



Peter Voskamp

Basisboek ergonomie



Noordhoff Uitgevers

Eerste druk

Basisboek ergonomie

Basisboek ergonomie

Peter Voskamp

Eerste druk

Noordhoff Uitgevers Groningen / Houten

Ontwerp omslag: G2K Designers, Groningen / Amsterdam
Omslagillustratie: © Siebe Zwart / Hollandse Hoogte

Foto's binnenwerk:

Saskia de Boer, Haren, p. 100, 220, 225

Sjoerd Meesters, Ten Boer, p. 119, 120, 208, 209, 243, 245, 250

Donald Staal, Haren, p. 193

Paul Vedder, Zuidhorn, p. 209, 237

Illustraties:

Haasart, Rhenen, p. 33, 35, 37, 41, 42, 49, 61, 117, 164, 165, 166, 167, 175, 185,
214, 215, 216, 217, 240, 241, 242, 255, 256

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan:
Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB
Groningen, e-mail: info@noordhoff.nl

Met betrekking tot sommige teksten en/of illustratiemateriaal is het de uitgever,
ondanks zorgvuldige inspanningen daartoe, niet gelukt eventuele rechthebbende(n)
te achterhalen. Mocht u van mening zijn (auteurs)rechten te kunnen doen gelden
op teksten en/of illustratiemateriaal in deze uitgave dan verzoeken wij u contact op
te nemen met de uitgever.

1 / 13

© 2008 Noordhoff Uitgevers bv Groningen/Houten, The Netherlands.
Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen
mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomati-
seerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, het-
zij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier,
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het ma-
ken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond
van artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedin-
gen te voldoen aan Stichting Reprorecht (postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp,
www.cedar.nl/reprorecht). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in
bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912)
kan men zich wenden tot Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierech-
ten Organisatie, postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.cedar.nl/pro).

*All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in
a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic,
mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written
permission of the publisher.*

ISBN (ebook) 978 90 01 84764 7
ISBN 978 90 01 70250 2
NUR 744/822

Woord vooraf

Het woord ergonomie is een samenvoeging van de Griekse woorden *ergos*, wat werk betekent, en *nomos*, wat wet of regels betekent. Rondom 1850 is het woord ergonomie voor het eerst gebruikt. De toenemende industrialisatie vereiste nadere studie van arbeid en inzet van mensen op een efficiënte manier. Als kennisbronnen dienden vele wetenschappen: natuurkunde, fysiologie, psychologie, biologie en anatomie. De doelstelling van de zich ontwikkelende ergonomie was, dat het werk efficiënt uitgevoerd kon worden met oog voor het welzijn van de mens in zijn werkomgeving.

Ergonomie is daarom gericht op welzijn, veiligheid en efficiëntie.

Pas na de Tweede Wereldoorlog is in Europa en de Verenigde Staten de ergonomie serieus als discipline ontwikkeld. In Nederland is het ontwerpen van werkplekken volgens de beginselen van de ergonomie al in 1982 in de Arbeidsomstandighedenwet verplicht gesteld.

Tegenwoordig wordt ergonomie bij het ontwerpen van vele werkplekken en producten betrokken. Het ontwerpen van bijvoorbeeld een voor iedereen goed bedienbare mobiele telefoon of afstandsbediening is een actuele ergonomische uitdaging.

Met de huidige kennis van het menselijk bewegingsapparaat is het mogelijk geworden instrumenten, apparaten en werkomgevingen te ontwerpen waarbij de gebruiker het uitgangspunt vormt en niet de gedicteerde vormgeving ervan. Het ontwerp dient aangepast te zijn aan de mens en niet andersom. Dat is wat de huidige ergonomie behelst.

Dit boek is een speciaal voor het hbo geschreven versie van eerder verschenen boeken die vooral gericht waren op het wetenschappelijk onderwijs. Dit nieuwe Basisboek Ergonomie heeft Peter Voskamp speciaal voor hbo-studenten geschreven. De auteur maakt een vertaalslag vanuit zowel de wetenschap als de beroepspraktijk en zet helder de basis van de discipline ergonomie uiteen.

Allen die in hun studie of werk te maken krijgen met inrichtingen van werkplekken, ontwerpen van gebruiksvoorwerpen, interfaces, multimedia, enzovoort, zullen baat hebben bij het bestuderen/raadplegen van dit boek. Hierbij wordt in alfabetische volgorde gedacht aan de volgende opleidingen/beroepen:

- Bewegingstechnologie
- Bouwkunde
- Bouwtechnische bedrijfskunde
- Civiele techniek
- Commercieel ingenieur
- Communicatie en Multimedia Design
- Elektrotechniek
- Engineering, Design and Innovation
- Ergotherapie
- Gezondheidszorgtechnologie
- Grafimatechnologie
- Human Electrical Engineering

- Human Technology
- Industrieel Product Ontwerp
- Kunst en Techniek: ergonomisch ontwerpen, interaction design
- Mens-computer interactie
- Technische Bedrijfskunde / Industrieel management
- Technische commerciële confectiekunde
- Technische commerciële textielkunde
- Vormgeving
- Werktuigbouwkunde

Dit Basisboek Ergonomie is helder en zakelijk geschreven, heeft een duidelijke en herkenbare structuur en is gelardeerd met voorbeelden uit de praktijk. Alle hoofdstukken sluiten af met een aantal opdrachten en beginnen met een samenvatting. Mede hierdoor is het basisboek bij uitstek ook geschikt voor zelfstudie. Er is geen specifieke voorkennis noodzakelijk anders dan de gangbare toelatingseisen voor het hbo. Het taalgebruik sluit aan bij de belevingswereld van de hbo'er.

Waarin het boek vooral opvalt zijn ontwerpcriteria als:

- helderheid in functies en bediening;
- vanzelfsprekendheid van de bediening en veiligheid;
- relatie tussen waarnemen, verwerken van informatie en gericht handelen;
- veiligheidsrisico's in relatie met het mogelijk ontstaan van een ongeval;
- ontwerpgerichte benadering van de ergonomie.

Het basisboek Ergonomie start – zoals dat hoort – met de methode waarop je ergonomie toepast: het ergonomieontwerpproces. Vervolgens komen in de hoofdstukken 2 tot en met 4 de eigenschappen van mensen aan de orde, zowel mentaal als lichamelijk. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op het ontwerpen van taken en functies. Hoofdstuk 6 tot en met 8 gaan over het bedienen van machines en computers. Een modern onderwerp van de ergonomie komt in de hoofdstukken 7 en 8 aan de orde: de software-ergonomie.

De omgeving waarin de mens werkt, wordt uitgewerkt in de hoofdstukken 9 tot en met 11: licht, geluid, klimaat en luchtkwaliteit. De laatste drie hoofdstukken (12 tot en met 14) zijn weer gericht op het ontwerpen: zowel de gebouwen waar de mens werkt als de werkplek zelf en producten die gebruikt worden, komen hier aan de orde.

Ergonomie verdient een nadrukkelijker plaats in het ontwikkelingsproces van producten en dit boek zal daar zeker een bijdrage aan leveren. Welzijn, veiligheid en efficiëntie, wie wil dat niet?

Ir. Harry Oonk
 Coördinator ExpertiseCentrum BewegingsTechnologie (ECBT)
 Docent (bio)mechanica opleiding Bewegingstechnologie
 Haagse Hogeschool

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Inleiding	13
1	Ergonomisch ontwerpen	15
	Samenvatting in kernpunten	15
	Openingscasus	16
1.1	Achtergrond	16
1.2	Ontwerpcriteria	17
1.2.1	Oriëntatie	18
1.2.2	Analyse	20
1.2.3	Ontwerp	21
1.2.4	Testen	22
1.2.5	Bouw, invoering en evaluatie	22
1.3	Voorbeeld: afdeling Burgerzaken	24
1.4	Opdrachten	26
2	Afmetingen en reikafstanden van mensen	27
	Samenvatting in kernpunten	27
	Openingscasus	28
2.1	Achtergrond	28
2.1.1	Normale verdeling en percentielen	30
2.2	Ontwerpcriteria	32
2.2.1	Lichaamsafmetingen	32
2.2.2	Gezichtsveld	40
2.2.3	Reikwijdte van de arm	40
2.2.4	Reikwijdte van de voeten	42
2.3	Voorbeeld: een kassa	43
2.4	Opdrachten	44
3	Krachten en capaciteiten van mensen	45
	Samenvatting in kernpunten	45
	Openingscasus	46
3.1	Achtergrond	46
3.1.1	Tillen en dragen	47
3.1.2	Werkhoudingen	49
3.1.3	Repeterende bewegingen	51
3.1.4	Duwen en trekken met de armen	51
3.1.5	Duwen en trekken met het hele lichaam	52
3.1.6	Capaciteit en vermoeidheid	52
3.2	Ontwerpcriteria	53
3.2.1	Ontwerpcriteria tillen	53
3.2.2	Ontwerpcriteria werkhouding	56
3.2.3	Ontwerpcriteria repeterende bewegingen	63

- 3.2.4 Ontwerpcriteria duwen en trekken met de armen 63
- 3.2.5 Ontwerpcriteria duwen en trekken met het hele lichaam 65
- 3.2.6 Ontwerpcriteria capaciteit en vermoeidheid 66
- 3.3 Voorbeeld: een automonteur 67
- 3.4 Opdrachten 69

4 Mentale belasting 71

- Samenvatting in kernpunten 71
- Openingscasus 72
- 4.1 Achtergrond 72
 - 4.1.1 Werkdruk 76
 - 4.1.2 Emotionele belasting 78
- 4.2 Ontwerpcriteria 80
 - 4.2.1 Ontwerpcriteria werkdruk 80
 - 4.2.2 Ontwerpcriteria emotionele belasting 82
- 4.3 Voorbeeld: een caissière 84
- 4.4 Opdrachten 84

5 Taken en functies 85

- Samenvatting in kernpunten 85
- Openingscasus 86
- 5.1 Achtergrond 86
 - 5.1.1 Kwaliteit van de arbeid 87
 - 5.1.2 Ontwerpen van functies 89
 - 5.1.3 Basis functieontwerp 89
 - 5.1.4 Mensgericht ontwerp 91
 - 5.1.5 Werktijden 92
- 5.2 Ontwerpcriteria 95
 - 5.2.1 Ontwerpcriteria voor functies 95
 - 5.2.2 Ontwerpcriteria werkroosters 97
- 5.3 Voorbeeld: ontwerp van de functie van brugwachter 99
- 5.4 Opdrachten 101

6 Informatie- en bedieningsmiddelen 103

- Samenvatting in kernpunten 103
- Openingscasus 104
- 6.1 Achtergrond informatiemiddelen 104
 - 6.1.1 Informatiemiddelen: beeldschermen 106
 - 6.1.2 Informatiemiddelen: gedrukte tekst en cijfers 107
 - 6.1.3 Informatiemiddelen: aanwijsinstrumenten 108
 - 6.1.4 Informatiemiddelen: signaal- en waarschuwingslichten 108
 - 6.1.5 Informatiemiddelen: geluidssignalen 108
- 6.2 Ontwerpcriteria informatiemiddelen 109
 - 6.2.1 Ontwerpcriteria voor beeldschermen 109
 - 6.2.2 Ontwerpcriteria voor gedrukte tekst en cijfers 110
 - 6.2.3 Ontwerpcriteria voor aanwijsinstrumenten 112

- 6.2.4 Ontwerpcriteria voor signaal- en waarschuwingslichten 114
- 6.2.5 Ontwerpcriteria voor geluidssignalen 115
- 6.3 Achtergrond bedieningsmiddelen 116
 - 6.3.1 Bedieningsmiddelen: het toetsenbord 116
 - 6.3.2 Bedieningsmiddelen: de muis 117
 - 6.3.3 Bedieningsmiddelen: schakelaars, knoppen, schuiven en pedalen 117
 - 6.3.4 Afstemming informatiemiddelen op de bedieningsmiddelen 118
- 6.4 Ontwerpcriteria bedieningsmiddelen 118
 - 6.4.1 Ontwerpcriteria voor het toetsenbord 118
 - 6.4.2 Ontwerpcriteria voor de muis 119
 - 6.4.3 Ontwerpcriteria voor schakelaars, knoppen, schuiven en pedalen 121
 - 6.4.4 Ontwerpcriteria voor afstemming informatie- en bedieningsmidde-
len 121
- 6.5 Voorbeeld: gebruik van pictogrammen 123
- 6.6 Opdrachten 127

7 Vormgeving van software 129

- Samenvatting in kernpunten 129
- Openingscasus 130
- 7.1 Achtergrond 130
 - 7.1.1 Presentatie van informatie in windows 131
 - 7.1.2 Panelen 132
 - 7.1.3 Pictogrammen 132
 - 7.1.4 Velden, labels, groepen, lijsten, tabellen 133
 - 7.1.5 Cursors en pointers 134
 - 7.1.6 Menu's 135
 - 7.1.7 Vormgeving van informatie 136
 - 7.1.8 Standaardelementen 136
 - 7.1.9 Plaatsing van interface-elementen op de pagina 137
 - 7.1.10 Kleurgebruik 137
 - 7.1.11 Taalgebruik 137
- 7.2 Ontwerpcriteria 138
 - 7.2.1 Ontwerpcriteria voor de presentatie van informatie in windows 138
 - 7.2.2 Ontwerpcriteria voor panelen 139
 - 7.2.3 Ontwerpcriteria voor pictogrammen 139
 - 7.2.4 Ontwerpcriteria voor velden, labels, groepen, lijsten, tabellen 140
 - 7.2.5 Ontwerpcriteria voor cursors en pointers 141
 - 7.2.6 Ontwerpcriteria voor menu's 142
 - 7.2.7 Ontwerpcriteria voor vormgeving van informatie 143
 - 7.2.8 Ontwerpcriteria voor standaardelementen 145
 - 7.2.9 Ontwerpcriteria voor plaatsing van interface-elementen op de pa-
gina 147
 - 7.2.10 Ontwerpcriteria voor kleurgebruik 149
 - 7.2.11 Ontwerpcriteria voor letter- en taalgebruik 150
- 7.3 Voorbeeld: een bedienscherm van een gemaal 151
- 7.4 Opdrachten 153

8 **Dialogoog van software** 155

- Samenvatting in kernpunten 155
- Openingscasus 156
- 8.1 Achtergrond 156
 - 8.1.1 Commandotalen 157
 - 8.1.2 Menustructuur 158
 - 8.1.3 Invulformulieren 160
 - 8.1.4 Directe manipulatie 160
- 8.2 Ontwerpcriteria 160
 - 8.2.1 Ontwerpcriteria voor dialogoog 160
 - 8.2.2 Ontwerpcriteria voor menustructuur 162
 - 8.2.3 Ontwerpcriteria voor invulformulieren 162
 - 8.2.4 Ontwerpcriteria voor directe manipulatie 163
- 8.3 Voorbeeld: werkplek portier 164
- 8.4 Opdrachten 166

9 **Licht** 167

- Samenvatting in kernpunten 167
- Openingscasus 168
- 9.1 Achtergrond 168
 - 9.1.1 Licht en gezondheid 171
 - 9.1.2 Daglicht, uitzicht en zonwering 172
 - 9.1.3 Kunstlicht: verlichtingssterkte 173
 - 9.1.4 Kunstlicht: lichtkleur 175
 - 9.1.5 Helderheid (luminantie), verblinding en contrast 176
- 9.2 Ontwerpcriteria 177
 - 9.2.1 Ontwerpcriteria voor daglicht, uitzicht en zonwering 177
 - 9.2.2 Ontwerpcriteria voor verlichtingssterkte 178
 - 9.2.3 Ontwerpcriteria voor lichtkleur 179
 - 9.2.4 Ontwerpcriteria voor helderheidsverschillen 180
- 9.3 Voorbeeld: verlichting op een computerwerkplek 180
- 9.4 Opdrachten 181

10 **Geluid** 183

- Samenvatting in kernpunten 183
- Openingscasus 184
- 10.1 Achtergrond 184
 - 10.1.1 Werking van het oor 184
 - 10.1.2 Ontstaan van gehoorschade 185
 - 10.1.3 Meting van geluid 187
 - 10.1.4 Voorkomen van gehoorschade 189
 - 10.1.5 Hinderlijk geluid 189
- 10.2 Ontwerpcriteria 192
 - 10.2.1 Ontwerpcriteria voor schadelijk geluid 192
 - 10.2.2 Ontwerpcriteria voor hinderlijk geluid 194
- 10.3 Voorbeeld: geluid in kantoren 196

- 10.4 Opdrachten 196
- 11 Klimaat en luchtkwaliteit 197**
 - Samenvatting in kernpunten 197
 - Openingscasus 198
 - 11.1 Achtergrond klimaat 198
 - 11.1.1 Klimaatgrootheden 199
 - 11.1.2 Tocht 200
 - 11.1.3 Comfortabel klimaat 200
 - 11.2 Ontwerpcriteria klimaat 201
 - 11.3 Achtergrond luchtkwaliteit 205
 - 11.4 Ontwerpcriteria luchtkwaliteit 206
 - 11.4.1 Ventilatiehoeveelheid 206
 - 11.4.2 Vervuiling door kantoorapparatuur 207
 - 11.5 Voorbeeld: klimaatklachten in een kantoorruimte 210
 - 11.6 Opdrachten 210
- 12 Ontwerpen van gebouwen 211**
 - Samenvatting in kernpunten 211
 - Openingscasus 212
 - 12.1 Achtergrond 212
 - 12.1.1 Indeling van kantoren 213
 - 12.2 Ontwerpcriteria 217
 - 12.3 Voorbeeld: beoordeling plattegrond nieuwbouw 227
 - 12.4 Opdrachten 227
- 13 Ontwerpen van werkplekken 229**
 - Samenvatting in kernpunten 229
 - Openingscasus 230
 - 13.1 Achtergrond 230
 - 13.2 Ontwerpcriteria 233
 - 13.2.1 Ontwerpcriteria voor stoelen 234
 - 13.2.2 Ontwerpcriteria voor het werkvlak bij zittend werk 238
 - 13.2.3 Ontwerpcriteria voor gecombineerd zittend en staand werk 242
 - 13.2.4 Ontwerpcriteria voor staand werk 244
 - 13.3 Voorbeeld: ontwerp van een balie voor een museum 246
 - 13.4 Opdrachten 248
- 14 Ontwerpen van producten 249**
 - Samenvatting in kernpunten 249
 - Openingscasus 250
 - 14.1 Achtergrond 250
 - 14.1.1 Stap 3: ontwerpen 252
 - 14.1.2 Stap 4: testen 252
 - 14.2 Ontwerpcriteria 253
 - 14.2.1 Ontwerpcriteria voor gebruik in de handen 253

- 14.2.2 Ontwerpcriteria voor gebruikersonderzoek 256
- 14.3 Voorbeeld: ontwerp van een metseltroffel 258
- 14.4 Opdrachten 259

Inleiding

Ergonomie is het vakgebied waarin werksituaties worden afgestemd op wat mensen kunnen presteren (de mentale en lichamelijke belasting). Het doel hiervan is te voorkomen dat mensen gezondheidschade oplopen op het werk en dat ze tot hun pensioen met plezier kunnen doorwerken. Dit Basisboek ergonomie behandelt op een zeer toegankelijke wijze het gehele vakgebied van de ergonomie. Het ontwerpen van producten, werkplekken, gebouwen, software, taken en functies wordt in dit boek behandeld. Ook de werkomgeving – binnenklimaat, geluid en verlichting – komt aan de orde. Elke hoofdstuk heeft een vast stramien waarbij voorbeelden, cases, tips en opdrachten de theorie onderstrepen en toepasbaar maken. Daardoor is het boek ook geschikt voor zelfstudie.

1

Ergonomisch ontwerpen

Samenvatting in kernpunten

Openingscasus

- 1.1** Achtergrond
- 1.2** Ontwerpcriteria
- 1.3** Voorbeeld: afdeling Burgerzaken
- 1.4** Opdrachten

Samenvatting in kernpunten

- Ergonomie betekent: het ontwerpen van werksituaties.
- Denk van tevoren na over hoe je je werk gemakkelijk en gezond kan doen.
- Plan je ontwerpproces van te voren en maak analyses.
- Maak altijd een doelgroep- en taakanalyse.
- Maak ook een knelpuntenanalyse als je een bestaande situatie moet verbeteren (herontwerpen).
- Probeer in zo veel mogelijk onderdelen van het ontwerptraject de toekomstige gebruikers bij het ontwerp te betrekken.
- Kies voor verschillende oplossingen.
- Test zo vroeg mogelijk je ontwerp. Testen levert erg veel waardevolle informatie op.
- Ga ervan uit dat een ontwerptraject nooit in één keer loopt zoals je wilt. Je moet vaak weer één of twee stappen terug om iets aan te passen: dat hoort nu eenmaal bij ontwerpen.
- Als je ontwerp af is, ben je nog niet klaar met je klus: zorg ook dat het correct gebouwd en gebruikt wordt.

Openingscasus

In een ziekenhuis worden patiënten veel van het bed getild naar een rolstoel of een ander bed. Dit is zwaar werk. Jij als ergonomoos wordt gevraagd om het probleem te onderzoeken en een advies te maken voor een betere werksituatie. Je gaat aan de slag en onderzoekt eerst de huidige situatie van het tillen. Nu worden te tillen patiënten op een dubbelgevouwen laken geschoven terwijl ze op bed liggen. De verpleegkundigen pakken daarna het laken aan beide kanten op en tillen de patiënt in de rolstoel of op het andere bed. Er wordt met twee verpleegkundigen getild. De tijdsduur van het tillen is inclusief het voorbereiden totaal maar 2 minuten.

Omdat veel verzorgers klagen over het zware tillen en er ook diverse verzorgers uitgevallen zijn wegens rugklachten, krijg je de opdracht om een ontwerp te maken voor een oplossing voor het tilprobleem. Dat doe je met het doorlopen van de stappen van het ergonomisch ontwerpen. De stappen zijn:

Stap 1: Oriëntatie;

Stap 2: Analyse;

Stap 3: Ontwerp;

Stap 4: Testen;

Stap 5: Bouw, invoering en evaluatie.

1.1 Achtergrond

Ergonomie is ontwerpen. Het gaat om het ontwerpen van allerlei dingen en situaties waarmee mensen werken, zie tabel 1.1.

Tabel 1.1 Ergonomie

Onderwerp	Voorbeelden	Komt aan de orde in hoofdstuk
producten	computermuis	14
gereedschappen	schroevendraaier	14
machines	stofzuiger	14
werkplekken	kassawerkplek	13
werkorganisatie	indeling werkzaamheden op brugbedieningscentrale	5
interfaces	indeling van een pagina op de computer	7 en 8

De doelstelling van ergonomie is het ontwerpen van arbeidssituaties en producten afgestemd op de beperkingen en capaciteiten van de mens. Op de

website van de Nederlandse Vereniging voor Ergonomie (www.ergonoom.nl) staat: 'De Ergonomie tracht op basis van kennis omtrent de anatomische, fysiologische en psychologische kenmerken van de mens, om producten, technische systemen, taken en functies zodanig te ontwerpen dat:

- de veiligheid, gezondheid en het welzijn van de mens gewaarborgd is; en
- het doelmatig functioneren wordt bevorderd.'

Het ontwerpen volgens de regels van de ergonomie is niet vrijblijvend. In het Arbobesluit (artikel 5.4) is opgenomen dat werkplekken volgens de beginselen van de ergonomie moeten zijn ontworpen. Het Arbobesluit is gebaseerd op de Arbowet.

In de definitie zie je dat de ergonomie meerdere doelen heeft. Ook zie je in de definitie dat de 'kenmerken van de mens' centraal staan bij het ontwerpen.

Voorbeeld van deze kenmerken van de mens zijn:

- lichaamsafmetingen;
- spierkracht van de ledematen;
- gezichtsvelden;
- belastbaarheid;
- vermogen om informatie te verwerken.

Het ergonomisch ontwerpproces is ingewikkeld. Dat komt omdat ergonomie twee hoofddoelstellingen heeft en omdat er veel onderwerpen zijn waarmee je rekening moet houden. Je moet in een ergonomisch ontwerp veel eisen, die soms tegenstrijdig zijn, verwerken. Bijvoorbeeld: de eis dat een baliewerkplek in een stadhuis op een veilige afstand staat van de klant. Maar ook de eis dat de reikafstand om spullen aan de klant aan te geven en aan te nemen niet te groot is.

1.2 Ontwerpcriteria

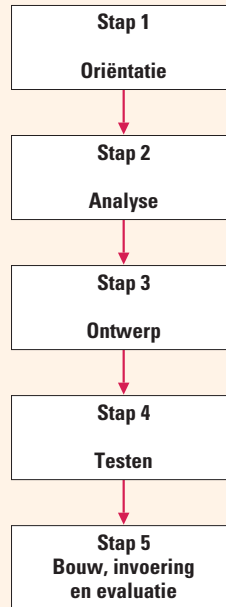
Een systematische aanpak, zie figuur 1.1, van een ontwerp is de beste manier om een goede afweging te maken van de eisen.

De ergonomische ontwerpaanpak bestaat uit vijf stappen:

- stap 1: oriëntatie;
- stap 2: analyse;
- stap 3: ontwerp;
- stap 4: testen;
- stap 5: bouw, invoering en evaluatie.

Het ontwerpproces volgt cirkels: je kunt wanneer je vastloopt in een stap weer terug naar één of twee stappen eerder. Daar kun je dan aanpassingen aanbrengen zodat je er later wel uit kunt komen.

Figuur 1.1 Het ontwerpproces



Voorbeeld

Je merkt bij het testen van een tillift (stap 4: testen) dat deze prima werkt, maar niet geschikt is voor patiënten zwaarder dan 100 kg. Terwijl in het ontwerpdoel (stap 1: oriëntatie) 150 kg staat. Je denkt dat je het ontwerp wel iets kunt aanpassen, maar 150 kg is nooit te halen. Daarom ga je met een doelgroepenanalyse (stap 2: analyse) na hoeveel patiënten zwaarder zijn dan 100 kg. Het blijkt dat 99% maximaal 120 kg weegt. Daarom probeer je je opdrachtgever ervan te overtuigen dat het ontwerpdoel wordt aangepast aan 120 kg. Als dat lukt, kun je weer verder met stap 3 (ontwerp) om je ontwerp aan te passen aan 120 kg.

1.2.1 Oriëntatie

Dit is de eerste stap in de ontwikkeling van een nieuwe werksituatie. Hier overleg je met alle betrokkenen. Betrokkenen zijn:

- opdrachtgevers;
- andere ontwerpers;
- toekomstige gebruikers.

Je stelt nu vast wat de doelstellingen en randvoorwaarden zijn voor de nieuwe te ontwerpen situatie. Ook leg je nu de projectstructuur (projectmatig werken) vast waarin je het ontwerp maakt. Bepaal daarin wanneer je overlegt met de

opdrachtgever en met de toekomstige gebruikers. Dat overleggen doe je altijd een paar keer in een project, aan het begin, enkele keren tussendoor en aan het eind.

Tabel 1.2 **Overleg**

Onderwerp	Beschrijving	Voorbeeld
Ontwerpdoel	Ga zo precies mogelijk na wat de opdrachtgever wil. Zorg dat er later geen onverwachte wensen of beperkingen naar voren komen. Bekijk ook de praktijk: hoe het werk nu gedaan wordt.	Ontwerpopdracht is het maken van een eenvoudig te gebruiken tilmethode of tilhulpmiddel waarmee de belasting van de verzorgers binnen gezondheidskundige grenzen blijft en de tijd van de tilhandeling niet groter wordt.
Randvoorwaarden	Beschrijf zoveel mogelijk randvoorwaarden (beperkingen) waarmee je rekening moet houden. Onderwerpen zijn: <ul style="list-style-type: none"> • technische mogelijkheden • de kwaliteit van het product • de betrouwbaarheid • de afmetingen • doorlooptijd • gebruikstijd • kosten • medewerking 	Randvoorwaarden zijn: <ul style="list-style-type: none"> • Het tilhulpmiddel past in alle beddenliften. • Het tilhulpmiddel past door de gangen en deuren. • Het tilhulpmiddel is door één verzorger snel en veilig te vervoeren. • Kostprijs is niet hoger dan €2.500. • Project is klaar op 01-01-2008.
Projectstructuur	Bepaal samen met je opdrachtgever: <ul style="list-style-type: none"> • wie de contactpersonen zijn; • wie er er in het projectteam zitten; • wat de planning is; • wat de besprekmomenten zijn; • wie inbreng geeft vanuit de toekomstige gebruikers; • enzovoort. 	<ul style="list-style-type: none"> • Er is één keer per maand een voortgangsgesprek met opdrachtgever • De toekomstige gebruikers betrek je op drie momenten: in de knelpuntenanalyse, in het ontwerp en in de test

Je ontwerpdoel en je randvoorwaarden vormen samen het Programma van Eisen.

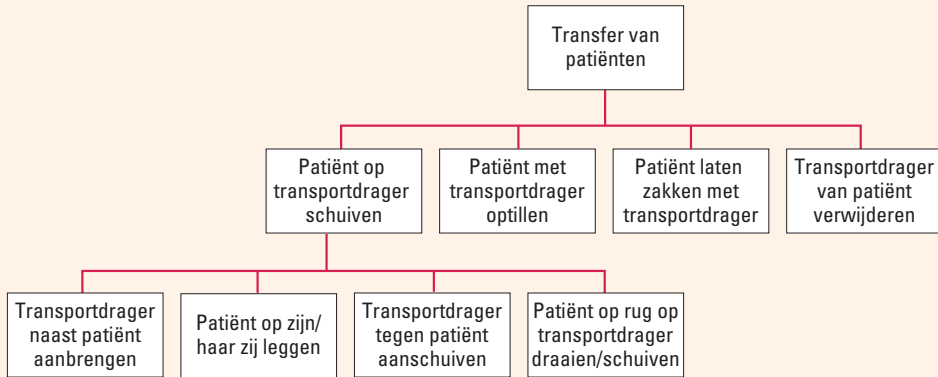
1.2.2 Analyse

In deze stap probeer je zo veel mogelijk informatie te verzamelen over je ontwerp. Je doet dat door analyses uit te voeren. Er zijn drie belangrijke soorten analyses, zie tabel 1.3.

Tabel 1.3 Soorten analyses

Soort analyse	Beschrijving	Voorbeeld
Taakanalyse	Je beschrijft de bestaande taken steeds gedetailleerder. Je gaat telkens – zolang zinvol – een stap omlaag en daardoor meer in detail. Het maximum is vier niveaus. Met 'hoe'- en 'waarom'-vragen kun je gemakkelijk de taken en handelingen formuleren.	Zie figuur 1.2
Knelpuntenanalyse	Dit doe je als je een bestaande situatie moet verbeteren. Je inventariseert alle knelpunten op het gebied van veiligheid, rendement, efficiëntie, belasting van de medewerkers.	Knelpunten: <ul style="list-style-type: none"> • Verzorgers tillen bijna altijd meer dan 25 kg • Verzorgers werken bij het voorbereiden van het tillen in ongunstige werkhoudingen. • Er moeten steeds twee verzorgers zijn om te tillen. • Er is vaak te weinig ruimte om goed te tillen.
Doelgroepanalyse	Natuurlijk moet je ook vaststellen welke doelgroep straks de werkplek of de hulpmiddelen gaat gebruiken. Zijn het volwassenen, mannen of vrouwen, jongeren, ouderen (denk eraan dat er tegenwoordig verwacht wordt dat mensen tot 65 jaar of langer doorwerken!). De doelgroepen kunnen verschillen in opleiding, cultuur, lichaamsafmetingen, leeftijd, getraindheid, enzovoort.	De verzorgers zijn voor 40% mannen en 60% vrouwen in de leeftijd van 16 tot 55 jaar. In de toekomst zullen de verzorgers tot hun 65ste moeten doorwerken. De verzorgers tillen veelvuldig en zijn daardoor getraind.

Figuur 1.2 Deel van een hiërarchische taakanalyse



1.2.3 Ontwerp

Om een ontwerp te maken begin je met de gegevens uit de analyse (1.2.2). Je krijgt dan te maken met de eisen die je aan het ontwerp stelt. Het beste is om deze eisen eerst prioriteiten te geven. Dat betekent dat je de belangrijkste eisen bovenaan zet en steeds de minder belangrijke eisen daaronder. Daarna bedenk je op welke verschillende manieren je het probleem kunt oplossen. Zet deze manieren onder elkaar en vergelijk ze, zie tabel 1.4. Bij het tillen van patiënten zonder technisch hulpmiddel zijn minimaal twee verpleegkundigen nodig. Bij gebruik van een tillift maar één. Twee verpleegkundigen voor elke tilhandeling levert extra personeelslasten op; tilliften kosten geld voor aanschaf en onderhoud.

Tabel 1.4 Vergelijking van verschillende ontwerpprincipes

Mogelijke oplossing	Gevolgen voor de gebruikers			
	Kosten	Organisatie	Lichamelijke belasting	Tijdsduur van de tilhandeling
Betere manier van tillen door de verzorgers	+	0	-	+
Afwisselen zodat steeds andere verzorgers tillen (taakrotatie)	-	-	0	-
Eenvoudig hulpmiddel (glijlakens, enzovoort)	+	0	+	-
Tillift	-	0	++	--

+ positief voor dat onderwerp
- negatief voor dat onderwerp

Er zijn veel verschillende kosten. Ten eerste de aankoopkosten natuurlijk. Maar ook kosten van onderhoud en de tijd dat mensen ermee werken. In de praktijk is de keuze vaak niet zo eenvoudig; men kan bijvoorbeeld kiezen uit meer mensen en minder technische hulpmiddelen of juist omgekeerd: meer techniek en minder mensen.

Voorbeeld

Een industrieterrein kun je op twee verschillende manieren bewaken, zie tabel 1.5.

Tabel 1.5 **Bewaking industrieterrein**

Methode	Aanschafkosten	Personeelskosten
door een groot aantal rondlopende bewakers	laag	hoog
door enkele mensen op monitoren beelden van videocamera's en infrarood detectiesystemen bekijken	hoog	laag

1.2.4 Testen

Wanneer je je ontwerp gereed hebt, moet je zo snel mogelijk gaan testen. Doe dit zo vroeg mogelijk zonder dat er hoge kosten gemaakt moeten worden. Bijvoorbeeld door gebruik te maken schaalmodellen of mock-ups. Een schaalmodel is een maquette, vaak van karton of piepschuim. Een mock-up is een eenvoudig uitgevoerd één-op-één model, bijvoorbeeld van hout en karton. Laat zoveel mogelijk betrokkenen (opdrachtgever en toekomstige gebruikers, enzovoort) het ontwerp zien. Schrijf hun reacties en commentaren op, zodat je die later kunt verwerken. Nog beter is als de toekomstige gebruikers al na kunnen doen hoe ze met het ontwerp moeten werken. Andere goede testen zijn videoprojectie van de werkplek of virtual reality (driedimensionale plaatjes of -filmpjes door de computer gemaakt) of het bouwen van prototypes. Bij het ontwerpen van producten worden er vaak gebruikerstesten uitgevoerd (zie hoofdstuk 14).

Ook tijdens deze stap van het detailontwerp is gebruikersinbreng van groot belang. De gebruikers kunnen zien en voelen hoe het uiteindelijke ontwerp eruit gaat zien.

1.2.5 Bouw, invoering en evaluatie

In deze stap bouw je het ontwerp zelf of laat je de bouw uitvoeren. Als ontwerper heb je ook hier verantwoordelijkheid. Je moet zorgen dat de aannemer of producent het ontwerp goed uitvoert. Let erg goed op: vaak veranderen ze iets in je ontwerp zonder overleg!

Figuur 1.3 **Schaalmodel van een bouwproject**



Figuur 1.4 **Mock-up van een baliewerkplek**



Figuur 1.5 **Driedimensionale afbeelding van een werkplek**



Verder moet je hier zorgen dat de mensen die met het ontwerp gaan werken dat goed doen. Als je nieuwe ontwerp verkeerd gebruikt wordt, zal het niet veel kans op succes hebben. Door voorlichting, opleiding of een training kun je de gebruikers leren met het ontwerp te werken. Bij de tillift moeten de verzorgers getraind worden in het gebruiken en bedienen van de lift. Bij eenvoudigere producten kun je met een gebruiksaanwijzing werken. Maar je weet uit ervaring dat veel gebruikers deze niet lezen. Maak dus iets heel kort met veel foto's en plaatjes. Nadat de nieuwe situatie enige tijd in de praktijk is gebruikt, moet je een evaluatie uitvoeren. Hoe diepgaand je dit doet, kun je zelf bepalen in overleg met je opdrachtgever. De evaluatie kun je ook gebruiken om kleine aanpassingen door te voeren. En je kunt ervan leren wat een volgende keer beter kan.

Tips

- Betrokkenheid van de toekomstige gebruikers is heel belangrijk: door hen goed bij het ontwerp te betrekken, moeten zij denken dat het ook hun ontwerp is.
- Test je ontwerp altijd. Ook al denk je dat alles perfect is, kan een test toch onverwachte dingen laten zien.
- Let bij het bouwen van je ontwerp goed op, dat er geen veranderingen door de bouwer van het product of de werkplek gemaakt worden. Vaak denkt de bouwer: dit kan handiger, maar daardoor wordt een ander deel van het ontwerp weer slechter.
- Vergeet ook de voorlichting en training aan de toekomstige gebruikers niet. Een goede gebruiksaanwijzing is bijvoorbeeld moeilijk te maken.

1.3 Voorbeeld: afdeling Burgerzaken

In een gemeentehuis was de afdeling burgerzaken erg verouderd. Er was al jaren geld gereserveerd voor een grote vernieuwing. Op een bepaald moment kwam de toestemming af en de plannen konden gemaakt worden. Het project is begonnen met 'stap 1: oriëntatie'. Daarin zijn de afspraken gemaakt wie het project uitvoert, wie het project begeleidt en is de planning gemaakt. In het ontwerpteam zaten:

- een interieurarchitect;
- de gebouwendienst van de gemeente;
- een adviseur op het gebied van klimaat;
- een ergonomoom;
- twee medewerkers van de afdeling Burgerzaken.

Daarna is 'stap 2: analyse' uitgevoerd. Kortweg waren de resultaten:

- Doelgroepenanalyse: de gebruikers zijn de ambtenaren van Burgerzaken en de klanten zijn de burgers van de gemeente Ede. Ook baby's worden aan het loket getoond in verband met inschrijving in een paspoort van de ou-

ders. Verder komen er stellen om de trouwzaken te regelen en buitenlanders voor naturalisering.

- Knelpuntenanalyse: er zijn veel problemen in de huidige ruimte; het binnenklimaat is slecht (bedompt, warm in de zomer en te koud in de winter). De wachtruimte is te klein en onoverzichtelijk, er zijn te weinig spreekkamers, de klanten kunnen te gemakkelijk op de werkplekken (backoffice) kijken, er zijn te weinig balies. Ook ziet het er niet mooi uit: de inrichting is sterk verouderd.
- Taakanalyse: de taken die uitgevoerd worden zijn paspoortenafgifte, afgifte identiteitskaarten en rijbewijzen, aanvraag huwelijken en naturalisaties. De deelhandelingen zijn verder uitgesplitst. De handelingen worden deels aan het loket, maar ook achter op de werkplekken uitgevoerd. Een belangrijke plaats op de afdeling is de kluis: hierin worden de voor diefstal kwetsbare documenten (reisbewijzen, paspoorten, enzovoort) bewaard.

In 'stap 3: ontwerp' zijn een receptiebalie, informatiewand, twee gesloten spreekkamers, twee lage balies, een wachtruimte, elf hoge balies en veertien backoffice werkplekken ontworpen. Ook is een voorstel gemaakt de achtergevel en alle technische installaties te vervangen. De vloer achter de balies is met 20 cm verhoogd. De medewerkers hebben een gewone zitwerkplek aan de balie, terwijl de klanten aan de balie staan. Door de verhoogde vloer zijn de ooghoogten van de medewerkers en klanten ongeveer gelijk. De ontwerpen zijn allemaal op tekening uitgevoerd en besproken met de toekomstige gebruikers. Met hun opmerkingen zijn er verschillende aanpassingen gemaakt.

In 'stap 4: testen' is een mock-up van een hoge balie gemaakt. Omdat aan deze hoge balies het meest zal worden gewerkt, is het belangrijk de balie vooraf te testen. Van spaanplaat is de balie nagebouwd. Deze mock-up is door de medewerkers enkele weken op proef gebruikt. Zij hebben op basis daarvan een aantal wijzigingen voorgesteld die ook overgenomen zijn in het ontwerp.

Stap 5: bouw, invoering en evaluatie

Na enkele maanden bleken er toch nog klachten te zijn bij de medewerkers. Men vond dat de bezoekers toch wel erg dichtbij kwamen. De situatie is toen besproken en het bleek dat de balies niet volgens de tekening waren uitgevoerd. De baliebouwer is hierop aangesproken en heeft alle balies moeten aanpassen aan het ontwerp zoals dat op de tekening stond.

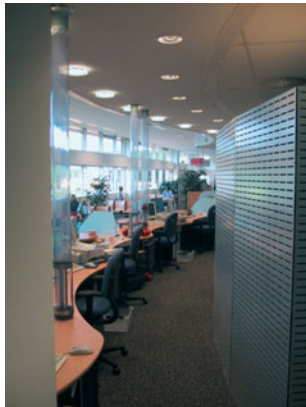
Figuur 1.6 Receptiebalie



Figuur 1.7 Wachtruimte met balies



Figuur 1.8 Balies



1.4 Opdrachten

- 1.1 Welke drie belangrijke analyses moeten er in 'stap 2: analyse' gemaakt worden?
- 1.2 Noem vier menselijke eigenschappen waarmee je rekening moet houden als je een ergonomisch ontwerp maakt.
- 1.3 Maak een doelgroepenanalyse van het gebruik van een zakmes.
- 1.4 Geef vier methoden om een ontwerp te testen.
- 1.5 Wanneer je maar twee momenten krijgt om met de toekomstige gebruikers van je ontwerp te spreken, in welke twee stappen van het ontwerpproces zou je dat doen?