

Eindrapportage

Meting van de dagelijkse blootstelling aan lichaamstrillingen bij intern transport van stalen containers met behulp van heftrucks

Measurement of the daily exposure to whole-body vibration during internal transportation of steel containers using forklift trucks

Huub H.E. Oude Vrielink

Rapport 2010-09-1A



Eindrapportage

**Meting van de dagelijkse blootstelling aan
lichaamstrillingen bij intern transport van
stalen containers met behulp van heftrucks**

*Measurement of the daily exposure to whole-body
vibration during internal transportation of steel
containers using forklift trucks*

Huub H.E. Oude Vrielink

Rapport 2010-09-1A

Colophon

About ErgoLab Research B.V.

‘Knowledge works better’

ErgoLab Research was established in 2006 out of Wageningen University & Research Centre (Wageningen UR). ErgoLab Research aims to transfer specialist knowledge and skills in the area of work and health to working people, government, educational institutions and society in a understandable way, by testing, training, consultancy measurements, research and coaching. Know-how and skills have been developed in more than 20 years of experience in fundamental and applied research. The area is broad and covers labour and labour conditions, engineering and technology, physiology, health behaviour, and physical load, sports and health.

In the area of human vibration evaluation and technology, ErgoLab Research has conducted earlier investigations and consultancy measurements. Their reports can be downloaded from www.ergolabresearch.eu, e.g.:

- Analysis of the exposure to whole-body and hand-arm vibrations using forklift trucks (2007)
- Exposure to whole-body vibration and effectiveness of chair damping in high-power agricultural tractors having different damping systems in practice (2009)
- Analysis of the exposure to whole-body and hand-arm vibrations using agricultural tractors (2007)

Title	Meting van de dagelijkse blootstelling aan lichaamstrillingen bij intern transport van stalen containers met behulp van heftrucks
Author(s)	Huub H.E. Oude Vrielink
Report number	2010-09-1A
ISBN-number	
Date of publication	November 2010
Confidentiality	
Project code	
Price	-
Publisher	ErgoLab Research B.V. Alexanderweg 56 NL-6721 HH Bennekom
Telephone	+31 6 140 242 14
E-mail	huub.oudevrielink@ergolabresearch.eu
Internet	www.ergolabresearch.eu

© 2010 ErgoLab Research B.V.

All right reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

Samenvatting

Bij bedrijf B. te A. worden metalen transportcontainers gesorteerd en gereinigd. De aan- en afvoer vindt plaats via vrachtwagens. Het laden, lossen en verplaatsen van stapels containers wordt met heftrucks gedaan. Bedrijf B. heeft ErgoLab Research B.V. gevraagd metingen te verrichten om de hoogte van de dagelijkse trillingsblootstelling van de heftruckchauffeurs vast te stellen en te vergelijken met de wettelijke norm (d.w.z. actiewaarde en grenswaarde, bij overschrijding waarvan maatregelen nodig zijn).

Metingen hebben plaatsgevonden volgens ISO voorgeschreven regels. Drie chauffeurs zijn bemeten tijdens vier taken: laden van een container, laden van een vrachtwagenaanhanger, lossen van een aanhanger, en ontstapelen, sorteren en stapelen. De metingen zijn verricht aan twee heftrucks.

Trillingen in de voor-achterwaarts richting bleken bij alle taken het belangrijkste. Aannemelijk is dat het veelvuldig accelereren, afremmen en wisselen van rijrichting hiervan de oorzaak vormt. Voor de gecombineerde taak laden en lossen en voor de sorteertaak is de werktijd berekend tot het bereiken van de actie- en grenswaarde. De actiewaarde wordt bij laden en lossen na ruim 7 uur bereikt. Bij de sorteertaak al na bijna 4 uur. De grenswaarde wordt bij geen van de taken binnen een werkdag bereikt.

Voor de taak laden en lossen mag bij een meer beheerste rijstijl, vooral tijdens het rijden zonder lading en tijdens het plaatsnemen van de stapels containers, een zodanige daling van de blootstelling worden verwacht dat deze onder de actiewaarde blijft. Bij de sorteertaak, waarbij in eerste instantie de aandacht vooral moet gaan naar het ontstapelen en het stapelen, zijn meerdere maatregelen mogelijk en nodig: stimuleren van meer beheerst rijgedrag, roulatie over meerdere taken, stoeldemping in het horizontale vlak, de toepassing van een acceleratiebegrenzer of het gebruik van een mechanische (ont)stapelaar.

Inhoud

Samenvatting	5	
1	Introductie	9
2	Materialen, methode en procedure	11
2.1	Chauffeurs	11
2.2	Heftrucks	11
2.3	Taken	12
2.4	Meetinstrumenten en procedure	12
2.5	Data verwerking	13
2.5.1	Presentatie van de data en statistiek	14
3	Resultaten en discussie	15
3.1	Taken	15
3.2	Personen	16
3.3	Heftrucks en belading	17
3.4	Dagelijkse blootstellingstijd	18
4	Conclusies en aanbevelingen	21

1 Introductie

Bedrijf B. locatie A. is een bedrijf waar metalen transportcontainers worden gesorteerd, gereinigd en, indien nodig, gerepareerd. De aanvoer vindt plaats per vrachtwagen, in containers of op dichte aanhangers. De containers zijn inklapbaar en daardoor makkelijk en efficiënt stapelbaar bij leeg transport. De belangrijkste taken op het bedrijf zijn (1) het uitladen van vrachtwagens, (2) het ontstapelen en sorteren van aangevoerde containers op type en eventuele defecten, het reinigen met behulp van een hoge druk spuit, het stapelen van containers en het laden van vrachtwagens. Het reinigen vindt plaats in een grote bedrijfshal. Behalve het reinigen worden de taken uitgevoerd met behulp van heftrucks. Hierbij wordt dagelijks gebruik gemaakt van zeven heftrucks in drie verschillende uitvoeringen: (1) twee typen 3000 kg hefvermogen, op dieselbrandstof (voor het buitenwerk) en op lpg, (2) één type 2500 kg hefvermogen op lpg. Meerdere chauffeurs zijn hierop actief, meestal een vaste heftruck per chauffeur. Het transport vindt zowel binnen als buiten plaats, buiten over asfalt en klinkers, binnen over een betonvloer met lichte ribbels, aangebracht om uit- en doorglijden te voorkomen. Tijdens het transport zijn geen belangrijke drempels die moeten worden gepasseerd. Wel is het asfalt op de overgangen van de bedrijfshal naar buiten door het veelvuldig berijden enigszins beschadigd. Een deel van het buitenterrein is voorzien van een nieuwe (beton)klinkerbestrating, waarbij op de overgang naar het asfalterrein een verdiepte watergoot is aangebracht.

Voor het rijden op de heftrucks zijn drie rijpatronen het belangrijkste:

1. het lossen van gestapelde containers (meestal 12 hoog, met een totale massa van 1500-1600 kg) uit vrachtwagenaanhangen of container (bij deze laatste wordt gebruik gemaakt van een ramp) en het plaatsen van de stapels op het voorraadgedeelte van het terrein;
2. het naar binnen brengen van de stapels containers, het ontstapelen, sorteren, stapelen en naar buiten brengen van de gesorteerde en gereinigde stapels;
3. het laden van stapels gereinigde containers, vooral op een vrachtwagenaanhangen en incidenteel in een container.

De omvang van het werk voorziet in een volledige dagtaak als chauffeur.

Gezien de taken en (voorheen nogal ongelijke) ondergrond is aan bedrijf B. opgedragen door middel van metingen te laten zien dat de hoogte van de trillingsblootstelling van de heftruckchauffeurs toelaatbaar is. Europese en Nederlandse wetgeving definiëren namelijk maxima, dat wil zeggen actiewaarde en grenswaarde, voor de blootstelling aan lichaamstrillingen (whole-body vibration of WBV) waaraan werknemers op een werkdag mogen worden blootgesteld. De wetgeving is bedoeld om gezondheidsschade te voorkomen. Indien de actiewaarde (0.5 m/s^2) wordt overschreden moeten organisatorische, technische en gezondheidkundige maatregelen volgen om de blootstelling in de nabije toekomst te verminderen tot onder deze waarde. Bij overschrijding van de grenswaarde (1.15 m/s^2) moet de blootstelling meteen teruggebracht worden tot onder de grenswaarde. In praktijk betekent dit veelal dat de uitgevoerde werkzaamheden moet worden onderbroken of gestopt.

De huidige metingen hebben als doel een schatting te geven van de dagblootstelling aan lichaamstrillingen voor de heftruckchauffeurs van bedrijf B., gegeven hun normale taken. Tevens is nagegaan in hoeverre een eventueel te hoge blootstelling kan worden toegeschreven aan een specifiek taakonderdeel, dit om het vinden van oplossingen te vergemakkelijken.

2 Materialen, methode en procedure

Trillingsblootstellingen zijn gemeten tijdens het rijden op twee verschillende heftrucks bij vier verschillende praktijktaken. Alle metingen zijn uitgevoerd met drie ervaren vaste medewerkers van het bedrijf. De testritten en werkzaamheden zijn uitgevoerd op het eigen terrein.

2.1 Chauffeurs

Metingen zijn uitgevoerd met drie professionele werkers. Betrokken waren de lichtste en zwaarste chauffeur en een persoon met een gemiddeld lichaamsgewicht. De kenmerken van de chauffeurs als groep zijn weergegeven in tabel 1. Allen rapporteerden geen lichamelijke klachten in het voorbije jaar: Ieder nam vrijwillig deel aan het onderzoek en tekende een vrijwilligheidverklaring, na mondeling en schriftelijk over aard en inhoud van het onderzoek geïnformeerd te zijn.

Tabel 1: Persoonskenmerken en werkervaring van de chauffeurs ($n=3$). Weergegeven zijn gemiddelde en de minimum en maximum waarde.

	Leeftijd (jaren)	Lengte (cm)	Lichaams- gewicht (kg)	Ervaring heftruckwerk (jaren)	Arbeid met heftruck (weken / jaar)	Arbeid met heftruck (uren / week)
Gemiddelde	40	181	89	9	48	40
Minimum	33	170	65	6	40	40
Maximum	45	201	117	11	52	40

2.2 Heftrucks

Het onderzoek is uitgevoerd met twee heftrucks, uitgevoerd met verbrandingsmotor: één op dieselbrandstof, de ander op LPG. Beide heftrucks waren 4-wielig en hadden een maximaal hefvermogen van 3000 kg. In tabel 2 zijn de kenmerken van beide heftrucks vermeld.

Tabel 2: Kenmerken van de heftrucks betrokken in de meting

Hef-truck	Fabrikant type	Bouw jaar	Massa (leeg; kg)	Hefver- mogen (kg)	Bandentype, maatvoering ¹	Stoeltype	Stoeldemping, richting ²
1	Toyota Tonero 30, diesel (dichte cabine)	...	± 4200	3000	Volrubber Solideal Magnum 28x9-15 (v) 6.50-10 (a)	Grammer Primo M	Z: m X, Y: -
2	Toyota Tonero 30, LPG (open cabine)	...	± 4200	3000	Volrubber Cargo Master NT 2000 28x9-15 (v) Aeroline Powerdrive 6.50-10 (a)	Grammer Primo M	Z: m X, Y: -

¹: v=voorbanden; a=achterbanden

²: m=mechanisch; X,Y,Z: demping aanwezig in richting(en) conform definitie gegeven in ISO 2631-1 (1997)

2.3 Taken

Gemeten zijn de volgende vier taken. Iedere chauffeur heeft elk van de taken uitgevoerd.

1. Laden van een container: vanaf de voorraadopslag werden stapels containers naar een gereedstaande vrachtwagen met container gereden en via een achterstaande ramp in de container geplaatst. Onderaan de ramp werd de stapel steeds 90° gedraaid alvorens deze naar binnen werd gereden. Iedere chauffeur plaatste meerdere (5-8) stapels; de meettijd per chauffeur bedroeg 8-10 minuten. Gewerkt werd met heftruck 1.
2. Laden van een vrachtwagen: de procedure was identiek aan boven beschreven, behalve dat de stapels containers via de beide zijkanten van de aanhanger werden ingeschoven. Iedere chauffeur plaatste meerdere (4-7) stapels; de meettijd per chauffeur bedroeg 3-5 minuten. Gewerkt werd met heftruck 1.
3. Lossen van een vrachtwagen: stapels containers werden opzij uit een gereedstaande vrachtwagen gehaald en gereden naar een losplaats. Iedere chauffeur loste meerdere (8-18) stapels; de meettijd per chauffeur bedroeg 6-10 minuten. Gewerkt werd met heftruck 2.
4. Aanvoeren, ontstapelen, sorteren en afvoeren van containers: een stapel ongesorteerde containers werd vanuit de voorraad buiten naar binnen in de hal gereden. Vervolgens werd deze ontstapeld. Normaal zou vervolgens keuring en reiniging van de containers volgen door andere personen dan de heftruckchauffeurs. De handeling reiniging is bij de meting achterwege gelaten. De containers werden gesorteerd (d.w.z. afgekeurde containers werden apart verzameld) en gestapeld. De stapels werden weer naar de voorraad buiten afgevoerd. Iedere chauffeur werkte één stapel af; de meettijd per chauffeur bedroeg ongeveer 10 minuten. Gewerkt werd met heftruck 2.

De heftruckchauffeurs vervullen normaal gesproken bovenstaande taken gedurende de gehele werkdag. Wel is er een taakverdeling tussen de chauffeurs: laden en lossen buiten wordt door andere chauffeurs gedaan dan het ontstapelen en sorteren. Voor de interpretatie van de gemeten data naar de dagelijkse blootstelling is er vanuit gegaan dat een chauffeur hetzij het laden en lossen, hetzij taak 4 gedurende de volle werkdag uitvoert.

2.4 Meetinstrumenten en procedure

Procedures voor het doen van metingen van de trillingsblootstelling zijn in hoge mate gestandaardiseerd en beschreven in ISO-richtlijnen. Voor de huidige metingen zijn de richtlijnen ISO-2631-1 (1997) en ISO-8041 (2005) van belang. Bij iedere meting werd de trillingsblootstelling gemeten op de zitting van de stoel. De trillingen werden gemeten in de voorgeschreven drie richtingen. Voor stoelzitting was dit voor-achterwaarts (X), zijwaarts (Y) en verticaal (Z).

De trillingen werden gemeten met behulp van een Bruel & Kjaer stoeltrillingsopnemer 4322 PE, welke bestaat uit een 3-richtingen trillingsopnemer gefixeerd in een rubber omhulsel. De opnemer werd met bouwtape op de zitting gefixeerd (zie figuur 1), zodanig dat de zitbeenderen van de bestuurder tijdens het rijden midden boven de trillingsopnemer waren gepositioneerd.



Figuur 1: illustratie bij de meting van trillingen tijdens rijden met een heftruck: montage van de opnemer voor trillingen op de stoelzitting.

De signalen van de opnemer werden via afgeschermd kabels geleid naar een versterker (B&K, Nexus 2692) en een laptop computer. Filtering en verwerking van de signalen gebeurde volgens de ISO-richtlijnen met behulp van LabView en Matlab software (voor een uitgebreide beschrijving van de apparatuur en instelling wordt verwezen naar één van de rapporten trillingsmetingen op de website www.ergolabresearch.eu, bijvoorbeeld “Analyse van trillingen en dempingmogelijkheden bij transportwerkzaamheden met behulp van verschillende heftrucks”). De gehele meetketen (van opnemers tot PC) is van tevoren geïjkt met behulp van een calibrator (B&K 4291).

Tijdens de metingen werd met behulp van een pda (iPhone) een tijdregistratie bijgehouden van de verschillende taakonderdelen. Hiermee werd de analyse achteraf gestuurd.

2.5 Data verwerking

Voor een exacte beschrijving van de stappen in het proces van dataverwerking wordt verwezen naar het rapport “Analyse van trillingen en dempingmogelijkheden bij transportwerkzaamheden met behulp van verschillende heftrucks” op de website www.ergolabresearch.eu. De trillingsblootstelling is uitgedrukt in de variabele a_w , met als eenheid m/s^2 .

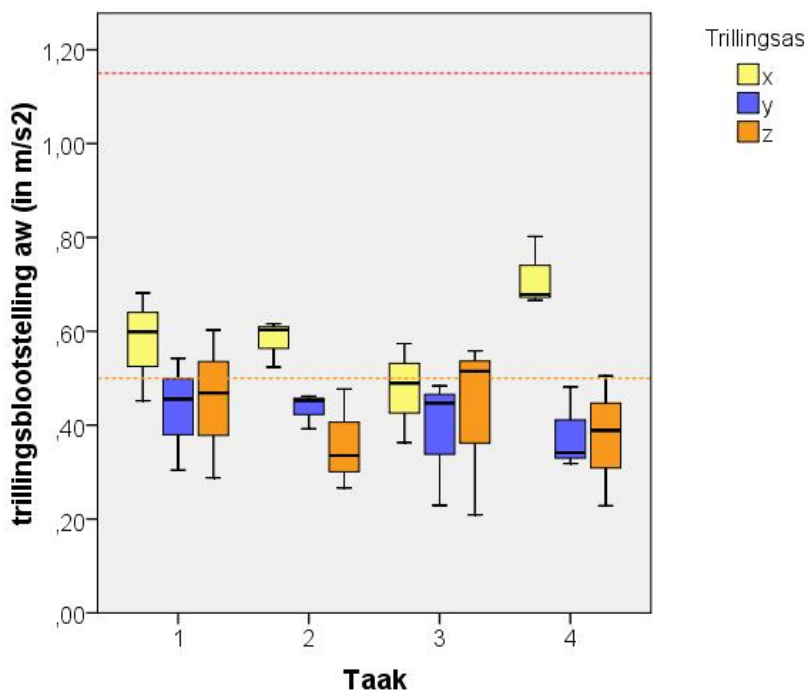
2.5.1 Presentatie van de data en statistiek

De resultaten zijn weergegeven als boxplots. Een boxplot geeft mediane (middelste) waarde en interkwartielen als box (de box omvat dus 50% van de waarnemingen) en uiterste waarden als lijnen boven en onder de box. In de figuren zijn door middel van onderbroken lijnen tevens de niveaus van actie- en grenswaarden voor een acht-urige werkdag getoond. Gezien de beperkte omvang van de metingen zijn geen statistische berekeningen op eventuele verschillen uitgevoerd.

3 Resultaten en discussie

3.1 Taken

Figuur 2 toont de resultaten van de metingen voor de vier taken. Behalve voor het lossen van een vrachtwagenaanhanger (taak 3) laten alle taken een enigszins te hoge mediane trillingsblootstelling zien in de voor-achterwaarts (X) richting. Dit is het meest duidelijk het geval bij taak 4. Voor de beide andere trillingsassen blijft de blootstelling onder of rond de actiewaarde.



Figuur 2: trillingsblootstelling a_w , weergegeven voor elk van de drie as-richtingen X (voor-achter), Y (zijwaarts) en Z (verticaal), voor elk van de vier gemeten taken (1=laden container; 2= laden aanhanger; 3=lossen aanhanger; 4=aanvoeren, ontstapelen, sorteren, stapelen en afvoeren). De oranje stippellijn geeft de actiewaarde aan; de rode het niveau van de grenswaarde.

Het verschil in trillingsblootstelling tussen het laden (taken 1 en 2) en lossen (taak 3) wordt vooral veroorzaakt door het stoten van een te plaatsen stapel tegen een andere al geplaatste stapel in geval van laden. Dit laden vergt precisie en zo wordt de beschikbare laadruimte optimaal benut. Bij het lossen worden de stapels ruim weggezet, waardoor er nauwelijks stoten optreden. Dit leidt tot een lagere trillingsbelasting in de voor-achterwaarts richting.

De grootste trillingsbelasting in de genoemde voor-achterwaarts richting treedt evenwel op bij het ontstapelen, sorteren en stapelen (taak 4). Deze taak wordt doorgaans snel uitgevoerd waarbij er veel wordt versneld en afgeremd, en van rijrichting wordt gewisseld.

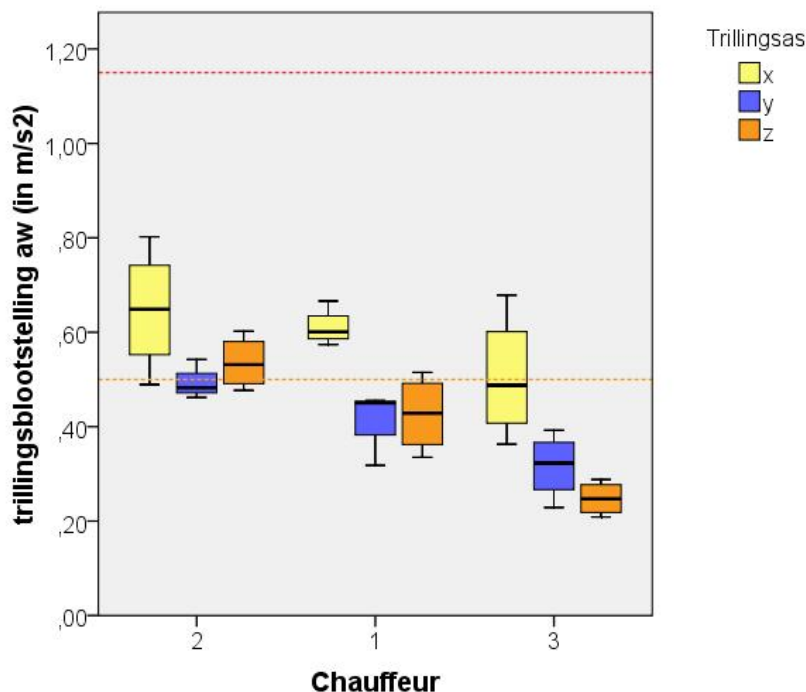
Onderstaande tabel 3 geeft de meetwaarden (gemiddelden, minimum en maximum) voor de taken in de drie richtingen.

Tabel 3: meetwaarden van de trillingsblootstelling a_w (in m/s^2) per taak en per trillingsrichting. De getallen zijn het gezamenlijk resultaat van alle chauffeurs. Weergegeven zijn gemiddelde waarde, maximum en minimum.

Taak	1			2			3			4		
Richting	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Gemiddeld	.58	.43	.45	.58	.44	.36	.48	.39	.43	.72	.38	.37
Maximum	.68	.54	.60	.62	.46	.48	.57	.48	.56	.80	.48	.50
Minimum	.45	.30	.29	.52	.39	.27	.36	.23	.21	.67	.32	.23

3.2 Personen

Het verschil in meetwaarden tussen de drie personen blijkt aanzienlijk. Onderstaande figuur 3 toont het resultaat van de metingen per chauffeur, waarbij de personen in volgorde van



Figuur 3: trillingsblootstelling a_w , weergegeven voor elk van de drie as-richtingen X (voor-achter), Y (zijwaarts) en Z (verticaal), voor elk van de drie gemeten chauffeurs (2=lichtste; 3=zwaarste). De oranje stippellijn geeft de actiewaarde aan; de rode het niveau van de grenswaarde.

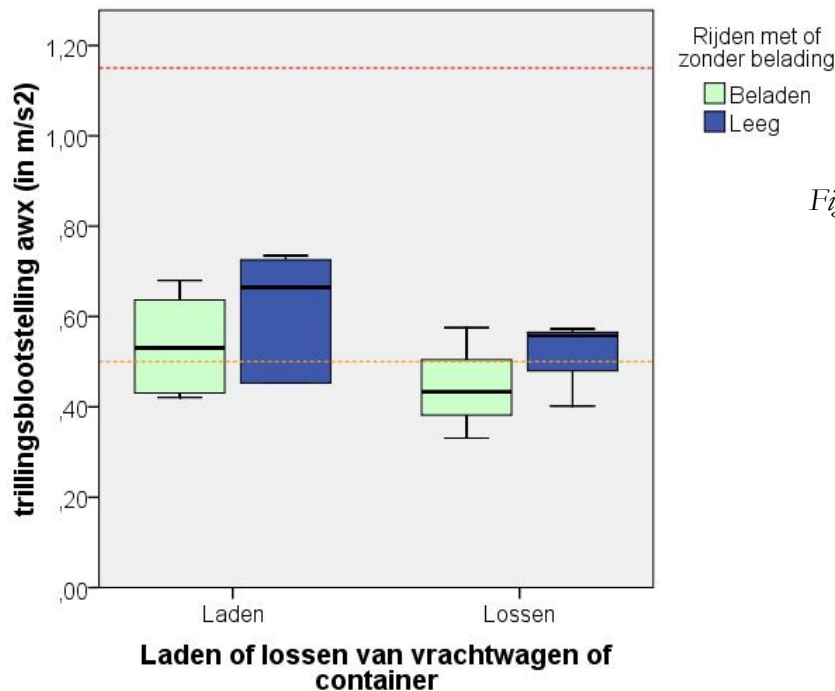
lichaamsgewicht zijn weergegeven (chauffeur 2 is de lichtste). De chauffeurs 1 en 2 reden ook meer “gedreven¹”, terwijl chauffeur 3 een rustiger rijgedrag liet zien. Ook reed chauffeur 2 bij de eerste taak enkele keren door een ondiepe kuil in plaats van eromheen (wat de beide anderen deden). Dit verklaart de verhoogde trillingsblootstelling in de verticale richting voor deze chauffeur.

Daarnaast bleek de stoelinstelling van beide heftrucks ingesteld op zware personen. Dit is tijdens de meting niet veranderd (of: kon niet worden veranderd). Voor de lichtste chauffeur zal met de juiste gewichtsinstelling van de stoel de verticale trillingsblootstelling nog verminderd kunnen worden. Omdat de meeste chauffeurs op een vaste heftruck rijden zal aandacht voor dit punt eenmalig hoeven te zijn.

¹ Dit betekent een duidelijk sterker accelereren en afremmen en met hogere snelheid nemen van bochten.

3.3 Heftrucks en belading

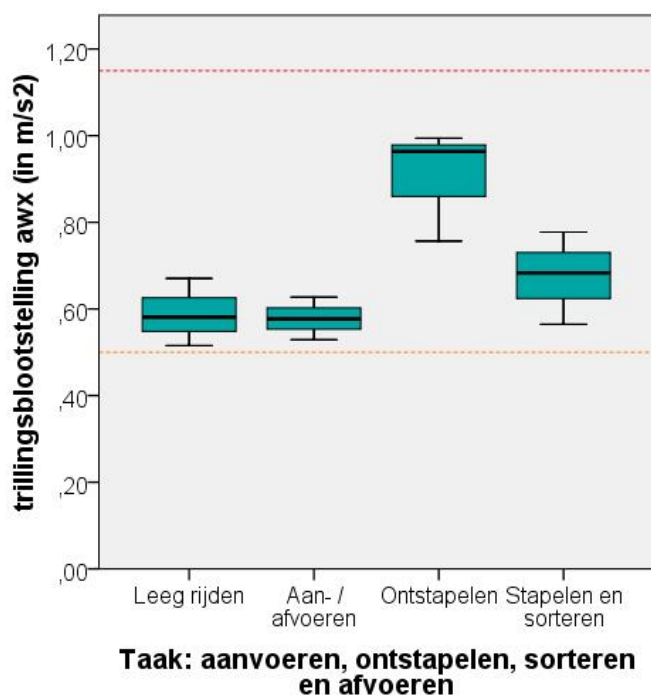
De metingen laten geen onderscheid tussen de beide heftrucks zien. Deze conclusie kan evenwel niet hard getrokken worden omdat de heftrucks zijn ingezet bij verschillende taken (de taken 1 en 2 zijn uitgevoerd met heftruck 1, de taken 3 en 4 met heftruck 2).



Figuur 4: trillingsblootstelling a_{wx} weergegeven voor de as-richting X (voor-achter), voor de taken laden en lossen van stapels containers. Onderscheid is gemaakt naar het rijden met belading of leeg. De oranje stippellijn geeft de actiewaarde aan; de rode het niveau van de grenswaarde.

Bovenstaande figuur 4 illustreert de eerdere constatering dat lossen van stapels een lagere blootstelling veroorzaakt dan het laden. Wat deze figuur tevens aangeeft is dat het leeg rijden een enigszins verhoogde blootstelling geeft in de voor-achterwaarts richting, zowel bij laden als lossen. Dit geeft aan dat het probleem van een relatief hoge blootstelling in de X-richting niet alleen veroorzaakt wordt door het botsen bij het laden van de stapels, maar ook door het rijden zonder lading, waarschijnlijk veroorzaakt door het sterker accelereren en afremmen.

Tot slot illustreert figuur 5 de verschillen in blootstelling in de voor-achterwaarts richting tussen de onderdelen van taak 4. Het blijkt dat de verhoogde blootstelling vooral veroorzaakt wordt door het onderdeel ontstapelen, waarbij in hoog tempo voor- en achteruit gereden wordt. Deze taak vergt minder precisie dan het stapelen, waardoor de snelheid van handelen kan toenemen.



Figuur 5: trillingsblootstelling a_{wx} weergegeven voor de as-richting X (voor-achter), voor de onderdelen van de taak aanvoeren, ontstapelen, sorteren en afvoeren. De oranje stippellijn geeft de actiewaarde aan; de rode het niveau van de grenswaarde.

3.4 Dagelijkse blootstellingstijd

De wet schrijft voor dat de hoogste blootstellingsrichting de maximale werkduur bepaalt. Voor de gemeten taken is dat de X-richting (voor-achterwaarts). Onderstaande tabel geeft de werkduur (in uren en minuten per dag) alvorens de actiewaarde en de grenswaarde worden bereikt. Duidelijk is dat bij geen enkele taak de grenswaarde wordt overschreden waardoor deze limiet bij een normale werkdag van 8 uur niet bereikt wordt.

Dit geldt niet voor de actiewaarde. De metingen zijn uitgevoerd aan vier onderscheiden taken, waarbij de eerste 3 (laden van container en aanhanger, lossen van aanhanger) als normaal dagelijks takenpakket van één persoon gelden. Bij de berekening is van de volgende aannames uitgegaan: (1) het laden van een container gebeurt in 40% van de gevallen, het laden van een vrachtwagenaanhanger in de overige 60%, (2) het lossen vindt vrijwel uitsluitend vanaf een vrachtwagenaanhanger plaats, (3) laden en lossen wisselen af op de werkdag, waarbij aan beide taken ongeveer 50% van de werktijd wordt besteed. Dit percentage kan overigens behoorlijk variëren; het terrein heeft een aanzienlijke buffer voor opslag van containers. De vierde taak, aanvoeren, ontstapelen, sorteren, stapelen en afvoeren, wordt nu door vaste chauffeurs gedaan, die dit niet afwisselen met laad- of lostaken.

De tabel geeft aan dat de taakcombinatie laden en lossen een lichte overschrijding van de actiewaarde kent: na 7 uur en 7 minuten wordt deze bereikt. Meer aandacht voor beheerst rijden zonder lading en bij het stootvrij plaatsen van de stapels containers zal de blootstelling voor deze taak mogelijk voldoende verminderen. De taak van het ontstapelen, sorteren, stapelen

Tabel 4: dominante trillingsrichting (a_s), trillingswaarde a_w (in m/s^2) en maximale dagelijkse werktijd tot het bereiken van de actie- en grenswaarde (in uren en minuten) voor het gecombineerd laden en lossen van stapels containers en voor de taak aanvoeren, ontstapelen, sorteren, stapelen en afvoeren (taak 4).

Taak	Belangrijkste trillingsas	Trillingswaarde taak	Werktijd tot	
			actiewaarde	grenswaarde
Laden en lossen (1, 2, 3)	X	0.53	7 u 7 min	> 24 uur
Ontstapelen en sorteren (4)	X	0.72	3 u 54 min	20 u 40 min

en aan-en afvoeren kent een aanzienlijk grotere overschrijding. De actiewaarde wordt dan ook na bijna 4 uur werk bereikt. Figuur 5 illustreert helder dat de grootste bijdrage aan de overschrijding afkomstig is van het heen en weer rijden tijdens het ontstapelen, sorteren en stapelen. Bij het verminderen van de blootstelling dient dan ook naar deze taakonderdelen de eerste aandacht te gaan. Onduidelijk is in hoeverre technische maatregelen als acceleratiebegrenzer en horizontaal dempende stoel voldoende effect sorteren. Zeker is dat een verhoogde bewustwording bij de chauffeurs over de gevolgen van hun rijgedrag een bijdrage kan leveren (zie figuur 3; deze illustreert dat de beheerst rijdende chauffeur 3 een aanzienlijk lagere trillingsblootstelling in de voor-achterwaarts richting ervaart). Ook zal het rouleren van de chauffeurs die vooral deze taak uitvoeren over de andere taken helpen om hun blootstelling te verminderen; tegelijkertijd moet beseft worden dat de blootstelling van de andere chauffeurs, die nu vrijwel uitsluitend laden en lossen, door deze maatregel verhoogd zal worden. Tot slot moet genoemd worden dat de inzet van een mechanische ontstapelaar en stapelaar deze taak elimineert en daarmee tot een definitieve oplossing leidt.

De tabel geeft verder aan dat de grenswaarde voor het werk bij bedrijf B. niet wordt bereikt.

4 Conclusies en aanbevelingen

Uit de metingen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Heftruckchauffeurs van bedrijf B. te A. worden vooral blootgesteld aan trillingen in de voor-achterwaarts richting.
- De hoogte van de trillingsblootstelling blijkt sterk samen te hangen met de taak en met het rijgedrag van de chauffeur.
- Voor de takencombinatie “laden en lossen” is de blootstelling slechts marginaal te hoog; aandacht bij de chauffeurs voor het meer beheerst rijden zonder lading en bij het stootvrij plaatsen van stapels containers zal mogelijk de blootstelling voldoende verminderen.
- Bij de taak “aanvoeren, ontstapelen, sorteren, stapelen en afvoeren” is de blootstelling duidelijk hoger dan de actiewaarde en moet dus actie worden ondernomen. Meest effectief is het daarbij in eerste instantie aandacht te schenken aan de deeltaken “ontstapelen” en “sorteren en stapelen”.
- Bij de maatregelen kan in meerdere richtingen worden gedacht. Zeker is dat meer roulatie tussen de taken en meer beheerst rijgedrag de trillingsblootstelling zullen verlagen. Mogelijk zullen technische maatregelen als acceleratiebegrenzer en horizontaal dempende stoel dit ook doen. In hoeverre deze maatregelen voldoende effectief zijn kan nu niet goed worden ingeschat. Toepassing van een mechanische (ont)stapelaar is voor wat betreft dit probleem een zekere oplossing.
- Aanbevolen wordt verder dat ontstane kuilen in het asfaltdek tijdig gerepareerd worden, omdat niet iedere chauffeur alert is in het ontwijken van die kuilen (zeker in geval van verhoogde werkdruk).