

68/
302



TNO ARBEID

Keuzegids Invoermiddelen voor Computerwerk

Gericht op de reductie van RSI-risico's, voor arboprofessionals
in kantoororganisaties

P. van Lingen

E.M. de Korte

H. de Kraker

TNO Arbeid, Hoofddorp



TNO128482



Uitgeverij Kerckebosch

TNO Arbeid
Postbus 718
2130 AS Hoofddorp



Bibliotheek

T 023 554 94 68

F 023 554 93 01

Datum terugzending

- 5 MAART 2004

5 MEI 2004

24 DEC. 2008

24 DEC. 2008

Verzoeken de uitleent termijn niet te overschrijden.

3 * DEC 5008

3 * DEC 5008

Keuzegids Invoermiddelen voor Computerwerk

17>516

TNO ARBEID
BIBLIOTHEEK
POSTBUS 718
2130 AS HOOFFDORP
TEL. 023-5549 468

NR. 5037⁸
plaats 68-302

Keuzegids Invoermiddelen voor Computerwerk

gericht op de reductie van RSI-risico's, voor arboprofessionals
in kantoororganisaties

TNO Arbeid:
P. van Lingen
E.M. de Korte
H. de Kraker

gemaakt in opdracht van:

Senter

ARBO BV

NVB



TNO Arbeid

✕ Uitgeverij Kerckebosch

2003

Deze Keuzegids is tot stand gekomen mede dankzij de medewerking van:

M.C. Miedema

J. Heinrich

C. Klut-Goos

E. Mutsaerts

M. Schuddebeurs

Disclaimer

Producenten/leveranciers kunnen geen rechten ontleen aan de informatie in deze publicatie. TNO doet geen uitspraak over de kwaliteit van de onderzochte middelen anders dan voor de bedoelde toepassing.

Producenten/leveranciers mogen geen gebruik maken van de resultaten van deze publicatie in eigen publicaties/presentaties/advertenties om specifieke producten of diensten aan te prijzen met verwijzing naar of gebruik van de naam TNO zonder schriftelijke toestemming van TNO. TNO zal daartegen optreden met recht op het opleggen van een boete en een schadevergoeding.

ISBN 90-6720-324-6

© 2003, TNO Arbeid, Hoofddorp; Uitgeverij Kerckebosch bv, Zeist

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 juncto het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Publicatie- en Reproductierechten Organisatie (Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Inhoud

Inleiding	6
Leeswijzer	8
Deel I Beproefde invoermiddelen voor zeven soorten computerwerk	10
1. Browsen	14
2. Call centerwerk	15
3. Databases raadplegen	16
4. Data Entry	17
5. Programmeren	18
6. Tekstverwerking breed met veel tekst	19
7. Tekstverwerking breed met veel cijfers	20
Deel II Overzicht beschikbare invoermiddelen en hun nut voor preventie van RSI	21
1. Toetsenborden	22
1.1 Alfanumerieke toetsenborden	22
1.1.1 Standaard toetsenbord, basismodel	22
1.1.2 Variatie op basismodel toetsenbord: draadloos	26
1.1.3 Variatie op basismodel toetsenbord: linkshandig toetsenbord	27
1.1.4 Variatie op basismodel toetsenbord: extra (programmeerbare) toetsen	28
1.1.5 Gesplitst toetsenbord, niet instelbaar	29
1.1.6 Gesplitst toetsenbord, instelbaar	31
1.1.7 Contour toetsenborden	33
1.1.8 Compacte toetsenborden	35
1.1.9 Toetsenbord met andere lay-out dan qwerty	37
1.1.10 Toetsenbord met geïntegreerd aanwijsmiddel	39
1.2 Numerieke toetsenborden	40
1.2.1 Standaard numeriek toetsenbord	40
1.2.2 Variatie: numeriek toetsenbord met programmeerbare toetsen	42
1.3 Chording toetsenborden	43
1.3.1 Chording toetsenbord tweehandige bediening	43
1.3.2 Chording toetsenbord éénhandige bediening	45
2. Aanwijsmiddelen	46
2.1 Muizen	46
2.1.1 Standaard muis, basismodel: één of twee knoppen, symmetrisch	46
2.1.2 Variatie op basismodel: muis met meer dan twee knoppen	49
2.1.3 Variatie op basismodel: muis met scrollwiel	51
2.1.4 Variatie op basismodel: anatomische muis	52
2.1.5 Variatie op basismodel: draadloze muis	53
2.1.6 Variatie op basismodel: optische muis	55
2.1.7 Variatie op basismodel: 3D muis	56
2.1.8 Mini muis	57
2.2 Joystick muis	58
2.3 Trackballs	60
2.3.1 Trackball met duimbediening	60
2.3.2 Trackball met bediening door wijs- of middelvinger	62
2.3.3 Trackball 3D (los in de hand vast te houden)	64
2.4 Touchpad	65
2.5 Trackpoint	67
2.6 Rolvlak en rolstang	69
2.7 Penmuis	71
3. "Niet-handgebonden" invoermiddelen	73
3.1 Spraakherkenning	73
3.2 Hoofdbesturing	75
3.3 Oogbesturing	76
3.4 Voetmuis	77
Literatuurlijst	78
Verklarende woordenlijst	84

Inleiding

Invoermiddelen voor computerwerk, zoals een toetsenbord en een aanwijsmiddel in de vorm van bijvoorbeeld een muis of een touchpad, zijn belangrijk voor kantoorwerkers. Voor een groot deel van hun werkdag bepalen deze middelen wat kantoorwerkers met hun handen doen en hoe hun lichaamshouding is. En daarmee hebben deze middelen een grote invloed op de risico's voor RSI-klachten die zij ondervinden en natuurlijk ook op hun werkplezier. Het is daarom de moeite waard invoermiddelen weloverwogen te kiezen, en niet zonder meer vast te houden aan de standaard middelen die met de computerapparatuur worden meegeleverd.

Met deze keuzegids heeft u een overzicht van de invoermiddelen voor computerwerk die er zijn en de beschikbare kennis daarover. Het doel van de gids is te helpen bij de keuze voor invoermiddelen voor specifieke soorten computerwerk. Daarbij is het uitgangspunt dat bij die keuze in elk geval twee zaken belangrijk zijn: de bankmedewerker wil zijn of haar werk efficiënt kunnen doen en hij of zij wil in dat werk geen risico lopen voor het krijgen van RSI-klachten. De gids is primair bedoeld voor arboprofessionals, maar kan ook bruikbaar zijn voor anderen die te maken hebben met de keuze voor invoermiddelen, zoals bijvoorbeeld inkopers, automatiseringsmedewerkers, lijnmanagers en individuele computergebruikers.

Deze gids geeft adviezen over invoermiddelen die zijn toegesneden op een aantal werksoorten die veel in kantoororganisaties voorkomen. Niet al het computerwerk is immers gelijk en brengt dezelfde RSI-risico's met zich mee. Een data entry typiste die gironummers en bedragen invoert, verricht bijvoorbeeld heel andere handelingen in een heel ander werkproces dan een beleidsmedewerker of een onderzoeker. De eisen die aan invoermiddelen gesteld moeten worden, verschillen daarmee ook per werksoort.

Er is meer dan invoermiddelen

Bij het gebruik van deze gids is het belangrijk te beseffen dat een invoermiddel slechts gedeeltelijk de RSI-risico's die iemand loopt, bepaalt. Er zijn veel andere factoren die eveneens invloed hebben, zoals werkdruk, afwisseling in het takenpakket, werktijden, pauzeschema, de inrichting van de werkplek en dergelijke. De vier belangrijkste groepen van risicofactoren die RSI kunnen veroorzaken, zijn lichamelijke werkbelasting, de organisatie van het werk, belasting buiten het werk en persoonsgebonden factoren. In figuur 1.1 zijn deze risicofactoren in een integraal model voor het ontstaan en aanpakken van RSI opgenomen.

Figuur 1.1: Risicofactoren voor het ontstaan en aanpakken van RSI



Het model geeft aan dat wanneer men RSI preventief of curatief wil aanpakken, een integrale aanpak moet worden gehanteerd, waarbij rekening wordt gehouden met zowel de lichamelijke belasting als de organisatie van het werk. Het blijkt dat bij het ontstaan van RSI-klachten altijd een lichamelijke component aanwezig is. Werkdruk en werkstress hebben een stimulerende rol bij het ontstaan van RSI. Of er gezondheidsklachten optreden, stress en/of RSI, is afhankelijk van persoonsgebonden factoren (zoals belastbaarheid, motivatie, werktechniek). Als er eenmaal RSI-klachten zijn, dan heeft dit weer effect op de persoonsgebonden factoren, waardoor RSI makkelijker in stand blijft en een vicieuze cirkel kan ontstaan.

Als het gaat om invoermiddelen, is zeker de factor werktechniek van belang. Dus niet alleen de keuze voor een bepaald invoermiddel (met een bepaalde vormgeving en eigenschappen), ook de manier waarop men met een invoermiddel werkt bepaalt het effect. Zaken die daarbij een rol spelen, zijn:

- de plaats van het middel op het bureau;
- afwisseling met andere middelen;
- instellingen van software, bij muis bijvoorbeeld overbrengingsverhouding, vertraging boven schermknoppen.

De invoermiddelen die u kiest met behulp van deze gids, zullen RSI-risico's waarschijnlijk onvoldoende tegengaan als niet ook aan bovenstaande zaken aandacht wordt besteed.

Ten slotte is ook de manier waarop nieuwe invoermiddelen worden gekozen en in gebruik worden genomen, van groot belang voor de succesvolle inzet. Het is altijd aan te raden de keuze voor een invoermiddel te bespreken met de toekomstige gebruikers en eerst een beperkte proef te doen, voordat een middel op grote schaal wordt ingevoerd. Als vervolgens ook voorlichting, instructie en begeleiding bij het gebruik een plaats krijgen in het invoeringstraject, zijn de voorwaarden optimaal om de nieuwe invoermiddelen aan de verwachtingen te laten voldoen.

De gids is gebaseerd op de stand van zaken in december 2002. Invoermiddelen die sindsdien op de markt verschenen zijn, kunt u beoordelen door de aspecten te evalueren die in de systematiek van deze gids worden onderscheiden en door vergelijkingen te maken met wel beschreven invoermiddelen. Ook voor soorten computerwerk die u niet in deze gids terugvindt, kunt u een dergelijke werkwijze volgen.

Leeswijzer

Een handige manier om de gids te gebruiken is als volgt:

- kies in deel I de werksoort die het meest lijkt op het werk waarvoor u een invoermiddel zoekt;
- beoordeel of het invoermiddel dat voor die werksoort geselecteerd is, voor uw situatie voldoet;
- kijk in deel II als u zich breder wilt oriënteren, bijvoorbeeld omdat u twijfels heeft bij de geselecteerde middelen uit deel I.

Deel I beschrijft geselecteerde invoermiddelen voor zeven soorten computerwerk, met de voor- en nadelen ten opzichte van standaard middelen. Deze selectie is samengesteld door TNO en deskundigen van arbodiensten en vervolgens getest in een praktijkproef bij bankbedrijven in samenwerking met TNO Arbeid. De zeven werksoorten maken een groot deel uit van het computerwerk dat in Nederland gedaan wordt.

De aspecten waarop invoermiddelen worden beoordeeld hoe deze aspecten zijn gemeten in de praktijkproef is weergegeven in onderstaande tabel.

Aspect		Hoe gemeten
Gebruiksvriendelijkheid		Vragen over geschiktheid voor het werk, functionaliteit, gemak van aanleren van het gebruik, geschiktheid voor gebruik in combinatie met de andere aanwezige middelen. Ook spontaan genoemde voor- en nadelen bij open vragen
Ervaren fysieke belasting		Scoreschaal Ervaren ongemak, discomfort
Comfort		Vragen over subjectieve beleving van ontspanning, welzijn. Ook spontaan genoemde voor- en nadelen bij open vragen. Waar sprake is van de aanslag van toetsen, kan dat betrekking hebben op indrukkracht, "klik"gevoel, geluid etc.
Gemeten fysieke belasting	<i>nek/schouders bovenarmen onderarmen/polsen handen/vingers</i>	Geobserveerde houdingen en bewegingen, met goniometrie gemeten houdingen en bewegingen, met EMG gemeten spieractiviteit
Productiviteit		Vraag naar hoeveelheid werk die afgeleverd kon worden. Bij spraakherkenningsgroep ook: aantal correct ingevoerde woorden en tekens
Oordeel proefpersonen		Vraag naar het middel waar men mee verder zou willen werken en vraag naar het middel dat de voorkeur heeft

Per aspect worden de uitkomsten van de metingen in vergelijking met het oorspronkelijke invoermiddel als volgt weergegeven: -- = veel slechter, - = slechter, o = neutraal, + = beter, ++ = veel beter. Bij o is geen verschil te zien, bij - of + is er statistisch significant verschil bij een kwantitatieve meting of geeft een meerderheid van de proefpersonen eenzelfde oordeel bij kwalitatief aspect en bij -- of ++ geven de proefpersonen unaniem eenzelfde oordeel bij een kwalitatief aspect.

Bij elke werksoort leidt de praktijkproef tot een advies over het al dan niet algemeen inzetten van de geselecteerde invoermiddelen.

Deel II van de gids geeft een overzicht van alle invoermiddelen die op de markt beschikbaar zijn op basis van een uitgebreid literatuuronderzoek, waar nodig aangevuld met expertise van TNO Arbeid, die is gebaseerd op actuele kennis op het gebied van ergonomie en bewegingswetenschappen. Hier vindt u beschrijvingen van 34 soorten invoermiddelen, verdeeld over drie hoofdgroepen (toetsenborden, aanwijsmiddelen en "niet-handgebonden" invoermiddelen), met aandacht voor praktische voor- en nadelen en de betekenis voor RSI-risico's. Bij de hoofdgroepen toetsenborden en aanwijsmiddelen werkt dit als volgt: eerst geven we een uitgebreide beschrijving van het basismodel en daarna volgen de varianten en alternatieven met de verschillen die zij vertonen ten opzichte van het basismodel. Ook vindt u veel informatie over onderlinge vergelijkingen tussen alternatieve invoermiddelen. Deze opzet betekent dat u in meerdere beschrijvingen moet kijken als u te maken hebt met een invoermiddel dat meerdere varianten in zich verenigt. Om een voorbeeld te geven: informatie over de draadloze optische muis met scrollwiel staat in de volgende 4 beschrijvingen: die van het basismodel muis, de draadloze muis, de optische muis en de muis met scrollwiel.

Elke beschrijving in deel II gaat in op dezelfde aspecten als deel I (zie bovenstaande tabel), aangevuld met een algemene beschrijving van het invoermiddel, een evaluatie van de bronnen en een eindoordeel. Als in een beschrijving in deel II bij een onderdeel geen tekst staat, betekent het dat er geen literatuur over het aspect te vinden is en dat er ook geen uitspraak over gedaan kan worden vanuit TNO-expertise.

De tekst in deel II is met kleur gecodeerd om de status van de informatie aan te geven: zwart betekent "op basis van literatuur", blauw betekent "TNO expertise". De foto's bij de beschrijvingen dienen alleen ter illustratie, zij geven niet aan dat de getoonde middelen beter of slechter zijn dan mogelijke andere uitvoeringen van een type middel.

Verwijzingen naar literatuur worden gegeven met nummers tussen haakjes. In de literatuurlijst aan het eind van de gids kunt u de bijbehorende referenties opzoeken. Als laatste onderdeel van de keuzegids vindt u een verklarende woordenlijst met vaktermen op het gebied van fysieke belasting.

Deel I Beproefde invoermiddelen voor zeven soorten computerwerk

Dit deel van de keuzegids geeft de uitkomsten van een praktijktest van geselecteerde invoermiddelen bij zeven afdelingen van bankbedrijven, die model staan voor soorten computerwerk die veel voorkomen in kantoororganisaties. De eerste pagina's van dit deel geven een inleiding en een samenvattend overzicht van de uitkomsten. Daarna volgen per werksoort meer details over de uitkomsten van de praktijkproef.

Met de beschrijvingen van de werksoorten in onderstaande tabel kunt u bepalen of een werksoort veel voorkomt bij de groep medewerkers waar een invoermiddel voor gekozen moet worden.

Werksoort	Inhoud van het werk
Browsen	Informatie zoeken op het Internet met behulp van Internet Explorer (of andere browser-software); aanklikken van links en invullen van velden op internetpagina's
Call center werk	Databases raadplegen en muteren in combinatie met telefoongebruik
Databases raadplegen	Gegevenspagina's selecteren met functietoetsen of klikken op schermbuttons, zoekcriteria in velden invullen
Data entry	Gegevens lezen (veelal van een handgeschreven origineel, dat eventueel op het beeldscherm wordt gepresenteerd) en intypen in velden
Programmeren	Navigeren in programma-onderdelen en tekst, functies activeren met functietoetsen of door aanwijzen en klikken, commando's en programmeercode intypen
Tekstverwerking met veel tekst	Tekst invoeren in een tekstverwerkingsprogramma, tekst opmaken door het selecteren van functies; navigeren in tekst, met functietoetsen en aanwijzen en klikken
Tekstverwerking met veel cijfers	Een mengvorm van werken met tekst en het invoeren van cijfers, in een tekstverwerkingsprogramma, een database en/of een spreadsheet

Voor de praktijkproef is voor elke werksoort een invoermiddel (of een set invoermiddelen) gekozen, met als criterium dat zij een reductie van RSI-risico's zouden opleveren in vergelijking met de standaard invoermiddelen. Deze selecties zijn uitgevoerd in expertsessies met TNO-medewerkers en betrokken arbodienst-deskundigen met behulp van gegevens die in een nulmeting zijn verzameld met een vragenlijst, observaties en meetsoftware. De praktijkproef vond vervolgens plaats bij zeven groepen bankmedewerkers van elk ongeveer 15 personen, die gedurende 5 weken de alternatieve invoermiddelen gebruikten in hun dagelijkse werk. Aan het eind van die periode zijn de effecten bepaald met metingen van spieractiviteit, houdingen en bewegingen en een vragenlijst. Daarvoor voerde men tweemaal een standaardtaak uit de eigen werkpraktijk van 15 minuten uit, een keer met de alternatieve middelen en een keer met de oorspronkelijke middelen.

Onderstaande tabel laat zien welke invoermiddelen zijn geselecteerd voor de soorten werkzaamheden en voor welk doel ze zijn geselecteerd.

Werksoort	Geselecteerde invoermiddelen	Doel van de geselecteerde invoermiddelen
Browsen	Compact toetsenbord met numeriek deel en optische muis met scrollwiel	Verminderen van de fysieke belasting aan m.n. de rechterkant door zowel het aanwijsmiddel als het numerieke blok dicht bij het lichaam te laten gebruiken
Call center werk	Compact toetsenbord zonder numeriek deel, optische muis met scrollwiel en numeriek toetsenbord	Indeling op het bureau optimaliseren, waardoor toetsenbord (numeriek en alfanumeriek gescheiden) en muis dichtbij het lichaam en los van elkaar gebruikt kunnen worden. Hierdoor wordt een betere houding mogelijk. Minder gebruiksproblemen met de muis. Meer ruimte op het bureau, ook voor een notitieblok
Databases raadplegen	Compact toetsenbord met numeriek deel en optische muis met scrollwiel	Verminderen van de fysieke belasting aan m.n. de rechterkant door de muis dicht bij het lichaam te laten gebruiken. (De oorspronkelijk ook gekozen optische muis was al in gebruik genomen buiten dit project om.)
Data entry	Compact toetsenbord zonder numeriek deel en schuin geplaatst numeriek toetsenbord	Minder pronatie van de onderarm bij numerieke invoer
Programmeren	Compact toetsenbord zonder numeriek deel en muis op maat (aangepast aan handgrootte en links/rechts gebruik)	Verminderen van de fysieke belasting aan m.n. de rechterkant door zowel het aanwijsmiddel als het numerieke blok dicht bij het lichaam te laten gebruiken en door geringe noodzaak tot pronatie bij gebruik van de muis
Tekstverwerking met veel tekst	Spraakherkenning	Verminderen van de fysieke belasting door het opheffen van de binding van de handen aan het toetsenbord
Tekstverwerking met veel cijfers	Compact toetsenbord met numeriek deel en optische muis met scrollwiel	Verminderen van de fysieke belasting aan m.n. de rechterkant door zowel het aanwijsmiddel als het numerieke blok dicht bij het lichaam te laten gebruiken

Bij functies waarin men meerdere soorten werkzaamheden uitvoert, moeten de invoermiddelen geschikt zijn voor alle soorten werk. In het algemeen is dit geen probleem. De werksoort die het meest voorkomt, zal waarschijnlijk bepalend zijn voor de keuze, waarbij dan extra aandacht voor de flexibiliteit nodig is.

Een overzicht van de scores die de alternatieve middelen in vergelijking met de oorspronkelijke middelen haalden op de diverse aspecten, ziet u in onderstaande tabel. Na dit overzicht volgt per werksoort een uitgebreidere beschrijving van de resultaten.

Werksoort en geselecteerde invoermiddelen	Gebruiksvriendelijkheid		Comfort	Ervaren fysieke belasting	Gemeten fysieke belasting					Productiviteit	Oordeel proefpersonen	Advies algemene inzet	
					nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers					
Browsen													
compact toetsenbord met numeriek deel	+/-	-		+/ $\square$	+	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	+	+		
optische muis	+	+								++	+		
Call centerwerk													
compact toetsenbord zonder numeriek deel	+/ $\square$ /-	+								++	+		
numeriek toetsenbord	++	+		++	+	+	$\square$	+	$\square$	++	+		
optische muis	++	++								++	+		
Databases raadplegen													
compact toetsenbord met numeriek deel	+	$\square$		$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	+	+		
Data entry													
compact toetsenbord zonder numeriek deel	$\square$	+		$\square$	+/ $\square$	+/ $\square$	+/ $\square$	$\square$ /-	$\square$	+	$\square$		
schuin numeriek toetsenbord	+/-	+		+/ $\square$						+	$\square$		
Programmeren													
compact toetsenbord zonder numeriek deel	-/ $\square$	$\square$		$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	-	-	-		
contour muis	$\square$	$\square$		$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	-	-	-		
Tekstverwerking / veel tekst													
spraakherkenning	$\square$ /-	$\square$		++	+	+	+	+	-/+	$\square$ /-	-		
Tekstverwerking / veel cijfers													
compact toetsenbord met numeriek deel	$\square$ /+	-		$\square$	-	-	$\square$	-	$\square$	$\square$ /+	-		
optische muis	+	+								++	+		

In vergelijking met het oorspronkelijke invoermiddel:
 -- = veel slechter
 - = slechter
 $\square$ = neutraal
 + = beter
 ++ = veel beter

Wat de compacte toetsenborden betreft, is het belangrijk op te merken dat gekozen is voor toetsenborden waarvan de toetsen even groot zijn als bij een standaard toetsenbord. Van compacte toetsenborden met kleinere toetsen mag men niet zonder meer aannemen dat vergelijkbare resultaten gehaald zouden zijn.

Als we de lijst van geselecteerde middelen als geheel zien, en spraakherkenning buiten beschouwing laten, valt op dat in de expertsessies wat toetsenborden betreft voor alle groepen een toetsenbord is gekozen dat smaller is dan het standaard toetsenbord, om de houding bij gebruik van de muis te verbeteren.

Wat betreft de aanwijsmiddelen valt op dat voor alle groepen waar een aanwijsmiddel van belang is (dat zijn alle groepen behalve de groep "Data entry"), gekozen is voor een optische muis met scrollwiel, behalve voor de programmeurs, waar is gekozen voor een naar de hand gevormde muis (Contour muis) die niet in optische uitvoering beschikbaar was.

De verschillen tussen werksoorten hebben dus niet geleid tot heel verschillende keuzes voor toetsenborden en aanwijsmiddelen. De verschillen tussen de groepen zaten vooral in de manier waarop numerieke toetsen al dan niet aanwezig waren: als numeriek deel van een compact toetsenbord, als los numeriek toetsenbord naast een smal toetsenbord, als schuin geplaatst numeriek toetsenbord of in het geheel niet aanwezig naast het smalle alfanumerieke toetsenbord.

Bij de meeste werksoorten helpen de geselecteerde invoermiddelen het gestelde doel te bereiken en is algemene inzet aan te raden. Dit geldt voor browsen, call center werk, databases raadplegen en data entry. Bij de groep tekstverwerking met veel tekst zijn er wel veel positieve effecten van spraakherkenning gevonden, maar zijn de (praktische) bezwaren in de sfeer van gebruiksvriendelijkheid vooralsnog te groot om te kiezen voor algemene inzet van spraakherkenning. Bij de werksoorten "programmeren" en "tekstverwerking, veel cijfers" waren er geen of negatieve effecten en kan men beter vasthouden aan de standaard middelen of wellicht nog een test doen met een andere selectie van middelen.

Als we de uitkomsten van de praktijkproef los van de werksoorten bekijken, bleken de geselecteerde compacte toetsenborden het overwegend goed te doen. De belangrijkste nadelen bleken vooral samen te hangen met de specifieke uitvoeringsvorm (het fabrikaat). Zo bleek de zwaardere toetsaanslag van het compacte toetsenbord met numeriek deel voor veel proefpersonen een nadeel, evenals het feit dat zelfstandige F11 en F12 toetsen op het compacte toetsenbord zonder numeriek deel ontbraken. Zaken die inherent zijn aan smallere toetsenborden, zoals de kleinere afstand tussen toetsensecties of het ontbreken van toetsensecties, leidden niet tot negatieve reacties.

Wat de aanwijsmiddelen betreft, scoorde de optische muis met scrollwiel goed in alle groepen waar deze beproefd is. Er werd geen nadeel genoemd en geen ongunstig effect gemeten. Wellicht was voor de groep "Programmeren" een keuze voor een optische muis met scrollwiel ook beter geweest, aangezien de Contour muis voor de meeste personen in deze groep geen goed alternatief bleek te zijn.

1. Browsen

Inhoud van het werk	Informatie zoeken op het Internet met behulp van Internet Explorer (of andere browser-software)
De beproefde invoermiddelen	Compact toetsenbord met numeriek deel en optische muis met scrollwiel
De oorspronkelijke invoermiddelen	Standaard toetsenbord met extra toetsen en standaard muis met scrollwiel
Doel van de beproefde middelen	Verminderen van fysieke belasting aan met name de rechterkant door zowel het aanwijsmiddel als het numerieke blok dicht bij het lichaam te laten gebruiken
Achtergronden achter de keuze voor de beproefde middelen	- Muisgebruik is intensief en langdurig, dus muis moet optimaal functioneren - Met smaller toetsenbord wordt ontspannen houding mogelijk doordat de muis dichterbij gebruikt kan worden; schouders en armen staan minder bloot aan statische belasting - Numeriek deel aan toetsenbord is noodzakelijk, aangezien dit frequent gebruikt wordt



De geselecteerde invoermiddelen.



De oorspronkelijke invoermiddelen.

Resultaten na 5 weken gebruik

	Gebruiksvriendelijkheid	Comfort	Ervaren fysieke belasting	Gemeten fysieke belasting					Productiviteit	Oordeel proefpersonen	Advies algemene inzet	In vergelijking met het oorspronkelijke invoermiddel: -- = veel slechter - = slechter □ = neutraal + = beter ++ = veel beter
			nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers						
compact toetsenbord met numeriek deel	+/- ¹	- ²	+/-□ ⁵	+ ⁶	□	□	□	□	+	+		
optische muis	+ ³	+ ⁴							++	+		

¹ +: het compacte formaat;
-: andere plaats toetsen en meer geluid.

² Zwaardere, minder prettige aanslag van de toetsen.

³ Reageert altijd goed, went heel gemakkelijk.

⁴ Werkt prettiger.

⁵ Houding van arm en hand (waarmee men de muis gebruikt) is beter.

⁶ Minder nekflexie (lagere frequentie en kortere duur nekflexie groter dan 25°); minder spieractiviteit in schouderspier aan niet-dominante zijde.

Conclusie

De combinatie van compact toetsenbord met numeriek deel en optische muis geeft geringere fysieke belasting, echter op een iets andere manier dan het doel van de selectie was. Toch verdienen deze invoermiddelen de voorkeur ten opzichte van de oorspronkelijke, aangezien de gemeten fysieke belasting van de nek/schouderregio gunstiger is. Wel zou een compact toetsenbord met een prettiger toetsaanslag gekozen moeten worden, aangezien het comfort op dit punt te wensen over laat.

De praktijkproef voor de werksoort Browsen is uitgevoerd bij Rabobank Utrecht, afdeling KIRA en Fortis Amsterdam, afdeling BIS. Het compacte toetsenbord was van het type Cherry compact G81-1800, beschikbaar gesteld door Vierpool BV. De optische muis met scrollwiel was een Logitech MX 300, beschikbaar gesteld door Logitech Benelux.

2. Call centerwerk

Inhoud van het werk	Databases raadplegen en muteren in combinatie met telefoongebruik
De beproefde invoermiddelen	Compact toetsenbord zonder numeriek deel, optische muis met scrollwiel en numeriek toetsenbord
De oorspronkelijke invoermiddelen	Standaard toetsenbord en standaard muis
Doel van de beproefde middelen	Indeling op het bureau optimaliseren, waardoor toetsenbord (numeriek en alfanumeriek gescheiden) en muis dichtbij het lichaam en los van elkaar gebruikt kunnen worden. Hierdoor wordt een betere houding mogelijk. Minder gebruiksproblemen met de muis. Meer ruimte op het bureau, ook voor een notitieblok
Achtergronden achter de keuze voor de beproefde middelen	- Fysieke belasting komt met name voor aan de rechterkant (schouders, armen, polsen, vingers) - Betere indeling van het bureau en daardoor ook betere werkhouding - Alfanumerieke deel wordt alleen bij het schrijven van notities gebruikt, tijdens het informeren van klanten hebben de operators genoeg aan numerieke deel en aanwijsmiddel. Doordat het alfanumerieke deel dus weggeschoven kan worden, ontstaat meer ruimte voor blocnote, muis en numeriek blok



De geselecteerde invoermiddelen.

Resultaten na 5 weken gebruik

	Gebruiksvriendelijkheid		Comfort		Ervaren fysieke belasting		Gemeten fysieke belasting		Productiviteit		Oordeel proefpersonen		Advies algemene inzet	In vergelijking met het oorspronkelijke invoermiddel: -- = zeer slecht - = slecht □ = neutraal + = goed ++ = zeer goed
	Gebruiksvriendelijkheid	Comfort	Ervaren fysieke belasting	nekschouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers	Productiviteit	Oordeel proefpersonen	Advies algemene inzet				
compact toetsenbord zonder numeriek deel	+/- ¹	+ ²							++	+				
numeriek toetsenbord	++ ³	+ ⁴	++ ⁷	+ ⁸	+ ⁸	□	+ ⁸	□	++	+				
optische muis	++ ⁵	++ ⁶							++	+				

¹ + : klein formaat, □: gemak waarmee tekst wordt ingevoerd en het aantal typefouten;
- : beperkt aanwezig zijn van functietoetsen (F11 en F12 kunnen alleen in combinatie met een hulptoets gebruikt worden).

² Lichtere, prettiger aanslag.

³ Gebruik gemakkelijk te leren, cijfers makkelijker invoeren, klein, dicht bij lichaam te houden.

⁴ Prettiger aanslag.

⁵ Gebruik gemakkelijk te leren.

⁶ Werkt prettiger.

⁷ Minder ongemak aan rechter pols, overige regio's gelijk.

⁸ De gemeten fysieke belasting is wat spieractiviteit betreft geringer bij alle regio's behalve onderarm/pols.

In de beperkte tijd die de effectmetingen duurden, kon niet vastgesteld worden of men de plaats van notitieblok, toetsenbord en numeriek toetsenbord inderdaad aanpaste aan de activiteit, zoals in de doelstelling van de selectie werd beoogd.

Conclusie

De geselecteerde set wordt aanbevolen voor algemeen gebruik bij call centerwerk waarin men tussendoor regelmatig met pen en papier werkt. De set heeft duidelijke voordelen ten opzichte van de oorspronkelijke invoermiddelen: minder fysieke belasting, hoger comfort en grotere gebruiksvriendelijkheid. Wel moet men wennen aan de andere indeling van het toetsenbord en mist men de directe toegang tot de functietoetsen F11 en F12. Een compact toetsenbord dat alle functietoetsen als zelfstandige toetsen heeft, heeft voor deze situatie daarom de voorkeur.

De praktijkproef voor de werksoort Call centerwerk is uitgevoerd bij de Telefoonbank van ING/Postbank te Amsterdam. Het smalle toetsenbord is het ErgoStars toetsenbord, dat beschikbaar is gesteld door ErgoDirect BV. Het numerieke toetsenbord was een Goldtouch numeric keypad, beschikbaar gesteld door de Backshop. De optische muis met scrollwiel was een Logitech MX 300, beschikbaar gesteld door Logitech Benelux.

3. Databases raadplegen

Inhoud van het werk	Het raadplegen van databases en bewaken van gegevens uit (internationale) financiële informatiesystemen en die gebruiken in handelstransacties via computer en telefoon
De beproefde invoermiddelen	Compact toetsenbord met numeriek deel, voor een aantal gebruikers met kleurgecodeerde functietoetsen (naast een optische muis die al langer in gebruik was)
De oorspronkelijke invoermiddelen	Standaard toetsenbord (bij 4 gebruikers van een bepaald informatiesysteem voorzien van speakers en kleurgecodeerde functietoetsen)
Doel van de beproefde middelen	Verminderen van fysieke belasting aan met name de rechterkant door de muis dichterbij het lichaam te laten gebruiken
Achtergronden achter de keuze voor de beproefde middelen	- Men heeft klachten aan polsen en handen, evenveel links als rechts, die mogelijk door het toetsenbord worden veroorzaakt - Het relatief grote toetsenbord is mogelijk één van de redenen waarom de muis vaak te ver naar rechts op het bureau ligt



Het geselecteerde compacte toetsenbord.



Het oorspronkelijke toetsenbord.

Resultaten na 5 weken gebruik

	Gebruiksvriendelijkheid		Comfort		Ervaren fysieke belasting		Gemeten fysieke belasting				Productiviteit		Oordeel proefpersonen	Advies algemene inzet	In vergelijking met het oorspronkelijke invoermiddel: -- = zeer slecht - = slecht □ = neutraal + = goed ++ = zeer goed
					nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers							
compact toetsenbord met numeriek deel	+ ¹	□	□	□	□	□	□	□	□	□	+ ²	+			

¹ Gebruik gemakkelijk te leren, tekst invoeren is gemakkelijker, meer ruimte door klein formaat.

² Van de 7 gebruikers zijn 6 al met al tevreden, en allen willen het compacte toetsenbord blijven gebruiken.

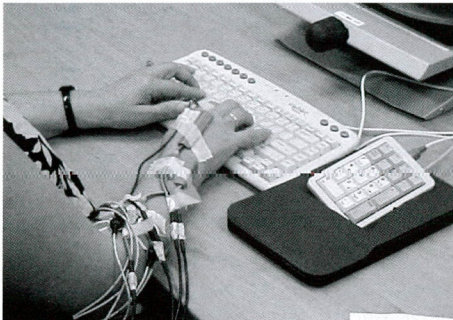
Conclusie

Het compacte toetsenbord heeft de voorkeur boven het standaard toetsenbord, aangezien de gebruiksvriendelijkheid hoger scoort en de gebruikers vrijwel unaniem dit toetsenbord prefereren. Dat dit toetsenbord minder ruimte inneemt wordt als belangrijkste voordeel gezien. Het gebruik van het toetsenbord had echter geen effect op het comfort en de ervaren en gemeten fysieke belasting, waarmee het oorspronkelijke doel van het beproefde middel niet werd gehaald.

De praktijkproef voor de werksoort Databases raadplegen is uitgevoerd bij Rabobank Utrecht, afdeling Dealing Room. Het compacte toetsenbord was van het type Cherry compact G81-1800, beschikbaar gesteld door Vierpool BV.

4. Data entry

Inhoud van het werk	Het overtypen van cijfers en korte teksten vanaf vaak handgeschreven originelen; sterk repeterend/kort cyclisch
De beproefde invoermiddelen	Compact toetsenbord zonder numeriek deel en schuingeplaatst numeriek toetsenbord. De steun voor het schuin plaatsen van het numerieke blok is speciaal ontwikkeld voor de proef en niet in de handel verkrijgbaar
De oorspronkelijke invoermiddelen	Standaard toetsenbord met numeriek deel en (incidenteel gebruikt) los numeriek toetsenbord (vlak geplaatst)
Doel van de beproefde middelen	Gunstiger positie van de rechterhand en onderarm bij de invoer van numerieke gegevens: minder pronatie
Achtergronden achter de keuze voor de beproefde middelen	Numerieke invoer vormt een groot deel van het werk



De geselecteerde set.



Het oorspronkelijke toetsenbord.

Resultaten na 5 weken gebruik

	Gebruiksvriendelijkheid		Comfort	Ervaren fysieke belasting	Gemeten fysieke belasting					Productiviteit	Oordeel proefpersonen	Advies algemene inzet	In vergelijking met het oorspronkelijke invoermiddel: -- = zeer slecht - = slecht □ = neutraal + = goed ++ = zeer goed
					nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers					
compact toetsenbord zonder numeriek deel	□	+ ¹	□	+/- ⁵	+/- ⁵	+/- ⁵	□/- ⁵	□		+	□		
schuin geplaatst numeriek toetsenbord	+/- ²	+ ³	+/- ⁴							+	□		

¹ Prettiger aanslag.

² +: gebruik gemakkelijk te leren, invoer cijfers gemakkelijker, -: bij invoer van combinatie van tekst en cijfers is los numeriek toetsenbord niet fijn.

³ Prettiger aanslag.

⁴ Meer ontspannen, prettiger werken, houding van hand/arm/pols prettiger.

⁵ Spieractiviteit is bij numerieke taken lager in de onderarm/pols-regio. Bij alfanumerieke taken is de spieractiviteit lager in de nek/schouder- en bovenarmregio's en hoger in de hand/vingerregio.

Conclusie

De effecten van het geselecteerde kleine toetsenbord met schuin numeriek toetsenbord zijn neutraal tot positief. Deze set zou daarom beschikbaar moeten zijn voor de medewerkers die hem willen gebruiken. Voor veel gebruikers geeft deze set een verhoging van het comfort en lagere fysieke belasting. Gebruik van het schuingeplaatste numerieke toetsenbord heeft een gunstige invloed op de belasting van onderarm/pols en hand. Sommigen vinden de set echter onhandig bij taken waarin afwisselend getallen en tekst worden ingevoerd, en daarom willen wij hem niet zonder meer adviseren voor algemene inzet.

De praktijkproef voor de werksoort Data entry is uitgevoerd bij de Giroverwerkingscentrale van ING/Postbank te Arnhem. Het kleine toetsenbord is het ErgoStars toetsenbord, dat beschikbaar is gesteld door ErgoDirect BV. Het numerieke toetsenbord is van het type Cherry ML 4700 en was al in gebruik bij de Giroverwerkingscentrale. De ondersteuning van het numerieke toetsenbord is ontwikkeld en gemaakt door TNO Arbeid en niet in de handel verkrijgbaar.

5. Programmeren

Inhoud van het werk	Deels programmeertaken, deels systeembeheer
De beproefde invoermiddelen	Compact toetsenbord zonder numeriek deel en contour muis
De oorspronkelijke invoermiddelen	Standaard toetsenbord en standaard muis
Doel van de beproefde middelen	- Gunstiger onderarmstand door contour muis (minder pronatie) - Gunstiger bovenarm- en schouderstand door smaller toetsenbord en muis dicht bij het midden van het lichaam - Lagere belasting van handspieren doordat muis beter in de hand past
Achtergronden achter de keuze voor de beproefde middelen	- Relatief veel klachten aan rechter arm en schouder - Numeriek blok op het toetsenbord wordt weinig gebruikt (46% soms, 33% nooit) - Aanpassing aan de persoon is mogelijk omdat men vaste werkplekken heeft



De geselecteerde invoermiddelen.



De oorspronkelijke set invoermiddelen.

Resultaten na 5 weken gebruik

	Gebruiksvriendelijkheid		Comfort		Ervaren fysieke belasting		Gemeten fysieke belasting				Productiviteit		Oordeel proefpersonen		In vergelijking met het oorspronkelijke invoermiddel: -- = veel slechter - = slechter □ = neutraal + = beter ++ = veel beter
					nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers							
compact toetsenbord zonder numeriek deel	-/□ ¹	□	□	□	□	□	□	□	- ²		- ³	-	-		
contour muis	□	□									- ⁴	-	-		

¹ Gebruik moeilijk te leren (gedeelteelijk veroorzaakt doordat de indeling van het toetsenbord afweek van de indeling die op deze locatie gebruikt wordt).

² Minder werk af te krijgen.

³ Een meerderheid wil het oorspronkelijke toetsenbord blijven gebruiken.

⁴ Een meerderheid wil de oorspronkelijke muis blijven gebruiken.

Conclusie
De geselecteerde set geeft geen verbetering ten opzichte van de oorspronkelijke set. De afwijkende indeling van het compacte toetsenbord geeft een negatief effect op gebruiksvriendelijkheid. De meeste proefpersonen melden verder een teruggang in productiviteit en een algemene voorkeur voor de oorspronkelijke middelen. De bovengenoemde doelstelling voor de selectie is niet bereikt en de oorspronkelijke set verdient de voorkeur ten opzichte van de alternatieve set. Bij een langere leertijd en/of een toetsenbordindeling die beter bij het oorspronkelijke toetsenbord past, zouden gunstiger effecten verwacht mogen worden.

De praktijkproef voor de werksoort Programmeren is uitgevoerd bij De Nederlandsche Bank te Amsterdam, afdeling Automatisering/verwerking. Het smalle toetsenbord was van het type ErgoStars, beschikbaar gesteld door ErgoDirect BV. De muis was van het type Contour Perfit, voor elke gebruiker qua vormgeving aangepast aan de grootte van de hand en aan rechts- dan wel linkshandig gebruik. De muizen waren beschikbaar gesteld door Visser Kantoor Efficiency.

6. Tekstverwerking breed met veel tekst

Inhoud van het werk	Schrijven van overzichten, teksten van redelijke lengte (deel van pagina tot enkele pagina's)
De beproefde invoermiddelen	Spraakherkenning, naast toetsenbord en muis
De oorspronkelijke invoermiddelen	Standaard toetsenbord en muis
Doel van de beproefde middelen	Vermindering van statische houdingen en repeterende bewegingen
Achtergronden achter de keuze voor de beproefde middelen	De keuze voor spraakherkenning is door het bedrijf waar de proef is uitgevoerd gemaakt, onafhankelijk van de inventariserende metingen. Een belangrijk doel van de proef was ervaring met spraakherkenning op te doen



Gebruik van spraakherkenning.



De oorspronkelijke invoermiddelen.

Resultaten na 5 weken gebruik

	Gebruiksvriendelijkheid		Comfort		Ervaren fysieke belasting		Gemeten fysieke belasting				Productiviteit		Oordeel proefpersonen		Advies algemene inzet	In vergelijking met het oorspronkelijke invoermiddel: -- = zeer slecht - = slecht □ = neutraal + = goed ++ = zeer goed
	Gebruiksvriendelijkheid	Comfort	Ervaren fysieke belasting	nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers	Productiviteit	Oordeel proefpersonen	Advies algemene inzet						
spraakherkenning	□/- ¹	□	++ ²	+ ³	+ ³	+ ³	+ ³	-/+ ⁴	□/-	-						

¹ Gebruik is redelijk gemakkelijk te leren, echter invoer van tekst is moeilijker, bij 75% van de proefpersonen wordt meer dan 5% van de woorden fout herkend, 90% heeft het gevoel collega's te storen en de helft vindt dat de eigen privacy vaak wordt aangetast.

² In vrijwel alle lichaamsregio's minder ongemak, behalve bij hals/keel.

³ In alle regio's is spieractiviteit geringer, in onderarm/pols ook gunstiger houdingen, daarnaast echter ongunstiger onderarmdraaiing, die echter niet door het werk wordt bepaald en waarschijnlijk niet belastend is.

⁴ Bij sommige taken gaat tekstinvoer met spraakherkenning sneller. Het corrigeren van herkenningfouten is echter tijdrovend.

Conclusie

Hoewel de lichamelijke belasting duidelijk verminderd wordt door gebruik van spraakherkenning, zijn er serieuze problemen op het gebied van gebruiksvriendelijkheid en productiviteit, waardoor het middel niet geschikt is voor algemene inzet. Voorzieningen die verstoring van en door collega's verminderen, zouden de inzetbaarheid vergroten. Afgezien van de bezwaren is de doelstelling van de selectie (zie boven) bereikt. Inzet bij reïntegratie van personen met RSI-klachten is wel aan te bevelen.

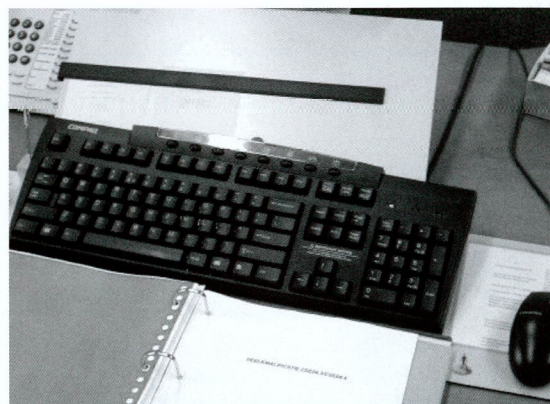
De praktijkproef voor de werksoort Tekstverwerking met veel tekst is uitgevoerd bij ABN Amro Economic Department te Amsterdam. De gebruikte spraakherkenningssoftware was Dragon Naturally Speaking. De medewerkers zijn in het gebruik van spraakherkenning getraind en begeleid door mw. M. Prins en mw. J. den Draak van RDG/Kompagne BV.

7. Tekstverwerking breed met veel cijfers

Inhoud van het werk	Schrijven van korte teksten, invoeren van getallen, bewerken van spreadsheets en databases
De beproefde invoermiddelen	Compact toetsenbord met numeriek deel en optische muis met scrollwiel
De oorspronkelijke invoermiddelen	Standaard toetsenbord en standaard muis met scrollwiel
Doel van de beproefde middelen	Verminderen van de fysieke belasting aan m.n. de rechterkant door zowel het aanwijsmiddel als het numerieke blok dicht bij het lichaam te laten gebruiken
Achtergronden achter de keuze voor de beproefde middelen	- Relatief veel klachten aan rechterkant (schouder en pols) - Gunstiger houding van schouder en pols, bij m.n. het aanwijsmiddel



De geselecteerde set.



De oorspronkelijke invoermiddelen.

Resultaten na 5 weken gebruik

	Gebruiksvriendelijkheid	Comfort	Ervaren fysieke belasting	Gemeten fysieke belasting				Productiviteit	Oordeel proefpersonen	Advies algemene inzet	In vergelijking met het oorspronkelijke invoermiddel: -- = zeer slecht - = slecht □ = neutraal + = goed ++ = zeer goed
			nek/schouders	bovenarmen	onderarmen/polsen	handen/vingers					
compact toetsenbord met numeriek deel	□/+ ¹	- ²	□	- ⁵	- ⁵	□	- ⁵	□	□/+ ⁶	-	
optische muis	+ ³	+ ⁴	□	- ⁵	- ⁵	□	- ⁵	□	++	+	

¹ Compacter formaat wordt gezien als voordeel, leertijd en gemak invoer tekst neutraal.

² Toetsaanslag minder prettig, afwijkende plaats van edit-toetsen onhandig.

³ Prettiger werking, heel gemakkelijk wennen, beter bestuurbaar.

⁴ Meer bewegingsvrijheid (doordat muismat niet nodig is).

⁵ Hogere spieractiviteit in alle regio's behalve onderarm/pols.

⁶ 60 tot 80% geeft voorkeur aan compact toetsenbord met numeriek deel; de voordelen van het compacte formaat wegen voor velen blijkbaar op tegen de onprettige aanslag.

Conclusie

Algemene inzet van het geselecteerd compacte toetsenbord wordt niet geadviseerd, omdat de voordelen van het compacte formaat voor velen teniet worden gedaan door een minder comfort en hogere fysieke belasting. Een ander type met een prettiger toetsaanslag zou wel aanbevolen kunnen worden. Inzet van de optische muis wordt wel geadviseerd, gezien de positieve ervaringen die de proefpersonen melden.

De praktijkproef voor de werksoort Tekstverwerken met veel cijfers is uitgevoerd bij Rabobank Utrecht, afdeling Finance & Control. Het compacte toetsenbord was van het type Cherry compact G81-1800, beschikbaar gesteld door Vierpool BV. De optische muis met scrollwiel was een Cherry, eveneens beschikbaar gesteld door Vierpool BV.

NB: Bij deze proefgroep is aanvankelijk een compact toetsenbord met geïntegreerde trackball ingezet. Omdat de proefpersonen niet tevreden waren over dit toetsenbord, en het bij sommigen aanleiding tot lichamelijke klachten leek te geven, is het vervangen door een compact toetsenbord met numeriek deel met een optische muis.

Deel II Overzicht beschikbare invoermiddelen en hun nut voor preventie van RSI

21

Dit deel van de keuzegids geeft een overzicht van de invoermiddelen die op de markt beschikbaar zijn. Daarbij wordt besproken wat hun betekenis is voor de preventie van RSI-klachten. De informatie is gebaseerd op de wetenschappelijke literatuur; de literatuurlijst vindt u aan het einde van dit deel. Over aspecten waarvoor geen literatuur gevonden werd, is waar mogelijk de informatie aangevuld op basis van algemene kennis door experts van TNO, onder andere gebaseerd op de praktijkproef die in deel I is beschreven. Waar dit is gebeurd, is dat te zien aan de afwijkende opmaak van de tekst (in blauw).

1. Toetsenborden

1.1 Alfabetieke toetsenborden

1.1.1 Standaard toetsenbord, basismodel



Beschrijving invoermiddel	Het standaard toetsenbord heeft een qwerty lay-out van het alfabetieke gedeelte, daarboven functietoetsen F1 t/m F12, daarnaast een gedeelte met pijltjestoetsen en systeemtoetsen en weer daarnaast een numeriek gedeelte in calculator lay-out. Er is geen splitsing in het alfabetieke gedeelte. De tekens en de volgorde van de tekens van het alfabetieke gedeelte kunnen verschillen van land tot land. In Nederland zijn qwerty-toetsenborden standaard. De functietoetsen F1 t/m F12 kunnen expliciet geprogrammeerd worden. Specifieke systeemtoetsen als de Control- (Ctrl), De Caps Lock-toets en de Alternate- (Alt) toets zijn opgenomen in het alfabetieke gedeelte. Andere systeemtoetsen zoals Insert, Delete en End zijn opgenomen in een apart gedeelte boven de pijltjestoetsen. Een toetsenbord heeft standaard de eigenschap dat als een toets ingedrukt blijft, deze toets signalen blijft doorzenden naar de computer: de autorepeat. Deze kan meestal uitgeschakeld worden. Het aanslaan van de toetsen verschilt per toetsmechanisme. Bij toetsenborden met membraantechnologie voelt het indrukken van de toetsen 'zachter' dan bij een veermechanisme. Toetsenborden met een veermechanisme gaan langer mee dan membraantechnologie; membraantechnologie wordt het meest gebruikt omdat het goedkoper is. De feedback naar de gebruiker over het activeren van een toets verschilt per toetsenbord: door middel van een geluidssignaal (bijvoorbeeld een klik) en/of een gevoelssignaal (bijvoorbeeld wegvallen weerstand van de toets). Er zijn diverse normen ontwikkeld over toetsenborden (bijvoorbeeld ISO-norm 9241-4 en het Arbo-Informatieblad AI-2 Werken met Beeldschermen). De hoogte van de rij met de letters f en j mag niet hoger zijn dan 30mm. De horizontale en verticale afstand van de toetsen moet 19mm (± 1mm) zijn, gemeten van het midden tot het midden. De afstand van de toetsen buiten het alfabetieke en het numerieke deel mag niet groter zijn dan 15mm. De oppervlakte van de bovenkant van de toetsen moet ten minste 110mm² zijn. De onderzijde van het toetsenbord moet stroef zijn waardoor het bij gebruik niet kan verschuiven. Door de pootjes in of uit te klappen verandert de helling van een toetsenbord.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i> Klachten van toetsenbordgebruikers betreffen met name vingers, pols, schoudergordel, hoofd en nek. Dat heeft te maken met statische werkhoudingen: een voorovergebogen hoofd, een vooruitgestoken kin, opgetrokken schouders, pronatie van de onderarmen, flexie van de pols, ulnardeviatie van de pols en gestrekte duimen (23, 47, 62). <i>Hand/vingers</i> Bij het typen met tien vingers wordt de pink relatief meer belast dan wijs- en middelvingers, met name bij frequent gebruik van shift en enter (5, 23). Zowel pink als duim worden vaak gestrekt (31, 96). Bij blind typen met 10 vingers is de vingerbelasting echter gunstiger dan wanneer met minder vingers wordt getypt. De weerstand van de toetsen beïnvloedt de kracht die met de vingers tijdens het typen wordt uitgeoefend op de toetsen. Bij een te lage toetsweerstand of een te hoge toetsweerstand wordt teveel kracht geleverd door de vingers. Dit is een risicofactor voor RSI. De optimale toetsweerstand is 0,8N. De vingers kunnen rusten op de toetsen; dit vermindert de statische belasting van de vingerspijlen (37, 39, 89, 94 95, 108).

> >

	Pols/ onderarmen	Ook een gebrek aan feedback leidt tot het uitoefenen van teveel kracht op de toetsen: tot 3,9 keer harder dan noodzakelijk. Personen die een (te) krachtige toetsaanslag hebben, hebben een grotere kans op het ontwikkelen van RSI klachten (5, 8, 33, 37, 39). Een te hoge toetsaanslag wordt verergerd door mentale belasting (65). Bij de aanschaf van een toetsenbord dient gekozen te worden voor een toetsenbord met duidelijke feedback en een toetsweerstand waarbij de vingers op de toetsen kunnen rusten zonder deze te activeren. De vingerbelasting is bij gebruik van pijltjes van het toetsenbord hoger dan bij de muis bij een cursorpositioneringstaak (31). Bij een standaard toetsenbord is ulnairdeviatie en extensie van de pols en pronatie van de onderarm een risicofactor voor RSI (5, 14, 23, 26, 96). Bij een helling van het toetsenbord van meer dan 11° is de extensie van de pols te groot: bloedvaten en zenuwen worden afgekneld. Een standaard toetsenbord met uitgeklapte pootjes maakt een helling van ongeveer 15° (47, 93, 95). De pootjes moeten daarom worden ingeklapt. Als oplossing wordt soms geadviseerd het toetsenbord onder een negatieve hoek (onder het horizontale werkvlak) te gebruiken zodat de polshouding neutraler is (40, 47, 48). Dit wordt afgeraden omdat dan de vingers teveel worden belast (111). Ook een te dik toetsenbord kan leiden tot teveel extensie van de pols, dunne toetsenborden hebben de voorkeur (95). De belasting tussen de linker en rechter pols verschilt. Ulnairdeviatie en polsextensie in de linker pols is groter dan in de rechter pols. Bovendien is de linker pols statischer en heeft de rechter pols meer variatie in bewegingen. Een mogelijke verklaring voor meer bewegingsvariatie van de rechter pols is het gebruik van enter en backspace toetsen. Bij een taak waarbij letters en cijfers worden getypt, worden pols- en onderarmbewegingen meer gevarieerd dan een taak waarbij alleen letters worden getypt (98). Tussen standaard toetsenborden (pijltoetsen), muis en trackpoint zijn er geen verschillen in polsbelasting (31). Wel tussen standaard toetsenborden en split toetsenborden. De belasting van de pols en onderarm is minder bij gebruik van split toetsenborden (79, 88, 93, 109), hoewel bij een split toetsenbord wel meer radiaaldeviatie voorkwam (91).
	Bovenarmen	Personen die typen op een standaard toetsenbord met de armen geabduceerd, lopen daarmee risico op RSI-klachten (5). De belasting van de bovenarmen is bij een gesplitst toetsenbord hoger dan bij een standaard toetsenbord. Bij het split toetsenbord worden de armen namelijk meer geabduceerd (96). De belasting van de bovenarmen bij een trackpoint is lager dan bij de pijltoetsen van een standaard toetsenbord (31). Met de muis en trackball wordt meer met een geëxorteerde bovenarm gewerkt en een meer gestrekte elleboog dan met de pijltoetsen (91).
	Schouders/nek	Een (te) hoog geplaatst toetsenbord kan leiden tot klachten in schouders, nek en bovenrug (5, 66, 96). Op basis van literatuur wordt een toetsenbordhoogte van 60-85 cm vanaf de vloer geadviseerd, met een dikte van het toetsenbord van 3 tot 5 cm (23). TNO adviseert de hoogte van het toetsenbord zodanig in te stellen dat het midden van het toetsenbord op dezelfde hoogte staat als de onderkant van de ellebogen in een ontspannen houding. Ook adviseert TNO blind typen met 10 vingers. De nekbelasting is dan minder; men hoeft de nek minder te buigen om op het toetsenbord te kijken. Bij mentale belasting blijkt de spierbelasting van de schouders extra toe te nemen (65). Er worden geen verschillen gevonden in schouderbelasting tussen muisgebruik en toetsenbordgebruik (pijltoetsen) (29,31). De schouderactiviteit is lager wanneer een trackpoint wordt gebruikt. Dat komt omdat de trackpoint meer vanuit de vingers wordt bestuurd (31).
Ervaren belasting		Hoe langer het standaard toetsenbord achter elkaar wordt gebruikt, hoe meer de vermoeidheid toeneemt (5). Wanneer men met de hand en onderarmen in niet-neutrale posities werkt, neemt het discomfort toe (14, 23). Een te hoge plaatsing van het toetsenbord leidt tot discomfort in de nek (15, 66). Een negatieve helling van het toetsenbord (onder het horizontale werkvlak) vindt men prettig om mee te werken (40, 47, 48). Dit wordt echter afgeraden omdat de vingers dan meer worden belast.

>>

	De ervaren belasting is het ongunstigst bij toetsenborden met een hoge toetsweerstand en zonder feedback met geluidssignaal (39). De ervaren belasting in de pols is bij het split toetsenbord kleiner dan bij het standaard toetsenbord (21, 26). In de andere lichaamsregio's (nek, schouders, onderarmen en bovenarmen) zijn de resultaten wisselend. Het instelbare split toetsenbord scoort ofwel beter of hetzelfde op het gebied van ervaren belasting in vergelijking met een standaard toetsenbord (21, 26, 30, 79, 99).
Productiviteit	Het percentage van de werktijd dat getypt wordt (>4 uur/dag) en de typesnelheid zijn risicofactoren voor RSI. (5) Bij toetsenborden met een onduidelijke feedback worden meer fouten gemaakt (33, 116). De productiviteit is het hoogst bij toetsenborden als de afstand tussen de toetsen (midden tot midden) ongeveer gelijk is aan de vingerbreedte (49). Een toetsenbord moet dus een duidelijke feedback hebben en een voldoende grote toetsafstand. Een negatieve helling en de hoogteverschillen bij de standaardtoetsenborden hebben geen of weinig negatieve invloed op de productiviteit en het aantal gemaakte fouten (19, 21, 48, 66). Bij een mentaal belastende taak is de productiviteit met een standaard toetsenbord hoger (pijltjestoetsen) dan met een muis (65).
Gebruiksvriendelijkheid	Toetsenborden met een duidelijke feedback worden als gebruiksvriendelijkst gewaardeerd, waarbij de voorkeur uitgaat naar een geluidssignaal (23). Wat de indeling van het standaard toetsenbord betreft geven personen de voorkeur aan een grote returntoets die twee rijen beslaat, geplaatst naast de aanhalingstekentoets (78). De resultaten met betrekking tot de ervaren belasting bij split toetsenborden en standaard toetsenborden zijn wisselend. Er worden geen verschillen in ervaren belasting gevonden tussen split en standaard toetsenborden, of er wordt een gunstiger ervaren belasting gevonden bij het split toetsenbord (21, 30, 40, 71, 109, 110). Men prefereert het gebruik van toetsenbord en muis boven het gebruik van alleen een toetsenbord (31). Misschien komt dat omdat muisgebruik sneller is aan te leren dan het gebruiken van een toetsenbord (77).
Comfort	Gebruikers geven de voorkeur aan toetsenborden met een duidelijke feedback; men vindt het fijn als de toetsen bij activeren een kliksignaal geven (78, 116). Er is voorkeur voor het werken met ingeklapte pootjes of een negatieve helling bij toetsenborden. Een toetsenbord met een negatieve helling went snel (40, 47). Niettemin raadt TNO een negatieve helling af omdat het de vingers extra belast. De meningen van gebruikers over de dikte van het toetsenbord varieert. Sommigen geven de voorkeur aan een hoger toetsenbord, anderen aan een lager toetsenbord (19, 66). De beste hoogte is echter de houding waarbij men met ontspannen schouders en de ellebogen in een hoek van 90° kan werken. De aanblik van het split toetsenbord werd beter gewaardeerd dan van een standaard toetsenbord (20).
Evaluatie van de bronnen	Er is veel literatuur te vinden over de RSI-risico's van het werken met een toetsenbord. De meningen over de ongunstige werkhoudingen komen overeen. Daarentegen zijn de meningen over de instelling van de helling van het toetsenbord verdeeld. De meeste vergelijkende onderzoeken betreffen experimenten met een beperkt aantal proefpersonen en korte gewenningstijd aan nieuwe invoermiddelen. Bovendien zijn de geobserveerde taken soms wel heel kort van duur. De aandacht voor het welbevinden van de proefpersonen kan de ervaren belasting en comfort van nieuwe invoermiddelen positief beïnvloeden hebben, gezien de vaak korte proeftaaktijd.

> >

Eindoordeel*RSI-risico:*

- Ongunstige houding van nek wanneer niet met tien vingers wordt getypt
- Ongunstige houding van schouders bij te hoog geplaatst toetsenbord
- Ongunstige houding van bovenarm wanneer met geabduceerde bovenarmen wordt getypt
- Ongunstige houding van onderarmen: pronatie
- Ongunstige houding van pols: ulnairdeviatie, flexie
- Meer dan vier uur typen per dag is een risicofactor voor RSI
- Hoge typesnelheid is een risicofactor voor RSI. Het is niet bekend welke typesnelheid dat is

Aanbevelingen:

- Pootjes toetsenbord inklappen en plat op bureau leggen leidt tot beste pols- en vingerhouding
- De toetsweerstand moet zodanig zijn dat de vingers op de toetsen kunnen rusten zonder dat de toetsen geactiveerd worden (0,8N)
- Voorkeur van gebruikers gaat uit naar een grote returntoets, die twee rijen beslaat
- Voorkeur voor dunne toetsenborden
- **Blind typen verbetert de houding van de nek en schouder**
- **Typen met tien vingers verspreid de belasting over meerdere vingers**
- **Voor de meeste soorten computerwerk is het standaard toetsenbord niet de beste oplossing (zie deel I van deze gids en bij de hierna volgende variaties van het standaard toetsenbord)**

1.1.2 Variatie op basismodel toetsenbord: draadloos



Beschrijving invoermiddel		Er zijn twee typen draadloze toetsenborden te onderscheiden. 1. Toetsenborden met radiotechnologie waarbij op basis van radiofrequenties signalen verzonden en ontvangen worden. Om interferentie met andere gebruikers van draadloze toetsenborden te voorkomen zijn meerdere kanalen en identificatiecodes ontworpen om ervoor te zorgen dat de draadloze apparatuur elkaar niet stoort. Het is van belang dat er voldoende kanalen zijn als meer gebruikers in één ruimte werken. Het draadloze toetsenbord werkt tot op twee meter van de ontvanger. 2. Draadloze toetsenborden die signalen doorgeven via infrarood licht; deze toetsenborden moeten het ontvangststation kunnen "zien": het toetsenbord moet goed gericht zijn en er mogen geen obstakels zijn.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	Er wordt meer bewegingsvrijheid geboden waardoor meer variatie van lichaamshoudingen mogelijk is. Een draadloos toetsenbord heeft alleen voordelen op het gebied van fysieke belasting ten opzichte van het standaard toetsenbord wanneer van deze mogelijkheid gebruik wordt gemaakt.
	<i>Hand/vingers</i>	
	<i>Pols/onderarmen</i>	
	<i>Bovenarmen</i>	
	<i>Schouders/nek</i>	
Ervaren belasting Productiviteit Gebruiksvriendelijkheid Comfort Evaluatie van de bronnen Eindoordeel		Er is geen hinder of belemmering van snoeren op het werkvlak. Dit ziet er ook opgeruimd uit. Het draadloze toetsenbord kan op iedere gewenste positie gelegd worden. Dit is prettig bij taken waar men soms het toetsenbord nodig heeft en soms andere spullen (invoermiddelen of documenten). De nadelen zijn dat batterijen vervangen moeten worden en dat een draadloos toetsenbord gemakkelijker weg raakt in omgevingen waar diefstal voorkomt. Er zijn geen bronnen gevonden waarin het draadloze toetsenbord is geëvalueerd. <i>RSI-risico:</i> • Meer variatie in lichaamshoudingen mogelijk (mits daarvan gebruik wordt gemaakt) waardoor het risico op statische belasting vermindert <i>Aanbevelingen:</i> • Draadloos kan handig zijn wanneer naast toetsenbordgebruik vaak wordt afgewisseld met andere invoermiddelen of spullen terwijl er beperkte ruimte is op het werkvlak • Draadloos wordt afgeraden in een diefstalgevoelige omgeving • Draadloos wordt afgeraden in een omgeving met veel mensen in één ruimte

1.1.3 Variatie op basismodel toetsenbord: linkshandig toetsenbord



Beschrijving invoermiddel		Een linkshandig toetsenbord is een toetsenbord waar het numerieke gedeelte en het gedeelte met systeemtoetsen links zitten. De rest van het toetsenbord heeft dezelfde indeling als het standaard toetsenbord.
Fysieke belasting	Algemeen	Wanneer dit toetsenbord wordt gebruikt in combinatie met een aan de rechterzijde van het toetsenbord geplaatst aanwijsmiddel kan het de houding verbeteren doordat het aanwijsmiddel iets dichterbij het lichaam kan worden geplaatst; het numeriek deel zit rechts niet in de weg.
	Hand/vingers	
	Pols/onderarmen	
	Bovenarmen	Het gebruik van een linkshandig toetsenbord in combinatie met een aanwijsmiddel aan de rechter kant van het toetsenbord kan de belasting van nek, schouder en bovenarm verminderen, omdat het aan de rechterkant geplaatste aanwijsmiddel dichterbij het lichaam geplaatst kan worden. Dit gaat alleen op wanneer het aanwijsmiddel niet afwisselend links en rechts wordt gebruikt.
	Schouders/nek	Het gebruik van een linkshandig toetsenbord in combinatie met een aanwijsmiddel aan de rechter kant van het toetsenbord kan de belasting van nek, schouder en bovenarm verminderen, omdat het aan de rechterkant geplaatste aanwijsmiddel dichterbij het lichaam geplaatst kan worden. Dit gaat alleen op wanneer het aanwijsmiddel niet afwisselend links en rechts wordt gebruikt.
Ervaren belasting		
Productiviteit		
Gebruiksvriendelijkheid		Het linkshandig toetsenbord is een mogelijk alternatief voor mensen die graag linkshandig numerieke data in willen voeren.
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		Er zijn geen bronnen gevonden waarin het linkshandige toetsenbord is geëvalueerd.
Eindoordeel		RSI-risico: - Houdingverbetering mogelijk omdat aanwijsmiddel aan de rechterzijde dichterbij lichaam kan worden geplaatst, mits de gebruiker het aanwijsmiddel alleen aan de rechterzijde gebruikt Aanbevelingen: - Mogelijk alternatief voor mensen die graag linkshandig numerieke data willen invoeren

1.1.4 Variatie op basismodel toetsenbord: extra (programmeerbare) toetsen



Beschrijving invoermiddel		Dit toetsenbord heeft een aantal extra toetsen vergeleken met een standaardtoetsenbord. Deze zitten boven de functietoetsen, als sneltoetsen om internet of multimedia spelers makkelijk te bedienen. Zoals knippen/plakken, internet opstarten, bladeren door bestanden, wisselen van programma's. Soms is het mogelijk zelf functies toe te wijzen aan de toetsen.
Fysieke belasting	Algemeen	Het aantal repeterende bewegingen bij steeds terugkerende identieke reeksen toetsaanslagen wordt sterk gereduceerd. Het risico bestaat dat bereikt moet worden naar de extra toetsen die bovenaan het toetsenbord geplaatst zijn.
	Hand/vingers	
	Pols/onderarmen	
	Bovenarmen	
	Schouders/nek	
Ervaren belasting		Door de extra toetsen kan men met minder handelingen (muisbewegingen, klikken, toetsaanslagen) de gewenste opdracht uitvoeren. Dit vermindert de fysieke belasting en zal ook sneller uitgevoerd kunnen worden. Deze toetsenborden zijn handig voor mensen die veel internetten, veel verschillende applicaties gebruiken en met multimedia spelers werken. In sommige situaties kan het een nadeel zijn dat het toetsenbord groter is als gevolg van de extra knoppen, bijvoorbeeld als ook ruimte op het werkvlak nodig is voor een aanwijsmiddel of papieren documenten.
Productiviteit		
Gebruiksvriendelijkheid		
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		
Eindoordeel		<i>RSI-risico:</i> • Repeterende bewegingen bij terugkerende reeksen toetsaanslagen worden gereduceerd • Risico op reiken naar de extra toetsen die boven in het toetsenbord geplaatst zijn <i>Aanbevelingen:</i> • Wordt alleen aangeraden bij vaak terugkerende reeksen toetsaanslagen • De extra toetsen maken het toetsenbord groter, wat ruimte inneemt op het werkvlak

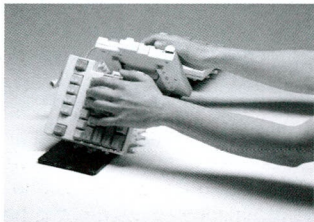
1.1.5 Gesplitst toetsenbord, niet instelbaar



Beschrijving invoermiddel		Een niet-instelbaar gesplitst toetsenbord deelt het toetsenbord in twee helften met op elke helft een groep toetsen. De toetsen hebben, evenals een standaard toetsenbord, een qwerty lay-out. De splitsing bestaat op een vaste plek en de openingshoek van de twee delen is vast. Het ontwerp van deze toetsenborden is er vooral op gericht om ulnairdeviatie van de pols te verminderen.
Fysieke belasting	Algemeen	De toetsenborden zijn doorgaans vrij hoog. Het werkvlak moet dan lager worden geplaatst, maar daar is meestal niet genoeg beenruimte voor. Dit kan leiden tot een ongunstige werkhouding.
	Hand/vingers	De spierkracht die de vingers leveren, is bij een split toetsenbord lager dan bij een standaard toetsenbord (94).
	Pols/onderarmen	Bij gesplitste toetsenborden is ulnairdeviatie en extensie in de pols minder dan bij een standaard toetsenbord. (50, 72, 88, 111). Ook de pronatie van de onderarm is minder dan bij een standaard toetsenbord (50, 72, 88). De houding van polsen en onderarmen verbetert dus. De genoemde voordelen zijn alleen van toepassing voor mensen die met meer dan 2 vingers typen. Mensen met klachten of beperkingen aan de pols of onderarmen hebben baat bij gesplitste toetsenborden.
	Bovenarmen	Sommige gebruikers van gesplitste toetsenborden hebben de neiging om bij het beperken van de ulnairdeviatie van de pols, de bovenarmen meer te abduceren. Dit verhoogt de belasting in de bovenarmen.
	Schouders/nek	De onderzoeken spreken elkaar tegen wanneer het gaat om de belasting van de nek en schouders wanneer een gesplitst toetsenbord wordt gebruikt (40, 71). Sommige gebruikers van gesplitste toetsenborden hebben de neiging om bij het beperken van de ulnairdeviatie van de pols, de bovenarmen meer te abduceren. Dit verhoogt de belasting in de schouders en nek.
Ervaren belasting		De resultaten met betrekking tot de ervaren belasting zijn wisselend. Er worden geen verschillen in ervaren belasting gevonden tussen gesplitste en standaard toetsenborden (30), of er wordt een gunstiger ervaren belasting gevonden bij het gesplitste toetsenbord (71, 110). Van alle lichaamsregio's werd de ervaren belasting in de nek-schouderregio als meest ongunstig beoordeeld bij het gesplitste toetsenbord (30).
Productiviteit		De productiviteit is lager bij een gesplitste toetsenbord in vergelijking met een standaard toetsenbord (30). Dit komt omdat men moet wennen aan het gesplitste design, de productiviteit zal na verloop van tijd vergelijkbaar zijn met dat van een standaard toetsenbord.
Gebruiksvriendelijkheid		Gebruikers hebben veel tijd nodig om aan het gesplitste toetsenbord te wennen (30, 40). >>

Comfort	Gebruikers geven de voorkeur aan het standaard toetsenbord wanneer zij nog niet helemaal zijn gewend aan het gesplitste toetsenbord (30).
Evaluatie van de bronnen	De generaliseerbaarheid van de resultaten van enkele studies is gering omdat de gewenningsperiode kort is. Dit is mogelijk ook een verklaring voor de tegenstrijdige resultaten. Ook is in de meeste studies slechts het effect van een gesplitst toetsenbord op pols en onderarm onderzocht en zijn effecten op andere lichaamsregio's achterwege gelaten, terwijl daar negatieve effecten op kunnen treden.
Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • Spierbelasting vingers neemt af • Minder ulnairdeviatie en extensie van pols en minder pronatie van onderarmen • Risico op belasting van bovenarmen, nek en schouders bij abducen bovenarmen • Ervaren belasting van schouders en nek is hoger • Risico op ongunstige werkhouding bij onvoldoende mogelijkheden om werkvlak te verlagen <i>Aanbevelingen:</i> • Wordt alleen aangeraden voor gebruikers met klachten en/of bewegingsbeperkingen aan de pols en onderarmen, mits zij geen klachten hebben aan nek en schouders en met tien vingers kunnen typen • Het werkvlak moet laag genoeg ingesteld kunnen worden, in verband met de grotere hoogte van dit type toetsenborden • Er moet rekening worden gehouden met gewenningstijd met productieverlies

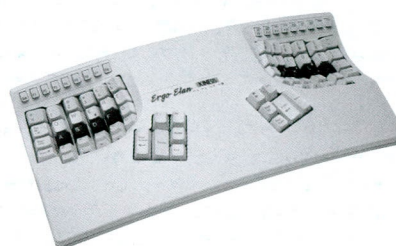
1.1.6 Gesplitst toetsenbord, instelbaar



Beschrijving invoermiddel		De instelbare gesplitste toetsenborden zijn oorspronkelijk ontworpen om de ulnairdeviatie van de pols te verminderen en in sommige gevallen ook om de extensie van de pols en de pronatie van de onderarm te verminderen. Er zijn instelbare gesplitste toetsenborden waarbij alleen de openingshoek instelbaar is (tegen ulnairdeviatie), maar er zijn ook varianten waarbij de zijwaartse hoeken (tegen pronatie van de onderarm) en de voor-achterwaartse helling instelbaar zijn (tegen extensie van de pols). De toetsen hebben, evenals een standaard toetsenbord, een qwerty lay-out.
Fysieke belasting	Algemeen	De toetsenborden zijn doorgaans vrij hoog. Het werkvlak moet dan lager worden geplaatst, maar daar is meestal niet genoeg beenruimte voor. Dit kan leiden tot een ongunstige werkhouding.
	Hand/vingers	Bij een voor-achterwaartse hellingshoek waarbij de pols neutraal is, zijn de vingers meer gestrekt. Daardoor zal er een grotere belasting optreden (81, 111).
	Pols/onderarmen	Een grotere openingshoek zorgt voor een neutralere polshoek (81, 99, 101, 109). Bij instelbare gesplitste toetsenborden is de polshouding beter dan bij een standaard toetsenbord: minder ulnairdeviatie en minder extensie. Ook de pronatie van de onderarm is minder dan bij een standaard toetsenbord (26, 50, 72, 73, 88, 111). De spieractiviteit van onderarmspieren is minder bij het gebruik van het instelbare gesplitste toetsenbord (79). Mensen met klachten of beperkingen aan de pols of onderarmen hebben baat bij gesplitste toetsenborden.
	Bovenarmen	De resultaten met betrekking tot de belasting van de bovenarmen zijn wisselend. Er wordt een hogere belasting van de bovenarmen gevonden of geen verschil wanneer een instelbaar gesplitst toetsenbord met een standaard toetsenbord wordt vergeleken. (79, 99). Mogelijk dat een verschillende werktechniek daar aan ten grondslag ligt. Bij het gebruik van een instelbaar gesplitst toetsenbord loopt men het risico met meer geabduceerde bovenarmen te werken dan met het standaard toetsenbord, waardoor de belasting op de bovenarmen toeneemt.
	Schouders/nek	Bij het gebruik van een instelbaar gesplitst toetsenbord loopt men het risico met meer geabduceerde bovenarmen te werken dan met het standaard toetsenbord. Daardoor kan de belasting van de nek- en schouderregio toenemen. > >

Ervaren belasting	De ervaren belasting in de pols is bij het instelbare gesplitste toetsenbord beter dan bij het standaard toetsenbord (21, 26). In de andere lichaamsregio's (nek, schouders, onderarmen en bovenarmen) zijn de resultaten wisselend. Het instelbare gesplitste toetsenbord scoort ofwel beter of hetzelfde als een standaard toetsenbord (21, 26, 79, 99). De ervaren belasting van een niet instelbaar gesplitst toetsenbord is gunstiger dan een instelbaar gesplitst toetsenbord (110). Dit resultaat kan anders uitpakken wanneer in onderzoeken langere gewenningsperiodes worden gehanteerd. Ook zijn de openingshoeken van niet instelbare gesplitste toetsenborden over het algemeen kleiner dan bij de instelbare. Grotere openingshoeken en een grotere zijwaartse helling worden negatief ervaren (81, 109). In één onderzoek worden geen verschillen gevonden tussen de verschillende instellingen van hoeken, de gewenningstijd in dit onderzoek was het langst (105).
Productiviteit	Na de introductie van het instelbare gesplitste toetsenbord is er aanvankelijk een daling in productiviteit ten opzichte van het standaard toetsenbord, maar die verdwijnt na 2 uur (bij professionele typisten) tot twee dagen (99, 105). De fouten die in eerste instantie worden gemaakt, hebben te maken met het activeren van verkeerde toetsen (20). Over de invloed van de openingshoek bestaan wisselende resultaten: er is gevonden dat de productiviteit gelijk blijft wanneer de openingshoeken worden gevarieerd (73), maar ook dat bij een openingshoek van 15° de productiviteit 5% minder is ten opzichte van een standaard toetsenbord en bij 30° 20% minder (20, 21).
Gebruiksvriendelijkheid	Het aanleren van het werken met het instelbare gesplitste toetsenbord duurt langer dan mensen accepteren, dit geldt vooral bij ervaren gebruikers. Dat komt omdat ze ingesleten motorische patronen moeten veranderen (21).
Comfort	Gemiddeld ligt de voorkeur voor de openingshoek tussen de 11° en 20°, in plaats van de geadviseerde hoek van 30° (79, 109). Dit heeft waarschijnlijk te maken met de mate van gewenning aan het werken met een instelbaar gesplitst toetsenbord. Het uiterlijk van het instelbare gesplitste toetsenbord is positief en wordt beter gewaardeerd dan het standaard toetsenbord (20, 26). Het gesplitste toetsenbord voelt beter aan dan het standaard toetsenbord wat betreft ritme en vloeiende aanslag (109).
Evaluatie van de bronnen	De generaliseerbaarheid van de resultaten van enkele studies is gering omdat de gewenningsperiode kort is. Dit is mogelijk ook een verklaring voor de tegenstrijdige resultaten. Ook is in de meeste studies slechts het effect van een gesplitst toetsenbord op pols en onderarm onderzocht en zijn effecten op andere lichaamsregio's achterwege gelaten, terwijl daar negatieve effecten op kunnen treden.
Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • Minder ulnairdeviatie en extensie van pols • Minder pronatie en minder spierbelasting van onderarmen • Risico op belasting van bovenarmen, nek en schouders bij abducen bovenarmen • Ervaren belasting van schouders en nek is hoger • Risico op ongunstige werkhouding bij onvoldoende mogelijkheden om werkvlak te verlagen <i>Aanbevelingen:</i> • Geen gebruik maken van instelling van voor-achterwaartse helling, wel van zijwaartse helling en openingshoek • Wordt alleen aangeraden voor gebruikers met klachten aan de pols en onderarmen, mits zij geen klachten hebben aan nek en schouders en met tien vingers kunnen typen • Het werkvlak moet laag genoeg ingesteld kunnen worden, in verband met de grotere hoogte van dit type toetsenborden • Er moet rekening worden gehouden met gewenningstijd met productieverlies

1.1.7 Contour toetsenborden



Beschrijving invoermiddel		Contour toetsenborden zijn ontworpen om de stand van vingers, handen en polsen te verbeteren. Daarbij is uitgegaan van de lengte van de vingers: de toetsen zijn in een komvorm geplaatst, met een splitsing tussen de toetsen voor de linker en de rechter hand. Voor de duim zijn aparte toetsen gedefinieerd, dit zijn meestal de systeemtoetsen.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	De handen bewegen op een contour toetsenbord minder dan op een standaard toetsenbord (38). Dit is niet per definitie gunstiger dan een standaard toetsenbord, mogelijk leidt dit tot een nog statischer houding bij beeldschermwerk. De spierbelasting van de vingers kan kleiner zijn omdat er met het ontwerp rekening mee gehouden is dat de vingers niet alle even lang zijn; ze hoeven minder te worden gestrekt. De polshouding van een contour toetsenbord is gunstiger dan van een standaard toetsenbord, dit geldt voor flexie en extensie en voor ulnairdeviatie en radiaaldeviatie (26, 38, 100, 111). Ook de spierbelasting in de onderarm is lager (38, 100). Overigens zijn er geen verschillen in belasting van de pols tussen een contour toetsenbord en een instelbaar gesplitst toetsenbord (26). Er wordt geen verschil verwacht tussen de belasting van de bovenarmen bij een contour toetsenbord en een standaard toetsenbord. Er is geen verschil tussen belasting van de nek en schouders bij een contour toetsenbord en een standaard toetsenbord (100).
	<i>Hand/vingers</i>	
	<i>Pols/onderarmen</i>	
	<i>Bovenarmen</i>	
Ervaren belasting		De ervaren belasting van het contour toetsenbord wordt beter beoordeeld dan een standaard toetsenbord (26, 38, 100) en even goed als een instelbaar gesplitst toetsenbord (26).
Productiviteit		Met een contour toetsenbord wordt langzamer getypt en worden meer fouten gemaakt dan met standaard toetsenborden en split toetsenborden. In alle onderzoeken is echter sprake van een beperkte gewenningstijd (26, 38, 100). Uit onderzoek met de Flinder blijkt de productiviteit na vier weken gebruik gelijk te zijn aan een standaard toetsenbord (97). Dit contour toetsenbord wijkt iets af van de andere contour toetsenborden doordat de Flinder op schoot kan worden gelegd en de komvorm minder uitgesproken is.
Gebruiksvriendelijkheid		De leertijd zal lang zijn omdat de oriëntatie van de toetsen anders is dan bij een standaard toetsenbord. Ook is het nodig om blind te kunnen typen.
Comfort		> >

Evaluatie van de bronnen

In de literatuur over contour toetsenborden is vaak sprake van een beperkte gewenningstijd. De productiviteit zal verhogen wanneer langer geoefend kan worden met het nieuwe invoermiddel.

Eindoordeel*RSI-risico:*

- Minder ulnairdeviatie en extensie van pols
- Minder spierbelasting van onderarmen
- Ervaren belasting gunstiger

Aanbevelingen:

- Wordt alleen aangeraden voor gebruikers met klachten aan vingers, pols en onderarmen, mits zij geen klachten hebben aan nek en schouders en blind met tien vingers kunnen typen
- Er moet rekening worden gehouden met lange gewenningstijd met productieverlies

1.1.8 Compacte toetsenborden



Beschrijving invoermiddel		Bij compacte toetsenborden, ook wel laptoptoetsenbord of minitoetsenbord genoemd, is de ruimte tussen de toetsensecties (het alfanumerieke deel, de navigatietoetsen, de edit-toetsen, de systeemtoetsen en het numerieke deel) verkleind, ontbreekt soms het numerieke deel en zijn de toetsen zelf soms kleiner. Soms ontbreken ook enkele functietoetsen (bijvoorbeeld F11 en F12), die dan zijn te typen met andere functietoetsen (bijvoorbeeld F1 en F2) in combinatie met een speciale modifier-toets die de Fn-toets wordt genoemd (werking vergelijkbaar met Shift-, Control- en Alt-toets). Bij een ontbrekend numeriek deel kunnen ook de numerieke tekens met de Fn-toets worden getypt op een aantal lettertoetsen. De standaardisatie van dit type toetsenbord is matig: er is variatie in de plaatsing van toetsen, tussen-toetsafstanden en indeling.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	Wanneer dit toetsenbord wordt gebruikt in combinatie met een aan de rechterzijde van het toetsenbord geplaatst aanwijsmiddel, kan het de houding verbeteren doordat het aanwijsmiddel dicht bij het lichaam kan worden geplaatst.
	<i>Hand/vingers</i>	De belasting van hand en vingers is vergelijkbaar met een standaard toetsenbord.
	<i>Pols/onderarmen</i>	De belasting van pols en onderarmen is vergelijkbaar met een standaard toetsenbord.
	<i>Bovenarmen</i>	De belasting van de bovenarmen is iets lager dan een standaard toetsenbord omdat het aanwijsmiddel dichtbij kan worden geplaatst. Dat geldt niet wanneer het compact toetsenbord wordt gebruikt om veel cijfers in te voeren.
	<i>Schouders/nek</i>	Dit type toetsenbord geeft een lagere belasting van schouders en bovenarmen bij het gebruik van een aanwijsmiddel rechts van het toetsenbord, omdat het aanwijsmiddel dicht bij het midden van het lichaam, ongeveer recht voor de schouder, geplaatst kan worden. Dat geldt niet wanneer het compact toetsenbord wordt gebruikt om veel cijfers in te voeren.
Ervaren belasting		De ervaren belasting is beter dan bij een standaard toetsenbord omdat de houding van arm en hand beter wordt gewaardeerd.
Productiviteit		Er is geen productieverlies bij een 'tussen-toetsafstand' van 16,7 mm (bij een standaard toetsenbord is dat 19,1 mm). Andere, geringere tussen-toetsafstanden (16,0, 15,6 en 15,0 mm) geven wel een productieverlies (mensen met smalle vingers hebben geen productieverlies, zelfs niet bij de smalste tussen-toetsafstand) (68, 117). Mensen met grotere vingers zullen dan ook eerder productieverlies en ongemak ervaren dan mensen met kleine vingers.

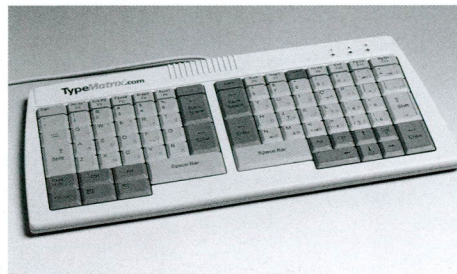
> >

Gebruiksvriendelijkheid	De afwijkende plaats van functietoetsen, navigeertoetsen en edit-toetsen en een afwijkende tussen-toetsafstand vergt leertijd. Ook na enkele weken moet men soms nog zoeken naar toetsen. Men vindt het onhandig als bepaalde functietoetsen niet rechtstreeks (zonder tegelijkertijd indrukken van de Fn-toets) zijn te typen, met name wanneer dit vaak wordt gebruikt. Dit type toetsenbord kan goed gecombineerd worden met een los numeriek toetsenbord. Als men zeer frequent afwisselt tussen alfanumerieke toetsen en numerieke toetsen, prefereert men een compact toetsenbord met eigen numeriek deel. Het toetsenbord neemt minder ruimte in op het werkvlak en is gemakkelijker te verplaatsen; men vindt dat prettig in werksituaties als men computerwerk afwisselt met het werken met papieren documenten.
Comfort	Het comfort is vergelijkbaar met een standaard toetsenbord
Evaluatie van de bronnen	Hoewel de gewenningstijden in de literatuur kort zijn, is toch geen productieverlies gevonden.
Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • Verminderde belasting van bovenarmen, schouders en nek ten opzichte van standaard toetsenbord • Gunstiger ervaren belasting, met name van armen en handen, ten opzichte van standaard toetsenbord <i>Aanbevelingen:</i> • Dit type toetsenbord wordt geprefereerd boven het standaard toetsenbord. Het aanwijsmiddel kan bij dit type toetsenbord dichter bij het lichaam worden geplaatst. De versie zonder numeriek deel heeft de voorkeur, al dan niet gecombineerd met los numeriek toetsenbord, behalve als veel afgewisseld wordt tussen alfanumeriek en numeriek deel want dan kan een vast numeriek deel prettiger zijn • Kleinere tussen-toetsafstanden dan 19 mm worden afgeraden • Compacte toetsenborden waarbij functietoetsen als toetscombinatie met een andere functietoets gebruikt moeten worden, worden afgeraden • Is prettig bij weinig ruimte op het werkvlak

1.1.9 Toetsenbord met andere lay-out dan qwerty



Dvorak lay-out



Kolomindeling

Beschrijving invoermiddel		De lay-out van toetsenborden kan verschillen. De tekens kunnen verschillen van land tot land en de rangschikking kan verschillen. In Nederland zijn qwerty-toetsenborden standaard. In Frankrijk wordt bijvoorbeeld de azerty-indeling gebruikt. Er zijn ook alternatieve indelingen ontworpen met als doel de fysieke belasting te verminderen of de productiviteit te verhogen. Bijvoorbeeld de alfabetische indeling en de Dvorak indeling. De Dvorak lay-out kan op sommige bestaande toetsenborden worden ingesteld. Ook zijn er ontwerpen waarbij de toetsen niet verspringen maar een kolomindeling hebben.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	
	<i>Hand/vingers</i>	Er wordt geschat dat bij qwerty lay-out de linker hand 60% van de typebelasting uitvoert (Engelse taal). Ook de pink wordt relatief meer belast dan wijs- en middelvingers, met name bij frequent gebruik van shift en enter (23). Door een andere lay-out kan de belasting van de vingers verminderen (maar ook vermeerderen). Het effect zal echter klein zijn.
	<i>Pols/onderarmen</i>	Door een andere indeling is het niet waarschijnlijk dat de fysieke belasting van de polsen en/of onderarmen verandert omdat nog steeds sprake is van ulnairdeviatie van de pols en pronatie van de onderarmen.
	<i>Bovenarmen</i>	Door een andere indeling is het niet waarschijnlijk dat de fysieke belasting van de bovenarmen verandert. De houding van het bovenlichaam is namelijk gelijk aan de houding bij het standaard toetsenbord.
	<i>Schouders/nek</i>	Mogelijk moet iemand in de gewenningsfase wat vaker op het toetsenbord kijken en treedt er daardoor meer nekflexie op. Verwacht mag worden dat dit verdwijnt nadat de persoon volledig blind kan typen op het toetsenbord met de alternatieve indeling.
Ervaren belasting		De ervaren belasting zal in de gewenningsfase van het alternatieve toetsenbord wat hoger zijn, omdat men nog moet wennen aan de indeling. De ervaren belasting zal bij een alternatieve lay-out ongeveer even groot zijn als bij een standaard qwerty-indeling, omdat de fysieke belasting nauwelijks zal verschillen ten opzichte van een standaard toetsenbord.
Productiviteit		Na een trainingstijd van 40 uur is de alfabetische lay-out 8% langzamer dan de qwerty lay-out en de Dvorak lay-out 2,6-20% sneller, maar er zijn zeer verschillende resultaten gevonden in diverse onderzoeken naar de Dvorak lay-out. Bij de pijltjestoetsen wordt het beste gepresteerd bij kruisvormige en T-vormige lay-out in plaats van een lijnvormige lay-out (23, 77, 78).
Gebruiksvriendelijkheid		De qwerty-indeling is algemeen geaccepteerd in Nederland, waardoor overschakeling op een andere lay-out moeilijk is. Het vergt veel leertijd.

> >

Comfort**Evaluatie van de bronnen**

Er is slechts één review beschikbaar, gebaseerd op verouderde artikelen uit de jaren tachtig. De interpretatie en generaliseerbaarheid is dus gering.

Eindoordeel*RSI-risico:*

- Mogelijk minder belasting van vingers dan bij een standaard toetsenbord, hoewel effect klein zal zijn

Aanbevelingen:

- Alfabetische of Dvorak lay-out wordt niet aangeraden vanwege geringe voordelen voor fysieke belasting terwijl de leertijd lang is
- Pijltjestoetsen met kruisvormige of T-vormige lay-out wordt geadviseerd

1.1.10 Toetsenbord met geïntegreerd aanwijsmiddel



Beschrijving invoermiddel		Toetsenborden met geïntegreerd aanwijsmiddel bevatten bijvoorbeeld een touchpad, trackpoint of trackball. Het doel van deze toetsenborden is de gebruiker in staat te stellen dicht bij het lichaam een aanwijsmiddel te kunnen gebruiken. Ruimtebesparing kan ook een overweging zijn. Er is keus tussen een aanwijsmiddel naast het alfanumerieke deel, onder het alfanumerieke deel of tussen de letters G en H. Dat laatste geldt alleen voor een trackpoint.
Fysieke belasting	Algemeen	Het aanwijsmiddel dat geïntegreerd is in het toetsenbord, kan dicht bij het lichaam worden geplaatst dan een los aanwijsmiddel, waarmee ver reiken kan worden voorkomen. Daarentegen kan het ook de bewegingsvrijheid beperken.
	Hand/vingers	
	Pols/onderarmen	
	Bovenarmen	
	Schouders/nek	Een touchpad dat in een toetsenbord is geïntegreerd, voorkomt ver reiken zoals bij een toetsenbord met een separaat aanwijsmiddel. Dit aanwijsmiddel is dan verder van de persoon af gepositioneerd dan een geïntegreerd aanwijsmiddel (95).
Ervaren belasting		
Productiviteit		
Gebruiksvriendelijkheid		Mogelijk is een toetsenbord met geïntegreerd aanwijsmiddel een goede optie bij ruimtegebrek op het werkvlak.
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		Er is één artikel gevonden waarin de voordelen van een toetsenbord met geïntegreerd aanwijsmiddel zijn genoemd.
Eindoordeel		RSI-risico: • Houdingsverbetering mogelijk omdat aanwijsmiddel dicht bij lichaam is geplaatst waardoor reiken wordt beperkt • Risico op beperking van bewegingsvrijheid en daarmee mogelijkheden in houdingsvariatie Aanbevelingen: • Het is tot op heden onduidelijk of toetsenborden met geïntegreerd aanwijsmiddel moeten worden aangeraden of afgeraden

1.2 Numerieke toetsenborden

1.2.1 Standaard numeriek toetsenbord



Beschrijving invoermiddel		Numerieke toetsenborden hebben de cijfertoetsen 0-9 in calculatorindeling, aangevuld met Enter-, +, -, *, / en NumLock-toets en dikwijls ook met Esc-, Ctrl-, Alt- en Backspace-toets. De toetsen kunnen als tweede functie werken als navigatie- en edit-toetsen (pijltoetsen, Pgdn, PgUp, Home, End, Ins en Del). Een alfanumeriek toetsenbord kan worden aangesloten op het numerieke toetsenbord (of op de stekker van het numerieke toetsenbord), zodat de twee toetsenborden van een aansluiting op de computer gebruik kunnen maken, of heeft een eigen aansluiting (meestal USB).
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	Het biedt meer mogelijkheden voor variatie van lichaamshouding en afwisseling van links- en rechtshandig gebruik. Het maakt ook een betere werkplekopstelling mogelijk, wanneer tijdens het invoeren van numerieke gegevens het numerieke toetsenbord dicht bij het lichaam wordt geplaatst.
	<i>Hand/vingers</i>	Het gebruik van een numeriek toetsenbord in combinatie met een compact toetsenbord levert een vergelijkbare belasting van de hand en vingers op ten opzichte van een standaard toetsenbord.
	<i>Pols/onderarmen</i>	Het gebruik van een numeriek toetsenbord in combinatie met een compact toetsenbord levert gunstiger belasting op van de onderarm en pols dan een standaard toetsenbord.
	<i>Bovenarmen</i>	Het gebruik van een numeriek toetsenbord in combinatie met een compact toetsenbord levert een gunstiger belasting van de bovenarmen op dan een standaard toetsenbord.
	<i>Schouders/nek</i>	Het gebruik van een numeriek toetsenbord in combinatie met een compact toetsenbord levert een gunstiger belasting van de nek en schouders op dan een standaard toetsenbord.
Ervaren belasting		De ervaren belasting van een los numeriek toetsenbord in combinatie met een compact toetsenbord is gunstiger dan een standaard toetsenbord.
Productiviteit		De productiviteit van een numeriek toetsenbord is bij call centerwerk en data entry werk beter dan bij een standaard toetsenbord.
Gebruiksvriendelijkheid		Als veel numerieke gegevens ingetypt moeten worden, kan een numeriek toetsenbord praktisch zijn. Het neemt weinig plaats in, kan dichtbij het lichaam geplaatst worden en kan goed gecombineerd worden met schrijven op papieren documenten. Ook kan het numerieke toetsenbord gemakkelijk verplaatst worden.
Comfort		Het comfort van een los numeriek toetsenbord wordt beter gewaardeerd dan een standaard toetsenbord.
Evaluatie van de bronnen		Er is geen specifieke literatuur gevonden over numerieke toetsenborden. > >

Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • In combinatie met een compact toetsenbord is de belasting van pols, onderarm, bovenarm, nek en schouders gunstiger dan een standaard toetsenbord • Meer mogelijkheden voor variatie van lichaamshouding mits juist geplaatst (dicht bij lichaam) • Maakt een betere werkplekopstelling mogelijk, doordat tijdens het invoeren van numerieke gegevens het numerieke toetsenbord dicht bij het lichaam kan worden geplaatst <i>Aanbevelingen:</i> • Voor gebruikers van een compact toetsenbord zonder numeriek deel wordt het losse numerieke toetsenbord aanbevolen, wanneer redelijk vaak numerieke gegevens worden ingevoerd en wanneer redelijk vaak navigatie en edit-toetsen worden gebruikt. Als zeer frequent wordt afgewisseld tussen numerieke en alphanumerieke invoer van gegevens heeft een compact toetsenbord met een vast numeriek deel de voorkeur
--------------------	---

1.2.2 Variatie: numeriek toetsenbord met programmeerbare toetsen



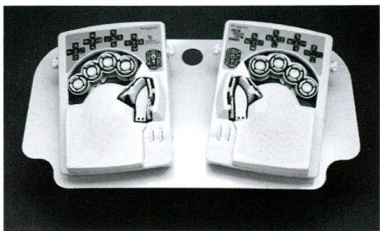
Beschrijving invoermiddel		Numerieke toetsenborden met programmeerbare hebben naast de toetsen van een standaard numeriek toetsenbord, een aantal extra toetsen die door de gebruiker geprogrammeerd kunnen worden en/of het is mogelijk de standaard toetsen te programmeren. Het programmeren houdt in dat een reeks toetsaanslagen “onder” een toets wordt gebundeld en dat bij een aanslag van die toets de hele reeks toetsaanslagen naar de computer wordt gestuurd. Vaak kan men zelf opschriften op de toetsen aanbrengen.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	Het aantal repeterende bewegingen bij steeds terugkerende identieke reeksen toetsaanslagen wordt sterk gereduceerd.
	<i>Hand/vingers</i>	
	<i>Pols/onderarmen</i>	
	<i>Bovenarmen</i>	
	<i>Schouders/nek</i>	
Ervaren belasting		Als bepaalde reeksen toetsaanslagen veel voorkomen in het werk, is het handig als slechts één toetsaanslag nodig is voor de hele reeks. Het programmeren en leren gebruiken van de programmeerbare toetsen vergt enige tijd.
Productiviteit		
Gebruiksvriendelijkheid		
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		
Eindoordeel		
		<i>RSI-risico:</i> • Vergelijkbaar met het standaard numerieke toetsenbord • Mogelijkheid repeterende handelingen te reduceren door identieke reeksen toe te kennen aan een toets <i>Aanbevelingen:</i> • Programmeerbare toetsen op een numeriek toetsenbord hebben de voorkeur boven het standaard numerieke toetsenbord als men veelvuldig terugkerende reeksen toetsaanslagen wenst te bundelen onder één toetsaanslag

1.3 Chording toetsenborden

1.3.1 Chording toetsenbord tweehandige bediening



orbi Touch



Datahand

Beschrijving invoermiddel		Akkoorden (chording) toetsenborden werken als een muziekinstrument met toetsen. Gegevensinvoer vindt plaats door één of meer toetsen tegelijkertijd te activeren. Een bepaalde (combinatie van) toetsen of knoppen leidt tot een letter, cijfer of commando. Voorbeelden zijn de orbi Touch en de Datahand. De orbi Touch bestaat uit twee schalen, een selectorschaal (voor categorieën) en een karakterschaal (voor letters), waarop de handen rusten. Ze worden met een armbeweging in een richting bewogen (dus niet gedraaid). Bij de Datahand worden de vingers in kommetjes geplaatst waarbij de vingers 5 kanten op kunnen worden bewogen. Iedere vinger- en duimbeweging staat voor een letter, cijfer of commando.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	
	<i>Hand/vingers</i>	De door de vingers geleverde kracht is bij de Datahand lager dan bij een standaard toetsenbord (32)
	<i>Pols/onderarmen</i>	Bij het gebruik van de orbi Touch zijn alle polsbewegingen minder ongunstig dan bij een standaard toetsenbord. Maar ook de variaties in de bewegingsuitslagen zijn verminderd (74). Dit is te verklaren doordat de orbi Touch veel meer vanuit de arm wordt bediend dan vanuit vingers, handen en pols zoals dat bij een standaard toetsenbord gebeurt.
	<i>Bovenarmen</i>	Met het gebruik van een chording toetsenbord bestaat het risico dat in een statischer houding wordt gewerkt.
	<i>Schouders/nek</i>	Met het gebruik van een chording toetsenbord bestaat het risico dat in een statischer houding wordt gewerkt.
Ervaren belasting		
Productiviteit		Na 10 uur training is de typesnelheid bij de Datahand gelijk aan de typesnelheid van een standaard toetsenbord, na 20 uur is de typesnelheid hoger. Bij de orbi Touch wordt na 5 uur training dezelfde productiviteit als bij een standaard toetsenbord behaald bij een taak waarbij letters en woorden werden overgetypt (32, 74).
Gebruiksvriendelijkheid		Om de Datahand te gebruiken is het niet nodig om extra software te installeren. De leertijden verschillen tussen de chording toetsenborden, in de gevonden literatuur varieert het tussen de 5 en 10 uur (32, 74).
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		Er zijn twee artikelen gevonden over tweehandige chording toetsenborden (32, 74). Deze artikelen zijn van matige kwaliteit, er zijn weinig proefpersonen betrokken in het onderzoek. De gegevens over productiviteit gaan alleen over woorden of letters overtypen, de productiviteit bij andere taken is niet bekend.

> >

Eindoordeel*RSI-risico:*

- Minder belasting vingers
- Betere polshouding maar statischer belasting pols
- Risico statischer houding van bovenarmen, schouders en nek

Aanbevelingen:

- Wordt niet aanbevolen maar kan een optie zijn wanneer men hogere productiviteit wenst te halen bij simpele data entry taken
- Er moet rekening worden gehouden met lange gewenningstijd

1.3.2 Chording toetsenbord éénhandige bediening



Beschrijving invoermiddel		Akkoorden (chording) toetsenborden voor éénhandig gebruik zijn toetsenborden die werken als een muziekinstrument met toetsen. Gegevensinvoer vindt plaats door één of meer toetsen te activeren. Een bepaalde (combinatie van) toetsen of knoppen leidt tot een letter, cijfer of commando. Eénhandige chording toetsenborden hebben als kenmerk dat met één hand het toetsenbord wordt bediend terwijl de andere hand rust of een ander invoermiddel bedient.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	
	<i>Hand/vingers</i>	De belasting van de vingers en de hand kan hoger zijn aan de zijde waar men dit toetsenbord gebruikt dan bij een standaard toetsenbord omdat deze hand zeer intensief bezig is met het indrukken van toetsen, waarvoor bovendien in sommige gevallen tamelijk extreme bewegingen nodig zijn, afhankelijk van het ontwerp.
	<i>Pols/onderarmen</i>	De belasting kan mogelijk lager zijn dan bij een standaard toetsenbord, omdat de houding van de handen vrij te kiezen is.
	<i>Bovenarmen</i>	
	<i>Schouders/nek</i>	De belasting kan mogelijk lager zijn dan bij een standaard toetsenbord, omdat de houding van de handen vrij te kiezen is.
Ervaren belasting		De Infogrip wordt gunstiger ervaren dan een standaard toetsenbord. Het deel waarop de hand steunt, levert bij de Infogrip een vervelend gevoel op in de pols. Maar er wordt geen belasting ervaren aan nek, rug of armen (69).
Productiviteit		De productiviteit van de Infogrip is lager dan bij een toetsenbord, er worden bijna geen fouten gemaakt, maar de hoogst behaalde productiviteit is 49 karakters per minuut (69). Bij het Ternary Chording Keyboard duurt het gemiddeld 34 minuten om 24 karakters aan te leren. De hoogst behaalde typesnelheid is 162 karakters per minuut (76).
Gebruiksvriendelijkheid		De leertijd van een chording toetsenbord met eenhandige bediening is lang.
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		Er zijn twee artikelen gevonden over eenhandige chording toetsenborden. Deze artikelen zijn van matige kwaliteit. Weinig proefpersonen zijn betrokken in het onderzoek en de gewenningstijden aan de nieuwe invoermiddelen was kort.
Eindoordeel		<i>RSI-risico:</i> • Risico op hogere belasting vingers door de opgelegde, niet-neutrale houding van de vingers • Mogelijkheid tot betere polshouding doordat deze vrij te kiezen is • Mogelijkheid tot betere houding schouders en nek doordat deze vrij te kiezen is <i>Aanbevelingen:</i> • Kan een optie zijn voor mensen met klachten aan één hand • Kan een optie zijn in omgevingen waar geen werkvlak is waar een toetsenbord op gelegd kan worden. • Er moet rekening worden gehouden met lange gewenningstijd

2. Aanwijsmiddelen

2.1 Muizen

2.1.1 Standaard muis, basismodel: één of twee knoppen, symmetrisch



Beschrijving invoermiddel		Onder een basis muis wordt een symmetrische muis met één of twee knoppen verstaan. Het is een aanwijsmiddel met twee algemene functies: het positioneren van de cursor en het (dubbel-) klikken. De symmetrische vorm maakt de muis geschikt voor zowel links- als rechtshandigen. Met software is het mogelijk zelf de knoppen te definiëren voor links- of rechtshandig muizen in het geval van twee knoppen.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	De muis wordt vaak gezien als een belangrijke veroorzaker van RSI. De term 'muisarm' wordt vaak gebruikt om RSI aan te duiden. Maar een direct verband tussen het ontstaan van RSI-klachten en het gebruik van een computermuis is vooralsnog niet aangetoond. In de literatuur worden slechts indicaties gevonden voor mogelijke verbanden tussen RSI-klachten en muisgebruik. Muisgebruikers hebben met name gezondheidsklachten aan schouders, pols, hand en vingers, mede als gevolg van statische belasting en extreme standen van de schouderregio, polsen, handen en vingers. Klachten lijken vaker voor te komen naarmate men langduriger met de muis werkt (2, 35, 41, 58). Volgens de ISO-norm 9241-9 moet het balletje onder de muis gelokaliseerd zijn ter hoogte van de vingers in plaats van de palm van de hand. Een lang snoer is van belang om voldoende bewegingsvrijheid te hebben bij de bediening van de muis.
	<i>Hand/vingers</i>	De meest belastende taak voor hand en vingers is het slepen; knoppen worden geactiveerd met de vingers, terwijl tegelijkertijd in de muis geknepen wordt om te positioneren (9). De eigenschappen van de muisknoppen beïnvloeden de belasting van hand en vingers. Wanneer het onduidelijk is wanneer de knoppen worden geactiveerd (feedback), wordt meer kracht door de vingers uitgeoefend dan nodig is. Wanneer de weerstand van de knoppen te hoog is, wordt ook teveel kracht door de vingers uitgeoefend (9, 54). Wanneer de weerstand van de knoppen te laag is, laten gebruikers de hand en vingers boven de muisknoppen zweven in plaats van deze op de muisknoppen te laten rusten, wat onnodige belasting van de vingerpezen tot gevolg heeft. De vingers moeten ontspannen kunnen rusten op de knoppen zonder deze te activeren. Ook vorm en materiaal zijn van belang. Een muis mag niet te groot zijn want vingers kunnen efficiënter kracht leveren wanneer ze licht gebogen zijn dan wanneer ze recht zijn (84). Wanneer het materiaal van de muis te glad is, gaan gebruikers teveel knijpen in de muis (9). Bij de muis worden de vingers minder belast dan bij een trackball, dit komt omdat de muis met name met onderarm en hand wordt bestuurd, terwijl de trackball met name door de vingers wordt bestuurd (24, 90, 113, 118). Ook worden bij de muis de vingers minder belast dan bij de pijltjestoetsen of sneltoetsen van een toetsenbord (31). Toch wordt bij gebruik van toetsenbord en muis aangeraden om muisgebruik af te wisselen met bediening door het toetsenbord, om zoveel mogelijk variatie te krijgen in de gehele houding. Het variëren van muisgebruik tussen rechter en linker hand wordt geadviseerd door deskundigen. Het gevaar daarvan is echter dat met de niet-voorkeurshand vaak minder ontspannen wordt gewerkt en men juist daardoor weer klachten kan ontwikkelen. > >

	<i>Pols/onderarmen</i>	De meest belastende taken voor pols en onderarm zijn sleeptaken (waarbij de muisknop ingedrukt wordt gehouden) (24). Kenmerkende houdingen bij muisgebruik zijn ulnairdeviatie en extensie van de pols en pronatie van de onderarm (9, 18, 31, 41, 52, 57). Deze houdingen zijn risicofactoren op het ontstaan van klachten aan de pols, met name als deze ongunstige houdingen langdurig worden volgehouden en waarbij kracht wordt geleverd (57, 60). De dikte van de muis mag niet meer zijn dan 4 cm om extreme polsextensie te voorkomen (93, 95). De belasting van de onderarm en pols wordt verhoogd, wanneer tijdens muisgebruik taken worden uitgevoerd die een hoge mentale belasting vragen, een hoge precisie vragen of onder hoge tijdsdruk moeten worden uitgevoerd (34, 65). Gebruik van de muis leidt tot een slechtere polshouding dan gebruik van pijltjestoetsen (57, 58). Voor ouderen (dat wil zeggen mensen boven de 45 jaar) kan het gebruik van de muis extra belastend zijn, omdat de bewegingsmogelijkheden van de pols verminderen met de leeftijd. In de literatuur worden voor ouderen dan ook trackballs aangeraden, omdat deze meer vanuit de vingers worden bediend (25, 46).
	<i>Bovenarmen</i>	De belasting van de bovenarmen wordt beïnvloed door de positie van de muis. Een positie rechtsboven het numerieke gedeelte van het toetsenbord geeft de hoogste spierbelasting in de bovenarmen; deze worden meer geabduceerd. De beste muispositie is direct naast het toetsenbord, zo dicht mogelijk bij het lichaam (9, 28, 45, 52). De muispositie verbetert zodra gebruik wordt gemaakt van een toetsenbord zonder numeriek deel of een compact toetsenbord; de muis wordt dan dicht bij het lichaam geplaatst (28).
	<i>Schouders/nek</i>	De belasting van schouders en nek wordt beïnvloed door de positie van de muis. Vaak wordt de muis te ver van het lichaam geplaatst waardoor de schouder naar buiten wordt gedraaid (45, 53, 57, 58, 91, 113). De belasting wordt lager wanneer de muis dicht bij het lichaam wordt geplaatst en/of wanneer de armen worden ondersteund (28, 56). De spierbelasting van schouder- en nekspieren is hoger bij muisgebruik dan bij touchpads, trackpoints of trackballs die in het toetsenbord zijn geplaatst. Ze zijn dan dicht bij het lichaam geplaatst en worden meer vanuit de vingers bediend dan vanuit de armen (31, 42, 45, 55). Vergeleken met pijltjestoetsen worden wisselende resultaten gevonden. De spierbelasting bij gebruik van de muis is hoger (57, 58) of gelijk (29) aan het gebruik van pijltjestoetsen; deze resultaten zijn wisselend.
Ervaren belasting		De muispositie direct naast het toetsenbord, dicht bij het lichaam en waarbij de arm is ondersteund, wordt als minst vermoeiend ervaren (56). De ervaren belasting bij de muis wordt gunstiger beoordeeld dan bij touchpad of trackpoint. Dit geldt voor hand/vingers, schouders en pols. Het verschil in hoeveelheid ervaring kan hier echter meespelen, omdat de gewenningstijd aan trackpoint of touchpad beperkt was in de onderzoeken. Tussen muis en toetsenbord en tussen muis en trackball verschilt de ervaren belasting niet. Behalve voor ouderen (ouder dan 45 jaar), zij ervaren de trackball als minder belastend dan de muis (31, 42, 45, 55, 56, 91).
Productiviteit		Wanneer het muisballetje meer naar voren is geplaatst, kan preciezer worden gewerkt. Wanneer zich stof ophoopt in het balletje gaat het haperen met als gevolg extra corrigerende bewegingen (113). Met de muis wordt beter gepresteerd dan met trackball, trackpoint en touchpad bij het positioneren van de cursor en bij precisietaken (3, 4, 24, 42, 55, 77). Maar, met voldoende gewenning zal dat verschil verdwijnen (118). Tekstcorrectie met de muis is sneller dan tekstcorrectie met het toetsenbord (58).
Gebruiksvriendelijkheid		De gebruiksvriendelijkheid van de muis wordt beter gewaardeerd dan trackball en trackpoint. Dit kan verklaard worden door de bekendheid en gewenning aan de muis (24, 31). Men kan minder snel wisselen tussen toetsenbord (alfanumeriek deel) en muis dan tussen toetsenbord en pijltjestoetsen van het toetsenbord. Toch gaat de voorkeur uit naar de combinatie toetsenbord en muis (31, 55, 58). > >

Comfort	Het comfort van de muis wordt beter gewaardeerd dan de trackball (55).
Evaluatie van de bronnen	In de literatuur is geen oorzaak-gevolg onderzoek aangetroffen. De relatie tussen muisgebruik en RSI-klachten kan dan ook niet worden aangetoond. De literatuur richt zich met name op belastende factoren bij muisgebruik. Het merendeel van de onderzoeken is experimenteel van aard, waarbij verschillende invoer- en aanwijsmiddelen met elkaar worden vergeleken. In deze vergelijkende studies is, op één onderzoek na, sprake van relatief korte gewenningstijden aan de alternatieve invoermiddelen zoals trackpoint, trackball en touchpad. Het is zeer goed mogelijk dat de verschillen in ervaring de onderzoeksresultaten beïnvloeden. Zoals het effect op spieractiviteit, ervaren belasting en gebruiksvriendelijkheid. Het is de vraag in hoeverre de onderzoeksresultaten generaliseerbaar zijn naar de praktijk. De standaardtaak bestond bij een groot deel van de experimenten uit het aanklikken van doelen in het scherm, bijvoorbeeld cirkels, een taak die zelden in de praktijk voorkomt. De bevindingen moeten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.
Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • Ongunstige houding vingers: extensie bij het boven de knoppen laten zweven van de vingers • Ongunstige houding pols: extensie, ulnairdeviatie • Ongunstige houding onderarm: pronatie • Statische belasting nek en schouders • Risico op knijpen <i>Aanbevelingen:</i> • Balletje onder de muis moet ter hoogte van de vingers gelokaliseerd zijn • De maat van de muis moet zodanig zijn dat de vingers licht gebogen zijn en de muis mag niet dikker zijn dan 4 cm • Snoer moet voldoende lang zijn om bewegingsvrijheid te garanderen • Weerstand van de knoppen moet zodanig zijn dat de vingers erop kunnen rusten zonder de knoppen te activeren • Beste positionering muis is direct naast het toetsenbord, dicht bij het lichaam • Materiaal van muis moet voldoende stroef zijn om onnodig knijpen voor een goede grip te voorkomen • Probeer sleeptaken te beperken • Voor de meeste soorten computerwerk is het basis model van de muis niet de beste oplossing (zie deel I van deze gids en bij de hierna volgende variaties op het basis model van de muis)

2.1.2 Variatie op basismodel: muis met meer dan twee knoppen



Beschrijving invoermiddel		Er zijn muizen met drie of vier knoppen bovenop de muis en muizen die naast twee knoppen bovenop ook één of twee knoppen aan de zijkant hebben.
Fysieke belasting	Algemeen	Wanneer met een extra knop een dubbelklik kan worden vervangen, zal de repeterende belasting van de vingers iets minder zijn.
	Hand/vingers	
	Pols/onderarmen	
	Bovenarmen	
	Schouders/nek	
Ervaren belasting		Men is sneller en accurater wanneer meer knoppen worden gebruikt in plaats van dubbelklikken (84). Wanneer veel gebruik wordt gemaakt van dubbelklikken kan dat worden vervangen door een enkele klik op een extra knop. De wijsvinger kan het meest onafhankelijk functioneren, deze vinger heeft de grootste bewegingsuitslag. Het is makkelijker de muis te bedienen met wijsvinger en middelvinger dan met de ringvinger. Het heeft dus de voorkeur om een muis te gebruiken waarbij extra knoppen ook met wijsvinger en middelvinger bediend worden, bijvoorbeeld een 2+2 lay-out van de knoppen boven elkaar (84). Bij een muis met meer knoppen kunnen aan de verschillende knoppen functies worden toegewezen met behulp van bijgeleverde software. Bijvoorbeeld browserfuncties om snel te navigeren op het internet of het vervangen van een dubbelklik. Extra knoppen kunnen de gebruiksvriendelijkheid verbeteren voor muisgebruikers die vaak dubbelklikken of muisgebruikers die veel browsen. In één artikel is informatie gevonden over muizen met meer dan twee knoppen (84). De resultaten van dit onderzoek hebben geleid tot de ontwikkeling van de Kensington Thinking Mouse (met 4 knoppen). Het is gebaseerd op literatuurstudie, patentenonderzoek en een analyse van reeds bestaande producten. Het levert geen wetenschappelijke resultaten.
Productiviteit		
Gebruiksvriendelijkheid		
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		

> >

> >

Eindoordeel*RSI-risico:*

- Het vervangen van de dubbelklik door een extra knop met een enkele klik verlaagt de vingerbelasting als geheel

Aanbevelingen:

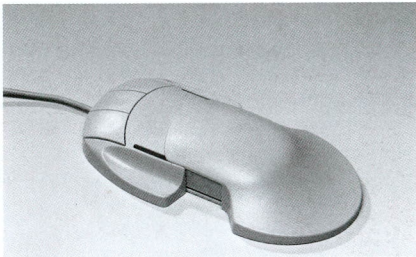
- Vervang dubbelklikken door een extra knop, dat is sneller en accurater
- Kies bij een muis met meer dan twee knoppen voor een model waarbij zoveel mogelijk knoppen met wijsvinger en middelvinger kunnen worden bediend
- Een muis met meer dan twee knoppen wordt aanbevolen bij veel dubbelklikken, en wanneer men behoefte heeft aan het toewijzen van veelgebruikte functies aan een extra knop, zoals browserfuncties

2.1.3 Variatie op basismodel: muis met scrollwiel		
		
Beschrijving invoermiddel		Met een scrollwiel kan snel worden gebladerd door documenten of internetpagina's. Het is geplaatst op de bovenkant van de muis. Het kan worden bediend door wijsvinger of middelvinger. Het scrollwiel kan doorgaans ook functioneren als knop; met behulp van de software kunnen diverse functies (zoals "dubbelklik" en bladeren) worden toegekend aan het indrukken van het scrollwiel als knop.
Fysieke belasting	Algemeen	Het scrollen leidt tot extra belasting van de vingerpees van de vinger waarmee het scrollwiel wordt bediend. Als er veel gescrolld moet worden, wordt geadviseerd wordt de klikfunctie van het scrollwiel in te stellen en die ook te gebruiken om te bladeren, in afwisseling met de scrollfunctie van het draaien van het scrollwiel.
	Hand/vingers	
	Pols/onderarmen	
	Bovenarmen	
	Schouders/nek	
Ervaren belasting		Met een scrollwiel kan versneld door pagina's of documenten worden gebladerd. Het scrollen maakt snel bladeren door documenten of internetpagina's mogelijk. Een scrollwiel met reliëf heeft een betere grip dan een glad scrollwiel. De voorkeur gaat dan ook uit naar een scrollwiel met reliëf. Gebruikers geven over het algemeen de voorkeur aan een muis met een scrollwiel boven een basis muis vanwege de extra optie die het biedt om te bladeren. Er is geen specifieke literatuur gevonden het scrollwiel. <i>RSI-risico:</i> - Risico op extra belasting van de vingers bij veelvuldig gebruik <i>Aanbevelingen:</i> - Omdat gebruikers een muis met een scrollwiel zeer gebruiksvriendelijk vinden, wordt een scrollwiel niet afgeraden. Wel is voorlichting nodig over de mogelijke risico's die te intensief gebruik van het scrollwiel met zich meebrengt - Bij intensief scrollen wordt aanbevolen de klikfunctie van het scrollwiel af te wisselen met het draaien aan het scrollwiel (of met de pijltjestoetsen van het toetsenbord)
Productiviteit		
Gebruiksvriendelijkheid		
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		
Eindoordeel		

2.1.4 Variatie op basismodel: anatomische muis



Contour Mouse



Whale Mouse

Beschrijving invoermiddel

Bij een anatomische muis is contour aangebracht om het aan te passen aan de vorm en grootte van de hand om de houding van onderarm, pols en/of hand te verbeteren. Er zijn muizen voor linkshandigen en muizen voor rechtshandigen. De Whale mouse wordt aan de hand van een uitschuifmechanisme ingesteld op het formaat van de hand. De Contour mouse bestaat in vijf handmaten rechts (xs, s, m, l, xl) en drie handmaten links (s, m, l) en heeft een zijwaartse helling om de pronatie van de onderarm te verminderen.

Fysieke belasting

- Algemeen
- Hand/vingers
- Pols/onderarmen
- Bovenarmen
- Schouders/nek

Het aanbrengen van welvingen en niet-scherpe randen aan de muis kan de kracht verminderen die met de vingers wordt uitgeoefend op de muis doordat de grip verbetert (9).

Er is geen verschil in de druk in de carpale tunnel in de pols tussen een standaard muis en een Contour muis (60). *Het effect van het ontwerp om de houding van onderarm, pols en/of hand te verbeteren is niet aangetoond.*

De belasting van de bovenarmen is vergelijkbaar met de standaard muis

De belasting van de schouders en nek is vergelijkbaar met de standaard muis

Ervaren belasting

Sommige muisgebruikers ervaren een anatomische muis als minder belastend dan een standaard muis, anderen juist als meer belastend.

Productiviteit

Gebruiksvriendelijkheid

Een nadeel is dat deze muizen niet zowel links- als rechtshandig kunnen worden gebruikt waardoor men niet kan afwisselen.

Comfort

Per individu verschilt het sterk of men een anatomische muis als comfortabel ervaart.

Evaluatie van de bronnen

Slechts twee artikelen gaan in op de aspecten van een anatomische muis (60, 90). Eén artikel is gebaseerd op een biomechanische analyse (9). De wetenschappelijke waarde van dit artikel is matig.

Eindoordeel

- RSI-risico:*
- Mogelijke vermindering van knijpkracht van vingers door betere grip
- Aanbevelingen:*
- De positieve effecten op de fysieke belasting van een anatomisch ontwerp zijn niet zodanig dat ze worden aangeraden. Omdat sommige gebruikers er enthousiast over zijn en sommigen niet wordt het alleen aangeraden aan mensen die het als minder belastend ervaren dan een standaard muis

2.1.5 Variatie op basismodel: draadloze muis



Beschrijving invoermiddel		Het afwezig zijn van een draad geeft een grotere vrijheid in het plaatsen en bedienen van de muis. Draadloze muizen hebben batterijen of oplaadstations, ook wordt radiotechnologie gebruikt om de bewegingen en de commando's van de muis te vertalen naar het computerscherm.
Fysieke belasting	Algemeen	Met de grotere vrijheid in positionering van de muis kan men een ergonomische positionering beter benutten. Bij een muis met draad kan de draad aan de muis trekken, waardoor de muisgebruiker meer kracht moet leveren om de muis te positioneren en vaker corrigerende bewegingen moet maken. Ook levert het hinder op voor de gebruiker. Met een draadloze muis kan dit niet voorkomen. Draadloze muizen met batterijen zijn zwaarder, waardoor meer kracht moet worden ingezet om de muis in beweging te brengen.
	Hand/vingers	
	Pols/onderarmen	
	Bovenarmen	
	Schouders/nek	
Ervaren belasting		Men kan de muis sneller kwijt raken, met name in omgevingen die gevoelig zijn voor diefstal. Er zijn muizen waarbij de batterijen ongeveer 2 tot 3 maanden mee gaan. Muizen met oplaadstations zijn ongeveer binnen twee uur opgeladen. Oplaadstations kunnen storing geven op andere elektrische apparaten als ze daar dicht naast worden geplaatst. Lege batterijen of het vergeten op te laden van de muis kan tot irritatie leiden. Draadloze muizen werken met radiotechnologie waarbij op basis van radiofrequenties signalen verzonden en ontvangen worden. Om interferentie met andere gebruikers van draadloze muizen te voorkomen zijn speciale kanalen en identificatiecodes ontworpen om ervoor te zorgen dat de draadloze apparatuur elkaar niet stoort. Het is van belang dat er voldoende kanalen zijn als meer gebruikers in één ruimte werken. De draadloze muis werkt tot op twee meter van de ontvanger.
Productiviteit		
Gebruiksvriendelijkheid		
Comfort		In de praktijk willen veel gebruikers een draadloze muis. De achterliggende redenen daarvoor zijn niet bekend.
Evaluatie van de bronnen		Er is geen wetenschappelijke literatuur gevonden over draadloze muizen.

> >

Eindoordeel*RSI-risico:*

- Door de bewegingsvrijheid is meer variatie in lichaamshoudingen mogelijk, mits daarvan gebruik wordt gemaakt
- De muis is zwaarder door de batterijen

Aanbevelingen:

- Draadloos wordt afgeraden in een diefstalgevoelige omgeving
- Draadloos wordt afgeraden in een omgeving met veel mensen in één ruimte
- Wat de RSI-risico's betreft is de draadloze muis niet beter of slechter dan een basismodel muis

2.1.6 Variatie op basismodel: optische muis



Beschrijving invoermiddel		Een optische muis werkt met meting van door de ondergrond teruggekaatst licht om bewegingen te detecteren. Dat maakt het gebruik van een balletje zoals aanwezig bij een standaard muis overbodig.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	Er is meer vrijheid in het positioneren van de muis door de afwezigheid van een muismatje. Daardoor kan men een ergonomische positionering beter benutten. Muizen met een balletje gaan nogal eens haperen omdat zich stof ophoopt rond het balletje. De extra muisbewegingen die dan nodig zijn om de muispijl op de goede locatie te krijgen zijn niet meer nodig.
	<i>Hand/vingers</i>	De belasting van hand en vingers is vergelijkbaar met een standaard muis.
	<i>Pols/onderarmen</i>	De belasting van pols en onderarm is vergelijkbaar met een standaard muis.
	<i>Bovenarmen</i>	De belasting van de bovenarm is vergelijkbaar met een standaard muis.
	<i>Schouders/nek</i>	De belasting van nek en schouders is vergelijkbaar met een standaard muis.
Ervaren belasting		De ervaren belasting is beter dan een standaard muis.
Productiviteit		Wanneer zich stof ophoopt rond het balletje bij een standaard muis, gaat deze haperen. Dit heeft een nadelige invloed op de precisie waarmee kan worden gewerkt (113). Dit nadeel van de standaard muis kent de optische muis niet.
Gebruiksvriendelijkheid		Omdat een muismatje niet nodig is, heeft de gebruiker meer vrijheid in de positionering van de muis. Bij muizen met een balletje loopt men wel eens tegen het probleem aan dat de muispijl op het scherm niet goed reageert op de bewegingen van de gebruiker als gevolg van vuil rond het balletje. Dit probleem is afwezig bij de optische muis. Het zo nu en dan schoonmaken van het mechanisme rond het balletje is niet meer nodig.
Comfort		In de praktijk hebben muisgebruikers voorkeur voor een optische muis, de muis hapt namelijk minder snel door afwezigheid van het balletje, wat nogal eens irritatie opwekt.
Evaluatie van de bronnen		Er is slecht één artikel gevonden waarin een voordeel van een optische muis wordt onderbouwd, namelijk de afwezigheid van het balletje (113).
Eindoordeel		<i>RSI-risico:</i> • Meer variatie in lichaamshoudingen mogelijk door de afwezigheid van een muismat • Geen corrigerende bewegingen nodig, omdat geen sprake is van een mogelijk haperend muisballetje <i>Aanbevelingen:</i> • Een optische muis wordt altijd aanbevolen. Deze heeft een sterke voorkeur boven een basismodel muis

2.1.7 Variatie op basismodel: 3D muis



Beschrijving invoermiddel		Een 3D muis vertaalt de bewegingen van de hand in de ruimte naar bewegingen van de pointer in het scherm. Er zijn in principe zes vrijheidsgraden; dat wil zeggen bewegingen naar boven en beneden, naar voor en achter en naar links en rechts en vice versa. Het is bij een aantal 3D muizen mogelijk deze zo in te stellen dat van vier of twee vrijheidsgraden gebruik wordt gemaakt. Een 3D muis wordt ook wel spacemouse genoemd. De 3D muis wordt met name gebruikt bij presentaties.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	Wanneer men een 3D muis gebruikt, levert dit belasting op van armen, schouders en nek, doordat men niet afsteunt, maar de armen in de lucht houdt. De belasting wordt nog extra wordt verhoogd doordat spieren meer moeten aanspannen om een goede precisie te bereiken. De coördinatie is moeilijker wanneer arm of hand niet worden afgesteund. In principe is meer dynamiek van de bewegingen mogelijk, mits daarvan gebruik wordt gemaakt.
	<i>Hand/vingers</i>	Er is sprake van meer knijpen in de muis omdat de 3D muis steeds wordt vastgehouden.
	<i>Pols/onderarmen</i>	
	<i>Bovenarmen</i>	
	<i>Schouders/nek</i>	
Ervaren belasting		
Productiviteit		De bewegingstijd is langer en de precisie is slechter ten opzichte van een standaard muis (75).
Gebruiksvriendelijkheid		De 3D muis is snoerloos en wordt geschikt gevonden voor het geven van presentaties. De 3D muis is moeilijker te besturen dan een standaard muis (75).
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		De resultaten zijn slechts gebaseerd op één onderzoek (75). Dit onderzoek is van goede kwaliteit.
Eindoordeel		<i>RSI-risico:</i> • Verhoogde belasting van armen, schouders en nek omdat zonder afsteunen precisie van bewegen moeilijker is • Meer knijpen in de muis door het vasthouden • Meer variatie in lichaamshoudingen mogelijk, mits daarvan gebruik wordt gemaakt <i>Aanbevelingen:</i> • 3D muis wordt afgeraden bij dagelijkse computerwerkzaamheden • 3D muis kan wel zinvol zijn wanneer geen werkvlak beschikbaar is om de muis op te leggen, zoals bij het geven van presentaties

2.1.8 Mini muis



Beschrijving invoermiddel		Mini muizen, ofwel compacte muizen, zijn muizen die zo'n 30% kleiner zijn dan een standaard muis. Ze zijn ontworpen om overal mee naar toe te nemen. Men komt deze muizen wel tegen bij laptopgebruikers die niet het touchpad of trackpoint van de laptop willen gebruiken. Ook worden deze muizen wel gebruikt bij het geven van presentaties.
Fysieke belasting	Algemeen	De kleine afmetingen van de muis zullen de gebruiker belemmeren om de hand en vingers af te laten steunen op de muis, waardoor de belasting in de vingers wordt verhoogd ten opzichte van een standaard muis.
	Hand/vingers	
	Pols/onderarmen	
	Bovenarmen	
	Schouders/nek	
Ervaren belasting		De muizen nemen door de kleine afmetingen weinig ruimte in bijvoorbeeld laptopkoffers of laptoptassen.
Productiviteit		
Gebruiksvriendelijkheid		
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		
Eindoordeel		Er is geen wetenschappelijke literatuur gevonden over mini muizen. RSI-risico: • Risico op verhoogde belasting vingers doordat hand en vingers minder goed kunnen afsteunen Aanbevelingen: • Mini muis wordt afgeraden bij dagelijkse computerwerkzaamheden • Mini muis kan handig zijn bij het geven van presentaties en op reis, het gebruik bij presentaties wordt niet afgeraden • Het kan eventueel geschikt zijn voor mensen met hele kleine handen

2.2 Joystick muis

58



Beschrijving invoermiddel		De joystick muis heeft een verticale handgreep. Op dit moment is alleen de Anir muis als joystickmuis verkrijgbaar. Doel van het ontwerp is het tegengaan van pronatie van de onderarm en een meer neutrale stand van de hand. De muis wordt bediend door te schuiven; de verticale handgreep is niet te bewegen ten opzichte van de basis. De onderzijde van de hand rust op de basis van de muis. De muisknop wordt door de duim bediend. Er is een variant met balletje en een optische variant.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	De Anir muis wordt vanuit de pols en de schouder bestuurd, met als doel grotere bewegingen te maken.
	<i>Hand/vingers</i>	De Anir muis bestaat in twee maten (M, L) en is alleen verkrijgbaar voor rechtshandig gebruik. Sommige gebruikers ervaren pijnlijke drukplekken aan de basis van de hand (pinkzijde), waar met de hand op het werkvlak wordt afgesteund.
	<i>Pols/onderarmen</i>	Met de Anir muis is de spieractiviteit van de onderarmspiers minder dan bij de standaard muis. Dat komt omdat de armen bij de Anir muis niet geproniseerd zijn (1).
	<i>Bovenarmen</i>	De Anir muis is waarschijnlijk even belastend voor de bovenarmen als een standaard muis.
	<i>Schouders/nek</i>	De Anir muis is even belastend voor de nek en de schouder als een standaard muis (1).
Ervaren belasting		De Anir muis wordt even belastend ervaren als een standaard muis (104).
Productiviteit		Gemiddeld is men na 2 weken oefenen met de Anir muis 11% langzamer dan met een standaard muis. De Anir muis is niet geschikt voor het uitvoeren van precisietaken (77). Dat komt omdat de vingers niet worden ingezet voor de precisiebewegingen.
Gebruiksvriendelijkheid		De Anir muis wordt minder gebruiksvriendelijk gevonden dan een standaard muis, met name op het gebied van gemak van bewegen (104). Het is voor gebruikers met klachten aan pols en onderarm wellicht een oplossing, want het vermindert de belasting in onderarm en pols (104). Het is mogelijk de knoppen te definiëren met bijgeleverde software. De derde knop bij de optische Anir muis is bijvoorbeeld te definiëren als scrollknop waarmee snel gebladerd kan worden. Met de Anir muis kan niet afgewisseld worden tussen links en rechts. De Anir muis bestaat alleen in de rechtshandige variant.
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		De bovenstaande informatie is uit drie bronnen afkomstig (1, 77, 104). Er zijn geen tegenstrijdige resultaten gevonden.

> >

Eindoordeel*RSI-risico:*

- Risico op verhoogde belasting van de bovenarmen
- Minder spierbelasting van de onderarmen
- Soms pijnlijke drukplekken aan de basis van de hand (pinkzijde) ervaren door gebruikers

Aanbevelingen:

- Wordt slechts aangeraden wanneer mensen met klachten aan pols en onderarmen er baat van ondervinden (testperiode is noodzakelijk), waarbij geen pijnlijke drukplekken aan de basis van de hand (pinkzijde) mogen voorkomen
- Er moet rekening worden gehouden met gewenningstijd met productieverlies
- Een optische Anir muis heeft de voorkeur boven een Anir muis met balletje. Een muismat is dan niet nodig waardoor men meer bewegingsvrijheid heeft. Bovendien worden corrigerende bewegingen door een haperend balletje voorkomen

2.3 Trackballs

2.3.1 Trackball met duimbediening



Beschrijving invoermiddel		De trackball is vergelijkbaar met het balletje dat in een standaard muis onder de muis zit, maar dat wordt nu direct bestuurd met de duim. De trackballs zijn ook uitgerust met knoppen en soms met een scrollwiel.
Fysieke belasting	Algemeen	De trackball wordt bestuurd met de duim en niet met de onderarm/hand zoals bij de standaard muis. De houding van armen, nek en schouders is statischer.
	Hand/vingers	De spierbelasting van de vingers is bij gebruik van een trackball groter dan bij standaard muis en muispen en het risico bestaat dat de spierbelasting van de duim te groot wordt (24, 90, 95, 113). Trackball bediening met de vingers heeft de voorkeur omdat de precisie en manipulatie beter is met de vingers dan met de duim (113).
	Pols/onderarmen	Sleeptaken zijn belastender voor de onderarm dan aanwijstaken (24). De polsbelasting is hoger bij de trackball dan bij de standaard muis of de muispen (55, 90), dat geldt met name voor polsflexie (18, 48). De trackball is ook een mogelijk alternatief voor oudere computergebruikers (>45 jaar), omdat de bewegingsmogelijkheden van de pols afnemen met de leeftijd en bij besturing van de trackball minder ulnairdeviatie nodig is (25).
	Bovenarmen	De belasting van de bovenarmen is hoger bij de trackball dan bij gebruik van de pijltjestoetsen van het toetsenbord, omdat de trackball verder van het lichaam is geplaatst, naast het toetsenbord, waarbij verder wordt gereikt (113).
	Schouders/nek	De belasting van de nek en schouder is bij de trackball lager dan bij de muis, omdat de muis meer vanuit hand en arm wordt bediend. Bovendien positioneren gebruikers de muis vaak ver weg, waardoor gereikt wordt. Centraal voor het lichaam neerleggen van het aanwijsmiddel levert een nog lagere spieractiviteit op (45, 55). De belasting van de nek en schouders is lager bij de trackball dan bij gebruik van de pijltjestoetsen van het toetsenbord. De nek wordt minder vaak gebogen; bij de pijltjestoetsen wordt vaker op het toetsenbord gekeken (113).
Ervaren belasting		Er ontstaat vermoeidheid in de duim bij intensief gebruik (12). De resultaten met betrekking tot ervaren belasting bij de trackball vergeleken met de muis zijn divers. Er worden ofwel geen verschillen gevonden of de muis wordt als vermoeiender ervaren (24, 46, 91, 55). <i>De wisselende resultaten zijn te verklaren doordat in de literatuur de gewenningsperiodes wisselen.</i>
Productiviteit		Na een korte gewenningsperiode is de productiviteit van de trackball vergelijkbaar met een touchpad, maar minder dan de muis, met name op het gebied van precisie (12, 24, 113). Met voldoende gewoningstijd kan de productiviteit nog toenemen.
Gebruiksvriendelijkheid		Het gebruik van een trackball is gemakkelijk aan te leren (12, 24). > >

Comfort	Na een korte oefenperiode krijgt de trackball de voorkeur boven de muis (24). Behalve voor precisietaken, dan krijgt de muis de voorkeur (55).
Evaluatie van de bronnen	De gewenningsperioden in de onderzoeken verschillen nogal waardoor de resultaten niet zo goed generaliseerbaar zijn. Bovendien zijn er vele verschillende typen op de markt, die onderling misschien ook nog verschillen opleveren in lichamelijke belasting.
Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • Statischer belasting van de nek, schouders en armen dan standaard muis • Hogere belasting van de duim en vingers en onderarmen dan standaard muis • Meer extensie maar minder ulnairdeviatie van pols dan standaard muis • Lagere belasting van nek en schouders dan standaard muis • Vermoeidheid in de duim bij intensief gebruik <i>Aanbevelingen:</i> • Trackball met duimbediening wordt afgeraden. Trackball bediening met de vingers heeft de voorkeur ten opzichte van bediening met de duim omdat de precisie en manipulatie beter is met de vingers dan met de duim

2.3.2 Trackball met bediening door wijs- of middelvinger



Beschrijving invoermiddel		De trackball is vergelijkbaar met het balletje dat in een standaard muis onder de muis zit, maar dat wordt nu direct bestuurd met de wijs- of middelvinger. De trackballs zijn ook uitgerust met knoppen.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	De trackball wordt bestuurd met de vingers en niet vanuit de onderarm/hand zoals bij de standaard muis. De houding van armen, nek en schouders is statischer.
	<i>Hand/vingers</i>	De spierbelasting van de vingers is bij gebruik van een trackball groter dan bij standaard muis en muispen (24, 113). Trackball bediening met de vingers heeft de voorkeur omdat de precisie en manipulatie beter is met de vingers dan met de duim (113).
	<i>Pols/onderarmen</i>	Sleeptaken zijn belastender voor de onderarm dan aanwijstaken (24). De polsbelasting is hoger bij de trackball dan bij de standaard muis of de muispen (55, 90), dat geldt met name voor polsextensie (18, 48). De trackball is ook een mogelijk alternatief voor oudere computergebruikers (>45 jaar), omdat de bewegingsmogelijkheden van de pols afnemen met de leeftijd en bij besturing van de trackball minder ulnairdeviatie nodig is (25).
	<i>Bovenarmen</i>	De belasting van de bovenarmen is hoger bij de trackball dan bij gebruik van de pijltjestoetsen van het toetsenbord, omdat de trackball verder van het lichaam is geplaatst, naast het toetsenbord, waarbij verder wordt bereikt (113).
	<i>Schouders/nek</i>	De belasting van de nek en schouder is bij de trackball lager dan bij de muis, omdat de muis meer vanuit hand en arm wordt bediend. Bovendien positioneren gebruikers de muis vaak ver weg, waardoor bereikt wordt. Centraal voor het lichaam neerleggen van het aanwijsmiddel levert een nog lagere spieractiviteit op (45, 55). De belasting van de nek en schouders is lager bij de trackball dan bij gebruik van de pijltjestoetsen van het toetsenbord. De nek wordt minder vaak gebogen; bij de pijltjestoetsen wordt vaker op het toetsenbord gekeken (113).
Ervaren belasting		De resultaten met betrekking tot ervaren belasting bij de trackball vergeleken met de muis zijn divers. Er worden ofwel geen verschillen gevonden of de muis wordt als vermoeiender ervaren (24, 46, 91, 55). De wisselende resultaten zijn te verklaren doordat in de literatuur de gewenningsperioden wisselen.
Productiviteit		Na een korte gewenningsperiode is de productiviteit van de trackball vergelijkbaar met een touchpad, maar minder dan de muis, met name op het gebied van precisie (12, 24, 113). Met voldoende gewoningstijd kan de productiviteit nog toenemen.
Gebruiksvriendelijkheid		Het gebruik van de trackball is gemakkelijk aan te leren (12, 24). Het bewegen van de bal en tegelijkertijd klikken, zoals bij sleepbewegingen wordt moeilijk gevonden (118).
Comfort		Na een korte oefenperiode krijgt de trackball de voorkeur boven de muis (24). Behalve voor precisietaken, dan krijgt de muis de voorkeur (55).

> >

Evaluatie van de bronnen**Eindoordeel**

De gewenningsperiode in de onderzoeken verschilt nogal waardoor de resultaten niet zo goed generaliseerbaar zijn. Bovendien zijn er vele verschillende typen op de markt, die onderling misschien ook nog verschillen opleveren in lichamelijke belasting.

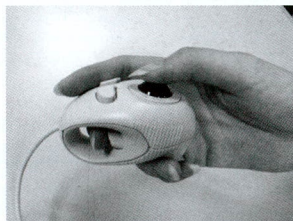
RSI-risico:

- Lagere, maar ook statischer belasting van de nek, schouders en armen dan standaard muis
- Hogere belasting van de duim en vingers en onderarmen dan standaard muis
- Meer extensie maar minder ulnairdeviatie van pols dan standaard muis

Aanbevelingen:

- Trackball bediening met de vingers heeft de voorkeur boven de muis voor mensen met nek en schouder klachten, mits zij geen klachten hebben aan vingers, handen, pols en onderarm.
- Trackball bediening met de vingers wordt afgeraden bij precisietaken, die blijken beter uitvoerbaar met een muis.
- Trackball bediening met de vingers heeft de voorkeur ten opzichte van bediening met de duim, omdat de precisie en manipulatie beter is met de vingers dan met de duim.
- Oudere gebruikers (>45 jaar) ondervinden voordelen van een trackball ten opzichte van een standaard muis doordat minder ulnairdeviatie nodig is.

2.3.3 Trackball 3D (los in de hand vast te houden)



Beschrijving invoermiddel		De 3D trackball is vergelijkbaar met het balletje dat in een standaard muis onder de muis zit, maar dat wordt nu direct bestuurd met de duim. De 3D trackball wordt los in de hand gehouden en ligt niet op het werkvlak. De 3D trackballs zijn ook uitgerust met knoppen.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	De arm en hand steunen met de 3D trackball niet op het werkvlak. Voordeel hiervan is dat de hand in een ontspannen schouderpositie bijvoorbeeld in de schoot kan rusten, nadeel is dat wanneer de hand niet wordt ondersteund er een verhoogde belasting in bovenarm en schouders dreigt.
	<i>Hand/vingers</i>	De spierbelasting is hoger wanneer de bal met de duim wordt bediend in plaats van de vingers (17, 113). Er wordt constant geknepen in de muis omdat deze niet los wordt gelaten tijdens de bediening. Dat leidt tot extra belasting van de vingers.
	<i>Pols/onderarmen</i>	Verlichting van de pols omdat de muis niet meer op tafel hoeft te liggen, waardoor de houding van de pols verbetert (17), mits de pols dan in neutrale stand wordt gehouden.
	<i>Bovenarmen</i>	Wanneer de armen niet worden afgesteund, bestaat het risico op onnodige spierbelasting van de bovenarmen.
	<i>Schouders/nek</i>	Wanneer de armen niet worden afgesteund, bestaat het risico op onnodige spierbelasting van nek en schouders.
Ervaren belasting		
Productiviteit		Verwacht wordt dat de productiviteit vergelijkbaar is met die van de duim-trackball en lager dan de vinger-trackball, omdat de precisie in de vingers groter is dan met de duim.
Gebruiksvriendelijkheid		Het gebruik van de 3D trackball is gemakkelijk aan te leren.
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		Tot op heden weinig literatuur over 3D trackball ontwerp. Het enige artikel over de 3D trackball is een krantenartikel.
Eindoordeel		<i>RSI-risico:</i> • Risico op verhoogde belasting in bovenarmen, schouders en nek wanneer niet wordt afgesteund • Verhoogde belasting van de vingers bij het vasthouden van de muis • Verhoogde belasting van de duim • Mogelijkheid tot verbeterde houding van de pols, mits daarvan gebruik wordt gemaakt <i>Aanbevelingen:</i> • 3D trackball wordt afgeraden bij dagelijkse computerwerkzaamheden • Het gebruik van een 3D trackball bij presentaties wordt niet afgeraden

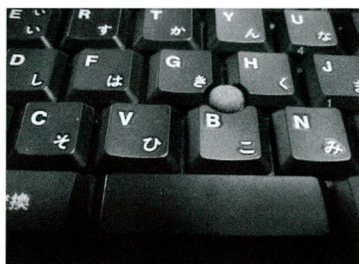
2.4 Touchpad



Beschrijving invoermiddel		Een touchpad is een aanwijsscherm dat met één vinger wordt bediend. Door een vinger over het scherm te verplaatsen kan de cursor op het beeldscherm worden verplaatst. Klikken en dubbelklikken vindt plaats door te klikken op knoppen boven of onder het aanwijsscherm. Vaak kan dat ook door met de vinger te tikken op het aanwijsscherm. Touchpads bestaan als losstaande variant, geïntegreerd in een toetsenbord of geïntegreerd in een laptop. De plaats van het touchpad in de laptop kan verschillen (boven, naast of onder de toetsen).
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	Een losse touchpad geeft meer bewegingsvrijheid en plaatsingsvrijheid dan een touchpad dat is geïntegreerd in toetsenbord of laptop.
	<i>Hand/vingers</i>	De plaats van touchpads in een toetsenbord (boven, rechts naast of onder de toetsen) is niet van invloed op de fysieke belasting van hand en vingers (61). Omdat het wel effect heeft op de belasting van polsen, bovenarmen, schouders en nek wordt de positie direct naast de toetsen van het toetsenbord aanbevolen (61). De spieractiviteit in de vingers is bij het touchpad hoger dan bij een muis (90). De reden hiervoor is dat bij een touchpad de cursor door een vinger wordt bewogen, terwijl bij een muis de onderarm een belangrijke rol speelt in het bewegen van de cursor.
	<i>Pols/onderarmen</i>	Het touchpad is vlak en kan daarom, bij een juiste positionering, zorgen voor verminderde extensie in de pols. Doordat het touchpad echter zo vlak is, zal de hand zich volledig in pronatie bevinden. Positionering van het touchpad dichtbij het lichaam in het midden of aan de zijkant leidt tot extensie van de pols. Een te ver naar de zijkant gepositioneerde touchpad leidt tot ulnairdeviatie. De beste positie is direct naast de toetsen van het toetsenbord (61).
	<i>Bovenarmen</i>	De resultaten uit onderzoek naar de belasting van de bovenarmen bij gebruik van touchpads zijn wisselend: soms is deze hoger, soms lager dan bij een standaard muis (113, 42). De literatuur is niet consistent met betrekking tot het effect op de bovenarmen vergeleken met een standaard muis.
	<i>Schouders/nek</i>	De activiteit in de schouder- en nekspieren is het laagst wanneer het touchpad dichtbij het lichaam wordt geplaatst: rechts naast de toetsen van het toetsenbord (42, 61).
Ervaren belasting		Gebruikers ervaren de minste belasting bij een positie direct naast de toetsen van het toetsenbord (61). De ervaren belasting van hand en vingers, met name de wijsvinger, is bij het touchpad hoger dan bij de muis (12, 42). Dit is te verklaren doordat het touchpad met de vinger (veelal wijsvinger) wordt bediend en de muis voornamelijk met de arm. De touchpad scoort wel beter dan trackball en trackpoint; bij het touchpad heeft men alleen last van de wijsvinger, bij de trackball van duim, vingers en de zijkant van de hand en bij het trackpoint van de wijsvinger en de zijkant van de hand (12). > >

Productiviteit	Met het touchpad worden precisietaken minder snel uitgevoerd dan met de muis (4). Ook worden meer fouten gemaakt dan met de muis, maar minder dan met de trackpoint (4, 12, 42). <i>Bij voldoende gewenningstijd zal het aantal fouten afnemen. Een touchpad is niet zo geschikt voor precisietaken.</i>
Gebruiksvriendelijkheid	Naarmate personen langer met een touchpad werken, wordt men er steeds handiger in en neemt het gebruikersgemak toe (61). Helaas is het oppervlak van een touchpad vaak net te klein, zodat meerdere vingerbewegingen nodig zijn om de cursor naar de andere kant van het scherm te verplaatsen (113). Het touchpad wordt minder gebruiksvriendelijk beoordeeld dan de muis, maar meer dan de trackpoint. (42). Het gebruik van touchpad is minder snel aan te leren dan een trackball (12).
Comfort	
Evaluatie van de bronnen	Er zijn vijf onderzoeken verricht naar het gebruik van touchpads en de kwaliteit daarvan is matig. Met name doordat de gewenningstijd beperkt was. Door deze beperkingen is het moeilijk de resultaten te interpreteren en te generaliseren.
Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • Verhoogde spierbelasting van de vingers vergeleken met een standaard muis • Verminderde extensie pols ten opzichte van standaard muis • Hogere ervaren belasting dan bij muis, minder hoog dan bij trackpoint en trackball <i>Aanbevelingen:</i> • Touchpad wordt afgeraden bij precisietaken • Touchpad wordt afgeraden voor personen met klachten aan handen en vingers

2.5 Trackpoint



Beschrijving invoermiddel		De trackpoint is een rubberachtig bolletje dat met een vinger in alle richtingen geduwd of getrokken kan worden waarmee de cursor wordt bediend. Naast het bolletje bestaat een trackpoint uit twee knoppen om mee te klikken (zoals bij de standaard muis). De trackpoint wordt meestal gezien bij laptops, waar het bolletje tussen de G- en H-toets is geplaatst en de twee knoppen onder de spatiebalk. Ook zijn er standaard toetsenborden met een trackpoint verkrijgbaar.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	De houding van armen, nek en schouders is statischer bij het gebruik van een trackpoint, in vergelijking met een muis.
	<i>Hand/vingers</i>	De belasting van de vingers, met name de wijsvinger, is bij het gebruik van een trackpoint hoger dan bij het gebruik van een standaard muis (31). Dit komt doordat bij gebruik van een trackpoint de wijsvinger de cursorbewegingen aanstuurt, terwijl een standaard muis voornamelijk vanuit de arm wordt bestuurd.
	<i>Pols/onderarmen</i>	De polsbelasting is bij trackpoint gebruik hoger dan bij muisgebruik (31).
	<i>Bovenarmen</i>	Uit onderzoek komen wisselende resultaten naar voren over de belasting van de bovenarm (groter of kleiner dan bij standaard muis) (31, 42).
	<i>Schouders/nek</i>	De belasting van de schouderspieren is bij een trackpoint lager dan bij een muis met name wanneer het voor het lichaam wordt geplaatst (31, 42). Dit is te verklaren doordat de muis meer vanuit de arm wordt bestuurd dan de trackpoint.
Ervaren belasting		Vergeleken met muis, touchpad en trackball, is de ervaren belasting bij de trackpoint het hoogst. Voor de trackpoint wordt het meeste discomfort aangegeven in de wijsvinger en de zijkant en basis van de hand (12, 31, 42).
Productiviteit		Met de trackpoint wordt langzamer gewerkt en worden meer fouten gemaakt dan met muis of trackball (12, 42). Bij voldoende gewenningstijd zal het aantal fouten afnemen.
Gebruiksvriendelijkheid		Gebruikers ervaren andere invoermiddelen als trackball, toetsenbord, muis en touchpad allemaal als gebruiksvriendelijker dan de trackpoint (12, 42). De trackpoint kan minder goed bestuurd worden op basis van intuïtie en de beweging van het bolletje en de cursor op het scherm is niet proportioneel (12). Deze resultaten zijn mogelijk vertekend door de korte gewenningstijd/leertijd aan het nieuwe invoermiddel. Het is mogelijk dat bij langer gebruik de gebruiksvriendelijkheid van de trackpoint beter wordt beoordeeld.
Comfort		Bij trackpoints die in een toetsenbord of een laptop zijn geïntegreerd, kunnen personen met 'dikke' vingers of personen met lange nagels moeite hebben met de besturing. Ook personen die problemen hebben met de fijne motoriek zullen moeite hebben om het bolletje te bewegen.

> >

Evaluatie van de bronnen**Eindoordeel**

Er zijn slechts drie artikelen gevonden over het gebruik van trackpoints (12, 31, 42). De gewenningstijd/leertijd is in alle studies kort. De generaliseerbaarheid van de onderzoeksgegevens is beperkt.

RSI-risico:

- Statische houding van armen, schouders en nek
- Verhoogde belasting van de vingers en pols
- Lagere belasting van schouders dan muis
- Hoge ervaren belasting, vergeleken muis, trackball en touchpad

Aanbevelingen:

- Gebruiksvriendelijkheid van trackpoint is slechter dan trackball, touchpad, muis
- Trackpoint is niet handig voor mensen met dikke vingers of lange nagels, met name wanneer het is opgenomen in toetsenbord of laptop
- Trackpoint wordt afgeraden als alternatief voor de standaard muis

2.6 Rolvlak en rolstang



Mousetrapper



Rollermouse

Beschrijving invoermiddel		Onder deze categorie vallen de mousetrapper (rolvlak) en rollermouse (rolstang). Beiden zijn ontworpen om de handen dicht bij het lichaam te brengen en reiken te voorkomen. De mousetrapper is een soort rubbermat die met de vingers wordt bewogen, de rollermouse is een rolstang die door de vingers wordt bewogen. Beide zijn ook voorzien van knoppen voor functies als klikken en dubbelklikken.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	De werkhouding wordt statischer.
	<i>Hand/vingers</i>	De fysieke belasting van de vingers zou vergeleken met de muis hoger kunnen zijn, doordat de mousetrapper/rollermouse met de vingers wordt bewogen en de muis meer vanuit de arm.
	<i>Pols/onderarmen</i>	Indien het rolvlak of de rolstang te dicht bij het lichaam worden geplaatst bestaat een risico op pols-extensie en radiaaldeviatie. De vlakke vorm is juist weer gunstig om pols-extensie te voorkomen, mits het juist wordt gepositioneerd.
	<i>Bovenarmen</i>	De fysieke belasting voor de bovenarmen is laag, omdat door de positie van de invoermiddelen exorotatie van de arm en het reiken zoveel mogelijk wordt voorkomen (113). Wel kan spierbelasting optreden wanneer gebruikers de bovenarm endoroteren. Hoewel het reiken naar het aanwijsmiddel wordt voorkomen, leidt het gebruik van de rolstang of het rolvlak wel tot meer reiken naar de toetsen, omdat dat automatisch verder weg wordt geplaatst.
	<i>Schouders/nek</i>	De fysieke belasting voor de schouders is laag, omdat door de positie van de invoermiddelen exorotatie van de arm en reiken zoveel mogelijk wordt voorkomen (113). De fysieke belasting in de nek zal vergelijkbaar zijn met de muis.
Ervaren belasting		Vermoedelijk is de ervaren belasting voor de armen en schouders laag, omdat door de positie van de invoermiddelen exorotatie van de bovenarm en reiken wordt voorkomen (113). De belasting voor de vingers zou, vergeleken met de muis, hoger kunnen zijn, doordat de mousetrapper/rollermouse met de vingers wordt bewogen en de muis meer vanuit de arm.
Productiviteit		
Gebruiksvriendelijkheid		De leertijd van de mousetrapper is lang (113). De leertijd van de rollermouse waarschijnlijk ook. Dat komt doordat de rollermouse en de mousetrapper erg verschillen van een standaard muis die door de meeste beeldschermwerkers wordt gebruikt; een muis wordt meer vanuit de arm bediend en de mousetrapper of rollermouse meer vanuit de vingers. Verwacht mag worden dat gebruikers na enige tijd handiger worden in het gebruik van beide alternatieve invoermiddelen.

> >

Comfort	Beeldschermwerkers zijn op het eerste gezicht niet enthousiast over het uiterlijk van de rollermouse of de mousetrapper.
Evaluatie van de bronnen	Er is slechts één onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van de mousetrapper en geen enkel onderzoek naar het gebruik van de rollermouse (113). Dit onderzoek is van matige kwaliteit.
Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • Risico op verhoogde belasting van de vingers vergeleken met een standaard muis • Risico op extensie van pols en radiaaldeviatie bij foutieve plaatsing • Mogelijkheid om extensie pols te verminderen vergeleken muis, mits juist geplaatst • Minder belasting bovenarmen dan standaard muis, maar risico op verhoogde belasting wanneer gebruikers bovenarmen endoroteren • Risico op reiken naar de toetsen van het toetsenbord, doordat het verder van het lichaam wordt geplaatst • Verminderde belasting nek en schouders ten opzichte van muis <i>Aanbevelingen:</i> • Er moet rekening worden gehouden met gewenningstijd met productieverlies • Enthousiasme beeldschermwerkers is in eerste instantie niet groot • Wordt niet aangeraden of afgeraden vanwege onduidelijkheid van de werkelijke effecten van de rolstang of het rolvlak

2.7 Penmuis

		
Beschrijving invoermiddel		Een penmuis is een pen waarmee op een vlakke ondergrond of op een bijgeleverd tablet de cursor wordt bestuurd. De klikknop kan op de pen zelf of op het tablet zitten. In tegenstelling tot een muis waarbij de bewegingen relatief zijn, zijn bij de meeste pennen/tabletten de bewegingen absoluut: de locatie op het tablet komt steeds overeen met dezelfde plaats van de cursor op het beeldscherm. Sommige tablets fungeren tegelijkertijd als beeldscherm en herkennen karakters en symbolen die als getypt in het scherm verschijnen. De meeste tablets zijn tevens geschikt voor tekenen en foto's te bewerken.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	De houding waarin de penmuis wordt gebruikt, is te vergelijken met schrijven en is beter dan bij gebruik van een standaard muis (16, 92). Dit geldt alleen als het vlak waarop geschreven wordt, horizontaal of slechts licht hellend is (zoals een lessenaar).
	<i>Hand/vingers</i>	De belasting van de vingers bij de muispen is hetzelfde als bij de muis en lager dan trackball en touchpad (16, 90).
	<i>Pols/onderarmen</i>	De polsen en onderarm zullen een neutralere stand hebben (minder extensie en minder pronatie) in vergelijking met een standaard muis.
	<i>Bovenarmen</i>	De belasting van de bovenarmen zal minder zijn dan bij het gebruik van de muis, met name omdat de pen dicht bij het lichaam wordt geplaatst waardoor het overmatig reiken wordt voorkomen, mits het tablet goed wordt gepositioneerd.
	<i>Schouders/nek</i>	Als er knoppen op het tablet zitten, of in het geval dat de weergave ook op het tablet zit, wordt de belasting op de nek-schouderregio groter in vergelijking met de standaard invoermiddelen omdat er regelmatig naar beneden wordt gekeken.
Ervaren belasting		De ervaren belasting van de penmuis is minder dan een standaard muis, ook bij mensen met klachten (92).
Productiviteit		Productiviteit met de muispen is voor aanwijstaken te vergelijken met de standaard muis.
Gebruiksvriendelijkheid		Het is gemakkelijk aan te leren, want het lijkt op schrijven. Nadeel is dat de computer niet alle handschriften zal herkennen wanneer het tablet als tekstinvoermiddel wordt gebruikt. Voordeel is dat figuren en grafieken makkelijk te maken zijn (16). Gebruik van de pen-tabletcombinatie is onhandig wanneer de arm een deel van de tablet bedekt. Ook zijn penmuizen erg afhankelijk van de instellingen van de software, hoewel dit goed te regelen is (77). Bedieningsgemak en snelheid scoorden goed (92). Als men gebruik van de pen veelvuldig afwisselt met andere handelingen, bijvoorbeeld het gebruik van een toetsenbord, kan het steeds moeten oppakken van de pen hinderlijk zijn.

> >

Comfort	Verwacht wordt dat het comfort hoog is omdat het te vergelijken is met gewoon schrijven (16). Pennen zijn meestal draadloos wat de bewegingsvrijheid vergroot (80). De werkhouding wordt als beter en prettiger ervaren dan de standaard muis (92).
Evaluatie van de bronnen	Twee artikelen gaan in op ontwerpoverwegingen van fabrikanten (16, 80). De beschrijvingen bevatten geen negatieve aspecten, wat wellicht een vertekend beeld geeft. 'Objectieve' literatuur (77, 92) is overwegend positief over de muispen als afwisseling op de standaard muis, hoewel het geen objectieve metingen van fysieke belasting bevat om dit te ondersteunen.
Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • Minder belasting pols, onderarm, bovenarmen, schouders en nek dan standaard muis • Risico op verhoogde belasting van nek wanneer knoppen van tablet worden gebruikt door kijken naar het tablet • Verminderde ervaren belasting ten opzichte van muis, ook bij mensen met klachten <i>Aanbevelingen:</i> • Penmuis wordt aangeraden als mogelijk alternatief voor de standaard muis, behalve als veelvuldig wordt afgewisseld met gebruik van het toetsenbord • Gebruikers zijn positief • Gebruik knoppen op tablet wordt afgeraden, beter is de knoppen in het beeldscherm te gebruiken • Gebruik een penmuis op een horizontaal of slechts licht hellend vlak (zoals een lessenaar)

3. “Niet-handgebonden” invoermiddelen

3.1 Spraakherkenning



Beschrijving invoermiddel		Spraakherkenning is het besturen van de computer door middel van spraak.
Fysieke belasting	Algemeen	De houding bij het gebruik van spraakherkenning is beter dan de houding bij het traditionele beeldschermwerk met toetsenbord en muis. De variatie in houdingen is hetzelfde als bij traditioneel beeldschermwerk (64).
	Hand/vingers	De houding van de hand en vingers is gunstiger dan bij gebruik van standaard toetsenbord en muis (64).
	Pols/onderarmen	De houding van de pols en onderarmen is gunstiger dan bij gebruik van standaard toetsenbord en muis (64).
	Bovenarmen	De houding van de bovenarmen is gunstiger dan bij gebruik van standaard toetsenbord en muis (64).
	Schouders/nek	De houding van schouders en nek hand is gunstiger dan bij gebruik van standaard toetsenbord en muis (64).
Ervaren belasting		In de trainingsfase vergt spraakherkenning veel concentratie, wat mentaal vermoeiend is. Werknemers die spraakherkenning zes weken of meer gebruiken, ervaren minder klachten aan nek, onderarmen, polsen en handen dan bij gebruik van alleen toetsenbord en muis. Soms is sprake van een droge keel en dorst (64, 86). Het effect van het gebruik van spraakherkenning op de keel en stem op de lange termijn is onbekend (64).
Productiviteit		De productiviteit is 25% lager dan bij traditioneel beeldschermwerk. Spraakherkenning is even snel in het uitvoeren van commando's als de muis. De tekstinvoer is hoger met spraakherkenning vergeleken met een toetsenbord. Maar, men is meer dan de helft van de tijd bezig met foutenherstel. Foutenherstel maakt de tijdswinst ongedaan. Bij sommigen is de productiviteit met spraakherkenning echter hoger. De tijd die nodig is om spraakherkenning goed aan te leren, ligt tussen de 40 en 120 uur; dat betekent dus een forse tijdsinvestering. Maar, wanneer spraakherkenning wordt ingezet als reïntegratie-hulpmiddel is de productiviteit voor de betreffende personen per definitie hoger. Training verhoogt de productiviteit. Productiviteit wordt negatief beïnvloed door emotie, stress, verkoudheid en tijdsdruk (6, 10, 11, 13, 44, 64, 82, 85, 86, 114).
Gebruiksvriendelijkheid		Spraakherkenning wordt met name door mensen met RSI-klachten als gebruiksvriendelijk beoordeeld; het kan de reïntegratie bevorderen wanneer mensen zijn uitgevallen met klachten aan armen en handen (36, 64, 70, 85, 87, 115). Mensen zonder klachten vinden spraakherkenning een goede aanvulling op het traditionele beeldschermwerk ter afwisseling. Het aanleren van spraakherkenning wordt door 40% van de gebruikers als moeilijk ervaren, door 53,3% redelijk makkelijk en 6,7% makkelijk. Het is geschikt voor tekstverwerkingstaken, minder voor toepassingen in Excel en SPSS, internetten, e-mailen en programmeren. Het is zelfs mogelijk te tekenen met spraakherkenning, dit is echter zo moeilijk dat het sterk wordt afgeraden (59). > >

	Het kan zijn dat een spraakherkenningspakket incompatibel is met andere kantoorapplicaties (44, 64), waardoor gebruikersproblemen ontstaan. Het is daarom noodzakelijk de spraakherkenning voor installatie uitgebreid te testen. Ook is voldoende geheugenruimte nodig. Wanneer gebruik wordt gemaakt van de meest actuele kantoorapplicaties, zijn de mogelijkheden van de spraakherkenningspakketten het grootst. Het is ook belangrijk een goede microfoon te gebruiken, waarbij de achtergrondgeluiden kunnen worden gefilterd. Ook moet de microfoon steeds goed ingesteld worden, dat verbetert de herkenning van het systeem (27, 51).
Comfort	Door mensen met klachten aan armen en handen (zoals RSI-klachten) wordt het als zeer comfortabel beoordeeld, omdat dat het werken (weer) beter mogelijk maakt. Sommige werknemers zonder klachten ervaren het als een welkome aanvulling op bestaande middelen. Gezonde gebruikers geven er de voorkeur aan om spraakherkenning te combineren met toetsenbord en muis. Er zijn echter ook gebruikers die het niet prettig vinden om met spraakherkenning te werken (63, 64, 83, 85). Wanneer spraakherkenning wordt gebruikt door iemand die met meerdere collega's op één kamer werkt, kan men elkaar storen. De gebruiker van spraakherkenning kan hinder ondervinden van pratende collega's en collega's kunnen hinder ondervinden van de pratende gebruiker van spraakherkenning. Ook ervaren sommige gebruikers van spraakherkenning enige mate van gêne bij het dicteren, omdat de omgeving kan horen wat hun werkwijze is of omdat vertrouwelijke informatie ingevoerd wordt (64).
Evaluatie van de bronnen	Het grootste gedeelte van de bovenstaande informatie (10, 11, 13, 36, 59, 63, 64, 70, 82, 83, 86, 115) is gebaseerd op onderzoek. De overige bronnen (6, 27, 44, 51, 85, 87, 114) zijn gebaseerd op persoonlijke gebruikerservaringen uit computertijdschriften en krantenartikelen, waarvan gegevens niet wetenschappelijk zijn onderbouwd. Er is echter een grote mate van consistentie in de gevonden informatie.
Eindoordeel	<i>RSI-risico:</i> • Betere houding van vingers, hand, pols, onderarm, schouders en nek vergeleken met traditioneel beeldschermwerk met toetsenbord en muis • Ervaren belasting is gunstiger dan bij toetsenbord en muis, mensen met RSI-klachten ervaren afname van klachten • Risico op overbelasting stem en keelpijn, lange termijn effecten van spraakherkenning zijn niet bekend <i>Aanbevelingen:</i> • Met name geschikt voor tekstverwerkingstaken • Niet geschikt voor Excel, SPSS, internetten, e-mailen, programmeren en tekenen • Er moet rekening worden gehouden met lange gewenningstijd (40-120 uur) met veel productieverlies • Mentale belasting is hoog in de trainingsfase • Voor installatie moet het spraakherkenningspakket uitgebreid getest worden om moeilijkheden met andere kantoorapplicaties te voorkomen • Een goede microfoon verbetert de herkenning • Het geeft mogelijk teveel storing wanneer meer mensen in één ruimte werken • Sommige gebruikers ervaren gene bij het dicteren • Spraakherkenning kan problemen opleveren wanneer vertrouwelijke informatie wordt verwerkt • Spraakherkenning kan een prettige aanvulling zijn op bestaande invoermiddelen zoals toetsenbord en muis • Voor gezonde beeldschermwerkers wordt het afgeraden, behalve wanneer zij RSI willen voorkomen door het gebruik van spraakherkenning • Voor mensen met RSI-klachten wordt spraakherkenning aangeraden als reïntegratiehulpmiddel, waarbij wel gelet moet worden op de punten die zijn genoemd onder het kopje Gebruiksvriendelijkheid

3.2 Hoofdbesturing

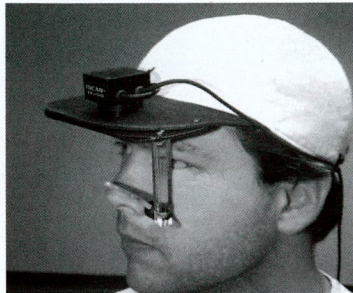
75



Beschrijving invoermiddel		Hoofdbesturing vertaalt hoofdbewegingen naar bewegingen van de cursor, en activatie van knoppen of klikken door lang naar het betreffende item te kijken en dan te slepen. Op het hoofd of op de bril wordt een reflecterend plakkertje bevestigd dat wordt gevolgd door een camera die in de buurt van het beeldscherm is geplaatst. De camera is gekoppeld aan de computer.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	
	<i>Hand/vingers</i>	De computer kan bestuurd worden zonder gebruik van handen en vingers.
	<i>Pols/onderarmen</i>	De computer kan bestuurd worden zonder gebruik polsen en onderarmen.
	<i>Bovenarmen</i>	De computer kan bestuurd worden zonder gebruik van bovenarmen.
	<i>Schouders/nek</i>	Verwacht wordt dat de belasting van nek en schouders toeneemt, doordat ingespannen het hoofd bewogen moet worden. Om het hoofd zo precies mogelijk te positioneren is het nodig de spieren aan te spannen.
Ervaren belasting		
Productiviteit		Er is een grotere bewegingstijd nodig om aan te wijzen, namelijk 76% langer dan muis (67).
Gebruiksvriendelijkheid		Het is geschikt voor gehandicapten die vingers, handen en/of armen niet kunnen gebruiken (67). De hoofdbesturing kan dan in combinatie met een on-screen-keyboard gebruikt worden. Dit wordt gebruikt door mensen met een zeer zware handicap die alleen nog het hoofd kunnen bewegen.
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		Er is één artikel gevonden over hoofdbesturing (67). Dit artikel is van matige kwaliteit.
Eindoordeel		<i>RSI-risico:</i> • Weinig belasting van vingers, handen, polsen, onderarmen, bovenarmen • Veel statische belasting van nek en schouders <i>Aanbevelingen:</i> • Geen optie voor de dagelijkse kantoorpraktijk. Wordt slechts aangeraden voor mensen met een zeer zware handicap die alleen nog het hoofd kunnen gebruiken

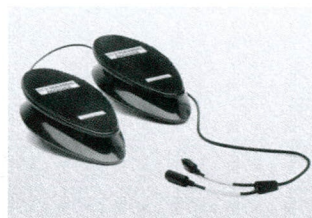
3.3 Oogbesturing

76



Beschrijving invoermiddel		Oogsturing is het door middel van oogbewegingen bewegen van de cursor, het activeren van buttons of klikken. De bewegingen van de pupil worden geregistreerd door middel van camera's. De computer bepaalt de kijkrichting van de ogen en stuurt hiermee de cursor aan. Na een bepaalde kijktijd op één vlak van het beeldscherm wordt dit vlak geactiveerd en het betreffende commando wordt uitgevoerd. Ook kan het activeren van de buttons plaatsvinden door middel van knipperbewegingen, dit is afhankelijk van het systeem.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	Verwacht wordt dat de ogen zwaar belast worden.
	<i>Hand/vingers</i>	Het is niet nodig de handen en vingers te belasten.
	<i>Pols/onderarmen</i>	Het is niet nodig de handen en vingers te belasten.
	<i>Bovenarmen</i>	Het is niet nodig de handen en vingers te belasten.
	<i>Schouders/nek</i>	Door ingespannen met de ogen de computer te besturen zal waarschijnlijk de belasting in de nek en schouders verhoogd zijn, omdat men geneigd zal zijn het hoofd stil te houden.
Ervaren belasting		
Productiviteit		Activatie door middel van het oog blijkt sneller te zijn dan activatie met handen en/of vingers (43).
Gebruiksvriendelijkheid		Oogbesturing vereist dat de gebruiker het hoofd stil kan houden en dat de oogbewegingen gecontroleerd kunnen worden. Soms levert een bril problemen op vanwege reflecties. Het is met name geschikt voor gehandicapten die vingers, handen en/ of armen niet goed kunnen gebruiken. Gehandicapte gebruikers reageren enthousiast en hebben er baat bij (43). In combinatie met een on-screen toetsenbord kunnen alle Windows programma's bediend worden, zoals een tekstverwerkingsprogramma of e-mail. Vertragingstijd en trillingsmarge van de opgenomen oogbewegingen zijn instelbaar om muiskliks, dubbelkliks, rechts klikken of slepen uit te voeren.
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		De informatie komt uit slechts één artikel (43). Dit artikel is van matige kwaliteit.
Eindoordeel		<i>RSI-risico:</i> • Weinig belasting van vingers, handen, polsen, onderarmen, bovenarmen • Veel statische belasting van nek en schouders <i>Aanbevelingen:</i> • Geen optie voor de dagelijkse kantoorpraktijk. Wordt slechts aangeraden voor mensen met een zeer zware handicap die alleen nog oogbewegingen kunnen maken

3.4 Voetmuis



Beschrijving invoermiddel		Een voetmuis wordt geheel door de voeten bestuurd. Met de ene voet wordt de beweging van de cursor gestuurd, met de andere voet worden geklikt en dubbel geklikt. Ook bestaan er pedalen die slechts de klikfunctie van de muis overnemen.
Fysieke belasting	<i>Algemeen</i>	Voetmuizen of voetpedalen zijn vooral geschikt voor mensen met ernstige klachten aan handen en armen. De voetmuis wordt aangeraden als optie om te overwegen wanneer de gebruiker de armen of handen niet meer kan gebruiken. De houdingsvariatie wordt sterk beperkt doordat de positie van de voeten vastligt. Bij het gebruik bestaat het risico op rug- of knieklachten.
	<i>Hand/vingers</i>	De computer kan bestuurd worden zonder gebruik van handen en vingers.
	<i>Pols/onderarmen</i>	De computer kan bestuurd worden zonder gebruik polsen en onderarmen.
	<i>Bovenarmen</i>	De computer kan bestuurd worden zonder gebruik van bovenarmen.
	<i>Schouders/nek</i>	De fysieke belasting in de nek zal vergelijkbaar zijn met de muis.
Ervaren belasting		
Productiviteit		Gehandicapten maakten met de voetmuis evenveel fouten als gezonde met standaard muis. De tijd die het kost om te selecteren, is bij de voetmuis 2,3 keer langer dan bij een standaard muis. De precisie is 2 keer zo slecht. Met blote voeten zijn de precisie en snelheid beter dan wanneer schoenen worden gedragen (7, 103). Na vier uur oefenen is de productiviteit van de voetmuis 90% van de standaard muis bij klik- en sleeptaken (7).
Gebruiksvriendelijkheid		Er is een zeer lage acceptatie voor gebruik bij gezonde proefpersonen. Met name geschikt voor gehandicapten met problemen aan vingers, armen en/of handen. Hoewel mensen met dwarslaesies of halfzijdige verlamming soms moeite hebben met het bewaren van het evenwicht. Soms slippen de voeten (103).
Comfort		
Evaluatie van de bronnen		Er zijn slechts twee wetenschappelijke artikelen gevonden (7, 103). Deze artikelen zijn van matige kwaliteit. Bovendien is in beide artikelen gebruik gemaakt van prototypes. Wel is de informatie generaliseerbaar; de verwachting is dat met andere types voetmuizen de prestatie met de voeten vergelijkbaar is.
Eindoordeel		<i>RSI-risico:</i> • Weinig belasting van vingers, handen, polsen, onderarmen, bovenarmen • Risico op knie- en rugklachten <i>Aanbevelingen:</i> • Wordt slechts aangeraden aan mensen met ernstige problemen aan vingers, armen en/of handen. Mensen met dwarslaesies of halfzijdige verlammingen hebben soms moeite met het bewaren van het evenwicht. Spraakherkenning heeft de voorkeur

1. Aaras A, Ro O, *Workload when using Anir Mouse and normal mouse*, 1997, 1-26.
2. Aaras A, Horgen G, Bjorset H, Ro O, Thoressen M, 'Musculoskeletal, visual and psychosocial stress in VDU operators before and after multidisciplinary ergonomic interventions', *Applied Ergonomics*, 1998, 29(5), 335-354.
3. Akamatsu M, MacKenzie S, *Changes in applied force to a touchpad during pointing tasks*, 2000, Proceedings of the 14th Triennial Congress of the IEA and 44th Annual meeting of the HFES Congress, San Diego, California, USA., Santa Monica (Ca), HFES, CD-rom.
4. Akamatsu M, MacKenzie IS, 'Changes in applied force to a touchpad during pointing tasks', *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2002, 29, 171-182.
5. Amell TK, Kumar S, 'Cumulative Trauma Disorders and Keyboarding Work', *Int J Ind Ergonomics*, 1999, 25(1), 69-78.
6. Ammelrooy P van, 'Denk en praat, de computer luistert en schrijft', 2000, *de Volkskrant*, 17-11-00, krantenartikel.
7. Anderson NS, Sobilloff B, White P, Pearson G, *A foot operated PC pointer device. Designing for diversity*, 1993, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th meeting, Seattle, Washington, October 11-15, Vol. 1., Santa Monica (Ca), The Human Factors and Ergonomics Society, 314-317.
8. Armstrong TJ, Foulke JA, Martin BJ, Gerson J, Rempel DM, 'Investigation of applied forces in alphanumeric keyboard', *Am Ind Hyg Assoc J*, 1994, 55(1), 30-35.
9. Armstrong TJ, Martin BJ, Franzblau A, Rempel DM, Johnson PW, 'Mouse input devices and work-related upper limb disorders', 1995, Molteni G, Piccoli B, Occhipinti E, eds, *Work with display units*, 1994, Amsterdam, Elsevier Science, 375-380.
10. Baber C, Noyes J, 'Automatic Speech Recognition in Adverse Environments', *Human Factors*, 1996, 38(1), 142-155.
11. Baber C, Mellor B, Graham R, Noyes JM, C Tunley, 'Workload and the use of automatic speech recognition: The effects of time and resource demands', *Speech Communication*, 1996, 20, 37-53.
12. Batra S, Dykstra D, Hsu P, Radle KA, Wiedenbeck S, *Pointing device performance for laptop computers*, 1998, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 42nd annual meeting, Santa Monica, CA, Human Factors and Ergonomics Society, 536-540.
13. Bekker MM, Nes FL, Juola JF, 'A comparison of mouse and speech input control of a text-annotation system', *Behaviour and Information Technology*, 1995, 14(1), 14-22.
14. Berqvist U, Wolgast E, Nilsson B, Voss M, 'Musculoskeletal disorders among visual display terminal workers: individual, ergonomic, and work organizational factors', *Ergonomics*, 1995, 38(4), 763-776.
15. Berqvist U, Wolgast E, Nilsson B, Voss M, 'The influence of VDT work on musculoskeletal disorders', *Ergonomics*, 1995, 38(4), 754-762.
16. Brocklehurst ER, 'The NPL paper project', *Int J Man-Machine Studies*, 1991, 34(1), 69-95.
17. Bueters P, Jong W de, 'Surfen tussen muisarm en SMS-duim', *Parool*, 21-12-01, krantenartikel.
18. Burgess-Limmerick R, Shemmel J, Scadden R, Plooy A, 'Wrist posture during computer pointing device use', *Clinical Biomechanics*, 1999, 14, 280-286.
19. Burke TM, Muto WH, Gutman JC, *Effects of keyboard height on typist performance and preference*, 1984, Proceedings 28th Annual Meeting Human Factors Society, 272-276.
20. Cakir A, 'Acceptance of the adjustable keyboard', *Ergonomics*, 1995, 38, 1728-1744.
21. Cakir A, *Do split keyboards help to reduce strain?*, 1994, Grieco A, ed, Book of abstracts WWDU 1994, vol. 3., Milaan, University of Milan.
22. Capobianco G, Lee MD, Cohen S, *Using multiple specialized keyboards on touch screen displays: is switching keyboards distracting to novice users?*, 2000, Proceedings of the 14th Triennial Congress of the IEA and 44th Annual meeting of the HFES Congress, San Diego, California, USA., Santa Monica (Ca), HFES, CD-rom.
23. Carter JB, Banister EW, 'Musculoskeletal disorders in VDT work: a review', *Ergonomics*, 1994, 37, 1623-1648.
24. Chapparo A, Bohan M, Fernandez J, Choi SD, Kattel R, 'The impact of age on computer input device use: Psychophysical and physiological measures', *Int J Ind Ergonomics*, 1999, 24, 503-513.

25. Chapparo A, Rogers M, Fernandez J, Bohan M, Choi SD, Stumpfhauser L, 'Range of motion of the wrist: implications for designing computer input devices for the elderly', *Disability and Rehabilitation*, 2000, 22(13/14), 633-637.
26. Chen C, Burastero S, Tittaranonda P, Hollerbach K, Shih M, Denhoy R, *Quantitative evaluation of 4 computer keyboards: wrist postures and typing performance*, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting 1993, 1094-1098.
27. 'Spraakherkenning. Kijk mama, zonder handjes', *Computeridee*, 1999, 20, 17-21.
28. Cook C, Kothiyal K, 'Influence of mouse position on muscular activity in the neck, shoulder and arm in computer users', *Applied Ergonomics*, 1998, 29(6), 439-443.
29. Cooper A, Straker L, 'Mouse versus keyboard use: a comparison of shoulder muscle load', *Int J Ind Ergonomics*, 1998, 22(4-5), 351-357.
30. Douglas SD, Happ AJ, Evaluating Performance, Discomfort and Subjective Preferences Between Computer Keyboard Designs, 1995, Salvendy G, Smith MJ, *Human-computer interaction: software and hardware interfaces*, Amsterdam, Elsevier, 1064-1069.
31. Fernstrom E, Ericson MO, 'Computer mouse or trackpoint, effects on muscular load and operator experience', *Appl Ergonomics*, 1997, 28(5-6), 347-345.
32. Ferrel WR, Knight LW, Koeneman J, 'Preliminary test and evaluation of DATAHAND, a keyboard alternative designed to prevent musculoskeletal disorders', 1992, Kumar S, ed, *Advances in Industrial Ergonomics and Safety IV: Proceedings of the Annual International Industrial Ergonomics and Safety Conference*, Denver, Colorado, 10-14 June., London (etc.), Taylor & Francis, 411-418.
33. Feuerstein M, Armstrong T, Hickey P, Lincoln A, 'Computer keyboard force and upper extremity symptoms', *J Occup Environm Med*, 1997, 37(12), 1144-1153.
34. Finsen L, Sogaard K, Jensen C, Borg V, Christensen H, 'Muscle activity and cardiovascular response during computer-mouse work with and without memory demands', *Ergonomics*, 2001, 44, 1312-1329.
35. Fogleman M, Brogmus G, 'Computer mouse use and cumulative trauma disorders of the upper extremities', *Ergonomics*, 1995, 38(12), 2465-2475.
36. Fried-Oken M, 'Voice Recognition Device as a Computer Interface for Motor and Speech Impaired People', *Arch Phys Med Rehab*, 1985, 66, 678-681.
37. Gerard MJ, Armstrong TJ, Foulke JA, Martin BJ, 'Effects of keystiffness on force and the development of fatigue while typing', *Am Ind Hyg Assoc J*, 1996, 59(9), 849-854.
38. Gerard MJ, Jones SK, Smith LA, Thomas RE, Wang T, 'An ergonomic evaluation of the Kinesis Ergonomic Computer Keyboard', *Ergonomics*, 1994, 37, 1661-1668.
39. Gerard MJ, Armstrong TJ, Franzblau A, Martin BJ, Rempel DM, 'The Effects of Keyswitch Stiffness on Typing Force, Finger Electromyography, and Subjective Discomfort', *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1999, 60, 762-769.
40. Gilad IS, Harel S, 'Muscular effort in four keyboard designs', *Int J Ind Ergonomics*, 1996, 26(1), 1-7.
41. Hagberg M, 'The "mouse-arm syndrome"-concurrence of musculoskeletal symptoms and possible pathogenesis among VDU operators', 1995, Grieco A, Molteni G, Piccoli B, Occhipinti E, eds, *Work with display units*, 1994, Amsterdam, Elsevier Science, 381-385.
42. Hamersma L, Loggen B, Hermans V, Mol E, Dieën J van, 'Invoermiddelen bij laptop-computers: spieractivatie in de schoudergordel, subjectieve oordelen en gerealiseerde precisie', *T v Ergonomie*, 2000, 25(4), 113-120.
43. Hansen JP, Andersen AW, Roed P, 'Eye-gaze control of multimedia systems', 1995, Anzai Y, Ogawa K, Mori H, eds, *Symbiosis of Human and Artifact: Future computing and design for human-computer interaction*, Amsterdam, Elsevier Science, 37-42.
44. Harmens B, 'Typen met losse handen', *Computer Totaal*, 1999, 48-55.
45. Harvey R, Peper E, 'Surface electromyography and mouse use position', *Ergonomics*, 1997, 40, 781-789.
46. Haward B, 'An evaluation of a trackball as an ergonomic intervention', 1998, Hanson MA, ed, *Contemporary Ergonomics*, London (etc.), Taylor & Francis, 135-139.
47. Hedge A, Morimoto S, McCrobie D, 'Effects of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort', *Ergonomics*, 1999, 42(10), 1333-1349.
48. Hedge A, Powers JR, 'Wrist postures while keyboarding: effects of a negative slope keyboard system and full motion forearm supports', *Ergonomics*, 1995, 38(3), 508-517.
49. Hoffman ER, Tsang K.T., Mu A, 'Data-entry keyboard geometry and keying movements times', *Ergonomics*, 1995, 38, 940-950.

50. Honan M, Serina E, Tal R, Rempel D, *Wrist postures while typing on a standard and split keyboard*, 1995, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 39th annual meeting 1995, 366-368.
51. Houkes P, 'Sprakherkenning wordt steeds beter', 2000, *Haagsche Courant*, 09-12-00, krantenartikel.
52. Jensen C, Borg V, Finsen L, Hansen K, Juul-Kristensen B, Christensen H, 'Job demands, muscle activity and musculoskeletal symptoms in relation to work with the computer mouse', *Scand J Work, Environm Health*, 1998, 24(5), 418-424.
53. Jensen C, Finsen L, Hansen K, Christensen H, 'Upper trapezius muscle activity patterns during repetitive manual material handling and work with a computer mouse', *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 1999, 9, 317-325.
54. Johnson PW, Hagberg M, Wigaeus Helm E, Rempel D, 'Measuring and characterizing force exposure during computer mouse use', *Scand J Work, Environm Health*, 2000, 26(5), 398-405.
55. Karlqvist L, Benmark E, 'Computer mouse and track-ball operation: similarities and differences in posture, muscular load and perceived exertion', *Int J Ind Ergonomics*, 1999, 23, 157-169.
56. Karlqvist L, Benmark E, Ekenvall L, Hagberg M, Isaksson A, Rostö T, 'Computer mouse position as a determinant of posture, muscular load and perceived exertion', *Scand J Work Environm Health*, 1998, 24(1), 62-73.
57. Karlqvist L, Hagberg M, Selin K, 'Variation in upper limb posture and movement during word processing with and without mouse-use', *Ergonomics*, 1994, 37, 1261-1267.
58. Karlqvist L, *Evaluation of physical work load at video display unit workstations*, Arbete och Hälsa, 1995, 9.
59. Kay P, *User interface for speech-controlled drawing*, 1992, Zagler W, Proceedings of the 3rd International Conference on Computers for Handicapped Persons, Oldenburg, Vienna, 256-262.
60. Keir PJ, Bach JM, Rempel D, 'Effects of computer mouse design and task on carpal tunnel pressure', *Ergonomics*, 1999, 42, 1350-1360.
61. Kelaher D, Nay T, Lawrence B, Lamar S, Sommerich CM, 'An investigation of the effects of touchpad location within a notebook computer', *Applied Ergonomics*, 2001, 32, 101-110.
62. Keller K, Corbett J, Nichols D, 'Repetitive Strain Injuries in computer keyboard users: pathomechanics and treatment principles in individual and group intervention', *J Hand Ther*, 1998, 11, 9-26.
63. Khalid HM, *Integrating speech and manual input devices in multimodal cad systems*, 2000, Proceedings of the XIVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and 44th Annual Meeting of the HFES Congress, San Diego, California., San Diego (Ca), HFES, CD-rom.
64. Korte EM, Lingen P van, *Schrijven met je stem in de praktijk*, pilotproef Spraakherkenning bij Ministerie van SZW, 2001, Hoofddorp, TNO-rapport (vertrouwelijk).
65. Laursen A, Jensen BA, Garde AH, Jorgensen AH, 'Effect of mental and physical demand on muscular activity during the use of a computer mouse and a keyboard', *Scand J Work Environm Health*, 2002, 28(4), 215-221.
66. Life MA, Phaasant ST, 'An integrated approach to the study of posture in keyboard operation', *Applied Ergonomics*, 1984, 15(2), 83-90.
67. Lin ML, Radwin RG, Vanderheiden GC, 'Gain effects on performance using a head-controlled input device', *Ergonomics*, 1992, 35, 159-175.
68. Loricchio DF, Lewis JR, *User assessment of standard and reduced-size numeric keypads: visions*, 1991, Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting, San Francisco, California, September 2-6, Vol. 1., Santa Monica (Ca), The Human Factors Society, 251-252.
69. Lu H, Aghazadeh F, *Infogrip chordic keyboard evaluation*, 1992, Proceedings of het Human Factors Society 36th annual meeting, The Human Factors Society, 268-271.
70. Mangold H, 'Principles of automatic processing of speech signals and their application in medical technology and for aids for handicapped', *Medical Progress through Technology*, 1988, 14, 39-56.
71. Marek T, Noworol C, Wos H, Karwowski W, Hamiga K, 'Muscular Loading and Subjective Ratings of Muscular Tension bij Novices When Typing With Standard and Split-Design Computer Keyboards', *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1992, 4(4), 387-394.

72. Marklin RW, Simoneau CG, Monroe JF, *The effects of split and vertically inclined computer keyboards on wrist and forearm posture*, 1997, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 41st Annual Meeting, Albuquerque, New Mexico, September 22-26, 1997, Vol. 1., Santa Monica (Ca), The Human Factors and Ergonomics Society, 642-646.
73. Marklin RW, Simoneau GG, Hoffman D, *Effects of computer keyboard setup parameters and user's anthropometric data characteristics on wrist deviation and typing efficiency*, 1998, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 42nd annual meeting, Santa Monica, CA, Human Factors and Ergonomics Society, 876-880.
74. McAlindon PJ, *The development and evaluation of the Keybowl: a study on an ergonomically designed alphanumeric input device*, 1994, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting, October 24-28, Nashville, Tennessee, Vol. 1., Santa Monica (Ca), The Human Factors and Ergonomics Society, 320-324.
75. McGee M, Amento B, Brooks P, Harley H, *Fitts and VR: evaluating display and input devices with Fitt's law*, 1997, Ancient wisdom - future technology. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 41th Annual Meeting, Albuquerque, New Mexico, September 22-26, Vol. 1., Santa Monica (Ca), The Human Factors and Ergonomics Society, 1259-1262.
76. McMulkin ML, Kroemer KHE, 'Usability of a one-hand ternary chord keyboard', *Applied Ergonomics*, 1994, 25(3), 177-181.
77. Milner NP, 'A Review of Human Performance and Preferences with Different Input Devices to Computer Systems', 1988, Jones DM, Winder R, *People and Computers IV*, Cambridge, Cambridge University Press, 341-362.
78. Monty RW, Snyder HL, *Keyboard design: an investigation of user preference and performance*, 1983, Proceedings of the 27th Annual Meeting Human Factors Society, 201-205.
79. Müller KW, 'Effects of ergonomic keyboards on static and dynamic components of electromyographic activity', *Adv Occup Ergonomics Safety*, 1996, 1, 502-507.
80. Murakami A, 'Cordless pen and electronic stationary', 1993, Salvendy G, Smith MJ, *Human-computer interaction: software and hardware interfaces*, Amsterdam, Elsevier, 1022-1027.
81. Nelson JE, Treaster DE, Marras WS, 'Finger motion, wrist motion and tendon travel as a function of keyboard angles', *Clin Biomechanics*, 2000, 15(7), 489-498.
82. Noyes JM, Frankish CR, 'Errors and correction in automatic speech recognition systems', *Ergonomics*, 1994, 37(11), 1943-1957.
83. Oseitutu K, Feng J, Sears A, Karat CM, 'Speech recognition for data entry by individuals with spinal cord injuries', 2001, Stephanidis C, *Universal Access in HCI: Towards an Information Society for All*, Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates.
84. Pekelney R, Chu R, *Design criteria of an ergonomic mouse computer input device*, 1995, Designing for the Global Village. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting, San Diego, California, October 9-13, Vol. 1, Santa Monica (Ca), The Human Factors and Ergonomics Society, 369-373.
85. Peteghem L van, 'Sprakherkenning kan uw gezondheid bevorderen', 2001, *De Financieel Economische Tijd*, 22-05-01, krantenartikel.
86. Ponsioen IHJ, 'Automatische spraakherkenning. State-of-the-art of toekomstverkenning', *T v Ergonomie*, 1999, 140-147.
87. Price K, *Utilizing the power of voice recognition*, 2000.
88. Rempel D, Honan M, Serina E, Tal R, 'Wrist postures while typing on a standard and split keyboard', 1995, Bittner AC, Champney PC, eds, *Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII*, London (etc.), Taylor & Francis, 619-622.
89. Rempel D, Serina E, Klinenberg E, Martin BJ, Armstrong TJ, Foulke JA, Natarajan S, 'The effect of keyboard keyswitch make force on applied force and finger flexor muscle activity', *Ergonomics*, 1997, 40(8), 800-808.
90. Rempel D, Jacobson M, Brewer R, Martin B, *Finger muscle activity during use of different pointing devices*, 2000, Proceedings of the 14th Triennial Congress of the IEA and 44th Annual meeting of the HFES Congress, San Diego, California, USA., Santa Monica (Ca), The Human Factors and Ergonomics Society, CD-rom.

91. Ridder M de, Douwes M, Groothausen J, Osinga D, 'Naar het voorkomen van RSI bij beeldschermwerk: het effect van invoer- en aanwijsmiddelen op houding, lichamelijk ongemak en vermoeidheid bij beeldschermwerkers', *T v Ergonomie*, 1997, 22(3), 80-86.
92. Ridder M de, Bakker B, 'Penmuis goed alternatief', *Arbeidsomstandigheden*, 2000, 9, 15-17.
93. Riezebos C, Lagerberg A, 'RSI: een pronatieprobleem', *Versus, tijdschrift voor Fysiotherapie*, 1997, 15(1), 16-40.
94. Rose MJ, 'Keyboard operating posture and actuation force: implications for muscleoveruse', *Appl Ergonomics*, 1991, 22(3), 189-203.
95. Rose MJ, *The ergonomics of computer input devices, a decade of developments. Productivity Ergonomics and Safety, the total package*, 1998, Proceedings of the International Workplace Health and Safety Forum and the 33rd Ergonomics Society of Australia Conference, Gold Coast, Australia, Ergonomics Society of Australia, Downer, ACT, Brisbane (Queensland), Australia and Workplace Health and safety program, 37377.
96. Rossen B, Ridder M de, 'Toetsenbordletsel. De houdingsfactoren nader bekeken', *T v Ergonomie*, 1998, 75-79.
97. Rossen B, *Field trials at Interpay Nederland b.v.*, 2002.
98. Simoneau GG, Marklin RW, Monroe JF, 'Wrist and forearm postures of users of conventional computer keyboards', *Human Factors*, 1999, 41, 413-424.
99. Smith MJ, Karsh BT, Conway FT, Cohen WJ, James CA, Morgan JJ, Sanders K, Zehel DJ, 'Effects of a split keyboard design and wrist rest on performance, posture and comfort', *Human Factors*, 1998, 40, 324-336.
100. Smith WJ, Cronin DT, *Ergonomic Test of the Kinesis Keyboard*, 1993, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th annual meeting 1993, The Human Factors and Ergonomics Society, 318-322.
101. Smutz P, Serina E, Rempel D, 'A system for evaluating the effect of keyboard design on force, posture, comfort, and productivity', *Ergonomics*, 1994, 37, 1649-1660.
102. Sogaard K, Sjogaard G, Finsen L, Olsen H B, Christensen H, 'Motor unit activity during stereotyped finger tasks and computer mouse work', *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2001, 11, 197-206.
103. Springer J, Siebes C, 'Position controlled input device for handicapped: experimental studies with a footmouse', *Appl Ergonomics*, 1996, 17(2), 135-152.
104. Straker L, Pollock C, Frosh A, Aaras A, Dainoff M, *An ergonomic field comparison of a traditional computer mouse and a vertical computer mouse in injured office workers*, 2000, Proceedings of the IEA 2000/ HFES 2000 Congress, IEA / HFES, 6.356-6.359.
105. Swanson NG, Galinsky TL, Cole LL, Pan CS, Sauter SL, 'The impact of keyboard design on comfort and productivity in a text-entry task', *Appl Ergonomics*, 1997, 28(1), 9-16.
106. Tan KC, Ong CN, Koh MI, 'Computer keyboard Evaluation using subjective questionnaires and electromyography', 1993, Luczak H, Cakir A, Cakir G, eds, *Work with display units 92: selected proceedings of the third International Scientific Conference on work with display units*, Berlin, Germany, September 1-4., Amsterdam, North-Holland, 471-475.
107. Thompson DA, Thomas J, Cone J, Daponte A, Markinson R, *Analysis of the TONY!™*, 1990, Variable Geometry VDT Keyboard. Proceedings of the Human Factors 34th Annual Meeting, Orlando, Florida, October 8-12, Vol. 1., Santa Monica (Ca), The Human Factors Society, 365-369.
108. Thompson DA, 'Analysis of VDT Keyboard Tactile Feedback', 1995, Bittner AC, Champney PC, eds, *Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII*, London (etc.), Taylor & Francis, 613-618.
109. Tittiranonda P, et al, *Ergonomic evaluation of the apple adjustable keyboard*, 1994, Proceedings of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Toronto, Canada, August 15-19, 1994. Vol 4., Mississauga (On), HFAC, 393-394.
110. Tittiranonda P, Rempel D, Armstrong T, Burastero S, 'Effect of four computer keyboards in computer users with upper extremity musculoskeletal disorders', *Am J Ind Med*, 1999, 35(6), 647-661.
111. Tittiranonda P, Rempel D, Armstrong T, Burastero S, 'Workplace Use of an Adjustable Keyboard: Adjustable preferences and effect on wrist posture', *Am Ind Hyg Ass J*, 1999, 60(3), 340-348.
112. Treaster DE, Marras WS, 'An assessment of alternate keyboards using finger motion, wrist motion and tendon travel', *Clin Biomechanics*, 2000, 15(7), 499-503.

- 113. Vervoort F, Kiss Ph, De computermuis, *Arbeidsgezondheidszorg en Ergonomie*, 1998, 35(3), 113-119.
- 114. Vliet P van, 'De computer leert luisteren. Spraakherkenning: Pretenties maken plaats voor prestaties', *Personal Computer Magazine*, 1999, 38-43.
- 115. Vreede DR de, 'Automatische spraakherkenning. Een reactie', *T v Ergonomie*, 2000, 31.
- 116. Yoshitake R, Ise N, Yamada S, Tsuchiya K, 'An analysis of users preference on keyboards through ergonomic comparison among four keyboards', *Appl Human Sci*, 1997, 16(5), 205-211.
- 117. Yoshitake R, 'Relationship between key space and user performance on reduced keyboards', *Appl Human Sci*, 1995, 14(6), 287-292.
- 118. Zöller H, Konheisner S, 'Fitts' Gesetz bei Maus und Trackball: ein experimenteller Test zur ergonomischen Bewertung von Computereingabegeräten', *Z Arb Wiss*, 1999, 35(25 NF), 237-241.

Normen:

AI-2: *Werken met Beeldschermen*. Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, SDU uitgeverij, Den Haag 2000.

ISO 9241-4: *Ergonomic Requirements for office work with visual display terminals (VDT's)*. Part 4: *Keyboard Requirements*

ISO 9241-9: *Ergonomic Requirements for office work with visual display terminals (VDT's)*. Part 9: *Requirements for non-keyboard input devices*

Verklarende woordenlijst

Vakterm houding/beweging van lichaamsdeel	Beschrijving
Hoofd anteropositie	De stand van het hoofd waarbij de kin naar voren wordt geduwd
Nek flexie	Het naar voren buigen van de nek
Nek lateroflexie	Het naar de zijkant buigen van de nek (het oor naar de schouder brengen)
Nek axiaalrotatie	Het draaien van de nek (nee schudden)
Schouder elevatie	Het optillen van de schouders (schouders ophalen)
Bovenarm abductie	Het naar voren of naar opzij optillen van de bovenarm
Bovenarm adductie	Het naar het lichaam toebrengen van de bovenarm na het naar voren of opzij optillen
Bovenarm exorotatie	Het naar buiten draaien van de bovenarm om de lengte-as
Bovenarm endorotatie	Het naar binnen draaien van de bovenarm om de lengte-as
Onderarm pronatie	Het naar binnen draaien van de onderarm om de lengte-as (handen plat op tafel leggen met de handpalm op het tafelblad)
Onderarm supinatie	Het naar buiten draaien van de onderarm om de lengte-as (handen plat op tafel leggen met de rug van de hand op het tafelblad)
Onderarm neutraalstand	De stand van de onderarm tussen pronatie en supinatie in (zoals bij het op de tafel leggen van de handen waarbij de zijkant van de hand aan de pinkzijde op het tafelblad leunt).
Pols flexie	Het omlaag buigen van de pols richting de binnenkant van de onderarm
Pols extensie	Het omhoog buigen van de pols richting de bovenkant van de onderarm
Pols radiaaldeviatie	Het opzij buigen van de pols richting de duim
Pols ulnairdeviatie	Het opzij buigen van de pols richting de pink
Pols neutraalstand	De stand waarbij de hand zich in het verlengde van de onderarm bevindt

Dankwoord

TNO Arbeid bedankt de volgende personen die met grote inzet bijgedragen hebben aan het tot stand komen van de Keuzegids Invoermiddelen voor Computergebruik:

- de leden van de begeleidingscommissie: Nicoline Breed (Senter), Frans van Galen (De Nederlandsche Bank, Arbo BV), Wiecher Jansen (Rabobank), Mathilde Klontje (Rabobank), Willemijn van Lier (ABN Amro), Maleene de Ridder (Ergoconsult), Willem Wirtz (NVB);
- de externe experts die bijdroegen aan de selectie van invoermiddelen: Alex Rodi (Backshop), Nico Rijkse (Visser Kantoor Ergonomie);
- de maker van de ondersteuning van numerieke toetsenborden, Ben Groen;
- de contactpersonen voor de proefgroepen bij de banken;
- de bankmedewerkers die bereid waren als proefpersoon op te treden;
- de leveranciers die invoermiddelen voor de proef beschikbaar stelden: Vierpool BV, Backshop, Logitech, Visser Kantoor Ergonomie en ErgoDirect.

Tot slot danken wij de fabrikanten en leveranciers die beeldmateriaal van invoermiddelen beschikbaar hebben gesteld:

Invoermiddel	Leverancier/fabrikant
Trackball 3d, diverse muizen en toetsenborden	Backshop
Diverse muizen en toetsenborden	Cherry
Touchpad	Cirque
Aanatomische muis, Rollermouse	Contour Design
Chording toetsenbord tweehandige bediening	Datahand
Oogbesturing	Eyegaze
Standaard numeriek toetsenbord	Fujitsu Siemens
Gesplitst toetsenbord (instelbaar), Standaard numeriek toetsenbord	Goldtouch
3D-muis	Gyration
Chording toetsenbord eenhandige bediening	Handykey
Voetmuis	Hunter Digital
Trackball vinger	Kensington
Chording toetsenbord tweehandige bediening	Keybowl
Contour toetsenbord, numeriek toetsenbord	Kinesis
Diverse muizen en toetsenborden	Logitech
Diverse muizen en toetsenborden	Microsoft
Mousetrapper	Mousetrapper
Headset voor spraakherkenning	Plantronics
Penmuis	Wacom

