

EEN BELADINGSHULPMIDDEL VOOR B737-VLIEGTUIG-RUIMEN

M.J.v. Wijk
&
N.J. Dellema
&
M.P.v.d. Grinten
&
P.C.H. Souren

Samenvatting

Het laden en lossen van narrow-body vliegtuigruimen, zoals van de Boeing 737 is fysiek zwaar werk. Dit uit zich in een hoog arbeidsverzuim bij de afdeling Vliegtuigbelading van de KLM (9-12%). Gemiddeld 65% van de arts-diagnoses van deze afdeling vallen in de categorie klachten aan het bewegingsapparaat. In samenwerking met TNO is een project gestart, met als doel het ontwikkelen van een beladingshulpmiddel voor B737 vliegtuigruimen. Factoren waar tijdens dit project rekening mee moest worden gehouden waren bedrijfseconomische randvoorwaarden, de borging van de projectorganisatie in de afdeling teneinde acceptatie en commitment te garanderen en een sterke praktijkgerichte instelling van vliegtuigbeladers. Om op dit laatste punt in te kunnen spelen is een vliegtuigruim nagebouwd, waarin met enkele mock-ups van het hulpmiddel een praktijksituatie is nagebootst. Geconcludeerd wordt dat het hulpmiddel leidt tot een aanzienlijke reductie van de fysieke belasting van rug, schouders en armen van vliegtuigbeladers, door de vliegtuigbeladers als een aanzienlijke verbetering wordt gezien en de mogelijkheid biedt het laden en lossen gedurende een langere tijd in een hoog tempo uit te voeren. Ingegaan zal worden op de projectorganisatie, het gebruik van een mock-up en een experiment in een nagebouwde praktijksituatie.

Trefwoorden: innovatie, projectmatige aanpak, participatieve ergonomie, gebruik mock-up

Inleiding

De Afdeling Vliegtuigbelading van de KLM verzorgt het laden en lossen van vracht, post en bagage voor vliegtuigen van de KLM en enkele buitenlandse maatschappijen. In tegenstelling tot de grotere vliegtuigtypen, de zogenaamde wide-bodies, waar de belading geheel automatisch verloopt, gebeurt de belading van de narrow-bodies vrijwel geheel handmatig. Voorbeelden van narrow-body vliegtuigen zijn de Boeing 737, de Boeing 757 en de Fokker 100.

Het laden en lossen van narrow-body vliegtuigruimen is fysiek zwaar werk. De ruimte waarin handmatig en in een geknielde werkhouding bagage, vracht en post wordt opgestapeld is ongeveer 1,20 m hoog en varieert qua diepte (in de lengterichting van het vliegtuig) van 2 tot 5 meter.

Onderzoek toonde aan dat van de arts-diagnoses tussen 1993 en 1995, ongeveer 65% het gevolg was van klachten aan het bewegingsapparaat. Tevens bleek dat het arbeidsverzuim erg hoog was op de Afdeling Vliegtuigbelading (variërend tussen de 9-12%). Een inventarisatie van de arbeidsbelasting op de afdeling waar narrow-bodies worden geladen en gelost, gaf aan dat gemiddeld 10 tot 12 ton aan post, vracht, en bagage door de handen van een medewerker gaat in gemiddeld 3 uur netto werktijd per dag.



Figuur 1

Een vliegtuigbelader in actie.

Een vergelijking met een studie naar de werkzaamheden van huisvuilbeladers (Van der Beek, 1994) wees uit dat door vliegtuigbeladers ongeveer dezelfde hoeveelheden werden verplaatst, maar in een veel ongunstiger werkhouding en in een kortere tijd. Geconcludeerd werd dat een structurele oplossing gevonden moest worden voor de belading van narrow-body vliegtuigen.

Project opzet

In samenwerking met TNO Preventie en Gezondheid (TNO-PG) en het TNO Produktcentrum (TNO-PrC) is een project gestart met als doel het ontwikkelen van een mock-up van een beladingshulpmiddel voor B737 vliegtuigruimen. Met dit beladingshulpmiddel dient de fysieke arbeidsbelasting te worden geminimaliseerd. Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door de Stichting Arbeid en Gezondheid Beroepsvervoer (SAGB) en de TNO Stimuleringsregeling voor collectief bedrijfsgericht technologisch onderzoek.

Omdat er grote verschillen zitten tussen de ruimen van de verschillende soorten narrow-body vliegtuigen is gekozen de doelstelling te beperken tot het meest voorkomende type, de Boeing 737. Ongeveer 65% van alle door KLM afgehandelde narrow-body vluchten bestaat uit een B737's. Als uitgangspunt van minimalisatie werd gekozen voor de gezondheidskundige grenswaarden opgesteld door TNO-PG (Delleman et al., 1994). Als randvoorwaarde vanuit de KLM werd aangegeven dat absoluut geen vermindering van de punctualiteit (lees beladingsnelheid) veroorzaakt mag wor-

den door het gebruik van het te ontwikkelen hulpmiddel en dat er in ieder geval evenveel lading meegenomen moest kunnen worden.

Teneinde het project goed te verankeren in de KLM-organisatie is een werkgroep, een stuurgroep en een referentiegroep in het leven geroepen. In de Initiatiefase is een uitgebreid projectplan samengesteld. Hierin stond aangegeven op welke momenten voortgang moest worden teruggekoppeld naar de referentiegroep en op welk moment beslissingen dienden te worden genomen door de stuurgroep. De werkgroep werd samengesteld uit vier KLM-medewerkers uit de operatie, twee KLM-medewerkers werkzaam op het gebied van materieel, een KLM-projectleider van Central Support, een medewerker van TNO-PG en een medewerker van TNO-PrC.

Definitiefase

De werkgroep heeft in de definitiefase een Programma van Eisen opgesteld. Hierin is ondermeer ingegaan op de mate van reductie van fysieke belasting die door het hulpmiddel diende te worden gerealiseerd. In hoofdlijnen diende een oplossing gevonden te worden in de volgende prioriteitsvolgorde:

- eliminatie van fysieke belasting,
- reductie van fysieke belasting,
 - a. vermindering van het tilgewicht,
 - b. verbetering van de werkhouding,
 - c. vermindering van de handelingsfrequentie,
 - d. vermindering van de werkduur.

Door middel van diverse brainstormtechnieken zijn in het beginstadium zoveel mogelijk ideeën verzameld. Deze ideeën zijn vervolgens geclusterd tot vier oplossingsrichtingen. Van iedere oplossingsrichting is vervolgens de haalbaarheid ingeschat. Dit leidde tot de volgende resultaten:

Tabel 1

Oplossings- richting	Haalbaarheid (termijn, kosten)	Effect op belasting	Gebruiks- percentage	Conclusie
I. container-systeem	zeer moeilijk haalbaar (> 8 jaar, extreem hoge kosten)	1	alléén KLM B737's	Lange- termijn optie
II. inplane-systeem	moeilijk haalbaar (>6 jaar, zeer hoge kosten)	2 (a,b)	alléén KLM B737's	Niet doen
III. extern hulpmiddel	mogelijk haalbaar (>3 jaar, hoge kosten)	2	alle narrow-body vliegtuigen	Beste optie's
IV. persoonlijk hulpmiddel	goed haalbaar (>1 jaar, geen hoge kosten)	-	alle narrow bodies	Niet doen

Op basis van deze resultaten is, na positief advies van de referentiegroep, door de stuurgroep gekozen voor de derde oplossingsrichting .

Ontwerpfase

Nu de oplossingsrichting duidelijk was, diende een oplossing gevonden te worden voor het stapelen en ontstapelen van colli in het ruim. De technische uitwerking van het horizontale transport door het vliegtuigruim naar het platform en vice versa is door de werkgroep bewust op een tweede plaats gezet.

Het meest kritische onderdeel is de "interface" tussen de vliegtuigbelader en de lading. Indien dit onderdeel niet de gewenste vermindering van de fysieke belasting oplevert, of leidt tot een overschrijding van de randvoorwaarden, is uitwerking van de technische aspecten niet meer van belang. De werkgroep heeft in deze fase besloten dat voor de uitwerking van ideeën de medewerking van vliegtuigbeladers noodzakelijk is. Om op een eenvoudige wijze ideeën en principes te kunnen uitproberen is een vliegtuigruim nagebouwd. Aan het eind van de ontwerpfase is de derde oplossingsrichting nader gedetailleerd in ontwerptekeningen.



Figuur 2

Een vliegtuigbelader oefent met de mock-up.

Vorbereidings- en realisatiefase

Naar aanleiding van de ontwerptekeningen is een mock-up van het beladingshulpmiddel gebouwd. Een laboratoriumproef met de mock-up in het nagebouwde vliegtuigruim moest leiden tot inzicht in de vermindering van fysieke arbeidsbelasting en het effect op operationele randvoorwaarden als beladingssnelheid en -volume. Om tot een reële benadering van de praktijk te komen zijn 21 koffers, dozen en postzakken gevuld met zandzakken. De gewichtsverdeling (gemiddeld 15 kg, 5 kg) kwam over-

een met de praktijk. In totaal hebben 12 vliegtuigbeladers geparticipeerd in de proeven (allen man; leeftijd 26 - 41 jaar, gemiddeld 30 jaar; lengte 171 - 196 cm, gemiddeld 181 cm; gewicht 64 - 103 kg, gemiddeld 77 kg; ervaring met beladen 1 - 7 jaar, gemiddeld 5 jaar).

Om een vergelijking te kunnen maken met de huidige situatie zijn tijdens het experiment vier varianten van lossen en laden getest:

- A. handmatig (zonder hulpmiddel), in een diep ruim (400 cm vanaf de deurstijl), met een werktempo van 6 colli per minuut;
- B. handmatig (zonder hulpmiddel), in een ondiep ruim (240 cm vanaf de deurstijl), met een werktempo van 7 colli per minuut;
- C. met het hulpmiddel, met een werktempo van 6,5 colli per minuut;
- D. met het hulpmiddel, met een werktempo van 9,5 colli per minuut.

De werktempo's bij de varianten A en B zijn gekozen in overeenstemming met de praktijk (vastgesteld door metingen in de praktijk en een klein vooronderzoek). Als werktempo bij variant C is gekozen voor het gemiddelde werktempo bij de varianten A en B, om het gebruik van het hulpmiddel bij nagenoeg gelijke werktempo's te kunnen vergelijken. Omdat de verwachting is dat het plaatsen en wegnemen van het hulpmiddel tijd zal kosten, zal om dit te compenseren een hoger tempo van het feitelijke laden en lossen nodig zijn. Teneinde de effecten van een hoger los- en laadtempo te kunnen bestuderen is variant D in het experiment opgenomen. Bij variant D is gewerkt met een tempo dat ongeveer 45% hoger ligt dan het huidige gemiddelde werktempo.

Het werktempo is opgelegd door een computergestuurde pieptoon. Alle proefpersonen hebben met iedere variant gewerkt. Per variant werden de koffers, dozen en postzakken achter elkaar gelost en geladen. Deze handeling komt overeen met de praktijksituatie waarbij een vliegtuig bij binnenkomst zo snel mogelijk wordt gelost en vervolgens weer geladen.

Tijdens het experiment zijn de volgende bepalingen uitgevoerd:

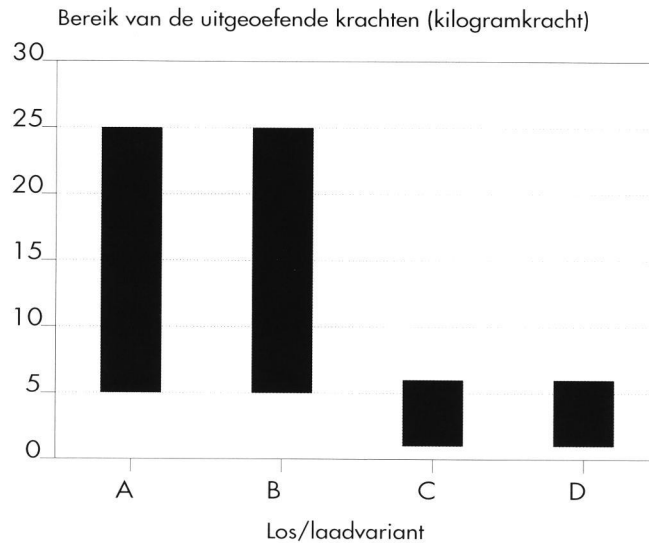
- krachtoefening tijdens tillen, duwen en trekken (door proefleiders bepaald);
- houding en beweging van de romp en bovenarmen (bepaald via video-observatie);
- oordeel van vliegtuigbeladers (ervaren houding van romp / rug, bovenarmen, benen en het totaaloordeel);
- hartfrequentiestijging t.o.v. rust.

Tevens zijn aan de vliegtuigbeladers open vragen gesteld ten aanzien van verbeteringsmogelijkheden van de mock-up. Door de proefleiders zijn aan de hand van video-opnamen gegevens verzameld over de beladingsnelheid en het beladingsvolume.

De proef leverde de volgende resultaten op:

Krachtuitoefening

In de huidige situatie worden colli over de ruimbodem geduwd of getrokken en worden colli getild om op te stapelen. De krachten die hiervoor nodig zijn, komen ruwweg overeen met de gewichten van de colli; hetgeen krachten inhoudt van 5 - 25 kg. Bij het werken met de mock-up zijn nog slechts duw- en trekkrachten over een glad oppervlak waargenomen. Krachten hiervoor nodig lagen tussen de 1,0 en 6,5 kg.



Figuur 3

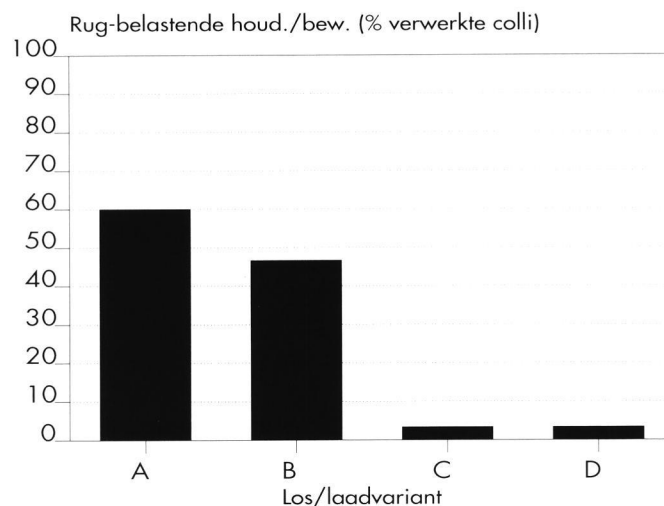
Het bereik van uitgeoefende krachten. Getoonde krachtniveaus per los/laadvariant gelden voor zowel lossen als laden (de krachten voor lossen en laden zijn nagenoeg gelijk)

A = handmatig (zonder hulpmiddel), diep ruim, 6 colli per minuut
B = handmatig (zonder hulpmiddel), ondiep ruim, 7 colli per minuut
C = met hulpmiddel, 6,5 colli per minuut
D = met hulpmiddel, 9,5 colli per minuut

Houding en beweging

Bij het laden en lossen volgens de huidige werkwijze komen veel belastende houdingen en bewegingen van de rug voor (rotaties van de romp om de lengte-as of meer dan 20° voorover gebogen zonder afsteuning). Analyse van de videobeelden toonde aan dat dit bij ongeveer 50-60% van de verwerkte colli voorkomt.

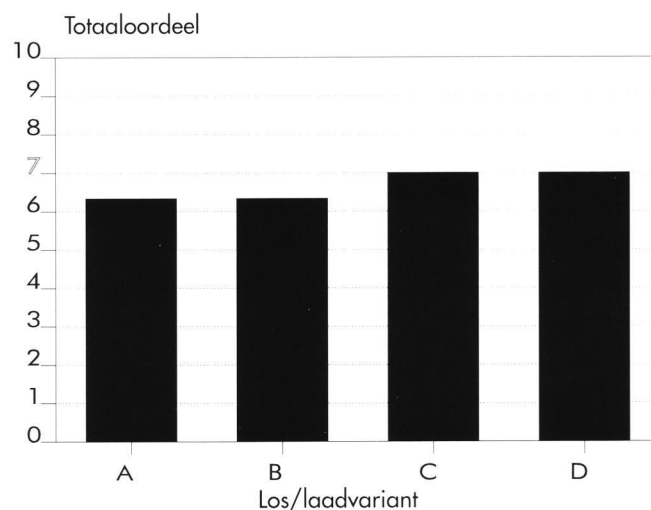
Met behulp van het hulpmiddel zijn deze belastende houdingen en bewegingen teruggebracht tot nagenoeg 0% (zie figuur 4). Het aantal belastende houdingen en bewegingen van de bovenarmen (naar achteren gericht of meer dan 60° geheven) werd teruggebracht van ongeveer 50% van de verwerkte colli naar ongeveer 40% bij het gebruik van het hulpmiddel.



Figuur 4

Rug:belastende houdingen en bewegingen per los/laadvariant; weergegeven is het percentage van de verwerkte colli (aantal/21) waarbij deze belastende houding/beweging is geobserveerd (groepsgemiddelde over lossen en laden)

A = handmatig (zonder hulpmiddel), diep ruim, 6 colli per minuut
 B = handmatig (zonder hulpmiddel), ondiep ruim, 7 colli per minuut
 C = met hulpmiddel, 6,5 colli per minuut
 D = met hulpmiddel, 9,5 colli per minuut



Figuur 5

Totaaloordeel per los/laadvariant (groepsgemiddelden over lossen en laden; schoolcijfer 0-10)

A = handmatig (zonder hulpmiddel), diep ruim, 6 colli per minuut
 B = handmatig (zonder hulpmiddel), ondiep ruim, 7 colli per minuut
 C = met hulpmiddel, 6,5 colli per minuut
 D = met hulpmiddel, 9,5 colli per minuut

Oordeel van vliegtuigbeladers

De vliegtuigbeladers ervaren de houding van de romp / rug en de bovenarmen bij het gebruik van het hulpmiddel gunstiger dan bij het handmatig laden en lossen (zonder hulpmiddel). Als totaaloordeel voor het gebruik van het hulpmiddel geven de vliegtuigbeladers het schoolcijfer 7,3 en voor de huidige situatie zonder hulpmiddel het cijfer 6,3.

Hartfrequentie

Bij alle vier trials vertoonde de hartfrequentie van de vliegtuigbeladers een stijging ten opzichte van het rustniveau variërend tussen de 30 en 40 slagen per minuut. Gezondheidskundige grenswaarden worden niet overschreden.

Beladingssnelheid en -volume

Uit de proef is gebleken dat het beladingshulpmiddel de mogelijkheid biedt om een hoog tempo gedurende een langere tijd uit te voeren. Een eventueel te realiseren tijdsbesparing op de totale afhandeling is afhankelijk van de tijd die nodig zal zijn om het hulpmiddel te plaatsen en te verwijderen. De efficiency van stapelen was mét het hulpmiddel van vergelijkbare aard als zonder het hulpmiddel.

Conclusie en discussie

Door middel van de proeven, uitgevoerd met een nagebouwd vliegtuigruim en een mock-up van een oplossingsrichting, is een goed beeld verkregen van het effect dat het uiteindelijke hulpmiddel zal hebben op de fysieke belasting van de medewerkers én op operationele randvoorwaarden gesteld door het management. Door in een vroeg stadium de interface tussen medewerker en hulpmiddel te scheiden van technische knelpunten, kan worden voorkomen dat technische oplossingen worden uitgewerkt (hoge kosten) voordat duidelijk is of het idee voldoende voordeel oplevert voor de eindgebruiker.

Door op een eenvoudige wijze de omstandigheden waarin het hulpmiddel moet worden gebruikt na te bootsen kan tevens inzicht worden verkregen in operationele variabelen (i.c. beladingssnelheid en -volume) én kan de betrokkenheid van medewerkers uit de praktijk al in een zeer vroeg stadium worden gewaarborgd.

Voor de ontwikkeling van een hulpmiddel ter vermindering van fysieke belasting kunnen een aantal essentiële stappen worden onderscheiden:

- kennis van het proces en de werkwijze, die is opgeslagen in de hoofden van de medewerkers dient in een zo vroeg mogelijk stadium te worden aangesproken;
- de interface tussen mens en toekomstig hulpmiddel dient in het beginstadium centraal te staan en aandacht te krijgen van technisch en

ergonomisch specialisten. Zuiver technische knelpunten kunnen worden geïsoleerd en op een tweede plaats worden gezet totdat duidelijk is of het gewenste resultaat kan worden bereikt voor de mede werker;

- door middel van een nabootsing van de toekomstige werksituatie met behulp van een mock-up, kunnen bovenstaande aandachtspunten worden verenigd in een integrale aanpak.

Het project is afgesloten met het advies een vervolgproject op te starten op basis van de beschreven oplossingsrichting. Essentieel in dit vervolgtraject is, dat dit samen met een fabrikant zal moeten plaatsvinden. Het resultaat van dit vervolgproject dient het ontwikkelen van een prototype te zijn. Ook voor het vervolgtraject is het essentieel dat toekomstige gebruikers een centrale rol blijven spelen bij de ontwikkeling van de ideeën.

M.J. van Wijk (KLM, Central Support Service Management Schiphol)

N.J. Delleman (TNO-Preventie en Gezondheid)

M.P. van der Grinten (TNO-Preventie en Gezondheid)

P.C.H. Souren (TNO-Productcentrum)

Literatuur

Beek, A.J. van der

1994 Assessment of workload in lorry drivers [Academisch proefschrift]. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, Studiecentrum Arbeid en Gezondheid, 167 blz.

Delleman, N.J. et al.

1994 Fysieke belasting. Risico's inventariseren, evalueren en aanpakken. Praktijkreeks Arbo & Milieu nr. 3, TNO Centrum voor Arbeid, Leiden / Samson Bedrijfsinformatie, Alphen a/d Rijn en Zaventem, 49 blz.