

10^e INTRODUKTIEKURSUS

"ERGONOMIE"

3. De werkplek

3.9 Werkplekinrichting

door



A. Lazet

Werkzaam als hoofd van de afdeling Technische Menskunde van het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO te Soesterberg. Sinds 1954 is het werkgebied van de heer Lazet ergonomische research met specialisatie op het gebied van operationele en technische ruimten.

3. DE WERKPLEK

3.9 Werkplekinrichting

Inleiding

De werkplekinrichting is sterk afhankelijk van het werk, dat gedaan moet worden. De werkplek van bijvoorbeeld een konstrukteur/tekenaar heeft een geheel andere inrichting dan de werkplek van een buschauffeur. Toch dient voor elke functie de inrichting van de werkplek aangepast te zijn aan de menselijke mogelijkheden en beperkingen. Belangrijke factoren hierbij zijn:

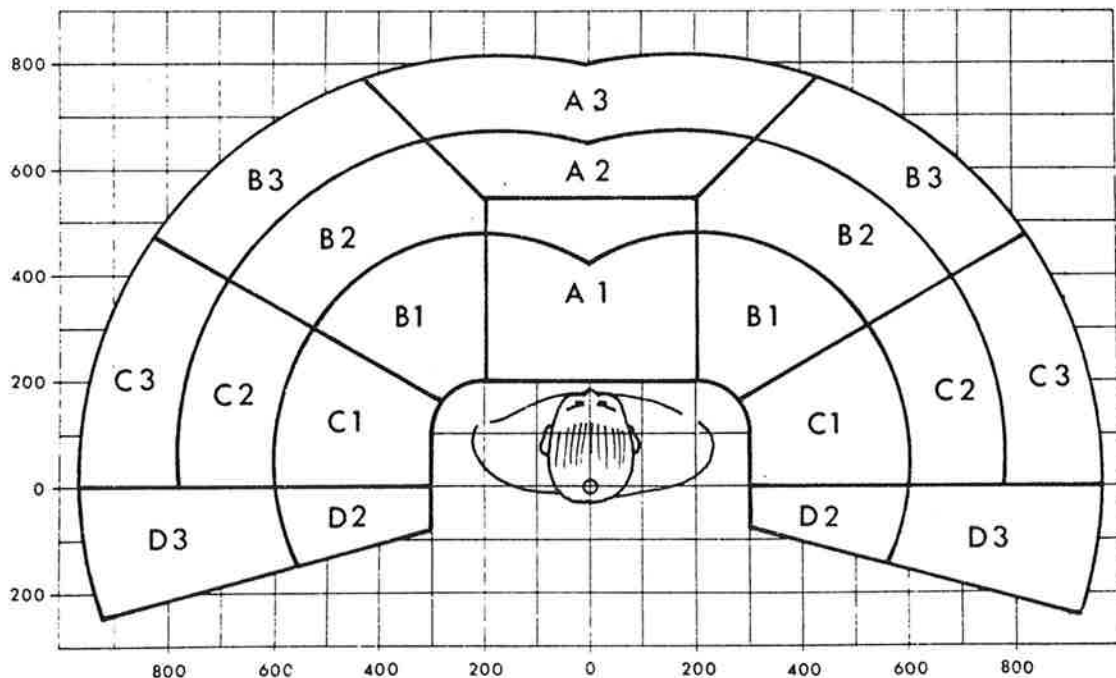
- Lichaamsafmetingen; de mens dient te passen in zijn werkplek.
- Bewegingsruimte; de mens dient zich ook te kunnen bewegen tijdens het werk en zich niet meer hoeven te bewegen dan hij gemakkelijk kan.
- Bewegingshandeling; de mens dient een zo doelmatig mogelijke beweging tijdens het verrichten van de taak te maken.
- Reikafstand; apparatuur en gereedschap dienen binnen de maximale reikafstand te liggen om een redelijke werkhouding te krijgen.
- Visuele waarneming; bij een werkplek zijn enorm veel informatie/presentatiemiddelen noodzakelijk. Deze dienen aangepast te zijn aan het gezichtsvermogen.
- Auditieve waarneming; buiten de communicatie tussen mensen onderling, heeft ons gehoor ook een belangrijke functie in het waarnemen van allerlei andere geluiden, die ons inlichten over wat er op de werkplek gebeurt, hoe werktuigen en machine zich gedragen, alarmering enz.

In de navolgende subparagrafen worden deelgebieden behandeld, die van ergonomisch belang zijn voor de inrichting van de werkplek.

3.9.1 Werkruimten en vormgeving

Een doelmatige werkhouding wordt in belangrijke mate bepaald door de vormgeving en maatverhouding van het meubilair; een juiste keuze van maten voorkomt vermoeidheid. De werkhouding moet zo natuurlijk

mogelijk zijn. Bij staand werk dient de tafelhoogte voor zeer fijn werk hoger te zijn dan voor normaal werk. Bij het fijne werk bepaalt de waarnemingsafstand in belangrijke mate de hoogte van de tafel; zou de tafel dezelfde hoogte hebben als voor normaal werk, dan wordt er in gebogen positie aan deze tafel gewerkt. Ook moet er gelet worden op de afmetingen van de werkstukken, waaraan gewerkt wordt. De werkhogte heeft namelijk betrekking op het vlak, waarin de handen zich het prettigst bewegen; heeft het werkstuk een niet te verwaarlozen afmeting (in de orde van decimeters), dan moet de hoogte van het werkoppervlak aangepast worden. Ook bij het bedienen van apparaten moet men hierop letten. Het gebeurt bijvoorbeeld nogal eens, dat bij typewerk de ellebooghoogte veel lager is dan het vlak van de toetsen. Gevolg: sneller ontstaan van vermoeidheid dan bij bijna gelijke hoogte het geval zou zijn.



gebruïkskondities	indelingsvaknummer
regelmatig manipuleren	A1, A2, B1, B2, C1, C2
weinig manipuleren	A3, B3, C3, D2, D3
zonder hoofdbeweging	A2, A3
direkt in gezichtsveld	A1, A2, A3, B1, B2, B3
niet direkt in gezichtsveld	C1, C2, C3, D2, D3

Figuur 1 Horizontaal werkoppervlak voor zittend werk met vakindeling voor gebruikskondities.

3.9.2 Werkvlak

Bij het bepalen van het werkvlak vormen de afmetingen van de mens een belangrijke faktor. Apparaten en gereedschap dienen in elk geval binnen de maximale reikafstand te liggen om een redelijke werkhouding te verkrijgen.

Naast de maximale beperking moet ook aandacht besteed worden aan de minimale begrenzing. Het werkvlak bestaat namelijk niet slechts uit die verzameling plaatsen, die bereikbaar zijn voor de handen en voeten; ook het kunnen zien (van de handen en het aanwezig-zijn van steun voor de handen bijvoorbeeld) is van betekenis voor de bepaling van het werkvlak. Figuur 1 geeft een overzicht van het horizontale werkvlak, ingedeeld naar kondities voor gebruik (Lazet, 1967).

3.9.3 Vormgeving en afmeting van panelen

Bij een werkvlak behoren veelal een aantal controle of bedieningsinstrumenten. Ten einde een snel overzicht en een zo doelmatig mogelijke controle te verkrijgen voegt men zoveel mogelijk van deze instrumenten te zamen, bijvoorbeeld in panelen: men kan hier denken aan een controlepaneel van een fabricageproces of het instrumentenbord van een treinbestuurder.

Vormgeving

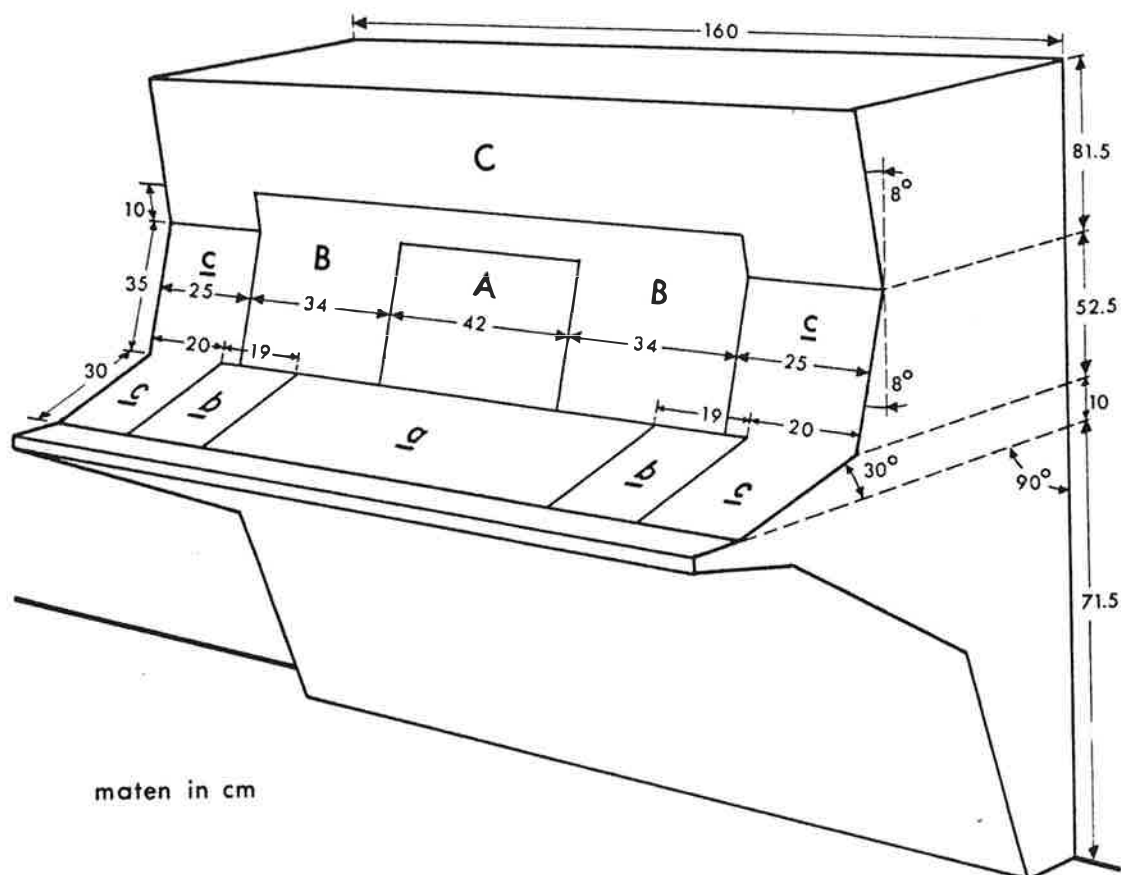
De ideale vormgeving voor een paneel is bolvormig. Konstruktief is dit moeilijk te verwezenlijken, daarom volstaat men veelal met een deel van een cirkel-cylindrisch oppervlak of U-vorm of gespreide U. In figuur 3 wordt een algemene aanduiding gegeven betreffende de verticale hoeken van dit paneel.

Afmetingen

De afmetingen van een paneel worden in belangrijke mate bepaald door de functie. In figuur 2 worden enige afmetingen gegeven voor een zittend bedieningspaneel. Voor een staande bediening dient het horizontale vlak van het paneel 25 cm verhoogd te worden.

3.9.4 Indeling van panelen

Het indelen van een paneel is de kunst van het vinden van het juiste compromis. Dit compromis behelst de eisen, die zijn gesteld door de mogelijkheden en de eisen van de operator, de functie van het paneel, de technische eisen, mogelijkheden van displays en bediening en de beschikbare ruimte. Figuur 2 geeft een principeaanduiding van paneelindeling naar belangrijkheid en gebruiksfrekwentie van displays en bedieningsorganen.



A	a	- de belangrijkste en meest gebruikte displays en bedieningsmiddelen in dit gebied.
B	b	- de minder belangrijke displays en bedieningsmiddelen in dit gebied.
C	c	- de displays en bedieningsmiddelen, die weinig aandacht vragen of zeer weinig gebruikt worden in dit gebied.
displays		- bedieningsmiddelen

Figuur 2 Principeaanduiding van paneelindeling naar belangrijkheid en gebruiksfrekwentie van displays en bedieningsorganen.

Hoe belangrijk indeling en afmeting van een paneel wel zijn, moge blijken uit het navolgende voorbeeld.

Bij het besturen van een DC 4 tijdens start, kruisvlucht en landing kwamen 60 bedieningsorganen te pas - handels, schuiven, knuppels, knoppen en pedalen; 53 hiervan (88 %) werden bediend als gevolg van visuele informatie (display-instrumenten of informatie van buiten het vliegtuig) en 12 (20 %) werden bediend op een auditieve impuls (motorgeluid, radiosignaal of kommando). De bediening van 8 organen (13 %) werd gestimuleerd door ervaring in het volgen van trilling of weerstand in het bedieningsorgaan zelf, trillingen of geluiden in het vliegtuig als geheel, versnellings- of vertragingen gevoelens, stijg- en daalsensaties. Deze percentages zijn bij elkaar meer dan 100 %, omdat er bedieningsorganen waren, die eerst als gevolg van visuele en daarna ook als gevolg van auditieve of tactiele informatie werden bediend (v.d. Grinten, 1963).

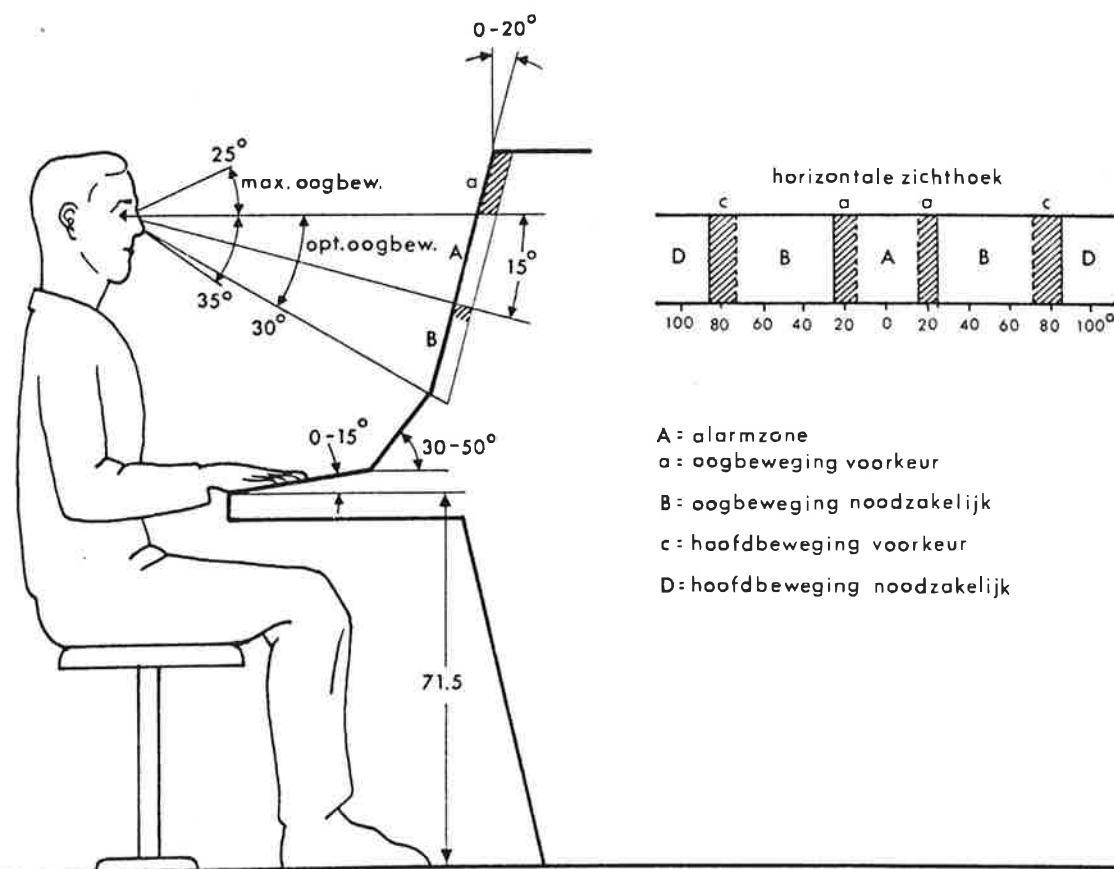
Er moet dus veel informatie verwerkt worden en dit kan alleen efficiënt geschieden, wanneer alles wat informatie verschaft of bediend moet worden, optimaal is aangebracht.

3.9.5 Visuele factoren

Veruit de meeste informatie, die ons bereikt in de werkplek, is visueel. Het is haast onmogelijk om bijvoorbeeld een machine te bedienen zonder te zien wat de machine doet.

Eén van de belangrijkste factoren is het waarnemingsveld. De waarnemingsafstand tot de instrumenten mag niet kleiner zijn dan 35 cm; dit in verband met de akkommodatie van het oog. Hoewel een waarnemingsafstand van 50 cm de geschiktste is, wordt de afstand in feite bepaald door de reikafstand van bedieningsmiddelen. Figuur 3 geeft de in het algemeen na te streven plaatsing van displays en bedieningsinstrumenten in het waarnemingsveld weer. Het ideaal daarbij is, dat de bedienende man zonder hoofdbeweging alle controle-instrumenten kan waarnemen.

Door Sanders (1963) is aangetoond, dat bij het waarnemen van verscheidene signalen de reactie op deze signalen sterk afneemt, indien de signalen zodanig ruimtelijk gespreid liggen, dat hoofdbewegingen noodzakelijk zijn bij het beoordelen. Het blijkt, dat zolang oogbewegingen voldoende zijn voor heroriëntatie van het ene op het andere signaal, men bij fixatie van een signaal althans nog enige notie van elk van de andere signalen heeft. Populair gezegd: men heeft de situatie "onder controle", ook zonder er rechtstreeks naar te kijken. Dit is verdwenen, als ook hoofdbewegingen nodig zijn.



Figuur 3 Indeling van het waarnemingsveld (paneel) in velden, waarvoor oog- respectievelijk hoofdbewegingen niet en wel noodzakelijk zijn.

Er bestaan vele visuele hulpmiddelen, die bij de werkplek gebruikt worden, o.a.: grafische informatie (displays, meters, naamaanduidingen e.d.), signalering, alarmering, kleur en codering.

Letters en cijfers

Voor de toepassing op naamplaatjes, schalen van meters e.d. kunnen het beste schreefloze types gebruikt worden, bijvoorbeeld Nobel, Fictura, Folio en Helvetio. Voor naamplaatjes met korte teksten zijn de hoofdletters (kapitalen) beter dan kleine letters (onderkast). Hoofdletters zijn beter herkenbaar, omdat zij een meer open vorm hebben en zodoende een groter vlak innemen. Voor langere teksten is het beter om kleine letters te gebruiken. Bij het lezen van langere teksten geven stokletters een betere woordherkenning.

De spatiëring is een belangrijke faktor voor de herkenbaarheid van letters en cijfers. De open oppervlakte tussen de letters en cijfers moet van gelijke waarde zijn. Letters en cijfers, die onder een hoek van 45° (vertikale as) of groter worden waargenomen, moeten een 40 % grotere spatiëring hebben dan de normale spatiëring.

Meters

Meters zijn in te delen naar de wijze, waarop men de verlangde informatie afleest. Er zijn 2 belangrijke soorten aflezing:

- a. Kwantitatieve aflezing. Hierbij gaat het om een juist inzicht in de toestand van bepaalde apparatuur. Voor het aflezen van een getalwaarde is een teller meestal beter dan een meter; tellers vergen een kortere afleestijd en het foutenpercentage bij aflezen is veel minder.
- b. Kwalitatieve aflezing. De meter geeft een kwalitatieve informatie van een bepaalde functie in de apparatuur, bijvoorbeeld de temperatuur van cv-installaties. Hierbij is een bewegende wijzernaald de beste oplossing; een verandering van positie van de wijzer is gemakkelijk te zien. Een stilstaande wijzernaald met bewegende volledig aangeboden schaal is niet aanbevelenswaardig. Een uitvoering met vensterschaal is bij dit type schaal aanvaardbaar. Het is gebleken, dat bij meters met een bewegende wijzer en volledig aangeboden schaal de plaats van het nulpunt geen invloed heeft op de afleesnauwkeurigheid. Het is dus mogelijk om bij een paneel met

verscheidene maten de wijzers in een zelfde positie te laten wijzen als de meters normaal funktioneren. Hierbij is een niet goed werkende meter direkt herkenbaar.

3.9.6 Auditieve factoren

Een belangrijk deel van onze informatie komt tot ons via ons gehoororgaan. Dit betreft in de eerste plaats de kommunikatie tussen mensen onderling door middel van de taal. Daarnaast heeft ons gehoor ook een belangrijke funktie in het waarnemen van allerlei andere geluiden, hoe werktuigen en machines zich gedragen enz.

Met name bij gebruik van waarschuwingssignalen doet zich vaak de vraag voor of men deze visueel of auditief zal aanbieden. Hoewel de voorkeur sterk afhankelijk is van de feitelijke situatie, zijn toch wel enkele algemene regels te geven. Het heeft voordeel om van het gehoor gebruik te maken, wanneer:

- a. de informatieoverdracht onafhankelijk dient te zijn van de richting, waarin men kijkt (bijvoorbeeld oproepsystemen).
- b. de informatie bijvoorbeeld een dringend alarm is, juist wanneer men visueel met een andere taak bezig is.
- c. reeds zoveel informatie door het oog dient te worden verwerkt, dat een verdere opvoering hiervan vermeden dient te worden.
- d. visuele informatie onmogelijk is door de plaats van de informatiebron.

Wanneer er meer dan één signaal nodig is, dienen de signalen verschillend van toonhoogte, sterkte of tijdsduur te zijn.

De toepassing van bijvoorbeeld een klakson, bel en zoemer geeft een goed geluidsverschil. Van de aangeboden signalen dient in elk geval goed duidelijk te zijn, waarop deze betrekking hebben en wat het is.

3.9.7 Bedieningsmiddelen

Bij het kiezen van bedieningsmiddelen voor de werkplek dienen, afgezien van de technische aspecten, de navolgende punten in beschouwing

genomen te worden, om te komen tot een optimale keuze van het type, van de wijze van bedienen en de uitvoering van het bedieningsmiddel:

- De functie en belangrijkheid van het bedieningsmiddel.
- De vanzelfsprekendheid van de combinatie van bedieningsmiddel en geregelde functie of grootheid.
- De eisen, die gesteld zijn aan de bediening, die zijn uitgedrukt in nauwkeurigheid, snelheid, regel- en instelgebied en de uit te oefenen krachten.
- De beschikbare ruimte voor het bedieningspaneel en de plaats ervan.
- Eventuele bijzondere gebruiksomstandigheden, zoals klimaat, vibratie en schokken.

Bedieningsmiddelen dienen zoveel mogelijk en voor zover zinvol in overeenstemming met de gangbare gewoonten gekozen en geplaatst te worden. De geregelde functie of grootheid dient bij het bedieningsmiddel vermeld te worden en indien niet vanzelfsprekend, ook de wijze van bedienen.

Bedieningsmiddelen dienen tegen onopzettelijke bediening beschermd of beveiligd te zijn, indien deze bediening onaanvaardbare gevolgen heeft. Bedieningsmiddelen dienen waar nodig op grond van plaats, grootte, vorm en kleur goed herkenbaar en onderscheidbaar te zijn.

Snelle en nauwkeurige instellingen mogen in geen geval voetbedienend zijn. Waar mogelijk en zinvol dienen instellingen door de bediener in diskrete stappen gemaakt te worden.

Een minimale kans op bedieningsvergissingen bestaat, indien:

- | | |
|---------|---|
| aan | - komt overeen met: naar boven, naar rechts, naar voren, met de klok mee en uitgetrokken (bij trek-duwbedieningen). |
| uit | - komt overeen met: naar beneden, naar links, naar achteren, tegen de klok in, ingeduwd (bij trek-duwbedieningen). |
| toename | - komt overeen met: naar boven, naar rechts, naar voren, met de klok mee en toenemende tegenkracht. |
| afname | - komt overeen met: naar beneden, naar links, tegen de klok in en afnemende tegenkracht. |

Let wel: Er zijn vastliggende uitzonderingen en tegenstrijdigheden, zoals bijvoorbeeld vloeistofregelkranen en bewegende schalen.

De bediening van apparatuur dient in overeenstemming te zijn met de beweging, die wij (gemakkelijk) kunnen maken. In geen geval mag een beroep gedaan worden op spiergroepen, waarvan het niet de bedoeling is, dat deze bij de verrichting in kwestie worden ingeschakeld. De konstruktie van bedieningsmiddelen moet dus afgestemd zijn op de bewegingsmogelijkheden en krachten van het menselijk lichaam.

3.9.8 Indeling van de ruimte met meer werkplekken

In ruimten met meer werkplekken, dat wil zeggen meer apparaten, meer panelen en meer personeel, is een goed verlopende kommunikatie tussen alle betrokken schakels een noodzakelijke voorwaarde voor een goed funktionieren van het geheel. De veelsoortigheid van kommunikatie en de veelheid van de verbindingen maken een indelingsschema welhaast tot iets onontbeerlijks. Eerst moet daartoe een lijst van alle verbindingen (schakels) worden samengesteld. Deze lijst baseert zich op de navolgende gegevens:

- Het aantal betrokken personen, de apparatuur en de instrumenten.
- De frekwentie van de verbindingen.
- De importantie van de verbindingen.

Er zijn 3 soorten verbindingen:

- a. Machine-machine.
- b. Machine-mens.
- c. Mens-mens.

De wijze van informatieoverdracht gaat vrijwel hand in hand met deze indeling; hoofdzakelijk geschiedt deze respektievelijk langs automatische, visuele en auditieve weg. Het is nu mogelijk de waarde van elke schakel uit te drukken in twee cijfers, één voor frekwentie en één voor importantie, bijvoorbeeld 3 voor hoge frekwentie, 2 voor

middelmatige frekwentie en 1 voor geringe frekwentie. Een zelfde procédé met betrekking tot de importantie.

In de praktijk is het vaak doelmatiger met één cijfer te werken, namelijk het produkt van beide waarden; in het voorbeeld (figuur 4) betekent dit, dat de schakelwaarde kan uiteenlopen van 1 - 9. Eventueel kan men ter vereenvoudiging schakelwaarden beneden een bepaald minimum schrappen, om in de lijst slechts die schakels over te houden, die er het meest op aankomen.

		INSTRUMENTEN				PERSONEEL				totaal
		A	B	C	D	1	2	3	4	
PERSONEEL	1	--- 9 --- 9	--- 6				 6	 6		36
	2	--- 6	--- 6	--- 6		 6			 3	27
	3			--- 9 --- 9		 6				24
	4				--- 9 --- 9 9		 3			30
INSTRUMENTEN	A		--- 9	--- 9		--- 9 --- 9	--- 6			42
	B	--- 9				--- 6	--- 6			21
	C	--- 9					--- 6	--- 9 --- 9		33
	D								--- 9 --- 9 9	27

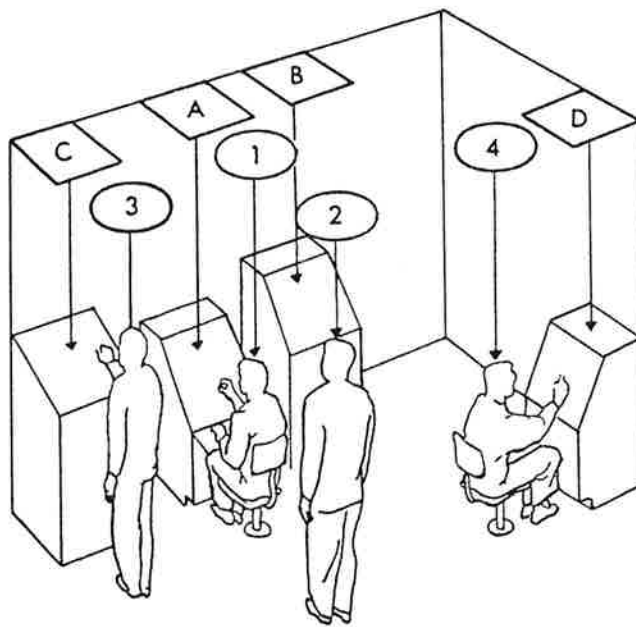
————— automatische verbindingen
 - - - - - visuele verbindingen
 auditieve verbindingen

Figuur 4 Schakellijst voor automatische, visuele en auditieve verbindingen, waarbij 4 waarnemers en 4 machines met paneel zijn betrokken.

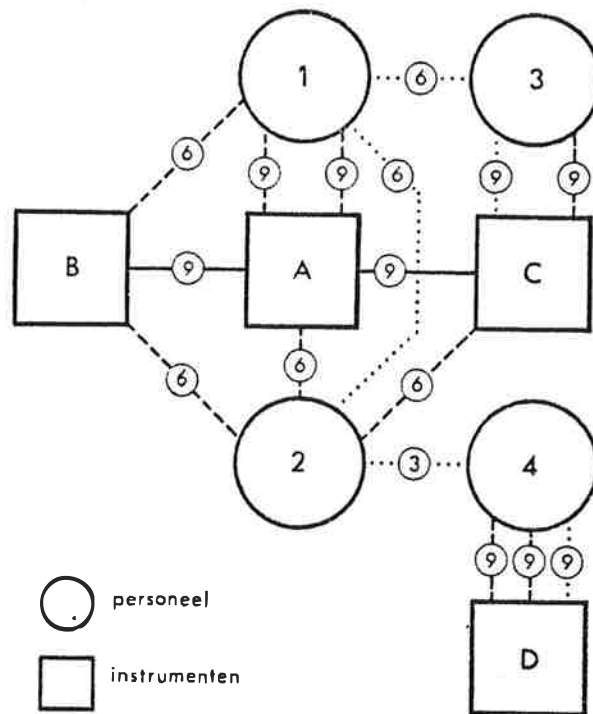
De gegevens uit figuur 4 zouden wiskundig te bewerken zijn, maar om tot een indelingsschema te komen kan men eenvoudig grafisch te werk gaan.

In het algemeen verdient het aanbeveling bij het tekenen van een indelingsschema uit te gaan van de waarnemer met de meeste verbindingen, evenzo van de machine met de meeste verbindingen. Figuur 5 geeft het indelingsschema van de schakellijst uit figuur 4.

In figuur 5 is men ervan uitgegaan, dat de machines aan de wand geplaatst moeten worden. Daarentegen zijn de machines uit figuur 6 in het midden van het vertrek geplaatst.



Figuur 5 Indelingsschema van de schakellijst uit figuur 4.



Figuur 6 Indelingsschema van de schakellijst uit figuur 4. Hierbij is ervan uitgegaan, dat de machines in het midden van de ruimte geplaatst moeten worden.

Bij het indelingsschema zijn de navolgende punten van belang:

Visuele verbinding

De gezichtsafstand moet zodanig zijn, dat er optimale waarneming is; het gezichtsveld mag niet gehinderd worden door personeel of instrumenten.

Auditieve verbinding

De afstand voor spraakverbinding moet door spraak zodanig zijn, dat er niet te luid gesproken behoeft te worden; deze afstand is natuurlijk afhankelijk van het lawaainiveau.

Werk- en loopruimte

Het personeel moet voldoende werkruimte hebben en aangepast zijn aan de functie. De loopruimte moet zodanig zijn, dat het personeel elkaar niet hindert en enige mogelijkheid tot "vertreden" in het werk heeft.

3.9.9 Literatuur

- Cott, H.P. van en Kinkade, R.G. Human engineering guide to equipment design. American Institute for Research, Washington D.C., 1972.
- Kellerman, F., Wely, P. van en Willems, P. Vademecum Ergonomie voor de industrie (derde druk). Philips Technische Bibliotheek. AE.E. Kluwer, Deventer, 1968.
- Lazet, A. Gids voor Technische Menskunde. Van Gorcum & Comp. N.V., Assen, 1967.
- Schmidtke, H. Handbuch der Ergonomie. Luftfahrt Verlag Walter Zuerl, D 8031 Steinbach/Wörthsee.
- Woodson, W.E. en Conover, D.W. Human engineering guide for equipment designers. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, 1966.