

Full paper

Het verbeteren van veiligheid van intern transport met palletwagens: een bow-tie analyse van ongevalsscenario's

Karolien van Nunen^{1,2}, Paul Swuste^{2,3}, Genserik Reniers^{2,3}

Trefwoorden: Vlinderdas, bow-tie, indicatoren, veiligheidsbarrières, managementfactoren, palletwagen, ongevallenanalyse, ongevalsscenario's, arbeidsongeval

Samenvatting

Een Belgisch bedrijf uit de maakindustrie gebruikt palletwagens voor intern transport. Ondanks de veiligheidsinspanningen van het bedrijf blijven ongevallen met palletwagens frequent voorvallen. Om arbeidsongevallen te beheersen is het belangrijk om een goed zicht te hebben op de potentiële ongevalsscenario's aanwezig in het bedrijf. De bow-tie methode of het vlinderdasmodel is een manier om deze ongevalsscenario's visueel in kaart te brengen op een integrale manier. In de vlinderdas zijn veiligheidsbarrières (zowel technische als organisatorische en menselijke) en managementfactoren geïncorporeerd die kunnen ingrijpen op de ongevalsprocessen. De vlinderdas is een uitstekend vertrekpunt om indicatoren toe te wijzen aan veiligheidsbarrières en managementfactoren met als doel de ongevalsscenario's te beheersen (i.e. te voorkomen of te beperken). Twee types van indicatoren kunnen onderscheiden worden. Ten eerste zijn er de algemene indicatoren die toegewezen worden aan managementfactoren die ingrijpen op meerdere ongevalsscenario's, en op die manier een hogere veiligheidswinst kunnen opleveren. Ten tweede zijn er scenario-specifieke indicatoren die ingrijpen op een specifiek ongevalsscenario's, en op die manier een veiligheidswinst kunnen opleveren voor een specifiek probleem in het bedrijf. Voor het opstellen van de vlinderdas worden verschillende databronnen gebruikt (zowel bedrijfsspecifieke als niet-bedrijfsspecifieke bronnen), wat leidt tot een integraal en algemeen overzicht. Hierdoor zijn de resultaten ook bruikbaar voor andere omgevingen waar palletwagens worden ingezet voor intern transport.

Inleiding

Intern transport vertegenwoordigt een bekend arbeidsgerelateerd gevaar. Palletwagens (synoniemen hiervoor zijn onder meer pallet mover, walkie-rider en transpallet) worden in veel bedrijven gebruikt voor intern transport. Vergeleken met bijvoorbeeld vorklifttrucks zijn palletwagens eenvoudiger te bedienen, wat niet wegneemt dat het inherent gevaarlijke machines zijn. Vaak gebruikt men palletwagens in de nabijheid van looppaden op de werkvloer, en kunnen ze lasten transporteren van meer

Abstract

A Belgian manufacturing company uses pallet movers for internal transport. Despite the company's efforts to improve occupational safety, accidents with pallet movers remain noteworthy. In order to control occupational accidents, it is crucial to have a clear view on the potential accident scenarios that are present in a company. The bow-tie method is a way to capture and visualize these accident processes in an integrative way. Included in the bow-tie are safety barriers (both technical as organizational and human) and management delivery systems that can intervene in these accident processes. Once bow-ties are composed, they are an excellent point of departure to assign indicators to the safety barriers and management delivery systems in order to control (i.e. prevent or mitigate) the accident scenarios. Two types of indicators can be distinguished. Firstly, there are general indicators that are assigned to management delivery systems interrupting multiple accident scenarios, and which can yield a higher safety gain (as they intervene in multiple accident scenarios). Secondly, there are scenario-specific indicators targeting one specific accident scenario, and which can be valuable as they target a specific problem in the company. For the development of the bow-ties, a multi-method design with the inclusion of different data sources was used, leading to a comprehensive overview. This makes the bow-tie analysis of internal transport with pallet movers transferable to other settings where pallet movers are used for internal transport.

dan twee ton. Ook is het meestal niet nodig om de lading vast te maken aan de machine.

Het bedrijf waar het onderzoek is uitgevoerd, is gelegen in België en onderdeel van een Amerikaanse multinational, dat wereldwijd consumentenproducten produceert. In de Belgische locatie worden elektrische palletwagens frequent gebruikt voor het intern transport. Het bedrijf gebruikt de zogenaamde '6W-2H' en 'why-why' methode

¹ Leerstoel Vandeputte, Universiteit Antwerpen, België

² Antwerp Research Group on Safety and Security (ARGoSS), Department of Engineering Management (ENM), Faculteit Toegepaste Economische Wetenschappen, Universiteit Antwerpen, België

³ Sectie Veiligheidskunde, Technische Universiteit Delft, Nederland

voor de analyse van de geregistreerde ongevallen (al dan niet met verzuim). De 6W-2H methode geeft een beschrijving van de context van het ongeval aan de hand van acht vragen: wat, waar, welke, wanneer, wie, aan wie, hoe, hoeveel. De why-why analyse geeft inzicht in de primaire oorzaken van het ongevalsproces en waarom het ongeval heeft kunnen plaatsvinden. Op basis van de 6W-2H en why-why methode worden maatregelen geformuleerd. De volledige ongevallenanalyse is de verantwoordelijkheid van de leidinggevenden, en worden hierbij ondersteund door de veiligheidsdienst van het bedrijf.

De gehanteerde analysemethoden en de daaruit volgende maatregelen leiden echter niet tot een substantiële afname van het aantal ernstige arbeidsongevallen. Als alternatief is voorgesteld een vlinderdasanalyse toe te passen. Hierbij wordt het volledige ongevalsproces in kaart gebracht, aangevuld met mogelijke veiligheidsbarrières (zowel technisch als niet-technisch) en managementfactoren (of *management delivery systems*) die het ongevalsproces kunnen voorkomen of beperken. Om deze analysemethode te testen is een piloot project opgestart waarbij werd gefocust op ongevallen tijdens intern transport met pallet wagens. In het betreffende bedrijf maken ongevallen met palletwagens een significant deel uit van alle arbeidsongevallen die er voorvallen. Zo maakten ongevallen met palletwagens in 2015 en 2016 10% uit van alle arbeidsongevallen met verzuim in alle Europese vestigingen van de multinational.

De hoofdvraag van het onderzoek is: ‘Welke ongevalsscenario’s zijn mogelijk tijdens intern transport met palletwagens en welke veiligheidsbarrières (zowel technische als organisatorische en menselijke) en managementfactoren kunnen deze ongevalsscenario’s beïnvloeden (i.e. voorkomen of beperken)?

Het onderzoek is uitgevoerd in 2017.

Achtergrond van de Belgische locatie

In de Belgische locatie werken ongeveer 300 medewerkers. Twee derde is eigen personeel en één derde is afkomstig van een uitzendbureau. Het productieproces is verspreid over verschillende verdiepingen. De bovenste verdiepingen zijn verantwoordelijk voor tussenopslag van



Figuur 1 Links: standaard elektrische palletwagen, rechts: stapelaar

grondstoffen, de productie van tussenproducten, en het transporteren van deze tussenproducten naar de onderliggende verdiepingen. Op de onderliggende verdiepingen wordt het eindproduct vervaardigd en verpakt. De productie- en verpakkingslijnen zijn ingeplant in een bestaande ruimte die niet werd ontworpen voor de hoeveelheid lijnen die momenteel aanwezig zijn. Gedurende het productieproces worden grondstoffen, tussenproducten en eindproducten frequent getransporteerd en gestockeerd in tijdelijke buffers.

Figuur 1 toont de twee soorten palletwagens die in het bedrijf worden gebruikt: de standaard elektrische palletwagen en de stapelaar. De stapelaar kan ladingen hijsen tot een hoogte van 1,8 meter. In het bedrijf worden 27 standaard palletwagens en 5 stapelaars gebruikt, die doorgaans ladingen van 1,2 tot 2 ton transporteren. De maximale snelheid van de palletwagen is 6 km/u en de machines zijn uitgerust met een noodstop. Onderhoud en herstelling wordt door het bedrijf zelf uitgevoerd. Keuring en inspectie wordt uitgevoerd om de drie maanden door een extern bedrijf.

Ongeveer 75% van het palletwagen transport wordt uitgevoerd door ingehuurd personeel. Het ingehuurd personeel wordt voorzien door één uitzendbureau waarmee het bedrijf een langdurig contract heeft afgesloten. De ploeg van ingehuurde medewerkers is niet vast, er is sprake van een frequente roulatie.

Figuur 2 toont de ladingen die met de palletwagens worden getransporteerd. Eindproducten worden niet

Big bag met poeder



Container met afgekeurd product



Pallet met grondstoffen of verpakkingsmateriaal



Cubitainer met vloeistof



Figuur 2 Meest getransporteerde ladingen met palletwagens

met palletwagens getransporteerd, enkel grondstoffen, tussenproducten, afgekeurde producten en verpakkingsmateriaal.

Tijdens de periode 2015-2016 werden in de Belgische locatie acht ongevallen met verzuim geregistreerd. Bij drie ongevallen was een palletwagen betrokken. Bij twee van deze drie ongevallen was een ingehuurd werknemer betrokken, en bij één ongeval een eigen werknemer.

Onderzoeksmethode

Om de vlinderdas van ongevallen met palletwagens op te stellen is er gebruik gemaakt van een multi-method design waarbij verschillende databronnen worden gecombineerd.

Er is gestart met een literatuuronderzoek in de elektronische databestanden van de bibliotheek van de TU Delft, van de Britse Health and Safety Executive (HSE) en de American Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Volgende zoektermen werden gebruikt: 'pallet mover', 'pallet jack', 'walkie-rider', 'pallet truck', 'transpallet', and 'accident'. Aangezien veiligheidsgerelateerde artikelen over palletwagens eerder schaars zijn, is 'fork lift' als extra zoekterm toegevoegd. Ongevalseprocessen met vorkliftrucks zijn immers enigszins vergelijkbaar zijn met de ongevalseprocessen met pallet wagens.

Nationale data uit België en Nederland over ongevallen met palletwagens zijn opgevraagd. Voor België zijn deze afkomstig uit 'Fedris', het federaal agentschap voor beroepsrisico's. Voor Nederland is Storybuilder van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid geraadpleegd (Bellamy et al., 2008). Beide databanken bevatten ongevallen die worden gemeld aan en onderzocht door de arbeidsinspectie. Voor de classificatie van betrokken machines bij de ongevallen wordt in beide databanken gebruik gemaakt van EWAS classificatie (European Statistics on Accident at Work). Palletwagens vallen onder code 11.04 (verplaatsbare transportsystemen, transportwagens (al dan niet gemotoriseerd) – kruitwagen, pallethefwagens, enz.). De databanken laten het wel niet toe om ongevallen met palletwagens uit de beschikbare informatie te extraheren. Hierdoor omvat de data dus ook informatie over andere machines zoals vorkliftrucks. De databanken bevatten informatie over soorten ongevalsscenario's, falende veiligheidsbarrières en managementfactoren. Deze kwalitatieve informatie is mee gebruikt om de vlinderdas op te stellen.

Veiligheidsgerelateerde bedrijfsdocumenten en geregistreerde data over palletwagens van de Belgische locatie en andere Europese vestigingen zijn bestudeerd: training materiaal, observatiechecklijst (de veiligheidsdienst en leidinggevendenden gebruiken deze checklijst om het gedrag van palletwagenbestuurders te evalueren), onderhouds- en inspectiegegevens van palletwagens, notulen

van veiligheidsvergaderingen en veiligheidsmeldingen aangaande palletwagens. Tijdens 2015-2016 werden 127 veiligheidsmeldingen aangaande palletwagens geregistreerd. Deze meldingen omvatten ongevallen (n=9), bijna-ongevallen (n=9), onveilige situaties (n=93) en positieve feedback naar palletwagenbestuurders (n=16). De resultaten van de palletwagen ongevallenanalyses (6W-2H en why-why) zijn bestudeerd. In de bijlage is een voorbeeld opgenomen van een ongeval met een palletwagen. Hierbij wordt er een korte beschrijving van het ongeval gegeven en de maatregelen die werden genomen naar aanleiding van het ongeval. Input voor deze bijlage komt uit de 6W-2H en why-why methode.

In de Belgische locatie werd voorafgaand aan het veldwerk het onderzoek voorgesteld aan de palletwagenbestuurders. Het veldwerk bestond uit observaties van alle werkplekken met palletwagentransport, en interviews met bestuurders (n=25), ploegleiders (n=5), de staf van de veiligheidsdienst (n=3) en het management (n=2). Tijdens de interviews kwamen volgende onderwerpen aan bod:

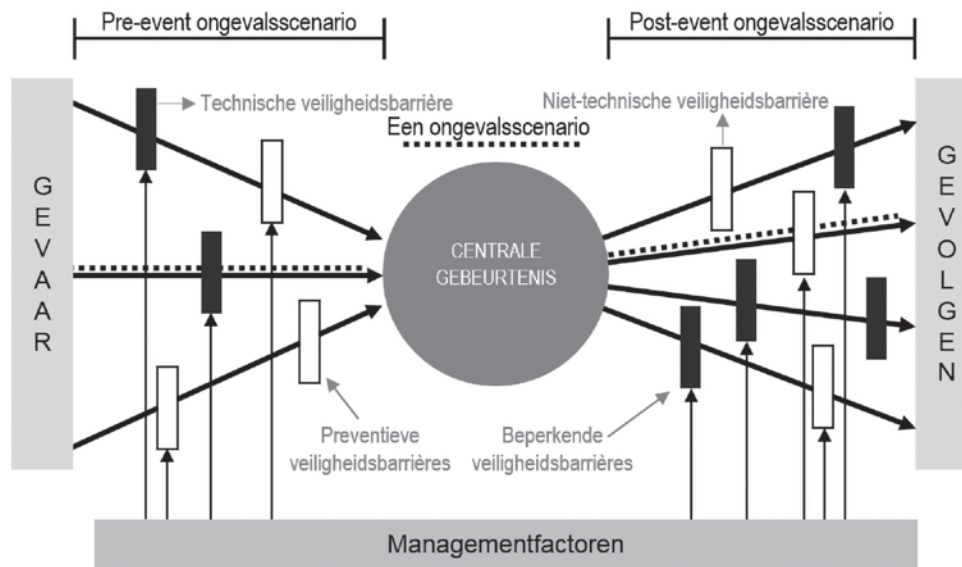
- werkomschrijving en taken met palletwagens;
- problemen en moeilijkheden tijdens het gebruik van palletwagens;
- faciliterende aspecten met betrekking tot gebruik van palletwagens;
- (bijna-)ongevallen en onveilige situaties met palletwagens;
- meest waarschijnlijke ongevallen met palletwagens;
- ervaringen met de melding van bijna-ongevallen en onveilige condities en terugkoppeling naar werknemers;
- suggesties voor een verbeterd gebruik van palletwagens;
- additionele vragen, volgend uit de observaties.

Het externe bedrijf verantwoordelijk voor het geven van de training van de palletwagenbestuurders werd ook geïnterviewd.

De vlinderdasmethode

De metafoor voor het ongevalsproces gebruikt in deze studie is de vlinderdas (Visser, 1998). Deze metafoor combineert de concepten gevaar en veiligheidsbarrières. Deze concepten zijn reeds lang geleden ontwikkeld door DeBlois (1926), Gibson (1961) en Haddon (1963). Ook integreert de vlinderdas het scenarioconcept dat bekend is van de Zwitserse kaas metafoor van Reason (1997) (Van Gulijk et al., 2009; Swuste et al., 2009; 2011; 2017).

In de vlinderdas metafoor start een ongevalsproces met een gevaar, zoals weergegeven in de linkerkant van Figuur 3. Een gevaar (of energie) is een bron of een conditie met het potentieel om letsel of schade te veroorzaken. Meerdere ongevalsscenario's, weergegeven als de pijlen van links naar rechts in de figuur, leiden naar de centrale gebeurtenis in het centrum van de figuur. Deze centrale gebeurtenis is een toestand waar het gevaar of de energie



Figuur 3 De vlinderdas metafoor

oncontroleerbaar wordt. Vanaf de centrale gebeurtenis leiden scenario's naar de rechterkant van de metafoor en monden uit in letsel bij mensen, of schade aan installaties, materiaal of aan het milieu.

De kracht van de metafoor is de relatie tussen ongevalsscenario's, technische veiligheidsbarrières, niet-technische veiligheidsbarrières, en managementfactoren. Een scenario is een opvolging van gebeurtenissen en condities die noodzakelijk zijn voor een ongeval. In de figuur is een onderscheid gemaakt tussen enerzijds scenario's voorafgaand aan de centrale gebeurtenis. Dit zijn de zogenaamde pre-event ongevalsscenario's aan de linkerkant van de figuur die leiden tot de centrale gebeurtenis. Anderzijds zijn er scenario's volgend op de centrale gebeurtenis. Dit zijn de post-event ongevalsscenario's aan de rechterkant van de figuur die leiden tot de gevolgen.

De technische veiligheidsbarrières, weergegeven als de zwarte rechthoeken in de scenario's, zijn technische entiteiten die het verloop van een scenario beïnvloeden of kunnen stoppen. Een voorbeeld van een technische veiligheidsbarrière is een noodstop op de palletwagen. De niet-technische (of organisatorische en menselijke) veiligheidsbarrières, weergegeven als de witte rechthoeken in de scenario's, zijn niet-technische entiteiten die het verloop van een scenario kunnen beïnvloeden of stoppen. Een voorbeeld van een niet-technische veiligheidsbarrière is het verwijderen van lekkende cubitainers (dit onderbreekt het pre-event ongevalsscenario van het verlies van controle over de palletwagen veroorzaakt door gelekt product op de vloer).

De veiligheidsbarrières kunnen zich situeren voorafgaand aan de centrale gebeurtenis, en kunnen zo de centrale gebeurtenis voorkomen. De veiligheidsbarrières kunnen zich ook situeren volgend op de centrale gebeurtenis, en kunnen zo de gevolgen beperken.

De managementfactoren zijn de opwaartse pijlen in de figuur. Managementfactoren beïnvloeden de kwaliteit (in termen van betrouwbaarheid en beschikbaarheid) van de technische en niet-technische veiligheidsbarrières. Bijvoorbeeld, onderhoud van de noodstop op de palletwagen onderbreekt het ongevalsscenario niet op een directe manier, maar is een management factor die de betrouwbaarheid van de technische veiligheidsbarrière 'noodstop op palletwagen' beïnvloedt. Een ander voorbeeld van een managementfactor is training van palletwagenbestuurders op het verwijderen van lekkende cubitainers. Dit beïnvloedt de betrouwbaarheid van de niet-technische veiligheidsbarrière 'verwijderen van lekkende cubitainers'.

In de vlinderdas zit een verborgen tijdsfactor. Het kan dagen, maanden, jaren duren voordat een gevaar via minder efficiënte veiligheidsbarrières en managementfactoren de toestand van een centrale gebeurtenis bereikt. Als het eenmaal zover is, dan kan de route naar consequenties in uren, minuten of minder doorlopen zijn.

Nadat de vlinderdas is opgesteld kunnen indicatoren worden opgesteld die zijn gekoppeld zijn aan de veiligheidsbarrières en de managementfactoren (Swuste et al., 2015). Deze indicatoren geven aan op welke vlakken er een verbetering nodig is, en of deze verbetering al dan niet wordt bereikt gedurende een bepaalde tijdspanne. Ze kunnen gebruikt worden om afdelingen of vestigingen met elkaar te vergelijken. Daarvoor is het nodig om per indicator een grens te bepalen om aan te geven wat acceptabel is als resultaat en wat niet. Ook moeten er verantwoordelijkheden worden aangeduid om een aanvaardbaar resultaat te behalen, en om acties te ondernemen wanneer de resultaten niet worden behaald. Naargelang de noden van het bedrijf kunnen indicatoren worden geprioriteerd afhankelijk van het belang en de haalbaarheid.

Resultaten

De huidige methode van ongevallanalyse

In het Belgische bedrijf worden ongevallen met palletwagens geanalyseerd met de 6W-2H en de why-why methode. Deze methode laat toe om te focussen op technische, organisatorische en menselijke aspecten. Er kan echter opgemerkt worden dat 'blaming the victim' een frequent resultaat is van de methode. Als er bijvoorbeeld wordt gekeken naar het ongeval beschreven in de bijlage kunnen volgende aspecten aangeduid worden als belangrijke oorzaken van het ongeval: de werkplek was overladen waardoor een smalle manoeuvreerruimte ontstond, de lading die moest getransporteerd worden bevond zich niet in de toegewezen zone, en de werkdruk was hoog. De ongevallanalyse toont dat de betrokken bestuurder persoonlijk werd beschuldigd en dat er disciplinaire maatregelen werden getroffen. De gebruikte methode van ongevallanalyse leidt dus niet altijd tot het vinden van de juiste oorzaken, en leidt vaak tot het aanduiden van een menselijke fout als oorzaak. Aangezien de methode wel toelaat om te focussen op zowel technische, organisatorische als menselijke aspecten, kan er gesteld worden dat de methode niet altijd correct wordt toegepast.

De maatregelen die worden genomen op basis van de resultaten van de ongevallanalyse richten zich ook voornamelijk tot de bestuurders. Voorbeelden hiervan zijn het geven van persoonlijke waarschuwingen en het organiseren van hertrainingen. De observatiechecklijst om het gedrag van bestuurders tijdens het palletwagengebruik te evalueren wordt vaak gebruikt nadat er een incident heeft plaatsgevonden. Dit suggereert dat er impliciet van uitgegaan wordt dat het gedrag van de bestuurder een belangrijke oorzaak is van incidenten. Organisatorische maatregelen zijn vooral gericht op een aanpassing van de werkplek om meer manoeuvreerruimte en een beter overzicht te creëren.

De vlinderdas uitgewerkt voor palletwagens

Om de uitgewerkte vlinderdas overzichtelijk te houden, werd er gekozen voor een weergave in de vorm van tabellen. Tabel 1 geeft een overzicht de linkerkant van de vlinderdas: gevaren, pre-event ongevalsscenario's, preventieve technische en niet-technische veiligheidsbarrières, managementfactoren, en de mogelijke centrale gebeurtenissen. Tabel 2 geeft het overzicht van rechterkant van de vlinderdas: de post-event ongevalsscenario's, beperkende technische en niet-technische veiligheidsbarrières, managementfactoren, en mogelijke gevolgen.

Tabel 1 en 2 werden opgesteld op basis van de bevindingen uit het literatuuronderzoek (Stout, 1987; Miller, 1988; Lifschulz and Donoghue, 1994; Larson and Rechnitzer, 1994; Darcy et al., 1995; Mack et al., 1995; Born et al., 1996; UK-HSE, 2003, 2011, 2014; Harris and DeRosia, 2003; Larsson et al., 2003; Horberry et al., 2004; St-Vincent et al., 2005; Berry, 2008; Sanders, 2008; Kleinert and Overmeyer, 2013; Aneziris et al., 2014), informatie afkomstig uit de

Belgische en Nederlandse ongevallendatabanken, analyse van bedrijfsdocumenten en -data, en de resultaten van het veldwerk (observaties en interviews).

Koppelen van indicatoren aan de vlinderdas

De vlinderdas is een uitstekend vertrekpunt om indicatoren toe te wijzen aan veiligheidsbarrières en managementfactoren met als doel de ongevalsscenario's te beheersen (i.e. te voorkomen of te beperken). Indicatoren ondersteunen een bedrijf in het veiligheidsmanagement en geven informatie of een gewenst veiligheidsdoel, in dit geval met betrekking tot palletwagens, al dan niet is bereikt.

Het is belangrijk dat geformuleerde indicatoren toepasbaar zijn in de context van het bedrijf. Zo kan het bijvoorbeeld wenselijk zijn om alle palletwagens te vervangen door nieuwe types die minder zwaar zijn. Dit vraagt echter een investering die afgewogen moet worden tegen andere nodige investeringen. Een ander voorbeeld is een reorganisatie van de lay-out van de verdiepingen. Gezien de smalle manoeuvreerruimte voor palletwagens is dit een gewenste interventie. Het creëren van bijkomende manoeuvreerruimte is echter niet mogelijk wegens beperkte plaats tussen de lijnen. De lijnen zijn immers ingeplant in een bestaande ruimte die niet werd ontworpen voor de aanwezige hoeveelheid lijnen. Een vraag die zich naar aanleiding van dit probleem stelt, is of een palletwagen wel het beste transportmiddel is in deze situatie. Deze vraag is gerelateerd aan de 'inherente veiligheid' (Kletz, 1991), die verder wordt toegelicht.

De vlinderdas kan dienen als vertrekpunt voor het formuleren van indicatoren die gekoppeld worden aan veiligheidsbarrières en meer bepaald de managementfactoren. Zoals te zien in tabel 1 en 2 komen bepaalde managementfactoren frequent terug. Voorbeelden hiervan zijn: de training van bestuurders van palletwagens, bewustwording en communicatie, heldere procedures, en planning van de productie en personeelsbezetting. Indicatoren die gekoppeld worden aan deze frequent terugkomende managementfactoren kunnen beschouwd worden als algemene indicatoren. Ze zijn immers niet gekoppeld aan één scenario, maar kunnen ingrijpen in verschillende ongevalsscenario's. Als voorbeeld zal de frequent voorkomende managementfactor 'training van palletwagenbestuurders' verder uitgewerkt worden.

Naast deze algemene indicatoren kunnen er ook scenario-specifieke indicatoren opgesteld worden. De bedrijfsspecifieke risico's met betrekking tot het gebruik van palletwagens zijn het beste vertrekpunt om keuzes te maken op welke specifieke scenario's het best gefocust kan worden. Twee voorbeelden van bedrijfsspecifieke ongevalsscenario's zullen verder uitgewerkt worden: de 'smalle manoeuvreerruimte' en de 'lekkende cubitainers'.

Tab 1 De linkerkant van de vlinderdas van het ongevalsproces met palletwagens:

Gevaar	Pre-event ongevalsscenario's	Preventieve veiligheidsbarrières en managementfactoren	Centrale gebeurtenis
<ul style="list-style-type: none"> • lading^(1,2,3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • beperkt zicht door de hoogte van de lading^(1,2,3,5,6) • lading niet (goed) gezekeerd (bv. als gevolg van productiedruk)^(1,2,3,4,5,6) • lading verkeerd geladen (bv. niet gecentreerd, te hoog geladen, vorken onder de pallet in de breedte i.p.v. in de lengte, containers niet recht op elkaar, te zwaar)^(2,3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • camera op palletwagen⁽¹⁾ • spiegels in werkruiimte^(1,2,6) • Intern verkeersmanagement: vloer markeringen^(1,2,3,5,6) • claxon op palletwagen^(1,2,3,4,5,6) • reflecterende kleding werknemers⁽²⁾ • ontwerp palletwaggen (minder zwaar)⁽¹⁾ • bumpdetectie^(1,3,6) • correcte belading^(2,3,4,6) • zekeren van de lading (bv. net, banden, kool)^(1,2,4,5,6) • voorzieningen materiaal om lading te zekeren⁽⁶⁾ • gebruik van materiaal om lading te zekeren^(2,4,6) • heldere en toegankelijke procedures voor belading^(3,6) • training palletwagenbestuurders^(1,3,4,5,6) • bewustwording/communicatie over belading^(3,4,5,6) • planning productie & personeelsbezetting (voldoende tijd, mensen voor het werk)^(1,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • instabiliteit lading^(1,2,3,4,5,6) OF • verlies van controle over palletwaggen^(1,2,3,4,5,6)
<ul style="list-style-type: none"> • snelheid palletwaggen^(1,2,3,4,6) • versnelling palletwaggen^(1,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • te snel rijden of versnellen^(1,2,3,4,6) • door productiedruk • door haast om te pauzeren • door nalatigheid (speelgedrag, overmoedigheid optreden) 	<ul style="list-style-type: none"> • snelheidsbegrenzing⁽¹⁾ • versnellingsbegrenzing^(1,6) • noodstop palletwaggen^(1,6) • voldoende aantal palletwaggen⁽³⁾ • heldere en toegankelijke procedures voor snelheid en versnelling^(3,5,6) • training palletwagenbestuurders^(1,3,4,5,6) • bewustwording/communicatie over snelheid en versnelling^(3,4,5,6) • planning productie & personeelsbezetting (voldoende tijd, mensen voor het werk)^(1,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • instabiliteit lading^(1,2,3,4,5,6) OF • verlies van controle over palletwaggen^(1,2,3,4,5,6)
<ul style="list-style-type: none"> • ontwerp werkplek^(1,2,3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • beperkt zicht door onvoldoende verlichting^(1,2,6) • afgeleid door luide geluiden^(1,5) • te smalle manoeuvreerruimte^(1,2,3,4,5,6) • beperkt zicht bij kruispunten, hoeken, in- en uitgangen^(1,3,4,5,6) • randen, scherpe uiteinden van infrastructuur (bv. de palletlift, gebieden met opstaande randen)^(4,5,6) • te volle werkgebieden, buffers (bv. teveel lading, teveel verkeer)^(2,4,5,6) • werknemers of ander intern transport in hetzelfde gebied als de palletwaggen^(2,4,5,6) • onveilige locatie voor opladen van batterijen^(4,6) • ongeschikte vloer (te ruw, te glad)^(2,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • voldoende verlichting^(1,6) • gehoorbescherming⁽⁶⁾ • camera op palletwaggen⁽¹⁾ • spiegels in werkruiimte^(1,2,6) • zandstralen van de vloer⁽⁶⁾ • intern verkeersmanagement, vloermarkering^(1,2,3,5,6), stopborden of andere verkeersborden^(1,2,4,6), gescheiden paden^(1,2,6) • claxon op palletwaggen^(1,2,3,4,5,6) • bumpdetectie^(1,3,6) • (reorganisatie) lay-out werkplek (bv. voldoende gemarkeerde zones voor volle en lege paletten of cubitainers, zoveel mogelijk reduceren beladingsactiviteiten)^(1,2,3,4,5,6) • verhoging frequentie leegmaken van buffers^(3,4,5,6) • afschermen richels, scherpe uiteinden van de infrastructuur⁽⁶⁾ • heldere en toegankelijke procedures (bv. voor manoeuvreren in smalle ruimtes)^(3,5,6) • training palletwagenbestuurders^(1,3,4,5,6) • Gedefinieerde locatie om batterijen te laden⁽⁶⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • instabiliteit lading^(1,2,3,4,5,6) OF • verlies van controle over palletwaggen^(1,2,3,4,5,6)

vervolg op volgende pagina

(1) Literatuur
 (2) Belgische en Nederlandse nationale gegevens
 (3) Bedrijfsdocumenten
 (4) Veiligheidsmeldingen van het bedrijf
 (5) Ongevallenanalyse van het bedrijf
 (6) Veldwerk: observaties en interviews

Tab 1 De linkerkant van de vlinderdas van het ongevalsproces met palletwagens: (vervolg)

Gevaar	Pre-event ongevalsscenario's	Preventieve veiligheidsbarrières en managementfactoren	Centrale gebeurtenis
<ul style="list-style-type: none"> • conditie werkplek^(1,2,3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • slechte conditie vloeren (bv. putten, losse vloerplaten)^(1,2,3,4,6) • onvoldoende orde en netheid (bv. lading buiten de aangegeven locaties, paletten niet correct gestapeld, natte vloer, product op de vloer)^(2,3,4,5,6) • binnenkomende regen op werkplekken, hoge vochtigheid door condensatie⁽⁶⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • supervisie orde en netheid^(3,4,5,6) • opkuisen natte vloeren^(4,5,6) • schade aangeven en zo snel mogelijk herstellen⁽⁶⁾ • zandstralen van vloeren⁽⁶⁾ • hef de vorken 10-20 cm boven de grond tijdens verplaatsingen om onregelmatigheden in de vloer te vermijden⁽³⁾ • heldere en toegankelijke procedures • (bv. voor orde en netheid)^(3,5,6) • train palletwagendbestuurders^(1,3,4,5,6) • bewustwording/communicatie (bv. belang van melden slechte conditie vloer, belang van orde en netheid)^(3,4,5,6) • zandstralen van de vloer⁽⁶⁾ • aanschaf palletwagens geschikt voor de uit te voeren taak^(3,4,5) • aanschaf palletwagens die minder zwaar zijn⁽¹⁾ • aanschaf ladingen geschikt voor de uit te voeren taak^(3,4) • tijdig en adequaat onderhoud palletwagens^(3,4,6) • tijdige en adequate inspectie/keuring palletwagens en ladingen^(3,4,5,6) • tijdige vervanging verouderde palletwagens^(3,5,6) • verwijderen beschadigde ladingen^(1,3,6) • communicatie met leverancier van beschadigde lading⁽³⁾ • uitvoeren start-up check bij gebruik palletwagens (bv. controle noodstop)^(3,4,5,6) • voorzien duidelijke en leesbare start-up checklist die makkelijk in te vullen is^(3,4,6) • heldere en toegankelijke procedures (bv. start-up palletwagen)^(3,5,6) • training palletwagendbestuurder^(1,3,4,5,6) • bewustwording/communicatie (bv. geen beschadigde paletten gebruiken, beschadigingen aan palletwagens melden)^(3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • instabiliteit lading^(1,2,3,4,5,6) OF • verlies van controle over palletwagen^(1,2,3,4,5,6)
<ul style="list-style-type: none"> • bediening van de palletwagen^(1,2,3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • niet volgen van veiligheidsprocedures voor palletwagens^(2,3,4,5,6) • gebrek aan kennis of ervaring^(3,5,6) • als gevolg van productiedruk^(3,4,5,6) • door afleiding van de bestuurder (bv. gebruik van gsm)^(2,4,5) • door grove nalatigheid (intoxicatie, speelgedrag, overmoedigheid optreden)^(2,3) • niet volgen van verkeersregels (bv. negeren stopsignaal)^(4,5) • verlies van controle door een fysieke/medische oorzaak (bv. vermoeidheid, slechte ogen, concentratieproblemen)^(2,3) • bestuurder in no-go gebied voor palletwagens^(1,4,5,6) • ongeautoriseerd gebruik van de palletwagen (geen of verlopen rijbewijs)^(3,4,5,6) • moeilijke situaties om te manoeuvreren (bv. paletten die eerst gedraaid moeten worden)⁽⁶⁾ • niet-routinematige condities (bv. onderhoud waardoor normale route niet kan worden gevolgd)^(4,6) 	<ul style="list-style-type: none"> • goede selectie van bestuurders van palletwagens^(3,5,6) • training palletwagendbestuurders^(1,3,4,5,6) • on-the-job assistentie en training van nieuwe medewerkers^(5,6) • heldere en toegankelijke procedures voor gebruik van palletwagens (ook voor niet-routinematige condities)^(3,5,6) • bewustwording/communicatie (bv. voor no-go gebieden voor palletwagens^(4,5,6)) • toezicht, coaching en terugkoppeling van onveilig gebruik van palletwagens^(3,4,5,6) • planning productie & personeelsbezetting (voldoende tijd, mensen voor het werk)^(1,5,6) • voldoende gemarkeerde parkeerplaatsen voor palletwagens^(3,4,5,6,6) • voorzien van persoonlijke sleutels voor palletwagens^(3,4,6) • verwijderen sleutels van palletwagens indien niet in gebruik^(2,3,4,6) • nemen maatregelen zodat palletwagens niet zonder sleutel gestart kunnen worden^(3,4,6) • visuele en fysieke afbakening van no-go gebieden voor palletwagens⁽⁶⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • instabiliteit lading^(1,2,3,4,5,6) OF • verlies van controle over palletwagen^(1,2,3,4,5,6)

Tabel 2 De rechterkant van de vlinderdas van het ongevalsproces met palletwagens:

Centrale gebeurtenis	beperkende veiligheidsbarrières en managementfactoren	Post-event ongevalsscenario's	Consequenties
<ul style="list-style-type: none"> instabiliteit lading^(1,2,3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> toepassen eerste hulp^(2,4,5) op tijd⁽²⁾ met correcte diagnose en actie⁽²⁾ persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's)^(2,5) voorzien PBM's⁽²⁾ gebruik PBM's⁽²⁾ onderhoud PBM's⁽²⁾ veiligheidsmaatregelen op palletwagen (bv. kanteldetectie, bump-detectie)^(2,3,6) bescherming van objecten/infrastructuur (bv. met schuim, stalen balk)^(3,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> verlies van lading^(1,2,3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> letsel^(1,3,4,5,6) schade^(1,3,4,5,6) economisch verlies wegens stop productie^(4,5,6)
<ul style="list-style-type: none"> verlies van controle over palletwagen^(2,3,4,5,6) OF <ul style="list-style-type: none"> defect palletwagen^(1,2,3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> intern verkeersmanagement: gescheiden paden^(1,2,6) noodstop palletwagen^(1,6) verhoging zichtbaarheid & hoorbaarheid van palletwagen⁽²⁾ toepassen eerste hulp^(2,4,5) op tijd⁽²⁾ met correcte diagnose en actie⁽²⁾ persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's)^(2,5) voorzien PBM's⁽²⁾ gebruik PBM's⁽²⁾ onderhoud PBM's⁽²⁾ bescherming van objecten/infrastructuur (bv. met schuim, stalen balk)^(3,5,6) veiligheidsmaatregelen op palletwagen (bv. kanteldetectie, bump-detectie)^(2,3,6) 	<ul style="list-style-type: none"> palletwagen raakt voetganger / ander intern transportmiddel^(1,2,3,4,5,6) palletwagen raakt bestuurder^(1,2,3,4,5,6) palletwagen raakt object/infrastructuur^(1,2,3,4,5,6) 	<ul style="list-style-type: none"> letsel^(1,3,4,5,6) schade^(1,3,4,5,6) economisch verlies wegens stop productie^(4,5,6)

(1) Literatuur

(2) Belgische en Nederlandse nationale gegevens

(3) Bedrijfsdocumenten

(4) Veiligheidsmeldingen van het bedrijf

(5) Ongevallenanalyse van het bedrijf

(6) Veldwerk: observaties en interviews

Tabel 3 Mogelijke indicatoren voor de managementfactor 'training van palletwagenbestuurders'

Volgtijdelijkheid / hiërarchie ↓	Inhoud (her)training	Evaluatie van de inhoud van de (her)training iedere twee jaar: is de (her)training volledig aangepast aan de noden van het bedrijf? (ja/nee) Aspecten in rekening te brengen: - Gebruik van voorbeelden van specifieke risico's en mogelijke ongevalsscenario's binnen het bedrijf? Bv. smalle manoeuvreerruimte, natte vloeren, te volle buffers,... - Hoeveelheid aan theorie (bv. wetgeving) aangepast aan de doelgroep?
	Kwaliteitscontrole (her)training	Jaarlijkse evaluatie van het percentage deelnemers aan de (her)training dat de (her)training positief evalueert (bv. een score van tenminste 7 op 10)
	Dekkingsgraad training	Maandelijks evaluatie van het percentage palletwagenbestuurders dat nieuw is in het bedrijf en een training heeft gekregen
	Dekkingsgraad hertraining	Jaarlijkse evaluatie van het percentage palletwagenbestuurders dat om de vijf jaar een hertraining krijgt

Algemene indicator:
training van palletwagenbestuurders

Tabel 3 geeft een aantal mogelijke indicatoren voor de managementfactor 'training van bestuurders van palletwagens', die aan meerdere ongevalsscenario's gekoppeld is. Tussen deze indicatoren bestaat een zekere hiërarchie of volgtijdelijkheid. Zo heeft een hoge dekkingsgraad van de (her)training weinig zin als de inhoud van de training niet is aangepast aan de specifieke noden van het bedrijf, en als de kwaliteit van de training suboptimaal is.

Scenario-specifieke indicator:
te smalle manoeuvreerruimte

Een specifiek risico in het betreffende bedrijf zijn de smalle manoeuvreerruimtes bij meerdere werkplekken. Dit scenario is uitgewerkt in scenario-specifieke indicatoren, en is terug te vinden in Figuur 4. In de figuur is slechts een selectie van mogelijke veiligheidsbarrières en managementfactoren opgenomen. Twee niet-technische veiligheidsbarrières werden geïnccludeerd: 'geen gebruik palletwagen in te smalle ruimte' en 'correct gebruik palletwagen in smalle ruimte'. Eén technische veiligheidsbarrière werd geïnccludeerd: 'zandstralen transportroutes'. Dit leidt tot een betere grip en een kortere remafstand van de palletwagens (Figuur 5). Twee managementfactoren zijn geïnccludeerd, namelijk traffic management en de training van bestuurders van palletwagens.

Net zoals bij de algemene indicatoren is ook hier een volgtijdelijkheid aanwezig in de follow-up van de scenario-specifieke indicatoren. Als bijvoorbeeld een bedrijf correct gebruik van palletwagens in smalle ruimtes niet includeert in de training, heeft het weinig zin om non-compliances over dit topic te evalueren.

Scenario-specifieke indicator: *lekkende cubitainers*

Een ander specifiek risico zijn de lekkende sluitingen van cubitainers, waardoor kleinere of grote lekkages op de vloer ontstaan (Figuur 6). Dit product op de vloer leidt tot een langere remafstand en een hogere kans op het verliezen van controle over de palletwagen. Figuur 7 toont de vlinderdas van dit ongevalsscenario aangevuld met mogelijke indicatoren. Ook hier is enkel een selectie op-

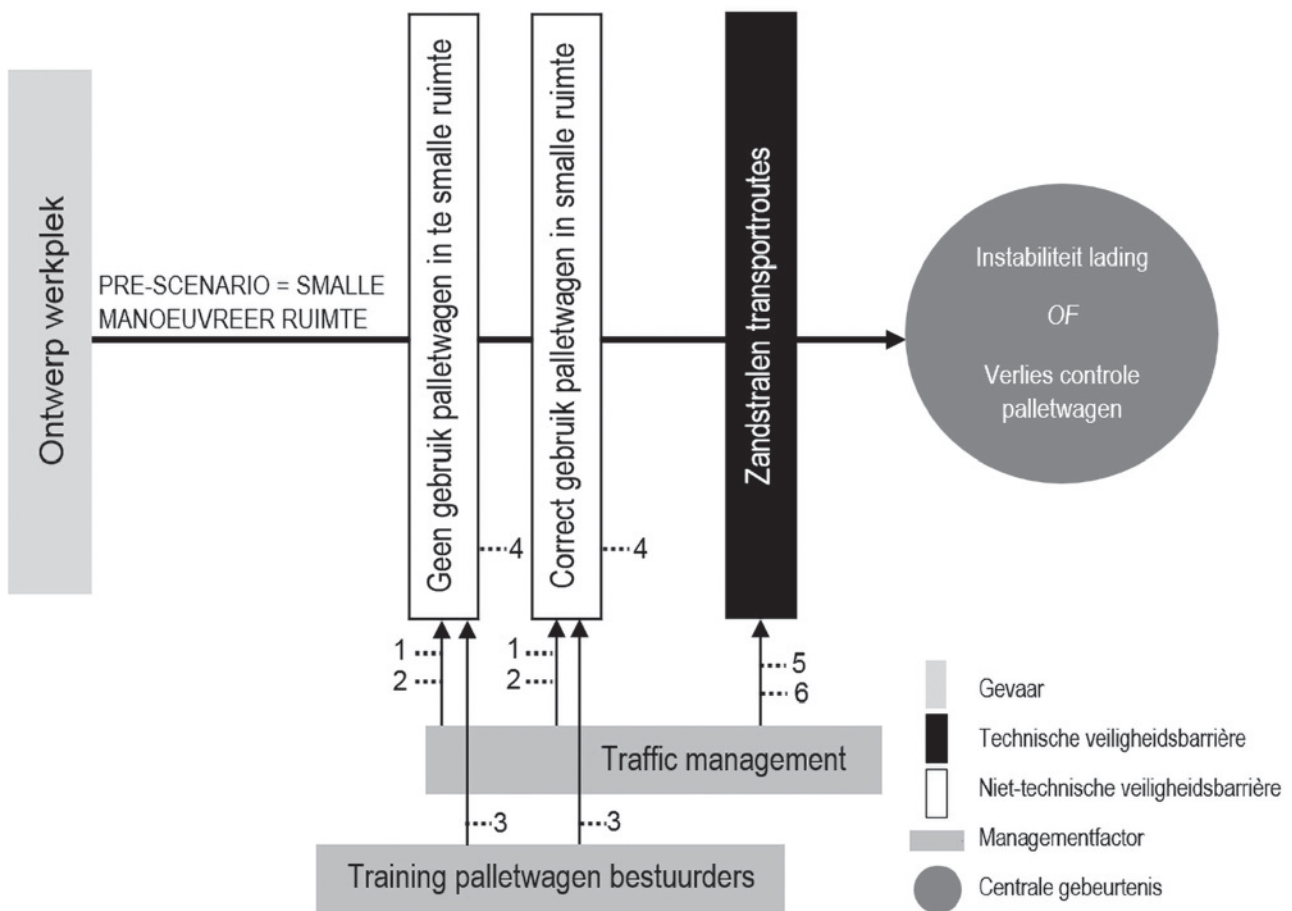
genomen van niet-technische veiligheidsbarrières ('aankopen cubitainers geschikt voor de uit te voeren taak', 'verwijderen van lekkende cubitainers', 'verwijderen van gelekt product'), technische veiligheidsbarrières ('zandstralen transportroutes), en managementfactoren ('training palletwagen bestuurders', 'traffic management').

Evaluatie van de indicatoren

Nadat de indicatoren zijn vastgelegd dienen ze geëvalueerd te worden. De frequentie van evaluatie is afhankelijk van de specificiteit van de indicator en van de noden van het bedrijf. Ook moeten er targets gekoppeld worden aan elke indicator. Dit houdt in dat het bedrijf moet beslissen wat aanvaardbaar is als resultaat en wat niet. In het voorbeeld van de dekkingsgraad van de training kan een target zijn dat 100% van alle palletwagenbestuurders is getraind. In het voorbeeld van de cubitainers kan een target zijn dat minder dan 5% van de cubitainers mag lekken. Als laatste moeten er verantwoordelijken aangewezen worden: wie doet wat om ervoor te zorgen dat de targets van de indicatoren behaald worden. In het voorbeeld van de training moet er een verantwoordelijke aangeduid worden voor de inschrijvingen van de training. Hetzelfde geldt voor het aanduiden van verantwoordelijkheden om acties te ondernemen als een target niet wordt behaald.

De uitgewerkte voorbeelden in dit artikel kunnen doen vermoeden dat er veel registratie nodig is voor alle indicatoren. Het moet echter opgemerkt worden dat de uitgewerkte voorbeelden met de bijhorende indicatoren zeer specifiek zijn. Eens de volledige set van indicatoren is uitgewerkt zal blijken dat er veel onder dezelfde noemer geregistreerd kan worden, en dat het bedrijf verschillende nodige gegevens standaard registreert. Om de monitoring van de indicatoren zo optimaal mogelijk te laten verlopen kan er best een systeem opgezet worden om de nodige data te verzamelen en te registreren. Dergelijke systemen zijn vaak al (deels) aanwezig in het bedrijf.

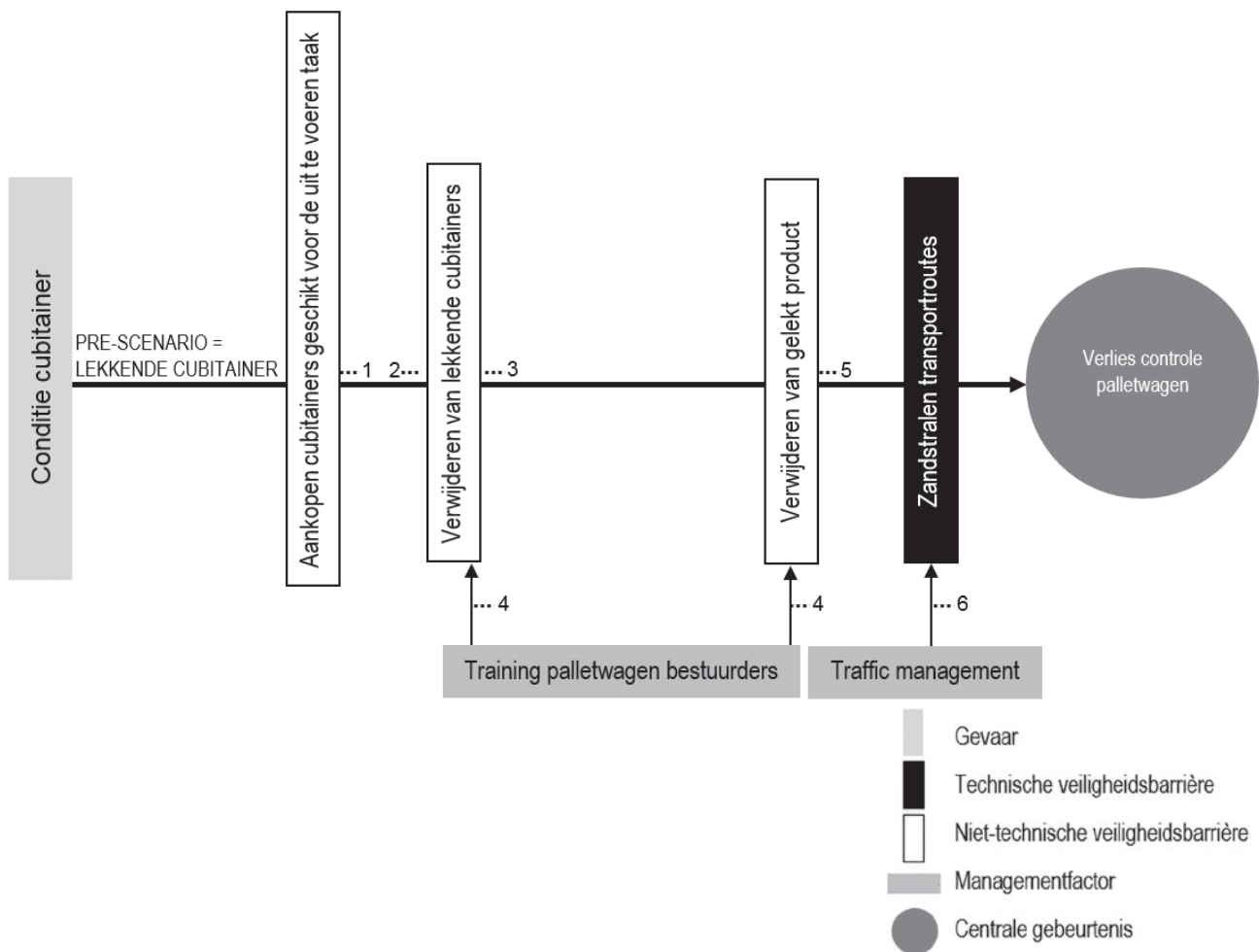
Afsluitend dient er nog iets gezegd te worden over de noodzaak van indicatoren. Hierover dient nagedacht te worden alvorens men indicatoren uitwerkt. Het moet immers eerst nagegaan worden of het productieproces



Te evalueren inhoud		Frequentie van evaluatie	Uitkomst van de evaluatie
1.	Is er een inventaris van alle smalle manoeuvreerruimtes en no-go gebieden voor palletwagens?	Om de twee jaar	Ja / Nee
2.	$\frac{\text{Verkeersborden in smalle ruimtes en no-go gebieden voor palletwagens}}{\text{Aantal smalle ruimtes en no-go gebieden voor palletwagens}}$	Jaarlijks	%
3.	Evaluatie inhoud training palletwagen bestuurders: is het volgende geïncludeerd in de training? - Geen gebruik palletwagen in te smalle ruimte - Correct gebruik palletwagen in smalle ruimte - Betekenis van verkeersborden die smalle ruimtes en no-go gebieden aanduiden	Om de twee jaar	Ja / Nee
4.	Observatie gedurende een specifieke tijdspanne (bijvoorbeeld twee uur): naleven van geen gebruik palletwagens in te smalle ruimte en correct gebruik palletwagens in smalle ruimte	Maandelijks	Aantal non-compliances
5.	$\frac{\text{Aantal gezandstraalde smalle manoeuvreerruimtes}}{\text{Aantal smalle manoeuvreerruimtes}}$	Om de twee jaar	%
6.	$\frac{\text{Aantal tijdig onderhouden gezandstraalde transportroutes}}{\text{Aantal gezandstraalde transportroutes}}$	Jaarlijks	%

↓
Hiërarchie / volgtijdelijkheid in follow-up

Figuur 4 Mogelijke indicatoren voor het pre-scenario 'smalle manoeuvreerruimte'



Te evalueren inhoud		Frequentie van evaluatie	Uitkomst van de evaluatie
1.	Evaluatie van de leverancier(s) van de cubitainers: $\frac{\text{Aantal nieuw aangekochte cubitainers dat lekt}}{\text{Aantal nieuw aangekochte cubitainers}}$	Jaarlijks	%
2.	$\frac{\text{Aantal lekkende cubitainers}}{\text{Aantal cubitainers}}$	Maandelijks	%
3.	$\frac{\text{Aantal lekkende cubitainers dat onmiddellijk wordt verwijderd}}{\text{Aantal lekkende cubitainers}}$	Maandelijks	%
4.	Evaluatie inhoud training palletwagen bestuurders: is het volgende geïnccludeerd in de training? - Niet gebruiken lekkende cubitainers - Melden van lekkende cubitainers - Onmiddellijk schoonmaken gelekt product op vloer	Om de twee jaar	Ja / Nee
5.	Observatie gedurende een specifieke tijdspanne (bijvoorbeeld twee uur): naleven van onmiddellijk schoonmaken gelekt product op vloer	Maandelijks	Aantal non-compliances
6.	$\frac{\text{Aantal gezandstraalde transportroutes met cubitainers}}{\text{Aantal transportroutes met cubitainers}}$	Om de twee jaar	%

Hiërarchie / volgtijdelijkheid in follow-up

Figuur 7 Mogelijke indicatoren voor het pre-scenario 'lekkende cubitainer'



Figuur 5 Al dan niet gezandstraalde transportroute

wel inherent veilig is en of mogelijke ongevalsscenario's voorkomen kunnen worden (Kletz, 1991). In het geval van de smalle manoeuvreerruimtes moet het bijvoorbeeld overwogen worden of een palletwagen inderdaad de meest veilige machine is om gebruikt te worden op deze plaatsen. In het geval van de lekkende cubitainers moet overwogen worden of het proces niet in die mate ontworpen kan worden zodat het transport van de vloeistof tot een minimum wordt herleid. Het artikel van Kletz (1978) getiteld 'what you don't have, can't leak' lijkt een goede samenvatting van de bovenstaande gedachte.

Discussie en conclusie

De huidige methode van ongevallenanalyse (6W-2H en why-why) die wordt gebruikt in het bedrijf en de daaruit volgende maatregelen leiden niet tot maatregelen die zorgen voor een adequate preventie van ongevallen met palletwagens. Wanneer preventieve maatregelen genomen worden op basis van ongevallenanalyses, kan dit leiden tot enkele nadelen. Ten eerste wordt er enkel gefocust op ongevallen of incidenten die reeds hebben plaatsgevonden binnen het bedrijf, en worden alle andere potentiële ongevalsscenario's buiten beschouwing gelaten. Er wordt dus enkel een reactieve aanpak gehanteerd, en geen proactieve aanpak. In tegenstelling tot de huidige methode van ongevallenanalyse includeert de vlinderdasmethode niet enkel bedrijfsspecifieke data, maar ook generieke data zoals wetenschappelijke literatuur en nationale ongevalsgegevens. Dit levert informatie over het volledige ongevalsproces, inclusief incidenten die (nog) niet zijn voorgevallen, maar wel te verwachten zijn. Ook zijn de maatregelen die voortkomen uit de huidige ongevallenanalyse voornamelijk gericht op het individu. In mindere mate wordt er uitgekomen op organisatorische en technische maatregelen om in te grijpen op het ongevalsproces. Dit is echter geen intrinsiek probleem van de gebruikte 6W-2H en why-why methode. De methode laat immers toe om zowel de menselijke, technische, als organisatorische aspecten mee te nemen in de ongevallenanalyse. De focus op menselijke fouten is dus vooral te wijten aan de manier waarop de gebruikte methode wordt toegepast.



Figuur 6 Cubitainer met een lekkende sluiting

Om tegemoet te komen aan de tekortkomingen van de huidige ongevallenanalyse is een alternatieve methode voorgesteld, namelijk de vlinderdasmethode. De vlinderdas werd gekozen omwille van verschillende redenen. Ten eerste wordt de vlinderdas opgesteld op basis van een multi-method design waarbij verschillende databronnen worden gecombineerd. Dit zorgt voor een integraal en gedetailleerd beeld van mogelijke ongevalsprocessen met palletwagens in het bedrijf. Dit wordt aangevuld met mogelijke veiligheidsbarrières en managementfactoren die de gevolgen kunnen voorkomen of beperken. Het gebruik van verschillende onderzoeksmethoden zorgt voor een hogere betrouwbaarheid van de volledigheid van de vlinderdasanalyse. Het is echter wel tijdsintensief en vergt kennis over deze verschillende onderzoeksmethoden. Zoals reeds aangegeven zorgt de inclusie van verschillende databronnen ervoor dat het volledige ongevalsproces in kaart wordt gebracht, inclusief incidenten die (nog) niet zijn voorgevallen in het bedrijf. Ten derde zorgt het integrale karakter van de vlinderdasanalyse ervoor dat de resultaten overdraagbaar zijn naar andere vestigingen of bedrijven waar intern transport met palletwagens aanwezig is. Dit geldt wel enkel indien er sprake is van een overeenkomst in de gevaren en de werkomgeving. Met andere woorden, als de studie was uitgevoerd in een ander bedrijf met gelijkaardige gevaren en werkomgeving, had de vlinderdasanalyse geleid tot een gelijkaardig resultaat als de huidige tabellen 1 en 2. Dit wil wel niet zeggen dat de indicatoren die worden opgesteld om de ongevalsscenario's te beheersen hetzelfde zijn, aangezien deze indicatoren steeds afgestemd moet worden op de specifieke context van een bedrijf. Een ander voordeel van de vlinderdas is dat het toelaat om een duidelijk onderscheid te maken tussen preventieve en beperkende veiligheidsbarrières en managementfactoren.

Op basis van de vlinderdasanalyse zijn er zeven gevaren geïdentificeerd:

- 1) lading,
- 2) snelheid palletwagen,
- 3) versnelling palletwagen,

- 4) ontwerp werkplek,
- 5) conditie werkplek,
- 6) conditie materiaal (palletwag en lading), en
- 7) besturing van de palletwag en.

Via verschillende pre-event scenario's kunnen deze gevaren leiden tot verschillende centrale gebeurtenissen:

- 1) instabiliteit van de lading,
- 2) verlies van controle over de palletwag en, en
- 3) defect palletwag en.

Op hun beurt kunnen deze centrale gebeurtenissen via verschillende post-event scenario's leiden tot gevolgen:

- 1) letsel,
- 2) schade, en
- 3) economisch verlies wegens stop van de productie.

Verschiedende preventieve en beperkende technische en niet-technische veiligheidsbarrières en managementfactoren zijn gelinkt aan de ongevalsscenario's.

De geïdentificeerde veiligheidsbarrières en managementfactoren zijn voornamelijk gericht op organisatorische aspecten, en in mindere mate op individueel gedrag van werknemers. De valkuil van 'blaming the victim' is bijgevolg beperkt. Deze valkuil werd opgemerkt bij de gebruikte methode van ongevalsanalyse van het bedrijf (6W-2H en why-why). Managementfactoren maken een belangrijk deel uit van de vlinderdas. Hierdoor zorgt deze analyse ervoor dat de acties om veiligheid te verbeteren teruggebracht worden naar het management in plaats van naar de betrokken personen bij een incident.

Tot slot zijn indicatoren een belangrijk resultaat van de vlinderdasanalyse. Indicatoren die gekoppeld zijn aan de veiligheidsbarrières en managementfactoren geven informatie over de status van een mogelijk ongevalsproces. Indicatoren zijn bijgevolg een belangrijk instrument om veiligheid te managen. Indicatoren moeten rekening houden met de specifieke context en de mogelijkheden van het bedrijf. In dit manuscript kunnen twee soorten indicatoren onderscheiden worden. Ten eerste zijn er de algemene indicatoren die inspelen op managementfactoren die gelinkt kunnen worden aan verschillende ongevalsscenario's. Ten tweede zijn er scenario-specifieke indicatoren, die gelinkt kunnen worden aan een specifiek scenario dat bijzondere aandacht vraagt in het betreffende bedrijf. Voor alle indicatoren kan er een volgtijdelijkheid of hiërarchie opgemerkt worden. Dit wil niet zeggen dat een bepaalde indicator minder belangrijk is dan de andere. Wel impliceert dit dat het weinig nut heeft om te focussen op een bepaalde indicator als er aan andere indicatoren niet is voldaan. Als laatste is het belangrijk om voor alle indicatoren haalbare en realistische targets te bepalen. Als een set van indicatoren is bepaald en adequaat wordt gemonitord, leidt dit tot een goed inzicht in de status van de mogelijke ongevalsscenario's.

Een beperking van de huidige studie is dat het een cross-sectioneel onderzoek betreft, en geen longitudinaal onderzoek. Er is bijgevolg niet nagegaan of het toepassen van de bow-tie analyse heeft geleid tot een afname van het aantal ernstige arbeidsongevallen met palletwag en.

Literatuur

- Aneziris ON, Papazoglou IA, Mud M, Damen M, Bellamy LJ, Manuel HJ, Oh J (2014). Occupational risk quantification owing to falling objects. *Safety Science* 69: 55-70.
- Bellamy L, Ale B, Whiston J, Mud M, Baksteen H, Hale A, Papazoglou L, Bloemhoff A, Damen M, Oh J (2008). The software tool storybuilder and the analysis of horrible stories of occupational accidents. *Safety Science* 46(2):186-197.
- Berry T (2008). An analysis of pallet truck incidents. *Proceedings IMECE 2008 66966 16 243-249 ASME Boston Oct 31st Nov 6th*
- Born C, Ross S, Aron B, DeLong W, Lannacone W (1996). Patterns of Injury and Disability Caused by Forklift Trucks. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 40(4):636-639.
- Darcy C, Lovell M, Metcalfe J (1995). Injuries from forklift trucks. *Injury* 26(4):285.
- DeBlois L (1926). *Industrial safety organization for executives and engineer*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Gibson J (1961). The contribution of experimental psychology to the formulation of the problem of safety – a letter for basic research. *Behavioural Approaches to Accident Research*. Association for the Aid of Crippled Children, New York, 77-89, included in: Haddon W Suchman E, Klein D (eds.) (1964). *Accident research, methods and approaches*. Harper & Row, New York.
- van Gulijk C, Swuste P, Zwaard W (2009). Ontwikkeling van de veiligheidskunde in het interbellum en de bijdrage Heinrich. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap* 22(3):80-95.
- Haddon W (1963). A note concerning accident theory and research with special reference to motor vehicle accidents. *Annals of the New York Academy of Science* 107:635-646.
- Harris G, DeRosia J (2003). Occupant Protection and Stand-up Forklift (Lift Truck) Dynamics. *Proceedings of IMEC '03, 2003 ASME International Mechanical Engineering Congress, Washington DC, November 15-21*.
- Horberry T, Larsson T, Johnston I, Lambert J (2004). Forklift safety traffic engineering and intelligent transport systems: a case study. *Applied Ergonomics* 35:575-581.
- HSE (2003). *Health and Safety Executive. Safety of industrial lift trucks*, HMSO Norwich.
- HSE (2011). *Health and Safety Executive. Warehousing and storage keep it safe*. Health and Safety Executive INDG 412.
- HSE (2014). *Health and Safety Executive. Pallet safety. Guidance note PM15*. Health and Safety Executive.
- Kleinert S, Overmeyer L (2013). Integration of 3D camera systems on forklift trucks. *Logistics Journal: Proceedings – ISSN 2192-9084 p. 1-7*.
- Kletz T (1978). *What You Don't Have, Can't Leak*. Chemistry and Industry: 287-292.
- Kletz T (1991). *Plant Design for Safety - A User-Friendly Approach*. Hemisphere, New York.
- Larsson T, Rechnitzer G (1994). Forklift trucks analysis of severe and fatal; occupational injuries, critical incidents and priority for prevention. *Safety Science* 17:275-289.
- Larsson T, Lambeth J, Wilde M, Tully G, Askew H, Skinner W, Carter B, Martin T, Kenningham L (2003). Industrial forklift trucks, dynamic stability and the design of safe logistics. *Safety Science Monitor* 7(1):1-14.

- Lifschultz B, Donoghue E (1994). Deaths due to forklift truck accidents. *Forensic Science International* 65:121-134.
- Mack K, Haslegrave C, Gray M (1995). Usability of manual handling aids for transporting materials. *Applied Ergonomics* 26(5):353-364.
- Miller B (1988). Forklift safety by design. *Professional Safety* 33(9):18-21.
- Paltrinieri N, Tugnoli A, Buston J, Wardman M, Cozzani V (2013). Dynamic Procedure for Atypical Scenarios Identification (DyPASI): A new systematic HAZID tool. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 26: 683-695.
- Reason J (1997). Managing the risks of organisational accidents. Aldershot, Ashgate.
- Sanders D (2008). Controlling the direction of walkie type forklifts and pallet jacks on sloping ground. *Assembly Automation* 28 317.
- Stout N (1987). Characteristics of work related injuries involving forklift trucks. *Journal of Occupational Accidents* 18:179-190.
- St-Vincent M, Denis D, Imbeau D, Laberge M (2005). Work factors affecting manual materials handling in a warehouse superstore. *International Journal of Industrial Ergonomics* 35:33-46.
- Swuste P, van Gulijk C, Zwaard W (2009). Ongevalscausaliteit in de 19e en in de eerste helft van de 20e eeuw, de opkomst van de brokkenmakertheorie in de Verenigde Staten, Groot-Brittannië en Nederland. *Tijdschrift voor toegepaste Arbe wetenschap* 22(2):46-63.
- Swuste P, van Gulijk C, Zwaard W, Oosterdorp Y (2011). Veiligheidstheorieën –modellen en metaforen in de drie decennia na de Tweede Wereldoorlog, in de Verenigde Staten, Groot-Brittannië en Nederland. *Tijdschrift voor toegepaste Arbe wetenschap* 24(3):79-91.
- Swuste P, Teunissen J, Reniers G, Blokland P (2015). Procesveiligheidsindicatoren, een overzicht van de literatuur. *Tijdschrift voor toegepaste Arbe wetenschap* 28(3):82-98.
- Swuste P, van Gulijk C, Groeneweg J, Zwaard W, Lemkowitz S (2017). Risico- en veiligheidsmanagement in high-tech-high-hazard sectoren, van Clapham Junction tot Macondo Deepwater Horizon. Een overzicht van Engels- en Nederlandstalige literatuur. Del 4: de periode 1988-2010 – de industriële high-tech-high-hazard-sectoren. *Tijdschrift voor toegepaste Arbe wetenschap* 30(3):78-120.
- Visser K (1998). Developments in HSE Management in Oil and Gas Exploration and Production. In: *Safety management, the challenge of change*. Hale A Baram M (Eds). Pergamon, Amsterdam, p 43-66.

Bijlage Voorbeeld van een geregistreerd ongeval met een palletwagen in de Belgische locatie (input gebaseerd op de resultaten van de 6W-2H en why-why analyse)

Beschrijving van het ongeval gebaseerd op de ongevallenanalyse

Maatregelen genomen naar aanleiding van het ongeval

- Een bestuurder (contractor) knelt zijn voet onder de palletwagen, waardoor hij valt en de palletwagen over zijn voet trekt. Dit leidt tot een kneuzing van zijn voet.



- De lading was dringend nodig om een productiestop te vermijden. Hierdoor volgde de bestuurder niet de normale procedure, waarbij eerst de ladingen worden verzet die gestockeerd staan voor lading die getransporteerd moet worden
- Dit leidde tot een smalle manoeuvreerruimte. Hierdoor kon de bestuurder de veiligheidsregel niet volgen die zegt dat men naast de palletwagen moet lopen, en niet ervoor
- De bestuurder volgde ook niet de veiligheidsregel waarbij men de palletwagen op een armlengte afstand houdt
- Er waren door de vorkliftruck teveel ladingen geplaatst in de werkplek, wat leidde tot smalle manoeuvreerruimtes (de bestuurder van de vorkliftruck verantwoordelijk voor het plaatsen van deze ladingen werd niet betrokken bij de ongevallenanalyse)
- De lading die getransporteerd moest worden stond niet in de toegewezen zone

- Disciplinaire maatregelen werden getroffen ten aanzien van de bestuurder (door het uitzendbureau)
- Communicatie over het ongeval en veiligheidsregels
- Hertrainen van palletwagenbestuurders
- Herorganiseren van de layout van de werkplek: een deel van de ladingen wordt nu elders gestockeerd, om zo meer manoeuvreerruimte te creëren