

Ook een verkeerde stand van de polsen kan klachten veroorzaken. Dit kan te wijten zijn aan een verkeerde werktechniek, maar de vorm en de afmetingen van het toetsenbord kunnen daar ook invloed op hebben. Er zijn hier drie mogelijke problemen te onderscheiden:

1. De onderarmen zijn teveel naar binnen gedraaid
2. De polsen vertonen een knikstand in het verticale vlak (hand omhoog)
3. De polsen vertonen een knikstand in het horizontale vlak (hand naar buiten)

Ad 1: Polsen teveel naar binnen gedraaid (pronatie)

Een neutrale stand van de onderarmen wordt bereikt als de duim naar boven wijst. Bij het typen op een horizontaal toetsenbord moeten de onderarmen echter naar binnen worden gedraaid. Als de gewrichten van de elleboog en onderarm daarbij de eindstand bereiken, wat vaak voorkomt, kan dat leiden tot extra spanningen in de betrokken spieren en gewrichten.



Figuur 2: De onderarm in een neutrale stand (links) en in pronatie (rechts).

Ad 2: Knikstand pols in het verticale vlak (extensie)

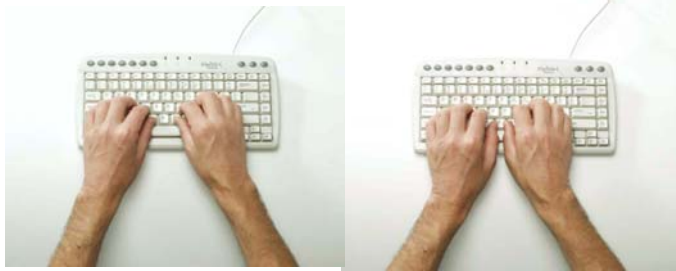
In plaats van de pols gestrekt te houden laten sommige beeldschermwerkers de pols naar beneden zakken en op het bureau rusten. De hand komt hierdoor in een strekstand (extensie) te staan en dit leidt tot een verhoogde druk in de pols en tot verhoogde spanningen in de onderarmspieren (zie ook figuur 5).



Figuur 3: Extensie van de pols (strekstand).

Ad 3: Knikstand pols naar opzij (ulnair deviatie)

Ook een knikstand naar opzij (hand naar buiten) kan voorkomen bij een verkeerde werktechniek. Bij een recht toetsenbord zal men sneller geneigd zijn om de pols zijwaarts te draaien, dan bij een zogenaamd split-toetsenbord.



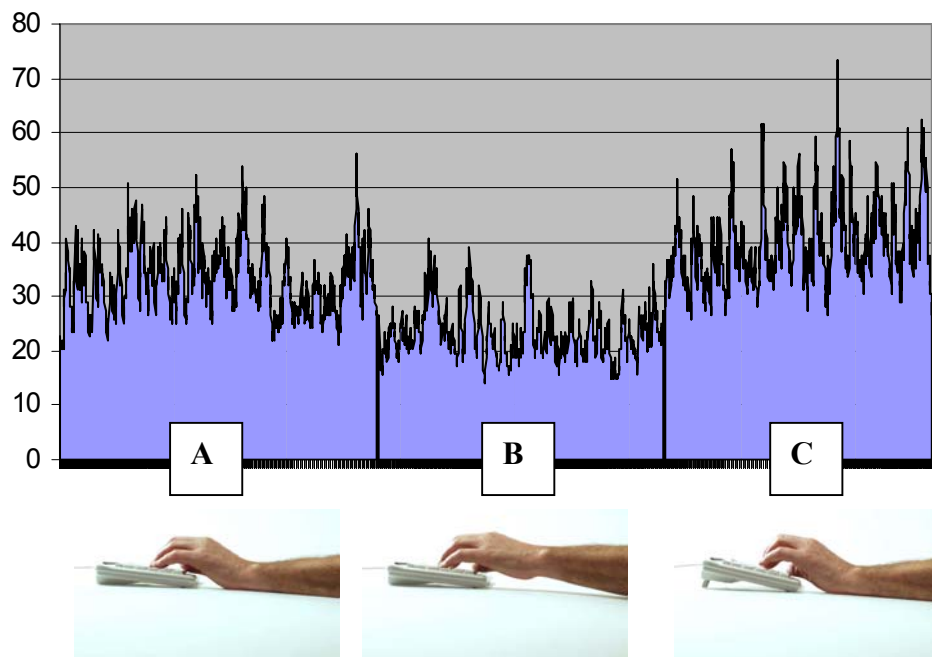
Figuur 4: De stand van de polsen in het horizontale vlak. In de linker afbeelding staan de handen in een goede positie (polen recht) en rechts met een knikstand van de handen naar buiten, ook wel ulnair deviatie genoemd.

Wetenschappelijk onderzoek

Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat de de druk in de pols, waar zich de bloedvaten, pezen en zenuwen bevinden (ook wel carpale tunnel genoemd), toeneemt indien de pols niet in een natuurlijke stand staat.

Klachten ten gevolge van compressie van de weefsels in deze ruimte wordt het Carpaal Tunnel Syndroom (CTS) genoemd en dit komt regelmatig voor. Extensie (zie figuur 3) levert daarbij het grootste risico op, de druk in de tunnel neemt toe naarmate de extensie groter is (Armstrong e.a. 1979, Pecina e.a. 1992, Keir e.a. 2001, Gilad e.a. 2000). Bij duurbelasting van de pols in een stand waarbij de extensie groter is dan 45 graden kan de kritische waarde van 30 mmHg worden overschreden waardoor beschadigingen van zenuwen in de pols kunnen ontstaan (Keir e.a., 1997; zie paragraaf 11.8). Andere auteurs melden dat polshoeken groter dan 20 graden al schade kunnen veroorzaken (Gelberman e.a. 1984 en Rempel e.a. 1997; zie paragraaf 11.8). Ulnair deviatie (zie figuur 4) is minder risicovol dan extensie (Gilad e.a. 2000; zie paragraaf 11.8), en pronatie van de onderarmen (zie figuur 2) lijkt nog minder invloed te hebben op de druk in de carpale tunnel. Echter, combinaties van extensie, ulnair deviatie en pronatie kunnen weer wel risicovol zijn.

Het typen met de polsen in een verkeerde stand kan niet alleen invloed hebben op de druk in de carpale tunnel, maar ook op de spierspanning in de onderarmspieren. In onderstaande afbeelding staat het verschil weergegeven in elektrische activiteit in een spier tijdens typen met verschillende standen van de pols. Deze activiteit kan als een maat voor de spierspanning worden beschouwd.



Figuur 5: Verschil in spieractiviteit van de polsstrekkers in de onderarm bij typen met de pols in een neutrale stand (B) en met de pols in extensie (A+C). Bij A waren de pootjes van het toetsenbord ingeklapt en bij C uitgeklaapt. De extensie van de pols was bij C iets groter dan bij A. De hoeveelheid spieractiviteit neemt toe naarmate de extensie groter is.

Naast de werkhouding is ook de werktechniek van belang. Uit onderzoek blijkt dat men in het algemeen 4-5 keer meer kracht gebruikt om een toets in te drukken dan eigenlijk nodig is (Feuerstein et al 1997; zie paragraaf 11.8). Voorts blijkt uit dit onderzoek dat computergebruikers met lichamelijke klachten significant grotere krachten gebruiken dan computergebruikers zonder klachten.

Bij de beoordeling van een toetsenborddesign dient niet alleen naar het effect op de onderarm en pols gekeken te worden, maar ook naar de invloed op de rest van het lichaam. Zo is uit onderzoek bijvoorbeeld gebleken dat bij gebruik van een extra breed splittoetsenbord, zoals het linker toetsenbord in figuur 8, er weliswaar minder spierspanning gemeten werd in de onderarmspieren, maar juist meer spierspanning in de schouder en nekspieren in vergelijking met een traditioneel toetsenbord (Gilad e.a. 2000; zie paragraaf 11.8).

In veel onderzoeken is een vergelijking gemaakt tussen bepaalde typen toetsenborden, bijvoorbeeld tussen een splittoetsenbord en een recht toetsenbord. Enkele resultaten daarvan komen verderop in dit hoofdstuk bij de bespreking van deze modellen aan de orde. In zijn algemeenheid blijkt echter dat deze onderzoeksresultaten lastig te interpreteren zijn, omdat de vergeleken modellen vaak in veel meer dan in één opzicht van elkaar verschillen. Daarnaast zijn de resultaten ook niet altijd eenduidig. Waar in elk geval wel consensus over bestaat is het inzicht dat de pols zoveel mogelijk in een neutrale stand dient te staan tijdens het typen en dat door een verkeerde werkhouding klachten veroorzaakt kunnen worden.

11.3 Richtlijnen

Algemeen

Het toetsenbord dient los van het beeldscherm te kunnen worden opgesteld. Dat geldt tevens voor laptop computers indien men daar langer dan 2 uur per dag op werkt. In die gevallen dient een extern toetsenbord te worden aangesloten, eventueel in combinatie met een externe monitor. De onderzijde van het toetsenbord dient stroef te zijn zodat het tijdens het gebruik niet verschuift.

Voorts dient het toetsenbord zo plat mogelijk te zijn, in het midden (ter hoogte van de rij a,s,d,f) in elk geval niet dikker dan 40 mm. Een plat toetsenbord voorkomt dat de armen teveel moeten worden opgetild en beperkt, indien er geen polssteun aanwezig is, bovendien de mate van extensie van de pols bij een verkeerde werktechniek. Indien er wel een polssteun aanwezig is, wordt de mate van extensie daardoor ook beperkt.

De richtlijnen schrijven een hellingshoek voor van 5-25°, maar dit lijkt geen goed advies te zijn. Inmiddels is uit onderzoek namelijk bekend dat de pols extensie groter wordt naarmate de hellingshoek toeneemt en dat dit een risicofactor is voor het ontstaan van klachten in de pols. Voorts blijkt uit diverse onderzoeken dat een horizontale stand of zelfs een negatieve hellingshoek leidt tot een betere stand van de pols en dat de proefpersonen ook hun voorkeur uitspreken voor een dergelijke neutrale hellingshoek boven een positieve hellingshoek. De pootjes van het toetsenbord kunnen om dezelfde redenen het best worden ingeklapt.

Om reflectie van invallend licht te voorkomen mogen de toetsen niet spiegelend zijn en kunnen deze het beste worden uitgevoerd in lichte tinten met een donkere opdruk.

De bedieningskracht van de toetsen mag niet te zwaar en niet te licht zijn, bij voorkeur tussen de 0,5 en 0,8 Newton, met een voelbaar drukpunt. Deze tactiele feedback is belangrijk om de gebruiker de bevestiging te geven dat een toets voldoende ver is ingedrukt. Het ontbreken van voldoende feedback kan ertoe leiden dat de gebruiker de toetsen onnodig ver en onnodig krachtig gaat bedienen.

De verticale verplaatsing mag 0,75 tot 4,75 mm bedragen. De doorsnede van de toetsen moet minimaal 12 mm bedragen, terwijl de bovenkant van de toetsen hol en rond moet zijn.

Alfanumerieke toetsenborden

In de norm NEN 2294 staat de uitvoering van in Nederland gebruikte toetsenborden beschreven. De nationale normen verschillen onderling wat betreft de plaats van de leestekens op het toetsenbord. Zo wordt in Nederland, net als in de VS en veel andere landen de QWERTY opstelling (eerste 6 lettertoetsen) voorgeschreven, terwijl in België en Frankrijk een licht afwijkende variant wordt gebruikt: AZERTY.

Numerieke toetsenborden

In de praktijk blijken twee soorten numerieke toetsenborden voor te komen. Eén is gebaseerd op de rekenmachine-indeling en de andere op de indeling die onder meer bij telefoons wordt gebruikt. De rekenmachine-indeling (zie figuur 6, linker afbeelding) komt het meest voor.

7	8	9
4	5	6
1	2	3
0		

1	2	3
4	5	6
7	8	9
0		

Figuur 6: Indelingen conform een rekenmachine (linker afbeelding) en conform een telefoon (rechter afbeelding)

Bij een aantal numerieke toetsenborden bestaat de mogelijkheid om knoppen zelf te programmeren waardoor een grotere efficiëntie kan ontstaan. Veel gebruikte functies of commando's kunnen nu met 1 druk op de toets-naar-keuze worden geactiveerd.

11.4 Wet- en regelgeving

Artikel 3 Arbeidsomstandighedenwet lid 1, sub a en c

Arbobesluit

Artikel 5.7 DefinitiesIn deze afdeling wordt verstaan onder:

b. werkplek: het beeldscherm en het geheel van de daarbij behorende beeldschermapparatuur waarvan een werknemer gebruik maakt, met inbegrip van de onmiddellijke werkomgeving.

Artikel 5.8 Toepasselijkheid1. Deze afdeling is niet van toepassing op:

- a. bestuurdersplaatsen op machines;
- b. computersystemen die in de eerste plaats bestemd zijn voor gebruik door het publiek;
- c. zogenoemde draagbare systemen die niet aanhoudend worden gebruikt op een werkplek;
- d. rekenmachines, kassa's en andere apparatuur die voorzien zijn van een klein display voor gegevens of hoeveelheden, nodig voor het directe gebruik van die apparatuur;
- e. conventionele schrijfmachines met display.

2. Voorts is deze afdeling niet van toepassing op arbeid waarbij een werknemer gewoonlijk minder dan twee uren per etmaal gebruik maakt van een beeldscherm.

Artikel 5.12 Voorschriften voor de inrichting van werkplekken

Bij ministeriële regeling worden nadere regels gesteld met betrekking tot de werkplek en de wisselwerking tussen de gebruikte programmatuur en de werknemers. (= Arboregeling artikel 5.1 t/m 5.3)

Arboregeling artikel 5.1

Apparatuur en meubilair, in gebruik bij het verrichten van beeldschermwerk, voldoen aan ergonomische eisen, waarbij in ieder geval in acht wordt genomen dat:

- f. het toetsenbord hellend kan worden geplaatst en geen geheel vormt met het beeldscherm;
- g. er voor het toetsenbord voldoende ruimte is voor handen en armen van de gebruiker;
- h. het toetsenbord een mat oppervlak heeft;
- i. de indeling van het toetsenbord en de vorm van de toetsen zijn gericht op vergemakkelijking van het gebruik;
- j. de symbolen op de toetsen voldoende contrastrijk zijn en vanuit een normale werkhouding voldoende leesbaar;

Richtinggevende publicaties van de Arbeidsinspectie

Beleidsregel Arboregeling 5.1 Beeldschermarbeid; apparatuur en meubilair

AI-blad nr. 2: Werken met beeldschermen, 2003.

ATC-blad nr.2: Werken in meld- en controlekamers, 2000.

11.5 Normen

NEN 2294: Toetsenborden voor schrijfmachines en gegevensverwerkingsapparatuur, 1986

NEN-EN-ISO 9241-4: Ergonomische eisen voor kantoorarbeid met beeldschermen (VDT's). Deel 4: Eisen voor het toetsenbord. (Eng.), 1998

11.6 Meetmethoden en -apparatuur

Niet van toepassing

11.7 Toepassing

Alfanumerieke toetsenborden

Zoals in paragraaf 11.2 uiteengezet is, is een belangrijk bezwaar van de bekende rechthoekige toetsenborden dat deze aan de rechterzijde te breed zijn. Daarom is het, vooral voor rechtshandigen, beter om te kiezen voor een toetsenbord zonder

apart numeriek toetsenblok. Computergebruikers die veel gebruik maken van numerieke toetsen, kunnen dan eventueel gebruik maken van een separaat numeriek toetsenbord. Het voordeel daarvan is dan dat deze op elke gewenste plaats is te positioneren en het op momenten dat het niet gebruikt wordt, aan de kant kan worden geschoven.

Voor mensen die toch de voorkeur geven aan een numeriek toetsenblok in het toetsenbord (een zogenaamd alfanumeriek toetsenbord) bestaat er nog een tussenoplossing: een alfanumeriek toetsenbord dat smaller is dan normaal omdat het navigatieblok (pijltoetsen, Home, End etc) is vervallen en deze toetsen op een meer efficiënte wijze in het toetsenbord zijn geplaatst, zie figuur 7.



Figuur 7: Een voorbeeld van een traditioneel alfanumeriek toetsenbord en een kleinere variant. Beide hebben een apart numeriek deel, maar bij het rechter voorbeeld zijn de navigatietoetsen efficiënter ingedeeld en is het toetsenbord in totaal 7 cm smaller terwijl de grootte van de toetsen gelijk is.

Ergonomische toetsenborden

In de loop der tijd zijn er veel pogingen ondernomen om de ergonomie van toetsenborden te verbeteren. Helaas zijn deze pogingen niet allemaal even succesvol gebleken. De voor- en nadelen van dergelijke toetsenborden worden hieronder besproken. We onderscheiden:

1. Splittoetsenborden
2. Verzonken toetsenborden
3. Overige ergonomische toetsenborden

1. Splittoetsenborden

Bij een splittoetsenbord zijn de rechter en de linker helft van het toetsenbord gesplitst. Beide delen staan in een vaste of instelbare hoek ten opzichte van elkaar. De gedachte hierachter is dat de stand in het horizontale vlak beter is: de ulnair deviatie (figuur 4) wordt tot een minimum beperkt. Doordat deze toetsenborden in het midden hoger zijn dan aan de zijkanten (tentdakvorm), hoeft de onderarm minder ver naar binnen gedraaid te worden en is dus ook de stand van de onderarmen in dit vlak (iets) beter dan bij rechte toetsenborden. Voorbeelden van een vast en een instelbaar split-toetsenbord zijn afgebeeld in figuur 8.





Figuur 8: Een voorbeeld van een vast splittoetsenbord en een instelbaar model.

Een nadeel van een splittoetsenbord is dat men enige typevaardigheid moet bezitten en in elk geval met twee handen moet kunnen typen. Een groot nadeel van een splittoetsenbord zoals het linker model in figuur 8, is dat dit nog beduidend breder is dan een normaal toetsenbord, met alle reeds genoemde bezwaren van dien. Het is dan ook begrijpelijk dat bij een dergelijk toetsenbord meer spanningen in de schouder- en nekspieren is gemeten dan bij gebruik van een traditioneel toetsenbord (Gilad e.a., 2000; zie paragraaf 11.8).

Uit onderzoek blijkt dat de productiviteit bij de splittoetsenborden in de beginfase lager is, maar dat dit na gewenning weer verdwijnt. Door de grote mate van verscheidenheid aan splittoetsenborden kan niet eenduidig worden geconcludeerd dat met splittoetsenborden betere resultaten worden behaald ten aanzien van comfort en preventie van klachten. Wel werden er in een lange termijn onderzoek door de gebruikers van sommige splittoetsenborden minder pijnklachten van de hand gerapporteerd, zonder dat er overigens klinische verschillen tussen de verschillende onderzoeksgroepen konden worden vastgesteld (Tittiranonda e.a. 1999; zie paragraaf 11.8).

De meest vergaande uitvoering van split-toetsenborden is een zogenaamde verticaal toetsenbord. Hierbij is het toetsenbord in twee helften verdeeld, waarbij deze delen verticaal staan (zie figuur 9). Het voordeel is wederom dat de hand in een meer natuurlijke stand staat en dit geldt bij dit toetsenbord in het bijzonder ook voor de pronatie (zie figuur 2) van de onderarm. Het nadeel is evenwel dat de toetsen niet goed zichtbaar zijn en men bij voorkeur blind moet kunnen typen. Er zijn weliswaar spiegels toegevoegd, maar die dienen vooral om de relatief weinig gebruikte functietoetsen makkelijk te kunnen vinden. Een ander nadeel kan zijn dat de sterk afwijkende vormgeving een subjectieve drempel kan vormen om een dergelijk toetsenbord te willen gaan gebruiken.



Figuur 9: Voorbeeld van een verticaal toetsenbord.

In een uitgebreid wetenschappelijk onderzoek naar de effecten van een verticaal toetsenbord kwam duidelijk naar voren dat de polsstanden substantieel verbeteren in vergelijking met een traditioneel toetsenbord. In alle drie dimensies bevonden de polsen zich bij een verticaal toetsenbord beduidend meer in de neutrale zones. Voorts bleek uit dit onderzoek echter dat de performance (-17%) en de accuratesse (-3%) bij een verticaal toetsenbord achter bleven in vergelijking met een traditioneel toetsenbord en dat 83% van de proefpersonen qua comfort toch de voorkeur gaf aan een traditioneel toetsenbord (Muss e.a. 1999). Aangezien het hier een short term laboratoriumonderzoek betrof is het overigens mogelijk dat de lange termijn effecten gunstiger zullen zijn.

2. *Verzonken toetsenborden*

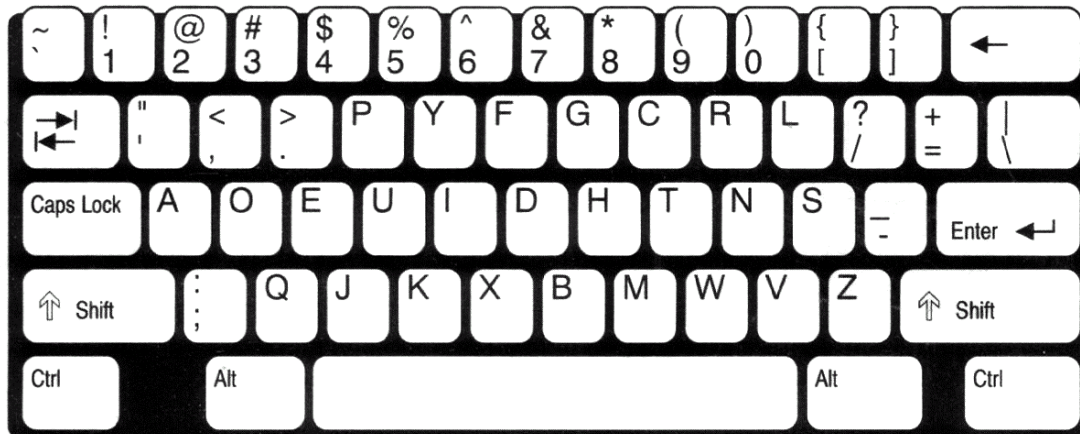
Er zijn toetsenborden waarbij de toetsen zijn verzonken ten opzichte van het steunvlak van de polsen. Op zich is dat een goed idee, want daardoor wordt de extensie van de pols geheel of gedeeltelijk opgeheven. De modellen die nu verkrijgbaar zijn, en waarvan een voorbeeld staat afgebeeld in figuur 10, hebben evenwel een aantal andere bezwaren. De toetsen hebben een afwijkende positie en vorm en het leren werken hiermee vergt een behoorlijke gewenning. Bovendien zijn dergelijke toetsenborden kostbaar. Ondanks het feit dat deze modellen al jaren verkrijgbaar zijn, is het gebruik van dergelijke toetsenborden dan ook erg beperkt.

Figuur 10: voorbeeld van een verzonken toetsenbord. FOTO HARDCOPY MALTRON INGESLOTEN

3. *Overige ergonomische toetsenborden*

Er zijn toetsenborden ontwikkeld waarmee efficiënter kan worden gewerkt dan met een QWERTY-toetsenbord mogelijk is. Deze QWERTY indeling is destijds ontworpen om de hamertjes van de ouderwetse typemachine zo min mogelijk te laten vastlopen, maar deze indeling is niet erg efficiënt. De ontwikkelde toetsenborden variëren van een andere toetsindeling (bijvoorbeeld Dvorak) tot en met geheel afwijkende toetsenborden waarbij meerdere toetsen tegelijk ingedrukt kunnen worden. Dit laatste wordt ook wel 'akkoordtypen' genoemd vanwege de gelijkenis met een piano waar ook meerdere toetsen tegelijk kunnen worden aangeslagen. Er zijn voorbeelden bekend waarbij typsnelheden gehaald kunnen worden die 3 x hoger liggen dan bij een gewoon toetsenbord. Nadelen zijn de soms erg lange gewenningstijd en de, vooral voor de akkoord-toetsenborden, hoge initiële kosten. Voor mensen die gebruik maken van meerdere toetsenborden, bijvoorbeeld op verschillende werkplekken, kan een ander nadeel zijn dat er telkens opnieuw

gewenningsproblemen optreden indien deze toetsenborden sterk van elkaar verschillen.



Figuur 11: De Dvorak layout

Minitoetsenborden

Een minitoetsenbord is een compact toetsenbord zonder apart blok met numerieke toetsen. Daarbij zijn de navigatietoetsen (pijltjes, Home, PgDn etc) op een andere, ruimtebesparende manier ingedeeld. Een minitoetsenbord heeft enkele belangrijke voordelen:

- Verkleint de reikafstand tot de muis en/of tot andere attributen
- Bespaart ruimte op het bureau
- Makkelijk mee te nemen als extern toetsenbord in de laptop
- Efficiënte indeling; zo zijn de pijltjestoetsen bijvoorbeeld beter onder handbereik

Afhankelijk van het type, zijn er ook nadelen:

- Spatiebalk te smal (kan leiden tot meer ulnair deviatie van de polsen)
- Overige toetsen te klein (toename foutieve aanslagen)
- Gewenningstijd

Dat op minitoetsenborden een apart numeriek blok ontbreekt kan door de gebruikers zowel als een nadeel (gemis) als een voordeel (meer ruimte) gezien worden. Ter compensatie zijn de numerieke functies doorgaans als optie ondergebracht bij enkele lettertoetsen (zie figuur 12). Door de NumLock toets te activeren krijgen deze toetsen een numerieke functie. Een dergelijke opstelling is geschikt voor gebruikers die af en toe intensief gebruik willen maken van numerieke toetsen. Voor regelmatige gebruikers is een apart numeriek toetsenbord aan te bevelen.



Figuur 12: Een aantal toetsen van een minitoetsenbord heeft tevens een numerieke functie.

In figuur 13 zijn twee voorbeelden van een minitoetsenbord weergegeven. Het linker model is gebaseerd op laptop-toetsen en het rechter model op 'normale' toetsen. Bij beide modellen zijn de toetsen van het navigatieblok direct naast en onder de Enter en Shift toets gelocaliseerd, waardoor deze sneller en met minder fysieke inspanning bereikbaar zijn. Dit vergroot de efficiëntie.

Het rechter model heeft verder als voordeel dat de aanslag van de toetsen even comfortabel is als bij een traditioneel toetsenbord en dat er nauwelijks gewenning nodig is. Het linker model heeft weliswaar als voordeel dat het nog iets compacter is dan het rechter model, maar daar staat tegenover dat de toetsen kleiner zijn waardoor de kans op ongewenste toetsactivaties (fouten) toeneemt. Voorts heeft het linker model als nadeel dat de spatiebalk erg smal is, waardoor de duimen en daarmee de polsen dichter bij elkaar worden geplaatst en de ulnair deviatie (zie paragraaf 11.2) toeneemt. Het rechter model heeft dit nadeel niet.



Figuur 13: Een voorbeeld van een minitoetsenbord gebaseerd op laptop-toetsen (links) en een model met 'normale' toetsen (rechts).

Een mooi voorbeeld waaruit kan worden afgeleid dat de stand van de polsen in zowel het horizontale vlak als het verticale vlak neutraal kan zijn zonder dat een split-toetsenbord benodigd is, is getoond in figuur 14. In het verticale vlak (extensie richting; zie paragraaf 11.2) wordt dit veroorzaakt doordat het toetsenbord erg plat is en bovendien een polssteun heeft dat gelijk ligt met het nivo van de toetsen. In het horizontale vlak wordt een neutrale stand bereikt doordat in het centrum van de polssteun een touchpad is aangebracht. De polsen worden nu van nature iets meer opzij geplaatst en daarmee verdwijnt de ulnair deviatie (zie paragraaf 11.2) geheel of grotendeels.

De stand van de onderarmen is bij dit toetsenbord, net als bij alle rechte toetsenborden, evenwel nog wel naar binnen gedraaid (pronatie; zie paragraaf 11.2).



Figuur 14: Zowel in het verticale als in het horizontale vlak staan de polsen in een min of meer neutrale stand.

Toetsenborden in laptop computers

De toetsenborden die in laptop computers worden gebruikt verschillen in een aantal opzichten van traditionele toetsenborden. Allereerst is een dergelijk toetsenbord in feite een minitoetsenbord met alle in de vorige paragraaf genoemde voor- en nadelen. Voorts zijn de toetsen vlakker en is de verticale verplaatsing doorgaans kleiner dan bij traditionele toetsenborden. Een ander aspect is dat een toetsenbord in een laptop is ingebouwd en daardoor dikker is: de handen en onderarmen moeten meer worden opgetild. Dit kan leiden tot extra spierspanning in zowel de nek- en schouderspieren als in een aantal armspieren.

Een groot nadeel van een toetsenbord in een laptop is dat deze vast zit aan de laptop en niet vrij van het beeldscherm is op te stellen. Dit leidt er toe dat ofwel het beeldscherm lager en dichter bij het lichaam staat opgesteld dan wenselijk is, of dat het toetsenbord verder van het lichaam staat opgesteld dan wenselijk is. Vaak is een combinatie van beiden het geval. Het is dan ook zeer aan te bevelen om bij het gebruik van een laptop een extern toetsenbord (en een externe muis) aan te sluiten en het beeldscherm van de laptop op te stellen conform de richtlijnen die gelden voor de positie van beeldschermen.

Numerieke toetsenborden

Er zijn diverse numerieke toetsenborden verkrijgbaar. Er zijn hele compacte platte modellen leverbaar, gebaseerd op laptop-toetsen, en modellen die wat groter zijn, gebaseerd op 'normale' toetsen. Voorbeelden staan weergegeven in figuur 15. Bij sommige modellen is het mogelijk om de functie van een of meer toetsen zelf in te stellen.

Een belangrijk voordeel van een los numeriek toetsenbord is dat het is te positioneren op een plaats waar dat het meest comfortabel is. Zo kunnen linkshandigen hier ook veel beter mee werken dan met een numeriek toetsenblok dat vastzit aan de rechterzijde van een traditioneel toetsenbord.



Figuur 15: Een numeriek toetsenbord gebaseerd op laptoptoetsen (links) en gebaseerd op 'normale' toetsen (rechts).

Polsteunen

In tegenstelling wat de naam doet vermoeden, is het belangrijkste voordeel van een polsteun niet dat dit kan dienen als steun, maar dat het voorkomt dat er teveel extensie ontstaat in de pols. Indien er geen polsteun aanwezig is, bestaat de kans namelijk dat de computergebruiker de pols steunt op het bureaublad. De extensie in de pols die daardoor ontstaat is een duidelijke risicofactor voor het ontstaan van klachten (zie figuur 3 en 5). Bij een goede werktechniek is een polsteun evenwel niet nodig, de pols wordt dan zowel in het verticale als in het horizontale vlak recht gehouden.

Indien de computergebruiker de onderarmen en/of de pols ondersteunt tijdens het typen, dan kan dat resulteren in een vermindering van de spierspanning in de armen en schouders. Er zijn evenwel ook nadelen, vooral bij polsteunen die vervaardigd zijn van zacht materiaal. In dat geval zakt de pols enigszins weg in het materiaal indien men de pols laat rusten op de steun. Dit kan de vrije beweeglijkheid van de pols tijdens het typen belemmeren. Het resultaat daarvan kan zijn dat er in de pols meer bewegingen plaatsvinden. In plaats van met rechte polsen te bewegen treedt nu meer wringing op in de pols. Door deze soms buiten de neutrale zones gelegen polsbewegingen, en mogelijk ook door de reactiekracht die de steun uitoefent op de pols, zou de druk in de capale tunnel kunnen toenemen. In welke mate dat het geval is, is evenwel niet bekend.

Extra features

Er is een toenemende tendens waar te nemen om extra features aan een toetsenbord toe te voegen. Voorbeelden daarvan zijn een trackball, muisknoppen, 'Office keys', 'Multimedia keys' en een touchpad. De achterliggende gedachte hierbij is dat sommige taken efficiënter kunnen worden uitgevoerd door bijvoorbeeld een druk op een toets dan met de muis. Veel 'muistaken' zijn inderdaad heel goed uitvoerbaar zonder muis.

Voor 'Multimedia keys' (bijvoorbeeld internet en e-mail starten) en extra invoermiddelen is meestal additionele driversoftware nodig. Voor 'Office keys' (bijvoorbeeld 'knippen en plakken') is dat doorgaans niet het geval.

Over het algemeen zijn extra features een voordeel omdat de efficiëntie toeneemt en, in gevallen waarbij de muis veel wordt gebruikt, er alternatieve invoermiddelen gebruikt kunnen worden zodat meer afwisseling kan ontstaan. Bovendien kan de gebruiker kiezen voor het invoermiddel dat bij een bepaalde taak zijn voorkeur geniet. Hierdoor kan het comfort toenemen. Het toevoegen van extra features dient

evenwel niet als resultaat te hebben dat het toetsenbord daardoor breder wordt. Voorbeelden van enkele extra features staan afgebeeld in figuur 16.



Figuur 16: Met behulp van 'Office Keys' kunnen functies zoals knippen, kopiëren en plakken snel en zonder muisgebruik worden uitgevoerd.

11.8 Literatuur

Amell, T.K., S. Kunar. Cumulative Trauma Disorders and Keyboarding Work. *International Journal of Ergonomics*, 25, 69-78, 1999

Feuerstein, M., T. Armstrong, P. Hickey, A. Lincoln. Computer keyboard force and upper extremity symptoms. *Journal of Occupational Environment*, 37, 1144-1153, 1997.

Gelberman, R.H., R.M. Szabo en W.W. Mortenson. Carpal tunnel pressures and wrist position in patients with Colle's fractures. *J. of Trauma*, 24, 747-749

Gerard, M.J., T.J. Armstrong, A. Franzblau, B.J. Martin, D.M. Rempel. The effects of keyswitch stiffness on typing force, finger electromyography and subjective discomfort. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 60, 762-769, 1999

Gilad, I.S., S. Harel, Muscular effort in four keyboard designs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26, 1-7, 2000.

Hedge, A., D. McCrobie, S. Morimoto, S. Rodriguez. Healthy Keyboarding: Effects of wrist rests, keyboard trays and preset tiltdown system on wrist posture, seated posture, and musculoskeletal discomfort. *Human Factors, Proceedings*, 630-634, 1995.

Hedge, A., D. S. Morimoto, McCrobie. Effects of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort. *Ergonomics*, 42, 1333-1349, 1999.

Hedge, A., J.R. Powels. Wrist postures while keyboarding: effects of a negative slope keyboard system and full motion forearm supports. *Ergonomics*, 38, 508-517, 1995.

Keir, P.J., R.P. Wells, D. Ranney. The effects of tendon load and posture on carpal tunnel pressure. *Journal of Hand Surgery*, 22A, 628-654, 1997.

Marklin, R.W., C.G. Simoneau, J.F. Monroe, The effects of split and vertically inclined computer keyboards on wrist and forearm posture. *Human Factors, Proceedings*, 642-646, 1997.

Muss, T., A. Hedge. Effects of a vertical split-keyboard on posture, comfort and performance. *Human Factors, Proceedings*, 496-500, 1999.

Simoneau G.G., R.W. Marklin. Relationship between computer keyboard slope and wrist extension angle. *Human Factors, Proceedings*, 708-712, 1999.

Simoneau, G.G., R.W. Marklin, J.F. Monroe. Effect of computer keyboard slope and height on wrist extension angle. *Human Factors*, 43, 787-298, 2001.

Simoneau, G.G., R.W. Marklin, J.F. Monroe. Wrist forearm postures of users of conventional keyboards. *Human Factors*, 41, 413-424, 1999.

Smith M.J., B.T. Karsh, F.T. Conway, W.J. Cohen, C.A. James, J.J. Morgan, K. Sanders, D.J. Zehel. Effects of a split keyboard design and wrist rest on performance, posture and comfort. *Human Factors*, 40, 324-336, 1998.

Tittiranonda, P., D. Rempel, T. Armstrong, S. Burastero. Effect of four computer keyboards in computer users with upper extremity musculoskeletal disorders. *American Journal for Industrial Medicine*, 35, 647-661, 1999.

Tittiranonda, P., D. Rempel, T. Armstrong, S. Burastero. Workplace use of an adjustable keyboard: adjustable preferences and effect on wrist posture. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 60, 340-348, 1999.

Zecevic, A., D.I. Miller, K. Harburn, An evaluation of the ergonomics of three computer keyboards. *Ergonomics*, 43, 55-72.