen van klachten, aandoeningen en ziekte (arbeidsongeschiktheid). Repeterende bewegingen zijn de belangrijkste oorzaak van klachten aan arm, nek, schouders (KANS, ook wel aangeduid als RSI). Bij repeterend werk worden geen zware gewichten verplaatst (lichter dan 4 kg). Hoewel de tijdsduur en de frequentie bepalen of er sprake is van repeterende bewegingen, is het veelal de combinatie met een ongunstige, ongevarieerde werkhouding en het gebrek aan herstellmomenten, die ertoe leidt dat repeterend werk kan leiden tot gezondheidsklachten. Een zeer bekend voorbeeld van repeterend werk



is het zogenaamde lopende bandwerk. Maar ook werkzaamheden als het bestraten kunnen een sterk repeterend karakter hebben.

- Ongunstige of statische lichaamshouding. Bij een ongunstige of statische lichaamshouding gaat het bijvoorbeeld om het langdurig in een gebogen houding zitten of het werken met gedraaide rug of nek. Er zijn geen of onvoldoende mogelijkheden om statische lichaamsbelasting af te wisselen met dynamische lichaamsbelasting.
- Werken op hoogte. Bij het werken op hoogte hebben werknemers te maken met valgevaar. De Europese Richtlijn werken op hoogte schrijft voor dat werkzaamheden op hoogte uitgevoerd moeten worden vanaf een veilige en ergonomisch verantwoorde steiger, stelling, bordes of werkvloer. Het op hoogte werken vanaf ladders, lijnen en vergelijkbare arbeidsmiddelen is alleen onder specifieke voorwaarden

toegestaan. Bij 51% van de bedrijven waar werknemers op hoogte werken wordt er gewerkt op of aan gebouwen.

- Gevaarlijke stoffen. Gevaarlijke stoffen zijn stoffen die een mogelijk gevaar opleveren voor de veiligheid en gezondheid van werknemers die er tijdens hun werk aan worden blootgesteld. Soms hebben deze stoffen directe en merkbare gevolgen voor de gezondheid en soms is het effect niet direct zichtbaar of merkbaar. Bij gevaarlijke stoffen kan men denken aan: lasrook, vluchtige organische stoffen (VOS), graan- en meelstof, gewasbeschermingsmiddel, biocide, gevaarlijke schoonmaakmiddelen en corrosieve stoffen.
- Reproductietoxische stoffen. Deze stoffen kunnen voor mannen en vrouwen schadelijk zijn voor de voortplanting. Door inademen, inslikken of aanraken kunnen de stoffen in bloed of moedermelk terecht komen. Ze kunnen leiden tot een vermindering van de vruchtbaarheid of afwijkingen bij het ongeborn kind. Voorbeelden van branches waar met reproductietoxische stoffen wordt gewerkt zijn de gezondheidszorg (inhalatie-anaesthetica, cytostatica (kankerremmende geneesmiddelen) of ethyleenoxide/oxiraan), grafische industrie (inkt en kleurstoffen, metallisch lood), chemi-



sche industrie (metallisch lood), landbouw (landbouwgif Dinoseb) en kappers (haarverf en permanentvloeistof).

- Machineveiligheid - Machines en productielijnen kunnen de veiligheid van werknemers direct in gevaar brengen. De belangrijkste risico's van machines zijn knel-, plet- en snijgevaar en aanrijdgevaar (vooral heftrucks). Machines en productielijnen behoren te voldoen aan de wettelijke veiligheids- en gezondheidseisen. De volgende machines vormen vooral een arbeidsrisico: hijs- en hefwerktuigen, machines voor intern transport (vast en mobiel), aangedreven handgereedschap en productiemachines.

In tabel 5 is per arbeidsrisico het percentage bedrijven aangegeven waar het arbeidsrisico aanwezig is en het percentage werknemers dat wordt blootgesteld aan het arbeidsrisico.

Arbeidsrisico	Als % van alle bedrijven	Als % van werknemers in alle bedrijven
tillen en dragen	46%	30%
duwen of trekken	19%	13%
repeterende bewegingen (excl. beeldschermwerk)	12%	6%
ongunstige of statische lichaamshouding (excl. beeldschermwerk)	23%	12%
werken op hoogte	15%	5%
gevaarlijke stoffen	27%	12%
reproductietoxische stoffen	2%	1%
machineveiligheid	42%	onbekend

Tabel 5: Regelmatig voorkomende arbeidsrisico's (bron: Arbo in bedrijf 2008)

3. Gesprekken met consortiumbedrijven

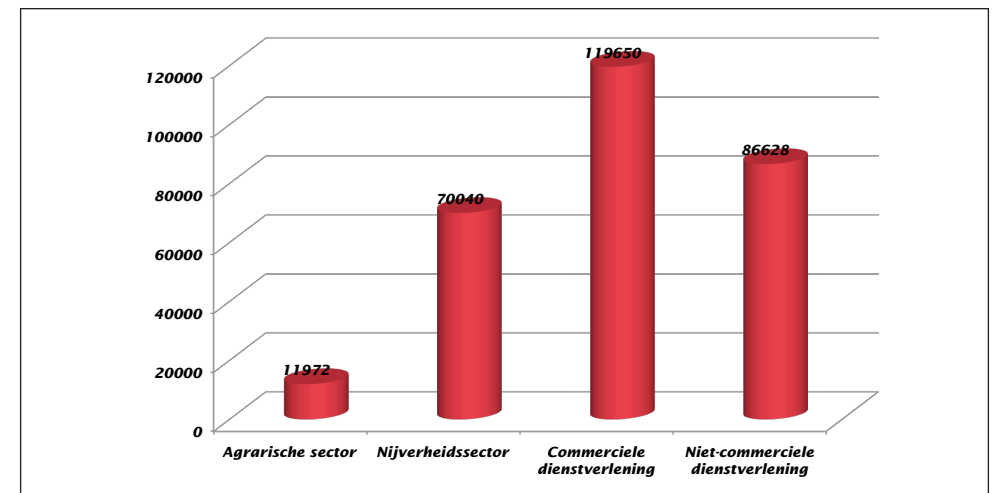
Om de vraag naar veiligheid op de werkvloer helder te krijgen hebben we interviews gehouden met de industriële consortiumleden. De belangrijkste conclusies van deze gesprekken zijn in dit hoofdstuk verwerkt. In dit hoofdstuk gaan we achtereenvolgens in op de vraag welke werkvloer we voor ogen hebben, welke veiligheidsvraagstukken daar spelen vanuit het consortium (vraagarticulatie) en hoe ambient intelligence daarin een rol zou kunnen spelen.

Karakterisering van de werkvloer

Het Kabinet heeft een aantal topsectoren geïdentificeerd waarin Nederland een sterke internationale positie heeft en

waarin het bedrijfsleven en kennisinstellingen verder zouden moeten excelleren (Agentschap NL, 2011). In aansluiting op het topsectorenbeleid kiest Saxion voor het profiel High Tech Systemen en Materialen en wil daar een voorname rol in spelen (Boomkamp, 2011). Er bestaat geen enkele twijfel over het belang van High Tech Systemen en Materialen voor Oost-Nederland als regio met veel technische bedrijvigheid en maakindustrie. De Twente Index geeft aan dat in deze regio 25% van de werkgelegenheid zich bevindt in de industrie (zie figuur 2).

Ook het project Veiligheid op de werkvloer sluit hierbij aan. Het project richt zich op de toepassing van High Tech Systemen en Materialen voor de veiligheid



Figuur 2: Aantal arbeidsplaatsen in Twente.

Materialen & High Tech Systemen								
	2007		2008		2009		2010	
	Aantal werknemers	%	Aantal werknemers	%	Aantal werknemers	%	Aantal werknemers	%
1-9 arbeidsplaatsen	2.711	12	2.774	13	2.508	12	2.184	8
10-49 arbeidsplaatsen	6.811	31	6.685	31	6.730	33	7.097	27
50-99 arbeidsplaatsen	2.669	12	2.502	12	2.416	12	3.324	12
> 100 arbeidsplaatsen	9.670	44	9.288	44	8.930	43	14.126	53
Totaal MKB [<100]	12.191	56	11.961	56	11.654	56	12.605	47
TOTAAL	21.861		21.249		20.584		26.731	

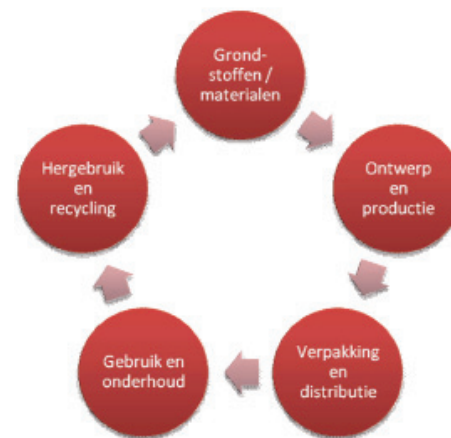
Tabel 6: Twentse cluster Materialen en High Tech systemen (bron: Twente Index 2010)

op de werkvloer. Ook voor de werkvloer waarop de veiligheid verbeterd wordt kiezen we voor de sector van High Tech Systemen en Materialen. Deze sector is dus ook 'object' van onderzoek. Tegelijkertijd is deze sector nog heel breed, variërend van bedrijven in de mechatronica, waaronder robotica en smart sensornetwerken, tot MESA+ spin-offs in de nanotechnologie tot het bedrijfsleven rond slimme en nieuwe materialen. In 2010 waren in deze sector in Twente 26.731 werknemers werkzaam, waarvan 47% in het MKB (minder dan 100 werknemers) en 53% bij grotere bedrijven (meer dan 100 werknemers), zoals weergegeven in tabel 6.

In het consortium van het project Veiligheid op de werkvloer nemen een aantal grotere bedrijven deel (Thales, TenCate, PANalytical), die alle een onderzoekscultuur kennen. Hun werkveld, waarbij we rond Thales ook de machinefabriek Norma MPM meerekenen, zien we als karakteristiek voor de primaire focus van bedrijven waar we de veiligheid op de werkvloer willen onderzoeken en bevorderen. Omdat bij deze bedrijven – en in de sector in het algemeen - veel hoog opgeleiden werkers, hebben we hier echter naast productieomgevingen (inclusief testomgevingen) ook weer te maken met kantooromgevingen als werkvloer. Daarnaast zijn ook externe omgevingen relevant, zoals tijdens het vervoer of op locatie bij de klant.

Vraagarticulatie

Om de vraag naar veiligheid op de werkvloer helder te krijgen hebben we interviews gehouden met de industriële consortiumleden. Doel van deze interviews was om te komen tot een aantal goede casussen die passen binnen het project. In deze paragraaf is de uitkomst van deze gesprekken verwerkt. We hanteren daarbij het model als weergegeven in figuur 3. Bij de productontwikkeling kunnen we verschillende fases onderscheiden: het kiezen en vergaren van grondstoffen, het ontwerp en de productie, de verpakking en distributie, het gebruik en onderhoud van het product en ten slotte het hergebruik en/of recycling van het product. Tijdens al deze fases speelt het begrip veiligheid een rol.



Figuur 3: Fases in het productieproces.



Grondstoffen/materialen

Het productieproces begint met het kiezen van de juiste grondstoffen. Bij een weloverwogen aankoop van grondstoffen kan ernaar worden gestreefd om dit bijvoorbeeld duurzaam te doen. Hier speelt veiligheid al een rol, in het bijzonder waar het gaat om CMR stoffen. De high tech-systeemleverancier Norma MPM fabriceert bijvoorbeeld producten voor klanten als Thales. Over het algemeen specificeert de klant welke materialen en grondstoffen gebruikt worden. Hier kunnen toxische stoffen bij zitten. Zijn hier alternatieven voor? En als ze er vandaag niet zijn, zijn deze er dan in de nabije toekomst wellicht wel? Om redenen van beheersbaarheid en veiligheid houdt men het aantal verschillende toxische stoffen dat binnen het bedrijf gebruikt moeten worden bij voorkeur zo laag mogelijk.

Hetzelfde geldt uiteraard voor de mate waarin werknemers aan deze stoffen worden blootgesteld. Effectmetingen zijn hier moeilijk, want sommige stoffen bouwen zich op. Pas na jaren is er een effect, maar ook weer niet bij iedereen.

In Nederland vallen bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen onder het Besluit risico's zware ongevallen (BRZO). Dat kunnen giftige, ontvlambare of explosieve stoffen zijn. De opgeslagen hoeveelheden gevaarlijke stoffen zijn bij BRZO-bedrijven groter dan bij andere bedrijven. Vanwege de risico's van (de opslag van) deze hoeveelheden gelden voor deze bedrijven strengere regels (zoals het opstellen en oefenen van rampenbestrijdingsplannen). De BRZO voegt wet- en regelgeving op het gebied van arbeidsveiligheid, externe veiligheid en rampbestrijding samen en heeft tot doel om zware ongevallen met gevaarlijke stoffen te het voorkomen en te beheersen. In Nederland gaat het om 416 bedrijven die op de BRZO-lijst staan. De bij het consortium betrokken bedrijven staan overigens niet op deze lijst.

Ontwerp en productie

De tweede fase betreft het proces van ontwerp en productie van goederen. De feitelijke werkvloer dus. Ook testomgevingen binnen het bedrijf vallen hieron-



der. Hoe kunnen de toepassing van nieuwe technologie en procesverbeteringen de veiligheid tijdens ontwerp en productie verbeteren?

Uit de gesprekken met bedrijven komt naar voren dat het gedrag van werknemers en vooral de bedrijfscultuur die heerst zeer belangrijke factoren zijn. Bijvoorbeeld, of men elkaar aanspreekt op gedrag. Al speelt het niet bij het eigen bedrijf, men kent de voorbeelden van laag opgeleiden, bijvoorbeeld bij galvanische bedrijven, die het niet zo nauw nemen met de veiligheid. Zij eten bijvoorbeeld een boterham bij het werk. Koninklijke Metaalunie signaleert het ontbreken van en geeft daarmee aan dat er behoefte is aan een methode om gedrag optimaal te beïnvloeden, zodat je wenselijk gedrag krijgt. Gedrag is moeilijk beïnvloedbaar. Bij elk mens is dit weer verschillend. Bewustwording verhoogt de veiligheid, maar er moet sprake zijn van cyclisch

meerdere keren aandacht geven (getal 13 wordt genoemd als uit onderzoek naar voren komend) voordat er sprake is van gedragsbeïnvloeding en/of -verandering.

De Arbeidsinspectie benadrukt hierbij het belang van discipline op de werkvloer. Het is de trend om 'fout' gedrag steeds meer te beboeten, bijvoorbeeld als je je bescherming niet draagt. Maar na een ongeval is dit niet alleen het individu aan te rekenen: de fout zit vaak in de organisatie. Een individu kun je automatisch gedrag of onkunde niet altijd aanrekenen. De bedrijfscultuur is heel bepalend voor gedrag. Amerikaanse bedrijven zijn bijvoorbeeld veel strakker. Daar is het je houden aan de regels geen issue. Ook de Koninklijke Metaalunie noemt deze discipline. Bij onzorgvuldigheid (even een braam wegschuren, terwijl de machine draait), de zaken die per definitie een keer fout gaan en waarvan men denkt dat het wel kan, werkt maar één ding. En dat is verbieden.

Risico's zijn er ook bij nieuwkomers. Dit zijn werknemers die net van school komen, of intern van functie veranderen, of zij-instromers. Risico's zijn er ook bij anderstaligen. Degenen die nieuwkomers en/of andersstaligen inwerken vergeten vaak veiligheid. Het advies van de Koninklijke Metaalunie is om als project in te zetten op nieuwko-

mers, daar is acht maal meer risico.

Leeftijd speelt ook een rol. Ouderen hebben meer ervaring. Daardoor nemen zij echter mogelijk ook meer risico's, of worden zij wellicht 'slordiger'. Ongelukken schuilen soms ook in routine, even iets snel doen, in de haast. Bovendien speelt bij het verouderen van de mens een afnemende cognitie en spierkracht. Daarbij hebben ouderen ook meer last van brandwonden. Het herstel bij jongeren ligt op dit punt hoger. Tegelijkertijd kunnen jongeren ook weer leren van ervaren ouderen. Dit heeft wel weer te maken met de bedrijfscultuur, en het respect voor de meer ervaren medewerker. Het advies van de Arbeidsinspectie is: focus op ouderen. Daarnaast noemen wij als risicogroep: gehandicapten en laagopgeleiden. Laagopgeleiden hebben een lagere kwaliteit van leven. Er zijn meer ongevallen op MBO-niveau of lager.

Ten slotte wordt ook de concentratie genoemd. Langer doorwerken, na een dag van 8 uur bijvoorbeeld nog 4 uur, komt bij alle bedrijven wel voor (Norma). Hogeropgeleiden werken ook in een kantoortuin, waarbij de concentratie wordt beïnvloed door het geluidsniveau van collega's (PANalytical). Wat betekent dit voor productiviteit en concentratie (en daarmee indirect voor de veiligheid)?

Verpakking en distributie

Een derde fase betreft veilige manieren van verpakking, afhandeling en transport van de resulterende producten. PANalytical geeft aan dat in dit kader wel eens sensoren zijn meegegaan in de verpakking om tijdens het vervoer te kunnen zien hoe een product behandeld wordt. Denk aan iemand die een apparaat vervoert en zo hard mogelijk rijdt of een doos die in India liggend in een vrachtauto wordt vervoerd en dan op de kop wordt uitgepakt. Dit is niet direct veiligheid op de werkvloer, maar indirect weer wel. Is het apparaat nog wel volgens reguliere procedures te installeren en efficiënt en effectief operationeel (inclusief veiligheidsfunctionaliteiten) te krijgen bij ongepast transport?

Er gebeuren volgens de Arbeidsinspectie ook veel aanrijdingen en ongevallen met heftrucks. Per jaar komen gemiddeld 200 meldingen van ernstige ongevallen bij de Arbeidsinspectie binnen (cijfers 2008). Het gemiddeld aantal dodelijke slachtoffers ligt al enige jaren op vijf per jaar en elk jaar melden zich 1700 slachtoffers op de spoedeisende hulp na een ongeval met een heftruck. Binnen een bedrijf zijn heftrucks dus een potentiële bron van ongelukken.



Gebruik en onderhoud

De vierde fase is het op een veilige manier gebruiken van de producten door de klanten. Zoals weergegeven in figuur 4 - feitelijk een andere blik op het SHEL-model uit figuur 1 - spelen hier factoren zoals we die kennen vanuit het industriële productontwerp. Die factoren bepalen of iets meer of minder veilig is:

- De eigenschappen van het product zelf: heeft het product bijvoorbeeld scherpe randen en hoeken of juist niet?
- De toestand van de gebruiker: is hij vermoeid of gestrest of niet, is het een ervaren gebruiker of niet etc?
- De interface tussen mens en machine en hoe deze is ontworpen (bediening).



Figuur 4: Het SHEL model vanuit productontwerp gezien.

- De omgeving waarin het product wordt gebruikt. Is die bijvoorbeeld lawaaiig of niet?

De producten zelf mogen over het algemeen als veilig worden gezien, Daar kom je bijvoorbeeld met je vingers niet tussen, welke opleiding je ook hebt. De Arbeidsinspectie geeft aan dat je wel relatief veel ongevallen ziet bij het ombouwen, onderhoud van, en/of storing aan machines. In de regio Twente was er bij ETN bijvoorbeeld een dodelijk ongeval door het koppelen van twee machines. Die waren elk op zich veilig, maar de koppeling van beide machines niet. Dit resulteerde in € 40.000 boete, zoals na te lezen in de strafrecht jurisprudentie.

Al is een apparaat veilig, het wordt wel gebruikt gedurende lange termijn (in ieder geval bij onze partners, zoals Tha-

les en PANalytical). Gebruik en service vinden, zeker in de toekomst, mogelijk plaats op afstand. In relatie tot de software kun je dan denken aan het uploaden van software van derden, misschien zelfs via Internet. Hoe kun je dan veiligheid garanderen? Dat wil zeggen, de omgeving is onveilig, hoe creëer je een veilige omgeving als systemen steeds opener worden en een lange levensduur hebben? Dit is dus iets wat mogelijk speelt voor de toekomst, nu nog niet.

PANalytical noemt ook de potentiële beschadiging van producten bij de klant. De essentie is dat er over het algemeen geen andere feedback over de impact van genoemde productbeschadiging op veiligheid is dan die voortkomend uit voorgeschreven reguliere inspectie door service-engineers of operators. Er is een (logische) wens om hiervoor prijseffectieve en robuuste (0% false alarm) oplossingen te krijgen die op continue basis monitoren. Dit zal een veilig continu gebruik van het product door de gebruiker kunnen faciliteren. TenCate noemt een soortgelijk voorbeeld. TenCate geeft richtlijnen voor het wassen van zijn materialen. Maar gebeurt het in de praktijk ook zo? Bij ervaren bedrijven wel, maar iemand kan een beschermend pak ook wel thuis wassen! Hetzelfde punt speelt ook rond wel of niet professioneel repa-

renen. Hoe weet je of iets nog veilig is? Je kunt wellicht sensoren inweven in kleding (bijvoorbeeld zodat iets verkleurt als het niet meer veilig is), maar dan moeten die sensoren ook wasbaar zijn.

Bij beschermende kleding speelt ook het comfort. Weliswaar komt eerst de veiligheid en dan het comfort, maar toch. Als kleding niet comfortabel is, dan trekt de gebruiker het wellicht niet aan. Een brandweerman weet wel dat hij dat pak een aantal uren aan moet. Maar bij industriële veiligheid kan het anders liggen. Comfort wordt ook steeds meer gevraagd in tenders. De brandweer werkt al met twee soorten pakken: één voor gevaar en één voor het gewone werk. Zelfs Fashion speelt een rol. Een brandweerpak moet bijvoorbeeld blauw zijn, ook al is in andere kleuren een beter alternatief voor hand.

Noldus geeft ten slotte nog aan dat 'fouten' in user interfaces ook een indirect veiligheidseffect hebben. Een operator kan bijvoorbeeld een fout maken, waardoor elders slachtoffers vallen. Dit valt ook onder de scope van het project.

Hergebruik en recycling

In een laatste fase, ten slotte, kan worden gekeken naar het hergebruik/recycling van (afgedankte) producten. Dit is in de interviews niet to nauwelijks aan de orde gekomen.

De rol van ambient technologie

Hoe kan ambient technologie helpen de veiligheid op de werkvloer te verbeteren? In aparte documenten zullen we de 'state-of-the-art' op het gebied van 'Personal Protective Equipment', 'situational awareness' en 'persuasive technology' in kaart brengen. In deze paragraaf beperken we ons tot een enkele opmerking die bij de interviews met de consortiumpartners naar voren is gekomen. Noldus ontwikkelt bijvoorbeeld producten voor het volgen van mensen, zowel binnen als buiten. Er is daarbij behoefte aan kleinere (en goedkope) sensoren voor fysiologische metingen. Het idee leeft om bijvoorbeeld de eigen medewerkers de hele dag van sensoren voorzien. Dit zou ook als casus in het project kunnen. Het verschaft informatie over wanneer men dicht bij elkaar is of hoe te ontruimen, etc. Automatische gedragsherkenning bij mensen, dus het komen tot een hoger niveau van herkennen van gebeurtenissen, is een volgende stap. Noldus zou graag een casus doen rond de analyse van gedragspatronen.

4. Conclusie: definitie van casussen



Op basis van literatuuronderzoek en gesprekken met bedrijven in het RAAK-PRO Veiligheid op de Werkvloer-consortium is een risicoanalyse uitgevoerd met als doel het definiëren van relevante casussen binnen het project.

Scope

Het project richt zich op de toepassing van High Tech Systemen en Materialen (in het bijzonder ambient technology) voor de veiligheid op de werkvloer. Daarnaast kiest het project als werkvloer waarop veiligheid wordt verbeterd ook voor de sector van High Tech Systemen en Mate-

rialen. In het consortium van het project Veiligheid op de werkvloer participeert een aantal grotere bedrijven uit deze sector: TenCate, PANalytical, Thales en Norma MPM. Omdat bij deze bedrijven – en in de sector in het algemeen - veel hoogopgeleiden werken, hebben we hier naast productieomgevingen ook te maken met kantooromgevingen als werkvloer. Daarnaast hebben we ook te maken met de veiligheid rond het productgebruik door klanten.

Bij het definiëren van casussen kan rekening worden gehouden met:

- Specifieke risicogroepen: jongeren/ouderen, laagopgeleiden, anderstaligen/niet-westerse allochtonen, gehandicapten, mensen met een korte werkweek/atypische werktijden en vooral nieuwkomers.
- Specifieke risicoactiviteiten: tillen en dragen, duwen of trekken, repeterende bewegingen, ongunstige of statische lichaamshouding, werken op hoogte, gevaarlijke stoffen, reproductietoxische stoffen, machineveiligheid.
- De bedrijfscultuur: organisatie, discipline, communicatie.



dit voor productiviteit en concentratie (en indirect veiligheid)?

- De beschadiging van producten bij de klant gedurende de volledige lifecycle (15-20 jaar is geen uitzondering). Hoe constateer je op continue basis dat een product bij de klant beschadigd is geraakt en potentieel niet veilig meer is?
- Het ondersteunen van het eenvoudig en veilig configureren van systemen door gebruikers, bijvoorbeeld de mogelijkheden verkennen voor (automatische) componentherkenning en componentpositieherkenning via moderne technologische mogelijkheden.

Bedrijfsspecifiek

Uit de gesprekken met de consortiumpartners komen primair de volgende potentiële casussen naar voren:

PANalytical

- Hoe wordt het product vervoerd en komt in '100% en veilige' staat aan? Het gaat hierbij om circa 1000 machines plus heel veel onderdelen/componentenverscheperingen per jaar.
- Het werken (en eventueel lang doorwerken) in een kantoortuin, waarbij de concentratie wordt beïnvloed door het geluidsniveau. Open ruimtes hebben voordelen en ongemak. Wat betekent

TenCate Protective Fabrics

- Hoe kun je het comfort van beschermende kleding verhogen bij gelijke of grotere veiligheid? Het gaat hier typisch om de balans comfort/veiligheid die eventueel te combineren is met factoren als fashion, onderhoud en/of sensoren van kleding.
- Hoe kun je risico's zichtbaar maken, in bijvoorbeeld industriële veiligheid, van veel voorkomende situaties?
- De werking van beschermende kleding met sensoren wordt in het lab getest. Maar hoe zit het met vieze kleding en het effect van wassen, beschadigingen door gebruik, etc. Of hoe maak je zichtbaar of constateer je dat het materiaal minder beschermend is?

Norma MPM

- Personeel bewuster maken van welke stoffen zij gebruiken en welke gevaren daaraan verbonden zijn. Het gaat om doeners, geen lezers. Men zoekt de 'bijsluiters' echt niet op. Je kunt niet steeds ergens over nadenken. Maar in routine zit een gevaar. Hoe kun je automatisch en op een natuurlijke manier bewustzijn creëren of gedrag veranderen?
- Een casus rond gevaarlijke stoffen, bijvoorbeeld minder lang blootstellen of vermindering van de hoeveelheid verschillende gevaarlijke stoffen.

Algemeen

De bedrijfsspecifieke casussen zijn voorlopig gedefinieerd. Dit betekent dat onderzoek en/of verdere observatie en verdieping tot nieuwe inzichten en/of uitdagingen kan leiden. Toch zien we een aantal generieke lijnen. Wat in het bijzonder steeds naar boven komt is:

- Het zichtbaar maken van de risico's op beschadiging van het product bij de klant (maar hoe kom ik daar achter) of van de beschermende kleding die niet meer beschermt (maar hoe zie ik dat)?
- Het werknemers bewust maken van potentieel onveilige situaties. Hoe kun je op een natuurlijke (wellicht ambient) en effectieve wijze communiceren over gevaren en/of gedrag beïnvloeden? Dit speelt vooral een rol in de industrie, waar het vaak gaat om doeners in plaats van denkers.
- Het gedrag van medewerkers en de bedrijfscultuur. Het is niet voldoende om naar persoonlijke veiligheid, veilige omgevingen of veilig gedrag alleen te kijken. Ook de organisatie speelt een rol. Of bij beschermende kleding, zelfs fashion.

Bij het onderwerp Persoonlijke veiligheid en rond Personal Protective Equipment (PPE) lijkt vooral de balans tussen sensoren, comfort, veiligheid en onderhoud (slijtage/wassen) van belang. Dit ligt ook



dicht tegen gedrag (of detectie van afwijkend gedrag) aan.

Bij het onderwerp Veilige omgeving ligt het voor de hand de grote hoeveelheid beschikbare kennis over 'situational awareness' (bijvoorbeeld bij Thales) te vertalen naar en toe te passen op de werkomgeving. Een uitgangspunt dat de omgeving inherent onveilig is, is wellicht een interessante. Nieuwe ontwikkelingen als 'augmented reality' bieden wellicht perspectief.

Bij het onderwerp Veilig gedrag speelt, zoals gezegd, de bedrijfscultuur een be-

langrijke rol. Maar ook het niet naleven van regelgeving/protocollen (of juist het omzeilen ervan uit gemakzucht), het beïnvloeden gedrag (gewoontes doorbreken), het effect van instructies, het gebruik van producten op een juiste wijze door verschillende type gebruikers. Ook speelt altijd de balans tussen veiligheid versus efficiëntie/productiviteit versus gemak/comfort en eventueel kosten een rol.

Twee onderzoekstijlen

Op basis van bovenstaande analyse heeft het project Veiligheid op de werkvloer gekozen voor twee onderzoekslijnen. Ten eerste de onderzoekslijn 'Beïnvloeden van gedrag op basis van omgevingsfactoren'. De focus ligt hierbij sterk op de mens en de bedrijfscultuur. Hoe kun je routinegedrag doorbreken (het meeste gedrag is immers automatisch)? We denken dan in het bijzonder aan het gebruik van stimuli die gedrag beïnvloeden, zonder dat we dat in de gaten hebben (ambient technology). Voorbeelden zijn het gebruik van zintuigen (licht, geur) of sociale gemeenschappen. Dit ligt in de kern van het werkpakket Veilig gedrag, maar heeft ook relaties met Persoonlijke veiligheid en Veilige omgeving. Immers, het bewust maken van risico's richting personen heeft bijvoorbeeld ook alles te maken met een persoonlijke, gerichte terugkoppeling van

iemands gedrag waarvoor omgevingsbewustzijn ('situational awareness') en/of sensoren en actuatoren rond het lichaam (wellicht verweven in 'Personal Protective Equipment') nodig zijn.

De tweede gekozen onderzoekslijn is het 'Detecteren en zichtbaar maken van risico's. Waar de eerste onderzoekslijn meer gedragsmatig is ingestoken, heeft deze onderzoekslijn een meer technisch karakter. We denken in het bijzonder aan sensornetwerken rond het lichaam, wellicht verweven in de (beschermende) kleding, om bijvoorbeeld stress of andere fysieke condities te meten. Bij het zichtbaar maken van risico's denken we ook aan actuatoren in de zin van functionele materialen. Hier ligt dus duidelijk een sterke relatie met het werkpakket Persoonlijke veiligheid, in het bijzonder Personal Protective Equipment (PPE). Er ligt echter ook een relatie met het werkpakket Veilig gedrag en het werkpakket Veilige omgeving. Want het gaat uiteraard ook om het herkennen van activiteiten, waarbij ook omgevingsfactoren weer een belangrijke rol spelen.

Aanpak

Op beide onderzoekslijnen wordt een promovendus aangesteld. De promovendus die onderzoek gaat doen naar gedragsbeïnvloeding wordt aangesteld bij Saxion. De promovendus die zich bezig

gaat houden met sensornetwerken bij de Universiteit Twente. Uitwisseling zal (een dag in de week) plaatsvinden. De promovendi hebben een scope van vier jaar en zullen cyclisch elk semester (half jaar) gebruik maken van studentenprojecten rond specifieke casussen.

De eerste stap is nu dat rond elk van de drie werkpakketten

- Persoonlijke veiligheid/Personal Protective Equipment
 - Veilige omgeving/Situational awareness
 - Veilig gedrag/Persuasive technology
- de stand van zaken (state-of-the-art) in kaart wordt gebracht. Ook wordt een discussie gevoerd over de vraag hoe de (ambient) technologie een bijdrage kan leveren aan de oplossing van de veiligheidsvraagstukken (en/of -uitdagingen) en hoe dat zich vertaalt naar geschikte casussen (bijvoorbeeld experimenten) in de praktijk.

- Agentschap NL, 2011. *Topsectorenbeleid: verder versterken van Nederlandse sterktes*. http://www.agentschapnl-nieuws.nl/nlinnovatie/?Z_EDITIE=13&art=95
- Boomkamp, J.W. (2011). Toespraak van drs. J.W. Boomkamp, voorzitter van het College van Bestuur van Saxion, bij de opening van het hogeschooljaar 2011/2012 op 30 augustus 2011 in Enschede. http://www.saxion.nl/files/storage/mnc/OpeningHogeschooljaar2011_toespraakWimBoomkamp.pdf
- Deming, W E (1975) On probability as a basis for action. *The American Statistician*, 29(4), pp146–152
- Hawkins, F.H. (1987). *Human factors in flight*. UK: Gower Technical Press.
- Leeuwen, H. van & W.B. Teeuw (2009). *Projectplan RAAK-PRO Veiligheid op de Werkvloer*.
- Norman, D.A. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. New York, NY: Basic Books.
- Onderzoeksraad voor Veiligheid (2011). *Ongeval met een slijptrein in Stavoren*, 25 juli 2010. http://www.onderzoeksraad.nl/docs/rapporten/Rapport_Stavoren_NL_DEFINITIEF_web_12092011.pdf
- Saleh et al (2009). Arbo in bedrijf 2008. *Een onderzoek naar de naleving van arboverplichtingen, blootstelling aan arbeidsrisico's en genomen maatregelen in 2008*. http://www.arbeidsinspectie.nl/Images/Arbo_in_bedrijf_tcm290-276591.pdf
- Venema et al (2010). *Monitor Arbeidsongevallen in Nederland 2008*. Hoofddorp: TNO Kwaliteit van Leven.
- Stichting Twente Index. Twente Index 2010. <http://www.twente-index.nl/>

Foto's

- Andy Matthews (http://www.flickr.com/photos/ginja_andy/2676868550)
- Mohammad Badi (<http://www.flickr.com/photos/mhdbadi/5025149217>)
- Mahdi Abdulrazak(<http://www.flickr.com/photos/lightmash/2293679151>)
- ER24 EMS (Pty) Ltd. (<http://www.flickr.com/photos/er24ems/4976848162>)
- Guy the light (<http://www.flickr.com/photos/45367588@N00/2460834109>)
- Alkainel (<http://www.flickr.com/photos/mon-album/5248949185>)
- Tien Do (<http://www.flickr.com/photos/tiendq/5750838746>)
- NatalieMaynor (<http://www.flickr.com/photos/nataliemaynor/120843604>)
- Hey Paul(<http://www.flickr.com/photos/heypaul/2288189>)
- Sanofi Pasteur (<http://www.flickr.com/photos/sanofi-pasteur/5283892252>)
- Nigel Goodman (<http://www.flickr.com/photos/legin/485107887>)
- Michael Hanscom (<http://www.flickr.com/photos/djwudi/4844385787>)
- U.S. Army Corps of Engineers Europe District (<http://www.flickr.com/photos/euro-pedistrict/5163883412>)
- LuísSequeira (<http://www.flickr.com/photos/luismsequeira/3179491229>)
- AplusA Trade Fair (http://www.flickr.com/photos/aplusa_tradefair/3725989991).

ISBN/EAN: 978-90-818424-0-2
Titel: Veiligheid op de werkvloer; risicoanalyse en pakket van eisen,
1e druk, november 2011
Auteurs: Ynze van Houten (Novay) en
Wouter Teeuw (Saxion Kenniscentrum Design en Technologie)
Projectreferentie: D1.1.1. RAAK-Pro Veiligheid op de werkvloer
Uitgever: Saxion, Kenniscentrum Design en Technologie