

IMPACT, BRUIKBAARHEID EN VALIDITEIT VAN DE NIOSH-METHODE VOOR HET BEOORDELEN VAN HANDMATIG TILLEN

8 januari 2015

TNO innovation
for life

Dit rapport is tot stand gekomen in samenwerking met het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en de Inspectie SZW.

IMPACT, BRUIKBAARHEID EN VALIDITEIT VAN DE NIOSH-METHODE VOOR HET BEOORDELEN VAN HANDMATIG TILLEN

Datum	8 januari 2015
Aantal pagina's	34
Projectnummer	051.02038/01.04
Rapportnummer	R10047
Uitgave	R10047/051.02038/01.04 is de ongewijzigde heruitgave van rapport R12/051.02038/01.04, 2012
Auteurs	Tim Bosch, Marjolein Douwes (TNO) Marco Hoozemans, Jaap van Dieën (Faculteit der Bewegingswetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam) Met medewerking van: Lottie Kuijt-Evers (TNO) en Reindert Smit (Van der Velde Rioleringsbeheer)

Inhoudsopgave

1	Aanleiding.....	1
1.1	Doelstelling.....	1
2	Inventarisatie van de impact en bruikbaarheid van de NIOSH methode.....	2
2.1	Aanpak.....	2
2.2	Resultaten.....	3
2.3	Gebruik Nederlandse websites en buitenlandse ervaringen.....	8
2.4	Discussie en conclusies.....	9
2.5	Referenties.....	11
3	Literatuuronderzoek naar de validiteit en bruikbaarheid van de NIOSH methode.....	12
3.1	Inleiding.....	12
3.2	Predictieve validiteit van de NIOSH richtlijn.....	13
3.3	Concurrente validiteit.....	14
3.4	Biomechanisch criterium.....	15
3.5	Fysiologisch criterium.....	17
3.6	Psychofysisch criterium.....	18
3.7	Bruikbaarheid van de NIOSH richtlijn.....	18
3.8	Conclusie.....	20
3.9	Referenties.....	20
4	Samenvatting rapport Gezondheidsraad.....	24
5	Conclusies en aanbevelingen.....	25
A	Bijlage: Vragenlijst Gebruik en toepasbaarheid van de NIOSH methodiek.....	27

1 Aanleiding

Voor het beoordelen van handmatig tillen wordt in Nederland (en veel andere landen) de NIOSH methodiek gebruikt. Met deze methode kan op een relatief snelle manier een schatting worden gemaakt van het maximaal acceptabele tilgewicht in een specifieke tilsituatie en het bijbehorende risico op gezondheidsklachten bij een specifiek tilgewicht. De NIOSH tilmethodiek wordt al lang toegepast en is veelvuldig beschreven in de wetenschappelijke literatuur. De belangrijkste Europese (CEN-1005-2) en internationale richtlijnen (ISO 11228-1) zijn afgeleid van de NIOSH-formule uit 1994 (Waters et al. 1993). Gebruikers van de NIOSH methode kunnen onderscheiden worden in twee groepen; experts op het gebied van fysieke belasting die de methode in hun dagelijkse werkzaamheden gebruiken (bijv. ergonomen bij adviesbureaus en arbodiensten of grote bedrijven) en niet-experts die de methode incidenteel of eenmalig gebruiken (bijv. medewerkers of managers die verantwoordelijk zijn voor de arbeidsomstandigheden in hun bedrijf). Ondanks het feit dat deze NIOSH-methode in Nederland algemeen geaccepteerd is als 'de stand der wetenschap' voor de risicobeoordeling van tillen, is er veel kritiek op de methode, zowel inhoudelijk als wat de toepasbaarheid betreft.

1.1 Doelstelling

De doelstelling van dit project was het evalueren van de impact, bruikbaarheid en validiteit van de NIOSH tilmethodiek.

Om deze doelstelling te realiseren staan in dit rapport de volgende vragen centraal:

1. Hoe vaak wordt gebruik gemaakt van de NIOSH methode?
2. Is de methode bruikbaar bij het evalueren van werksituaties in de praktijk?
3. Wat is de impact van gebruik van de NIOSH-methode: wordt op basis van de NIOSH methode een plan van aanpak geschreven en uitgevoerd om risicovolle situaties te reduceren?
4. Welke tekortkomingen en beperkingen heeft de methode volgens de eindgebruikers?
5. Wat is de validiteit van de NIOSH tilmethodiek volgens (internationaal) wetenschappelijk onderzoek?

Om de eerste vier vragen te beantwoorden heeft TNO onderzoek uitgevoerd dat is beschreven in hoofdstuk 2 van dit rapport. De laatste vraag wordt in hoofdstuk 3 van deze rapportage beantwoord aan de hand van een door de Faculteit der Bewegingswetenschappen (VU) uitgevoerd literatuuronderzoek naar de validiteit en bruikbaarheid van de NIOSH methode. Vanwege de relevantie voor dit onderzoek hebben we de belangrijkste conclusies van een recent (nog vertrouwelijk) concept rapport van de Gezondheidsraad over tillen samengevat in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 zijn de belangrijkste conclusies en aanbevelingen uit dit rapport samengevat.

2 Inventarisatie van de impact en bruikbaarheid van de NIOSH methode

Tim Bosch & Marjolein Douwes

2.1 Aanpak

De impact, het gebruik en de bruikbaarheid van de NIOSH-methode is geïnventariseerd aan de hand van een vragenlijst onderzoek en bezoekers aantallen van Nederlandse websites.

2.1.1 *Benaderen van professionele gebruikers*

Via diverse netwerken en sociale media zijn potentiële professionele gebruikers benaderd om deel te nemen aan een vragenlijstonderzoek. De onderstaande netwerken zijn benaderd:

- Nederlandse Vereniging voor Ergonomie (NVVE);
- Register Ergonomen Nederland (REN);
- Interuniversitaire organisatie voor Arbeidshygiëne, Veiligheid en Milieu (IAVM);
- LinkedIn/ Groups Arboprofessionals en NVVE;
- Nederlandse Vereniging van Bedrijfsfysiotherapeuten (NVBF);
- Belgian Ergonomics Society (BES).

2.1.2 *Benaderen van bredere gebruikersgroep (professionals & niet-professionals)*

Bezoekers van de website webwidget.eu, een initiatief van KAM coördinator Reindert Smit van Van der Velden Rioleringsbeheer is gevraagd mee te doen aan een kort vragenlijst onderzoek (zie onder). Deze koppeling is in september 2011 gerealiseerd en is tot medio augustus 2012 aan bezoekers aangeboden.

2.1.3 *Opzet vragenlijst*

Om het gebruik, de bruikbaarheid, impact en belangrijkste knelpunten van de NIOSH methode te inventariseren is een web-based vragenlijst opgesteld. Als uitgangspunt is de vragenlijst voor de evaluatie van de HARM gebruikt. Deze vragenlijst is in samenwerking met de VU (dr. Marco Hoozemans) uitgebreid met NIOSH specifieke vragen. De resulterende vragenlijst is opgenomen in bijlage A.

2.1.4 *Gebruikersaantallen Nederlandse websites*

Om de mate van gebruik van de web-based NIOSH methode te inventariseren zijn Nederlandse online aanbieders (FNV/Arbobondgenoten.nl, Webwidget.eu) van deze methode benaderd. Om het aantal gebruikers van de online beschikbare instrumenten vast te stellen is informatie nodig over het aantal (unieke) bezoekers per maand en de duur van ieder individueel bezoek. Bezoekers met een zeer korte bezoekduur, en die dus waarschijnlijk geen gebruik maken van de methode, kunnen op deze manier uit de analyse worden verwijderd. Op deze manier kan een schatting gemaakt worden van het aantal gebruikers van deze instrumenten.

2.1.5 *Gebruik en impact buiten Nederland*

Om inzicht te krijgen in het gebruik en de impact van de NIOSH methode in andere landen zijn naast de Nederlandse aanbieders van de NIOSH methode ook een aantal

toonaangevende buitenlandse instituten benaderd. Via persoonlijke netwerken zijn NIOSH (dr. Patrick Dempsey), Health and Safety Laboratory (dr. Andrew Pinder), Arbetsmiljöverket (Minke Wersäll) en Finnish Institute of Occupational Health (dr. Esa-Pekka Takala) benaderd.

2.2 Resultaten

2.2.1 Populatie

Van de 67 benaderde experts, die interesse toonden in het onderzoek, hebben 53 professionele gebruikers de vragenlijst ingevuld (respons=79%). Van de 81 bezoekers van de website Webwidget.eu, die gestart zijn met de vragenlijst, hebben 30 gebruikers de vragenlijst volledig ingevuld. In de analyses zijn echter ook niet volledig ingevulde vragenlijsten meegenomen. Het merendeel van de respondenten werkt in de industrie (25%), zakelijke dienstverlening (22%) en in de gezondheidszorg (16%). Uit de bouwsector kwam slechts 5% van de respondenten. Verder gaf 16% aan in andere dan de genoemde sectoren te werken, waarvan het merendeel in de arbodienstverlening (24%). De functies die de respondenten bekleden zijn: ergonoom (24%), veiligheidskundige (18%), arbeidshygiënist (7%), Arbodeskundige (7%), Arbocoördinator (7%), overig (24%, o.a. engineer, ontwerper, preventiemedewerker, directeur).

Het aantal jaar ervaring dat de respondenten met de NIOSH methode hebben varieert: 60% heeft 0-5 jaar ervaring, 21% heeft 6-10 jaar ervaring en 19% heeft meer dan 10 jaar ervaring. Meer dan de helft van de respondenten (56%) heeft een speciale training gevolgd of een uitgebreide instructie gehad voor het toepassen van de NIOSH methode.

2.2.2 Gebruik en impact

Gebruik van de NIOSH methode

De NIOSH methode wordt gebruikt voor zowel een risicobeoordeling als het optimaliseren van de huidige situatie of het vergelijken van verschillende tilsituaties. De meeste respondenten (36%) geven aan de NIOSH methode voor beide toepassingen evenveel te gebruiken. Nog eens 20% geeft aan de NIOSH methode vaker voor een risicobeoordeling dan voor optimalisatie van werksituaties te gebruiken.

De respondenten passen de NIOSH methode gemiddeld 11 keer per jaar toe. De NIOSH methode wordt zowel in het eigen als externe bedrijven ingezet. Door bezoekers van Webwidget.nl wordt de methode vooral in het eigen bedrijf toegepast (65%), terwijl de benaderde experts de methode voornamelijk gebruiken voor externe bedrijven (58%). De omvang van de bedrijven, waar de methode toegepast wordt, varieert: minder dan 50 werknemers (29%), 50-250 werknemers (33%) en meer dan 250 medewerkers (38%).

De respondenten geven aan verschillende instrumenten te gebruiken voor het toepassen van de NIOSH methode. In de meeste gevallen wordt een eigen instrument of handmatige berekening gebruikt (51%), gevolgd door de website van arbobondgenoten.nl (29%), webwidget.eu (19%), de tiladviseur (13%) en andere instrumenten (15%).

Impact van de NIOSH methode

De NIOSH methode heeft bij meer dan 80% van de respondenten gezorgd voor een goed inzicht in de maatregelen om fysieke belasting op de werkvloer te verminderen. Ook geeft 70% van de respondenten aan dat de NIOSH methode geleid heeft tot een goed inzicht bij de opdrachtgever of het management om de fysieke belasting te verminderen. Bovendien geeft 70% van de respondenten aan dat de toepassing van de NIOSH methode heeft geleid

tot een plan van aanpak om het risico op fysieke belasting te verminderen bij hun laatste case. In 20% van de gevallen is het plan al uitgevoerd, in 32% van de gevallen is al gestart met de uitvoering van het plan en in 46% zal het plan binnen enkele maanden tot een jaar worden uitgevoerd. Naast het doorvoeren van risico verlagende maatregelen geeft ook het merendeel van de respondenten (62%) aan dat de NIOSH methode geleid heeft tot een beter inzicht in het verminderen van de fysieke belasting bij degene die de tiltaak uitvoert. Een meerderheid (57%) van de respondenten heeft zijn beoordeling met de NIOSH methode wel eens vergeleken met de beoordeling door een collega. Meer dan 90% van hen gaf aan dat de verschillen tussen de beoordelingen klein waren. Het resultaat van de NIOSH methode (tilsituatie acceptabel of niet) kwam bij het merendeel van de gebruikers (52%) overeen met de eigen verwachting. 22% van de respondenten gaf aan dat het resultaat vaker onacceptabel was dan verwacht terwijl 12% aan gaf dat het resultaat vaker acceptabel was dan verwacht. 14% van de respondenten had vooraf geen idee over het resultaat van de beoordeling.

2.2.3 Andere beoordelingsmethoden

De helft van de respondenten geeft aan ook andere beoordelingsmethoden te gebruiken voor het beoordelen van tilsituaties. De methoden die ze gebruiken zijn: KIM manual handling (61%), expertbeoordeling (36%), 3DSPP (10%), MAC (8%) en overige (o.a. Fysibel in het handboek Fysieke belasting, de psychofysische tabellen van Mital).

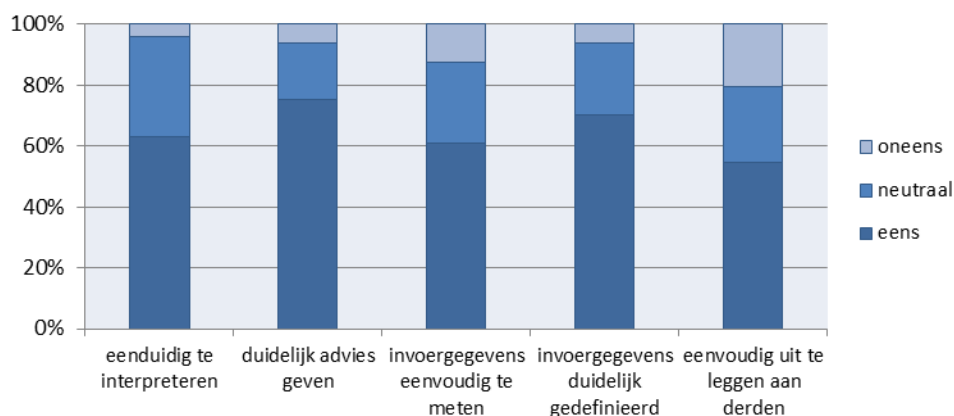
Van de respondenten die andere beoordelingsmethoden gebruiken geeft 62% aan dat de methoden even bruikbaar zijn en 20% vindt de NIOSH methode beter bruikbaar. 18% van de gebruikers geeft aan dat een andere beoordelingsmethode beter bruikbaar is. Al deze respondenten geven aan dat zij de KIM manual handling een beter bruikbare methode vinden.

2.2.4 Gebruiksgemak en toepasbaarheid van de NIOSH methode

Gebruiksgemak

Het gebruiksgemak van de NIOSH methode is op vijf punten getoetst:

- de uitkomsten zijn eenduidig te interpreteren;
- op basis van de uitkomsten kan een duidelijke advies gegeven worden;
- de invoergegevens zijn op de werkplek eenvoudig te meten of te bepalen;
- de invoergegevens zijn duidelijk gedefinieerd;
- de methode is eenvoudig uit te leggen aan bedrijven.



Figuur 1 Het gebruiksgemak van de NIOSH methode

Uit figuur 1 is af te lezen dat gemiddeld meer dan 60% van de professionals het eens is met de stellingen over het gebruiksgemak van NIOSH methode. Ca. 60% van de gebruikers geeft aan dat de invoergegevens eenvoudig te meten zijn. De handleiding van de methode (Waters e.a. 1994) schrijft voor dat de horizontale en verticale afstand gemeten worden en de asymmetrie geschat of gemeten (bijv. met een goniometer). De wijze waarop de invoergegevens bepaald worden, verschilt tussen de gebruikers en de situaties (tabel 1 en 2). Meer dan 80% van de gebruikers meet de horizontale en verticale tilafstand in stilstand tijdens een observatie in de praktijk, terwijl de gebruikte methoden voor het vaststellen van de asymmetrie van de romp veel gevarieerder zijn.

Tabel 1 Gebruikte methoden om de horizontale afstand, verticale afstand en asymmetrie vast te stellen. Gebruikers konden meerdere methoden per factor aangeven.

	Horizontale afstand	Verticale afstand	Asymmetrie
In stilstand tijdens een observatie in de praktijk met behulp van een rolmaat of meetlat	80%	82%	31%
In stilstand op een videobeeld met behulp van een rolmaat of meetlat	7%	7%	5%
In stilstand tijdens een observatie in de praktijk door middel van een schatting	21%	22%	35%
In stilstand op een videobeeld door middel van een schatting	13%	15%	14%
Tijdens de tilbeweging tijdens een observatie in de praktijk door middel van een schatting	28%	26%	48%
Tijdens de tilbeweging op een videobeeld door middel van een schatting	13%	9%	7%

De tilfrequentie wordt vooral bepaald tijdens observaties in de praktijk (85%) of op basis van productiegegevens (58%). Het contact met de last wordt op basis van praktijkobservaties (98%) en op basis van interviews (46%) vastgesteld. De tilduur tenslotte wordt voornamelijk door middel van observaties en interviews vastgesteld.

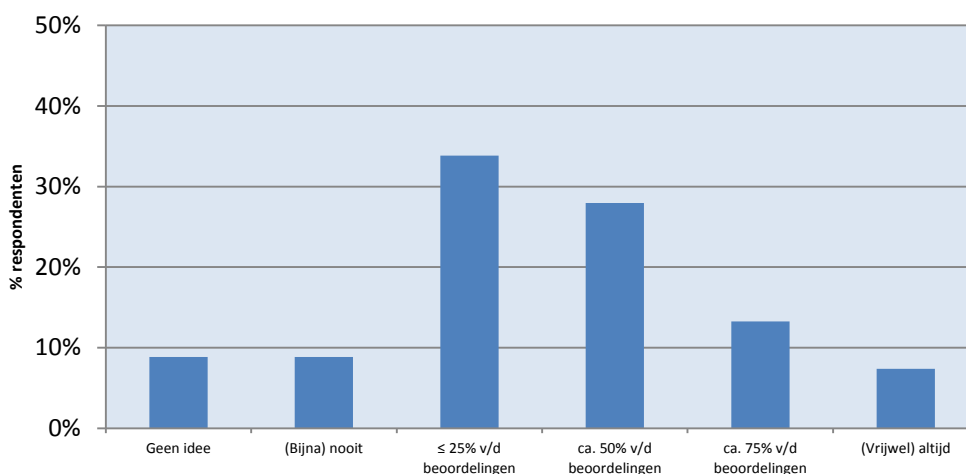
Tabel 2 Gebruikte methoden om de tilfrequentie, het contact met de last en de tilduur vast te stellen. Gebruikers konden meerdere methoden per factor aangeven.

	Tilfrequentie	Contact met de last	Tilduur
Een eigen observatie in de praktijk	85%	98%	75%
Een analyse van een videobeeld	19%	12%	15%
Interview	7%	46%	79%
Productiegegevens	58%	-	2%

Toepasbaarheid

De NIOSH methode kan niet in iedere tilsituatie toegepast worden. De methode is volgens de ontwikkelaars niet toepasbaar als er sprake is van meervoudige tiltaken, eenhandig tillen, meer dan 8 uur per dag tillen, tillen in een zittende of geknielde werkhouding, tillen in een beperkte ruimte, tillen van een instabiele last, tillen in combinatie met ander fysiek zwaar werk, tillen met hoge bewegingssnelheid, tillen terwijl een kruiwagen of schep wordt

gehanteerd en tillen terwijl er géén goed contact met de last is. In deze situaties kan het toepassen van de methode leiden tot een over- of onderschatting van het risico. Een grote meerderheid van de respondenten (77%) geeft aan op de hoogte te zijn wanneer de NIOSH methode niet toegepast mag worden.



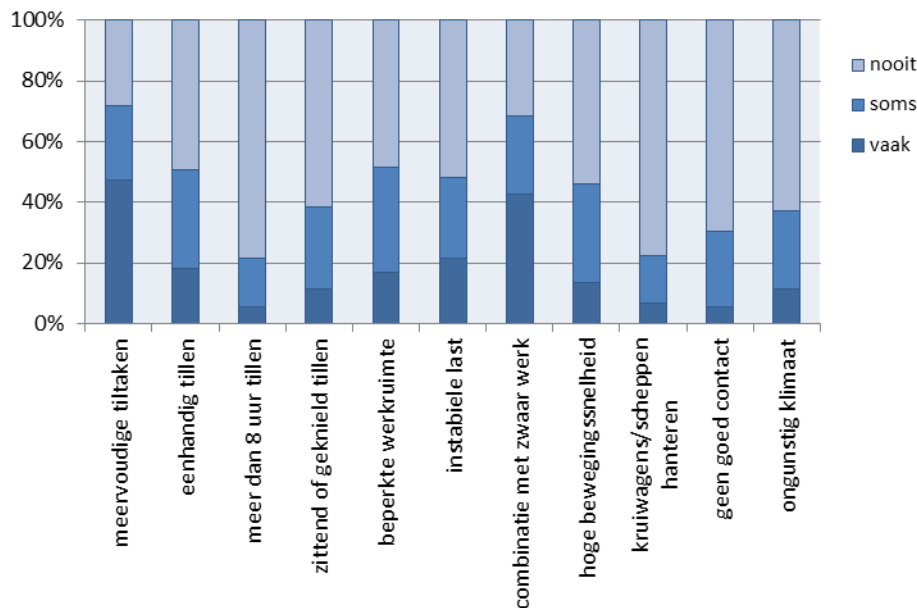
Figuur 2 Het percentage van de gebruikers dat aangeeft in welk aantal van de te beoordelen tilsituaties de methode niet toegepast mag worden.

In figuur 2 is te zien dat 33% van de respondenten geeft aan dat in ongeveer een kwart of minder van de beoordelingen de NIOSH methode niet toepasbaar is en 28% geeft aan dat dit in ongeveer de helft van de situaties het geval is. Slechts een klein percentage van de gebruikers (7%) geeft aan dat de methode vrijwel altijd gebruikt mag worden en dat beperkende factoren dus niet aanwezig zijn.

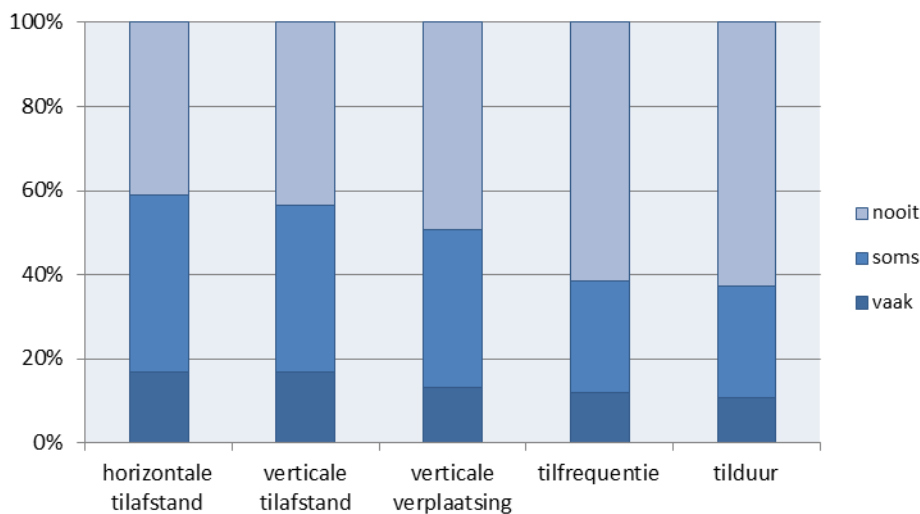
25% van de respondenten geeft aan dat ze in een kwart of minder van het aantal beoordelingen de NIOSH methode toepast, terwijl dit eigenlijk niet mag volgens de uitgangspunten van NIOSH. Bijna de helft (49%) van de gebruikers geeft aan de NIOSH methode nooit toe te passen als het niet mag.

In figuur 3 is te zien dat meervoudige tiltaken en tillen in combinatie met ander fysiek zwaar werk het vaakst voorkomen van de situaties die niet met de NIOSH methode beoordeeld mogen worden. 47% van de respondenten geeft aan dat meervoudige tiltaken vaak voorkomen en 43% geeft aan dat de combinatie met ander fysiek zwaar werk vaak voorkomt.

Ook is het mogelijk dat situaties voorkomen waarbij de gemeten of geschatte waarden voor de reductiefactoren buiten het bereik van de NIOSH methode vallen. Minder dan 20% van de respondenten geeft aan dat dit vaak voorkomt voor alle vier de factoren (figuur 4).



Figuur 3 De aanwezigheid van omstandigheden waarin de NIOSH methode niet toegepast had mogen worden.



Figuur 4 Het percentage tilsituaties waarin de invoerwaarden buiten het bereik van de NIOSH methode vallen.

De NIOSH methode kent enkele aanvullingen om voor tilsituaties waarin de oorspronkelijke NIOSH methode niet bruikbaar is (Waters e.a. 1993), toch een uitspraak te doen over de belasting. Dit zijn de Composite Lifting Index (CLI) voor meervoudige tiltaken, de Sequential Lifting Index (SLI) voor situaties waarbij werknemers in vaste tijdsintervallen verschillende tiltaken uitvoeren en de Variable Lifting Index (VLI) voor een combinatie van zeer variabele tiltaken. Uit de resultaten van de vragenlijst blijkt dat respectievelijk 83%, 86% en 89% van de respondenten deze aanvullingen niet kent. Van de gebruikers die wel bekend zijn met

deze aanvullingen, geeft meer dan de helft aan deze niet te gebruiken omdat ze te arbeidsintensief, te complex of slecht bruikbaar zijn.

2.2.5 Verbeterpunten

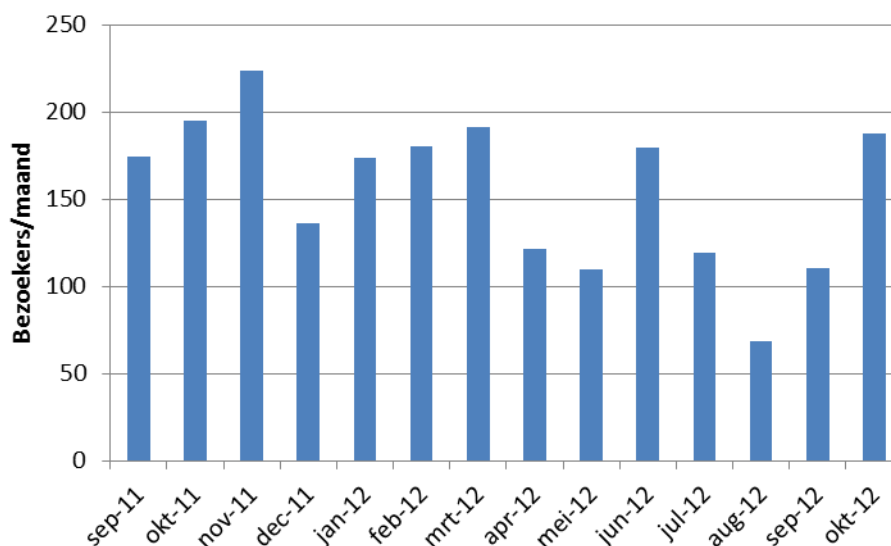
De meeste aanbevelingen voor verbetering die de respondenten gaven hadden betrekking op de situaties waarin de huidige NIOSH methode niet toereikend is:

- geschikt maken voor meer situaties: dragen, hurken en meervoudige tiltaken;
- geschikt maken voor verplaatsing over grotere verticale afstanden;
- begrenzingen van de methode beter aangeven.

Ook werd een aantal keer de praktische aanbeveling gedaan voor het ontwikkelen van een eenvoudige smart Phone applicatie voor het gebruik van de NIOSH methode. Hierbij moet opgemerkt worden dat ten tijde van het onderzoek een iPhone applicatie ontwikkeld is in opdracht van Intergo.

2.3 Gebruik Nederlandse websites en buitenlandse ervaringen

Een van de belangrijkste aanbieders van de methode (FNV/Arbobondgenoten.nl) is niet bereid gevonden om medewerking te verlenen aan dit onderzoek. Uit de resultaten van Google Analytics van de website Webwidget.eu blijkt dat de website in 3,5 jaar (januari 2009 tot oktober 2012) 7.616 keer bezocht is waarvan 5.177 unieke bezoeken. Meer dan 80% van de bezoekers kwam uit Nederland en ca. 10% uit België. De overige landen (o.a. Frankrijk, UK en Duitsland) hadden een veel kleiner aandeel.



Figuur 5 Het aantal bezoekers per maand van de website WebWidget.eu. in de periode sept-2011 t/m okt-2012

Zoals in figuur 5 getoond wordt is de website het afgelopen jaar gemiddeld 234 keer per maand bezocht (155 unieke bezoekers). De gemiddelde bezoektijd bedroeg 2 minuten en 50 seconden. Uit de gegevens is niet af te leiden hoe de verdeling van de duur van individuele bezoeken is. Het is op basis van de gemiddelde bezoekduur niet in te schatten hoe vaak de

NIOSH methode ook daadwerkelijk is gebruikt. Bovendien is het de vraag in hoeverre website statistieken representatief zijn voor het gebruik van de methode. Het merendeel van de professionele gebruikers maakt geen gebruik van de online tools die beschikbaar zijn. De buitenlandse instituten geven allen aan dat er geen statistieken bij worden gehouden over het gebruik en impact van de methode in de betreffende landen (Finland, USA, UK). Uit een studie van het Liberty Mutual Research Institute (USA) is gebleken dat de NIOSH methode de meeste bekende beoordelingsmethode is onder Amerikaanse ergonomen (Dempsey e.a. 2005). In dit Amerikaanse vragenlijst onderzoek werden 600 professionals benaderd (response 53%). 83% van de ergonomen bleek bekend te zijn met de NIOSH methode en hiervan gaf 72% aan dat de methode eenvoudig is in gebruik en geschikt om te tilsituatie mee te beoordelen.

2.4 Discussie en conclusies

De resultaten van het vragenlijstonderzoek geven inzicht in het gebruik, de impact, het gebruiksgemak en de bruikbaarheid van de NIOSH methode.

2.4.1 Impact

De NIOSH methode blijkt bij zowel bij de adviseur als de opdrachtgever een goed instrument om inzicht te verschaffen in de factoren waarop de maatregelen, die de fysieke belasting kunnen verminderen, zich moeten richten. In veel situaties leidt de beoordeling door de NIOSH methode tot een plan van aanpak om de fysieke belasting te verminderen (70%). De respondenten gebruiken de methode gemiddeld ongeveer 1 keer per maand, maar het totaal aantal web-based NIOSH beoordelingen/jaar is door het ontbreken van beschikbare gegevens niet bekend. Opvallend is bovendien het gebruik van eigen (51%) of niet web-based NIOSH instrumenten door het merendeel van de professionele gebruikers. Zij maken dus geen gebruik van de (web)tools die vrij beschikbaar zijn. Bovendien worden naast de NIOSH methode ook de KIM voor tillen en dragen (61%) en een expertbeoordeling (36%) gebruikt voor het beoordelen van tiltaken tijdens het werk. 22% van de gebruikers gaf aan dat de NIOSH beoordeling zwaarder was dan de eigen inschatting. Bij ruim de helft van de gebruikers komt de NIOSH beoordeling overeen met de eigen inschatting. Slechts een klein gedeelte (12%) geeft aan dat het eigen oordeel zwaarder werd ingeschat dan de NIOSH beoordeling en een vergelijkbaar percentage had vooraf geen idee over het resultaat.

2.4.2 Gebruiksgemak en bruikbaarheid

Het gebruiksgemak van de NIOSH methode is zeer acceptabel. Gemiddeld geeft slechts 10% van de gebruikers aan dat zij het oneens zijn met de helderheid van de uitkomsten, de eenvoud van het vaststellen van de invoergegevens en het gemak waarmee de methode aan bedrijven is uit te leggen.

De NIOSH methode kan om verschillende redenen niet altijd toegepast worden. De meest voorkomende redenen, die uit het huidige onderzoek naar voren komen, zijn: de aanwezigheid van meervoudige tiltaken (47%) en een combinatie van tiltaken met andere fysiek zware taken (43%). Dit komt overeen met het onderzoek van Dempsey (2002), waarin 56% van de werknemers aangaf naast tillen ook andere fysiek zware taken uit te voeren zoals duwen, trekken en dragen.

Voor het beoordelen van meervoudige tiltaken kan in de NIOSH methode gebruikt worden gemaakt van de Composite Lifting Index (CLI). Echter, meer dan 80% van de respondenten is onbekend met deze methode en ook de online aanbieders van de methode

(arbobondgenoten.nl, webwidget.nl) bieden niet de mogelijkheid om meervoudige tiltaken te beoordelen. Ook de recent door Waters e.a. ontwikkelde Sequential Lifting Index (SLI) en de Variable Lifting Index (VLI) zijn grotendeels onbekend bij de respondenten (Waters e.a. 2007; Waters e.a. 2009).

Ook kan het voorkomen dat de NIOSH methode wel toegepast kan worden, maar dat de invoergegevens buiten het bereik van de methode vallen (bijv. de verticale tilhoogte > 175 cm). Dit heeft tot gevolg dat het maximaal acceptabele tilgewicht gelijk is aan nul en de Lifting Index en het bijbehorende risico oneindig groot worden. In dit geval is er sprake van een ongunstige situatie maar niet van een oneindig groot risico. Een eenduidige interpretatie van de uitkomsten is niet mogelijk en bovendien ontbreekt een eenduidige werkwijze. Uit de vragenlijst bleek dat overschrijding van de invoergegevens zich vooral voordoen bij de horizontale afstand, de verticale afstand en de verticale verplaatsing. Zo geeft 59% van de respondenten aan dat de grenswaarden voor horizontale afstand soms/vaak worden overschreden, 57% geeft aan dat de verticale afstand soms/vaak wordt overschreden, 51% geeft aan dat de verticale verplaatsing soms/vaak wordt overschreden. Uit het onderzoek van Dempsey (2002) kwam naar voren dat de verticale verplaatsing (16% van de gevallen) en de horizontale tilafstand (17,9% van de gevallen) het vaakst overschreden werden. Hij vond dat in 35% van de ruim 1.100 geanalyseerde tiltaken één of meerdere invoergegevens niet binnen het vastgestelde bereik vielen.

2.4.3 Conclusies

De vragenlijst is door 134 gebruikers (53 gericht benaderde gebruikers en 81 bezoekers van de website Webwidget.nl) ingevuld. De gebruikers kwamen uit verschillende sectoren, hadden zeer uiteenlopende functies en gebruikten de methode voor zowel het eigen bedrijf als externe klanten. Het is niet mogelijk om de totale Nederlandstalige gebruikerspopulatie vast te stellen en de representativiteit van dit onderzoek is daarmee niet bekend. Gegeven de demografische spreiding lijkt een kans op een selectieve respons echter niet waarschijnlijk.

Uit de resultaten van het gebruikersonderzoek onder professionals en bezoekers van de website Webwidget.eu trekken we de volgende conclusies:

- De ondervraagde groep gebruikers gebruikt de methode gemiddeld 1 keer per maand waarbij het merendeel gebruik maakt van offline beschikbare rekentools.
- De omvang van de gebruikersgroep in Nederland (experts en niet-experts) is niet vast te stellen op basis van de beschikbare gegevens.
- Als de NIOSH methode wordt toegepast heeft dit impact:
 - De NIOSH methode blijkt een goed instrument om inzicht te verschaffen in factoren waarop de maatregelen, die de fysieke belasting kunnen verminderen, zich moeten richten.
 - De NIOSH methode leidt in de meeste gevallen waarin deze wordt toegepast tot het opstellen en uitvoeren van een plan van aanpak om de fysieke belasting te verminderen.
- Het gebruiksgemak van de NIOSH methode is goed.
- De toepasbaarheid van de NIOSH methode is beperkt: bijna 50% van de ondervraagde gebruikers geeft aan dat meer dan de helft van de voorkomende tilsituaties niet te beoordelen is met de NIOSH methode.

2.5 Referenties

1. Dempsey PG. Usability of the revised NIOSH lifting equation (2002). *Ergonomics*, 45 (12), 817-828.
2. Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A, Fine LJ (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776.
3. Waters TR, Putz-anderson V, Garg A (1994). Applications Manual for the Revised.
4. NIOSH Lifting Equation (Cincinnati, OH: DHHS(NIOSH)).
5. Waters TR, Lu ML, Occhipinti E (2007). New procedure for assessing sequential manual lifting jobs using the revised NIOSH lifting equation. *Ergonomics*, 50 (11), 1761-1770.
6. Waters TR, Occhipinti E, Columbini D, Alvarez E, Hernandez A (2009) Variable Lifting Tasks Using the Revised NIOSH Lifting Equation. Proceedings 17th IEA World Conference, Beijing.

3 Literatuuronderzoek naar de validiteit en bruikbaarheid van de NIOSH methode

Jaap van Dieën & Marco Hoozemans

3.1 Inleiding

De NIOSH richtlijn voor tillen werd in 1994 door de Gezondheidsraad aanbevolen als instrument voor de preventie van werkgerelateerde rugklachten op basis van normstelling ten aanzien van maximaal te tillen gewichten in specifieke arbeidssituaties. Hoewel geconstateerd werd dat de richtlijn niet gevalideerd was, werd geconcludeerd dat de gestelde norm plausibel was en dat dit instrument kans had internationaal geaccepteerd te worden. De NIOSH richtlijn is inmiddels opgenomen in (EU) richtlijnen met betrekking tot fysieke belasting door tillen, zoals de NEN-EN 1005-2+A1 en de ISO-DIS 11228-1.3. Sinds 1994 zijn relevante nieuwe gegevens beschikbaar gekomen die meer licht werpen op de validiteit en de bruikbaarheid van de NIOSH richtlijn voor tillen. In dit document wordt een overzicht gegeven van de relevante wetenschappelijke literatuur met als doel de validiteit en bruikbaarheid van de NIOSH richtlijn voor tillen te beoordelen.

De validiteit van de richtlijn is bij voorkeur te beoordelen aan de hand van de predictieve waarde van de, met behulp van de richtlijn te berekenen, Lifting Index (LI) ten aanzien van het ontstaan van rugklachten. Hiernaar is beperkt onderzoek gedaan dat in hoofdstuk 2 wordt besproken.

In hoofdstuk 3 zal de concurrente validiteit van de richtlijn worden besproken. Dit betreft de overeenkomsten en verschillen in uitkomsten tussen de NIOSH richtlijn en andere richtlijnen die worden gebruikt voor het beoordelen van tiltaken.

Daarnaast kan de validiteit worden beoordeeld op basis van de relevantie van de criteria die in het ontwerp van de richtlijn zijn gebruikt, dat wil zeggen op basis van de vraag of biomechanische, fysiologische en psychofysische criteria de kans op rugklachten kunnen voorspellen. Vervolgens kan de vraag worden gesteld of de grenswaarden die voor elk van deze criteria worden gehanteerd een valide afkappunt vormen in de voorspelling van rugklachten. Tenslotte moet de vraag gesteld worden of de berekeningswijze van de LI een valide methode is om de belasting van een gegeven tiltaak in relatie tot deze afkappunten te bepalen. In de hoofdstukken 4 t/m 6 worden deze vragen voor de drie criteria die aan de richtlijn ten grondslag liggen besproken.

In hoofdstuk 7 wordt de wetenschappelijke literatuur met betrekking tot de bruikbaarheid besproken. De NIOSH richtlijn wordt bijvoorbeeld voor de beoordeling van heel veel tiltaken gebruikt, terwijl toepassing volgens de opstellers van de richtlijn aan voorwaarden is gebonden.

In hoofdstuk 8 zullen de conclusies van het literatuuronderzoek naar de validiteit en bruikbaarheid van de NIOSH richtlijn worden gepresenteerd.

3.2 Predictieve validiteit van de NIOSH richtlijn

Het doel van de NIOSH richtlijn is om het risico op het ontstaan van lage rugklachten in te schatten en daarmee lage rugklachten veroorzaakt door tillen op het werk te voorkomen of reduceren (1). In 5 wetenschappelijke studies is gekeken naar de LI als voorspeller van lage rugklachten.

Marras et al. (2) onderzochten retrospectief de predictieve validiteit van de richtlijn door de uitkomsten van de richtlijn te vergelijken met een indeling in het risico op rugklachten op basis van bij deelnemende bedrijven gemelde rugklachten. De resultaten lieten zien dat de LI enige voorspellende waarde had voor het risico op rugklachten voor het geval dat de LI groter was dan 3. Van de laag-risico banen had 55% een LI kleiner dan 1. Van de medium-risico banen had 21% van de taken een LI tussen 1 en 3 en van de hoog-risico banen had 73% een LI groter dan 3. De verdeling in laag-, medium- en hoog-risico was hierbij gebaseerd op de geregistreerde incidentie van rugklachten. Banen met een incidentie van minimaal 12 meldingen per 200.000 werkuren werden gedefinieerd als hoog-risico banen, hetgeen overeen kwam met het 75e percentiel van deze incidentie verdeling.

Waters et al. (3) voerden een cross-sectionele studie uit naar de relatie tussen de 12-maands prevalentie van rugpijn en de LI. Met de arbeidsfuncties met een LI gelijk aan nul (geen blootstelling aan tillen) als referentie werd alleen een significante Odds Ratio (OR), van 2.20, gevonden voor de categorie met een LI tussen 2 en 3, wat betekent dat bij een LI tussen de 2 en 3 een iets meer dan twee keer zo grote kans bestaat op het rapporteren van rugpijn in vergelijking met de arbeidsfunctie met een LI gelijk aan nul. Echter, voor een LI tussen de 0 en 2 en voor een LI groter dan 3 was er geen significante OR. Deze cross-sectionele studie is vervolgens verder uitgebreid met meer proefpersonen en meer arbeidsfuncties (4). Ook met deze uitbreiding was er alleen een significante OR (van 1.88) voor de categorie met een LI tussen de 2 en 3.

Vergelijkbare resultaten werden gevonden door Dempsey et al. (5). Hoewel de resultaten uit deze studie als voorlopig werden beschouwd vonden zij dat het aantal uitkeringen door lage rugklachten toenam voor de LI categorieën 0-1, 1-2 en 2-3. Voor de categorie 3 en hoger nam de relatieve hoeveelheid uitkeringen door lage rugklachten juist weer af.

Pinder en Frost (6) onderzochten prospectief de relatie tussen rugpijn en de LI onder 515 werknemers, gedurende 18 maanden. Noch voor de samengestelde LI (*composite lifting index (CLI)*; Waters et al. (7)), noch voor de LI van enkele taken (*single task lifting index*) werd een relatie gevonden met de incidentie van rugklachten.

De relatie tussen de uitkomsten van de NIOSH richtlijn aan de ene kant en de incidentie van werkgerelateerde rugklachten aan de andere kant is eveneens prospectief onderzocht door Boda et al. (8). Significante Hazard Ratio's werden gerapporteerd voor de *peak single task lifting index* > 3 en de *peak composite lifting index* > 1.2.

Concluderend blijkt dat de predictieve validiteit van de NIOSH richtlijn onderzocht is in 3 cross-sectionele en 2 prospectieve studies. De cross-sectionele studies laten zien dat er een associatie tussen de LI en het risico op lage rugklachten bestaat voor LI's tussen de 2 en 3, maar een duidelijke associatie voor LI's boven de 3 wordt niet gevonden. Mogelijk is hierbij sprake van een *healthy worker effect*, waarbij werknemers die met LI's van meer dan 3 te maken hebben juist de sterkere werknemers zijn die relatief minder kans op rugklachten hebben. Van de beide prospectieve studies vindt er één wel een relatie en de andere niet. Er kan geconcludeerd worden dat het bewijs voor een relatie tussen de LI en het risico op lage rugklachten beperkt is.

3.3 Concurrente validiteit

De validiteit van de NIOSH richtlijn kan ook bestudeerd worden door de resultaten van de NIOSH richtlijn bij het beoordelen van een tiltaak te vergelijken met de resultaten van een andere beoordelingsmethode (concurrente validiteit).

Hidalgo et al. (9) valideerden de NIOSH richtlijn met de psychofysische, biomechanische en fysiologische criteria waarop de NIOSH richtlijn is gebaseerd. De uitkomsten van dit onderzoek zijn dat er grote verschillen bestaan tussen de maximale tilgewichten die worden geadviseerd door de NIOSH richtlijn en psychofysische richtlijnen bij lage en hoge tilfrequenties en bij kleine en grote horizontale afstanden. Er was een relatief hoge mate van overeenkomst tussen de beoordelingen op basis van de NIOSH richtlijn en op basis van de psychofysische richtlijn van Snook en Ciriello (10) bij lage tilfrequenties, maar niet met andere psychofysische richtlijnen. Tenslotte werd gevonden dat de limieten gesteld door NIOSH op basis van fysiologische criteria konden worden weerstaan door 57% tot 99% van de werkende bevolking.

In een studie van Van der Beek et al. (11) werden vier methoden voor het bepalen van de fysieke belasting bij tillen met elkaar vergeleken. Ten eerste werden drie verschillende vormen van de NIOSH richtlijn (CLI, Arbeid richtlijn (NIOSH richtlijn in categorieën), NIOSH richtlijn toegepast op basis van een 'worst case' benadering) met elkaar vergeleken. Deze drie verschillende benaderingen resulteerden in dezelfde ranking in belastende werkzaamheden van steigerbouwers. Echter, de vierde methode – het toepassen van systematische observatie van de duur van de belastende tiltaken – gaf een totaal andere ranking aan. De auteurs concluderen dat systematische observatie gevoeliger is voor de duur van tiltaken dan de – op NIOSH gebaseerde – methoden.

Kuijer et al. (12) vergeleken de *recommended weight limit* (RWL), berekend met de NIOSH richtlijn, met de uitkomsten van een *functional capacity evaluation* (FCE) methode (Isernhagen) bij patiënten met chronische lage rugklachten. Bij de FCE methode zetten de patiënten in een laboratoriumsituatie een bepaald startgewicht vanaf een plank van 74 cm hoog neer op de grond, draaiden 90 graden en tilden het gewicht weer op. Dit werd binnen 90 seconden 5 keer herhaald. Een dergelijke set van tilbewegingen werd vervolgens herhaald met een zwaarder tilgewicht totdat binnen 4-6 sets het maximale tilgewicht was bereikt. Het maximale tilgewicht werd bereikt als de hartfrequentie boven 85% van de (aan de hand van de leeftijd bepaalde) maximale hartfrequentie kwam, als de patiënt wilde stoppen of als de proefleider vond dat de bewegingen niet meer veilig werden uitgevoerd. Voor de mannen in het onderzoek was het veilig te tillen maximale gewicht volgens de FCE methode 33 kg en voor de vrouwen 19 kg. Omdat de RWL voor deze tiltaak 13 kg was concluderen de auteurs dat beide methoden verschillende veilige tilgewichten aanbevelen, wat in tegenstrijdige aanbevelingen bij revalidatie en terugkeer naar werk kan resulteren. De berekende maximale tilgewichten waren voor beide methoden geldig voor tilsituaties <1 uur per dag. Wanneer de maximale tilgewichten voor een hele werkdag voor de beide methoden worden vergeleken worden de verschillen iets kleiner. Voor de FCE methode moet dan het maximale tilgewicht door 4 worden gedeeld en voor de NIOSH richtlijn door 3. De uitkomsten van dit onderzoek zijn echter geldig voor de onderzochte populatie, in dit geval patiënten met chronische lage rugklachten, en het is dus onzeker of deze uitkomsten gegeneraliseerd kunnen worden naar de werkende populatie zonder chronische lage rugklachten.

Lin et al. (13) vergeleken de uitkomsten van de NIOSH richtlijn met de uitkomsten van een voor dit onderzoek ontwikkeld biomechanisch model waarbij een hoge correlatie tussen beide werd gevonden. De onderzoekers verklaren dit resultaat doordat het concept van de LI

vergelijkbaar is met de in hun studie gebruikte uitkomstmaat: de ratio van het gewrichtsmoment berekend met het biomechanische model en de voorspelde capaciteit van het gewrichtsmoment. De LI was in deze studie berekend met een frequentiefactor van 1, waaruit de auteurs concluderen dat zonder de frequentiefactor de LI meer de biomechanische karakteristieken weergeeft.

In de studie van Russell et al. (14) werden vijf methoden met elkaar vergeleken: NIOSH, ACGIH TLV, Snook, 3DSSPP en WA L&I. De uitkomsten van de NIOSH, ACGIH TLV en Snook kwamen overeen maar voorspelden een aanzienlijke hogere blootstelling dan de 3DSSPP en WA L&I methoden. De WA L&I is gebaseerd op de NIOSH richtlijn maar is daar een versimpelde versie van om vooral hoog-risico tiltaken te identificeren. De WA L&I index is over het algemeen de helft van de LI van de NIOSH richtlijn hetgeen volgens de auteurs niet opgevat moet worden als minder blootgesteld, maar als een andere schaling. Volgens de auteurs komen de verschillen met het 3DSSPP vooral doordat het energetische aspect en het cumulatieve effect van herhaalde compressiebelasting niet wordt meegenomen in het 3DSSPP. Daarnaast worden de verschillen geweten aan het niet meenemen van de schoudermomenten en aan het toepassen van statische in plaats van dynamische analyses in het 3DSSPP.

Samenvattend blijken verschillende methoden voor het beoordelen van tiltaken te resulteren in verschillende beoordelingen van dezelfde tiltaak. Veel van de verschillende andere methoden dan de NIOSH richtlijn zijn gebaseerd op de NIOSH richtlijn of vormen er juist de basis van, hetgeen een uitspraak over de concurrente validiteit van de NIOSH richtlijn beperkt. Ook omdat de NIOSH richtlijn gebaseerd is op biomechanische, energetische en psychofysische criteria en evaluatie methoden is het mogelijk dat methoden gebaseerd op enkel een van deze criteria of evaluatie methoden hoog correleren voor bepaalde ranges in tiltaken (waar juist dit criterium de beperkende factor is) en in andere ranges juist niet.

3.4 Biomechanisch criterium

3.4.1 Validiteit van het biomechanisch criterium

De biomechanische belasting van de wervelkolom, meer in het bijzonder de compressiekracht op de wervelkolom, is één van de criteria die ten grondslag liggen aan de NIOSH richtlijn. In een narratieve review beschreven Van Dieën et al. (15) de hypothese dat schade aan de wervelkolom door compressiekrachten een belangrijke oorzaak zou kunnen zijn van rugpijn. De auteurs concluderen op basis van de data over de sterkte van de wervelkolom bepaald *in vitro* en de belasting van de wervelkolom *in vivo* dat het aannemelijk is dat compressieschade optreedt met name bij taken als tillen. Verder ondersteunde klinische literatuur met betrekking tot *imaging* resultaten en pijnprovocatie deze hypothese gedeeltelijk. Een belangrijke epidemiologische ondersteuning werd gevormd door een retrospectief onderzoek van Kumar (16) en een case-control onderzoek van Norman et al. (17), waarin relaties werden gevonden tussen de grootte van de (cumulatieve) compressiebelasting in het werk en het optreden van rugklachten. Meer recent is ondersteuning hiervoor gevonden in een prospectieve studie van Coenen et al. (18, 19). In deze studie werd weliswaar het moment rond de lage rug als belastingsmaat gebruikt, maar eerder onderzoek toonde aan dat momenten en compressiekrachten sterk gerelateerd zijn (20). De belastbaarheid ten aanzien van compressiebelasting wordt bepaald door het product van botdichtheid en dwarsdoorsnede (*bone mineral content*, BMC) van de wervels. De bevinding in prospectief onderzoek dat bij mannen de kans op rugpijn negatief is

gerelateerd aan de BMC (21-23) vormt dan ook een verdere ondersteuning van een oorzakelijk rol van compressiebelasting in het ontstaan van rugklachten.

3.4.2 *Afkappunt in het biomechanisch criterium*

Binnen de NIOSH richtlijn wordt een grenswaarde voor compressiebelasting gehanteerd van 3400 N. Gesteld wordt dat op basis hiervan 75% van de populatie beschermd zou worden, waarvoor zowel epidemiologische als biomechanische ondersteuning wordt aangehaald (24).

De epidemiologische onderbouwing van dit afkappunt is bekritiseerd door diverse auteurs (25, 26). NIOSH verwijst naar een studie die niet als *peer-reviewed* artikel is verschenen.

Controle van deze bron wijst bovendien niet op een duidelijk grens en met dezelfde consequenties had in deze dataset de grens ook bij 5000 N kunnen worden gelegd.

De biomechanische onderbouwing is gebaseerd op de sterkte van kadaver wervelsegmenten. Inderdaad is de sterkte van een 25e percentiel wervelsegment geschat op ongeveer 3400 N (27). Reviews van Genaidy et al. (28) en Jäger (29) laten echter zien dat de compressiesterkte zeer afhankelijk is van leeftijd en geslacht. Ter vergelijking, 3200 N wordt door Jäger (29) als grenswaarde aanbevolen voor 40-jarige vrouwen en 50-jarige mannen, terwijl voor mannen tussen de 20 en 30 zelfs een grenswaarde van 5000 N wordt voorgesteld. Daarnaast is door Genaidy et al. (28) betoogd dat niet de maximale kracht bij falen maar de kracht bij *yielding* – dat wil zeggen de kracht waarbij de stijfheid afneemt, hetgeen als indicatie voor de eerste schade wordt gezien – als criterium zou moeten gelden. Deze kracht zou liggen op circa 60% van de maximale kracht. Volgens de opgestelde regressievergelijkingen kan in een populatie van 50 jaar en ouder de limit van 3400 N slechts worden weerstaan door 31% van de mannen en 8% van de vrouwen.

3.4.3 *Berekeningswijze van de LI in relatie tot het biomechanisch criterium*

De horizontale en verticale positie van de last ten opzichte van de lage rug zijn belangrijke voorspellers van de compressiebelasting van de lage rug. De biomechanische relatie tussen deze horizontale en verticale factor (H_f en V_f) is echter anders dan wordt weergegeven in de NIOSH-formule.

Het biomechanische effect van de verticale positie wordt in de NIOSH-formule niet goed ingeschat waardoor bij lage verticale posities het door NIOSH geadviseerde maximale tilgewicht eigenlijk niet meer 'veilig' is gezien de biomechanische rugbelasting ($>3400\text{N}$) (30, 31), terwijl bij hoge verticale posities het maximale tilgewicht vanuit het oogpunt van rugbelasting juist erg (te) veilig is ($<<3400\text{N}$).

Uit biomechanische experimenten blijkt bij een lage verticale positie weinig invloed van de horizontale positie en bij een hoge verticale positie is er juist veel invloed van de horizontale positie (32). Deze biomechanische interactie zit niet in de NIOSH-formule. Door de aard van de formule is de interactie van een lage verticale positie en een grote horizontale afstand versterkend in de berekening van de LI.

Asymmetrie heeft in de berekening van de LI een sterke bijdrage. Biomechanisch onderzoek toont een dergelijk effect niet consistent aan. Er zijn tegenstrijdige resultaten in de literatuur te vinden over het effect van asymmetrie op compressiebelasting in de lage rug (20, 33-36), maar het effect van asymmetrie zoals gekwantificeerd in de NIOSH-formule lijkt op basis van deze studies overschat te zijn.

De frequentiefactor uit de NIOSH-formule is ook vanuit een biomechanisch oogpunt onderzocht. Studies waarin is onderzocht wat het effect van het herhalen van compressiebelasting op het ontstaan van schade aan wervelsegmenten is, laten niet

hetzelfde beeld zien als het kwantitatieve effect van de frequentiefactor (27). Ook hier blijkt het effect van frequentie op de LI in de NIOSH-formule de werkelijke verandering in compressiebelasting sterk te overschatten.

Eenhandig tillen blijkt uit onderzoek, zeker met afsteunen met de andere hand, een lagere compressiebelasting op te leveren dan tweehandig tillen (33, 37). Deze factor wordt echter niet meegenomen in de NIOSH-formule. Eenhandig tillen wordt in de richtlijn gezien als een verzwarende omstandigheid, die een verhogend effect op de LI heeft (de LI is dan minimaal >1 en dus in het oranje gebied). Vanuit het oogpunt van rugbelasting zou in ieder geval in sommige tiltaken het omgekeerde het geval moeten zijn. Eenhandig in plaats van tweehandig tillen heeft echter wel weer een negatief effect op de hand, arm en schouderbelasting.

3.5 Fysiologisch criterium

3.5.1 *Validiteit van het fysiologisch criterium*

In de NIOSH richtlijn is een inspanningsfysiologisch criterium, meer in het bijzonder het totale energieverbruik (VO_2) als percentage van het maximale energieverbruik VO_{2max} , meegenomen bij de bepaling van de toelaatbaarheid van de tilbelasting. Gesteld wordt dat er weliswaar geen directe relatie bestaat tussen energieverbruik en het ontstaan van rugklachten maar dat een hoog energieverbruik zal leiden tot vermoeidheid en dat vermoeidheid de kans op rugklachten zal doen toenemen. Deze assumptie is niet wetenschappelijk onderbouwd. Wel is aangetoond dat bij een hoge mate van vermoeidheid de coördinatie van tilbewegingen verandert en dat daaraan gekoppeld de rugbelasting toeneemt (38-41), maar de coördinatie van tilbewegingen is niet in de NIOSH richtlijn opgenomen. De niveaus van inspanning die in de boven aangehaalde studies werden gebruikt waren hoog in vergelijking tot de meest arbeidssituaties. Effecten waren niettemin bescheiden. Daarnaast lijkt het aannemelijk dat lokale spiervermoeidheid van de rugspieren hierin een doorslaggevende rol speelt waarvoor het energieverbruik niet noodzakelijk een goede voorspeller is.

3.5.2 *Afkappunt in het fysiologisch criterium*

In Waters et al. (1) wordt beschreven dat het fysiologische criterium gebaseerd is op de maximale aerobe capaciteit op de lopende band, die iets naar beneden is aangepast vanwege het lopen op een lopende band. In de NIOSH richtlijn wordt uitgegaan van een maximale aerobe capaciteit van 9.5 kcal/min, waarvan verondersteld wordt dat dit de gemiddelde aerobe tilcapaciteit is van de gemiddelde (50e percentiel) 40-jarige vrouwelijke arbeider (42).

3.5.3 *Berekeningswijze van de LI in relatie tot het fysiologisch criterium*

De NIOSH richtlijn en de veronderstelde maximale aerobe tilcapaciteit van 9.5 kcal/min is specifiek aangepast met betrekking tot de verticale factor. Omdat de aerobe capaciteit van alleen armarbeid lager ligt in vergelijking met *whole body* activiteit is de maximale aerobe capaciteit bij een tilhoogte boven 75 cm op 70% van 9.5 kcal/min. Dit lijkt vanuit het oogpunt van rugbelasting en rugpijn echter geen relevante overweging. Dit leidt er toe dat tiltaken boven heupniveau als relatief zwaar worden beoordeeld in de richtlijn. Daarnaast is onderkend dat ook de duur van herhaalde tilbewegingen van invloed is op de maximale aerobe capaciteit. Herhaalde tilbewegingen met een duur van minder dan een uur mogen

niet boven 50% van de 9.5 kcal/min uitkomen, bij een duur van 1-2 uur niet boven de 40% en bij een duur van 2-8 uur niet boven de 33%.

3.6 Psychofysisch criterium

3.6.1 *Validiteit van het psychofysisch criterium*

Met psychofysische methoden zijn maximaal acceptabele tilgewichten voor verschillende tiltaken bepaald. De meest bekende psychofysische richtlijnen zijn gepubliceerd door Snook en Ciriello (10). Bij deze psychofysische experimenten wordt aan (veel) proefpersonen gevraagd een bepaald gewicht onder gespecificeerde tilomstandigheden (bijvoorbeeld een vaste tilhoogte en tilfrequentie) op te tillen. Vervolgens wordt aan hen gevraagd of ze dit een hele werkdag zou kunnen volhouden zonder aan het eind van de werkdag overmatig vermoeid te zijn. Het tilgewicht wordt vervolgens aangepast totdat het voor de proefpersonen maximaal acceptabele tilgewicht is bereikt. Het maximaal acceptabele tilgewicht is dus bepaald op basis van door de proefpersonen ervaren vermoeidheid en is niet direct gerelateerd aan rugbelasting of rugpijn. De enige studie waarin de relatie tussen de uitkomsten van de psychofysische richtlijnen en het voorkomen van lage rugklachten, indirect, is onderzocht is in een studie van Snook (43). Op basis van de resultaten concludeert de auteur dat werkaanpassingen aan de hand van de maximaal acceptabele gewichten het voorkomen van werkgerelateerde rugklachten met een derde zou kunnen laten afnemen.

3.6.2 *Afkappunt in het psychofysisch criterium*

In het psychofysisch criterium onder de LI is gekozen voor een arbitrair afkappunt waarbij 75 procent van de vrouwen en 99 procent van de mannen aangeeft de taak acceptabel te vinden. De berekende LI is echter niet in overeenstemming met de psychofysische data waarop de methode is gebaseerd (44). Wanneer de psychofysische maximale belasting wordt vergeleken met de maximale belasting voorspeld met de NIOSH methode, blijkt dat voor het 75^{ste} percentiel van de vrouwen het psychofysisch bepaalde maximaal acceptabele tilgewicht (veel) hoger is dan het maximale tilgewicht voorspeld door NIOSH en dat voor het 99^{ste} percentiel van de mannen het maximaal acceptabele tilgewicht (veel) lager is dan het maximale tilgewicht voorspeld door NIOSH. Dit terwijl toepassing van de NIOSH richtlijn volgens de beschrijving (24) tot een aanvaardbare belasting voor het 75^{ste} percentiel van de vrouwen en het 99^{ste} percentiel van de mannen zou moeten leiden.

3.6.3 *Berekeningswijze van de LI in relatie tot het psychofysisch criterium*

Over het algemeen bestaat er een goede correlatie tussen de LI en psychofysische beoordeling van taken (9, 44, 45). Echter de relatie tussen asymmetrie en acceptabel tilgewicht wijkt af van die van de lineaire relatie tussen asymmetrie en LI (46, 47) en de LI is niet gevoelig voor taakvariabelen die het acceptabele tilgewicht wel doen dalen zoals het moeten zetten van een stap tijdens het tillen door asymmetrische plaatsing van de last (46).

3.7 Bruikbaarheid van de NIOSH richtlijn

In de NIOSH richtlijn zijn vrij strikte voorwaarden voor toepassing geformuleerd (bijvoorbeeld niet toepassen bij tillen in combinatie met duwen, trekken of lopen). In Waters et al. (1993) wordt aangegeven dat bij het handmatig verplaatsen van de lasten andere activiteiten dan tillen minimaal moeten zijn en niet mogen zorgen voor een hoger energieverbruik. De

NIOSH richtlijn kan verder niet worden toegepast bij: - onvoorspelbare tilsituaties en bij omgevingstemperaturen <19 graden en >26 graden, - bij eenhandig tillen, tillen tijdens zitten of knielen, tillen in een beperkte manoeuvreerruimte, tillen van personen, tillen van extreme hete, koude objecten, rijden met kruiwagens, scheppen en bij snelle tilbewegingen. Verder moet er voldoende wrijving met de vloer aanwezig zijn en wordt ervan uitgegaan dat optillen en neerzetten een vergelijkbaar risico hebben. Wanneer de voorwaarden voor toepassing volgens de handleiding wordt toegepast, dan blijkt dat de richtlijn in slechts 40% van de tiltaken kan worden toegepast (48). Ook Van der Beek et al. (2000) concluderen dat bij 320 van 559 (57%) onderzochte tilsituaties binnen de steigerbouw de NIOSH richtlijn niet kan worden toegepast, met name omdat er met een hand of in niet-staande posities wordt getild. De toepasbaarheid van de NIOSH richtlijn is dus volgens de opstellers ervan beperkt. Ook wanneer de methode kan worden toegepast blijven er beperkingen in het praktisch gebruik. Waters et al. (49) onderzochten de betrouwbaarheid waarmee de input variabelen voor de berekening van de LI worden gemeten in een laboratorium setting. Zij concludeerden dat variabiliteit tussen de observatoren van de input variabelen klein was en dat met training de beoordeling van tiltaken met de NIOSH richtlijn met voldoende nauwkeurigheid kan plaatsvinden om consistente aanbevelingen met betrekking tot de RWL en LI te krijgen. Het bepalen van de grip-factor en de asymmetrie-factor bleek het minst nauwkeurig te zijn. De conclusie van Waters et al. (49) over de door hen zelf ontwikkelde NIOSH richtlijn is positief, echter andere onderzoekers zijn meer kritisch over de betrouwbaarheid van de metingen voor de LI (48, 50).

In de praktijk is het vaak zo dat de variabelen die de input vormen voor de LI, niet bij iedere tilbeweging binnen dezelfde taak constant zijn, bijvoorbeeld bij het beladen en afladen van een pallet. De frequentiefactor in de NIOSH methode kan niet met deze variatie omgaan en zal daarom vaak onjuist worden toegepast. Recent is daarvoor een *multi-task* NIOSH ontwikkeld, waarin een *sequential lifting index* (SLI) wordt berekend (7), maar deze methode is ingewikkeld, wordt zelden toegepast en lijkt in sommige gevallen te leiden tot incorrecte resultaten (51).

De bepaling van enkele van de overige input variabelen voor LI levert eveneens beperkingen in betrouwbaarheid en mogelijk validiteit van de LI op. De horizontale afstand tussen last en tiller is een belangrijke factor in de berekening van de LI. Uit onderzoek blijkt dat bij het herhaald tillen vanaf de grond in een gesimuleerde praktijksituatie veel minder verschil in compressiebelasting bestaat tussen objecten die van dichtbij of van veraf werden opgetild dan op basis van de NIOSH richtlijn verwacht was (32). Dit is te verklaren doordat men in een dynamische tiltaak de last niet recht omhoog tilt maar naar zich toe trekt (52). De statische biomechanische analyse die bij NIOSH ten grondslag heeft gelegen aan de bepaling van de factor voor de horizontale afstand leidt dus tot fouten. Om deze reden wordt de horizontale afstand wel bepaald op het moment van loskomen van de last van de ondergrond, maar dit is lastig te bepalen. Daarnaast treedt bij dezelfde taak veel variatie op in horizontale afstand tussen werknemers (53). Het is dus praktisch lastig de horizontale afstand vast te stellen.

Ook de mate van asymmetrie heeft een sterke invloed op de LI. Naast het feit dat asymmetrie in de NIOSH-formule waarschijnlijk niet correct wordt gekwantificeerd (zie boven) is het in de praktijk moeilijk de mate van asymmetrie te bepalen (3, 54, 55).

3.8 Conclusie

Met behulp van de wetenschappelijke literatuur is de validiteit en de bruikbaarheid van de NIOSH richtlijn onderzocht. Geconcludeerd moet worden dat de met de NIOSH richtlijn te berekenen Lifting Index (LI) niet duidelijk voorspellend is voor de preventie of het ontstaan van lage rugklachten, hoewel de richtlijn juist daarvoor is ontworpen. Het is mogelijk dat dit mede komt door de achterliggende criteria waarop de richtlijn is gebaseerd. Gezien de waarschijnlijkheid van de relatie tussen mechanische belasting van de lage rug en het ontstaan van lage rugklachten is het biomechanisch criterium terecht opgenomen in de richtlijn maar de kwantitatieve uitwerking van dit criterium in de NIOSH formule is voor verbetering vatbaar. Het energetische criterium heeft geen relatie met rugklachten en is dus niet valide. Het lijkt echter wel zinvol te zijn om zeer vermoeiende tiltaken uit te sluiten. De relatie tussen het psychofysisch criterium en het ontstaan van lage rugklachten is nog onvoldoende onderzocht. Het ligt voornamelijk niet voor de hand het psychofysisch criterium als niet valide te beschouwen, juist vanuit de gedachte dat het belangrijk is om subjectief niet aanvaardbare belasting te voorkomen.

Samenvattend kan de validiteit van de NIOSH richtlijn als beperkt worden beoordeeld. Belangrijke aanknopingspunten zijn daarbij het doel van de richtlijn en de achterliggende criteria. Als rugbelasting, en het voorkomen van rugklachten, als uitgangspunt wordt genomen moet de biomechanica als criterium voor de richtlijn worden genomen. Er zijn aanknopingspunten te vinden om de richtlijn te verbeteren in relatie tot rugbelasting waarbij ook samengestelde (til)taken beter kunnen worden beoordeeld. Wanneer een benadering wordt ontwikkeld op basis van cumulatieve compressiebelasting op de lage rug kunnen naast tiltaken ook combinaties van tillen, dragen, duwen en trekken, andere vormen van handmatig kracht leveren en belastende houdingen worden beoordeeld, zodat de richtlijn vaker kan worden toegepast dan nu het geval is met de NIOSH richtlijn. Het is mogelijk om tiltaken daarnaast ook te evalueren in relatie tot energetische belasting en ervaren belasting (psychofysisch criterium). De resultaten beschreven in dit document pleiten er echter niet voor de drie criteria te combineren maar deze juist op een transparante wijze naast elkaar toe te passen bij de evaluatie van de tiltaken. Hetzelfde geldt overigens ook voor de evaluatie van schouderbelasting bij het tillen van lasten, die mogelijk impliciet via de psychofysische richtlijnen ook in de NIOSH richtlijnen lijken te worden meegenomen. Ook de schouderbelasting kan naast de andere criteria worden meegenomen bij de evaluatie van de tiltaak. Op deze manier wordt duidelijk op welk gebied – biomechanisch, energetisch of psychofysisch, of met betrekking tot rugbelasting of schouderbelasting – de tiltaak beperkt wordt en kunnen gerichte adviezen worden gegeven of maatregelen worden genomen.

3.9 Referenties

1. Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A, Fine LJ. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*. 1993;36(7):749-76.
2. Marras WS, Fine LJ, Ferguson SA, Waters TR. The effectiveness of commonly used lifting assessment methods to identify industrial jobs associated with elevated risk of low-back disorders. *Ergonomics*. 1999;42(1):229-45.
3. Waters TR, Baron SL, Piacitelli LA, Anderson VP, Skov T, Haring-Sweeney M, et al. Evaluation of the revised NIOSH lifting equation. A cross-sectional epidemiologic study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(4):386-94.

4. Waters TR, Lu ML, Piacitelli LA, Werren D, Deddens JA. Efficacy of the revised NIOSH lifting equation to predict risk of low back pain due to manual lifting: expanded cross-sectional analysis. *J Occup Environ Med.* 2011;53(9):1061-7.
5. Dempsey PG, Sorock GS, Ayoub MM, Westfall PH, Maynard W, Fathallah F, et al., editors. Prospective investigation of the revised NIOSH lifting equation. *Contemporary Ergonomics*; 2002; Cambridge, England.
6. Pinder ADJ, Frost GA, editors. The 1991 NIOSH lifting equation does not predict low back pain. XX1st Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference; 2009 11-12 June; Dallas, Texas, USA.
7. Waters TR, Lu ML, Occhipinti E. New procedure for assessing sequential manual lifting jobs using the revised NIOSH lifting equation. *Ergonomics.* 2007;50(11):1761-70.
8. Boda SV, Bhoyar P, Garg A, editors. Validation of Revised NIOSH Lifting Equation and 3D SSP Model to Predict Risk of Work-Related Low Back Pain. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 54th Annual Meeting*; 2010 September 27 - October 1; San Francisco, USA.
9. Hidalgo J, Genaidy A, Karwowski W, Christensen D, Huston R, Stambough J. A cross-validation of the NIOSH limits for manual lifting. *Ergonomics.* 1995;38(12):2455-64.
10. Snook SH, Ciriello VM. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics.* 1991;34(9):1197-213.
11. van der Beek AJ, Erik Mathiassen S, Windhorst J, Burdorf A. An evaluation of methods assessing the physical demands of manual lifting in scaffolding. *Appl Ergon.* 2005;36(2):213-22.
12. Kuijer W, Dijkstra PU, Brouwer S, Reneman MF, Groothoff JW, Geertzen JH. Safe lifting in patients with chronic low back pain: comparing FCE lifting task and Niosh lifting guideline. *J Occup Rehabil.* 2006;16(4):579-89.
13. Lin CJ, Wang SJ, Chen HJ. A field evaluation method for assessing whole body biomechanical joint stress in manual lifting tasks. *Ind Health.* 2006;44(4):604-12.
14. Russell SJ, Winnemuller L, Camp JE, Johnson PW. Comparing the results of five lifting analysis tools. *Appl Ergon.* 2007;38(1):91-7.
15. van Dieën JH, Weinans H, Toussaint HM. Fractures of the lumbar vertebral endplate in the etiology of low back pain. A hypothesis on the causative role of spinal compression in a-specific low back pain. *Medical Hypotheses.* 1999;53(3):246-52.
16. Kumar S. Cumulative load as a risk factor for back pain. *Spine.* 1990;15:1311-6.
17. Norman R, Wells R, Neumann P, Frank J, Shannon H, Kerr M. A comparison of peak vs cumulative physical work exposure risk factors for the reporting of low back pain in the automotive industry. *Clinical Biomechanics.* 1998;13(8):561-73.
18. Coenen P, Kingma I, Boot CRL, Twisk JWR, Bongers PM, van Dieën JH. Cumulative low back load as a risk factor for low back pain. *WCPT 2011*; Amsterdam, The Netherlands 2011.
19. Coenen P, Kingma I, Boot CRL, Twisk JWR, Bongers PM, van Dieën JH. Cumulative low back load at work as a risk factor of low back pain: a prospective cohort study. submitted.
20. van Dieën JH, Kingma I. Effects of antagonistic co-contraction on differences between electromyography based and optimization based estimates of spinal forces. *Ergonomics.* 2005;48(4):411-26.
21. Hoozemans MJM, Koppes LLJ, Twisk JWR, van Dieën JH. Lumbar bone mass predicts low back pain in males. *PREMUS*; Anger, France 2010.

22. Hoozemans MJM, Koppes LLJ, Twisk JWR, van Dieën JH. Lumbar bone mass predicts low back pain in males. WCPT 2011; Amsterdam, The Netherlands 2011.
23. Hoozemans MJM, Koppes LLJ, Twisk JWR, van Dieën JH. Lumbar bone mass predicts low back pain in males. submitted.
24. NIOSH. Work practice guide for manual load lifting. Cincinnati: 1981.
25. Leamon TB. Research to reality: a critical review of the validity of various criteria for the prevention of occupationally induced low back pain disability. *Ergonomics*. 1994;37(12):1959-74.
26. Jäger M, Luttmann A. Critical survey on the biomechanical criterion in the NIOSH method for the design and evaluation of manual lifting tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1999;3(4):331-7.
27. van Dieën JH, Toussaint HM. Evaluation of the probability of spinal damage caused by sustained cyclic compression loading. *Human Factors*. 1997;39(3):469-80.
28. Genaidy AM, Waly SM, Khalil TM, Hidalgo J. Spinal compression tolerance limits for the design of manual material handling operations in the workplace. *Ergonomics*. 1993;36(4):415-34.
29. Jäger M. Belastung und Belastbarkeit der Lendenwirbelsäule im Berufsalltag. Ein interdisziplinärer Ansatz für eine ergonomische Arbeitsgestaltung. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 17 Nr. 208. Düsseldorf: VDI Verlag; 2001.
30. Hoozemans MJM, Kingma I, de Vries WHK, van Dieën JH. Effect of lifting height and load mass on low back loading. *Ergonomics*. 2008;51(7):1053-63.
31. Lavender SA, Andersson GBJ, Schipplein OD, Fuentes HJ. The effects of initial lifting height, load magnitude, and lifting speed on the peak dynamic L5/S1 moments. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2003;31:51-9.
32. Faber G, Kingma I, Kuijer PPFM, van der Molen HF, Hoozemans MJM, Fring-Dresen MHW, et al. Working height, block mass and one- vs. two-handed block handling: the contribution to low back and shoulder loading during masonry work. *Ergonomics*. 2009;52(9):1104-18.
33. Marras WS, Davis KG. Spine loading during asymmetric lifting using one versus two hands. *Ergonomics*. 1998;41(6):817-34.
34. Kingma I, van Dieën JH, de Looze M, Toussaint HM, Dolan P, Baten CT. Asymmetric low back loading in asymmetric lifting movements is not prevented by pelvic twist. *J Biomech*. 1998;31(6):527-34.
35. van Dieën JH, Kingma I. Total trunk muscle force and spinal compression are lower in asymmetric moments as compared to pure extension moments. *J Biomech*. 1999;32(7):681-7.
36. Lavender SA, Li YC, Natarajan RN, Andersson GB. Does the asymmetry multiplier in the 1991 NIOSH lifting equation adequately control the biomechanical loading of the spine? *Ergonomics*. 2009;52(1):71-9.
37. Kingma I, van Dieën JH. Lifting over an obstacle: effects of one-handed lifting and hand support on trunk kinematics and low back loading. *J Biomech*. 2004;37(2):249-55.
38. van Dieën JH, van der Burg P, Raaijmakers TA, Toussaint HM. Effects of repetitive lifting on kinematics: inadequate anticipatory control or adaptive changes? *J Mot Behav*. 1998;30(1):20-32.
39. van Dieën JH, Dekkers JJ, Groen V, Toussaint HM, Meijer OG. Within-subject variability in low back load in a repetitively performed, mildly constrained lifting task. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(16):1799-804.

40. Sparto PJ, Parnianpour M, Reinsel TE, Simon S. The effect of fatigue on multijoint kinematics, coordination, and postural stability during a repetitive lifting test. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;25(1):3-12.
41. Dolan P, Adams MA. Repetitive lifting tasks fatigue the back muscles and increase the bending moment acting on the lumbar spine. *J Biomech.* 1998;31(8):713-21.
42. Eastman Kodak Company EG. *Ergonomic design for people at work.* New York: Van Nostrand Reinhold; 1986.
43. Snook SH. The design of manual handling tasks. *Ergonomics.* 1978;21(1):963-85.
44. Potvin JR, Bent LR. NIOSH equation horizontal distances associated with the Liberty Mutual (Snook) lifting table box widths. *Ergonomics.* 1997;40(6):650-5.
45. Lee KS, Park HS, Chun YH. The validity of the revised NIOSH weight limit in a Korean young male population: a psychophysical approach. *International Journal of Industrial Ergonomics.* 1996;18:181-6.
46. Han B, Stobbe TJ, Hobbs GR, Jr. The effect of asymmetry on psychophysical lifting capacity for three lifting types. *Ergonomics.* 2005;48(4):364-79.
47. Wu SP. Maximum acceptable weights for asymmetric lifting of Chinese females. *Appl Ergon.* 2003;34(3):215-24.
48. Dempsey PG. Usability of the revised NIOSH lifting equation. *Ergonomics.* 2002;45(12):817-28.
49. Waters TR, Baron SL, Kemmlert K. Accuracy of measurements for the revised NIOSH lifting equation. National Institute for Occupational Safety and Health. *Appl Ergon.* 1998;29(6):433-8.
50. Burdorf A, van der Beek A. Accuracy of measurements for the revised NIOSH lifting equation. *Applied Ergonomics* 29(6) 433-438. *Appl Ergon.* 1999;30(4):369-71.
51. Pinder ADJ, editor. Issues with the 1991 NIOSH lifting equation composite lifting index. XX1st Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference; 2009 11-12 June; Dallas, Texas, USA.
52. Faber GS, Kingma I, van Dieën JH. Effect of initial horizontal object position on peak L5/S1 moments in manual lifting is dependent on task type and familiarity with alternative lifting strategies. *Ergonomics.* 2011;54(1):72-81.
53. Potvin JR. Use of NIOSH equation inputs to calculate lumbosacral compression forces. *Ergonomics.* 1997;40(7):691-707.
54. Dempsey PG, Fathallah FA. Application issues and theoretical concerns regarding the 1991 NIOSH equation asymmetry multiplier. *International Journal of Industrial Ergonomics.* 1999;23:181-91.
55. Cole SS, McGlothlin J. Ergonomics Case study: Revised NIOSH Lifting Equation Instruction for Students. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene.* 2009;6:D73-D81.

4 Samenvatting rapport Gezondheidsraad

De Commissie Signalering arbeidsomstandighedenrisico's van de Gezondheidsraad heeft medio mei 2012 het vooralsnog vertrouwelijke concept rapport 'Tillen tijdens werk - De risico's voor de gezondheid' uitgebracht. Belangrijkste doel van dit rapport was om vast te stellen of er mogelijkheden zijn voor afleiding van een gezondheidskundige of veiligheidskundige grenswaarde voor tillen tijdens het werk. De commissie heeft op basis van de beschikbare wetenschappelijke literatuur geconcludeerd dat (regelmatig) tillen leidt tot een verhoogde incidentie van klachten aan de lage rug. Tegelijkertijd wordt geconcludeerd dat het niet mogelijk is om aan te geven in welke mate kan worden getild zonder dat er gezondheidsklachten ontstaan. Een eenduidige grenswaarde voor tillen ontbreekt.

Over de NIOSH methode wordt het volgende geconcludeerd: *'De commissie is van mening dat de NIOSH-formule een internationaal geaccepteerde rekenmethode is om risicovolle belasting bij een tiltaak te voorkomen. De NIOSH-formule berust echter niet op kennis over de omvang van de gezondheidsschade die met de toepassing van de formule voorkómen kan worden. Idealiter zou een grenswaarde of formule gebaseerd zijn op gegevens over de daarmee te voorkómen gezondheidsschade op zowel individueel als op groepsniveau. Het is niet duidelijk hoeveel gezondheidsschade wordt voorkomen door het toepassen van de NIOSH formule. Wel is duidelijk dat naast tilgewicht ook andere componenten van de blootstelling een rol spelen bij het ontstaan van klachten. Zij raadt daarom aan de NIOSH formule te blijven hanteren als best beschikbare instrument om het ontstaan van nieuwe klachten te voorkomen.'*

5 Conclusies en aanbevelingen

De belangrijkste conclusies van het onderzoek naar de bruikbaarheid en impact onder gebruikers (hst 2), het literatuuronderzoek naar de validiteit en bruikbaarheid (hst 3) en de voorlopige conclusies van de Gezondheidsraad (hst 4) worden in dit hoofdstuk samengevat. Aanbevelingen voor toekomstige ontwikkelingen worden geschetst op basis van deze conclusies.

Toepasbaarheid

Op basis van de beschikbare wetenschappelijke literatuur en het gebruikersonderzoek kan geconcludeerd worden dat de toepasbaarheid van de NIOSH methode beperkt is. Door de vrij strikte voorwaarden waaronder de methode toegepast kan worden, mag het merendeel (50-60%) van de tilsituaties niet beoordeeld worden. Desondanks wordt door gebruikers aangegeven dat het gebruiksgemak goed is en indien de methode toegepast kan worden de impact aanzienlijk is. Voor 70% van de beoordelingen leidt gebruik van de NIOSH methode tot het opstellen en uitvoeren van een plan van aanpak om de fysieke belasting te verminderen.

Bovendien geven de gebruikers aan dat de NIOSH methode een goed instrument is om inzicht te verschaffen in factoren waarop de maatregelen voor risico reductie zich moeten richten. Dit laatste wordt ook bevestigd door de voorlopige conclusies van de Gezondheidsraad.

Validiteit

Op basis van de in hoofdstuk 3 beschreven literatuur kan worden geconcludeerd dat de validiteit van de NIOSH richtlijn beperkt is. Het recente voorlopige rapport van de Gezondheidsraad maakt, in overeenstemming met het rapport van de Gezondheidsraad uit 1995, enerzijds enkele kritische kanttekeningen bij de methode en geeft aan dat er ruimte is voor verbetering in de onderliggende factoren. Anderzijds wordt geconcludeerd dat de methode het best beschikbare instrument om het ontstaan van nieuwe klachten te voorkomen.

Gebruik en Impact

Het algemeen gebruik van de methode in Nederland is niet vast te stellen op basis van de door online aanbieders beschikbaar (gestelde) gegevens. De ondervraagde groep van 134 gebruikers gebruikt de methode gemiddeld 1 keer per maand. De impact van de methode is groot in de gevallen waarin de methode wordt toegepast maar zou gegeven de beperkte toepasbaarheid verder vergroot kunnen worden.

Aanbevelingen

Uit de onderzochte literatuur en het gebruikersonderzoek blijkt dat de belangrijkste verbeterpunten liggen in:

- Het eenvoudig kunnen berekenen en beoordelen van risico's in arbeidssituaties met meervoudige tilbelasting en combinaties van verschillende vormen van fysieke belasting (tillen, dragen, duwen en trekken). De huidige oplossingen om complexe tiltaken te beoordelen (CLI, SLI en VLI) zijn niet bekend bij de gebruikers, te ingewikkeld, leiden niet altijd tot correcte uitkomsten en lossen de combinatie van verschillende vormen van fysieke belasting niet op. Wanneer een benadering wordt ontwikkeld op basis van

cumulatieve compressiebelasting op de lage rug kunnen naast tiltaken ook combinaties van tillen, dragen, duwen en trekken, andere vormen van handmatig kracht leveren en belastende houdingen worden beoordeeld.

- Het reduceren of elimineren van de beperkingen die aan de invoergegevens worden gesteld. Uit het gebruikersonderzoek bleek dat meer dan de helft van de gebruikers regelmatig tilsituaties beoordeelt waarbij de invoergegevens buiten het gestelde bereik vallen. Dit wordt bevestigd door de literatuur.
- Het in hoofdstuk 3 beschreven literatuuronderzoek biedt een aantal aanknopingspunten voor verbeteringen in de bestaande methode. De onderliggende factoren (o.a. de weging van de asymmetrie en frequentie factor en de biomechanische interactie tussen de verticale en horizontale factor) kunnen geoptimaliseerd worden evenals het bekritiseerde biomechanisch afkappunt, dat op basis van recente inzichten aangescherpt kan worden.

A Bijlage: Vragenlijst Gebruik en toepasbaarheid van de NIOSH methodiek

Voor de beoordeling van handmatig tillen wordt in Nederland (en veel andere landen) de NIOSH methodiek gebruikt. Met deze methode kan een schatting worden gemaakt van het maximaal acceptabele tilgewicht en het bijbehorende risico op gezondheidsklachten. TNO inventariseert dit jaar het gebruik en de toepasbaarheid van deze methodiek.

Als u de NIOSH methodiek toepast, willen we u vragen een korte vragenlijst in te vullen. Hiermee kunt u ons helpen om meer inzicht te krijgen in het gebruik en de toepasbaarheid van de methodiek. De informatie zal alleen worden gebruikt voor de evaluatie van de NIOSH methodiek.

1. Tot welke sector behoort uw bedrijf?
 - a. Industrie
 - b. Bouw
 - c. Handel
 - d. Transport
 - e. Financiële dienstverlening
 - f. Zakelijke dienstverlening
 - g. Gezondheidszorg
 - h. Onderwijs
 - i. Agrarische sector
 - j. Openbaar bestuur/overheid
 - k. Energie en waterleiding
 - l. Horeca
 - m. Overige sectoren, namelijk
2. Past u de NIOSH methodiek toe voor uw eigen bedrijf of in opdracht van een ander bedrijf?
 - a. Eigen bedrijf
 - b. Ander bedrijf
 - c. Beide
3. Wat is de gemiddelde omvang van het bedrijf of de bedrijven waarvoor u de NIOSH toepast?
 - a. <50 medewerkers
 - b. 50–250 medewerkers
 - c. >250 medewerkers
4. Hoeveel jaar heeft u ervaring met de NIOSH methodiek?
 - a. 0–5 jaar
 - b. 6–10 jaar
 - c. >10 jaar

5. Wat is uw functie binnen uw bedrijf?
 - a. Arbo coördinator
 - b. Veiligheidskundige
 - c. Arbeid hygiënist
 - d. Ergonoom
 - e. Arbodeskundige
 - f. Preventiemedewerker
 - g. HRM-medewerker
 - h. P&O-medewerker
 - i. Afdelingshoofd
 - j. Directeur
 - k. Engineer
 - l. Bedrijfsarts
 - m. Anders, namelijk _____

 6. Hoeveel keer heeft u de NIOSH methodiek het afgelopen jaar toegepast?
 __ __ keer

 7. Welk instrument heeft u gebruikt voor het beoordelen volgens de NIOSH methodiek? (meerdere antwoorden zijn mogelijk)
 - a. Eigen instrument of handmatige berekening
 - b. Arbobondgenoten.nl
 - c. Webwidget.eu
 - d. Tiladviseur
 - e. Anders, namelijk _____
- Toelichting: de NIOSH methodiek kan zowel gebruikt worden voor het optimaliseren van tiltaken of het vergelijken van verschillende tiltaken (design assessment) als voor het beoordelen van het gezondheidsrisico van tiltaken (risk assessment).*
8. Waar gebruikt u de NIOSH methodiek voor?
 - a. Alleen voor risicobeoordeling
 - b. Alleen voor het optimaliseren en vergelijken van tiltaken
 - c. Meer voor risicobeoordeling dan voor optimaliseren en vergelijken van tiltaken
 - d. Meer voor optimaliseren en vergelijken van tiltaken dan voor risicobeoordeling
 - e. Voor beide toepassingen evenveel

 9. Gebruikt u ook andere beoordelingssystematieken dan de NIOSH methodiek om tilsituaties te beoordelen?
 - a. Ja, ga verder met vraag 10.
 - b. Nee, ga verder met vraag 12.

 10. Welke andere gebruikt u voor het beoordelen van tilsituaties? (meerdere antwoorden zijn mogelijk)
 - a. 3D SSPP
 - b. KIM
 - c. MAC
 - d. Expertbeoordeling
 - e. Anders, namelijk _____

11. Vindt u deze andere beoordelingsinstrumenten bruikbaar dan de NIOSH methodiek?
- a. Ja
 - b. Nee
 - c. Even bruikbaar

12. Heeft u een speciale training gevolgd of uitgebreide instructie gekregen voor het toepassen van de NIOSH

methodiek?

- a. Ja
- b. Nee

13. Kunt u een korte beschrijving geven van de taak die u als laatste heeft beoordeeld met de NIOSH methodiek?

- 14a. Kunt u aangeven in welke mate u het eens bent met de onderstaande stellingen ten aanzien van het gebruik van de

NIOSH methodiek?

- a. Helemaal mee eens
- b. Mee eens
- c. Eens noch oneens
- d. Oneens
- e. Helemaal mee oneens

- 14b. De uitkomsten van de NIOSH methodiek zijn eenduidig te interpreteren

- a. Helemaal mee eens
- b. Mee eens
- c. Eens noch oneens
- d. Oneens
- e. Helemaal mee oneens

- 14c. De NIOSH methodiek levert uitkomsten waarmee ik een duidelijk advies kan geven

- a. Helemaal mee eens
- b. Mee eens
- c. Eens noch oneens
- d. Oneens
- e. Helemaal mee oneens

- 14d. De invoergegevens van de NIOSH methodiek zijn op de werkplek eenvoudig te meten of te bepalen

- a. Helemaal mee eens
- b. Mee eens
- c. Eens noch oneens
- d. Oneens
- e. Helemaal mee oneens

- 14e. De invoergegevens van de NIOSH methodiek zijn duidelijk gedefinieerd
- Helemaal mee eens
 - Mee eens
 - Eens noch oneens
 - Oneens
 - Helemaal mee oneens
- 14f. De NIOSH methodiek is eenvoudig uit te leggen aan bedrijven
- Helemaal mee eens
 - Mee eens
 - Eens noch oneens
 - Oneens
 - Helemaal mee oneens
15. Weet u wanneer u de NIOSH methodiek wel of niet mag toepassen?
- Ja, ga verder met vraag 16.
 - Nee, ga verder met vraag 18.
16. Hoe vaak is de NIOSH methodiek niet toepasbaar voor het beoordelen van de tilsituaties?
- Weet niet
 - (Bijna) nooit
 - In ongeveer een kwart van de beoordelingen of minder
 - In ongeveer de helft van de beoordelingen
 - In ongeveer 3/4 van de beoordelingen
 - Vrijwel altijd
17. Hoe vaak komt het voor dat u de NIOSH methodiek toepast terwijl dit eigenlijk niet kan/mag?
(meerdere antwoorden zijn mogelijk)
- Weet niet
 - (Bijna) nooit
 - In ongeveer een kwart van de beoordelingen of minder
 - In ongeveer de helft van de beoordelingen
 - In ongeveer 3/4 van de beoordelingen
 - Vrijwel altijd
18. Hoe vaak is er bij het beoordelen van de tilsituaties waarbij u de NIOSH methodiek toepaste sprake geweest van onderstaande omstandigheden?

Situatie	Heel vaak	Vaak	Soms	Inciden- teel	Nooit
a. Meervoudige tiltaken					
b. Eenhandig tillen					
c. Meer dan 8 uur tillen					
d. Tillen in een zittende geknielde of gehurkte werkhouding					
e. Tillen in een beperkte werkruimte					
f. Tillen van een instabiele last					
g. Tillen in combinatie met ander fysiek zwaar werk (duwen/trekken en/of dragen)					
h. Tillen met hoge bewegingssnelheid					
i. Tillen terwijl kruiwagens of scheppen worden gehanteerd					
j. Tillen terwijl er géén goed contact met de vloer is					
k. Tillen in een onaangenaam klimaat (o.a. zeer koud/warm of hoge luchtvochtigheid)					
l. Meervoudige tiltaken					

*Kunt u voor de factoren in de NIOSH methodiek aangeven hoe en wanneer u deze bepaalt?
(meerdere antwoorden zijn mogelijk)*

19. De **horizontale** tilafstand bepaal ik:

- In stilstand tijdens een observatie in de praktijk met behulp van een rolmaat of meetlat
- In stilstand op een videobeeld met behulp van een rolmaat of meetlat
- In stilstand tijdens een observatie in de praktijk door middel van een schatting
- In stilstand op een videobeeld door middel van een schatting
- Tijdens de tilbeweging tijdens een observatie in de praktijk door middel van een schatting
- Tijdens de tilbeweging op een videobeeld door middel van een schatting
- Anders, namelijk _ _ _ _

20. De **verticale** tilafstand bepaal ik: (meerdere antwoorden zijn mogelijk)

- In stilstand tijdens een observatie in de praktijk met behulp van een rolmaat of meetlat
- In stilstand op een videobeeld met behulp van een rolmaat of meetlat
- In stilstand tijdens een observatie in de praktijk door middel van een schatting
- In stilstand op een videobeeld door middel van een schatting
- Tijdens de tilbeweging tijdens een observatie in de praktijk door middel van een schatting
- Tijdens de tilbeweging op een videobeeld door middel van een schatting
- Anders, namelijk _ _ _ _

21. De **asymmetrie** van de tilhouding bepaal ik: (meerdere antwoorden zijn mogelijk)

- In stilstand tijdens een observatie in de praktijk met behulp van een rolmaat of meetlat
- In stilstand op een videobeeld met behulp van een rolmaat of meetlat
- In stilstand tijdens een observatie in de praktijk door middel van een schatting
- In stilstand op een videobeeld door middel van een schatting

- e. Tijdens de tilbeweging tijdens een observatie in de praktijk door middel van een schatting
 - f. Tijdens de tilbeweging op een videobeeld door middel van een schatting
 - g. Anders, namelijk _ _ _ _
22. De **tilfrequentie** bepaal ik met behulp van: (meerdere antwoorden zijn mogelijk)
- a. Een eigen observatie in de praktijk
 - b. Een analyse van een videobeeld
 - c. Productiegegevens
 - d. Anders, namelijk _ _ _ _
23. Het **contact met de last** bepaal ik met behulp van: (meerdere antwoorden zijn mogelijk)
- a. Een eigen observatie in de praktijk
 - b. Een analyse van een videobeeld
 - c. Een interview met degene die de taak uitvoert
 - d. Anders, namelijk
24. De **tilduur** bepaal ik met behulp van: (meerdere antwoorden zijn mogelijk)
- a. Een eigen observatie in de praktijk
 - b. Een analyse van een videobeeld
 - c. Een interview van degene die de taak uitvoert
 - d. Een interview van de direct leidinggevende
 - e. Anders, namelijk _ _ _ _
25. Kunt u aangeven hoe vaak de gemeten of geschatte waarden buiten de range van de NIOSH methode vallen?

Situatie	Heel vaak	Vaak	Soms	Incidenteel	Nooit
Horizontale tilafstand					
Verticale tilafstand					
Verticale verplaatsing					
Tilfrequentie					
Duur van de tiltaak					
Asymmetrie					
Contact met de last					

26. Maakt u wel eens gebruik van de:
- A. Composite lifting index (CLI)
 - a. Ja
 - b. Nee, ken ik niet
 - c. Nee, omdat _ _ _ _
 - B. Sequential lifting index (SLI)
 - a. Ja
 - b. Nee, ken ik niet
 - c. Nee, omdat _ _ _ _

- C. Variable lifting index (VLI)
 - a. Ja
 - b. Nee, ken ik niet
 - c. Nee, omdat _ _ _ _

- 27. Heeft u wel eens gekeken in hoeverre uw beoordeling overeenkomt met die van een collega expert?
 - a. Ja, ga verder met vraag 28.
 - b. Neem ga verder met vraag 29.

- 28. Indien 'ja', hoe groot was het verschil in beoordeling?
 - a. Geen verschil
 - b. Klein
 - c. Redelijk groot
 - d. Groot

- 29. Heeft het gebruik van de NIOSH methodiek bij u als expert geleid tot een goed inzicht in de maatregelen om de fysieke belasting te verminderen?
 - a. Ja
 - b. Nee

- 30. Heeft het gebruik van de NIOSH methodiek bij uw opdrachtgever/het management geleid tot een goed inzicht in de maatregelen om de fysieke belasting te verminderen?
 - a. Ja
 - b. Weet ik niet
 - c. Nee, omdat _ _ _ _

- 31. Heeft het gebruik van de NIOSH methodiek bij de medewerkers van uw opdrachtgever (degene die de tiltaken uitvoeren) geleid tot een goed inzicht in de maatregelen om de fysieke belasting te verminderen?
 - a. Ja
 - b. Weet ik niet
 - c. Nee, omdat _ _ _ _

- 32. Kwam het resultaat van de NIOSH methodiek (bijvoorbeeld: tilsituatie is wel of niet acceptabel) overeen met uw verwachting?
 - a. Ja
 - b. Nee, het resultaat was vaker onacceptabel dan verwacht
 - c. Nee, het resultaat was vaker acceptabel dan verwacht
 - d. Ik had vooraf geen idee over het resultaat

- 33. Leidde de toepassing van de NIOSH methodiek tot advisering over maatregelen of een 'plan van aanpak' om het risico op fysieke overbelasting te verminderen (indien er sprake was van een risico op fysieke overbelasting)?
 - a. Ja, namelijk _ _ _ _
Ga verder met vraag 34.
 - b. Weet ik niet
Ga verder met vraag 35.

- c. Nee, (bijna) nooit, omdat _ _ _ _
Ga verder met vraag 35.
34. Binnen welke termijn denkt u dat dit plan van aanpak of deze maatregelen zal worden uitgevoerd?
- a. Zal niet worden uitgevoerd
 - b. Zal binnen enkele maanden tot een jaar worden uitgevoerd
 - c. Men is bezig met de uitvoering
 - d. Is al uitgevoerd
35. Heeft u opmerkingen/suggesties ter verbetering van de NIOSH methodiek?
- a. Nee
 - b. Ja, namelijk _ _ _ _
36. Zouden we u later nog meer vragen over de toepassing van de NIOSH methodiek mogen stellen en/of bent u geïnteresseerd in eventuele nieuwe ontwikkelingen? Vult u dan hieronder uw contactgegevens in.
- a. Ja, mijn emailadres is _ _ _ _
 - b. Nee, liever niet

Healthy Living
Schipholweg 77-89
2316 ZL Leiden
Postbus 3005
2301 DA Leiden

www.tno.nl

T +31 88 866 90 00
infodesk@tno.nl

Handelsregisternummer 27376655

© 2015 TNO