

Ontwerp van een nieuwe vorkheftruckstoel

Lottie Kuijt-Evers en Jan Buffinga

Een comfortabele vorkheftruckstoel kan er voor zorgen dat vorkheftruck chauffeurs in de huidige generatie vorkheftrucks op een prettige manier kunnen werken. In dit artikel wordt het (participatieve) ontwerptraject beschreven van een nieuwe vorkheftruckstoel. Uit de analyse fase kwamen de belangrijkste knelpunten van de huidige stoelen naar voren. Ook werd inzicht verkregen in de werkorganisatie en het voorkomen van lichamelijke klachten bij de chauffeurs. Op basis hiervan werd het programma van eisen opgesteld. Vervolgens werd een testmodel van het ontwerp gebouwd. Een viertal chauffeurs heeft dit test model beoordeeld. Op basis van hun oordeel werd het prototype gebouwd. Vervolgens vergeleken 12 chauffeurs het prototype met een benchmarkstoel tijdens hun dagelijkse werk. In vergelijking met de benchmark stoel werd de zitting van het prototype en het prototype van de nieuwe stoel als geheel beter beoordeeld dan de benchmark. Naar aanleiding van deze evaluatie zijn nog enkele wijzigingen doorgevoerd, waarna het definitieve ontwerp tot stand kwam.

Aanleiding

Vorkheftruckchauffeurs ondervinden veelvuldig klachten aan het bewegingsapparaat (Zimmerman e.a., 1997; Brenstrup en Biering-Sørensen, 1987; Boshuizen e.a., 1992; Donati en Patel, 1999). Het relatieve risico voor het ontwikkelen van rugklachten is voor vorkheftruck chauffeurs 2,3. Dit wil zeggen dat de kans op rugklachten meer dan twee keer zo groot is voor vorkheftruck chauffeurs in vergelijking met andere medewerkers van havenbedrijven (Boshuizen e.a., 1992).

Een van de belangrijkste problemen bij het heftruckrijden is dat de chauffeur uit veiligheidsoverwegingen achteruit moet rijden indien de heftruck beladen is met pallets. Enerzijds omdat hij geen zicht heeft

op wat zich voor de heftruck afspeelt als de last hoog is, anderzijds omdat bij het vooruitrijden met een last voorop het gevaar bestaat dat de lading van de vork afschiet of omvalt bij plotseling remmen. Het gevolg is dat heftruckchauffeurs iets meer dan de helft van hun werktijd achteruit rijden. Dit gaat gepaard met ongunstige houdingen omdat ze veelal gedraaid op hun stoel zitten. In combinatie met langdurig zitten en blootstelling aan lichaamstrillingen levert deze situatie een verhoogd risico op klachten aan het bewegingsapparaat op (Brenstrup en Biering-Sørensen, 1987; Boshuizen e.a., 1992; Donati en Patel, 1999). Het verhoogde risico op gezondheidsklachten is een lange termijn effect van het rijden op een vorkheftruck. Op korte termijn (gedurende de werkdag) veroorzaakt het langdurig zitten in ongunstige houdingen lichamelijk ongemak hetgeen het welbevinden van de chauffeur negatief beïnvloedt.

De hierboven geschetste problemen zijn eigenlijk alleen oplosbaar door een geheel nieuw ontwerp vorkheftruck waarbij het gedraaid zitten tijdens het achteruitrijden niet meer nodig is (Kuijt-Evers & Bronkhorst, 2004). Helaas is dit op korte termijn niet realiseerbaar of financieel niet haalbaar. Een comfortabele stoel blijkt (naast een goede afstemming van bedieningsmiddelen en klimaat) ook een zeer

Informatie auteurs:

Drs. Lottie Kuijt-Evers werkt bij TNO Kwaliteit van Leven te Hoofddorp in het team Arbeidsproductiviteit; Ir. Jan Buffinga werkt bij Savas Quality Seating te Zaltbommel.

Correspondentie-adres:

Drs. L.F.M. Kuijt-Evers,
L.Kuijt@arbeid.tno.nl
023-5539938

belangrijke bijdrage te leveren aan het welbevinden van chauffeurs die langdurig zitten tijdens hun werk. (Kuijt-Evers et al., 2003). Daarom lag in dit project de focus op het herontwerpen van de vorkheftruckstoel. Het doel is het ontwerpen van een comfortabele vorkheftruckstoel die geschikt is voor montage op de huidige generatie vorkheftrucks met hendel- of joystickbediening.

Het ontwerpen van een comfortabel product kan alleen in nauwe samenwerking met de eindgebruiker. Comfort is namelijk een subjectieve beleving van de eindgebruiker van een product in de context waarin het gebruikt wordt (Vink, 2002). Kennis van de eindgebruiker en zijn werkomgeving is daarbij onmisbaar. Vandaar dat gedurende dit ontwerptraject de eindgebruikers veelvuldig betrokken werden bij het ontwerpproces. In alle fases van het project (analyse fase, ontwerp fase en testfase) is hun inbreng van belang geweest.

Analyse fase

Methode analyse fase

Tijdens de analysefase werden observaties gedaan en gestructureerde interviews gehouden. Veertien ervaren heftruckchauffeurs (44 ±11jaar, 87 ±12 kg, lengte 177 ±9 cm, 17 ±7 jaar ervaring) hebben deelgenomen aan deze fase.

Tijdens de gestructureerde interviews werd aandacht besteed aan de werkzaamheden en gewoontes van de heftruckchauffeurs en klachten aan het bewegingsapparaat. Ook werd een tweetal vorkheftruckstoelen geëvalueerd op comfort aan de hand van een vragenlijst nadat de chauffeurs er twee uur op gereden hadden.

Resultaten analyse fase

De analysefase vond plaats binnen een groenteveiling. De taken van heftruckchauffeurs bestaan uit het klaarmaken van bestellingen van groenten. Pallets met dozen tomaten, paprika's, aubergines, pepers etc. worden verplaatst van karren en vrachtwagens naar de afdeling productafhandeling. Vanuit de productafhandeling worden de bestellingen klaargemaakt en naar de koeling gebracht. Vanuit de koeling gaan de bestellingen weer de vrachtwagen in naar de klant. In deze omgeving worden de pallets niet heel hoog opgestapeld (tot ongeveer 5 meter).

Uit de interviews bleek dat de deelnemende vorkheftruckchauffeurs ongeveer de helft van hun werktijd achteruit rijden. Als het druk is op de werkvloer

kijkt 69% van de vorkheftruck chauffeurs heel vaak of constant achterom. Het omhoogkijken tijdens het wegzetten van pallets duurt veel korter en komt minder vaak voor in deze omgeving.

De meest voorkomende lichamelijke klachten zijn klachten aan nek en bovenrug (54% van de chauffeurs) en aan de lage rug (31%). Velen onder hen (77%) gaven aan dat deze klachten geheel of gedeeltelijk samenhangen met het werk.

Hieruit volgden verbeterpunten voor het nieuwe ontwerp om het comfort van de vorkheftruckstoel te verhogen:

- Een goede armleuning aan de rechterkant als ondersteuning bij de bediening;
- Armleuningen dienen wegklapbaar te zijn voor het in- en uitstappen of voor chauffeurs die er geen gebruik van willen maken;
- De optimale rugleuninghoogte is hoog genoeg voor voldoende steun, maar laag genoeg om goed achterom te kunnen kijken (maximaal okselhogte);
- Zowel zitting als rugleuning moeten voldoende steun bieden in zijwaartse richting en/of voldoende stroef zijn, zodat chauffeurs niet het gevoel krijgen van de zitting af te schuiven tijdens het rijden in bochten.

Ontwerp fase

Methode ontwerp fase

De uitkomsten van de analyse fase vormden het uitgangspunt voor de ontwerp fase en vormden de basis voor het plan van eisen, samen met de technische en antropometrische eisen die aan een vorkheftruckstoel gesteld worden. Vervolgens werden schetsen gemaakt en het meest kansrijke idee werd omgezet in een proefmodel. Een viertal heftruck chauffeurs heeft het proefmodel beoordeeld. Zij gaven aan hoe het proefmodel verder verbeterd kon worden. Op basis van hun aanwijzingen is het prototype tot stand gekomen.

Resultaten ontwerp fase

Plan van eisen

Hieronder zijn de belangrijkste eisen weergegeven die opgesteld zijn voor het ontwerp van de vorkheftruckstoel:

- De hoogte van de zitting (het zitreferentiepunt) moet zo laag mogelijk gehouden worden.
- De vering moet de trillingen en schokken op juiste wijze dempen.

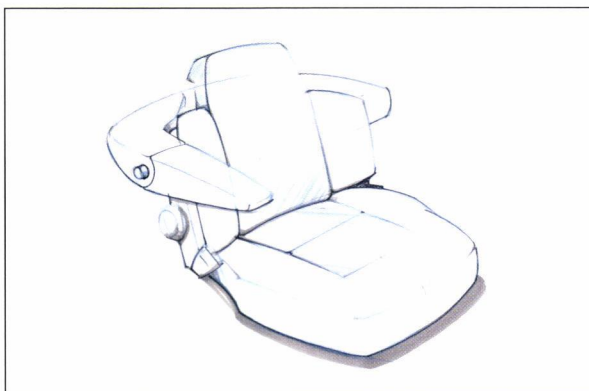
- De armsteunen moeten een goede ondersteuning bieden bij het bedienen van de hendels en de mogelijkheid bieden om een joystick in te bouwen. Ze mogen niet in de weg zitten bij in en uitstappen en daarom moeten ze op eenvoudige wijze weg te klappen zijn. De armsteunen dienen ook ondersteuning te bieden tijdens het achterom kijken.
- Aan de bekleding van de stoel worden hoge eisen gesteld, zeker op het gebied van duurzaamheid maar ook qua comfort. Doorgaans stapt een chauffeur niet van de heftruck af, maar glijdt hij van de stoel. De oorzaak hiervan is dat de ruimte tussen knieën en stuur te beperkt is om op te staan. Door het afglijden wordt de bekleding zwaar belast (figuur 1).



Figuur 1 De bekleding van de vorkheftruck wordt zwaar belast aan de linker voorzijde waar de chauffeurs van de stoel afglijden. Slijtage is het gevolg.

Ontwerp proefmodel

Op basis van het plan van eisen zijn schetsen en een proefmodel gemaakt van de nieuwe vorkheftruckstoel (figuur 2). Hieronder wordt beschreven op welke wijze tegemoet gekomen is aan de diverse eisen die gesteld zijn.

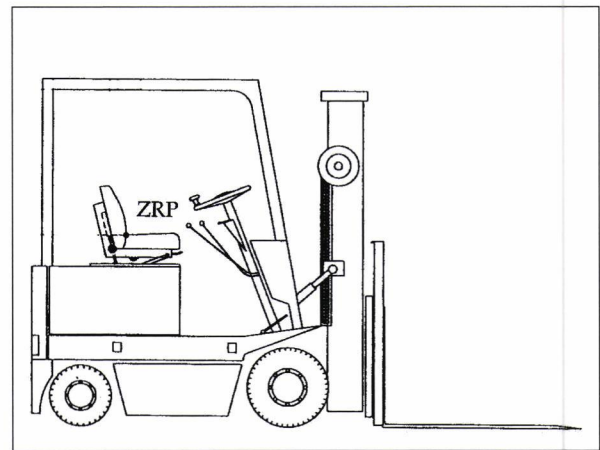


Figuur 2 Schets van het nieuwe ontwerp

Hoogte van de zitting

(minimaliseren van het zitreferentiepunt)

Om het zit-referentie punt (figuur 3) zo laag mogelijk te houden is gekozen om het veerpakket achter de stoel te brengen in plaats van onder de stoel. Een nadeel hiervan is dat de inbouwdiepte van de stoel groter wordt; dat wil zeggen dat de stoel minder ver naar achter kan ten opzichte van het voet referentiepunt. Dit kan problemen geven wanneer de bak waarop de stoel staat niet vlak is of wanneer de heftruck een dichte cabine heeft en de stoel tegen de achterraut zal schuiven. Om dit te voorkomen is er veel aandacht besteed aan het zo compact mogelijk maken van de vering. Dit heeft geresulteerd in een inbouwdiepte die weinig groter is dan van een stoel met de vering onder de stoel.



Figuur 3 De hoogte van het zitreferentiepunt wordt in de vorkheftruck bepaald door de hoogte van de bok waarop de stoel gemonteerd is plus de hoogte van de stoel.

Vering

Uit onderzoek blijkt dat door trillingen en schokken en door een ongunstige zithouding op de heftruck onder andere vermoeidheid en rugklachten kunnen ontstaan. Een goede absorptie van deze trillingen is daarom noodzakelijk. Er is veel aandacht besteed aan de juiste combinatie van componenten in het veerpakket en de afstelling daarvan. De luchtvering zal worden uitgevoerd met een automatische gewichtsinstelling. Dit houdt in dat op het moment dat de chauffeur gaat zitten, de gewichtsinstelling automatisch plaatsvindt. De chauffeur hoeft hier geen extra handelingen voor te verrichten. Ook is de stoel voorzien van een relatief dik zitkussen.

Armsteunen

Het visueel meest opvallende verschil met de huidige vorkheftruckstoelen is dat de armsteun doorloopt achter de rugleuning. Tijdens het achterom kijken

kunnen de heftruckchauffeurs hier op steunen. Het deel van de armsteun naast de zitting kan worden weggeklaapt. Bij het ontwerp van deze stoel is ervoor gekozen de armsteunen naar beneden weg te klappen om voldoende bewegingsvrijheid te bieden bij het achteruitrijden, ook wanneer de armsteunen weggeklaapt zijn.

Bekleding en zitting

Om het afglijden te vergemakkelijken is een glad materiaal (bijvoorbeeld skai) vereist. Ook is dit materiaal duurzamer dan de meeste stoffen. Echter, tijdens het rijden mag de chauffeur niet het gevoel krijgen van de stoel af te glijden en mag de zitting niet klam aan gaan voelen. Om aan beide wensen tegemoet te komen is de buitenrand van de bekleding uitgevoerd in glad materiaal en de rest van de zitting is van stof.

Ook het kussen van de zitting wordt zwaar belast tijdens het afglijden. Om het afglijden te vergemakkelijken lopen de zijwangen niet helemaal door tot de voorkant van de zitting, zodat de hoeken vlak zijn.

Beoordeling proefmodel door vorkheftruckchauffeurs
Het proefmodel is aan een viertal vorkheftruckchauffeurs getoond en door hen uitgeprobeerd door er kort in te zitten. In deze korte sessie bevestigden de chauffeurs dat de steun van rugleuning en zitting goed was. De zwaardere chauffeurs ondervonden geen hinder van de welvingen in de stoel.

Tijdens de beoordeling door de chauffeurs bleek dat de doorlopende armsteun aan de achterkant als prettig werd ervaren, maar dat het niet noodzakelijk is deze helemaal rond te laten lopen.

De ruwheid van de stof werd als positief ervaren. Ook gaven de chauffeurs aan dat ze verwachtten dat het gebruik van stof ervoor zorgt dat ze minder last hebben van transpiratie. Wel waren er vragen of het niet erg snel vuil zou worden en of het lang nat blijft, bijvoorbeeld wanneer de heftruck wordt schoongespoeld of als het regent.

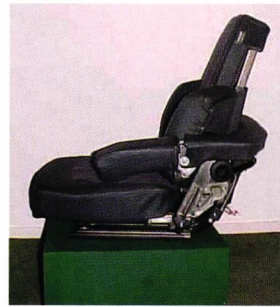
Bouw van het prototype

Na de beoordeling van het proefmodel is een prototype gebouwd. De belangrijkste wijziging ten opzichte van het proefmodel was, dat de armsteun nu niet meer helemaal doorloopt achter de rugleuning. Het prototype heeft dan ook twee afzonderlijke armleuningen, hetgeen het in hoogte verstellen vergemakkelijkt.

Test fase

Methode test fase

De evaluatie van het prototype (figuur 4a) vond plaats bij the Greenery in de Lier, bijna één jaar na de interviews en observaties tijdens de analyse fase. Als benchmark diende de nieuwe heftruckstoel van Grammer (Grammer primo XM, figuur 4b). Twaalf ervaren vorkheftruckchauffeurs hebben beide stoelen getest (47 ± 6 jaar, 89 ± 17 kg, lengte 175 ± 11 cm, 20 ± 7 jaar ervaring). Geen van hen was bekend met de nieuwe heftruckstoelen.



Figuur 4a
Prototype van Savas



Figuur 4b
Grammer primo XM

Voorafgaand aan de test werd de chauffeurs gevraagd wat zijn eerste indruk was van beide stoelen. De chauffeurs gaven in eigen bewoordingen weer wat ze van beide stoelen vonden. Vervolgens kregen ze een instelinstructie. Daarna voerden de chauffeurs hun normale werkzaamheden uit met de heftruck gedurende 1,5-2 uur. De evaluatie van de heftruckstoel gebeurde middels een vragenlijst die mondeling werd afgenomen. Deze vragenlijst bevatte dezelfde aspecten als tijdens de analyse fase. Alle onderdelen van de stoel (rugleuning, armleuning, zitting en vering) werden apart bevestigd. Daarna werd een comfortbeoordeling van de stoel als geheel gevraagd. Beide heftruckstoelen werden op deze wijze beoordeeld. Om volgorde effecten te voorkomen is de volgorde waarin de chauffeurs de stoelen testten gevarieerd.

Resultaten test fase

Eerste indruk van de stoelen

De eerste indruk van de stoel van Savas was niet voor iedereen positief. Het uiterlijk werd rommelig gevonden omdat het veerpakket en de constructie aan de achterkant duidelijk zichtbaar waren. De eerste indruk van de Grammer was beter; deze werd als luxe bestempeld. De stoel was netjes afgewerkt en voorzien van kunststof kappen rond het veermechanisme.

Beoordeling onderdelen

Beide stoelen scoorden goed tot zeer goed bij de beoordeling van de rugleuning. De bewegingsvrijheid en breedte van de rugleuning van de Grammer werd door minder chauffeurs goed bevonden dan die van de Savas. Acht chauffeurs vonden de bewegingsvrijheid en de breedte van de rugleuning van de Grammer goed, terwijl deze items voor het prototype van de Savas door respectievelijk 11 en 10 chauffeurs als goed beoordeeld werden. Dit was echter een klein verschil.

Bij de beoordeling van de zitting scoorde de stoel van Grammer slechter dan de stoel van Savas. Met name de steun aan benen en billen (en daarmee samenhangend) de afmetingen van de zitting scoorden slecht. 10 chauffeurs vonden de afmetingen van de zitting van de Grammer niet goed. De chauffeurs gaven aan dat de zitdiepte niet voldoende was bij de heftruckstoel van Grammer. Zelfs de kleinere heftruckchauffeurs vonden de zitting te kort. Bij de stoel van Savas was de zitdiepte verstelbaar, hetgeen zeer gewaardeerd werd (9 chauffeurs vonden de afmetingen van de zitting goed).

De Grammer stoel was (tijdens de test) niet voorzien van armleuningen. Vandaar dat dit onderdeel niet vergeleken kan worden met de stoel van Savas. Echter de armleuning van Savas werd zeer goed beoordeeld. Met name het doorlopen van de armleuning achter de rugleuning werd zeer prettig gevonden tijdens het achteruit rijden.

Beoordeling van de stoelen als geheel

Ook bij de beoordeling van de stoel als geheel werd de stoel van Savas beter beoordeeld dan de stoel van Grammer. De beoordeling van de stoelen als geheel

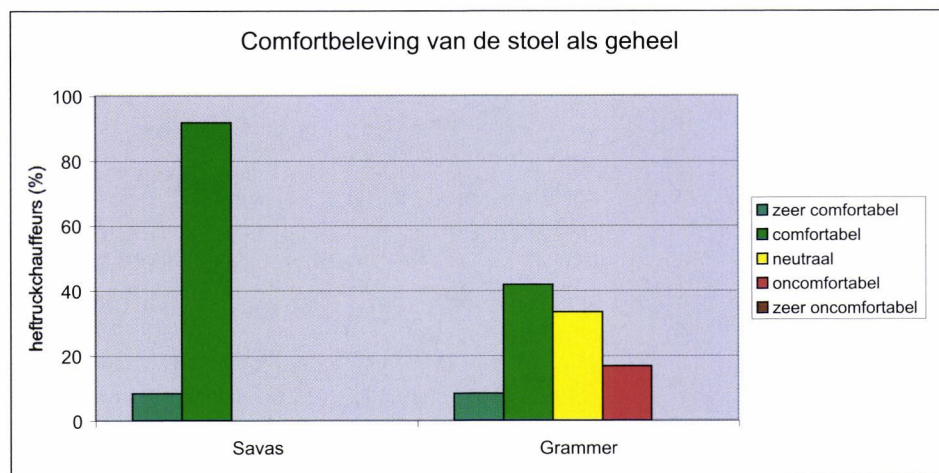
baseren de chauffeurs op de beoordeling van de afzonderlijke onderdelen, aangezien deze beoordeling gevraagd wordt nadat ze de onderdelen beoordeeld hebben. Alle heftruckchauffeurs die deelnamen aan het onderzoek vonden de heftruckstoel van Savas comfortabel of zeer comfortabel. De stoel van Grammer werd door een aantal chauffeurs als neutraal en zelfs als oncomfortabel beoordeeld (figuur 5). Het grote pluspunt van de stoel van Savas bleek de zitdiepte instelling. Dit werd tijdens de tests als zeer prettig ervaren, omdat zowel mensen met lange bovenbenen als mensen met korte bovenbenen een goede ondersteuning voor de bovenbenen konden krijgen.

Definitief ontwerp

Naar aanleiding van de praktijktest is nog een aantal wijzigingen doorgevoerd. De aspecten die minder goed beoordeeld werden (afwerking van de stoel, bediening van instellingen en afstemming met joystickbediening), zijn gewijzigd in het definitieve ontwerp.

Afwerking van de stoel

Een veel gehoorde opmerking bij de beoordeling van de Savas stoel was het zichtbaar zijn van de componenten van het veerpakket. Omdat de stoel nog in het stadium van prototype was, waren verschillende componenten niet netjes weggewerkt. Dit deed afbreuk aan de uitstraling van de stoel. Bovendien kan het niet afschermen van delen van het veerpakket een risico vormen voor de veiligheid, zoals het afknellen van vingers tussen de bewegende delen. In het definitieve ontwerp wordt het veerpakket afgeschermd met kunststof kappen zodat het niet meer zichtbaar is.



Figuur 5 Overall comfortbeoordeling van de Savas en de Grammer Primo XM (n=12)

Door de mogelijkheid om de zitdiepte te verstelen, ontstaat er tussen de rugleuning en de zitting een gat indien de zitting in de voorste stand staat. In het definitieve ontwerp wordt dit voorkomen door het zitkussen langer te maken en deze onder de rug door te laten lopen indien de zitdiepte in de minimale stand staat.

Bediening

De bediening van de verschillende verstelmogelijkheden verdient ook nog de nodige aandacht. Bij het prototype is nog niet de voldoende aandacht besteed aan een eenvoudige en eenduidige bediening. De praktijk leert dat wanneer een bediening niet begrepen wordt door de gebruiker, de stoel niet ingesteld zal worden. Ook kan het de veiligheid in gevaar brengen, wanneer de chauffeur afgeleid is wanneer teveel aandacht nodig is voor de bediening van de stoel.

Afstemming met joystickbediening

Steeds meer heftrucks worden voorzien van een joystickbediening. Deze wordt bij voorkeur geïntegreerd in de stoel, omdat de armsteun en de joystick dan meebeweegt met de stoel. In het definitieve ontwerp zal dan ook de mogelijkheid tot het plaatsen van een armsteun met geïntegreerde joystickbediening meegenomen worden.

Het resultaat van deze wijzigingen is de nieuwe vorkheftruckstoel van Savas: Columbus (figuur 6)



Figuur 6 Columbus, de nieuwe vorkheftruckstoel van Savas

Beperkingen van de nieuwe vorkheftruckstoel

Het is lastig om een stoel te maken voor alle verschillende vorkheftrucks. De wijze van inbouwen van de stoel hangt af van het merk en type vorkheftruck. De lay-out verschilt namelijk per merk: afmetingen van bak, cabine en stuurhoogte wijken af omdat er geen standaard lay-out is. Een comfortabele werkplek kan alleen gecreëerd worden als alle onderdelen goed bij elkaar aansluiten. Hieraan zal in de toekomst meer aandacht geschonken moeten worden door fabrikanten van heftrucks, stoelen en joysticks. Voor de huidige generatie vorkheftrucks zijn we er echter in geslaagd een comfortabele nieuwe vorkheftruckstoel te ontwerpen.

Dankbetuiging

Speciale dank aan de medewerkers The Greenery in De Lier voor hun bijdrage aan de totstandkoming van de nieuwe vorkheftruck stoel en aan Laura Fakkert voor haar bijdrage aan de analyse fase.

Referenties

- Bohets W., Delaruelle D., 1996. Ergonomie van de vorkheftruck, Checklist voor de bestuurderscabine. Brussel, Nationaal Instituut voor Arbeidsomstandigheden. p. 29-32.
- Boshuizen, H.C., Bongers, P.M., Hulshof, C.T.J., 1992. Self-reported pain in fork-lift truck and freight-container drivers exposed to whole body vibration. *Spine*, 17(1), 59-65.
- Brendstrup, T., Biering-Sorensen, F., 1987. Effect of fork-lift truck driving on low-back trouble. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health*. 13(5), 445-452.
- Donati, P.A., Patel, J.A., 1999. Subjective assessment of fork-lift truck seats under laboratory conditions. *Applied Ergonomics*, 30, 295-309.
- Kuijt-Evers, L.F.M. & Bronkhorst R.E., 2005. Integral design of small forklift trucks. In: Bronkhorst R.E., Looze de, M.P. (eds). *Advanced Cabin Design; how to improve comfort and performance by progressive cabin design*. Hoofddorp, TNO Work and Employment. p. 13-24.
- Vink, P., 2002. Comfort. Inaugurale rede. TU Delft.
- Zimmerman, C.L., Cook, T.M., Rosecrance, J.C., 1997. Work-related musculoskeletal symptoms and injuries among operatin engineers: a review and guidelines for improvement. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*. 12, 480-484.

Abstract

A comfortable forklift truck seat can provide a more comfortable workplace for forklift truck drivers in the current generation fork lift trucks. Therefore, a new comfortable forklift truck seat was developed in a participatory design process. The most important problems of the current fork lift truck seats, information about the work organization, and musculoskeletal complaints of the drivers were assessed during the analysis phase. The design requirements were based on these findings. A test model was build and shown to four drivers. They gave their opinion about the test model and some minor changes were made based on their comments before the prototype was made. The prototype of the new forklift truck seat was tested by 12 forklift truck drivers during their daily work. The seat pan of the prototype and the seat as a whole was judged better than a benchmark.