

# Comfortabele passagiersstoelen

Dr.ir. Suzanne Hiemstra-van Mastrigt

Hoewel de eerste studies naar het comfort van passagiersstoelen al 40 jaar geleden verschenen, zijn de activiteiten en context in de tussentijd erg veranderd. Daarmee is er meer kennis nodig over hoe de lichaamsmaten van passagiers, de activiteiten die zij onderweg uitvoeren en de eigenschappen van de stoel van invloed zijn op de comfort- en discomfort-beleving van passagiers. Het doel van dit proefschrift was om nieuwe kennis te verwerven over het comfort van passagiersstoelen en aanbevelingen te geven voor ontwerp en onderzoek in dit veld. Niet alleen het aantal passagiers neemt toe, maar ook de (culturele) diversiteit van passagiers. Daarnaast is er een groter wordende variatie in activiteiten die passagiers onderweg kunnen uitvoeren dankzij een revolutie in ICT-apparaten en netwerken.

## Comfort en discomfort; een nieuw model

Comfort en discomfort worden niet beschouwd als twee uiteinden op dezelfde schaal, maar als twee verschillende entiteiten, elk met hun eigen onderliggende factoren. Discomfort is gerelateerd aan fysieke factoren als pijn en stijfheid, terwijl comfort meer gerelateerd is aan gevoelens van ruimte, welzijn en ontspanning. Comfort is dus niet simpelweg de afwezigheid van discomfort. Comfort en discomfort zijn wel aan elkaar gerelateerd, en comfort kan alleen hoog zijn als het ervaren discomfort laag of afwezig is. Andersom zal iemand geen comfort kunnen ervaren zolang het discomfort hoog is.

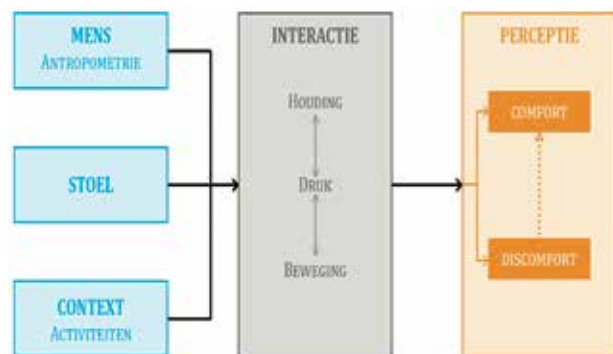
Om de huidige stand van kennis in beeld te brengen is ten eerste een literatuuronderzoek uitgevoerd. Het resultaat daarvan is een nieuw conceptueel model dat de relaties beschrijft tussen de activiteiten (contextniveau), antropometrische variabelen (mensniveau) en stoeleigenschappen (stoelniveau) aan de ene kant, en de perceptie (beleving) van comfort en discomfort aan de andere kant (zie afbeelding 1). Deze relaties worden beïnvloed door de zogenaamde interactie-variabelen lichaamshouding, drukverdeling en beweging. Voor elk van deze drie niveaus (context, mens en stoel) zijn vervolgens verschillende studies en experimenten uitgevoerd met vliegtuigstoelen, treinstoelen en autostoelen, om zo een betere en meer praktische onderbouwing voor deze relaties te verkrijgen. Ondanks het feit dat de factoren op elk van de drie niveaus sterk met elkaar samenhangen, wordt voor het overzicht de invloed van deze factoren op

comfort- en discomfortbeleving telkens per niveau beschreven aan de hand van twee casussen en een of twee experimenten.

## Contextfactoren die (dis)comfort beïnvloeden

Op contextniveau zijn met name de activiteiten die passagiers uitvoeren en de duur van de reis van invloed op de beleving van comfort en discomfort. Deze factoren worden hieronder toegelicht aan de hand van twee casussen en een observatiestudie naar de activiteiten die passagiers onderweg uitvoeren.

De eerste casus onderzocht de mogelijkheden om te werken op de achterbank van een auto (zie afbeelding 2). Hieruit bleek dat de variatie in lichaamshouding wordt beperkt door het autointerieur, en dat passagiers (n=26) ondersteuning misten voor hun armen of apparaten (laptop, boek of tablet).



Afbeelding 1. Nieuw comfortmodel op basis van literatuuronderzoek.



Dr. ir. Suzanne Hiemstra-van Mastrigt promoveerde op 6 juli 2015 aan de TU in Delft. Haar promotieonderzoek heeft ze uitgevoerd vanuit TNO in samenwerking met verschillende partners (B/E Aerospace, SNCF en BMW). Haar promotoren waren prof. dr. Peter Vink en dr. Lottie Kuijt-Evers.

Ze is momenteel werkzaam als postdoc onderzoeker aan de TU Delft, Faculteit Industrieel Ontwerpen.

E-mail: [s.hiemstra-vanmastrigt@tudelft.nl](mailto:s.hiemstra-vanmastrigt@tudelft.nl)

Foto: TU Delft/Job Jansweijer



In de tweede casus, tijdens een onderzoek met drie vliegtuigstoelen, bleek dat discomfort afnam nadat proefpersonen (n=18) na 1,5 uur zitten een kwartier pauze hadden en rond konden lopen. Respondenten van een online uitgevoerde enquête (n=114), met name passagiers van een lange vlucht (>6 uur), gaven aan dat zij zich het meest verfrist voelden na lopen door het vliegtuig.

In een andere studie, waarin 786 treinpassagiers zijn geobserveerd, zijn de vier meest voorkomende activiteiten en acht bijbehorende lichaamshoudingen gedefinieerd. Lezen, slapen/relaxen, werken op de laptop en praten zijn samen goed voor 78% van de geobserveerde activiteiten. Comfortscores waren niet significant verschillend tussen de activiteiten, behalve voor de hoofdsteun. Het comfort van de hoofdsteun was namelijk hoger voor de activiteit slapen dan voor de activiteit lezen. Over het algemeen gaf de meerderheid van de passagiers (48-79%, afhankelijk van de activiteit en het stoelonderdeel) de voorkeur aan verstelmogelijkheden, om de stoel zo te kunnen instellen dat deze optimaal de uit te voeren activiteit ondersteunt.

### Menselijke factoren die (dis)comfort beïnvloeden

Op mensniveau is met name de invloed van antropometrische eigenschappen van passagiers op de beleving van comfort en discomfort onderzocht. Deze factoren worden hieronder toegelicht aan de hand van twee casussen en een serie van twee experimenten

(kort- en langdurig) naar het comfort van treinstoelen. In de eerste casus zijn de lichaamsafmetingen van passagiers, zoals beschreven in de antropometrische database DINED ([dined.tudelft.nl](http://dined.tudelft.nl)), vergeleken met de afmetingen voor drie verschillende vliegtuigstoelen bedoeld voor economy class. Hieruit bleek dat 8-21% van de passagiers niet er niet op paste vanwege de heupbreedte zittend. Dit werd niet veroorzaakt door de breedte van de stoel, maar door de afstand tussen de armsteunen.

De tweede casus, waarin het comfort en discomfort van vliegtuigstoelen is beoordeeld voor drie verschillende houdingen en activiteiten (n=28), liet zien dat er verschillen zijn in comfort- en discomfortbeoordelingen van korte en lange passagiers. Zo rapporteerden korte passagiers (<1.65 m) voornamelijk discomfort in de voeten vanwege een voor hen te hoge zitting, terwijl lange passagiers voornamelijk discomfort in de nek rapporteerden vanwege het te ver naar beneden moeten kijken op het in-flight entertainmentscherm. In een serie van twee experimenten is vervolgens het comfort en discomfort van een treinstoel geëvalueerd voor verschillende activiteiten en lichaamshoudingen. Het eerste experiment onderzocht het initiële comfort (5 min) voor 12 condities (n=24), waarvan de meest comfortabele 4 condities voor een langere periode (40 min) zijn onderzocht in het tweede experiment (n=24, verschillende participanten ten opzichte van het korte experiment). Het doel van deze studie was om de ideale instellingen van de stoel te bepalen voor verschillende



Afbeelding 2. Verschillende activiteiten leiden tot verschillende houdingen in de auto.



Afbeelding 3. Innovatieve armsteunen voor ondersteuning tabletgebruik (ontwerp: Sigrid van Veen).

combinaties van activiteit en houding (verkregen uit de eerder genoemde observatiestudie). De voorkeur voor de lengte van de zitting van de stoel bleek gecorreleerd te zijn aan lichaamslengte, maar andere stoelinstellingen bleken juist gerelateerd te zijn aan de uitgevoerde activiteit. Zo wilde de meerderheid (66,7%) van participanten de tafel lager en dichterbij het lichaam voor het werken op de laptop vergeleken met het lezen van een boek, en de lendensteun platter voor relaxen vergeleken met andere activiteiten. Een andere uitkomst van deze studie is dat de hoofdsteun opnieuw ontworpen zou kunnen worden, om meer variatie in lichaamshouding te ondersteunen en meer ondersteuning te bieden aan de nek, waardoor het passagierscomfort zal toenemen. Tevens liet deze studie zien dat de uitgevoerde activiteiten de beleving van discomfort kunnen beïnvloeden; zo bleek de meest comfortabele houding niet de houding te zijn met het minste discomfort.

#### Stoelfactoren die (dis)comfort beïnvloeden

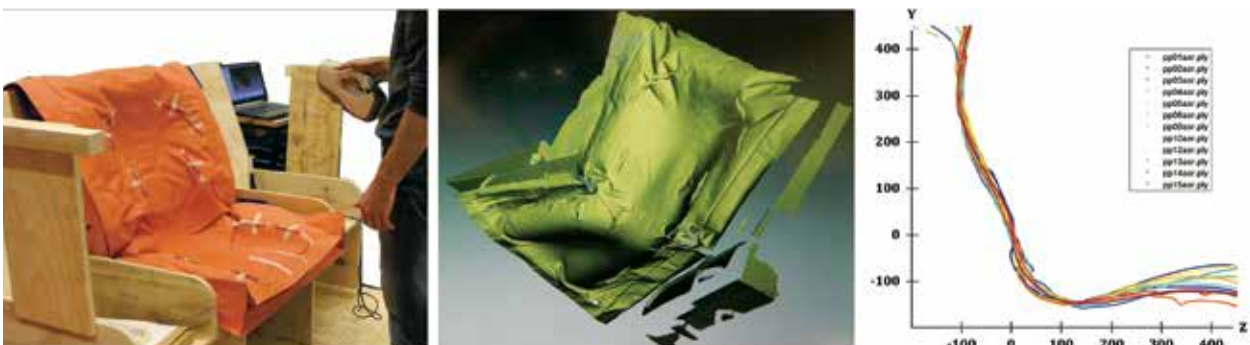
Op stoelniveau is gekeken naar de invloed van dimensies, vorm en materiaal op de beleving van comfort en

discomfort. Deze factoren worden hieronder toegelicht aan de hand van twee casussen: een experiment naar de effecten van het stimuleren van beweging op de achterbank van de auto, en een experiment naar het effect van veroudering op het ervaren comfort en discomfort van treinstoelkussens.

In de eerste casus is beschreven hoe het ontwerp van innovatieve armsteunen het gebruik van handhoud apparaten, zoals smartphones en tablets, kan ondersteunen op de achterbank van een auto (een ontwerp van Sigrid van Veen, zie afbeelding 3). Als passagiers (n=10) gebruikmaakten van de armsteunen, zorgde dit ervoor dat de buiging van de nek significant afnam, waardoor passagiers minder discomfort ervoeren in de nek.

In de tweede casus werd gedemonstreerd hoe een ideale stoelcontour voor vliegtuigstoelen kan worden ontworpen door gebruik te maken van technieken voor 3D-scannen (zie afbeelding 4). Dit kan een mogelijkheid zijn voor een stoel die beter aansluit op het menselijk lichaam, en tegelijkertijd meer lichtgewicht is door toepassing van nieuwe materialen.

In een andere studie is het gebruik van active seating geëvalueerd. Active seating is in dit geval het bedienen van een spel door middel van sensoren in de rugleuning die reageren op lichaamsbewegingen. Resultaten van deze studie laten zien dat het comfort van autopassagiers kan worden verhoogd door het gebruik van active seating. Proefpersonen uit deze studie (n=26) voelden zich namelijk significant fitter en meer



Afbeelding 4. 3D-scannen van zitcontouren om te komen tot ideale stoelvorm.



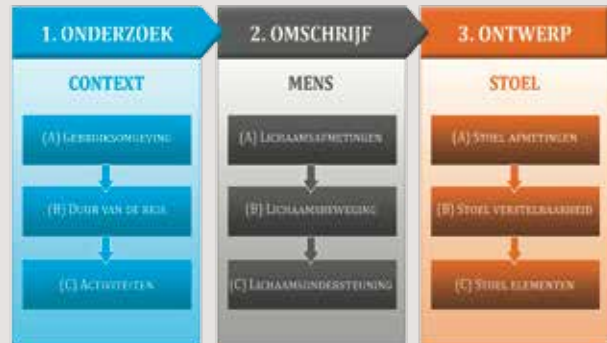
Afbeelding 5. Testauto BMW 7-serie met active seating op de achterbank.

verfrist na het spelen van een active-seating-spel vergeleken met andere activiteiten, zoals het lezen van een boek, werken op de laptop of het spelen van een game op de tablet. Bovendien bleek dat de spieractiviteit voor active seating hoger was; niet alleen voor het bovenlichaam (waarmee het spel werd bediend), maar ook voor de buik- en beenspieren. Active seating wordt daarom beschouwd als een goede mogelijkheid om lichaamsbeweging in de stoel te stimuleren. BMW zal dit najaar de optie active seating lanceren op de nieuwe 7-serie, als onderdeel van het BMW Vitality Programme.

Het experiment naar het comfort van kussens van treinstoelen heeft laten zien dat het comfort van de stoel mede wordt bepaald door de leeftijd van het kussen. Bij het beoordelen van comfort wordt vaak geen rekening gehouden met veroudering, maar zeker bij passagiersstoelen van openbaar vervoer, die veelvuldig worden gebruikt, neemt de kwaliteit van de stoelkussens af in de tijd. Proefpersonen in deze studie (n=24) gaven de voorkeur aan zachtere, verouderde kussens voor een treinstoel, en het wordt daarom aanbevolen om een initiële hardheid te kiezen op basis van de levensduur en verouderingseigenschappen van het kussen.

### Aanbevelingen voor ontwerp en onderzoek

De resultaten uit de hiervoor beschreven casussen en experimenten zijn vertaald in aanbevelingen voor ontwerpers en onderzoekers van comfortabele passagiersstoelen. Aan de hand van een flowchart wordt een stappenplan voorgesteld voor het ontwerpproces van (passagiers)stoelen. Het stappenplan volgt een standaard ontwerpproces, maar schenkt specifiek aandacht aan de drie niveaus Context, Mens en Stoel, welke elk uit drie stappen bestaan. Het wordt aanbevolen om te beginnen met het onderzoeken van de context, die bestaat uit de gebruiksomgeving, de duur van de reis, en de activiteiten van de passagiers die de stoel zou moeten ondersteunen. Op basis van deze contexteigenschappen kunnen de bijbehorende eigenschappen op mensniveau worden omschreven: de lichaamsafmetingen van de doelgroep, de gewenste beweging van het lichaam (variatie in lichaamshouding) en de daarbij benodigde ondersteuning van het lichaam



Afbeelding 6. Flowchart voorgestelde ontwerpaanpak voor passagiersstoelen.

(voor het uitvoeren van verschillende activiteiten). Dit leidt vervolgens tot een specificatie van de uitgangspunten voor het stoelontwerp: de afmetingen van de stoel, verstelbaarheid van de stoel en benodigde stoelelementen. Dit geeft ontwerpers input voor de rest van het ontwerpproces, en de flowchart is dus te combineren met verschillende ontwerpmethoden, zoals bijvoorbeeld beschreven in de Delft Design Guide.

Het concept van de beleving van comfort en discomfort blijft controversieel, maar het in dit proefschrift voorgestelde conceptuele comfortmodel probeert stoelontwerpers meer praktische aanbevelingen te geven over hoe te ontwerpen voor comfort. De flowchart is bijna volledig gebaseerd op resultaten uit dit proefschrift en zou gevalideerd moeten worden. Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek bestaan onder andere uit het bouwen van een voorspellend model dat stoelontwerpers kan ondersteunen tijdens het ontwerpproces, en dat rekening houdt met de context, de activiteiten en de doelgroep. Tot slot worden er aanbevelingen gedaan voor onderzoek en ontwikkeling, alsmede aandachtspunten voor het inkopen van passagiersstoelen.

### Conclusie

De resultaten van dit proefschrift kunnen worden gebruikt door ontwerpers en onderzoekers om te anticiperen op de-mografische veranderingen van passagiers, nieuwe technologieën en veranderingen in activiteiten die passagiers uitvoeren, en kunnen daarmee bijdragen aan een aangenamere reiservaring en welbevinden van passagiers.

### Reference

1. Never Events are serious, largely preventable patient safety incidents that should not occur if the available preventative measures have been implemented. (National Health Service (NHS) UK.)