

DIE GEBRUIK VAN ANTROPOMETRIESE DATA IN
VEGVLIEGTUIGKAJUITONTWERP -
'N VERGELYKENDE STUDIE

DANIËL RICHARDS NEUMANN, BSc(HONS) U.O.V.S.

VERHANDELING GOEDGEKEUR AS GEDEELTELIKE NAKOMING VAN DIE
VEREISTES VIR DIE GRAAD MAGISTER SCIENTIAE IN
BEDRYFSFISIOLOGIE IN DIE FAKULTEIT NATUURWETENSKAPPE AAN
DIE POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT VIR CHRISTELIKE HOËR
ONDERWYS

STUDIELEIER: PROF P J PRETORIUS

HULPSTUDIELEIER: DR J HEUNIS

POTCHEFSTROOM

1992

OPGEDRA AAN TERJA

BEDANKINGS

i

MY INNIGE DANK AAN

PROF P J PRETORIUS - - - - MY STUDIELEIER, VIR SY
WAARDEVOLLE ADVIES,
AANMOEDIGING EN KONSTRUKTIEWE
KRITIEK

DR J HEUNIS - - - - - - - - -MY HULPSTUDIELEIER, VIR SY
LEIDING, EN ONDERSTEUNING

PROF T S P VAN DER WALT
MNR J H DE RIDDER - - - - -VIR DIE WAARDEVOLLE HULP EN
KONSTRUKTIEWE KRITIEK ASOOK DIE
GEBRUIK VAN DIE TOERUSTING VAN
DIE DEPARTEMENT BIOKINETIKA

DIE INDUSTRIële
HIGIëNE TAK VAN DIE
KAMER VAN MYNWESE - - - - -VIR DIE GEBRUIK VAN DIE
TOERUSTING ASOOK DIE HULP VAN
VERSKEIE KUNDIGE PERSONE

DIE ERGONOMIE AFDELING
VAN DIE ATLAS VLIEGTUIG-
KORPORASIE - - - - - - - - -VIR DIE FINANSIële STEUN VAN
HIERDIE PROJEK

MEV S UYS - - - - - - - - - -VIR DIE STATISTIESE ONTLEDINGS

MEV R SWANEPOEL EN
MEV M L BENECKE - - - - - - -VIR DIE TAALVERSORGING,

MEV M S JORDAAN - - - - - - -VIR DIE TIK- EN SETWERK,

MY OUERS - - - - - - - - - -VIR DIE FINANSIële EN MORELE
ONDERSTEUNING GEDURENDE HIERDIE
STUDIE,

MY SKOONOUERS - - - - - - - -VIR HULLE ONDERSTEUNING EN
AANMOEDIGING,

TERJA - - - - - - - - - - - -VIR ALLES WAT SY MOES OPOFFER,
DIE ONDERSKRAGING EN INSIG.

<u>INHOUDSOPGAWE</u>	ii
Lys van tabelle	v
Lys van figure.	vi
Lys van bylaes.	vii
OPSOMMING	1
SUMMARY	3
HOOFSTUK 1 <u>INLEIDING.</u>	4
HOOFSTUK 2 <u>ANTROPOMETRIESE DATA VAN</u> <u>SUID-AFRIKAANSE POPULASIES</u>	6
2.1. INLEIDING	6
2.2. DATA VAN NIE-MILITÊRE EN MILITÊRE POPULASIES	7
2.3. DIE ONDERSOEKERS EN GEBRUIKERS VAN ANTROPOMETRIESE DATA IN SUID-AFRIKA.	10
2.4. DIE DE RIDDER-STUDIE	12
2.5. LEEMTES IN DIE ANTROPOMETRIE IN SUID-AFRIKA.	13
2.6. BETROUBAARHEIDSINTERVALLE EN PERSENTIELWAARDES.	13
2.7. VERSKILLE IN ANTROPOMETRIESE DATA TUSSEN POPULASIES	15
(a). LIGGAAMSLENGTE	16
(b). SITHOOGTE	19
2.8. DIE VERHOUDING TUSSEN SITHOOGTE EN LIGGAAMSLENGTE	21
2.9. OPSOMMING.	22
<u>HOOFSTUK 3</u> <u>INTERNASIONALE ANTROPOMETRIESE</u> <u>STUDIES.</u>	23
3.1. INLEIDING.	23
3.2. ANTROPOMETRIESE ONDERSOEKE IN DIE VERENIGDE STATE VAN AMERIKA.	24
3.3. ANTROPOMETRIESE ONDERSOEKE IN EUROPA	26
3.4. OPSOMMING.	27
<u>HOOFSTUK 4</u> <u>METODES EN PROSEDURES VAN</u> <u>DIE STUDIE</u>	28
4.1. INLEIDING.	28
<u>FASE I</u>	
4.2. DIE BEPALING VAN DIE RELEVANTE DIMENSIES	29
4.3. DIE BESTUDERING VAN DIE MEETMETODES VAN DIE RELEVANTE DIMENSIES	32

4.4.	BESKRYWING VAN DIE DIMENSIES.	32
4.5.	DIE VERKRYGING EN BESTUDERING VAN DIE MEETINSTRUMENTE	32
4.6.	DIE PROEFLOPIE.	39
4.7.	DIE INSAMELING VAN DIE DATA	40
4.8.	STATISTIESE VERWERKING VAN DIE DATA.	41

FASE II

4.9.	STATISTIESE VERGELYKING MET DIE ANDER SUID-AFRIKAANSE EN FRANSE DATA	41
------	--	----

<u>HOOFSTUK 5</u>	<u>RESULTATE EN STATISTIESE VERGELYKINGS</u>	<u>43</u>
-------------------	--	-----------

<u>FASE I SUID-AFRIKAANS DATA</u>	<u>43</u>
---	-----------

5.1.	INLEIDING	43
5.2.	OPSOMMING VAN STATISTIEKE	45
5.3.	OPSOMMING VAN PERSENTIELWAARDES.	48
5.4.	STATISTIESE VERANDERLIKES.	51

<u>FASE II</u>	<u>DIE VERGELYKING TUSSEN DIE SUID-AFRIKAANSE EN ANDER SUID-AFRIKAANSE EN FRANSE DATASTELLE.</u>	<u>52</u>
----------------	--	-----------

5.5.	STATISTIESE VERGELYKINGS	52
------	------------------------------------	----

5.6.	BESPREKING VAN DIE STATISTIESE VERGELYKINGS	55
------	--	----

5.6.1.	HEUPBREEDTE	55
5.6.2.	BOBEENLENGTE.	55
5.6.3.	ELMBOOGRUSHOOGTE.	55
5.6.4.	OOGHOOGTE, SITTEND.	56
5.6.5.	POPLITIALE HOOGTE	56
5.6.6.	SITHOOGTE	56
5.6.7.	BOBEENSPEELRUIMTE	56
5.6.8.	BIAURIKULÊRE BREEDTE.	57
5.6.9.	BIGONIALE BREEDTE	57
5.6.10.	MIKHOOGTE	57
5.6.11.	LIGGAAMSLENGTE.	58
5.6.12.	HANDBREEDTE	58
5.6.13.	VOETBREEDTE	58
5.6.14.	VOETLENGTE.	59

<u>HOOFSTUK 6</u>	<u>SAMEVATTING, GEVOLGTREKKING EN</u>	
	<u>AANBEVELINGS</u>	60
6.1.	SAMEVATTING	60
6.2.	GEVOLGTREKKINGS	61
6.3.	AANBEVELINGS.	62
BIBLIOGRAFIE.		64

LYS VAN TABELLE

TABEL 2.1	SUID-AFRIKAANSE ANTROPOMETRIE	8
TABEL 2.2	DIE VERHOUDING TUSSEN DIE GEMIDDELDE SITHOOGTE EN DIE GEMIDDELDE LIGGAAMSLENGTE VAN VERSKILLEND POPULASIES	21
TABEL 4.1	LYS VAN DIMENSIES WAT IN HIERDIE STUDIE GEMEET IS.	31
TABEL 4.2	MEETINSTRUMENTE WAT IN HIERDIE STUDIE GEBRUIK IS	33
TABEL 4.3	DIE LUGMAGBASISSE WAAR DIE METINGS GEDOEN IS	40
TABEL 5.1	GROEPERING VAN SUID-AFRIKAANSE DATA.	44
TABEL 5.2	DIE STATISTIESE DATA VAN DIE SALM STUDIE (1992)	46
TABEL 5.3	PERSENTIELWAARDES VAN DIE SALM STUDIE (1992)	49
TABEL 5.4	OPSOMMING VAN DIE VERGELYKING TUSSEN POPULASIES	53

LYS VAN FIGURE

FIGUUR 2.1	FREKWENSIEVERSPREIDING VAN DIE LIGGAAMSLENGTE VAN AMERIKAANSE MILITÊRE REKRUTE	14
FIGUUR 2.2	PERSENTIELWAARDES VAN DIE TOTALE LIGGAAMSLENGTE VAN VERSKILLEND MILITÊRE POPULASIES.	17
FIGUUR 2.3	PERSENTIELWAARDES VAN DIE SITHOOGTE VAN VERSKILLEND MILITÊRE POPULASIES.	20
FIGUUR 4.1	DIE STADIOMETER.	34
FIGUUR 4.2	MEETSTOEL.	35
FIGUUR 4.3	DIE ANTROPOMETER	36
FIGUUR 4.4	DIE SKUIFPASSER.	37
FIGUUR 4.5	DIE SKOENKASSIE.	38

LYS VAN BYLAES

BYLAE A	BESKRYWING VAN DIE DIMENSIES WAT IN DIE SALM STUDIE GEMEET IS	.A
BYLAE B	STATISTIESE VERANDERLIKES VAN DIE SALM STUDIE	.B
BYLAE C	FREKWENSIEHISTOGRAMME VAN DIE SALM STUDIE	.C

OPSOMMING

Die hoë werkverrigtingsmoontlikhede van die moderne taktiese vegvliegtuie, die kompleksiteit van die huidige en toekomstige missies en die gevorderde beheersisteme van vliegtuie wat vlieëniers moet beheer, stel hoë eise aan die vlieëniers. Doelmatige en goed ontwerpte kajuite is een van die belangrikste vereistes vir die optimale benutting van hierdie vliegtuie.

Die optimale ontwerp van 'n kajuit kan slegs bewerkstellig word indien die ontwerper geskikte en betroubare antropometriese data van die populasie waarvoor ontwerp word, beskikbaar het. Tot op hede bestaan daar geen data van die vegvlieënierpopulasie in die Suid-Afrikaanse Lugmag(SALM) nie. Hierdie projek is aangepak om die leemte t o v antropometriese data van die spesifieke vlieënierpopulasie aan te vul.

'n Totaal van 25 Antropometriese dimensies is by 60 vegvlieëniers van die SALM geneem. Al hierdie dimensies is van die grootste belang by die ontwerp van die vegvliegtuigkajuit.

Aangesien die SALM vandag nog die Mirage FI en FIII vegvliegtuie van DASSUALT-BURGETTE in Frankryk gebruik, is die vraag gevra tot watter mate die SALM vegvlieënier ooreenstem met die vlieëniers waarvoor die vliegtuig in die eerste plek gebou is. Die tweede vraag wat beantwoord moes word, is tot watter mate die SALM vegvlieënier voldoen aan die ontwerp kriteria wat gebruik is in die ontwerp van die twee modelle. Hierdie vraag lei die ondersoeker na seker die belangrikste vraag, nl hoeveel van die opgeleide vegvlieëniers van die SALM is geskik vir aanwending in die MIRAGE FI en FIII vliegtuie?

Die data wat tydens hierdie projek ingesamel is, is aanvullend tot die Franse data ook met ander Suid-Afrikaanse data vergelyk. Die doel van hierdie vergelyking was om vas te stel of enige seleksie plaasgevind het voor, tydens of na die opleiding van die vlieëniers. Indien daar wel seleksie plaasgevind het, is gevra tot watter mate dit wel plaasgevind het en watter invloed dit op die aanpassing in die kajuit gehad het.

Die gevolgtrekking waartoe geraak is, is dat antropometriese data van die SALM vegvlieëniers wel verskil van die Franse vlieëniers waarvoor die MIRAGE vliegtuie ontwerp is. Met geringe aanpassings in die kajuit kan die meeste SALM vlieëniers gehuisves word in die kajuit van die onderskeie vliegtuie. Seleksie het wel binne die groep vlieëniers voorgekom.

SUMMARY

The high performance capabilities of the modern tactical aircraft, the complexity of present and future combat missions, and the systems he is expected to operate or manage has created intolerable demands on pilots.

To achieve the optimum design of the cockpit of a tactical fighter, the designer must have access to relevant and reliable anthropometric data of the population he is designing for. Until now, very little if any data of pilots in the South-African Airforce (SAAF) were available. This project is an attempt to address this need for anthropometric data.

A total of 25 Anthropometric dimensions were measured in 60 fighter pilots of the SAAF. All these dimensions are of the utmost importance in the design of the cockpit of a fighter aircraft. Included in the measured dimensions were 1. the sitting height, 2. the eyehight and 3. the thigh length

Due to the fact that the SAAF are using the MIRAGE FI and FIII aircraft from France, the question arises to which extent does the SAAF pilots differ from the pilots for which the aircraft were originally designed? The second question is to which extent does the SAAF pilots fulfil the design criteria from which these two models of the MIRAGE were designed. This last question leads the researcher to the most relevant question of them all, how many of the SAAF pilots are suitable to fly the MIRAGE FI and FIII aircraft?

The data from the SAAF pilot study were compared not only with that of the France pilots, but a comparison was drawn between this SAAF data and data from another male South-African population. The purpose of this comparison was to establish any selection within the group of pilots.

The conclusion to which the author comes, is that the SAAF pilots differ to a great extent from the France pilots. Small alterations in the cockpit of the MIRAGE can solve most of these problems. Selection within the group of SAAF pilots was evident.

HOOFSTUK 1 INLEIDING

Sedert die tweede wêreldoorlog was daar 'n toename in die gebruik van antropometriese data vir die ontwerp en evaluering van vegvliegtuigkajuite (Kennedy, 1980:94). Terselfdertyd het die kompleksiteit van die vliegtuie ook dramaties toegeneem. Hierdie toename in kompleksiteit het aan die vlieënier groter eise gestel ten opsigte van die vaardigheid waarmee hierdie vliegtuie hanteer moes word. Om plek te bespaar en die vliegtuig so lig en klein as moontlik te maak, is die ruimte van die vlieënier baie ingeperk. Hierdie inperking van die vlieënier moes met oordeel gedoen word aangesien sy funksionering baie afhang van die fisiese milieu waarin die vlieënier homself bevind.

Wanneer die kajuit van 'n vegvliegtuig ontwerp word, gebruik die ontwerper antropometriese data van die vlieënierpopulasie waarvoor daar ontwerp word. Geen sinvolle ontwerp kan verkry word sonder die aanwending van antropometriese data van daardie spesifieke populasie nie. (Kennedy, 1975:48). Die ontwerp kriteria wat vanaf die antropometriese data verkry word, dien as basis vir die kajuitontwerp.

Die Suid-Afrikaanse Lugmag het gedurende die laat vyftigerjare tot die vroeë sestigs MIRAGE FI en FIII vegvliegtuie vanaf die DASSUALT-BURGETTE fabriek in Frankryk aangekoop. Hierdie vliegtuie is in Frankryk gebou vir die Franse Lugmag. Die antropometriese data wat vir die ontwerp van die kajuit gebruik is, is gedurende 1954-1955 ingesamel. Die data bevat die belangrikste dimensies wat die ontwerper in staat kan stel om die kajuit sinvol te ontwerp. Hierdie data is in die AGARD GRAPH NO 5 gepubliseer. (AGARD GRAPH NO 5.)

Volgens Kennedy (1975:52) kom groot antropometriese verskille voor tussen verskillende bevolkingsgroepe. So byvoorbeeld beweer hy dat indien 'n stuk toerusting wat vir 90% van die Amerikaanse mans geskik is, vir 90% Duitse mans geskik sal wees. Dieselfde toerusting sal deur 80% Franse mans gebruik kan word, deur 65% Italiaanse mans, deur 45% Japannese mans en slegs 10% van die Viëtnamese mans.

Aangesien die SALM reeds 44 noodlottige ongelukke (Atlas, 1988:5) met vegvliegtuie gehad het, kan die vraag met reg gevra word of die ontwerp van die kajuit en die potensiële abnormale sitposisies van die vlieëniers nie tot hierdie ongeluksyfer bygedra het nie? Verdere vrae wat in hierdie studie beantwoord moes word, is tot watter mate verskil die SALM vegvlieënier van die Franse vlieëniers t o v antropometriese dimensies? Indien daar wel verskille voorkom, het dit enige effek op die vliegdoeltreffendheid van die

Tydens hierdie studie is ook aandag gegee aan die vergelyking van die SALM vlieëniers met die ontwerp kriteria wat deur die ontwerpers gebruik is. Die ontwerpers van vegvliegtuigkajuite gebruik die persentielwaardestelsel om die populasie waarmee gewerk word, te orden. Die 5 persentielwaardes aan die bokant en die onderkant van die skaal, d.w.s. kleiner as 5 persentielwaardes en groter as 95 persentielwaardes, word uitgesluit. Die ontwerp kriteria is dus net 90 persentielwaardes. Die vraag wat nou gevra word, is hoeveel van die SALM vegvlieëniers val binne hierdie 90 persentielwaardes?

Die derde belangrike vraag wat ondersoek is, is hoeveel van die SALM vegvlieëniers pas fisies gemaklik binne die MIRAGE FI en FIII?

Die data wat uit hierdie studie verkry is, is met ander manlike populasie vergelyk. Die een populasie wat deur De Ridder (1988) ingesamel is, bestaan uit data van 800 jong mans tussen die ouderdomme 18 en 25 jaar. Die doel van hierdie vergelyking was om vas te stel of daar enige seleksie plaasgevind het, d.w.s. of die vegvlieënierpopulasie verskil van die 'normale bevolking'. Hierdie vergelyking kan moontlik 'n aanduiding gee van 'n seleksie wat tot nadeel van die vlieënierpopulasie plaasgevind het.

HIPOTEESES VAN HIERDIE STUDIE

Die volgende hipoteses is in hierdie studie ondersoek:

1. HIPOTEESE 1: Daar bestaan geen beduidende antropometriesse verskille tussen die SALM vegvlieënierdata en die Franse ontwerpdata nie.
2. HIPOTEESE 2: Die SALM vegvlieëniers voldoen aan die ontwerp kriteria wat vir die ontwerp van die MIRAGE FI en FIII kajuit gebruik is.
3. HIPOTEESE 3: Die SALM vegvlieëniers verskil nie statisties beduidend van die algemene jong blanke manspopulasie nie. Geen seleksie het dus plaasgevind nie.

HOOFSTUK 2 ANTROPOMETRIESE DATA VAN SUID-AFRIKAANSE POPULASIES

2.1. INLEIDING

Die doel van hierdie hoofstuk is om die antropometriese inligting wat reeds van Suid-Afrikaanse populasies bestaan, te beskryf. Die wye verskeidenheid van manlike en vroulike populasies wat reeds gemeet is, word beskryf en sekere belangrike vergelykings word getref. Die behoefte aan soortgelyke antropometriese data vir die Suid-Afrikaanse Vegliefleënier word verantwoord.

Die enkele grootste probleem wat enige ontwerper teëkom wanneer toerusting vir mense ontwerp word, is dat mense soveel van mekaar verskil. Mense verskil wat lengte, breedte en dikte betref. Dit maak die taak van veral die vegliefleënikajuitontwerper baie moeilik aangesien die kajuit 'n baie klein ruimte beslaan en baie funksionele toerusting daarin geplaas moet word. Om die ontwerp van enige toerusting aan te pak, benodig die ontwerper antropometriese data van die bepaalde populasie waarvoor daar ontwerp word.

Ashby (1978:1-2) beweer dat baie van die probleme oorkom kan word indien daar deeglik aandag geskenk word aan die skommeling in grootte en spierkrag van die gebruikerbevolking. Indien 'n stuk toerusting uitsluitlik deur mans gebruik gaan word, moet dit ooreenkomstig die fisiese vermoëns van mans ontwerp word: indien 'n stuk toerusting deur sowel mans en vrouens gebruik gaan word, moet dit veilige en doeltreffende gebruik kan word deur albei geslagte. (Ashby, 1978:1-2).

Hierdie hoofstuk handel oor die antropometriese data van die Suid-Afrikaanse populasies wat tans beskikbaar is en instansies wat in hierdie veld betrokke is, word genoem. Aandag word ook geskenk aan die De Ridder-Studie (1988).

In die eerste gedeelte sal die Suid-Afrikaanse Antropometrie ondersoek word en verskille tussen Kaukasiese mans, Kaukasiese vroue en Negroïde mans sal bespreek word.

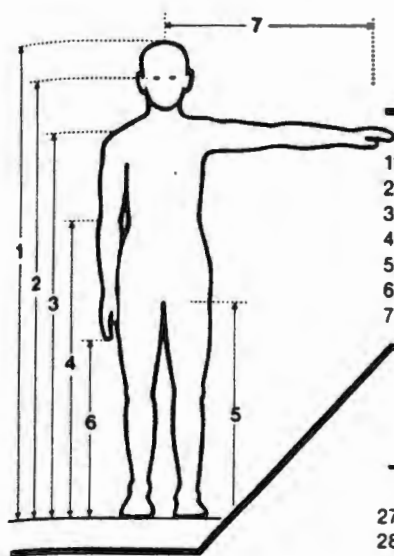
2.2. DATA VAN NIE-MILITÊRE EN MILITÊRE POPULASIES

Daar is 'n algemene gebrek aan antropometriese gegewens vir die Suid-Afrikaanse nywerheidsbevolking. (Ashby, 1978:1-2).

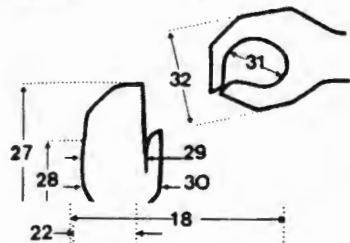
Daar is egter gegewens van 'n beperkte aantal bronne beskikbaar, nl. 'n opname van Kaukasiese weermagmanne (Strydom, Morrison, Van Graan en Viljoen: 1968), 'n opname van Negroïde mynwerkers (Morrison, Wynham, Strydom, Bettencourt en Viljoen: 1968) en opnames van Venda en Pedi (De Villiers: 1969 en 1971).

Aangesien daar tans geen antropometriese gegewens vir die vroulike bevolking van Suid-Afrika beskikbaar is nie, beveel Ashby (1978:1-2) aan dat die gegewens van die VSA-vrouens in Humanscale 1/2/3 (Diffrient, Tilley en Bardaghjy:1974) gebruik word. Basiese antropometriese gegewens vir Kaukasiese vrouens word ook in tabel 2.1. aangetoon.

Die opsommende data van bg. studies word in tabel 2.1. aangetoon.

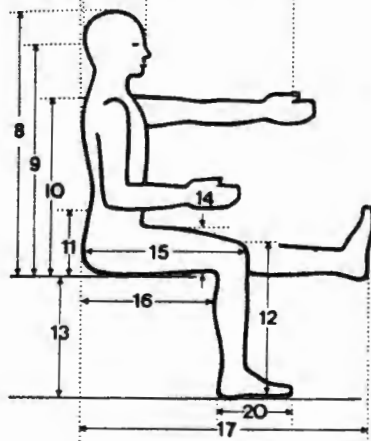
TABEL 2.1. SUID-AFRIKAANSE ANTROPOMETRIE

Alle afmetings in millimeter	KAUKASIESE MAN		KAUKASIESE VROU		NEGROIEDE MAN	
	klein man	groot man	klein vrou	groot vrou	klein man	groot man
1* Lengte	1 645	1 855	1 510	1 720	1 565	1 790
2* Ooghoogte	1 540	1 740	1 410	1 610	1 445	1 670
3* Skouerhoogte	1 350	1 535	1 230	1 410	1 275	1 490
4* Elmbooghoogte	1 030	1 180	910	1 050	975	1 145
5* Kruishoogte	770	920	700	810	735	890
6* Vingerpunthoogte	595	700			520	675
7 Sywaartse werkbereik	800	925			775	
	klein hand	groot hand	klein hand	groot hand	klein hand	groot hand
27 Handlengte	180	205	160	185	160	205
28 Palmengte	100	115			90	115
29 Handbreedte middelhand	80	95	75	85	65	90
30 Hand met duim	95	115			85	110
31 Binnegreep	45	55			40	55
32 Buitengreep	95	115			90	110

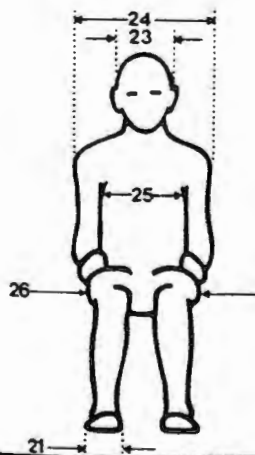


*By hierdie waardes moet toelatings vir skoeisel bygetel word:

Mans : 25-40 mm
Vrouens : 25-75 mm



8 Sithoogte	865	970	795	895	780	910
9 Ooghoogte	760	845	695	785	670	790
10 Skouerhoogte	560	650	515	575	500	610
11 Elmbooghoogte	195	270			175	250
12* Bokniehoogte	490	585	470	540	480	580
13* Onderkniehoogte	390	460	370	425	380	460
14 Dyvryhoogte	150	180	135	165	120	160
15 Boud - voorkant van knie	570	660	520	590	540	635
16 Boud - agterkant van knie	455	540	405	470		
17* Boud tot hak	980	1 140			930	1 095
18 Werkbereik na voor	730	860			710	850
19 Rompdiepte	215	310			195	250
20 Voetlengte	245	285	230	260	235	280
21 Voet breedte	90	110	85	100		
22 Koplengte	185	205	180	190	185	205
23 Kopbreedte	140	160	145	155	135	155
24 Skouerbreedte	420	505	370	440	380	460
25 Borskasbreedte	265	365	230	280	245	340
26 Heupbreedte	320	395	320	440	280	345



Ongelukkig is daar geen gegewens vir die Negroïde vrou beskikbaar nie, maar Ashby (1978:1-2) beveel aan dat die ontwerper in gedagte hou dat die Negroïde vrou kleiner is. (Die verskil in die gemiddelde lengte is ongeveer 75mm).

Volgens Grieve en Pheasant (1982:112) kom besliste verskille in liggaamsgrootte en liggaamsbou by verskillende rasse en subrasse voor.

Van der Spuy (1958:138-139) dui aan dat Kleurlingseuns tussen die ouderdom van 13-17 jaar beduidend kleiner en ligter is in gewig as blanke seuns van dieselfde georganiseerde. In die studie het die outeur die gegewens van die Kleurlingseuns en Blanke seuns met Kanadese en Engelse gegewens vergelyk. Die Kleurlingseuns vertoon die kleinste liggaamslengte en massa in die vergelyking. Hierdie vergelykings bevestig Grieve en Pheasant (1982:112) se bevindinge.

Antropometriese gegewens wat vir 'n bepaalde populasie ingesamel is, kan volgens Kantowitz en Sorkin (1983:455) gebruik word om toerusting vir daardie populasie te ontwerp en te ontwikkel. Dit beteken dat inligting wat in hierdie studie ingesamel word, deur die ontwerper vir die Suid-Afrikaanse vlieënier gebruik kan word mits die steekproef groot genoeg is.

Dit sal in die volgende gedeeltes aangetoon word dat gegewens van die vegvlieënierpopulasie van die SALM nie geredelik beskikbaar is nie. Dit is om hierdie rede dat hierdie projek aangepak is om in dié behoefte te voorsien.

2.3. DIE ONDERSOEKERS EN GEBRUIKERS VAN ANTROPOMETRIESE DATA IN SUID-AFRIKA

Oborne (1982:41-42) en Kroemer (1983:42) is dit eens dat die hoofbron van Internasionale Antropometriese gegewens vroeër die weermagte van verskeie lande was. Volgens Oborne (1982: 41-42) kan hierdie feit aan twee redes toegeskryf word:

- (a) 'n Groot groep proefpersone word benodig om 'n geldige steekproef van 'n populasie te trek. Die weermag het baie proefpersone beskikbaar en die meting van die persone kan gewoonlik maklik gekoördineer word.
- (b) Korrekte en betroubare antropometriese gegewens word benodig vir die ontwikkeling van gesofistikeerde wapentuig soos die vegvliegtuig.

Verskeie opnames van blanke mans is reeds in Suid-Afrika gedoen. In 'n opname van 1499 weermagmanne wat gewissel het tussen 17 tot 61 jaar in leeftyd, het Strydom et al. (1986) 58 antropometriese veranderlikes gemeet. Wagner (1984) het in sy studie 36 antropometriese veranderlikes van 200 rekrut-pantersoldate beskryf.

In die mees omvattende opname wat tot op datum gedoen is, het Van der Walt (1987) Nasionale Dienspligtige mans antropometries ondersoek. 'n Totaal van 800 proefpersone is vir 158 antropometriese veranderlikes ondersoek. Die De Ridder-studie(1988) waarvan reeds melding gemaak is, vorm 'n deel van hierdie omvattende studie.

De Villiers (1969 en 1971) het tydens twee studies onderskeidelik 201 Venda mans en 210 plattelandse Pedi mans en 227 stedelike Pedi mans antropometries ondersoek. By beide groepe is 54 dimensies gemeet.

Morrison et al. (1968) het altesaam 72 antropometriese dimensies by 485 swarttaalsprekende mans uit verskeie TBVC-lande gemeet.

Ashby (1978:6) noem dat gegewens oor die Indiër- en Kleurlingmans sowel as die vier vroulike bevolkingsgroepe, geensins ondersoek is nie en gegewens daaroor is betreklik skaars.

Dit wil uit die voorafgaande gedeelte voorkom dat verskeie populasies reeds antropometrie ondersoek is. Gegewens oor vlieëniers, sowel privaat en militêr (veral vegvlieëniers), is in Suid-Afrika baie skaars. Die studie wat soortgelyke populasies beskryf is die studie van Van der Walt (1987).

ATLAS Vliegtuig Korporasie Beperk het aan die begin van die tagtigerjare die moontlikheid ondersoek om aanpassings aan die MIRAGE FI en FIII te maak of om 'n vegvliegtuig vir die SALM te ontwikkel. Hierdie ondersoek het aan die lig gebring dat daar 'n baie groot behoefte bestaan t.o.v. die beskikbaarheid van antropometriese gegewens van Suid-Afrikaanse vegvlieëniers. (Atlas, 1988)

Cilliers (1988:3-4) maak die volgende stelling: "One of the most important Factors/Ergonomic issues in the design of the pilot "workstation" is focused on the physiological characteristics of the pilot where specifically the biodynamics of stressful flight environments should be considered very carefully. Various cases of G-induced loss of consciousness has been reported as the cause for the loss of many modern aircraft such as the F16 and F18."

Dieselfde outeur gaan voort deur te sê: "Cockpit Designers should consider two related problems, the static and functional anthropometric (Body dimensional) determinants of the specific pilot population. Basic knowledge about psychomotor abilities will be required, specifically as the related reaction time will be an important determinant of the positioning of displays and controls in the cockpit."

Dit is dus uit hierdie aangehaalde gedeelte duidelik dat betroubare en toepaslike gegewens gebruik moet word vir die ontwerp van die vegvliegtuigkajuit.

Verskeie instansies is vandag betrokke by die insameling van antropometriese gegewens van die Suid-Afrikaanse populasies. Die Ontwerpinstituut van die Suid-Afrikaanse Buro vir Standaarde (SABS) is baie nou betrokke by die versameling van gegewens oor alle Suid-Afrikaanse populasies.

2.4. DIE DE RIDDER-STUDIE

Soos reeds aangedui het De Ridder in 1988 'n studie in Potchefstroom gedoen waarin hy 800 weermagmanne antropometries ontleed het. De Ridder kom tot die gevolgtrekking dat antropometriese data wat uit die Verenigde State van Amerika afkomstig is, in die meerderheid van gevalle tot dusver gegeld het vir die vervaardiging van verdedigingstoerusting vir die Suid-Afrikaanse soldaat. Dit is gedoen ten spyte daarvan dat merkbare verskille in liggaamsgrootte en liggaamsbou by verskillende rasse, subrasse en etniese groepe bestaan.

De Ridder vra met reg die vraag of hierdie Amerikaanse data gebruik kan word vir vervaardiging van toerusting wat aangewend word deur die Suid-Afrikaanse manlike militêre populasie. Daarbenewens vra hy ook die vraag of die Suid-Afrikaanse manlike militêre populasie werklik van die Amerikaanse manlike militêre populasie verskil, en indien verskille wel voorkom, hoe groot die verskille is?

Die eerste hipotese van bg studie nl. dat die Amerikaanse manlike militêre populasies nie van die Suid-Afrikaanse manlike militêre populasie verskil nie, word verwerp. Betekenisvolle verskille is by 47 van die veranderlikes verkry. Die tweede vraag nl. dat indien verskille voorkom, die verskille tussen die Amerikaanse manlike militêre populasie en die Suid-Afrikaanse manlike militêre populasie, wanneer proporsioneel volgens liggaamslengte bereken, nie betekenisvol is nie, word met die uitsondering van slegs 5 gevalle verwerp. Dit wil vir die outeur van daardie studie voorkom of die antropometriese verskille tussen die S.A. steekproef en die V.S.A. steekproef gedeeltelik die gevolg is van die verskil in leeftyd, gedeeltelik die gevolg is van die verskil in liggaamslengte en gedeeltelik die gevolg is van genetiese verskille.

Ten slotte beveel De Ridder (1988:146) aan dat vervaardigers van die Suid-Afrikaanse verdedigings-toerusting moet poog om gebruik te maak van Suid-Afrikaanse antropometriese databasisse aangesien daar wel betekenisvolle verskille tussen die Suid-Afrikaanse manlike militêre populasie en die Amerikaanse manlike militêre populasie is.

2.5. LEEMTES IN DIE ANTROPOMETRIE IN SUID-AFRIKA

die gebrek aan toepaslike en betroubare antropometriese databasisse van 'n verskeidenheid populasiegroepe in die Suid-Afrikaanse samelewing moet deeglik ondersoek word en 'n omvattende databasis moet sentraal gevestig word by 'n instansie soos die SABS. Die koördinerings van so 'n databank moet prioriteit geniet en alle data wat tans beskikbaar is, moet in die databank opgeneem word. Data van die verskillende rasse moet in die databasis ingesluit word.

2.6. BETROUBAARHEIDSINTERVALLE EN PERSENTIELWAARDES

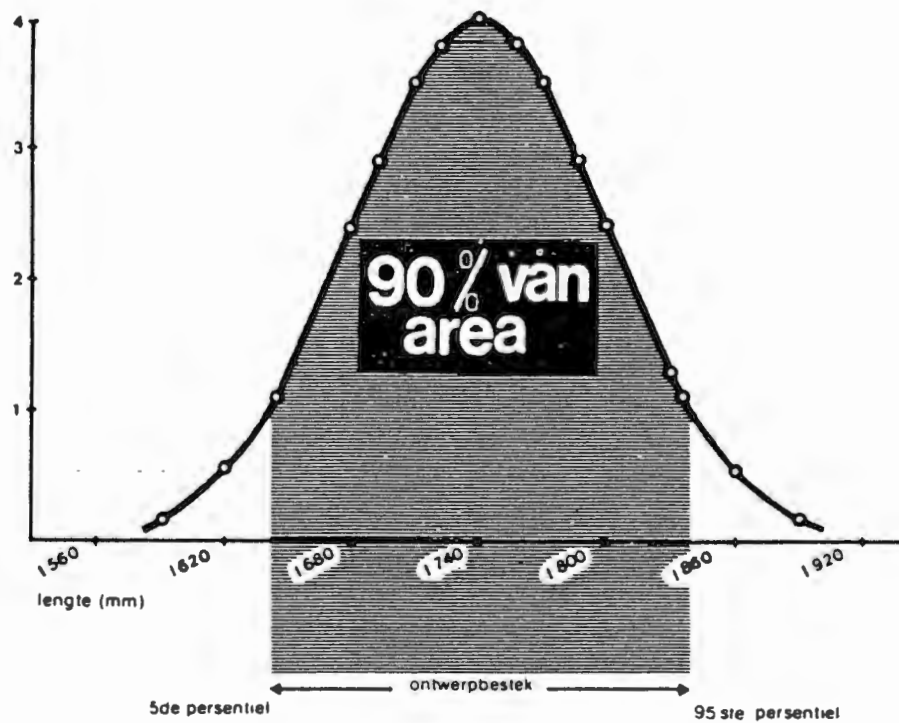
Aangesien dit nie altyd moontlik is om werkplekke en toerusting vir baie groot en baie klein individue te ontwerp nie, moet die behoeftes van die meerderheid persone in ag geneem word. 'n Seleksie van 90% of 95% moet gemaak word om die ontwerper in staat te stel om 'n sinvolle ontwerp te verkry. Die betroubaarheidsinterval (Ci) van 95% beteken dat die kleinste 2.5% en die grootste 2.5% uitgesluit word uit die ontwerp. Enige persentasie wat tussen 2.5% en 97.5% val, sal in die ontwerp ingesluit word. Met die gemiddelde waarde wat deur $\bar{x}$ voorgestel word, en die standaard afwyking SA, beteken dit dat die volgende by die steekproef ingesluit word:

$$Ci\ 95\% = \bar{x} + 1.95SA$$

$$Ci\ 90\% = \bar{x} + 1.65SA$$

Figuur 2.1. toon die frekwensieverspreiding van die Amerikaanse militêre rekrute. Dit word aangetoon ter illustrasie van die konsep wat hierbo bespreek is.

**FIGUUR 2.1. FREKWENSIEVERSPREIDING VAN DIE
LIGGAAMSLENGTE VAN AMERIKAANSE MILITÊRE
REKRUTE**



(Ashby, 1978: p. 5)

2.7. VERSKILLE IN ANTROPOMETRIESE DATA TUSSEN POPULASIES

die antropometriese eienskappe van verbruikerpopulasies speel 'n belangrike rol in die ontwerp van baie produkte. Hierdie studie het betrekking op die hoë werkverrigting, enkelsitplekvliegtuigkajuit wat vir 'n bepaalde verbruikerspopulasie ontwerp is en deur 'n "vreemde" vlieënierpopulasie gebruik word. Die akkommodasie van die "vreemde" vlieënier met baie spesifieke antropometriese eienskappe, is 'n moeilike taak en vereis bepaalde aanpassings aan die kajuit. Hierdie aanpassings word in hierdie gedeelte van die hoofstuk ontleed en probleemgebiede word nader toegelig.

Antropometriese data van alle potensiele verbruikerspopulasies is ongelukkig nie geredelik beskikbaar nie. Data van populasies in Sentraal- en Suid Amerika en Afrika is baie moeilik om te bekom. Noord Amerikaanse populasies is daarenteen baie goed beskryf. (Alexander, Garrett & Flannery, 1969; Alexander & Laubach 1968; en Garrett 1971a, en 1971b.)

Populasies van Wes Europa is goed beskryf deur Durcos (1955), Evrard (1954), en Hertzberg (1963).

Anropometriese data van die meeste internasionaal beskikbare bronne is deur Garrett en Kennedy (1971:47) versamel. 'n Tekortkoming van meeste antropometriese data is die feit dat die data primêr van militêre populasies ingesamel is en data van ander populasies is soms onverkrygbaar of bestaan bloot net nie. Ander groepe in die bevolking is tot dusver totaal afgeskeep. Die vraag is nou, wat is die belangrikste verskille tussen geselekteerde wêreldpopulasies? Is die verskille beduidend en watter invloed het dit op die ontwerp van die vegvliegtuigkajuit?

(a) LIGGAAMSLENGTE

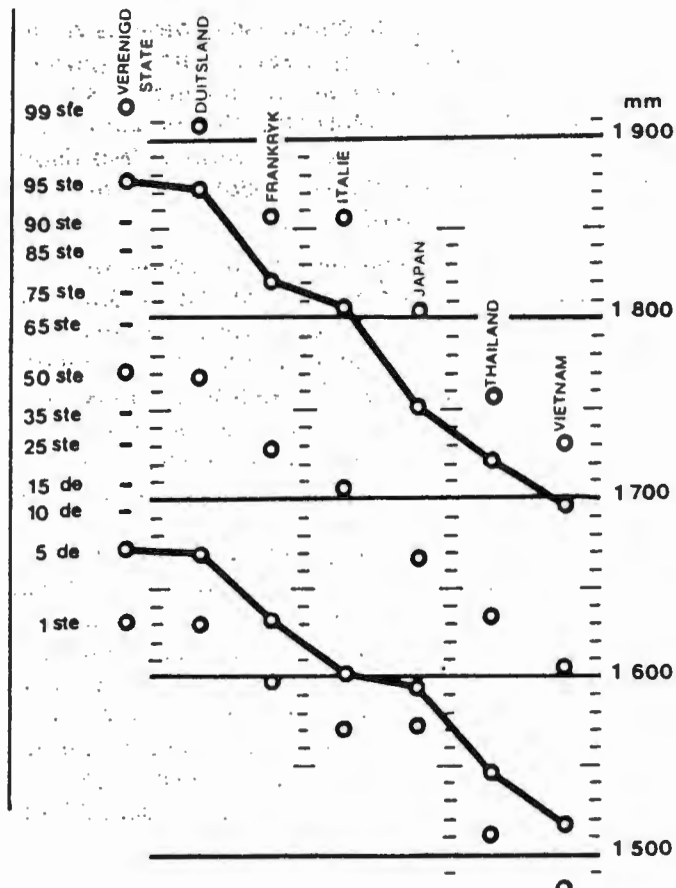
Figuur 2.2. toon die persentielwaardes van die totale liggaamslengte ("stature") van die volgende militêre populasies

- (a). VSA (Kennedy, 1975)
- (b). Wes Duitsland (Kennedy, 1975)
- (c). Frankryk (Laboratoire d'Antropologie, 1965)
- (d). Italië (Hertzberg et al, 1963)
- (e). Japan (Oshima et al, 1965)
- (f). Thailand (White, 1964a)
- (g). Viëtnam (White, 1964b)

Die Amerikaanse Lugmag vlieënierpopulasie is, antropometries gesproke, een van die grootste populasies van alle Westerse vliegtuigvervaardigers en -uitvoerders.

Aangesien hierdie Amerikaanse populasie reeds baie goed bestudeer is, kan dit dien as standaard vir die hipotetiese vergelyking van ander populasies. Die persentielwaardes aan die linkerkant van figuur 2.2., is die data van die Amerikaanse vlieënierpopulasie wat in 1967 deur Kennedy (1975:49) ingesamel is. Die ander groepe in die figuur verteenwoordig van links na regs georden, die grootste tot die kleinste individue. Die waarde van die 50 ste persentiel is gebruik.

FIGUUR 2.2. PERSENTIELWAARDES VAN DIE TOTALE
LIGGAAMSLENGTE VAN VERSKILLEND MILITÊRE
POPULASIES



(Oorgeneem uit Ashby 1978:5)

dit is in die VSA gebruik dat ontwerp word vir die sentrale 90% van die populasie. In hierdie geval is die gemiddelde van die 5e persentiel (167,3 cm) en die 95ste persentiel (187,8 cm), met 'n ontwerpreeks van 20,4 cm. Die vyf persent van die populasie bo die 95ste persentiel en die vyf persent onder die 5e persentiel, word nie in die ontwerp geakkommodeer nie. Dit is nie te sê dat die tien persent van die populasie noodwendig uitgesluit is nie. Die mens kan onder sekere toestande aanpassings maak waar die ontwerp onbevredigend is. Daar is egter gevalle waar die risiko om 'n vliegtuig te vlieg, te hoog raak. Voorbeelde van kritiese dimensies is reikafstande na belangrike handkontroles, uitskietstoel akkommodasie, pedaalafstande en die afstand tussen die sitplek en die kajuitbokant (Seat-canopy-distance).

Die Amerikaanse, Duitse, Franse en Tallness populasies het die grootste liggaamslengtes van alle geïndustrialiseerde bevolkingsgroepe. Thailand en Viëtnam verteenwoordig die kleinste van alle groepe.

Indien die verskillende groepe met mekaar vergelyk word, is dit baie interessant om te sien dat die 5e en 95ste persentiel ontwerpreeks van die VSA-data ongeveer dieselfde persentasie Duitse vlieëniers akkommodeer. (6e en 96ste persentielwaardes.) Die vergelyking met die Franse populasies toon aan dat slegs die boonste 80% van die populasie geakkommodeer word indien dit met die VSA-data vergelyk word. Dit beteken dat die 19de en 99ste persentiel van die Franse populasie vergelyk met die 6e en 96ste persentielwaardes van die VSA-data. Die akkommodasie van die Italiaanse populasie is sowat 69% (30ste en 99ste persentiel), 43% van die Japanese populasie (57ste na die top van die reeks), 24% van die Thailand populasie (76ste na die top van die reeks) en 14% van die Viëtnamese populasie (86ste na die top van die reeks).

Wanneer die Franse populasie as verwysing gebruik word, sal 77% van die Amerikaanse en Duitse populasie geakkommodeer word, 83% Italiaanse vlieëniers, 76% Japannese vlieëniers, 51% Thailandse vlieëniers en slegs 30% van Viëtnam.

Dit is ook interessant om die aandag te vestig op die Japanese populasie. Die 50ste persentiel van liggaamslengte is ongeveer in die middel tussen die Italiaanse en Thailandse populasies. Die 95ste persentiel van die Japanese populasie is effens korter as die 99ste persentiel van Thailand en ongeveer dieselfde as die 76ste persentiel van die Italiaanse populasie.

(b) SITHOOGTE

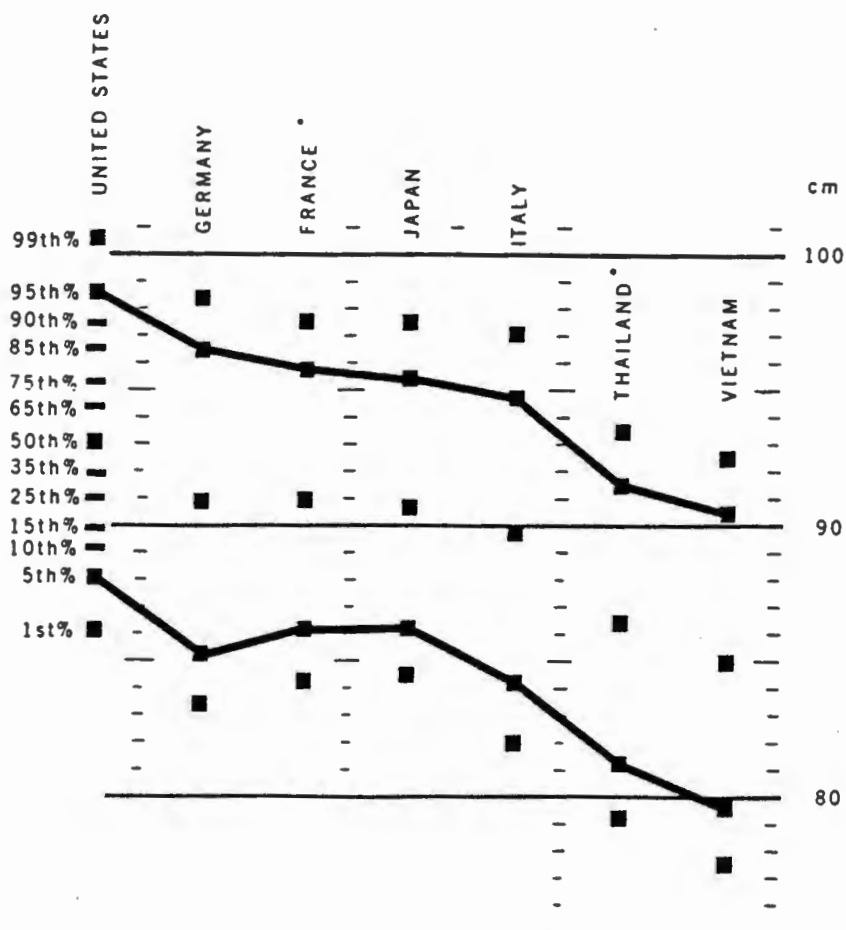
Figuur 2.3. toon die sithoogtes aan van dieselfde populasies wat in figuur 2.2. beskryf (Kennedy, 1975:53). Die sithoogte is 'n baie belangrike dimensie in terme van kajuitontwerp. Die rede hiervoor is dat die diepte van die kajuit en die afstand tussen die kajuitglas en die voetruslyn, (Heel-rest-line: HRL) deur die dimensie bepaal word.

Indien die twee figure (Figure 2.2. en 2.3.) met mekaar vergelyk word, kom dieselfde ooreenkomste tussen die verskillende populasies voor. Daar is egter een belangrike verskil. Die sithoogte van die Japanse populasie is effens hoër as die Italiaanse populasie en ongeveer dieselfde as die Franse populasie.

Die liggaamslengte van die Japanse populasie is beduidend korter as beide die Italiaanse en Franse populasie. Dit beteken dat 'n vliegtuig wat deur die Franse vir die Franse ontwerp is, aan die vereistes t.o.v. kajuitdiepte vir die Japanse populasie sal voldoen, maar nie t.o.v. die pedaalafstand nie. Aanpassings van Franse vliegtuie vir Japanse gebruik, sal meer veranderinge bevat as wanneer die aanpassing vir die Duitse populasie gedoen sou word.

Die belangrike verskil vestig die aandag op die proporsionele verskille wat tussen populasies aanwesig is. Die ontwerper van die vliegtuigkajuit moet hierdie verskil beslis in ag neem met ontwerp. Die vraag ontstaan nou of daar enige verskille, en veral proporsionele verskille, tussen die data van hierdie projek en die ander Suid-Afrikaanse- en Franse data is waarmee dit vergelyk is of nie?

FIGUUR 2.3. PERSENTIELWAARDES VAN DIE SITHOOGTE VAN
VERSKILLEDE MILITÊRE POPULASIES



(Oorgeneem uit Kennedy, 1975:53).

2.8. DIE VERHOUDING TUSSEN SITHOOGTE EN LIGGAAMSLENGTE

Tabel 2.2. verteenwoordig die persentiele verskille van die verskillende populasies. Verhoudings tussen die gemiddelde sithoogte en gemiddelde liggaamslengte word hier aangedui. Hierdie verhoudings gee 'n aanduiding van die liggaamsverhoudings. Populasies bo-aan die lys het langer beenlengtes en die aan die onderkant van die lys, proporsioneel korter bene.

TABEL 2.2. DIE VERHOUDING TUSSEN DIE GEMIDDELDE SITHOOGTE EN DIE GEMIDDELDE LIGGAAMSLENGTE VAN VERSKILLENDEN POPULASIES

Studie	Mans	Vroue	Studie	Mans
Duitsland M	0.514		Frankryk M	0.526
Bulgarye S	0.522*	0.528*	Engeland M	0.526
VSA S	0.522	0.529*	Korea M	0.528*
Noorweë S	0.522		Thailand M	0.529*
Kanada M	0.525		Griekeland M	0.529
VSA M	0.525	0.528*	Viëtnam M	0.530*
Frankryk S	0.526		Turkye M	0.530*
Italië M	0.526		Japan M	0.544*

* Die populasies se gemiddelde liggaamslengte is kleiner as die 20ste persentielwaarde van die Amerikaanse militêre populasie.

Sleutel: M = Militêre groepe
S = Siviele groepe

(Oorgeneem uit Kennedy, 1975:54).

2.9. OPSOMMING

In hierdie hoofstuk is daar na verskeie Suid-Afrikaanse studies verwys. Die tekort aan toepaslike en betroubare antropometriese data van sekere gebruikerspopulasies (soos die Suid-Afrikaanse Vegvlieënierpopulasie) is uitgewys en leemtes in die verband is geïdentifiseer. Die feit dat populasies antropometries verskil is aangetoon. Die De Ridder-studie is van naderby beskou en die aanbevelings van die studie is ondersoek.

Ten slotte is die groot verskille in Internasionale data van verskillende populasiegroepe ondersoek en grafies voorgestel.

Die volgende hoofstuk word gewy aan die ondersoek na Internasionale projekte wat in die verlede onderneem is, en tans onderneem word. Die agtergrond van huidige antropometriese navorsing is van belang vir hierdie studie.

HOOFSTUK 3 INTERNASIONALE ANTROPOMETRIESE STUDIES

3.1. INLEIDING

Die verskillende benaderings tot die meting van die menslike liggaam weerspieël die uiteenlopendheid van die ondersoekers se belangstellings en toepassings.

Antropometriese metings en waarnemings wat dalk vir die een gebied onmisbaar is, is van geen belang by die ander gebied nie. Volgens De Ridder (1988:21) noem Sills (1960:41), Copley (1983:7-8) en Hrdlicka (1952:8) verskeie gebiede waar meting van die menslike liggaam en/of dele daarvan 'n belangrike rol speel.

In hierdie hoofstuk sal gekonsentreer word op toepassing van die antropometrie op die militêre gebied, en meer spesifiek die lugvaart. Navorsing op die gebied van die antropometrie word veral in terme van militêre populasies gedoen. Die lugvaart is egter nie uitgesluit by hierdie navorsing nie.

Ondersoekers in die VSA en Europa het sedert die Eerste Wêreldoorlog baie vermag op die gebied van die antropometrie. Baie groot projekte met veral militêre proefpersone is aangepak en daarby bestaan baie inligting van sekere populasies (Oborne, 1982:41-42).

Populasies soortgelyk aan die van die SALM word wêreldwyd ondersoek en gegewens is geredelik beskikbaar. Verskeie faktore soos die gemiddelde ouderdom van die steekproef en die tipe werk wat die proefpersoon verrig, speel 'n groot rol in die bruikbaarheid van die data.

Die Internasionale Antropometriese studies word vervolgens bespreek. Aandag sal eers aan die projekte in die V.S.A. gegee word en die projekte wat in Europa gedoen word, sal daarna aan die beurt kom.

3.2. ANTROPOMETRIESE ONDERSOEKE IN DIE VERENIGDE STATE VAN AMERIKA

In 'n publikasie van toegepaste fisiese antropometrie met die titel " An Annotated Bibliography of United States Air Force Engineering Anthropometry - 1946 to 1983" toon Robinette (1983:1) aan dat die "Air Force Aerospace Medical Research Laboratory" van die Wright-Patterson AFB sowat 202 publikasies en artikels gepubliseer het wat oor die onderwerp handel.

Die outeur beskryf die publikasie as volg: (Robinette, 1983:3) "It is a detailed document of the scope of the effort of the Air Force in the field of engineering anthropometry to provide the information on human body size and biomechanical characteristics of Air Force personnel required for the development and evaluation of Air Force systems, personnel protective equipment, and clothing."

Die omvang van die werke wat veral in die Verenigde State van Amerika op hierdie gebied gedoen word, is enorm. Die meerderheid militêre populasies is baie goed beskryf. Dit maak die taak van die ontwerper in daardie lande soveel makliker

Die eerste groot gedokumenteerde Amerikaanse studie wat nie net liggaamslengte en liggaamsmassa ingesluit het nie, is volgens De Ridder (1988:59) in 1919 gedoen op sowat 100 000 Amerikaanse weermagmanne. Volgens De Ridder was die ondersoek daarop gemik om as gids te dien vir die ontwerp van klere, maar is nooit gebruik nie.

Outeurs wat baie werk op hierdie gebied doen, is o.a. Damon (1943, 1955, 1957, 1960 en 1964), Hertzberg (1949, 1955, 1956, 1960, 1961 en 1964) Roebuck (1957 en 1961), Kennedy (1964) en White (1952 en 1961). Bepaalde hoogtepunte in hierdie navorsing sal vervolgens uitgelig word.

Kennedy (1980:94) noem dat sedert die Tweede Wêreldoorlog daar 'n toename was in die gebruik van antropometriese data in die ontwerp en evaluasie van vliegtuigkajuite. Saam met hierdie toename, en grootliks verantwoordelik daarvoor, het die kompleksiteit van die vliegtuie ook toegeneem.

In 'n studie wat deur Daniels (1953) gedoen is, het die outeur sowat 60 dimensies van 3 000 lugmagmanne antropometries ontleed. Hierdie gegewens is primêr ingesamel vir die gebruik deur ontwerpers van vliegtuie en verwante toerusting. Die data word statisties gerapporteer en statistiese funksies soos die gemiddelde waarde, die standaardafwyking, die koëffisiënt van variasie, die standaardfoute van die statistieke, die reeks en die persentielwaarde word aangetoon. Dit vergemaklik die taak van die ontwerper aansienlik aangesien die data reeds gedeeltelik verwerk is.

Middelton et al rapporteer in 1970 in 'n studie met die titel: "Cockpit Compatibility studies Conducted with Aircrew members Wearing High Altitude Flying Outfits in B-57D, B-57F, F-104B and F-106B Aircraft" dat die antropometriese gegewens van lugbemanning wat die sg. Hoëhoogte Vlieguitrusting gebruik, in sowel die leë en opgeblase stadiums gemeet is (Middelton, 1970:52). Dit is dus duidelik dat die antropometriese data nie net vir die ontwerp van vliegtuigkajuite en verwante toerusting gebruik word nie, maar ook vir die evaluering van die ontwerpe. Die belangrike effek wat die kleredrag van die vlieëniers op die antropometriese dimensies het, word in hierdie studie uitgelig.

Sowel statiese as dinamiese metings word in die studie van die antropometrie gedoen. In 'n studie van Dempster (1960:24) bespreek die outeur die beginsels waarop die meet van dinamiese antropometrie gegrond is en dit word in verhouding tot die bewegingspatrone van die menslike liggaam gedoen. Dit wil dus voorkom dat die antropometriese data wat vir die doeleindes van ontwerp benodig word, sowel statiese en dinamiese metings moet insluit. Beweging binne die kajuit moet met gemak kan geskied en die vlieënier moet genoeg ruimte hê om te sekere bewegings uit te voer.

Die effek van verskillende rassegroepe is veral deur Churchill et al. (1979:89) ondersoek. In 'n studie getiteld: "Factor Analysis of Anthropometric Data for Fifteen Race-Age-National Origin Specific Groups" ondersoek die outeur 40 antropometriese veranderlikes by 15 steekproewe wat getrek is by die "Aerospace Medical Research Laboratory's Anthropometric Data Bank". Die outeur kom tot die gevolgtrekking dat ras en ouderdom twee bepalende faktore is by die ondersoek na verskille tussen groepe.

Een groot tekort t o v die Suid-Afrikaanse antropometriese data, is die tekort aan gegewens oor die vroulike populasie. In die V.S.A. is dit nie 'n wesenlike probleem nie aangesien navorsers soos Clauser et al.(1972:51) sowat 1 905 vroulike lede van die V.S.A. lugmag ondersoek het. Die antropometriese inligting sluit onder andere in die liggaamsmassa en vetdikte, 30 metings van hoogtes en lengtes, 26 metings van deursnee, 15 metings van breedtes en dieptes en 12 metings van liggaamsoppervlaktes. Hierdie studie ondersoek die vroulike groep baie deeglik en die inligting is bruikbaar vir ontwerpers.

Verskille in ouderdom is ook reeds deur Amerikaanse navorsers ondersoek. In 'n projek deur Fry (1956:19) ondersoek die outeur die liggaamsdimensies van die ouer vlieënier. In 'n studie met die titel: "Bodily Dimensions of the Older Pilot" vergelyk die outeur 132 dimensies by jonger en ouer vlieëniers. Die groepe wat gemeet is, word t o v die gemiddelde waardes van die metings vergelyk asook 5 persentielwaardes van 20 dimensies. Die meeste van die verskille is klein, maar waar groot verskille wel voorkom, is dit belangrike verskille en die ontwerper moet hierdie verskille beslis in gedagte hou tydens die ontwerp van toerusting en die kajuit van die vegvliegtuig.

Die lys van navorsingsprojekte in die V.S.A. kan ad infinitum voortgesit word. Dit is egter belangrik vir die Suid-Afrikaanse ontwerper om te weet van die inligting wat wel beskikbaar is. Die groot verskille in die dimensies maak die aanpassing van die buitelandse data onmoontlik en die gevolg is dat die ontwerper data van die verbruikerpopulasie waarvoor ontwerp word, sal moet bekom.

3.3. ANTROPOMETRIESE ONDERSOEK IN EUROPA

In Europa was die antropometrie tot ongeveer 50 jaar gelede nog relatief onbekend. (De Ridder, 1988:61)

Volgens Evrard (1954:3) is vlieëniers reeds in die vyftigerjare in lande soos België ondersoek. In Wes-Duitsland is antropometriese studies onder weermag- en lugmagpersoneel gedoen. (Goltz en Platz, 1965:4)

Kennedy (1975:50) rapporteer ook 'n studie wat op Wes-Duitse populasies gedoen is en Hertzberg (1963:467) noem dat sekere Italiaanse vlieënierpopulasies antropometries ondersoek is.

Franse data is veral van belang tot hierdie studie. By Laboratoire d'Anthropologie, is Franse vliegëners antropometries ondersoek. In die studie van Durcos (1955) wat vir die doeleindes van die vergelyking in hierdie studie gebruik is, ondersoek die outeur 1 000 vliegëners. Die data word in die studie "Statiques de Biometrie Medicale Elementaire Relatives au Personnel Navigant de l'Armee de l'Air Francaise" aangetoon. Hierdie studie is gepubliseer in AGARDograph No.5 wat in 1955 gepubliseer is.

Die data van die bg studie is deur ontwerpers gebruik om die kajuit van die MIRAGE FI en FIII vliegtoeg te ontwikkel. Daarom is die data gebruik in die vergelyking van die antropometriesse gegewens.

3.4. OPSOMMING

Die ontwikkelinge op die gebied van die antropometrie in die V.S.A. is eerste bespreek. Verskeie projekte is kortliks bespreek en die omvang van die databanke wat tans bestaan. Die omvang van die navorsing wat gedoen word is weergegee en die status van Europese inligting is bespreek. Die doel van hierdie hoofstuk is om aan te toon dat 'n massa relevante inligting oor bykans alle vliegënerpopulasies in Europa en die VSA beskikbaar is vir ontwerpers om te gebruik. Dit is egter nie die geval in Suid-Afrika nie.

Die dringende tekort aan toepaslike en betroubare antropometriesse data van Suid-Afrikaanse populasies is in die voorafgaande hoofstuk uitgespel.

HOOFSTUK 4 METODES EN PROSEDURES VAN DIE STUDIE

4.1. INLEIDING

In hierdie hoofstuk word die metodes en prosedures wat in die studie gebruik is, in besonderhede bespreek. 'n Beskrywing word gegee van die meetmetodes wat gebruik is en ook hoe elke dimensie gemeet is.

Vyf-en-twintig Antropometriese dimensies van 60 vegvliegtuigvlieëniers in die SALM is in die projek ingesamel. Fase een was die fisiese insameling van die data en in die tweede fase is 'n vergelyking getref met een Suid-Afrikaanse steekproef populasie en een Franse steekproef van vegvlieëniers.

Die volgende belangrike funksies het deel uitgemaak van fase een:

1. Die keuse van dimensies wat gemeet moes word
2. Die bestudering van die meetmetodes van die relevante dimensies
3. Die verkryging en bestudering van die meetinstrumente wat in die studie gebruik is
4. Die oefenlopie waartydens die meettegnieke prakties geëvalueer is
5. Die insameling van die data van Suid-Afrikaanse vegvlieëniers
6. Die statistiese verwerking van hierdie data, bv. die bepaling van die persentielwaardes

Die tweede fase van hierdie studie het die statistiese vergelyking van die verkreeë data met die Suid-Afrikaanse en Franse data behels.

Die Suid-Afrikaanse data wat gebruik is vir die vergelyking is ingesamel deur De Ridder (1988). In die M.A.-verhandeling getiteld "Geselekteerde Suid-Afrikaanse en Amerikaanse manlike populasies - 'n Vergelykende Antropometriese studie" bestudeer die outeur 746 manlike persone antropometries. Die gemiddelde leeftyd van die steekproef is 20,2 jaar. Hierdie steekproef verteenwoordig die algemene Suid-Afrikaanse man en die rede vir die insluiting van hierdie steekproef by die vergelyking was om vas te stel of enige seleksie plaasgevind het tydens die keuring van vegvlieëniers in Suid-Afrika.

Ducros (1955) dui in die artikel met die titel "Statistiques de Biometrie Medicale Elementaire Relatives au Personnel Navigant de l'Armee de l'Air Francaise" die data van die Franse vegvlieënierpopulasie aan. Hierdie data is gekies aangesien die data gebruik is om die kajuit van die MIRAGE FI en FIII te ontwerp.

FASE I

4.2. DIE BEPALING VAN DIE RELEVANTE DIMENSIES

Die eerste stap in die beplanning van die projek was die bepaling van die dimensies wat gemeet moes word. Drie faktore het die keuse van dimensies beïnvloed:

1. Die bepalinge van die opdraggewer (ATLAS Vliegtuig Korporasie van Suid-Afrika)
2. Die vereistes wat deur die ontwerpers van vegvliegtuigkajuite gestel word t o v die dimensies wat benodig word
3. Die beskikbaarheid van ander Suid-Afrikaanse en Franse datastelle waarmee die Suid-Afrikaanse data vergelyk kon word.

Die ontwerpproses bepaal watter dimensies benodig word vir die ontwerp van 'n vegvliegtuigkajuit. Die dimensies soos beenlengtes, sithoogtes, hand- en voetmates in. ATLAS het data benodig vir die ontwerp van vlieghelms (kopmates is vir die doel gemeet) en klere (omtrekke is vir die doel gemeet) wat deur die vlieëniers gebruik word. Die dimensies is geïnkorporeer in die studie.

Twee publikasies wat gebruik is om vas te stel watter dimensies gemeet moet word, was

- 1: "International Organization for Standardization (1983)", ISO/DIS 7250
- 2: "Human Factors Engineering Design for Army Material, MIL HDBK 759. " DOD-HDBK-743

Hierdie dokumente is intensief bestudeer en alle spesifikasies is nagegaan. Daar is ook gepoog om die jongste besluite van internasionale navorsers in die antropometrie in ag te neem.

'n Voorlopige lys van dimensies is opgestel en aan ATLAS voorgelê. Na deeglike oorweging is twee dimensies bygevoeg en die lys is gefinaliseer.

Die lys van dimensies word in Tabel 4.1. weergegee:

TABEL 4.1. LYS VAN DIMENSIES WAT IN DIE STUDIE GEMEET IS

DIMENSIE		GROEP
1	ABDOMINALE DIEPTE	DEURSNEEMATES
2	BIAKROMIALE BREEDTE	MATES IN SITPOSISIE
3	BIAURIKULERE BREEDTE	KOPMATES
4	BIGONIALE BREEDTE	KOPMATES
5	MIKHOOGTE	STAANDELENGTEMATES
6	BOBEENLENGTE	MATES IN SITPOSISIE
7	BOBEENLENGTE	MATES IN SITPOSISIE
8	ELMBOOG-VINGERPUNT- LENGTE	ARMLENGTES
9	ELMBOOG-GREEPLENGTE	ARMLENGTES
10	ELMBOOGRUSHOOGTE	MATES IN SITPOSISIE
11	OOGHOOGTE SITTEND	MATES IN SITPOSISIE
12	VUISOMTREK	HANDMATES
13	VOETBREEDTE	VOETMATES
14	VOETLENGTE	VOETMATES
15	HANDBREEDTE	HANDMATES
16	HANDBREEDTE BY DUIM	HANDMATES
17	HANDLENGTE	HANDMATES
18	HEUPBREEDTE	DEURSNEEMATES
19	KNIEHOOGTE	MATES IN SITPOSISIE
20	PALMLENGTE	HANDMATES
21	POPLITIALE LENGTE	MATES IN SITPOSISIE
22	SKOUERHOOGTE	MATES IN SITPOSISIE
23	SITHOOGTE	MATES IN SITPOSISIE
24	LIGGAAMSLENGTE	STAANDELENGTEMATES
25	BOBEEN SPEELRUIMTE	MATES IN SITPOSISIE

4.3. DIE BESTUDERING VAN DIE MEETMETODES VAN DIE RELEVANTE DIMENSIES

Die publikasies "Human Factors Engineering Design for Army Material." MIL-HDBK-759 en die "International Organization for Standardization" is gebruik om die spesifikasies t.o.v. meetprosedures na te gaan.

Daar is veral 'n deeglike studie gemaak van die topografiese bakens wat van belang is in die meting van al die dimensies. Die anatomiese punte wat van belang is by die tipe metings, is die benige punte van die bene, arms en kop. Die meetmetode sal aan die hand van die definisie van die dimensie bespreek word. (Sien bylae A).

4.4. DIE BESKRYWING VAN DIE DIMENSIES

Sien die sketse 1.A. tot 7.B. wat in bylae A aangedui word. Die daaropvolgende beskrywing van elke dimensie lig die leser in oor die metodes wat gebruik is om die tersaaklike dimensies te meet.

4.5. DIE VERKRYGING EN BESTUDERING VAN DIE MEETINSTRUMENTE

Ten einde korrekte en betroubare antropometriese metings te kan doen, word instrumentasie benodig wat aan vereistes voldoen wat neergelê word deur die Internasionale Standaard Organisasie.

Om aan hierdie vereistes te voldoen, moes die volgende meetinstrumente verkry word en is dit in hierdie studie gebruik:

MEETINSTRUMENT	METINGS	VERSKAFFER
1 STADIOMETER	STAANDEHOOGTEMATES	DEPT BIOKINETIKA
2 MEETSTOEL	MATES IN SITPOSISIE	ATLAS
3 ANTROPOMETER	DEURSNEEMATES	DEPT BIOKINETIKA
4 STAALMAATBAND	OMTREKKE	COMRO
5 SKUIFPASSER	KOPMATES	COMRO
6 SKOENKASSIE	VOETMATES	COMRO

SLEUTEL: DEPT. BIOKINETIKA = Departement Biokinetika
P.U. vir C.H.O. (1990)

ATLAS = Die Ergonomie afdeling
van ATLAS (1990)
(ATLAS Vliegtuig-
korporasie van
Suid-Afrika).

COMRO = Kamer van Mynwese
Navorsingsorganisasie.
(1990)

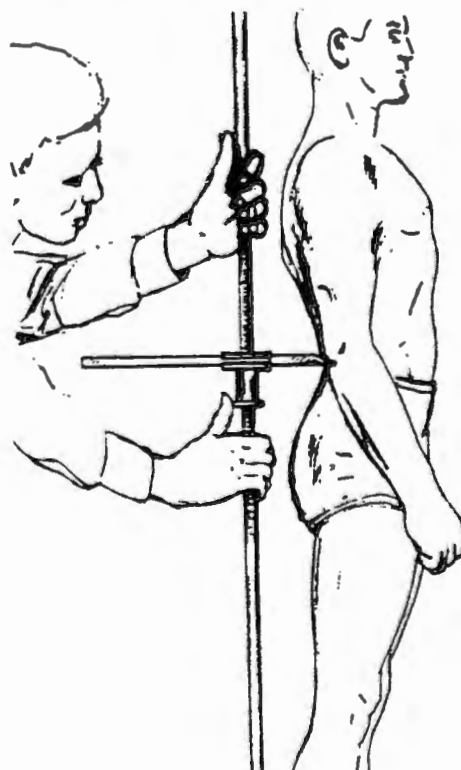
(Kyk figure 4.5. A-E vir sketse en beskrywing van die meetinstrumente)

FIGUUR 4.1. DIE STADIOMETER:

Die apparaat bestaan uit 'n antropometer (sien figuur 5.5.b.) wat in perspex van 300 mm x 300 mm gemonteer is. Die antropometer is op so 'n wyse gemonteer dat dit in die regop posisie staan. Die vertikale posisie van die antropometer moet voor elke meet sessie geverifieer word m.b.v. 'n waterpas. Staandehoogtemates soos die liggaamslengte en beenmates word met die apparaat gemeet.

Dit is belangrik dat die persoon wat gemeet word presies regop moet staan. Dit word verseker deurdat die personeel wat die metings doen, 'n merk maak waar die vingerpunte die bobeen raak wanneer die persoon regop staan. Die personeel moet die posisie dan deurgaans monitor om te voorkom dat verkeerde metings nie gedoen word nie.

Die verskillende stawe van die antropometer moet korrek aangebring word soos voorgeskryf deur die vervaardiger. Die antropometer bestaan uit vier stawe wat in mekaar skuif. Die stawe verleng die antropometer sodat baie kort tot baie lang metings geakkommodeer kan word. Dit is baie belangrik om die stawe so in posisie te plaas dat dieselfde metings herhaal kan word. Indien die staaf nie diep genoeg in die vorige staaf ingedruk word nie, sal die foute wat ontstaan swak resultate oplewer.

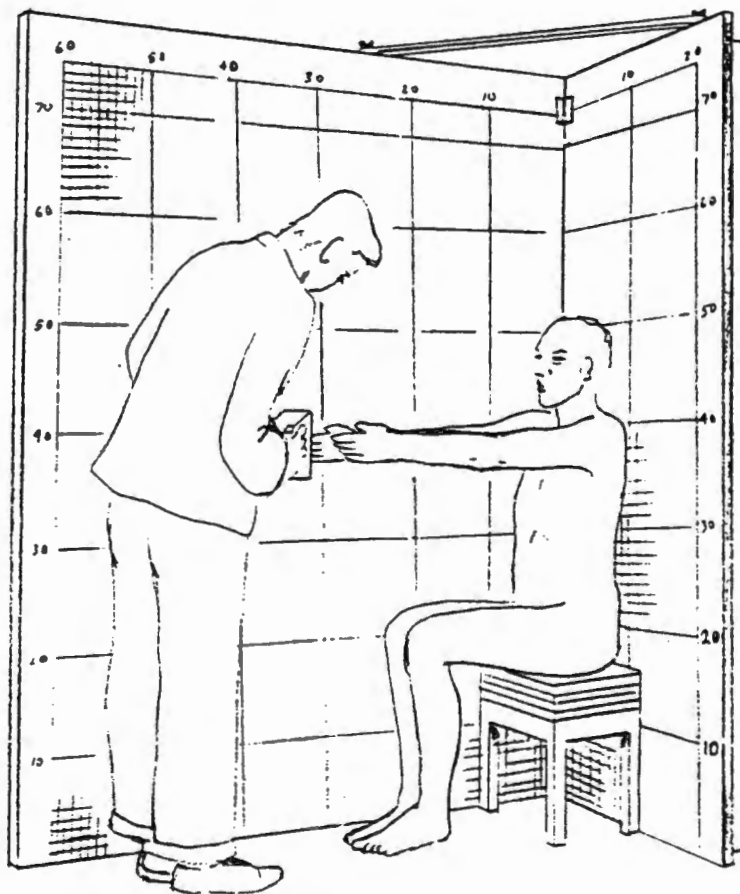


FIGUUR 4.2. MEETSTOEL:

Die apparaat bestaan uit 'n stoel wat op en af kan verstel. Wanneer die persoon op die stoel sit moet die vlak van die stoel aangepas word sodat 'n horisontale lyn tussen die knie en heup bestaan. Die verskille waarvoor voorsiening gemaak moet word, is groot.

Die mates van die sitposisie word met die apparaat gemeet. Die eerste stap in die meetproses is die instelling van die stoelhoogte soos hierbo beskryf. Beenlengtes kan dan m.b.v. die antropometer geneem word wanneer die proefpersoon op die meetstoel sit.

Daar moet deurentyd verseker word dat die persoon regop sit. Die posisie waar die verskillende metings gedoen word, word in die meetprosedure aangetoon. Die sit- en ooghoogte is twee van die belangrikste dimensies in die ontwerp van die vegvliegtuigkajuit. Die posisie van die persoon is veral van groot belang in hierdie metings.



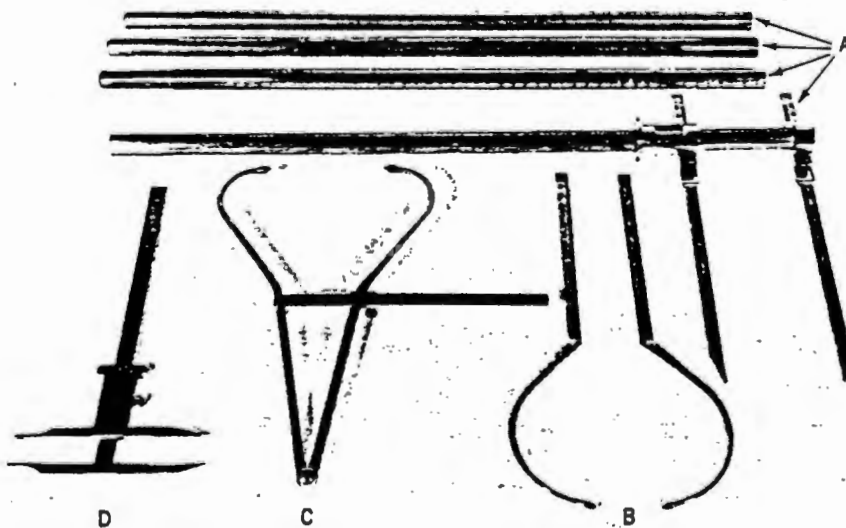
(Oorgeneem uit Roebuck, 1975:22)

FIGUUR 4.3. DIE ANTROPOMETER:

die antropometer bestaan uit 'n sentrale staaf waaraan verskeie meetinstrumente gekoppel kan word. Die teller is 'n klein metertjie wat op die staaf beweeg op 'n tandmeganisme. Die teller is fyn gekalibreer sodat baie akkurate lesings geneem kan word. Die meter se akkuraatheid is 1 mm.

Die antropometer se sentrale staaf kan m.b.v. vier stukke verleng word. Elke addisionele staaf het 'n eie waarde wat op die staaf aangebring is. Dit moet in berekening gebring word by die meting van lang mates. Aan die sentrale staaf kan twee verskillende punte gekoppel met verskillende toepassings. Die eerste reeks punte is reguit. Die stel word gebruik in die meet van dimensies soos die abdominale diepte. Die tweede stel is bolvormig. Die kopmates word met die stel punte gemeet.

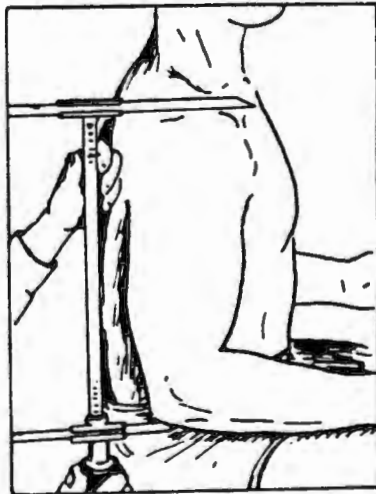
Verskeie mates word met die apparaat geneem. Hieronder is deursneemates, kort ledematelengtes en kopmates.



- A = Antropometer, met reguit meetpunte
 - B = Gebuigde meetpunte
 - C = Kopmeetapparaat
 - D = Skuifliniaal
- (Oorgeneem uit Roebuck, 1975:23)

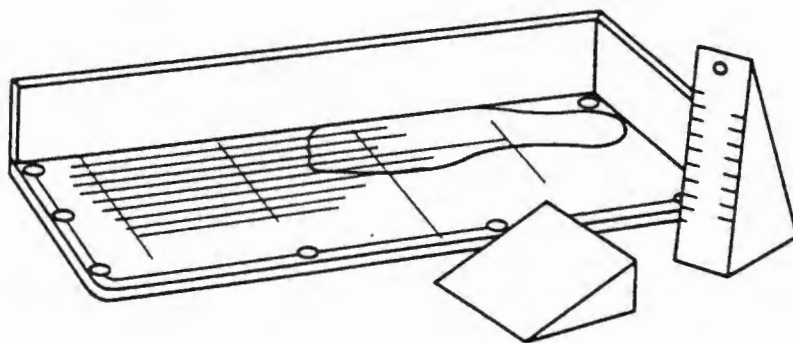
FIGUUR 4.4. DIE SKUIFPASSER:

Die apparaat bestaan uit 'n metaalliniaal wat in millimeter gekalibreer is. Aan die liniaal is daar een vaste staaf en een wat kan skuif. Die staaf wat skuif dui die afstand wat gemeet word aan. Die apparaat word vir kop- en handmates gebruik.



FIGUUR 4.5. DIE SKOENKASSIE:

Dit bestaan uit 'n plat oppervlak wat aan die kante opgebou is. Op die plat oppervlak is daar grafiekpapier aangebring wat ingedeel is volgens 'n millimeterskaal. Die persoon plaas sy voet op die skoenkassie. Die mates word met behulp van twee houtblokke gemeet. Wanneer die persoon die voet in die regte posisie geplaas het, word die twee houtblokke teenaan die voet geskuif. Die waardes word van die grafiekpapier afgelees en die resultate word op die datakaart aangebring.



(Oorgeneem uit Roebuck, 1975:25)

4.6. DIE PROEFLOPIE:

'n Proeflopie is gedurende die eerste fase van die projek uitgevoer. Die doel van so 'n oefenlopie is om aan die persone wat die projek uitvoer die geleentheid te gee om vertrouwd te raak met die instrumentasie, die metodes wat gebruik word en om aandag te skenk aan al die tegnieke wat moontlik tot verwarring of misverstande aanleiding kan gee.

Die proeflopie het die volgende behels:

Een van die Lugmagbasisse waar die projek uitgevoer sou word, is gekies om die proeflopie te doen. Alle nodige inligting van die personeel in die basis is ingesamel. Tien lede is getrek om aan die proeflopie deel te neem. Na aanleiding van die pro-forma vorm wat ontwikkel is, is die prosedure uitgevoer soos besluit in die vorige gedeelte. Die tien persone wat hier gebruik is, is op verskillende maniere gemeet. By die eerste drie persone is die dimensies in volgorde alfabeties gemeet. Daar is onmiddellik vasgestel dat die metode baie tyd in beslag neem. Daar is toe besluit dat die dimensies gegroepeer sal word volgens die tipe apparaat wat gebruik word vir die meting. Die verandering is toe op die ander sewe proefpersone toegepas en dit het die meting aansienlik vergemaklik.

4.7. DIE INSAMELING VAN DIE DATA:

Die data is by verskeie Lugmagbasisse in die RSA ingesamel. ATLAS het die skakeling met die SALM hanteer wat die uitvoering van hierdie projek aansienlik vergemaklik het. Die lugmagbasisse wat vegvliegtuig-eskaders het, is almal betrek by hierdie projek. Elke eskader moes al die vegvlieëniers wat op daardie stadium op die eskader was, beskikbaar stel om gemeet te word. Die voorwaarde waaronder die persone in die steekproef ingesluit is, was die feit dat so 'n proefpersoon 'n ten volle gekwalifiseerde vegvlieënier op of die MIRAGE FI of die MIRAGE FIII moes wees. Die proefpersoon moes aktief vlieg en alle metings is gedoen met die proefpersoon wat slegs 'n onderbroek aangehad het.

Die lugmagbasisse in die Transvaal is vir die doel van die metings gekies aangesien personeel op hierdie lugmagbasisse gereedelik beskikbaar was vir meting en die totale vegvlieënierpopulasie verteenwoordig het.

Die volgorde van meting was as volg:

TABEL 4.3. DIE LUGMAGBASISSE WAAR DIE METINGS GEDOEN IS:

NO	LUGMAG BASIS	PLEK	AANTAL PROEF	DATUM
1	4 ESK	LANSERIA	9	1988-01-23/26
2	2 ESK	WATERKLOOF	10	1988-01-27/28
3	89 GVS	HOEDSPRUIT	15	1988-01-29/30
4	85 GVS	PIETERSBURG	20	1988-02-01/10
5	SALM HQ	WATERKLOOF	1	1988-01-12
6	3 ESK	WATERKLOOF	5	1988-02-15
TOTAAL			60	

4.8. STATISTIESE VERWERKING VAN DIE DATA:

die statistiese verwerking van die data is m.b.v. 'n rekenaarprogram gedoen. Die program, "Statsgraphics" is vir die verwerking van die tipe data geskryf.

die volgende parameters is bepaal:

- 1: Rekenkundige gemiddelde, (AVE)
- 2: Standaard afwyking, (SD)
- 3: Minimum waarde, (MIN)
- 4: Maksimum waarde, (MAKS)
- 5: Reeks, (RANGE)
- 6: Steekproefgrootte, (OBS)
- 7: Steekproefgemiddeld, (AVE)
- 8: Boonste kwartiele waarde,
- 9: Onderste kwartiele waarde,
- 10: Interkwartiele waarde,
- 11: Mediaan,
- 12: Koëffisiënt van Skeefheid,
- 13: Koëffisiënt van Kurtose,
- 14: 1 ste Persentiele waarde,
- 15: 5 de Persentiele waarde,
- 16: 50 ste Persentiele waarde,
- 17: 95 ste Persentiele waarde,
- 18: 99 ste Persentiele waarde.

Hierdie waardes en die verspreidings van die data word in Bylae B aangetoon.

FASE II

4.9. STATISTIESE VERGELYKING MET DIE SUID-AFRIKAANSE EN FRANSE STEEKPROEWE:

In dié fase is die data van die SALM Studie met twee datastelle vergelyk. Die vergelyking is deur die Statistiese Konsultasiediens van die P.U. vir C.H.O. gedoen. Die Effekgrootte-indeksmetode(d) is gebruik.

Hierdie metode behels kortliks die volgende:
 Die effekgrootte van die verskil tussen die twee data-
 stelle word m b v die volgende formule bereken:

$$d = \frac{|MA - MB|}{\sigma}$$

Waar: d = Effekgrootte-indeks vir t-toets
 vir

gemiddeldes in standaard eenhede,

MA, MB = populasiegemiddelde uitgedruk in
 oorspronklike eenheid,

σ = die standaard afwyking van een
 populasie.

Die vergelykings is m.b.v. die Sentrale Rekenaar van
 die P.U vir C.H.O. gedoen. Die resultate word in Hoof-
 stuk 5 weergegee. Die d-waarde word gegee as 'n persen-
 tasie van nie-oorvleueling. ("Percentage non-overlap").
 'n d-waarde van 0 beteken dat daar 100% oorvleueling
 tussen die data bestaan. Die persentasie nie-oorvleue-
 ling is dus 0 %. In die geval van 'n d-waarde van 0, is
 die populasie van die een datastel en die ander volle-
 dig dieselfde.

Daar kan drie verskillende klasse onderskei word:

1 KLEIN EFFEK GROOTTE: d = 0.2

Die betekenis van die effek grootte is dat slegs 14,7%
 van die data binne die groepe nie oorvleuel nie. Die
 res van die data oorvleuel dan wel.

2 MEDIUM EFFEK GROOTTE: d = 0.5

Die nie-oorvleueling in die geval is 33.0%. Die oor-
 vleuelde gedeelte is dan 67 %

3 GROOT EFFEK GROOTTE: d = 0.8

Nie-oorvleueling in die geval is 47.4%. Die betekenis
 van die effek grootte, is dat ongeveer die helfte van
 die data in die stelle wat vergelyk is, nie oorvleuel
 het nie en dus verskil. Die interpretasie van die resul-
 tate word in Hoofstuk 5 gedoen.

HOOFSTUK 5 RESULTATE EN STATISTIESE VERGELYKINGS:

Die Hoofstuk word gewy aan die resultate van die ondersoek sowel as die statistiese vergelykings tussen die datastelle. Die Hoofstuk is in twee dele ingedeel. Die eerste gedeelte handel oor die resultate van die Suid-Afrikaanse studie. Elke dimensie word afsonderlik behandel. Die verwerkte data word in tabelvorm weergegee en frekwensiehistogramme van elke dimensie is ingesluit. Die tweede gedeelte van die hoofstuk handel oor die vergelyking tussen die ander Suid-Afrikaanse en Franse datastelle waarmee die eersgenoemde datastel vergelyk is. Die vergelykings word in tabelvorm weergegee. Die d-waarde (van die t-toets) word in elke geval aangedui en die effek en grootte van die waarde word bespreek.

FASE I SUID-AFRIKAANSE DATA

5.1. INLEIDING

Die data van die Suid-Afrikaanse studie word in tabelvorm weergegee. Tabel 5.1. dui die groepering van die verskillende dimensies aan. Die groepe wat bymekaar pas is bymekaar geplaas. Beenlengtes is byvoorbeeld ingedeel volgens die verskil tussen staande en sittende lengtemates. Daar bestaan ook 'n verskil tussen statiese en dinamiese dimensies. Statische dimensies is die dimensies wat geneem word waar die proefpersoon in 'n rusposisie sit. Geen handeling sal in die posisie uitgevoer word nie. Dinamiese dimensies is daardie dimensies waar die persoon 'n sekere handeling sal uitvoer ten einde 'n maksimum resultaat te verkry. 'n Voorbeeld van die dinamiese dimensie is armreiklengte.

Vir dié bespreking is dit egter belangrik om in gedagte te hou dat die indeling gedoen is op grond van die reeds bestaande groepering binne die Antropometrie.

TABEL 5.1. GROEPERING VAN SUID-AFRIKAANSE DATA:

GROEP	DIMENSIE
1 DEURSNEE-MATES	1 A ABDOMINALE DIEPTE 1 B HEUPBREEDTE
2 MATES IN SITPOSISIE	2 A BIAKROMIALE BREEDTE 2 B BOBEENLENGTE (1) 2 C BOBEENLENGTE (2) 2 D ELMBOOGRUSHOOGTE 2 E OOGHOOGTE SITTEND 2 F KNIEHOOGTE 2 G POPLITIALE LENGTE 2 H SKOUERHOOGTE 2 I SITHOOGTE 2 J BOBEENSPEELRUIMTE
3 KOPMATES	3 A BIAURIKULÊRE BREEDTE 3 B BIGONIALE BREEDTE
4 STAANDE-LENGTEMATES	4 A MIKHOOGTE 4 B LIGGAAMSLENGTE
5 ARMLENGTES	5 A ELMBOOG-VINGERPUNT-LENGTE 5 B ELMBOOG-GREEP-LENGTE
6 HANDMATES	6 A VUISOMTREK 6 B HANDBREEDTE 6 C HANDBREEDTE BY DUIM 6 D HANDLENGTE 6 E PALMLENGTE
7 VOET MATES	7 A VOETBREEDTE 7 B VOETLENGTE

5.2. OPSOMMING VAN STATISTIEKE

Tabel 5.2. gee 'n opsomming van die statistieke van die SALM-Studie 1992. Hierdie tabel bevat al die verwerkte data van die Suid-Afrikaanse studie. In die eerste kolom word die dimensie wat gemeet is, aangedui. Die volgorde waarin die data voorkom, is nie volgens die groepering soos die dimensies gemeet is nie, maar volgens anatomiese streke. M.a.w. alle voetmates is saamgegroeper alhoewel dit nie saam gemeet is nie. Die tweede kolom verteenwoordig die rekenkundige gemiddelde waarde van die dimensie soos verkry uit die statistiese verwerking van die data. Die derde kolom verteenwoordig die variansie van die groep metings. Die vierde kolom verteenwoordig die standaardafwyking van die groep metings. Die standaardafwyking is 'n baie belangrike waarde by die ontwerp van enige toerusting aangesien dit in berekeninge gebruik word. Die vyfde, sesde en sewende kolomme verteenwoordig onderskeidelik die minimum-, maksimum- en die verskil tussen die twee waardes, oftewel die reeks van die metings. Die IR in die tabelle dui die interkwartiele reeks aan. Die data word in sg. kwartiele ingedeel. Die waarde wat hier ter sprake is, is die verskil tussen die boonste en onderste kwartielwaarde.

Die mediaan verteenwoordig die middelste waarde van die datastel en word in die agtste kolom aangetoon. Die CS en CK verteenwoordig onderskeidelik die koëffisiënt van skeefheid (CS) en die koëffisiënt van kurtose (CK). Hierdie waardes word in die laaste twee tabelle aangetoon.

TABEL 5.2. DIE STATISTIESE DATA VAN DIE SALM STUDIE (1992)

DIMENSIE	GEM	VAR	SA	MIN	MAK	REEKS	IR	MED	CS	CK
Abdominale diepte	23.20	72.10	.68	16.8	31.2	14.40	3.2	22.8	0.38	3.50
Biakromiale Breedte	36.34	53.60	2.31	30.9	42.9	12.00	2.9	36.0	0.34	3.40
Biaurikulêre Breedte	15.86	60.70	0.77	12.6	17.5	4.90	0.9	15.8	1.17	7.50
Bigoniale breedte	13.01	92.50	0.96	11.3	17.2	5.90	1.0	12.9	1.60	7.90
Mikhoogte	94.20	264.60	5.14	83.7	106.8	23.10	7.6	94.2	0.11	2.60
Bobeenlengte	60.76	106.00	3.25	51.4	69.1	17.70	4.0	60.6	0.04	3.50
Bobeenlengte	32.62	151.30	3.89	46.0	61.5	15.50	4.0	52.0	2.40	2.40
Elmboogvinger punt Lengte	49.21	53.70	2.31	45.0	54.8	9.80	3.5	49.1	0.21	2.45
Elmboog-greep lengte	38.60	40.20	2.00	34.4	43.1	8.70	2.6	38.3	0.30	2.69
Elmbooggrushoogte	24.75	110.30	3.33	17.6	33.5	15.90	2.9	24.1	0.94	4.08
Ooghoogte	81.1	139.70	3.73	74.8	92.4	17.60	5.2	80.8	0.68	3.46
Sittend										
Vuis omtrek	27.64	27.60	1.66	23.0	31.0	8.00	2.0	28.0	0.06	3.20
Voetbreedte	11.02	41.24	0.64	9.5	12.5	3.00	1.0	11.0	0.24	2.60
Voetlengte	26.21	16.50	1.28	24.0	28.6	4.60	1.7	26.0	0.05	2.11
Handbreedte	8.96	21.19	0.46	8.2	11.0	2.80	4.0	9.0	1.53	8.31
Handbreedte by duim	10.92	31.45	0.56	9.7	12.8	3.10	6.0	10.9	0.71	3.96
Handlengte	19.71	!n!	1.00	17.7	21.8	4.10	1.3	19.7	0.16	2.42

TABEL 5.2. DIE STATISTIESE DATA VAN DIE SALM STUDIE (1992) (VERVOLG)

DIMENSIE	GEM	VAR	SA	MIN	MAKS	REEKS	IR	MED	CS	CK
Heupbreed Sittend	36.33	!n!	2.08	32.0	41.8	9.8	2.7	36.2	0.49	3.28
Knie Hoogte Sittend	54.10	136.30	3.60	48.5	65.1	16.6	3.8	54.4	0.03	4.56
Palmlengte	11.35	31.46	0.56	10.1	12.8	2.7	9.0	11.4	6.41	2.63
Popliteale Hoogte Sittend	45.80	89.50	2.99	36.9	54.7	17.8	2.9	45.8	0.49	5.25
Skouer Hoogte Sittend	62.78	87.90	2.96	55.2	68.6	13.4	4.7	62.7	0.17	2.54
Sithoogte	92.24	131.60	3.62	84.7	104.8	20.1	4.9	92.9	0.17	3.74
Liggaams lengte	179.40	374.44	6.11	167.1	193.4	26.3	8.1	179.0	0.12	2.48
Boleen speel ruimte	15.36	34.50	1.85	12.0	21.2	9.2	2.6	15.1	0.43	3.50

GEM = Rekenkundige gemiddelde
 VAR = Variansie
 SA = Standaard afwyking
 MIN = Minimum waarde
 MAKS = Maksimum waarde
 REEKS = Die verskil tussen Min en Maks
 IR = Interkwartiele reeks
 MED = Mediaan
 CS = Koëffisiënt van skeefheid
 CK = Koëffisiënt van kurtose

5.3. OPSOMMING VAN DIE PERSENTIELWAARDES

Die persentielwaardes van elke dimensie is belangrike inligting aan die ontwerper. Tydens die ontwerpproses word sekere grense gestel t.o.v. die kleinste en grootste individu wat in die ontwerp geakkommodeer sal word. In meeste gevalle word die 5e en 95ste persentielwaarde vir die doel gebruik.

Die effek wat die persentielwaardesisteem op die keuring van vlieëniers het, is dat daar sekere grense gestel word waartussen die persone moet wees om as vlieënier gekeur te kan word.

Daar is konsensus in die literatuur oor die ontwerpbestek wat tussen die 5e en die 95ste persentielwaarde moet wees.

1. Die 5e persentielrang se waarde:
5% van die populasie sal onder die waarde val
2. Die 95ste persentielrang se waarde
5% van die populasie sal bo hierdie waarde val

Die waardes van die 1e, 5e, 50ste, en 95ste en 99ste persentielrange word in tabel 5.3. aangetoon.

TABEL 5.3. PERSENTIELWAARDES VAN DIE SALM (1991) STUDIE

DIMENSIES	1ST	5ST	50ST	95ST	99ST	REEKS
Abdominale diepte Sittend	16.80	18.80	22.80	27.50	31.20	14.40
Biakromiale Breedte	30.90	33.00	36.00	41.20	42.90	12.00
Biaurikulêre Breedte	12.60	14.90	15.80	17.10	17.50	4.90
Bigoniale breedte	11.30	11.80	12.90	14.40	17.20	5.90
Mikhoogte	83.70	84.90	94.20	104.00	106.80	23.10
Bobeenlengte	51.40	55.70	60.60	66.80	69.10	17.70
Bobeenlengte	46.00	48.20	52.00	57.20	61.50	15.50
Elmboogvingerpunt Lengte	45.00	45.70	49.10	53.70	54.80	9.80
Elmbooggreep lengte	34.40	35.30	38.40	42.90	43.10	8.70
Elmboogrus hoogte	17.60	19.60	24.10	33.20	33.50	15.90
Ooghoogte, sittend	74.80	76.10	80.80	87.30	92.40	17.60
Vuis omtrek	23.00	25.00	28.00	31.00	31.10	8.00
Voet breedte	9.50	10.00	11.00	12.00	12.50	3.00
Voet lengte	24.00	24.50	26.00	28.30	28.60	4.60
Hand Breedte	8.20	8.30	9.00	9.80	11.00	2.80
Hand Breedte by duim	9.70	10.20	10.90	12.00	12.80	3.10
Hand Lengte	17.70	18.10	19.70	21.70	21.80	4.10

TABEL 5.3. PERSENTIELWAARDES VAN DIE SALM STUDIE (1991)

DIMENSIES	1ST	5ST	50ST	95ST	99ST	REEKS
Heup breedte sittend	32.00	33.20	36.20	40.60	41.80	9.80
Knie hoogte sittend	48.50	49.10	54.40	61.20	65.10	16.60
Palm Lengte	10.10	10.40	11.40	12.20	12.80	2.70
Popliteale hoogte Sittend	36.90	37.90	45.80	49.20	54.70	17.80
Skouer hoogte Sittend	55.20	58.00	62.60	67.50	68.60	13.40
Sithoogte	84.70	86.50	92.90	98.50	104.80	20.10
Liggaamslengte	167.10	169.20	179.00	191.00	193.40	26.30
Bobeen speelruimte	12.00	12.20	15.10	18.20	21.20	9.20

1ste = Eerste persentielwaarde
 5e = Vyfde persentielwaarde
 50ste = Vyftigste persentielwaarde
 95ste = Vyf-en-negentigste persentielwaarde
 99ste = Nege-en-negentigste persentielwaarde
 REEKS = Die verskil tussen die 1 ste en 99 ste
 persentielwaarde

5.4. STATISTIESE VERANDERLIKES

In die volgende gedeelte word die statistiese veranderlikes in tabelvorm weergegee. Die groepering is sodanig gedoen dat al die statistiese verwerkings van elke dimensie op een bladsy aangetoon word. Dit dui die resultate van die ondersoek in detail aan.

Die eerste tabel bevat die volgende statistiese veranderlikes:

1. Steekproefgrootte
2. Steekproefgemiddeld
3. Standaardafwyking
4. Minimum waarde
5. Maksimum waarde
6. Die reeks
7. Boonste kwartielewaarde
8. Onderste kwartielewaarde
9. Interkwartiele waarde
10. Mediaan
11. Koëffisiënt van skeefheid
12. Koëffisiënt van kurtose

Die tweede tabel dui die persentielwaardes van elke dimensie aan:

1. Minimum waarde
2. Maksimum waarde
3. Reeks
4. 1ste persentielwaarde
5. 5e persentielwaarde
6. 50ste persentielwaarde
7. 95ste persentielwaarde
8. 99ste persentielwaarde

Beide tabelle word afsonderlik vir elke dimensie in bylae B aangetoon. Raadpleeg asseblief bylae B vir meer besonderhede. Die normaalverspreiding van elke dimensie word grafies vertoon as deel van bylae C.

FASE II

DIE VERGELYKING TUSSEN DIE SALM VLIEËNIERS EN DIE ANDER SUID-AFRIKAANSE EN FRANSE DATASTELLE:

Die vergelyking word in tabelvorm gedoen. (Sien tabel 5.4.) Dit is 'n handige metode omdat dit die leser in staat stel om die data baie maklik met mekaar te kan vergelyk. In dié studie is die data van die SALM Vlieëniërs met die data van een Suid-Afrikaanse en een Franse datastel vergelyk. Twee tabelle word in die gedeelte op een bladsy aangetoon. Die eerste tabel handel oor die data van die parameters wat in die rekenaarverwerking verkry is. Hierna word die vergelykings bespreek en die invloed van elke verskil word in besonderhede bespreek. Verwys na afdeling 5.6. wat net hierna volg.

5.5. OPSOMMING VAN VERGELYKING TUSSEN POPULASIES:

'n Opsomming van die d-waardes word in tabel 5.4. gegee. Die tabel is so saamgestel dat die eerste kolom die SALM data verteenwoordig. Elkeen van die 25 dimensies het ten minste 'n SALM data. Waar daar wel van die ander Suid-Afrikaanse data en Franse data beskikbaar was, is die data aangebring en die d-waarde is bepaal. Die bespreking van die effekgrootte van die d-waarde word in die volgende gedeelte hanteer.

**TABEL 5.4. OPSOMMING VAN DIE VERGELYKING TUSSEN
POPULASIES**

NO	DIMENSIE	1992	1988	1955	d-Waarde
1	Abdominale diepte	23,20			
2	Biakromiale breedte	36,34	35,20		0,538
3	Biaurikuler breedte	15,86	14,00		3,577
4	Biagonale breedte	13,01	14,10		1,912
5	Mik hoogte	94,20	82,80		2,657
6	Bobeen hoogte	60,76	61,30		0,174
7	Bobeen hoogte	52,62			
8	Elmboog- vingerpunt lengte	49,21			
9	Elmboog- greep lengt	38,60			
10	Elmboogrus hoogte	24,94	23,50		0,643
11	Ooghoogte	81,19	81,00		0,059
12	Vuisomterk	26,74			
13	Voet breedte	11,02	10,10		1,704

TABEL 5.4. OPSOMMING VAN VERGELYKING TUSSEN POPULASIES

NO	DIMENSIE	1992	1988	1955	d-WAARDE
14	Voet Lengte	26,61	26,60		0,008
15	Hand Breedte	8,96	9,20		0,048
16	Hand Breedte by duim	10,92			
17	Hand Lengte	19,71			
18	Heup Breedte	36,33	35,20		0,533
19	Knie Hoogte	54,10			
20	Palm Lengte	11,35			
21	Poplitiale Hoogte	45,80			
22	Skouer Hoogte	62,78			
23	Sit Hoogte	92,24	93,30		0,315
24	Liggaams-Lengte	179,44	178,60	171,32	0,126 1,398
25	Bobeen Speelruimte	15,36	16,50		1,036

1992 = Suid-Afrikaanse Lugmagstudie van 1992

1988 = Die De Ridder Studie van 1988

1955 = Die Franse studie van 1955

d-waarde = Die d-waarde soos bereken

5.6. BESPREKING VAN DIE STATISTIESE VERGELYKINGS

5.6.1. HEUPBREEDTE

Hierdie dimensie is met die waarde van die De Ridder-studie (1988) vergelyk. Die d-waardes wat in die vergelyking verkry is, was 0,533. Volgens die d-waarde, wil dit voorkom asof die data met sowat 66,6% oorvleuel. Hierdie medium effekgrootte kan 'n invloed hê op die grootte van die sitplek van die stoel van die vlieënier. Die verskil is egter nie van so 'n aard dat die sitoppervlakte drasties vergroot moet word nie, maar die ontwerper moet hierdie verskil in berekening bring by die ontwerp. Die breedte van die sitplek beïnvloed weer die grootte van die uitskietstoel.

Die breedte van die lumbale ondersteuning word ook deur hierdie dimensie bepaal. Die lumbale ondersteuning moet volgens hierdie dimensie aangepas word.

5.6.2. BOBEENLENGTE

Hierdie dimensie kan gedefinieer word as die horisontale afstand vanaf die agterkant van die rug tot by die voorkant van die knie.

Hierdie dimensie vergelyk goed met die De Ridder-studie (1988). Die d-waardes het 'n waarde van 0,174. Die mate van oorvleueling in die datastel is dus groot en die afleiding kan dus gemaak word dat die waardes van beide populasies min verskil. Die verskil tussen hierdie waardes is nie statisties beduidend nie.

Die lengte van die bobeen is veral belangrik by die ontwerp van die kajuit van die vegvliegtuig. Die afstand en hoek na die pedale, die afstand van die sitplek tot by die paneelbord en die hoogte van die paneelbord word deur hierdie dimensie beïnvloed.

5.6.3. ELMBOOGRUSHOOGTE

Die elmbooggrushoogte is die afstand tussen die sitoppervlakte en die onderpunt van die elmboog. Hierdie dimensie bepaal die afstand wat kontroles van die vlieëniers af moet wees om hom in staat te stel om dit te bereik sonder om in die pad te wees.

Die d-waardes van die vergelykings met die De Ridder data is 0,643. Dit verteenwoordig 'n groot effekgrootte.

5.6.4. OOGHOOGTE SITTEND

Die ooghoogte is daardie hoogte wat gemeet word deur die afstand vanaf die sitoppervlakte tot by die hoogte van die oog te bepaal. Die hoogte speel 'n baie belangrike rol in die ontwerp van die horisontale ontwerp-oog-posisie (DEP=Design-eye-position). Hierdie posisie bepaal die hoek waarmee die vlieënier die kontrolepaneel sien.

Daar bestaan bykans geen verskil tussen die data van die SALM en die ander Suid-Afrikaanse data nie. Die d-waarde is 0,059. Die verskil is dus nie statisties beduidend nie.

5.6.5. POPLITIALE HOOGTE

Die poplitiale hoogte verskil van die kniehoogte in die sin dat die kniehoogte die bokant van die knie as verwysing gebruik. Die poplitiale hoogte het die onderkant van die knie, d.w.s. die binnekant van die onderbeen as meetpunt.

Soos dit met die vorige dimensie die geval was, speel hierdie hoogte ook 'n belangrik rol by die bepaling van die hoogte van die onderkant van die paneelbord van die vliegtuig. Die hoogte van die sitplek vanaf die vloeroppervlakte word ook in 'n groot mate deur die poplitiale hoogte bepaal. Hierdie waarde is nie met ander waardes vergelyk nie aangesien geen waardes beskikbaar was nie.

5.6.6. SITHOOGTE

Hierdie uikers belangrike dimensie word gemeet vanaf die sitoppervlak tot by die bokant van die kop. Die hoogte wat die dak (kappie) van die kajuit moet wees, word in 'n groot mate deur die sithoogte bepaal. Dit is belangrik dat die hoogte van die helm in die geval ook in ag geneem word.

Die d-waarde, waar die SALM data met die De Ridderstudie (1988) vergelyk word, het 'n waarde van 0,315 wat 'n medium effekgrootte verteenwoordig.

5.6.7. BOBEENSPEELRUIMTE

Die speelruimte van die bobeen is die vertikale afstand vanaf die bokant van die been tot by die onderkant van die been. Dit is m.a.w. die dikte van die bobeen.

Die d-waarde 1,036 is wat 'n groot effekgrootte verteenwoordig. Die SALM data, met 'n waarde van 15,35 mm, verskil van die De Ridder-studie (1988) wat 'n gemiddelde waarde van 16,50 mm het. Hierdie verskil kan moontlik daaraan toegeskryf word dat die proefpersone in die De Ridder studie ten tye van die metings, meer aktief was as die SALM-proefpersone. Die effek is egter van belang aangesien die dra van 'n anti-G pak hierdie dimensie beïnvloed. Die bobeenspeelruimte bepaal die gemak waarmee die vlieënier met sy anti-G pak aan in die kajuit kan sit.

5.6.8. BIAURIKULÊRE BREEDTE

Die biaurikulêre breedte is die afstand vanaf die auri-kel (die mees laterale deel van die skedel) aan die linkerkant van die kop tot by die aurikel aan die regterkant van die kop.

Hierdie dimensie is met die data van die De Ridder-studie (1988) vergelyk. 'n Groot effekgrootte bestaan tussen die waardes in hierdie twee studies. Dit beklemtoon die gebruik van eie antropometriese data, veral in die bou en ontwerp van die vlieghelm vir vlieëniers. Die verskil kan ook deels toegeskryf word aan die klein steekproef van die SALM-studie.

5.6.9. BIGONIALE BREEDTE

Die bigoniale breedte is ook met die De Ridder-studie (1988) vergelyk. Die d-waardes is 1,912. Die bigoniale breedte is daardie breedte wat gemeet word wanneer die afstand tussen die twee kakebene van die persoon bepaal word. Die sg. M. Masseter (kouspiere) dui in die geval die meetpunte aan. Die dimensie is belangrik by die ontwerp van die helm vir vlieëniers.

5.6.10. MIKHOOGTE

Die mikhoogte (Buttock height) is die afstand vanaf die vloeroppervlakte tot by die velvou wat die M. Glutius Maksimus (Boudspier) aan die agterkant van die boud maak.

Hierdie dimensie is met een Suid-Afrikaanse datastel vergelyk en die verskil is groot. Die d-waardes was 2,657 wat dui op 'n groot effekgrootte. Die mikhoogte is ook belangrik in die ontwerp van die kajuit van die vegvliegtuig.

5.6.11. LIGGAAMSLENGTE

Hierdie belangrike aanwyser het seker die grootste invloed op die ontwerpproses. Die verskille wat hier voorkom is baie interessant. Dit is ook die enigste dimensie wat met Franse data vergelyk kon word. Die rekenkundige gemiddeld van die SALM studie is slegs sowat 0,84 cm langer as die gemiddeld van die De Ridder-studie (1988). Geen statisties beduidende verskil kom in hierdie dimensie voor nie. Die Franse vegvlieënier is sowat 8.12 cm korter as die SALM-veg-vlieënier.

Die afleiding wat uit hierdie verskil gemaak kan word, is dat dit uiters noodsaaklik is dat data van die spesifieke verbruikerpopulasie gebruik moet word wanneer ontwerp vir die spesifieke populasie gedoen word. Dié gevolgtrekking sal later weer aandag geniet in die samevatting van die studie.

5.6.12. HANDBREEDTE

Die breedte van die hand word m.b.v die skuifpasser gemeet en is die afstand oor die metakarpale bene van die hand. Die proefpersoon moet sy hand oop op 'n plat oppervlak neersit wanneer hierdie dimensie gemeet word. Die handpalm moet na onder wys. Die handbreedte is met die De Ridder-studie(1988) vergelyk. Die d-waarde was 0,048 en dit verteenwoordig 'n klein effekgrootte. Die oorvleueling tussen die data was groot.

5.6.13. VOETBREEDTE

Die breedte van die voet word met behulp van die skoenkasse gemeet en is daardie dimensie wat veral benodig word vir die ontwikkeling van skoeisel vir die vlieënier. Die waarde van die SALM-studie was aansienlik groter as die van die De Ridder-studie (1988). Die d-waarde was 1,704. Hierdie verskil kan 'n groot invloed hê op die gebruik van skoeisel en veral die grootte van die pedale sal hierdeur beïnvloed word.

5.6.14. VOETLENGTE

Die lengte van die voet word ook m.b.t. die skoenkassie bepaal en is daardie lengte wat veral belangrik is vir die vasstelling van spesifikasies vir skoeisel.

Die d-waarde vir hierdie verskil is sowat 0,008 en dus baie klein. Geen beduidende statistiese verskil kom voor nie. Die lengte van die pedaal sal dus nie beïnvloed word nie.

HOOFSTUK 6 SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVE- LINGS

6.1 SAMEVATTING

Die hoë werkverrigtingsmoontlikhede van die moderne taktiese vegvliegtuie, die kompleksiteit van die huidige en toekomstige missies en die gevorderde beheersisteme van vliegtuie wat vlieëniers moet beheer, stel hoë eise aan die vlieëniers. Doelmatige en goed ontwerpte kajuite is een van die belangrikste vereistes vir die optimale benutting van hierdie vliegtuie.

Die doel van die projek is om 'n databasis daar te stel met tersaaklike inligting oor vegvlieëniers in die Suid-Afrikaanse Lugmag wat deur ontwerpers van verdedigingstoerusting (veral vegvliegtuie) gebruik kan word. Die data wat uit die studie verkry is, is met ander data (Suid-Afrikaanse- en Franse data) vergelyk. Groot verskille het voorgekom tussen data van Suid-Afrikaanse vlieëniers en die Franse vlieëniers en ook ander Suid-Afrikaanse datastelle. Standaard antropometriese prosedures en metodes, wat internasionaal aanvaar word, is gebruik. Die data is met behulp van 'n rekenaar statistiek ontleed en vergelyk.

Aandag is in die eerste twee hoofstukke gegee aan die ondersoek na Suid-Afrikaanse en Internasionale navorsing op die gebied van die antropometrie. Verskeie Suid-Afrikaanse studie is bespreek waarvan die van Van der Walt (1987) die mees prominente studie is. Verskeie Internasionale studies is ook beskryf en daar is tot die gevolgtrekking gekom dat 'n groot leemte bestaan ten opsigte van antropometriese data van veral vegvlieëniers in die SALM. Hierdie projek is 'n poging om daardie leemte te vul.

Vyf-en-twintig Antropometriese dimensies is by 60 vegvlieëniers van die SALM gemeet. Die data wat verkry is, is met die data uit die De Ridder-studie vergelyk, asook met die van Franse vegvlieëniers.

Die gevolgtrekking waartoe daar gekom word, is dat sekere belangrike verskille wel voorkom tussen die twee Suid-Afrikaanse steekproewe. 'n Groot verskil kom voor tussen die liggaamslengte van die SALM-studie en die Franse data.

6.2 GEVOLGTREKKINGS

Die hipoteses wat in hierdie studie gestel is, wat in Hoofstuk 1 bespreek word, sal vervolgens aandag geniet:

- (1) HIPOTESE 1: Hierdie hipotese, dat daar geen verskil voorkom tussen die Suid-Afrikaanse datastelle en die Franse datastelle nie, word verwerp aangesien daar wel statisties beduidende verskille in ses belangrike dimensies voorkom. Een van die belangrikste dimensies, nl. die liggaamslengte verskil nie statisties beduidend tussen die Suid-Afrikaanse datastelle nie, maar wel tussen die S.A. en Franse datastelle.
- (2) HIPOTESE 2: Die hipotese, dat die SALM vegvlieëners voldoen aan die ontwerp kriteria wat vir die ontwerp van die MIRAGE FI en FIII kajuit gebruik is, word ook verwerp, aangesien 'n statisties beduidende verskil voorkom in die liggaamslengte van die Franse vegvlieënerpopulasie vir wie die MIRAGE ontwerp is.
- (3) HIPOTESE 3: Hierdie hipotese, wat dit stel dat daar geen beduidende verskil voorkom tussen die data van die vegvlieëner en die van die algemene jong blanke manspopulasie nie, word ook verwerp aangesien beduidende verskille wel voorkom. Die bepaling van die mate van statistiese beduidendheid van die verskille en die invloed daarvan op die kajuitontwerp, moet deur die ontwerper van die vegvliegtuigkajuit in gedagte gehou word.

Met hierdie drie hipoteses wat verwerp word, kan die volgende gevolgtrekkings gemaak word:

- (1) Die SALM vegvlieëner verskil antropometries statisties beduidend van die algemene jong blanke manspopulasie asook van die Franse vegvlieëner populasie wat verskeie dimensies betref.

(2) (a) Die dimensies waar die d-waarde < 0.2 was d.w.s. klein effekgrootte:

1. Bobeenlengte
2. Ooghoogte
3. Voetlengte
4. Handbreedte
5. Liggaamslengte (De Ridder-studie)

(b) Die dimensies waar die d-waarde tussen 0.5 en 0.8 gelê het, d.w.s 'n meduim effekgrootte:

1. Biakromiale breedte
2. Elmbooggrushoogte
3. Heupbreedte
4. Sithoogte

(c) Dimensies wat 'n d-waarde van groter as 0.8 gehad het en dus 'n groot effekgrootte, was die volgende:

1. Biaurikulêre breedte
2. Biagoniale breedte
3. Mikhoogte
4. Voetbreedte
5. Liggaamslengte (Franse data)
6. Bobeenspeelruimte.

6.3 AANBEVELINGS

Dit is duidelik dat daar groot en belangrike verskille voorkom tussen die Suid-Afrikaanse vlieëniers, die algemene jong manlike populasie en die Franse vegvlieëniers.

Hieruit word die volgende aanbevelings gemaak:

- (1) Die vervaardigers van veg- en opleidingsvliegtuie moet Suid-Afrikaanse data gebruik as basis vir die ontwerp van vegvliegtuigkajuite vir Suid-Afrika.
- (2) Aanpassings wat vanaf enige ander data gemaak word, is onaanvaarbaar. Geen aanpassing van ander data kan oorweeg word nie, aangesien die verhoudings wat voorkom by die Suid-Afrikaanse data, tot 'n groot mate verskil van die ander data. Dit sal bv. nie wys wees om Franse data aan te pas vir Suid-Afrikaanse gebruik nie.

- (3) Antropometriese data moet deurlopend ingesamel word. Alle vlieëniers word twee maal per jaar medies ondersoek by die Instituut vir Lugvaartgeneeskunde. Dit word aanbeveel dat die insameling gelyktydig gedoen word met die mediese ondersoek. Dieselfde dimensies kan gebruik word as wat in die projek gebruik is. 'n Databank kan op 'n sentrale rekenaar geskep word en bygehou word. Dit sal die opvolg van enige dimensie of verhouding tussen dimensies prakties en sinvol maak.
- (4) Dit is belangrik dat daar indringend gekyk moet word na die keuring van vlieëniers in die Suid-Afrikaanse Lugmag op grond van liggaamsdimensies. Dit word voorgestel dat keuring moet geskied op grond van die 25 dimensies soos voorgestel in die studie, en nie net die totale liggaamslengte en massa nie (soos dit tans die geval is nie).
- (5) Laastens word dit aanbeveel dat, met deurlopende dataversameling, die vormverandering van vlieëniers bepaal word. Die vetdistribusie van 'n persoon verskil soms dramaties binne 20 jaar. 'n Vlieënier wat dus op 18-jarige leeftyd gekeur word, sal na 20 jaar proporsioneel verskil. Daar moet limiete gestel word waarbinne 'n vlieënier moet bly ten einde sy status as vlieënier te behou.

BIBLIOGRAFIE

ALEXANDER, M., GARRETT, J.W. & FLANNERY, M.P. 1969. Anthropometric dimensions of air force pressure-suited personnel for workspace and design criteria. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Aerospace Medical Research Laboratory. (Report number AMRL-TR-69-6).

ALEXANDER, M. & LAUBACH, L.L. 1968. Anthropometric dimensions of the human ear (a photogrammetric study of UASF flight personnel.) Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Aerospace Medical Research Laboratory. Report number AMRL-TR-67-203.

ASHBY, P. 1978. Handleiding by Ergonomie 1: Mensfaktore-
Ontwerpgegevens. Liggaamsgrootte en -krag. Pretoria: Ontwerpinstituut.

ATLAS VLIEGTUIGKORPORASIE VAN SUID-AFRIKA. 1988. Introduction to anthropometric requirements in aircraft cockpit design. Kempton Park. (Report no. X01-153-104/6.)

BRINK, A.J., ed. 1979. Woordeboek van Afrikaanse geneeskundeterme. Stellenbosch: NASOU.

⁴CHURCHILL, E., ROBINOW, D. & ERSKINE, P. 1979. Factor analysis of anthropometric data for fifteen race-age-national origin specific groups. Report number AFAMRL-TR-80-64. (In An annotated bibliography of United States air force engineering anthropology - 1946 to 1983.) Wright Patterson Air Force Base, Ohio: Human Engineering Division. p. 89. (Report number AFAMRL-TR-83-045.)

CILLIERS, M. 1989. Human factors engineering issues in design of modern fighter aircraft cockpits. (In The First South African Aeronautical Engineering Conference. Pretoria: CSIR p. 1-15.)

CLAUSER, C.E., TUCKER, P.E. & McCONVILLE, J.T. 1972. Anthropometry of air force woman. Report number AMRL-TR-70-5. (In An annotated bibliography of United States air force engineering anthropology - 1946 to 1983.) Wright Patterson Air Force Base, Ohio: Human Engineering Division. p. 51. (Report number AFAMRL-TR-83-045.)

COOCKE, H.M. 1984. Die wetenskaplike benadering tot ontwerp vir die mens. BRIEF 1, Pretoria: Ontwerpinstituut van die SAB.

COPLEY, B.B. 1983. Body composition and activity. Pretoria: SAVSLOR. (SAVSLOR Publikasies, no.2.)

CRONEY, J. 1971. Anthropometrics for designers. London: B.T. Batsford.

CRONEY, J. 1980. Anthropometrics for designers. London : B.T. Batsford.

DAMON, A., STOUT, H.W. & McFARLAND, R.A. 1971. The human body in equipment design. Cambridge: Harvard University Press.

DANIELS, G.S., MYERS, H.C. & WORRELL, S. 1953. Anthropometry of WAF basic trainees. Report number WADC TR 53-12. (In An annotated bibliography of United States air force engineering anthropology - 1946 to 1983.) Wright Patterson Air Force Base, Ohio: Human Engineering Division. p.13. (Report number AFAMRL-TR-83-045.)

DEMPSTER, W.T. 1960. The anthropology of body action. (In An annotated bibliography of United States air force engineering anthropology - 1946 to 1983.) Wright Patterson Air Force Base, Ohio: Human Engineering Division. (Report number AFAMRL-TR-83-045.)

DE RIDDER, J.H. 1988. Geselekteerde Suid-Afrikaanse en Amerikaanse manlike populasies- 'n vergelykende antropometriese studie. Potchefstroom. (Verhandeling(MA) - PU vir CHO.)

DE VILLIERS, H. 1969. IBP.: HA survey of Venda males, Julie-September 1968. Johannesburg: Wits University, Department of Anatomy.

DE VILLIERS, H. 1971. Morphological variables and genetic markers in urban and rural Pedi populations. IBP: HA Pedi-survey, July 1970 - March 1971. Johannesburg: Wits University, Department of Anatomy.

DIFFERENT, N., TILLEY, A.R. & BARDAGHJY, J, C. 1974. Humanscale 1/2/3. MIT Press.

DURCOS, E. 1955. Statistiques de biometrie medicale elementaire relatives au personnel navigant de l'armee de l'air francaise. (In Anthropometry and human engineering. London, England: Butterworths Scientific Publications.) p. 1-140. AGARDograph Number 5.

EDWARDS, R. OSGOOD, A. 1988. Crewstation assessment of reach (CAR) model. Washington: Boeing Aerospace Company. (Report D180-19321-1.)

ELIAS, R. 1980. Investigations in operators working with CRT display terminals: relationships between task content and psychophysiological alterations. (In Grandjean, E. & Vigliani, E. eds. Ergonomic aspects of visual display terminals. London: Taylor and Francis. p. 211 - 217.)

EVARD, E. 1954. Statistiques biometriques relatives au personnel navigant de la force aerienne belge. Belgium : Direction du Service de Sante, Force Aerienne, Ministere de la Defense Nationale.

FRY, E.I. & CHURCHILL, E. 1956. Bodily dimensions of the older pilot. Report number WADC TR-56-459. (In An annotated bibliography of United States air force engineering anthropometry - 1946 to 1983.) Wright Patterson Air Force Base, Ohio: Human Engineering Division. p. 19. (Report number AFAMRL-TR-83-045.)

GARRETT, J.W. 1971. An introduction to relaxed hand anthropometry. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Aerospace Medical Research Laboratory. (Report number AMRL-TR-67-217.)

GARRETT, J.W. & KENNEDY, K.W. 1971. A collation of anthropometry. Wright-Patterson Air Force Base. Ohio: Aerospace Research Laboratory. (Report number AMRL-TR-68-1.)

GOLTZ, E. & PLATZ, B. 1965. Anthropometrische Studien. Augsburg: Der Deutschen Entwicklungsgesellschaft. (Report number T-418.)

GRANDJEAN, E. 1983. Fitting the task to the man. London: Taylor and Francis.

GRIEVE, D. & PHEASANT, S. 1982. Biomechanics. (In Singleton, W.T., ed. The body at work: biological ergonomics. Cambridge: Cambridge University Press. p. 71-200.)

HASSELQUIST, R.J. 1981. Increasing manufacturing productivity using human factors principles. (In Proceedings of the 25th annual meeting of the Human Factors Society. Santo Monica: Human Factors Society. p. 204-206.

HERTZBERG, H.T.E. 1955. Some contrubutions of applied physical anthropometry of human engineering. Annals of New York Academy of Sciences. 63: 616-629.

HERTZBERG, H.T.E. 1972. Engineering anthropometry. (In Van Cott, H.P. & Kinkase, R.G., eds. Human engineering guide to equipment design. Washington, D.C.:McGraw-Hill.)

HERTZBERG, H.T.E., CHURCHILL, E. & DUPERTUIS, C.W. 1963. Anthropometric survey of Turkey, Greece and Italy. New York: Macmillan. AGARDograph 73.

HRDLICKA, A. 1952. Practical anthropometry. 4th ed. Philadelphia: The Wistar Institute of Anatomy and Biology.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 1983. Basic list of anthropometric measurements. (Draft International standard ISO/DIS 7250.)

KANTOWITZ, B.H. & SORKIN, R.D. 1983. Human factors: understanding people-system relations. New York: Wiley.

KENNEDY, K. W. 1975. International anthropometric variability and its effects on aircraft cockpit design. (In Chapanis, A., ed. Ethnic variables in human factors engineering. London : John Hopkins. p. 47 - 66.)

KENNEDY, K.W. 1980. Workspace evaluation and design: UASF drawing board minikins and the development of cockpit geometry design guiders. (In Easterby, R. & Kroemer, K.H.E., eds. Anthropometry and biomechanics: theory and applications. New York: Plenum Press. p. 205-213.)

KROEMER, K.H.E. 1983. Engineering anthropometry: work space and equipment to fit the user. (In Osborne, D.J. & Gruneberg, M.M., eds. The physical environment at work. New York: Wiley.)

LABORIE d' ANTHROPOMETRIE. 1965. Etude anthropometrique du personnel navigant francais de l-aeronautique civile et militaire. Paris, France: Laboratoire d'Anthropologie, Universite de Paris. (Report number Doc. A.A. 08/65.)

MCCORMICK, E. J. & SANDERS, M.S. 1989. Human factors in engineering and design. 5th ed. California : McGraw-Hill.

MIDDELTON, R. H., ALEXANDER, M., & GILLESPIE, K.W. 1970. Cockpit compatibility studies conducted with aircrewmembers wearing high altitude flying outfits in B-57D, B-57F, F-104B, and F-106B Aircraft. (Report number ASD-TR-70-25.)

MORRISON, J.F., WYNDHAM, C.H., STRYDOM, N.B. 1968. An anthropometric survey of bantu mine labourers. Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, p. 275-279.

OBORNE, D.J. 1982. Ergonomics at work. Chichester: Wiley.

OBORNE, D.J. 1985. Ergonomics at work. Chichester: Wiley.

OSHIMA, M., FUJIMOTO, T. 1965. Anthropometry of Japanese pilots. Wright-Patterson Air Force Base: (Report number AMRL-TR-65-74.)

ROBERTS, D. F. 1975. Population differences in dimensions, their genetic basis and their relevance to practical design problems. (In Chapanis. eds. Ethnic variables in human factors engineering Baltimore: John Hopkins University Press:

ROBINETTE, K.M. 1983. An annotated bibliography of United States air force engineering anthropometry - 1946 to 1983. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Human Engineering Division. p. 1-104.

ROEBUCK, J.A., KROEMER, K.H.E. & THOMPSON, W.G. 1975. Engineering anthropometry methods. New York: Wiley.

SILLS, F. D. 1960. Anthropometry in relation to physical performance. (In Johnson, W.R., ed. Science and medicine of exercise and sports. New York: Harper & Brothers. p. 40-64.)

SINGLETON, W.T. 1983. Introduction (In Singleton, W.T., ed. The body at work: biological ergonomics. Cambridge: University Press. p. 1-25.)

SMIT, G.J. 1983. Navorsingsmetodes in die gedragwetenskappe. Pretoria: HAUM.

STRYDOM, N.B., MORRISON, J.F., VAN GRAAN, C.H. & VILJOEN, J.H. 1968. Functional Anthropometry of white South African males. South African medical journal, 42: 1332-1335.

US ARMY. 1975. Human factors engineering design for army material. (MIL-HDBK 759.)

VAN DER SPUIY, S.J. 1958. 'n Studie van die liggaamsbou en liggaamsgroei van blanke en kleurlingseuns in die Westelike Provinsie, ouderdomsgroep 13 tot 17 jaar. Annale van die Universiteit Stellenbosch. Vol. 35: Sect A. No. 2. p.

VAN DER WALT, T.S.P. 1987. Projek OWL. Antropometrie van die S.A. magte: finale verslag van projek ANTSAM 1. Potchefstroom: PU vir CHO.

VAN RENSBURG, A.J., 1989. Ergonomiese faktore. (In Schroder, H.H.E., Schoeman, J.J., eds. Inleiding tot beroepshigiëne. Johannesburg. OHASA. p.401-420.)

WAGNER, W.J. 1984. Antropometriese studie van die pantsersoldaat. Bloemfontein: Pantserskool, S.A.W.

WHITE, R.M. 1964a. Anthropometric survey of the Royal Thai Armed Forces. Natick, Mass. U.S. Army Natick Laboratories.

WHITE, R.M. 1964b. Anthropometric survey of the Armed Forces of the Republic of Vietnam. Natick, Mass. U.S. Army Natick Laboratories.

WHITE, R.M. 1972. Anthropometric measurements on selected populations of the world. (In Chapanis, A ed. Ethnic variables in human factors engineering. London: John Hopkins. p31-46.)

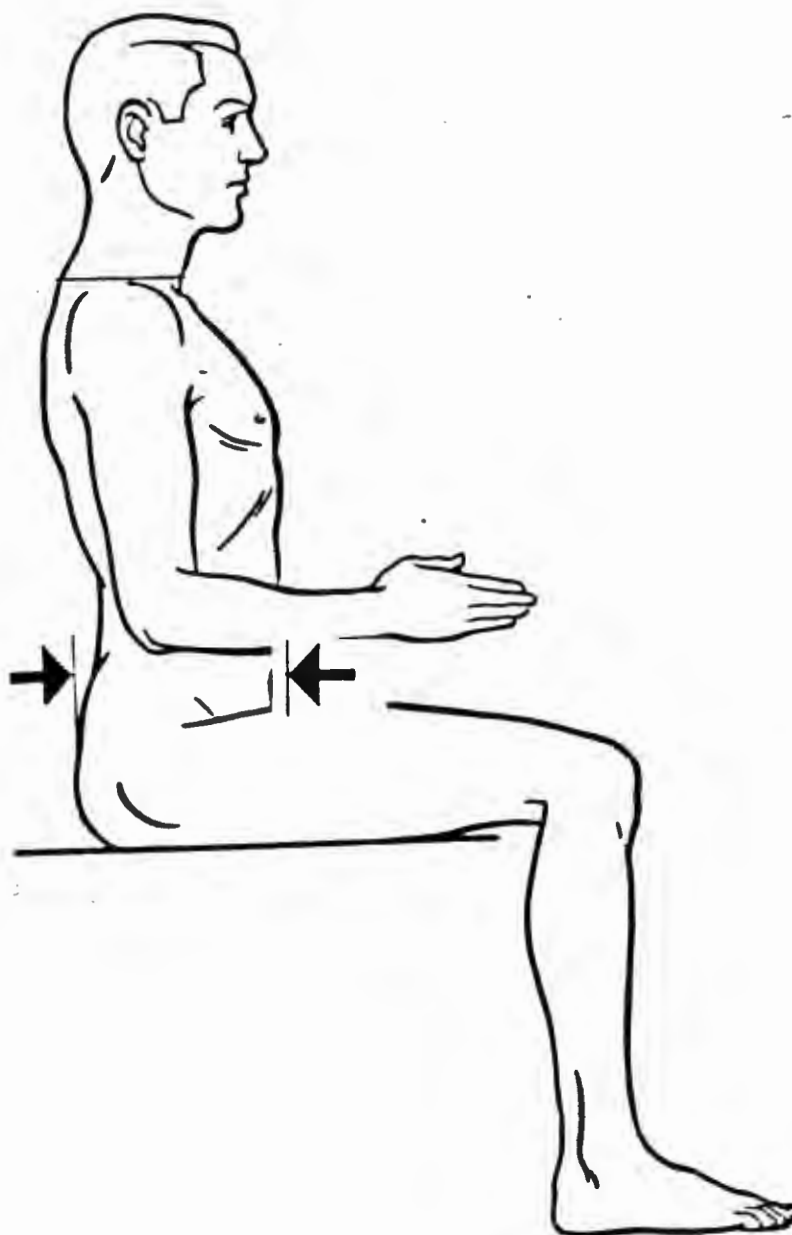
WOODSON, W.E. 1984. Human factors design handbook. New York: McGraw-Hill.

Bylaag A

Beskrywing van die dimensies wat in die SALM-Studie gemeet is.

BESKRYWING VAN DIE DIMENSIES**GROEP 1 DEURSNEEMATES****1.A. ABDOMINALE DIEPTE**

Die diepte van die abdomen, met die persoon in 'n sittende posisie.



1.A. ABDOMINALE DIEPTE

Die diepte van die abdomen word m.b.v. 'n antropometer gemeet. Die apparaat bestaan uit 'n staaf waarop 'n meter wat tot 1 mm akkuraat meet, aangebring is. Twee penne word aan die staaf en die meter aangebring wat die meetposisie kan aandui. (Sien hoofstuk 4 vir meer besonderhede oor die antropometer). Die persoon moet regop op 'n stoel sit wanneer die meting gedoen word. Die hoogte waarop die meting gedoen word, is die umbilikale lyn. Die stawe van die antropometer word een aan die rugkant en die ander teen die persoon se maag gedruk om die lesing te doen. Die waarde word bloot net van die meter afgelees.

Die abdonomale diepte is 'n belangrike dimensie by die ontwerp van die sitplek van die vlieënier. Die dimensie word ook gebruik in die maak van klere en veral die vlieggoorpak van die vlieënier.

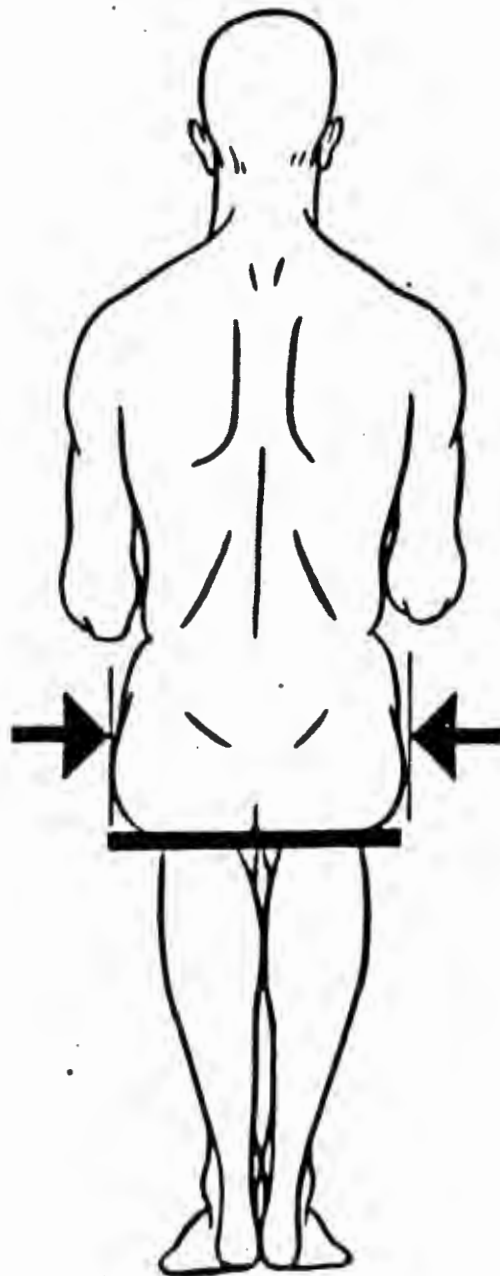
By die ontwerp van werkstasies is die abdominale diepte belangrik aangesien dit die afstand bepaal wat die persoon van die werksoppervlak moet sit. By persone met 'n groot abdominale diepte word die ontwerp van werkstasies baie moeilik.

By die ouer vlieënier word gevind dat die abdominale diepte baie verander. Dit is een van die dimensies wat die meeste verander met toenemende ouderdom. Verskeie redes vir die verandering kan aangevoer word, maar eetgewoontes speel waarskynlik die belangrikste rol.

1.B. HEUPBREEDTE, SITTEND

A 2

Die breedte van die liggaam, gemeet oor die wydste deel van die heupe, met die persoon in 'n sittende posisie.



1.B. HEUP BREEDTE, SITTEND:

Die breedte van 'n persoon se heupe, d.w.s. die breedte van die liggaam op die wydste gedeelte van die heupe, is 'n baie belangrike dimensie in die sitposisie. Die dimensie bepaal die grootte van die sitgedeelte van die sitplek.

Die dimensie word soos die abdominale diepte m.b.v. die antropometer gemeet. Die stawe van die apparaat word aan weerskante van die boude geplaas op die wydste gedeelte. Die lesing word van die meter afgelees en op die datakaart aangebring.

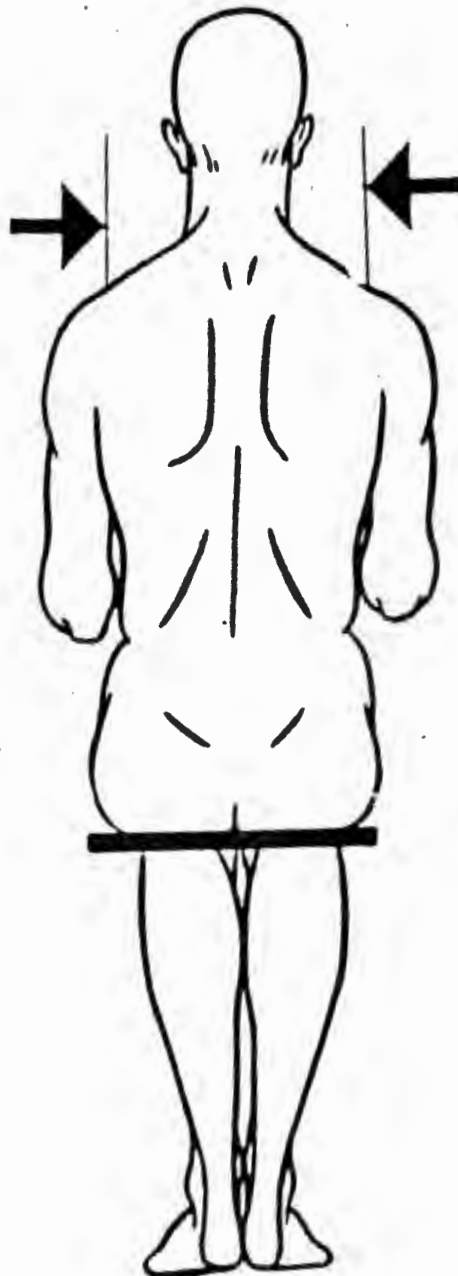
Die heupbreedte verskil ook met toenemende ouderdom. Die invloed is egter nie so dramaties soos die abdominale diepte nie. Die heupbreedte verskil baie tussen man en vrouens. Die heupbreedte van enige vroulike persoon is aansienlik groter as die manlike persoon. Dit het 'n belangrike invloed op die ontwerp van werkstasies vir albei geslagte. Die ontwerper van vegvliegtuie moet ook seker maak of die vroulike vlieënier in ag geneem moet word in die ontwerp van die kajuit. Die vroulike vegvlieëniers sal moontlik in die toekoms deur die lugmag gebruik word.

GROEP 2 MATES IN DIE SITPOSISIE

2.A. BIAKROMIALE BREEDTE

A 3

Die breedte oor die skouer vanaf die akromion van die regterskouer tot op die akromion op die linkerskouer.



2.A. BIAKROMIALE BREEDTE:

Die breedte oor die skouer vanaf die akromion van die linkerskouer tot op die akromion van die regterskouer.

Die akromion is die hoogste benige gedeelte op die skouer. Dit vorm deel van die skapula of vlerkie. Die dimensie verskil in beide geslagte met die man wat die grootste biakromiale breedte het.

By die meet van die dimensie moet die persoon regop sit met die skouers in die horisontale posisie. Indien die persoon die skouers laat sak, sal die lesing wat verkry word, nie korrek wees nie en 'n meetfout sal voorkom.

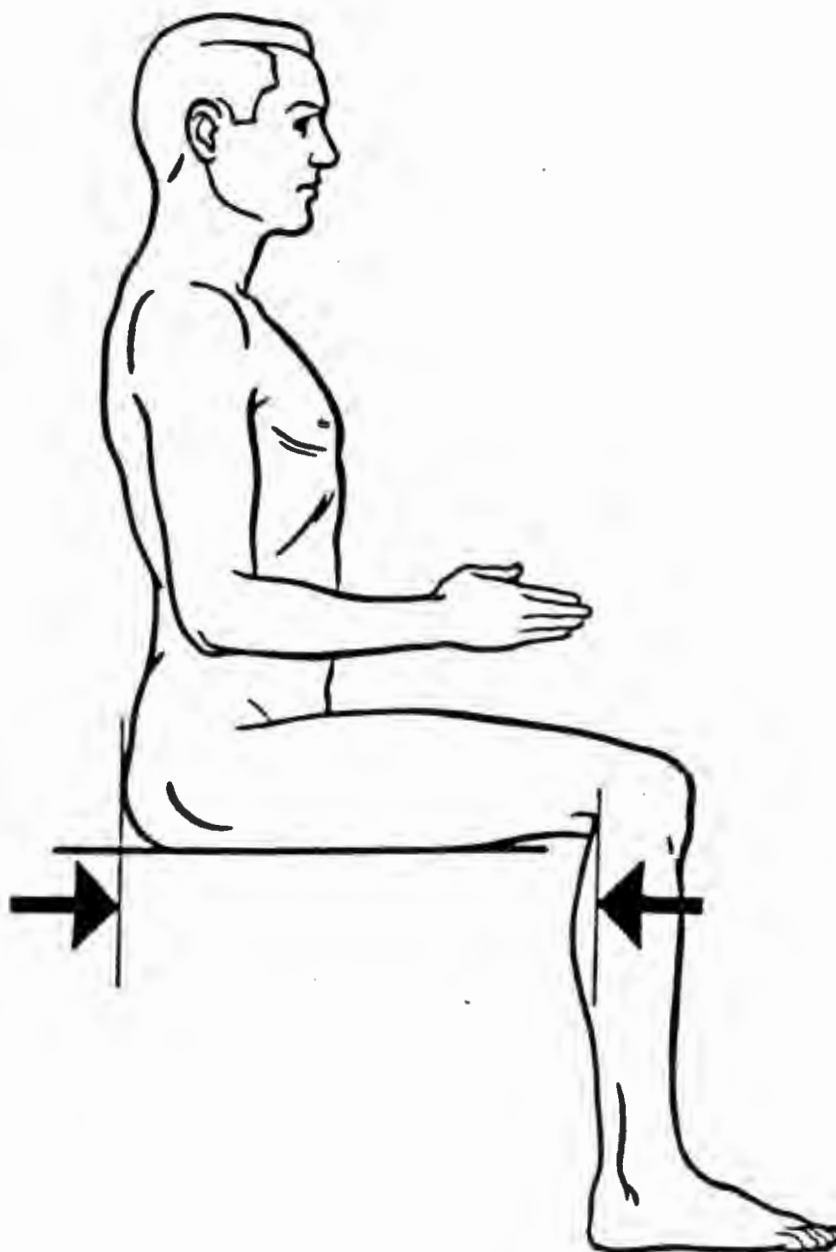
Die dimensie word m.b.v. die antropometer gemeet. Geen verlengstuk is nodig vir die meting nie.

Die biakromiale breedte bepaal die breedte van die bokant van die vliegtuigsitplek. Dit het ook 'n groot invloed op die ontwerp van die vlieggoorpak van die vlieënier. Toerusting soos die G-pak word nie deur die dimensie beïnvloed nie.

2.B. BOBEENLENGTE

A 4

Die horisontale afstand vanaf die agterkant van die bobeen tot by die agterkant van die knie.



2.B. BOBEEN LENGTE:

Die bobeenlengte is die horisontale afstand vanaf die agterkant van die bobeen (die boud) na die agterkant van die knie.

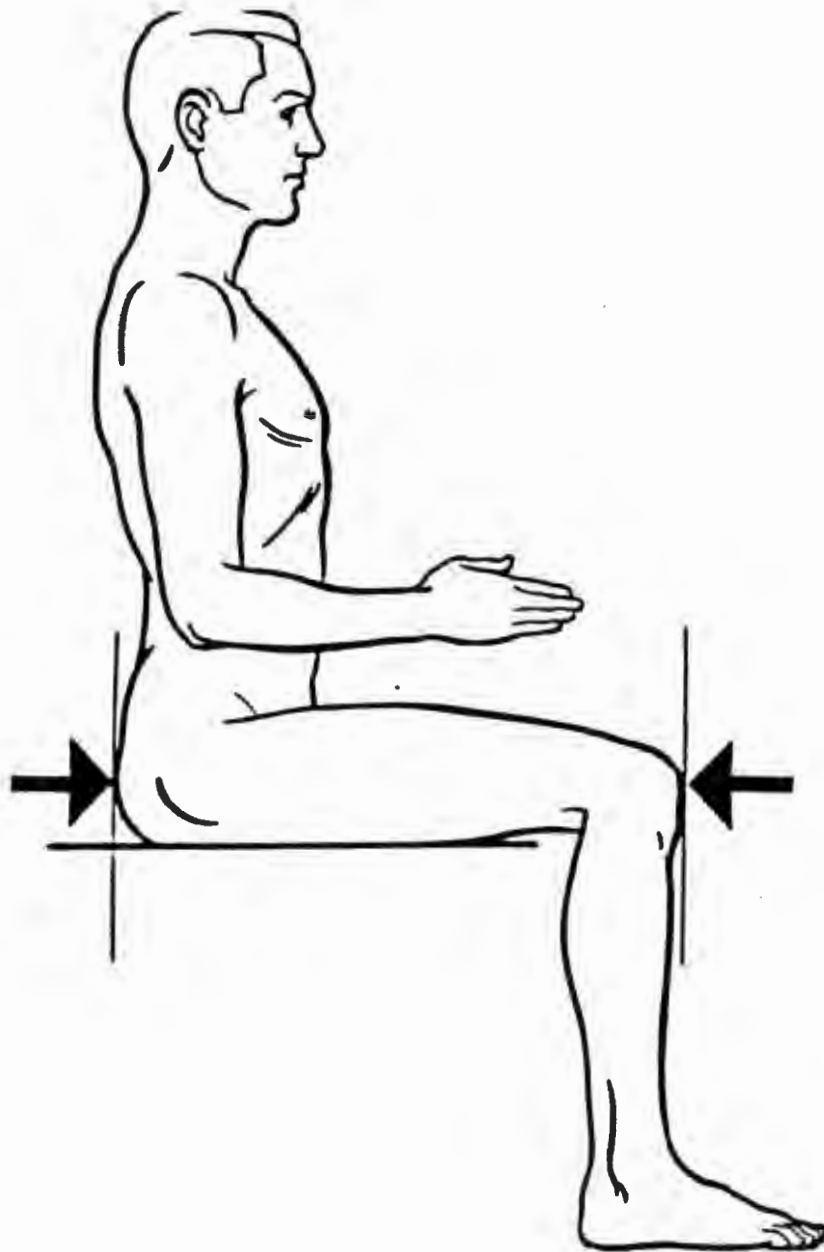
Die bobeenlengte word m.b.v. die antropometer gemeet. Die persoon sit op die meetstoel. Die stoel word gestel sodat die bobeen ongeveer horisontaal is. Die antropometer word dat so vasgehou dat die punte na bo wys. Die vaste punt van die meter word teen die agterste gedeelte van die bobeen gehou. Die verskuifbare gedeelte word verskuif tot teen die agterkant van die knie. Die persoon wat die metings doen, moet sorg dra dat die antropometer ten alle tye horisontaal is wanneer gemeet word.

Die bobeenlengte speel 'n belangrike rol by die lengte van die sitgedeelte van die sitplek. Die afstand bepaal die naaste punt wat die onderkant van die instrumentpaneel aan die sitplek kan wees. Die afstand na die pedaal is een van die kritiese bepalers van gemak en word beïnvloed deur die dimensie.

2.C. BOBEENLENGTE

A 5

Die horisontale afstand vanaf die agterkant van die bobeen tot by die, gemeet met die persoon in 'n sittende posisie.



2.C. BOBEEN LENGTE:

Die verskil tussen die dimensie en die vorige dimensie, is die feit dat hierdie bobeenlengte nie aan die agterkant van die knie gemeet word nie, maar aan die voorkant daarvan.

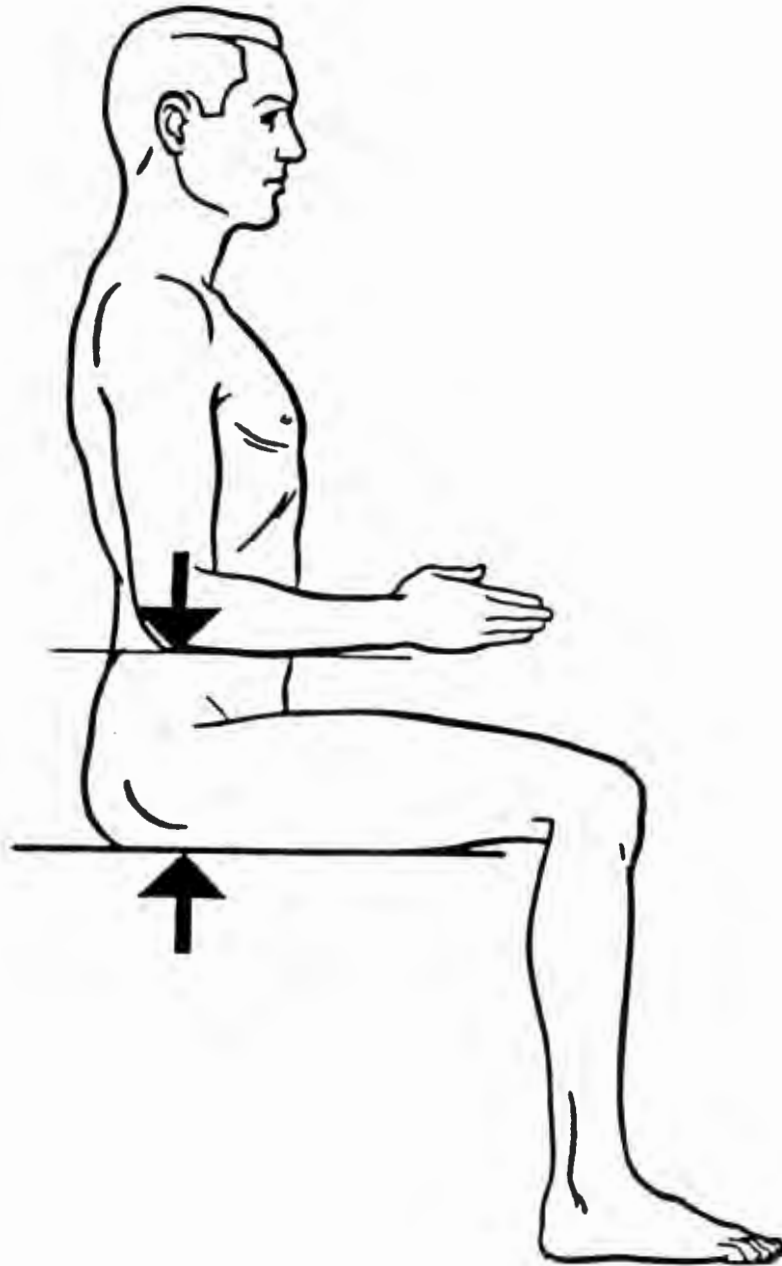
Dieselfde kriteria t.o.v. die sitposisie geld soos in die vorige meting. Die persoon moet regop op die meetstoel sit en die bobeen moet horisontaal wees. Die antropometer moet ook hier horisontaal gehou word.

Die afstand na die instrumentpaneel word grootliks deur die dimensie bepaal.

2.D. ELMBOOGRUSHOOGTE

A 6

Die vertikale afstand vanaf die sitoppervlakte tot by die onderpunt van die elmboog, gemeet met die persoon in 'n sittende posisie met die voorarm horisontaal.



2.D. ELMBOOGRUSHOOGTE:

Wanneer hierdie dimensie gemeet word, moet die persoon die regop sit. Die voorarm moet na voor wys in die horisontale posisie. Die hand moet oop wees met die palm wat na binne wys.

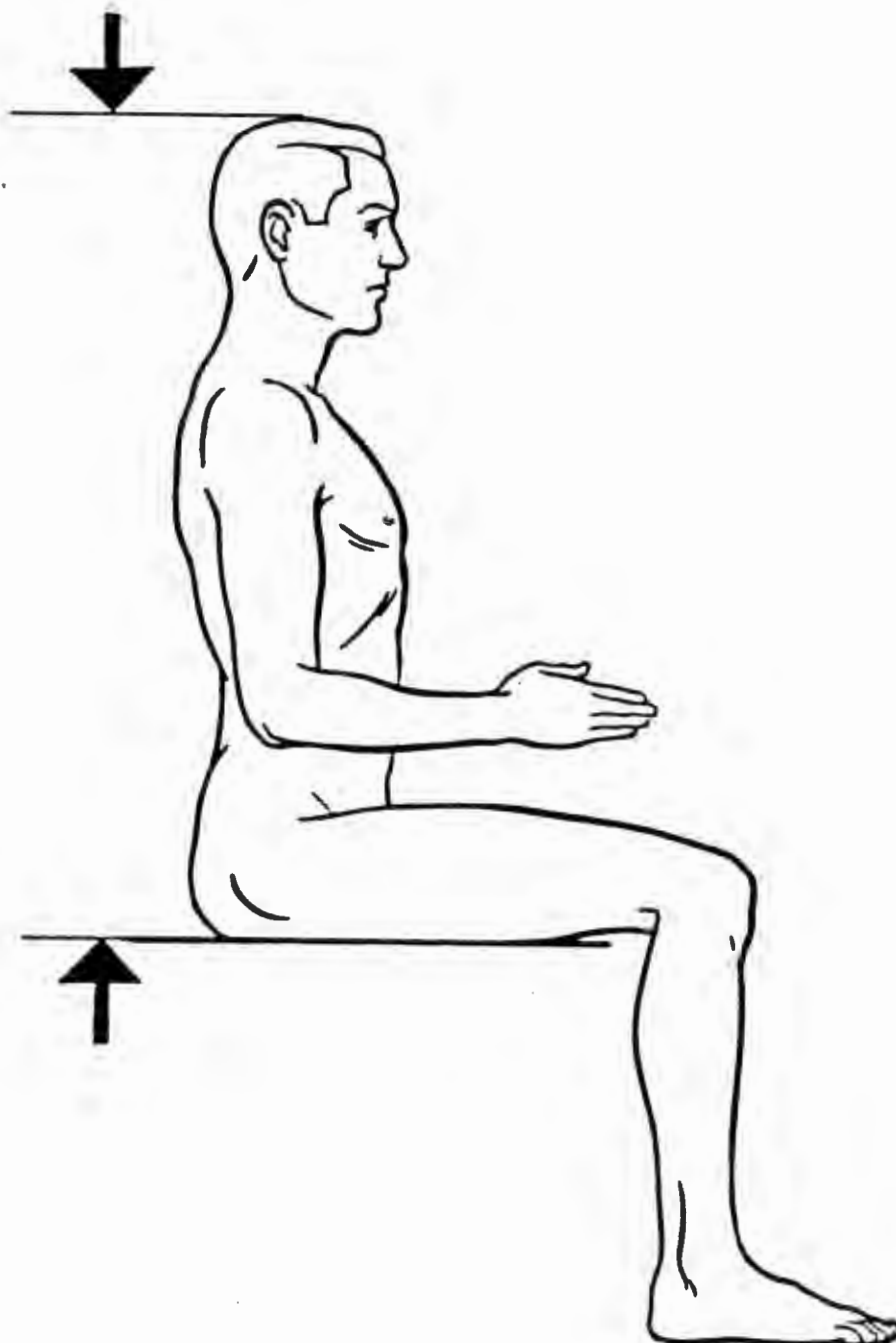
Die antropometer word vir die meet van die dimensie ingespan. Die reguit meetpunte word tussen die onderkant van die elmboog en die sitoppervlakte van die stoel geplaas wanneer die meting gedoen word. Die lesing wat van die teller afgelees word, word op die datakaart aangebring.

Die elmbooggrushoogte het 'n invloed op die sitplek ontwerp sowel as die ontwerp van vlieguitrusting. Die afstand is redelik konstant by beide geslagte en verskil ook nie baie by individue nie.

2.E. SITHOOGTE

A 7

Die vertikale afstand vanaf die sitoppervlakte tot by die bokant van die kop, met die persoon in 'n sittende posisie.



2.E. OOGHOOGTE:

Hierdie is seker die belangrikste dimensie i.t.v. kajuitontwerp. Die dimensie word gedefinieer as daardie afstand gemeet van die sitoppervlak na die ooghoogte van die persoon. Die persoon moet weereens in die sitposisie wees en regop sit. Die stoel moet eers ingestel wees sodat die bobeen van die persoon in die horisontale posisie is.

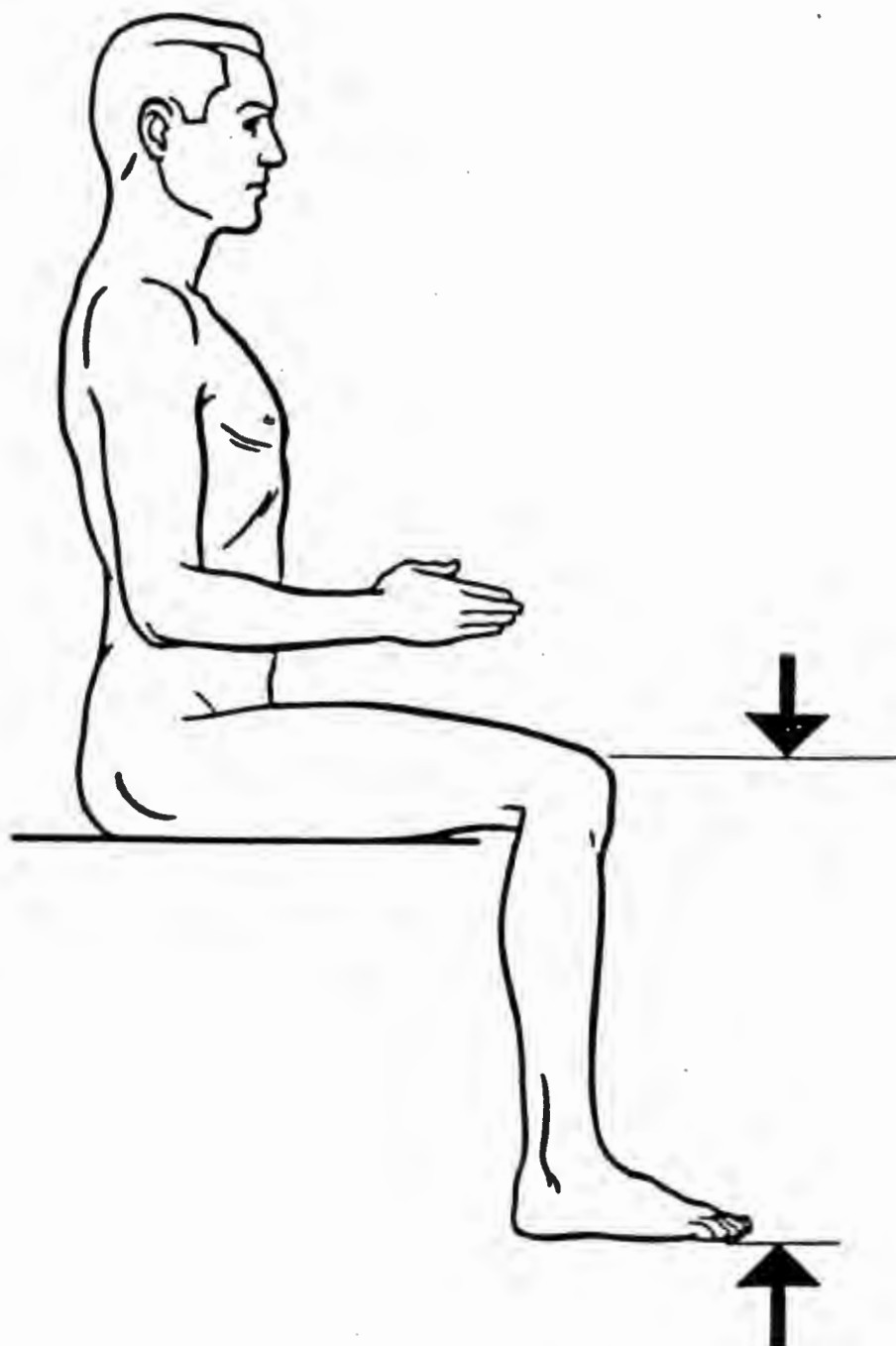
Die ooghoogte bepaal die afstand tussen die sitplekoppervlakte en die dak van die kajuit. Die ooghoogte bepaal die ontwerp-oog-posisie. (Design-eye-position - DEP).

Die kop van die persoon is sover moontlik in die Frankfortvlak gehou. Die vlak word gedefinieer as die posisie waar die tragion en die onderkant van die oogkas sover moontlik op 'n horisontale lyn gehou word.

2.F. KNIEHOOGTE

A 8

Die vertikale afstand vanaf die vloeroppervlakte tot by die bokant van die knie, gemeet met die persoon in 'n sitposisie.



2.F. KNIEHOOGTE:

Die kniehoogte is een van die dimensies wat in die sitposisie gemeet word. Die persoon sit weereens op die stoel. Die stoel word ingestel sodat die bobeen 'n horisontale lyn vorm. Die afstand van die vloer na die bokant van die patella (knieskyf) word gemeet en op die datakaart aangebring.

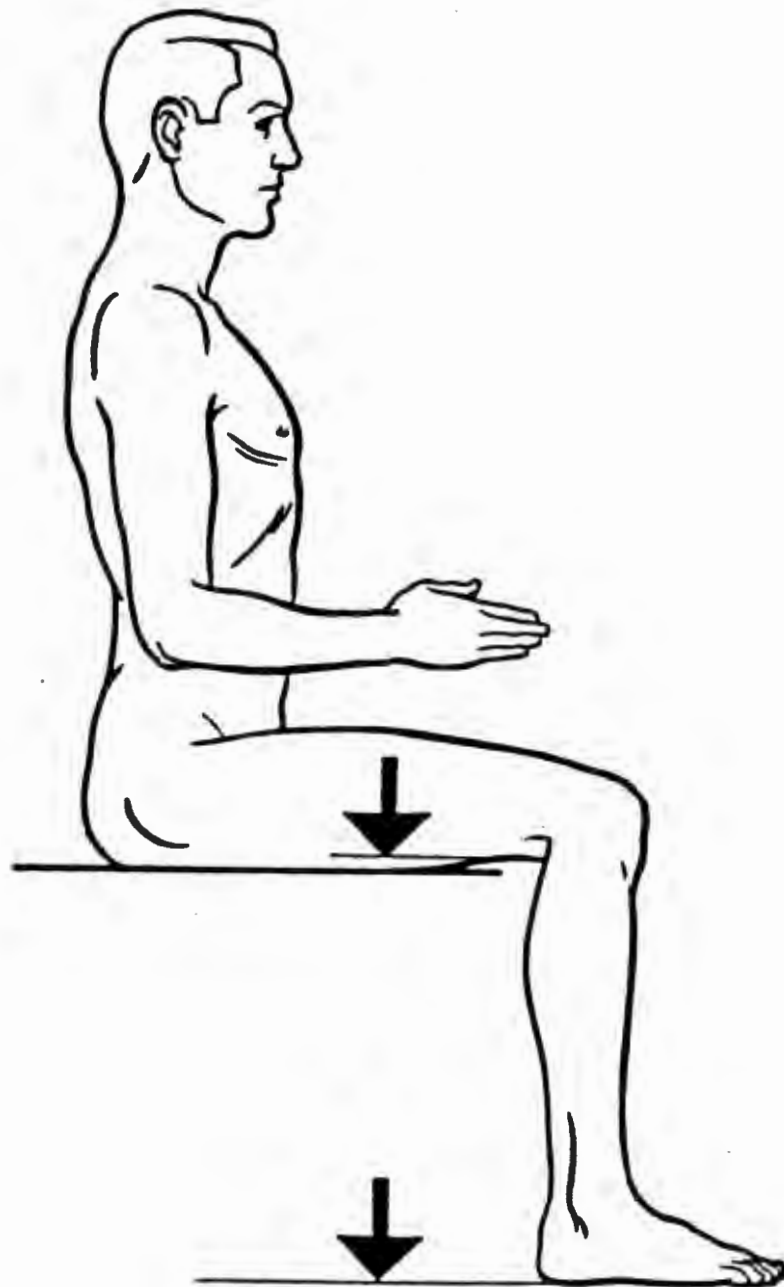
Die kniehoogte bepaal die hoogte van die onderste gedeelte van die paneelbord van die vliegtuig. Dit beïnvloed ook die afstand na die pedale en derhalwe die krag waarmee die vlieënier die pedale kan hanteer.

Die kniehoogte is een van die dimensies wat proporsionele verskille toon wanneer dit in verband met die liggaamslengte vergelyk word. Die Amerikaanse vlieënierpopulasie verskil aansienlik wat die verhouding betref van bv. die Japanese populasie.

2.G. POPLITIALE HOOGTE

A9

Die vertikale afstand vanaf die vloeroppervlakte tot by die onderkant van die been, gemeet met die persoon in 'n sittende posisie.



2.G. POPLITIALE HOOGTE:

Soos vir die ander sithoogtes, moet die meetstoel ingestel word. Die horisontale lyn van die bobeen moet gehandhaaf word. Die poplitiale hoogte is die afstand tussen die onderkant van die knie en die vloervlak.

Die dimensie word m.b.v. die antropometer gemeet. Die vaste punt van die apparaat word op die vloer neergesit en die verskuifbare gedeelte word dan onder die bobeen gehou. Die meetpunt is die waai van die been net agter die knie.

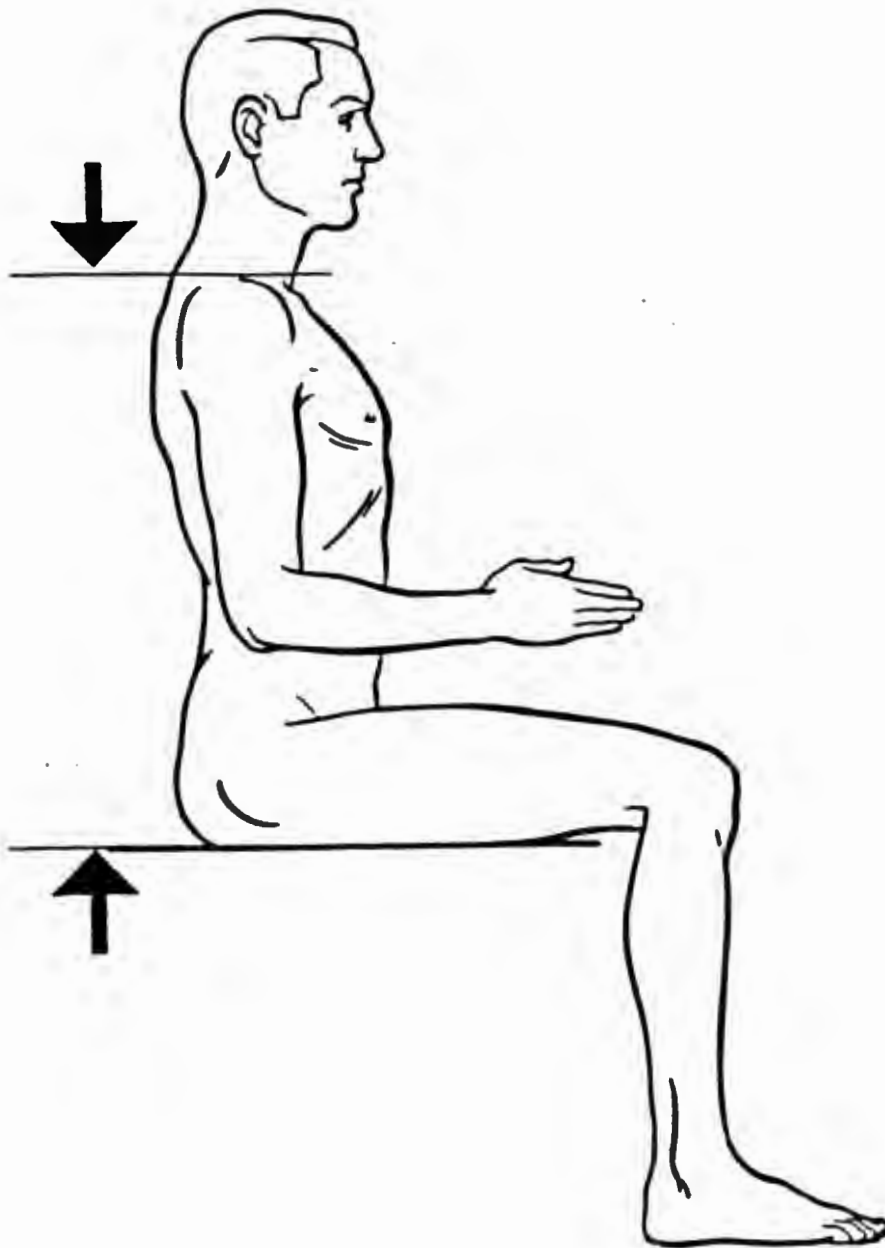
Hierdie dimensie verskil van die sitoppervlakhogte in die sin dat die poplitiale hoogte effens hoër is.

Die dimensie word gebruik in die ontwerp van die sitplek. Die afstand bepaal wissel nie baie in verhouding met die sitoppervlakhogte nie. Dit is redelik konstant tussen die geslagte.

2.H. SKOUERHOOGTE

A 10

Die vertikale afstand vanaf die sitoppervlakte tot op die punt van die skouer, gemeet met die persoon in 'n sittende posisie.



2.H. SKOUEHOOOTE:

Die skouerhoogte word gedefinieer as daardie hoogte wat gemeet word van die akromion van die skouer tot by die sitoppervlakte. Die akromion is die hoogste benige gedeelte van die skouer en is deel van die skapula.

Die persoon moet weereens regop sit op die stoel wat ingestel is. Die kop moet in die Frankfortvlak gehou word. Die vaste punt van die antropometer word op die sitoppervlak geplaas en die skuifpunt op die akromion.

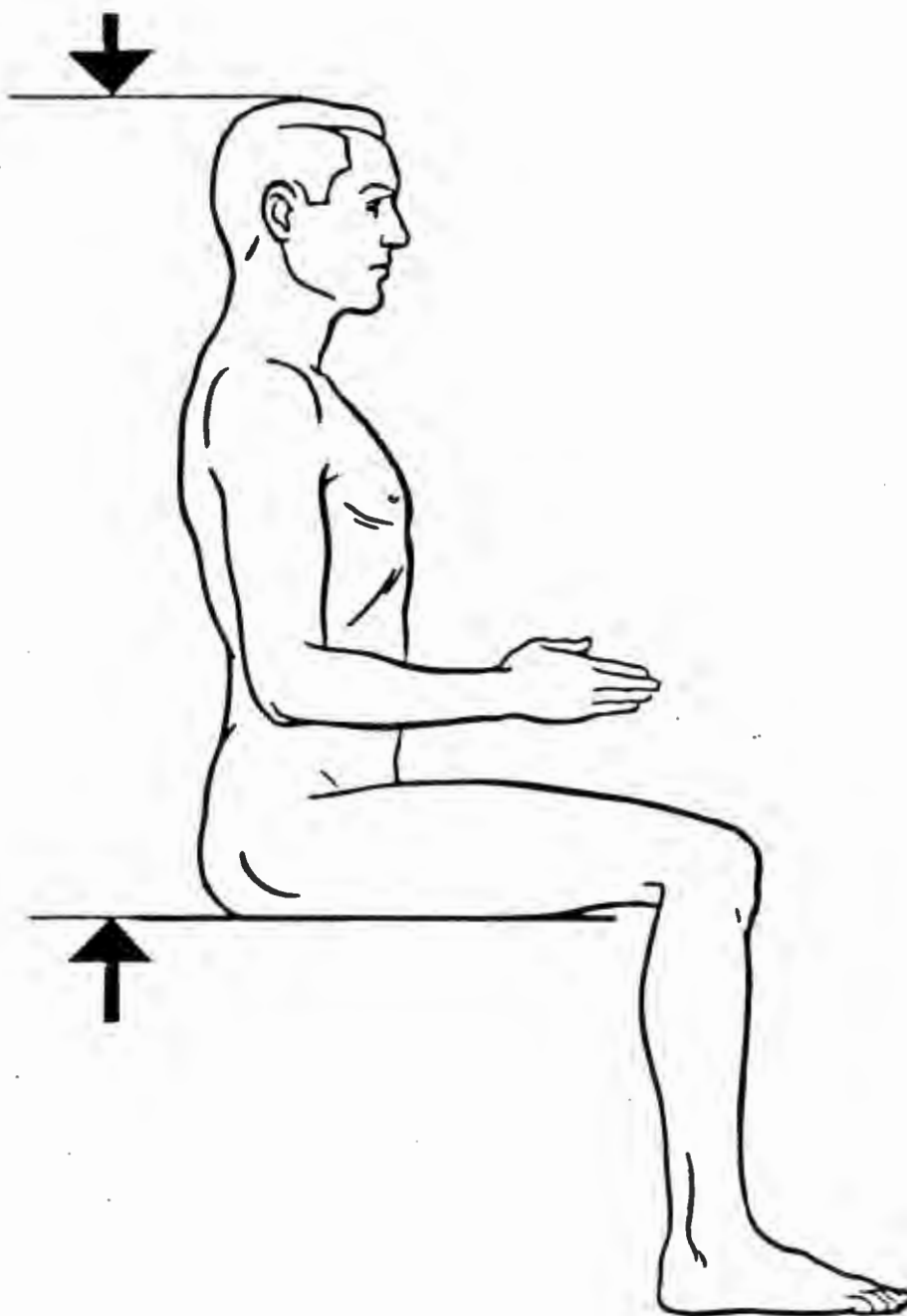
Die regterskouer is vir die meting gebruik. Dit skouer is gekies omdat die meerderheid van die populasie se dominante hand regs is.

Die skouerhoogte bepaal ook die diepte van die sitplek. Die ontwerp van toerusting soos die uitskietstoel en ook die sekondêre toerusting soos die veiligheidsbelde word beïnvloed.

2.1. SITHOOGTE

A 11

Die vertikale afstand vanaf die sitoppervlakte na die bokant van die kop, gemeet met die persoon in 'n sittende posisie.



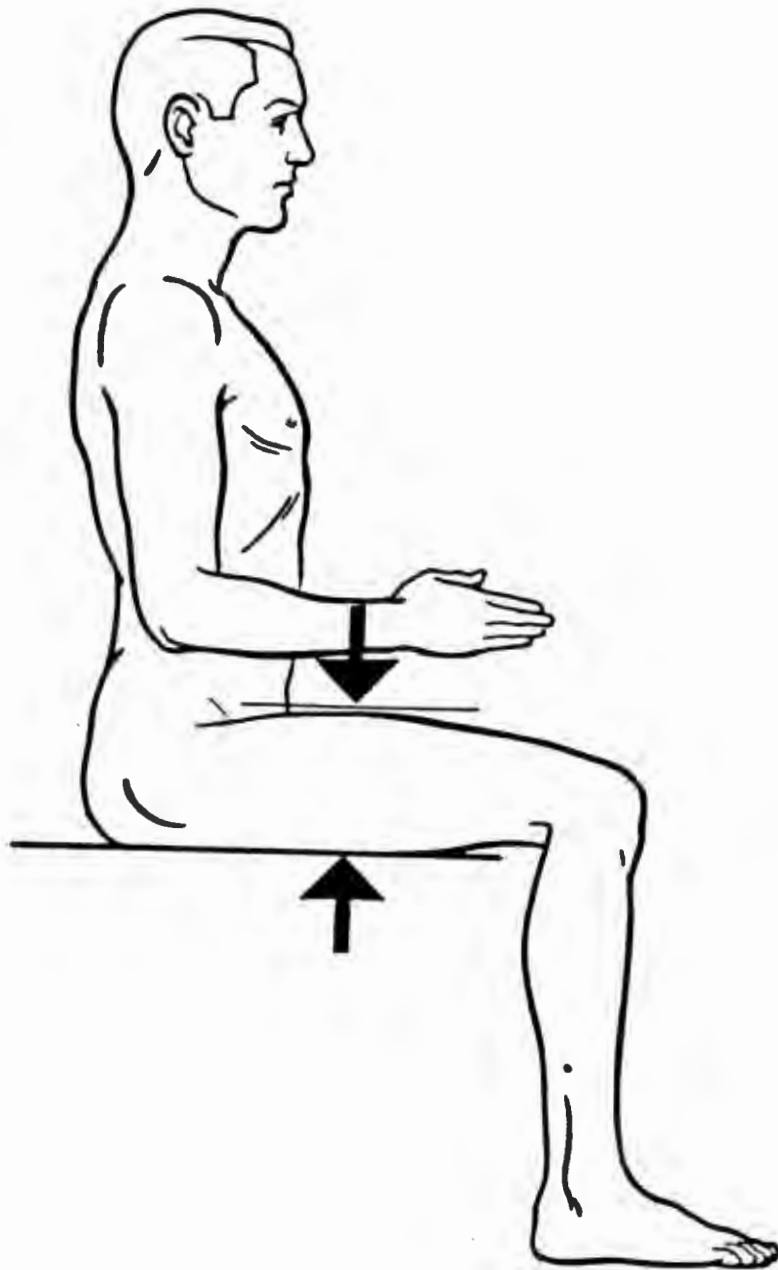
2.1. SITHOOGTE:

Hierdie is seker een van die belangrikste dimensies wat in die kajuitontwerp voorkom. Die natuurlike sitplek verwysingspunt word deur die sithoogte bepaal. (Natural seat reference point - NSRP).

Die sithoogte word gemeet met die persoon in die sitposisie. Die stoel word ingestel sodat die bobeen horisontaal is en die kop moet in die Frankfort vlak gehou word.

Die sithoogte is daardie afstand tussen die sitoppervlakte en die hoogste gedeelte van die kop. Die vaste punte van die antropometer word op die sitoppervlak geplaas met die verstelpunt teen die bokant van die kop. Die persoon wat die metings doen, moet sorg dra dat die hoogste benige punt gemeet word.

Die vertikale afstand vanaf die sitoppervlakte na die hoogste punt op die been, gemeet met die persoon in 'n sittende posisie.



2.J. BOBEEN SPEELRUIMTE:

Die dimensie is die afstand tussen die sitoppervlak en die bokant van die bobeen. Die stoelhoogte word verstel soos vir alle sitposisies. Die vaste punt van die antropometer word op die sitplekhoogte geplaas. Die skuifbare punt word op die bokant van die bobeen geplaas.

Die bobeenspeelruimte speel 'n belangrike rol by die ontwerp van die onderkant van die instrumentpaneel. Die hoogte van alle toerusting bo die vlak word daardeur beïnvloed.

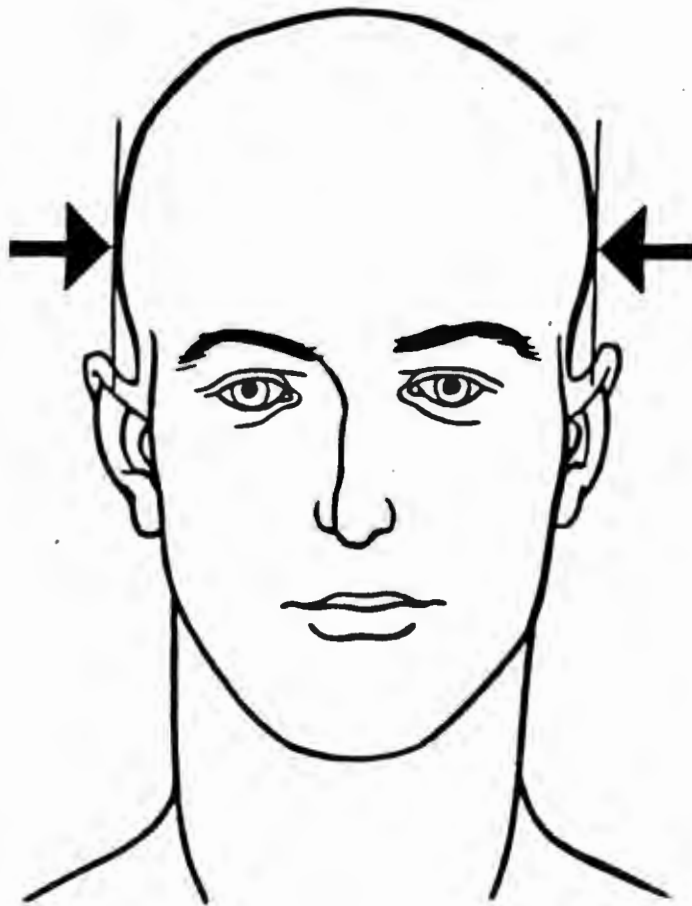
Die dimensie hang baie af van die dikte van die persoon se bobene. Dit is aansienlik kleiner by vroulike vlieëniers en verskil tussen mans.

GROEP 3. KOPMATES

3.A. BIAURIKULÊRE BREEDTE

A 13

Die afstand vanaf die mees laterale punt van die regter oor tot by dieselfde punt by die linker oor.



3.A. BIAURIKULÊRE BREEDTE:

Die breedte is die afstand van die mees laterale punt bo die linkeroor tot dieselfde punt bo die regteroor.

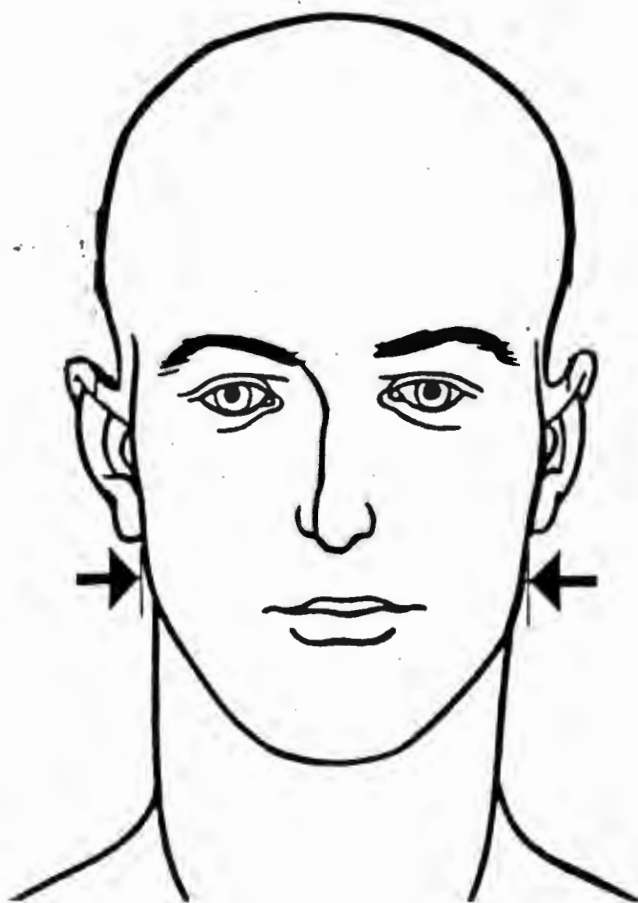
Die biaurikulêre breedte word m.b.v. die antropometer gemeet. Die reguit punte word aan die apparaat aangebring. Die twee punte word aan weerskante van die kop gehou en die lesing op die teller word neergeskryf.

Die dimensie bepaal die breedte van die kop. Die ontwerp van die helmet hang grootliks van die dimensie af. Variasies in die dimensie word veroorsaak deur die deursnit van die kopbeen. Verskille is groot wat die moontlikheid van 'n eie helmet vir elke vlieënier 'n aantreklike oplossing maak.

3.B. BIGONIALE BREEDTE

A 14

Die breedte van die laer deel van die kakebeen tot by die goniale hoek aan die agterkant van die kakebeen.



3.B. BIGONIALE BREEDTE:

Die bigoniale breedte is die breedte van die laer deel van die kakebeen tot by die goniale hoek aan die agterkant van die kakebeen.

Hierdie dimensie word met behulp van die antropometer gemeet.

Die dimensie is van belang by die ontwerp van die helmet van die vlieënier. Die breedte wat toegelaat word vir die helmet, speel weer 'n belangrike rol by die akkommodasie van die vlieënier se kop. Die vlieënier moet toegelaat word om sy kop ten minste 45° na albei kante te kan beweeg. Om dit te vermag, moet die helmet so ontwerp wees dat die breedste gedeelte nie die kopbeweging van die vlieënier beïnvloed nie.

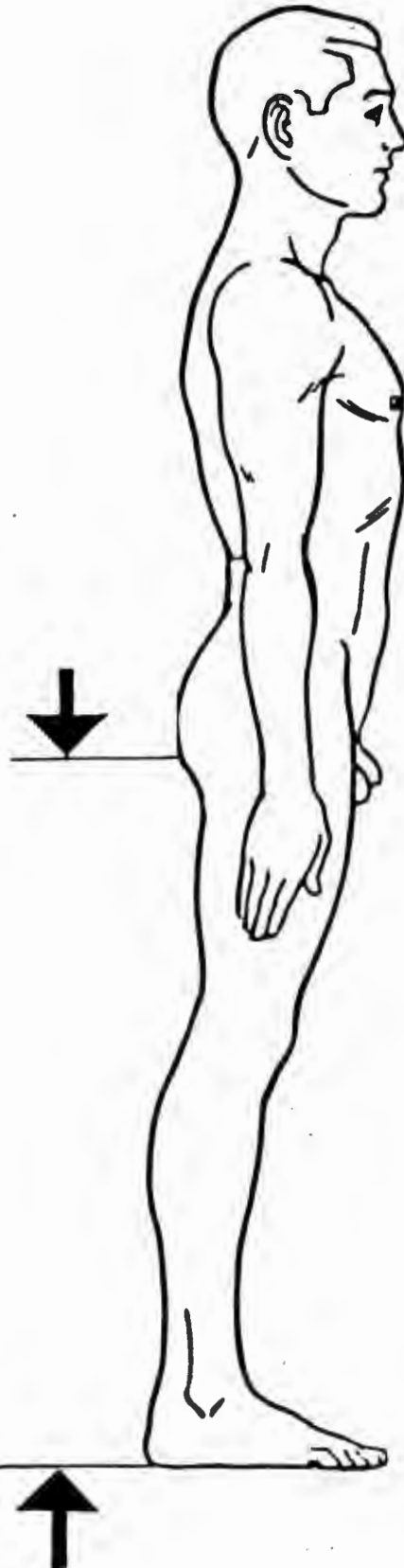
Wanneer die dimensie gemeet word, moet sorg gedra word dat die breedte van die kakebeen gemeet word, en nie die breedte van die nek van die persoon nie. Die plasing van die stawe van die antropometer is baie belangrik. Deur die stawe liggies aan die kante van die M. Masseter (Kouspier) te druk, kan die korrekte meting gedoen word.

GROEP 4 STAANDELENGTEMATES

4.A. MIKHOOGTE

A 15

Die vertikale afstand vanaf die vloeroppervlakte tot by die posterior protrusion van die boud.



4.A. MIKHOOGTE:

Die mikhoogte is daardie vertikale afstand wat gemeet word van die vloeroppervlakte tot by die posterior protrusion van die boud. Die protrusion is die velvou wat die vel oor M. Glutius Maksimus vorm.

Hierdie dimensie gee 'n aanduiding van die beenlengte van die persoon. Groot verskille kom voor in die mikhoogte van die Amerikaanse-, Japanese- en Viëtnamese vlieëniers.

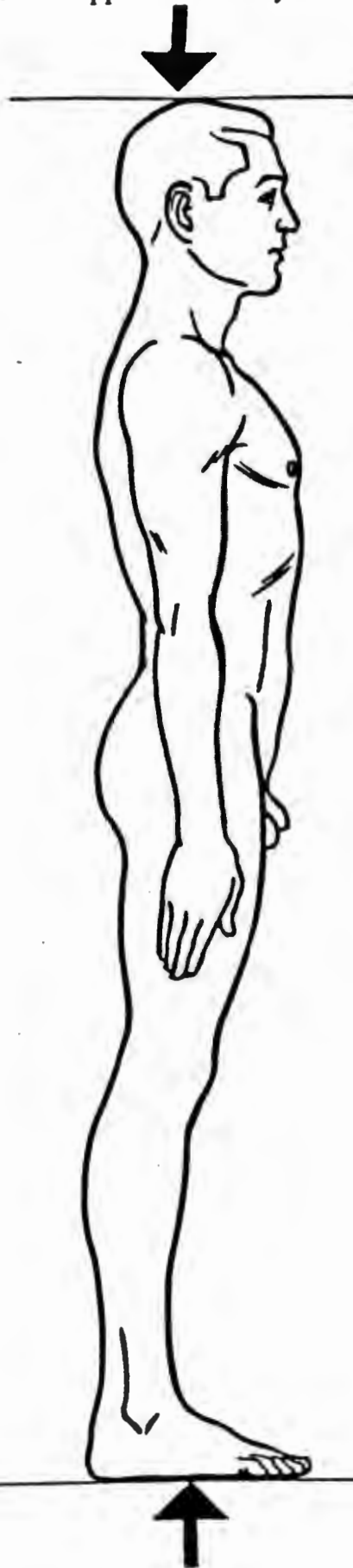
Die mikhoogte word m.b.v. die antropometer gemeet. Die voetstuk wat vir die staandehoogtemates ontwikkel is, word in die geval gebruik. Die voetstuk van die apparaat bestaan uit 'n paar lae perspex wat op mekaar geplak word om sodoende 'n voetstuk te vorm. 'n Baie reguit opening word in die perspex geboor en die staaf van die antropometer word in die opening aangebring. Die persoon wat die metings doen moet sorg dra dat die apparaat loodreg in die opening aangebring word.

Die mikhoogte speel 'n baie belangrike rol by die ontwerp van die kajuit van die vegvliegtuig. By die berekening van die afstand vanaf die pedale word die mikhoogte gebruik.

4.B. LIGGAAMSLENGTE

A 16

Die vertikale afstand vanaf die vloeroppervlakte tot by die bopunt van die kop.



4.B. LIGGAAMSLENGTE:

Die liggaamslengte van die proefpersoon word m.b.v. die antropometer gemeet. Die voetstuk wat in detail beskryf word in hoofstuk 5, word van perspex gemaak. Die antropometer word loodreg in die voetstuk aangebring.

Die persoon wat die meting doen, moet verseker dat die proefpersoon regop staan wanneer die meting gedoen word. Indien die proefpersoon nie regop staan nie, sal die lesing geen waarde hê nie aangesien dit nie 'n ware weerspieëling is van die dimensie nie.

Die liggaamslengte word in die ontwerp van die vevliegtuig-kajuit op heelparty plekke gebruik. Die lengte is dan ook veral belangrik wanneer verhoudings uitgedruk word in terme van die liggaamslengte. Dit dien dan as 'n maatstaf waarteen vergelyk kan word.

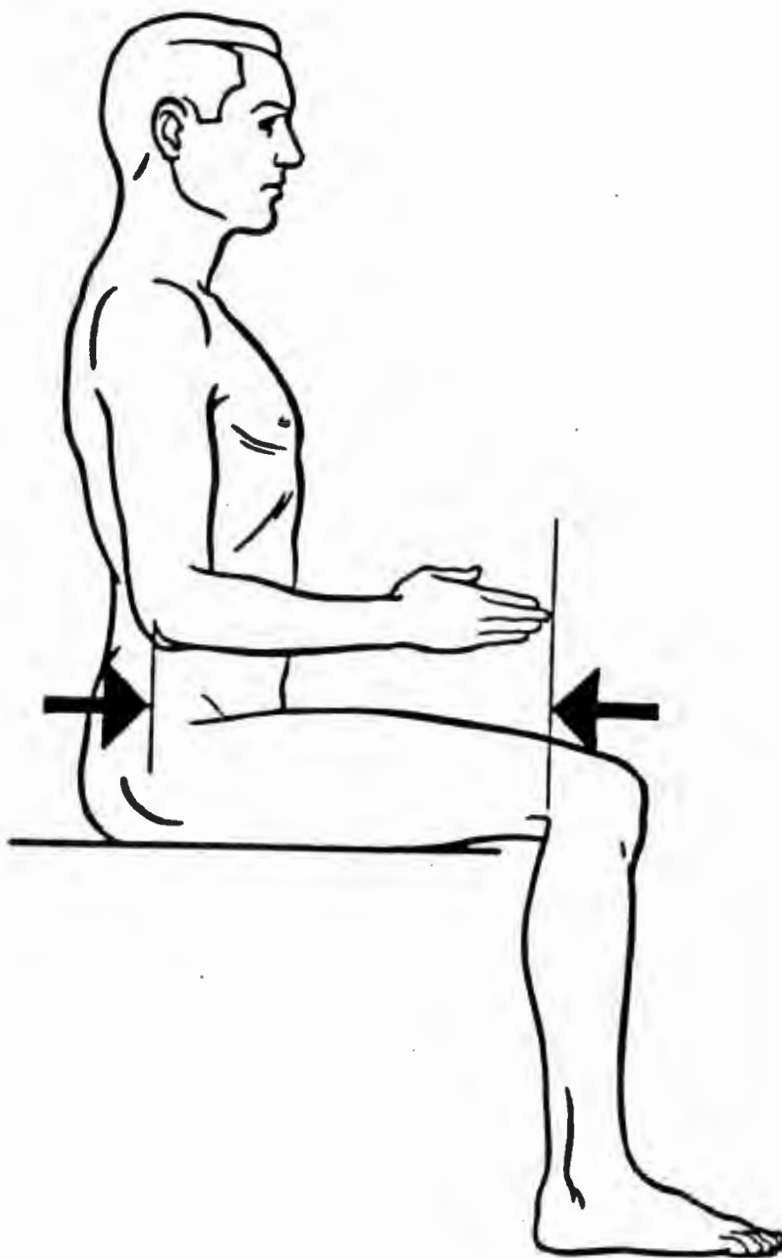
Alhoewel die liggaamslengte van twee persone dieselfde kan wees, is dit nie te sê dat die mikhoogte dieselfde is nie. Die rede hiervoor is die feit dat 'n korter mikhoogte aangevul kan word deur 'n langer romp. Die verhouding tussen die mikhoogte en liggaamslengte verskil dan ondanks die feit dat die ander lengtes nie verskil nie.

GROEP 5 ARMLENGTES

5.A. ELMBOOG-VINGERPUNT LENGTE

A 17

Die horisontale afstand vanaf die agterkant van die elmboog tot by die punt van die middelvinger, met die hand in ekstensie.



5.A. ELMBOOG-VINGERPUNT LENGTE:

Hierdie lengte, die elmboog-vingerpunt lengte, is die horisontale afstand vanaf die agterkant van die elmboog na die punt van die middelvinger. 'n Belangrike voorvereiste is die feit dat die hand in ekstensie moet wees.

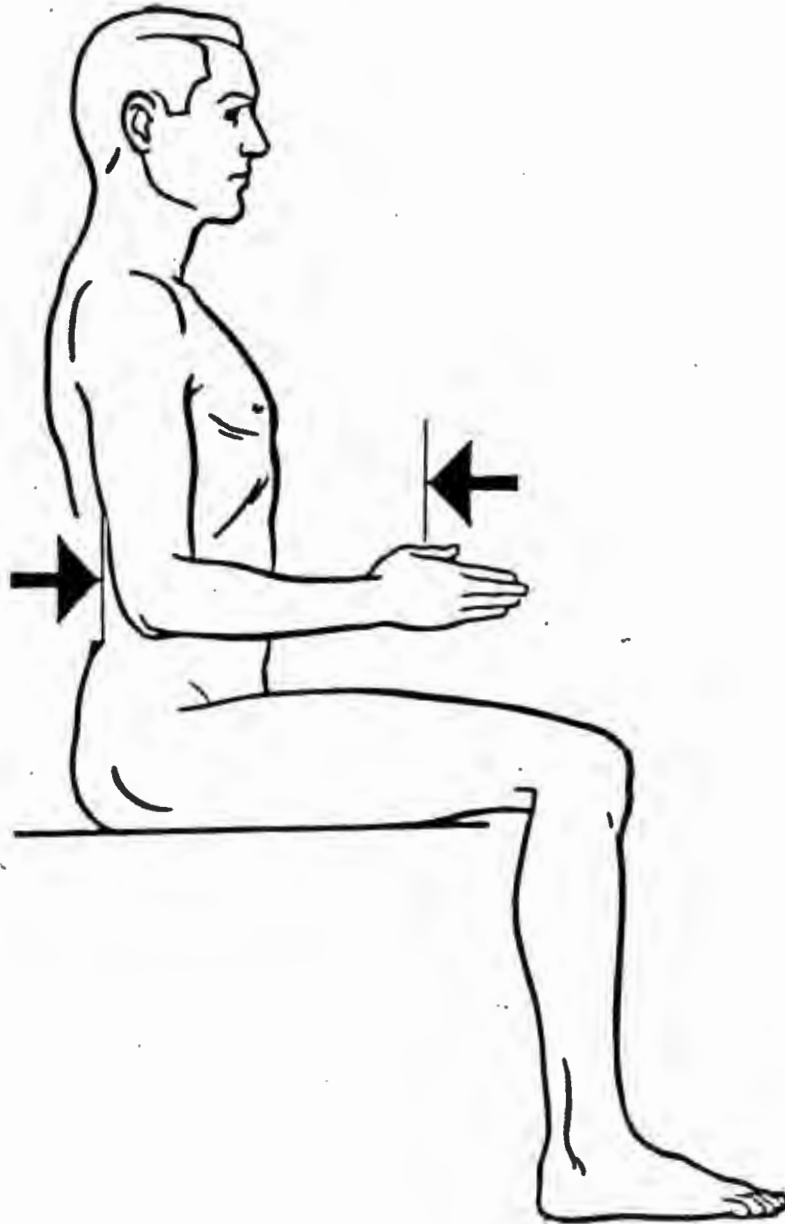
Die dimensie word d.m.v. die antropometer gemeet. Die persoon wat die meting doen, moet verseker dat die staaf van die antropometer aan die agterkant van die kondiel van die ulna druk. Die ander staaf moet teen die voerpunt van die middelvinger druk met die oop hand in die regop posisie.

Die elmboog-vingerpunt lengte is veral belangrik vir die plasing van die beheerstok van die vliegtuig. Ander kontroles moet ook so ontwerp word dat die dimensie in ag geneem word.

5.B. ELMBOOG-GREEPLENGTE

A 18

Die horisontale afstand vanaf die agterkant van die elmboog tot by die middel van die toe vuis.



5.B. ELMBOOG-GREEP LENGTE:

Die elmboog-greep lengte is die horisontale afstand vanaf die agterkant van die elmboog na die middel van die toe vuis.

Die dimensie word soos die vorige m.b.v. die antropometer gemeet. Die meetposisie agter die elmboog bly dieselfde maar die voorste meetposisie verander. Die proefpersoon moet gevra word om 'n pen in die hand van te hou. Deur die pen regop te hou, kan die verlangde meetposisie verkry word.

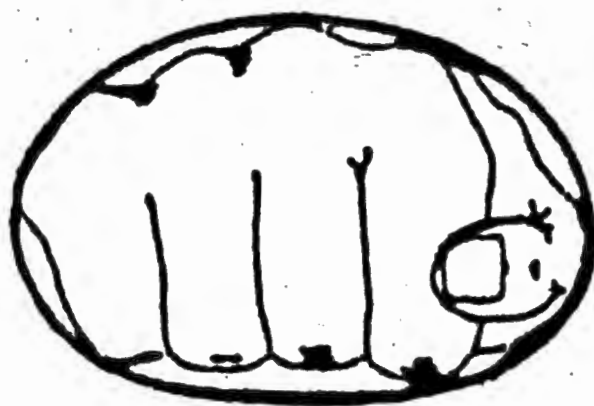
Hierdie dimensie is belangrik by die ontwerp van die beheerstok van die vliegtuig. Die effektiewe greep wat die vlieënier kan uitoefen, bepaal die gemak waarmee die vlieënier die drukknoppies op die stok kan beheer. Die effektiewe gebruik van die hande in die moderne vliegtuig is van die uiterste belang. Die gesofistikeerde wapentoerusting word hoofsaaklik met die kontroles beheer.

GROEP 6 HANDMATES

6.A. VUISOMTREK

A 19

Die omtrek van die toe vuis (met die duim wat na die pinkie wys), gemeet met 'n maatband oor die duim en kneukels.



6.A. VUIS OMTREK:

Die omtrek van die vuus van die vlieënier speel 'n belangrike rol by die ontwerp van handkontroles en ook die beheerstok. Die data wat hier ingesamel word, kan ook gebruik word vir die ontwerp van handskoene en ander kledingstukke vir die vlieënier.

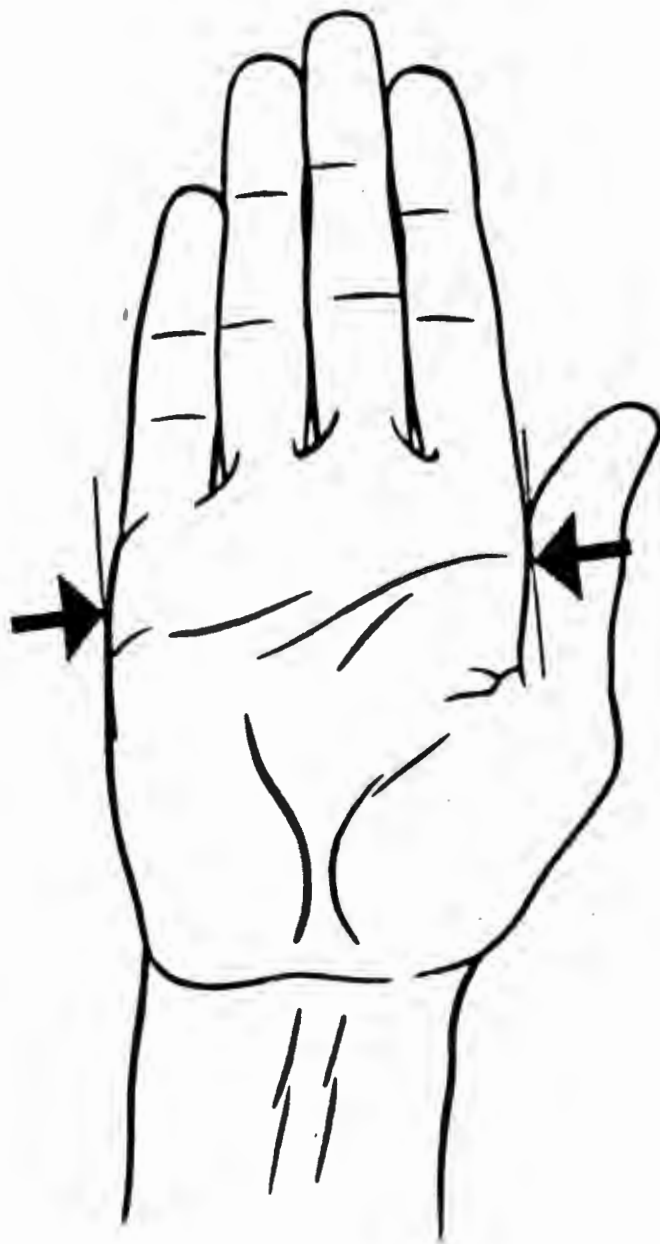
Die vuusomtrek word m.b.v. 'n kleremaatband gemeet. Die proefpersoon word gevra om die vuus styf toe te maak. Die maatband word dan oor die kneukels geplaas en waar die punt van die maatband weer die maatband sny, word die lesing geneem.

Die vuusomtrek is 'n aanduiding van die grootte van die vlieënier se hand. Kontroles kan so aangepas word dat die omtrek ook in die ontwerp geïnkorporeer word.

6.B. HANDBREEDTE

A 20

Die breedte van die hand, gemeet oor die eindes van die metakarpale bene.

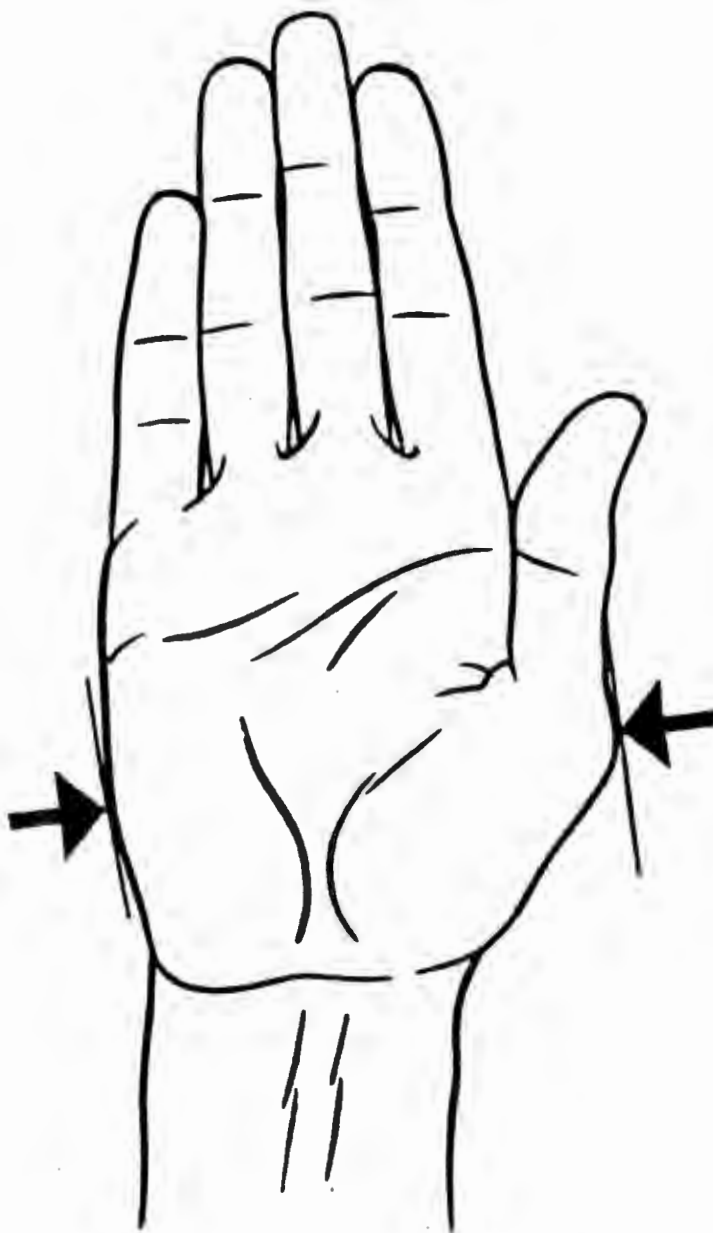


6.B. HAND BREEDTE:

Die breedte van die hand word gemeet oor die metakarpale bene. Dit is dan ook die breedste gedeelte van die hand.

Die handbreedte word m.b.v. die skuifpasser gemeet. Die passer bestaan uit 'n verskuifbare staaf wat op 'n vaste gekalibreerde staaf gemonteer is. Die twee meetpunte van die skuifpasser word dan aan weerskante van die metakarpale bene van die hand geplaas. Die lesing word aangeteken.

Die breedte speel soos die ander handmates ook 'n baie belangrike rol by die ontwerp van handkontroles. Veral die diepte van die handstuk word deur die breedte beïnvloed.



6.C. HAND BREEDTE BY DIE DUIM:

Die dimensie word op dieselfde wyse gemeet as die vorige. Die groot verskil is egter dat die mate nie oor die metakarpale bene gemeet word nie, maar wel oor die breedste gedeelte van die hand, d.w.s. oor die duim.

Die skuifpasser word ook hier gebruik. Die meetpunte van die skuifpasser word aan die kant van die hand op die Adduktor spier gedruk. Die ander meetpunt word teen die gewrig tussen die metakarpale en die eerste falanks van die duim gedruk.

6.D. HANDLENGTE

A 22

Die afstand vanaf die basis van die hand by die pols tot by die punt van die middel vinger.



6.D. HAND LENGTE:

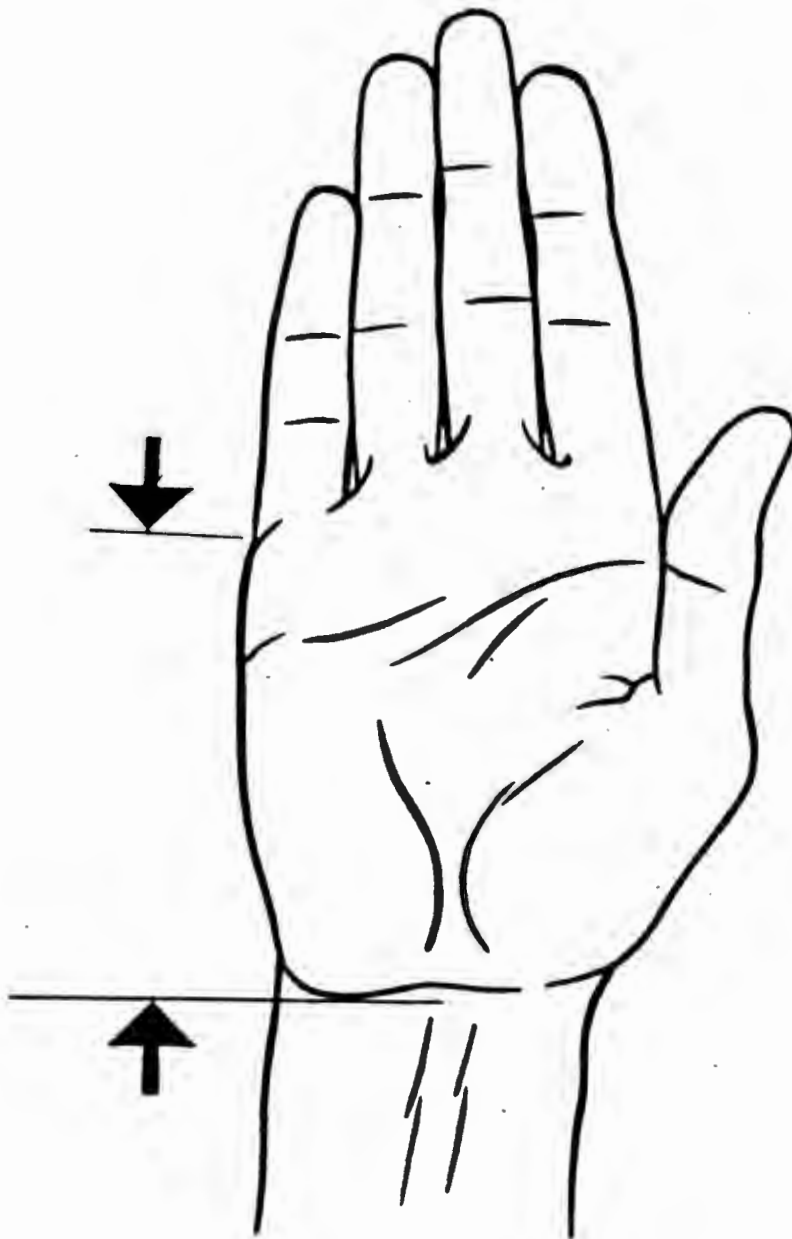
Die handlengte is daardie afstand vanaf die basis van die hand by die pols na die punt van die middelvinger. By die pols word die grens aangedui deur die karpale been wat aan die mediale kant van die hand geleë is.

Die handlengte speel 'n baie belangrike rol by verskeie van die dimensies waar handtoerusting ontwerp word. Die vorm en grootte van die beheerstok en die plasing van die verskillende druksensors wat veral wapenkontroles beheer, word grootliks deur die dimensie bepaal.

Die handlengte word m.b.v. 'n skuifpasser bepaal soos met die ander handlengtes ook die geval is. Die vaste staaf van die skuifpasser word teen die basis van die hand gehou en die skuifbare gedeelte teen die punt van die middelvinger.

Die lengte van die vingers word nie bepaal nie. Die rede hiervoor is dat die handpalmlengte bepaal word. Die vingerslengte word dan bepaal deur die palmlengte van die handlengte af te trek. Die verskil dui die vingerlengte aan.

Die afstand vanaf die basis van die hand by die pols tot by die begin van die middelvinger.



6.E. PALM LENGTE:

Die palmlengte is die afstand vanaf die basis van die hand by die pols na die begin van die middelvinger.

Die dimensie word ook soos die vorige dimensie m.b.v. die skuifpasser bepaal. Die anatomiese punte in hierdie geval is by die pols dieselfde maar verskil by die middelvinger. Die basis van die middelvinger is die gedeelte van die vinger by die gewrig tussen die metakarpale beentjie van die middelvinger en die eerste falanks van die middelvinger.

Die skuifpasser se verskuifbare staaf moet in die velvou bo-op die gewrig gehou word.

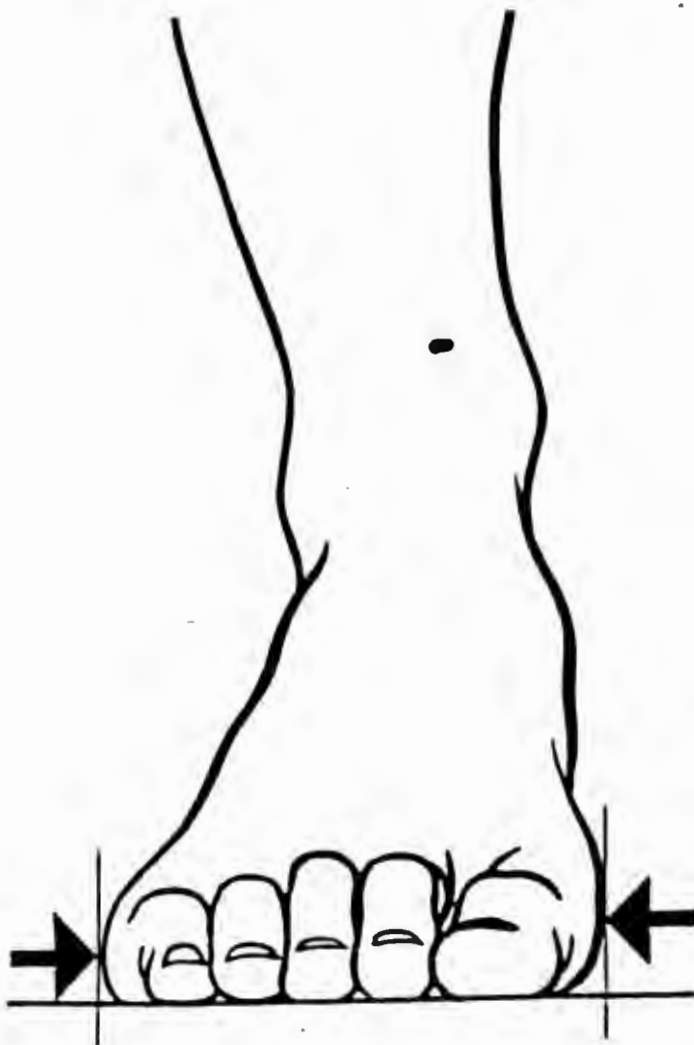
Soos die ander handlengtes bepaal die palmlengte die dimensies van die beheerstok. Die dikte van die stok word veral deur die dimensie bepaal.

GROEP 7 VOETMATES

7.A. VOETBREEDTE

A 24

Die maksimum breedte van die voet, gemeet by die regter hoeke van die lang voet-asse.



7.A. VOET BREEDTE:

Die breedte van die voet is die maksimum breedte van die voet, gemeet by die regter hoeke van die lang voet-asse. Die voorste gedeelte van die voet, d.w.s. die gedeelte net aan die laterale kant van die kleintoontjie en die mediale kant van die groottoon.

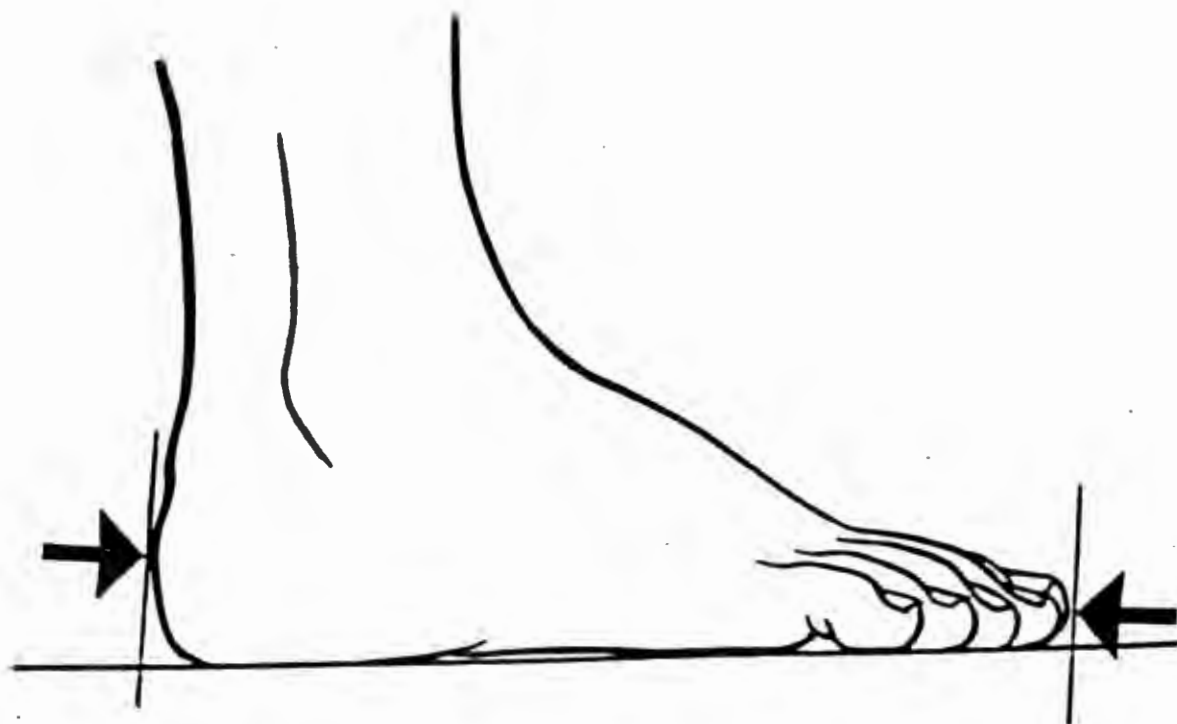
Die voetmates word m.b.v. die selfvervaardigde skoenkassie gemeet. Die skoenkassie bestaan uit 'n plat houtplank wat + 200 mm dik is. Die mates van die plank is 400 x 250 mm. Die een lang en een kort kant van die plank word d.m.v. 'n 50 mm hoë hout omsluit. (Sien hoofstuk 5 vir appaarte) Die plat oppervlakte van die houtplank word met grafiekpapier bedek. Die skaal van die papier word dan in millimeter ingedeel. Die proefpersoon moet dan sy voet in die hoek wat die regop planke dan maak plaas. Die lesing van die lengte en die breedte van die voet word dan afgelees.

Die voetbreedte bepaal die grootte van die voetposisie van die pedaal van die vliegtuig. Indien die voetstuk te groot ontwerp word, sal die vlieënier moeite ondervind met die plasing van die voet op die pedaal. Dit kan baie ongerief veroorsaak.

7.B. VOETLENGTE

A 25

Die lengte van die voet vanaf die haak tot by die punt van die langste toon.



7.B. VOET LENGTE:

Die lengte van die voet is die lengte vanaf die hak tot by die punt van die langste toon.

Die skoenkassie word ook vir die dimensie gebruik. Die haak word teen die kortste gedeelte van die kassie gedruk. Die lengte tot by die langste toon word dan bepaal.

Die lengte van die voet bepaal soos die breedte die groote van die pedaal van die vliegtuig. Indien die pedaal te lank is, sal die vlieënier moeite ondervind met die intrap van die pedaal, iets wat geen vlieënier kan bekostig nie.

Die voetdimensies word ook gebruik vir die ontwerp en bou van die vliegstawels vir die vlieëniers.

Bylaag B

Statistiese veranderlikes van die SALM-Studie

FIGUUR 1 A STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: ABDOMINALE DIEPTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	21.6
STEEKPROEF GEMIDDELD	23.20	ONDERSTE KWARTIEL	24.8
		INTERKWARTIELE WAARDE	3.20
STANDAARD AFWYKING	2.68	MEDIAAN	22.80
MINIMUM WAARDE	16.80	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.38
MAKSIMUM WAARDE	31.20	KOEFF VAN KURTOSE	3.50
REEKS	14.40		

TABEL 1 A PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	16.80	5 de PERSENTIEL	18.8
MAKSIMUM WAARDE	31.20	50 st PERSENTIEL	22.83
REEKS	14.40	95 st PERSENTIEL	27.5
1 st PERSENTIEL	16.80	99 st PERSENTIEL	31.20

TABEL 1 B STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: HEUP BREEDTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	37.50
STEEKPROEF GEMIDDELD	36.33	ONDERSTE KWARTIEL	34.80
		INTERKWARTIELE WAARDE	2.70
STANDAARD AFWYKING	2.07	MEDIAAN	36.20
MINIMUM WAARDE	32.00	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.49
MAKSIMUM WAARDE	41.80	KOEFF VAN KURTOSE	3.28
REEKS	9.80		

TABEL 1 B PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	32.00	5 de PERSENTIEL	32.00
MAKSIMUM WAARDE	41.80	50 st PERSENTIEL	36.20
REEKS	9.80	95 st PERSENTIEL	41.80
1 st PERSENTIEL	32.00	99 st PERSENTIEL	41.80

FIGUUR 2 A STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: BIAKROMIALE BREEDTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	35.10
STEEKPROEF GEMIDDELD	36.34	ONDERSTE KWARTIEL	38.00
		INTERKWARTIELE WAARDE	2.90
STANDAARD AFWYKING	2.31	MEDIAAN	36.00
MINIMUM WAARDE	30.90	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.34
MAKSIMUM WAARDE	42.90	KOEFF VAN KURTOSE	3.40
REEKS	12.00		

TABEL 2 A PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	30.9	5 de PERSENTIEL	33.0
MAKSIMUM WAARDE	42.9	50 st PERSENTIEL	36.0
REEKS	12.0	95 st PERSENTIEL	41.2
1 st PERSENTIEL	30.0	99 st PERSENTIEL	42.9

ABEL 2 B STATSISTIESE VERANDERLIKES

Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: BOBEENLENGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	62.30
STEEKPROEF GEMIDDELD	60.76	ONDERSTE KWARTIEL	58.30
		INTERKWARTIELE WAARDE	4.00
STANDAARD AFWYKING	3.25	MEDIAAN	60.60
MINIMUM WAARDE	51.40	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.05
MAKSIMUM WAARDE	69.10	KOEFF VAN KURTOSE	3.53
REEKS	17.70		

ABEL 2 B PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	51.40	5 de PERSENTIEL	55.70
MAKSIMUM WAARDE	69.10	50 st PERSENTIEL	60.60
REEKS	17.70	95 st PERSENTIEL	66.80
1 st PERSENTIEL	51.40	99 st PERSENTIEL	69.10

TABEL 2 C STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: BOBEENLENGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	49.10
STEEKPROEF GEMIDDELD	52.62	ONDERSTE KWARTIEL	45.10
		INTERKWARTIELE WAARDE	4.00
STANDAARD AFWYKING	3.89	MEDIAAN	47.00
MINIMUM WAARDE	46.00	KOEFF VAN SKEEFHEID	2.49
MAKSIMUM WAARDE	61.50	KOEFF VAN KURTOSE	12.41
REEKS	15.50		

TABEL 2 C PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	46.00	5 de PERSENTIEL	48.20
MAKSIMUM WAARDE	61.50	50 st PERSENTIEL	52.00
REEKS	15.50	95 st PERSENTIEL	57.20
1 st PERSENTIEL	46.00	99 st PERSENTIEL	61.50

TABEL 2 D STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: ELMBOOGRUSHOOGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	25.70
STEEKPROEF GEMIDDELD	24.94	ONDERSTE KWARTIEL	22.70
		INTERKWARTIELE WAARDE	3.00
STANDAARD AFWYKING	3.33	MEDIAAN	24.10
MINIMUM WAARDE	17.60	KOEFF VAN SKEEFHEID	1.00
MAKSIMUM WAARDE	33.50	KOEFF VAN KURTOSE	4.11
REEKS	15.70		

TABEL 2 D PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	17.60	5 de PERSENTIEL	19.60
MAKSIMUM WAARDE	33.50	50 st PERSENTIEL	24.10
REEKS	15.90	95 st PERSENTIEL	33.20
1 st PERSENTIEL	17.60	99 st PERSENTIEL	33.50

TABEL 2 E STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: OOGHOOGTE SITTEND			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	83.70
STEEKPROEF GEMIDDELD	81.10	ONDERSTE KWARTIEL	78.50
		INTERKWARTIELE WAARDE	5.20
STANDAARD AFWYKING	3.73	MEDIAAN	80.80
MINIMUM WAARDE	74.80	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.68
MAKSIMUM WAARDE	92.40	KOEFF VAN KURTOSE	3.46
REEKS	17.60		

TABEL 2 E PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	74.80	5 de PERSENTIEL	76.10
MAKSIMUM WAARDE	92.40	50 st PERSENTIEL	80.80
REEKS	17.40	95 st PERSENTIEL	87.30
1 st PERSENTIEL	74.80	99 st PERSENTIEL	92.40

TABEL 2 F STATISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: KNIE HOOGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	56.00
STEEKPROEF GEMIDDELD	54.10	ONDERSTE KWARTIEL	52.20
		INTERKWARTIELE WAARDE	3.80
STANDAARD AFWYKING	3.69	MEDIAAN	54.40
MINIMUM WAARDE	48.50	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.03
MAKSIMUM WAARDE	65.10	KOEFF VAN KURTOSE	4.56
REEKS	16.60		

TABEL 2 F PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	48.50	5 de PERSENTIEL	49.10
MAKSIMUM WAARDE	65.10	50 st PERSENTIEL	54.40
REEKS	16.60	95 st PERSENTIEL	61.20
1 st PERSENTIEL	48.50	99 st PERSENTIEL	65.10

TABEL 2 G STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: POPLITIALE LENGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	46.80
STEEKPROEF GEMIDDELD	45.80	ONDERSTE KWARTIEL	36.90
		INTERKWARTIELE WAARDE	17.80
STANDAARD AFWYKING	2.99	MEDIAAN	45.80
MINIMUM WAARDE	36.90	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.49
MAKSIMUM WAARDE	54.70	KOEFF VAN KURTOSE	5.29
REEKS	17.80		

TABEL 2 G PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	36.90	5 de PERSENTIEL	37.90
MAKSIMUM WAARDE	54.70	50 st PERSENTIEL	45.80
REEKS	17.80	95 st PERSENTIEL	49.20
1 st PERSENTIEL	36.90	99 st PERSENTIEL	54.70

TABEL 2 H STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: SKOUER HOOGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	65.30
STEEKPROEF GEMIDDELD	62.78	ONDERSTE KWARTIEL	60.60
		INTERKWARTIELE WAARDE	13.40
STANDAARD AFWYKING	2.96	MEDIAAN	62.60
MINIMUM WAARDE	55.20	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.14
MAKSIMUM WAARDE	68.60	KOEFF VAN KURTOSE	2.54
REEKS	13.40		

TABEL 2 H PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	55.20	5 de PERSENTIEL	58.00
MAKSIMUM WAARDE	68.60	50 st PERSENTIEL	62.60
REEKS	13.40	95 st PERSENTIEL	67.50
1 st PERSENTIEL	55.20	99 st PERSENTIEL	68.60

TABEL 2 I STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: SITHOOGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	98.33
STEEKPROEF GEMIDDELD	92.24	ONDERSTE KWARTIEL	86.50
		INTERKWARTIELE WAARDE	11.83
STANDAARD AFWYKING	3.62	MEDIAAN	94.20
MINIMUM WAARDE	84.70	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.33
MAKSIMUM WAARDE	104.80	KOEFF VAN KURTOSE	3.25
REEKS	20.10		

TABEL 2 I PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	84.70	5 de PERSENTIEL	86.50
MAKSIMUM WAARDE	104.80	50 st PERSENTIEL	92.90
REEKS	20.10	95 st PERSENTIEL	98.50
1 st PERSENTIEL	84.70	99 st PERSENTIEL	104.80

TABEL 2 J STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: BOBEEN SPEELRUIMTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	14.2
STEEKPROEF GEMIDDELD	15.36	ONDERSTE KWARTIEL	16.8
		INTERKWARTIELE WAARDE	2.60
STANDAARD AFWYKING	1.85	MEDIAAN	15.10
MINIMUM WAARDE	12.00	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.43
MAKSIMUM WAARDE	21.20	KOEFF VAN KURTOSE	3.23
REEKS	9.20		

TABEL 2 J PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	12.0	5 de PERSENTIEL	12.20
MAKSIMUM WAARDE	21.2	50 st PERSENTIEL	15.10
REEKS	9.2	95 st PERSENTIEL	18.20
1 st PERSENTIEL	12.00	99 st PERSENTIEL	21.20

TABEL 2 B STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: BIAURIKULÊRE BREEDTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	15.50
STEEKPROEF GEMIDDELD	15.86	ONDERSTE KWARTIEL	16.40
		INTERKWARTIELE WAARDE	0.90
STANDAARD AFWYKING	0.77	MEDIAAN	15.8
MINIMUM WAARDE	12.6	KOEFF VAN SKEEFHEID	1.17
MAKSIMUM WAARDE	17.5	KOEFF VAN KURTOSE	7.50
REEKS	4.9		

TABEL 2 B PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	12.60	5 de PERSENTIEL	14.90
MAKSIMUM WAARDE	17.50	50 st PERSENTIEL	15.80
REEKS	4.90	95 st PERSENTIEL	17.10
1 st PERSENTIEL	12.60	99 st PERSENTIEL	17.50

TABEL 3 B STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: BIGONIALE BREEDTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	13.40
STEEKPROEF GEMIDDELD	13.01	ONDERSTE KWARTIEL	12.40
		INTERKWARTIELE WAARDE	1.00
STANDAARD AFWYKING	0.96	MEDIAAN	12.90
MINIMUM WAARDE	11.30	KOEFF VAN SKEEFHEID	1.61
MAKSIMUM WAARDE	17.20	KOEFF VAN KURTOSE	7.96
REEKS	5.90		

TABEL 3 B PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	11.30	5 de PERSENTIEL	11.80
MAKSIMUM WAARDE	17.20	50 st PERSENTIEL	12.90
REEKS	5.90	95 st PERSENTIEL	14.40
1 st PERSENTIEL	11.30	99 st PERSENTIEL	17.20

TABEL 4 A STATSISTIESE VERANDERLIKES

(waardes in sentimeter)

DIMENSIE: MIKHOOGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	97.90
STEEKPROEF GEMIDDELD	94.20	ONDERSTE KWARTIEL	90.30
		INTERKWARTIELE WAARDE	7.60
STANDAARD AFWYKING	5.14	MEDIAAN	94.2
MINIMUM WAARDE	83.70	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.12
MAKSIMUM WAARDE	106.80	KOEFF VAN KURTOSE	2.67
REEKS	23.10		

TABEL 4 A PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	83.70	5 de PERSENTIEL	84.90
MAKSIMUM WAARDE	106.80	50 st PERSENTIEL	94.20
REEKS	23.10	95 st PERSENTIEL	104.00
1 st PERSENTIEL	83.70	99 st PERSENTIEL	106.80

TABEL 4 B STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: LIGGAAMSLENGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	---
STEEKPROEF GEMIDDELD	179.44	ONDERSTE KWARTIEL	---
		INTERKWARTIELE WAARDE	---
STANDAARD AFWYKING	6.11	MEDIAAN	180.90
MINIMUM WAARDE	167.10	KOEFF VAN SKEEFHEID	---
MAKSIMUM WAARDE	193.40	KOEFF VAN KURTOSE	---
REEKS	26.30		

TABEL 4 B PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	167.10	5 de PERSENTIEL	169.2
MAKSIMUM WAARDE	193.40	50 st PERSENTIEL	179.0
REEKS	26.30	95 st PERSENTIEL	191.0
1 st PERSENTIEL	167.10	99 st PERSENTIEL	193.4

TABEL 5 A STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: ELMBOOG-VINGERPUNT LENGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	50.80
STEEKPROEF GEMIDDELD	49.21	ONDERSTE KWARTIEL	47.30
		INTERKWARTIELE WAARDE	3.50
STANDAARD AFWYKING	2.31	MEDIAAN	49.10
MINIMUM WAARDE	45.00	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.21
MAKSIMUM WAARDE	54.80	KOEFF VAN KURTOSE	2.45
REEKS	9.80		

TABEL 5 A PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	45.00	5 de PERSENTIEL	45.70
MAKSIMUM WAARDE	54.80	50 st PERSENTIEL	49.10
REEKS	9.80	95 st PERSENTIEL	53.70
1 st PERSENTIEL	45.00	99 st PERSENTIEL	54.80

TABEL 5 B STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: ELMBOOG-GREEP LENGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	40.00
STEEKPROEF GEMIDDELD	38.60	ONDERSTE KWARTIEL	37.40
		INTERKWARTIELE WAARDE	2.60
STANDAARD AFWYKING	2.00	MEDIAAN	38.30
MINIMUM WAARDE	34.40	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.30
MAKSIMUM WAARDE	43.10	KOEFF VAN KURTOSE	2.69
REEKS	8.70		

TABEL 5 B PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	34.40	5 de PERSENTIEL	35.30
MAKSIMUM WAARDE	43.10	50 st PERSENTIEL	38.40
REEKS	8.70	95 st PERSENTIEL	42.90
1 st PERSENTIEL	34.40	99 st PERSENTIEL	43.10

TABEL 6 B STATISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: HAND BREEDTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	9.10
STEEKPROEF GEMIDDELD	9.69	ONDERSTE KWARTIEL	8.70
		INTERKWARTIELE WAARDE	0.40
STANDAARD AFWYKING	0.46	MEDIAAN	9.00
MINIMUM WAARDE	8.20	KOEFF VAN SKEEFHEID	1.53
MAKSIMUM WAARDE	11.00	KOEFF VAN KURTOSE	8.31
REEKS	2.80		

TABEL 6 B PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	8.20	5 de PERSENTIEL	8.30
MAKSIMUM WAARDE	11.00	50 st PERSENTIEL	9.00
REEKS	2.80	95 st PERSENTIEL	8.90
1 st PERSENTIEL	8.20	99 st PERSENTIEL	11.00

TABEL 6 C STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: HAND BREEDTE BY DUIM			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	11.20
STEEKPROEF GEMIDDELD	10.92	ONDERSTE KWARTIEL	10.60
		INTERKWARTIELE WAARDE	6.00
STANDAARD AFWYKING	0.56	MEDIAAN	10.90
MINIMUM WAARDE	9.70	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.70
MAKSIMUM WAARDE	12.80	KOEFF VAN KURTOSE	3.96
REEKS	3.10		

TABEL 6 C PERSENTIEL WAARDES

(Waardes in sentimeter)

MINIMUM WAARDE	9.70	5 de PERSENTIEL	10.20
MAKSIMUM WAARDE	12.80	50 st PERSENTIEL	10.90
REEKS	3.10	95 st PERSENTIEL	12.00
1 st PERSENTIEL	9.70	99 st PERSENTIEL	12.80

TABEL 6 D STATSISTIESE VERANDERLIKES

(waardes in sentimeter)

DIMENSIE: HAND LENGTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	20.20
STEEKPROEF GEMIDDELD	19.71	ONDERSTE KWARTIEL	18.90
		INTERKWARTIELE WAARDE	4.10
STANDAARD AFWYKING	1.00	MEDIAAN	19.70
MINIMUM WAARDE	17.70	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.15
MAKSIMUM WAARDE	21.80	KOEFF VAN KURTOSE	2.42
REEKS	4.10		

TABEL 6 D PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	17.70	5 de PERSENTIEL	18.10
MAKSIMUM WAARDE	21.80	50 st PERSENTIEL	19.70
REEKS	4.10	95 st PERSENTIEL	21.70
1 st PERSENTIEL	17.70	99 st PERSENTIEL	21.70

BEL 6 E STATSISTIESE VERANDERLIKES

waardes in sentimeter)

DIMENSIE: PALM LENGTE

STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	11.80
STEEKPROEF GEMIDDELD	11.35	ONDERSTE KWARTIEL	10.90
		INTERKWARTIELE WAARDE	0.9
STANDAARD AFWYKING	0.56	MEDIAAN	11.40
MINIMUM WAARDE	10.10	KOEFF VAN SKEEFHEID	6.04
MAKSIMUM WAARDE	12.80	KOEFF VAN KURTOSE	2.63
REEKS	2.70		

BEL 6 E PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	10.10	5 de PERSENTIEL	10.40
MAKSIMUM WAARDE	12.80	50 st PERSENTIEL	11.40
REEKS	2.70	95 st PERSENTIEL	12.20
1 st PERSENTIEL	10.10	99 st PERSENTIEL	12.80

TABEL 7 A STATSISTIESE VERANDERLIKES

(Waardes in sentimeter)

DIMENSIE: VOET BREEDTE			
STEEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	11.50
STEEKPROEF GEMIDDELD	11.02	ONDERSTE KWARTIEL	10.50
		INTERKWARTIELE WAARDE	1.00
STANDAARD AFWYKING	0.64	MEDIAAN	11.00
MINIMUM WAARDE	9.50	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.24
MAKSIMUM WAARDE	12.50	KOEFF VAN KURTOSE	2.67
REEKS	3.00		

TABEL 7 A PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	9.50	5 de PERSENTIEL	10.00
MAKSIMUM WAARDE	12.50	50 st PERSENTIEL	11.00
REEKS	3.00	95 st PERSENTIEL	12.00
1 st PERSENTIEL	9.50	99 st PERSENTIEL	12.50

L 7 B STATSISTIESE VERANDERLIKES

rdes in sentimeter)

MENSIE: VOET LENGTE

EEKPROEF GROOTTE	60	BOONSTE KWARTIEL	27.00
EEKPROEF GEMIDDELD	26.21	ONDERSTE KWARTIEL	25.30
		INTERKWARTIELE WAARDE	1.70
STANDAARD AFWYKING	1.28	MEDIAAN	26.00
MINIMUM WAARDE	24.00	KOEFF VAN SKEEFHEID	0.05
MAXIMUM WAARDE	28.60	KOEFF VAN KURTOSE	2.11
STEEKS	4.60		

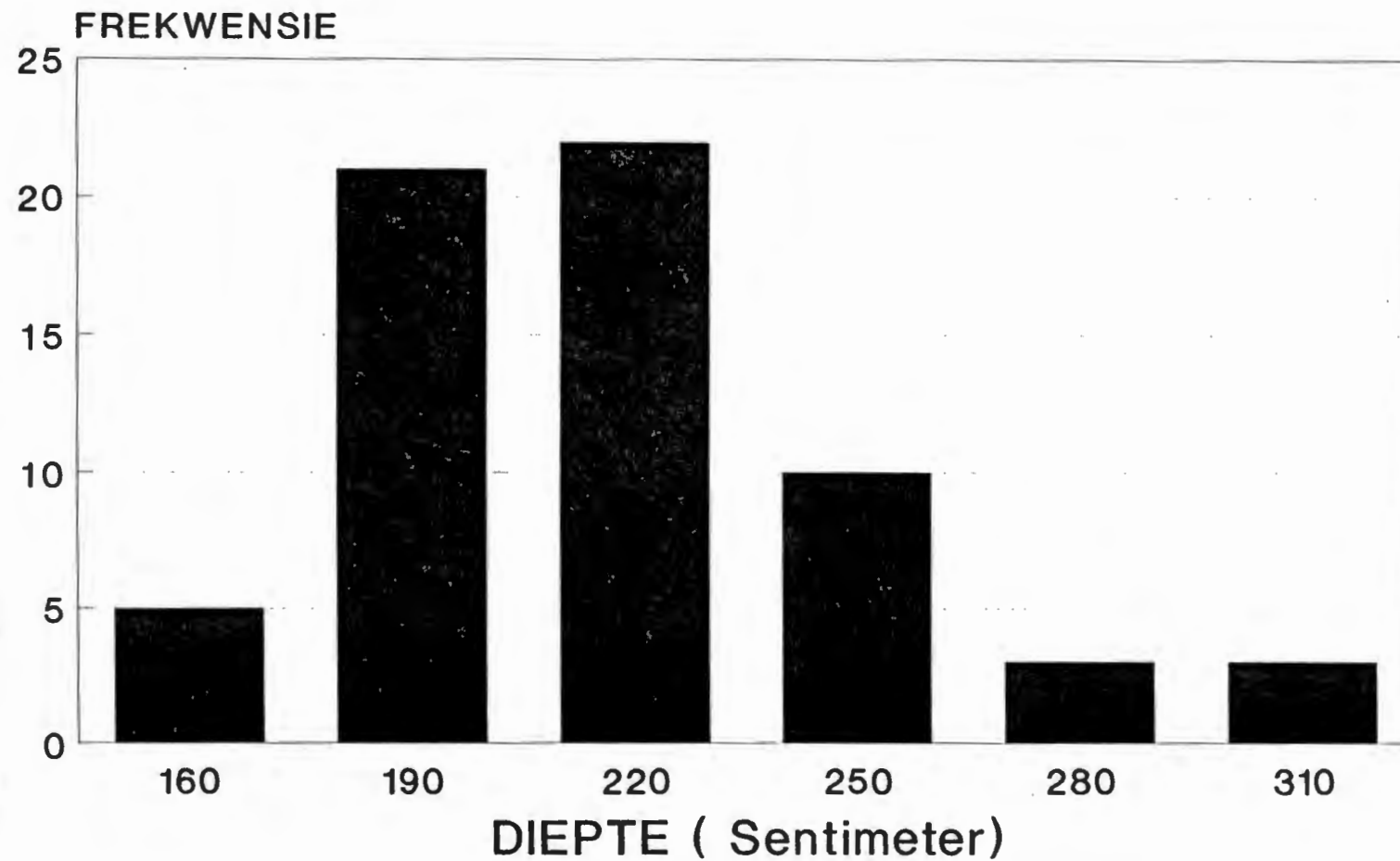
EL 7 B PERSENTIEL WAARDES

MINIMUM WAARDE	24.00	5 de PERSENTIEL	24.00
MAXIMUM WAARDE	28.60	50 st PERSENTIEL	26.00
STEEKS	4.60	95 st PERSENTIEL	28.30
100 st PERSENTIEL	24.00	99 st PERSENTIEL	28.60

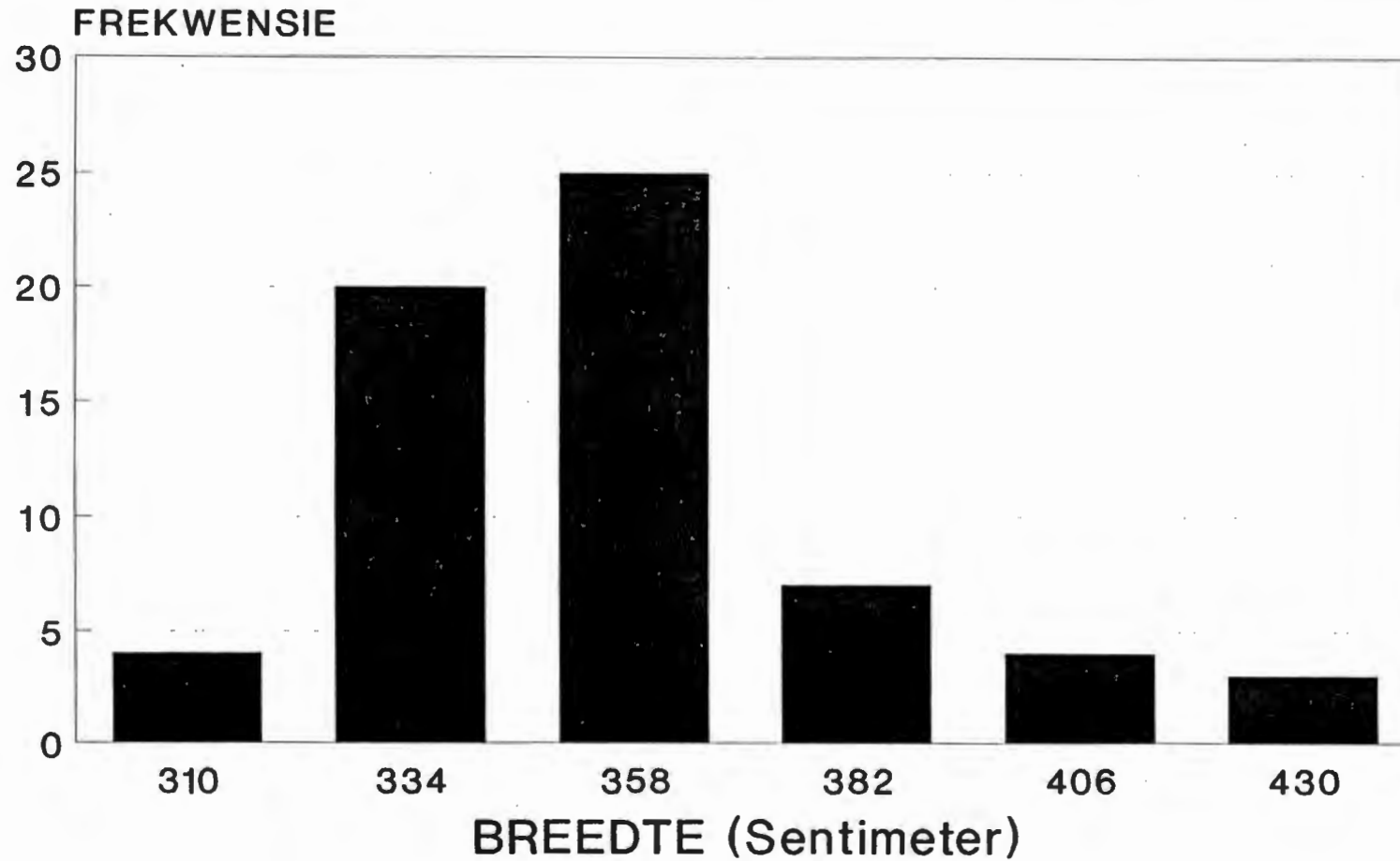
Bylaag C

Frekwensiehistogramme van die SALM-Studie

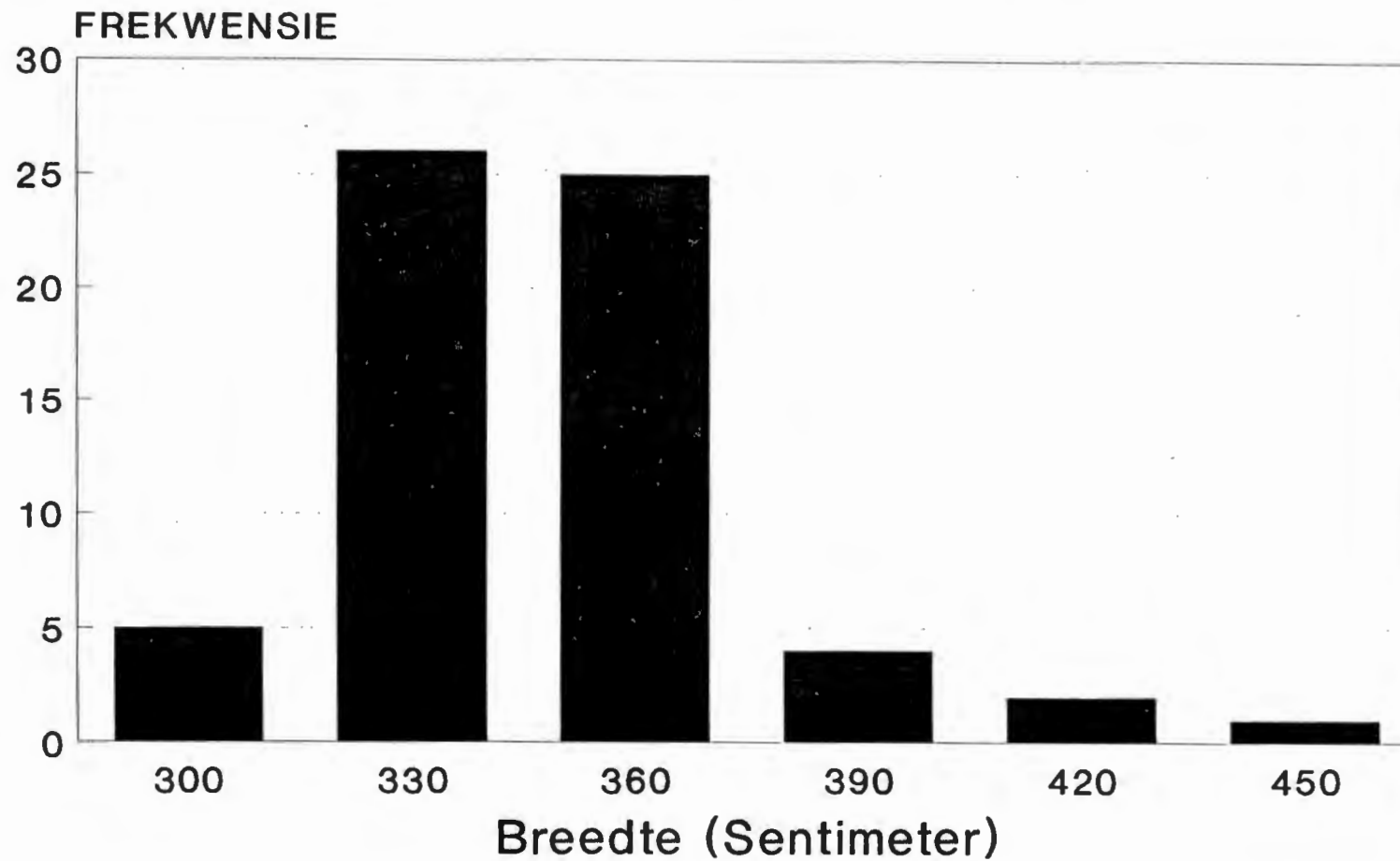
ABDOMINALE DIEPTE NORMAALVERSPREIDING



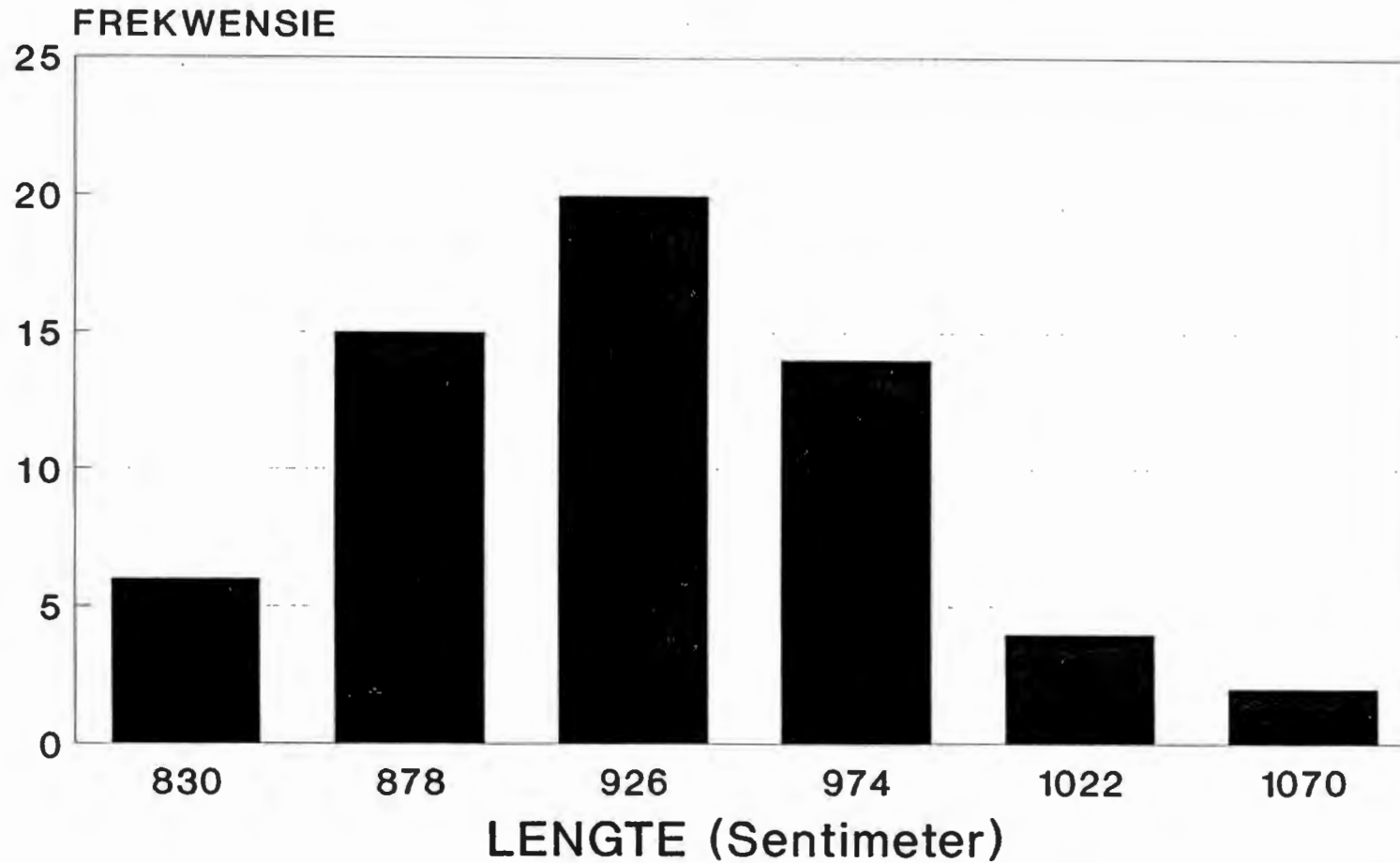
HEUPBREEDTE NORMAALVERSPREIDING



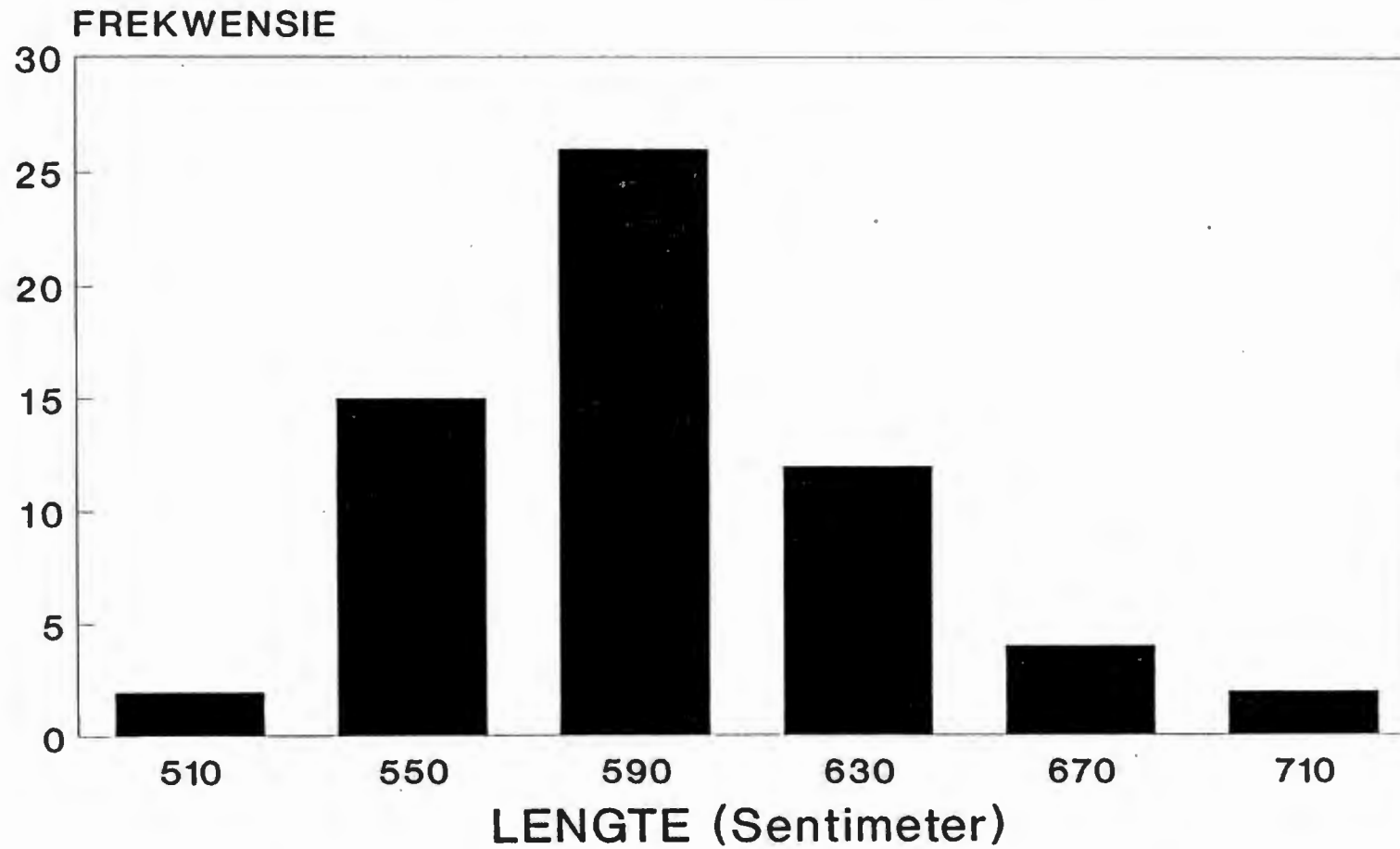
BIAKROMIALE BREEDTE NORMAALVERSPREIDING



BOBEENLENGTE NORMAALVERSPREIDING

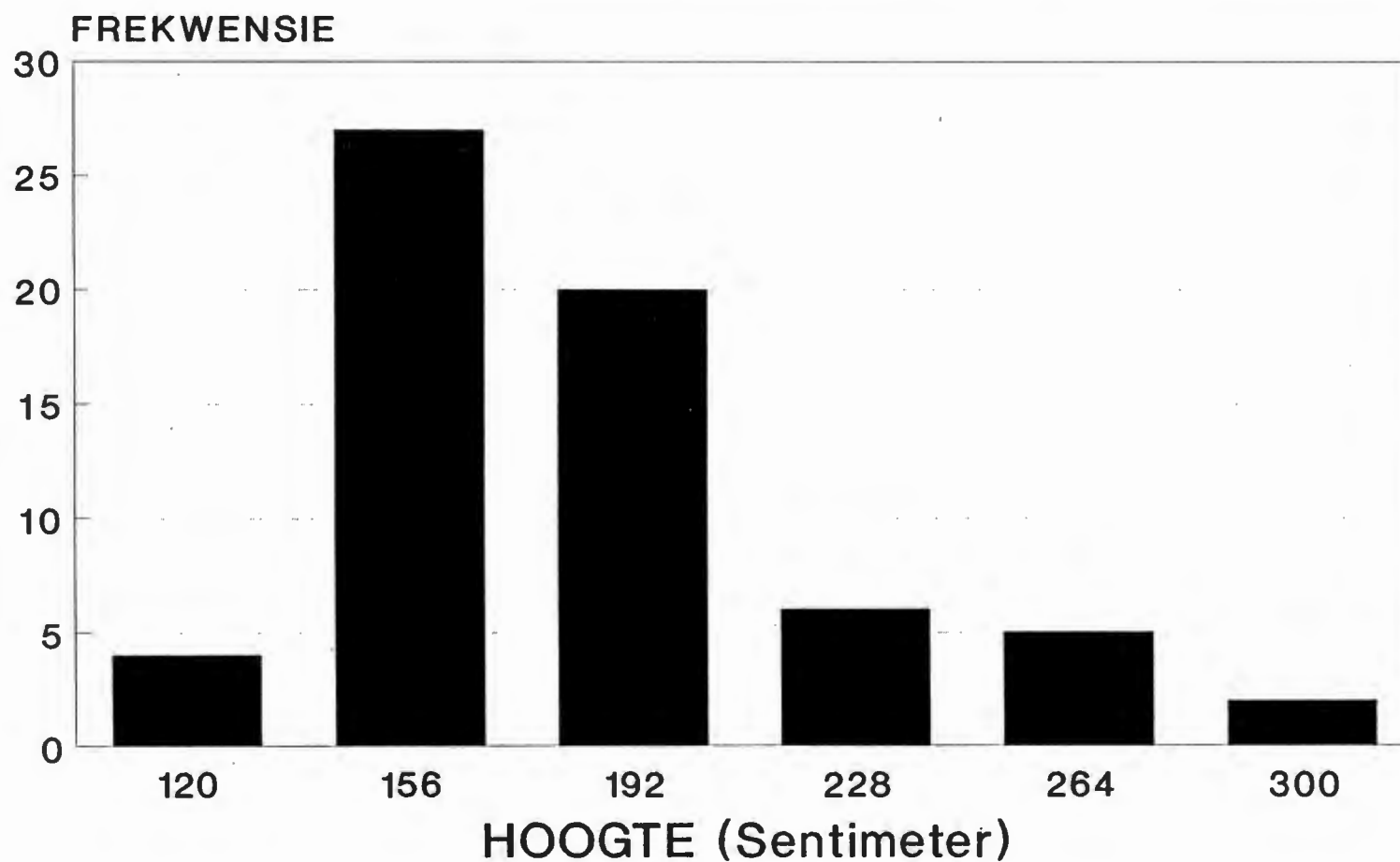


BOBEENLENGTE NORMAALVERSPREIDING

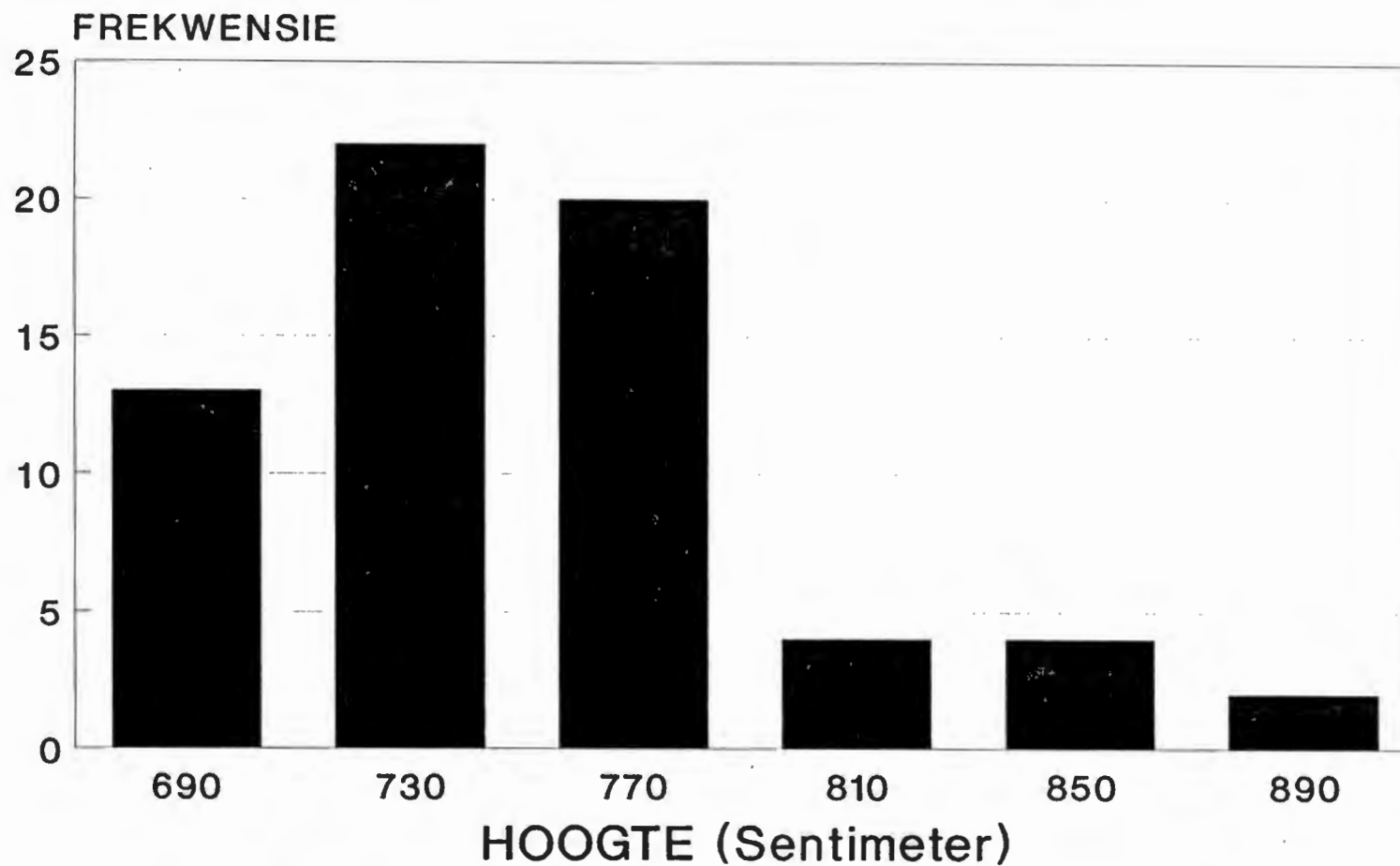


ELMBOOGRUSHOOGTE

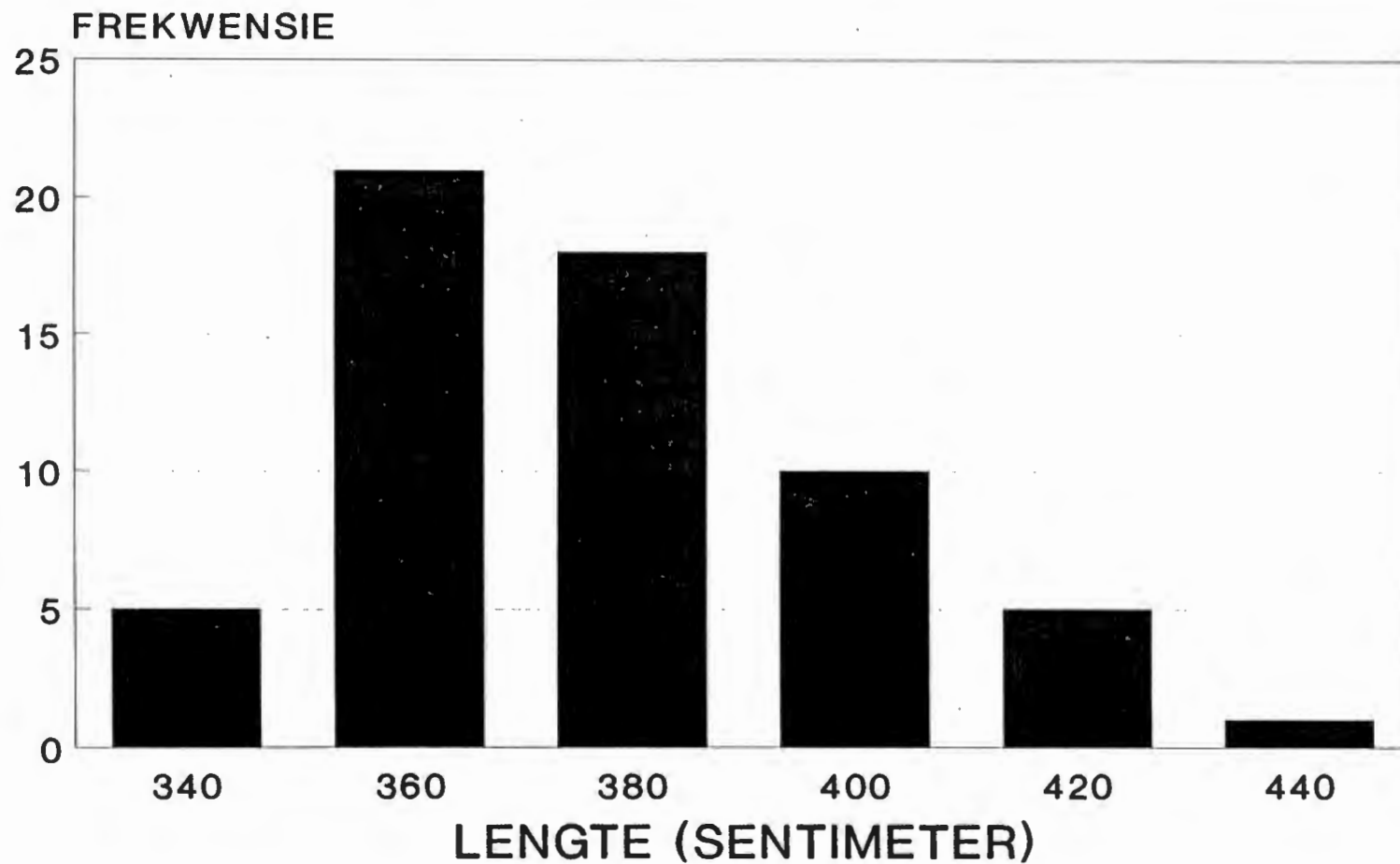
NORMAALVERSPREIDING



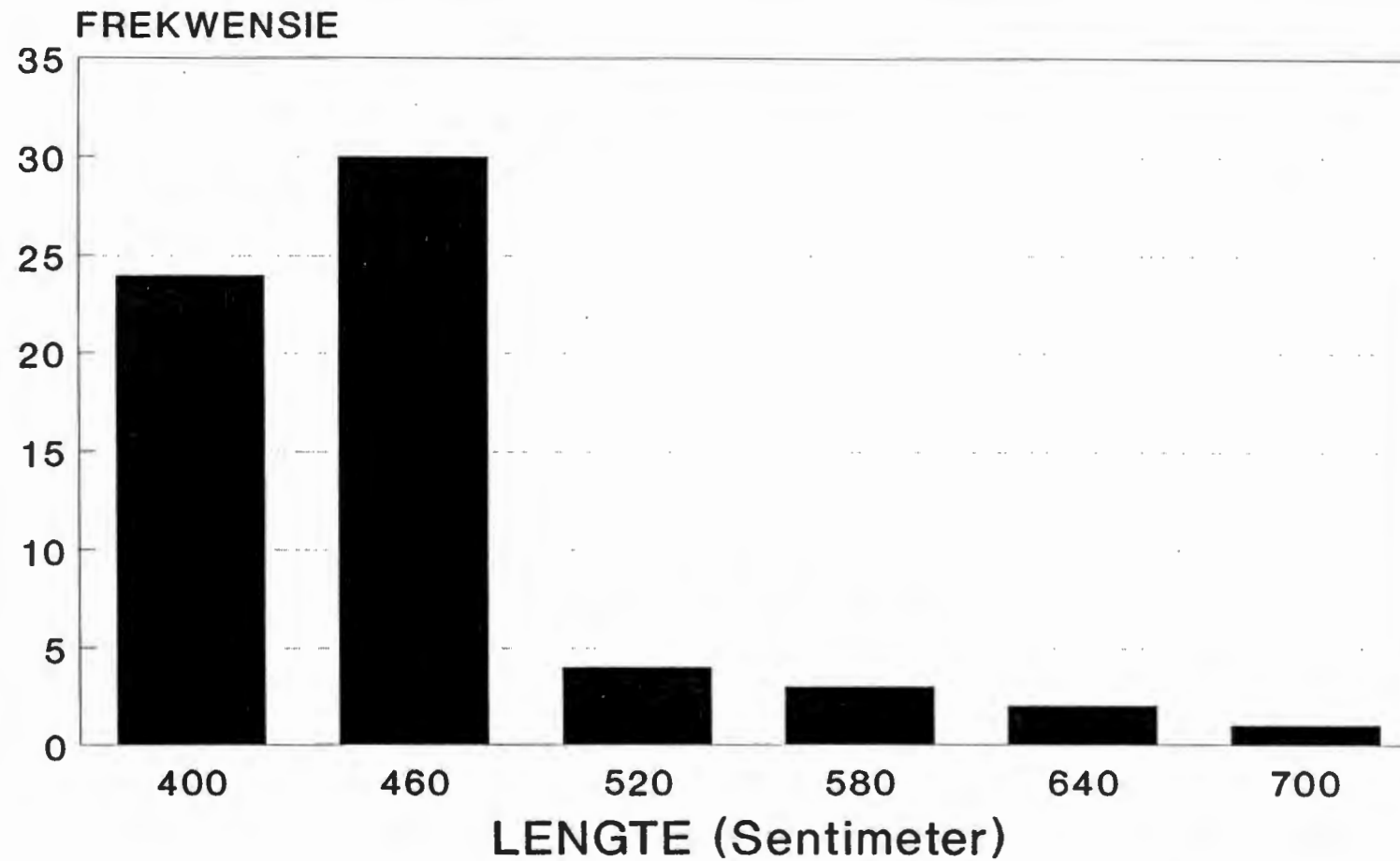
OOGHOOGTE-SITTENDE NORMAALVERSPREIDING



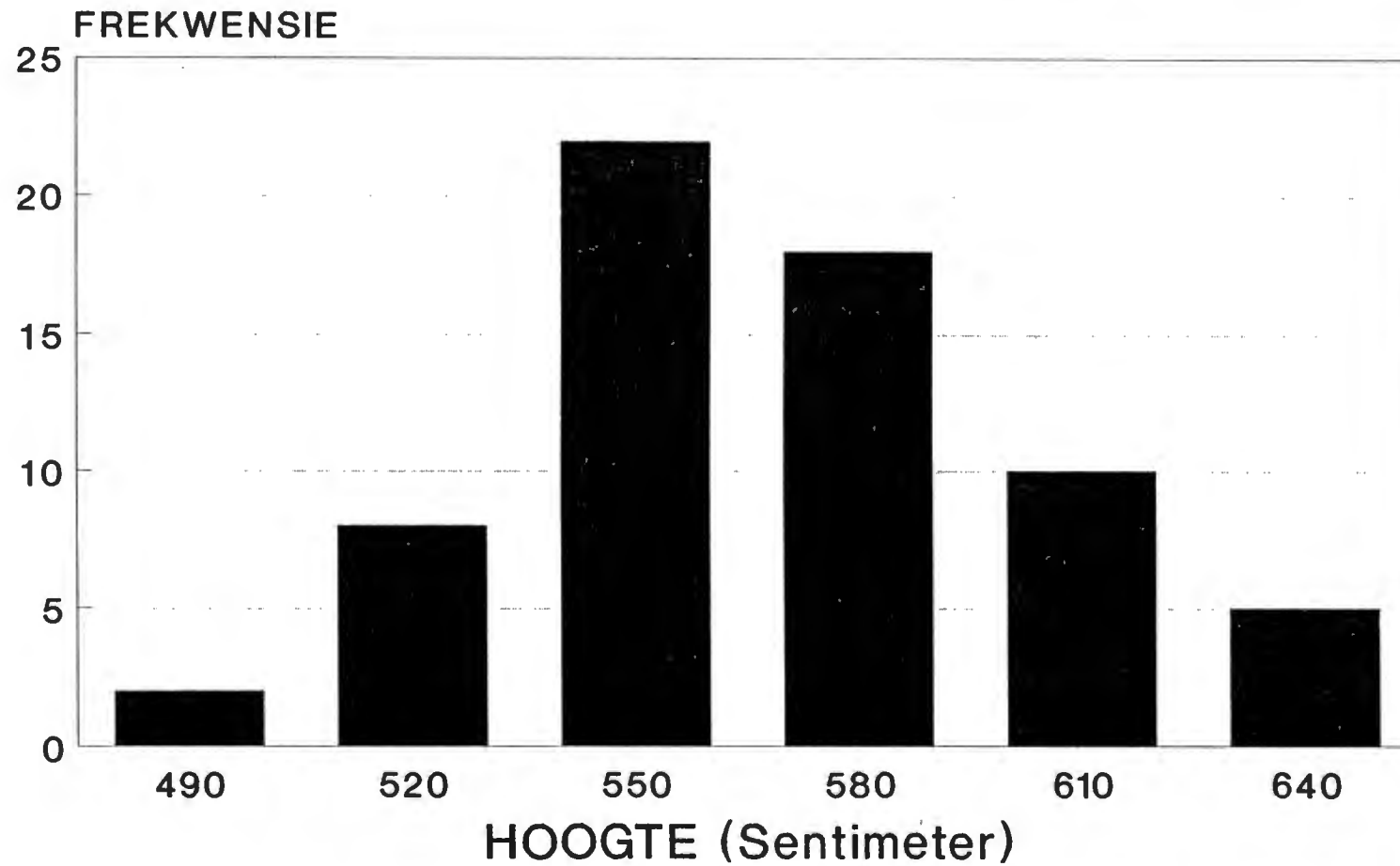
ELMBOOG-GREEP LENGTE NORMAALVERSPREIDING



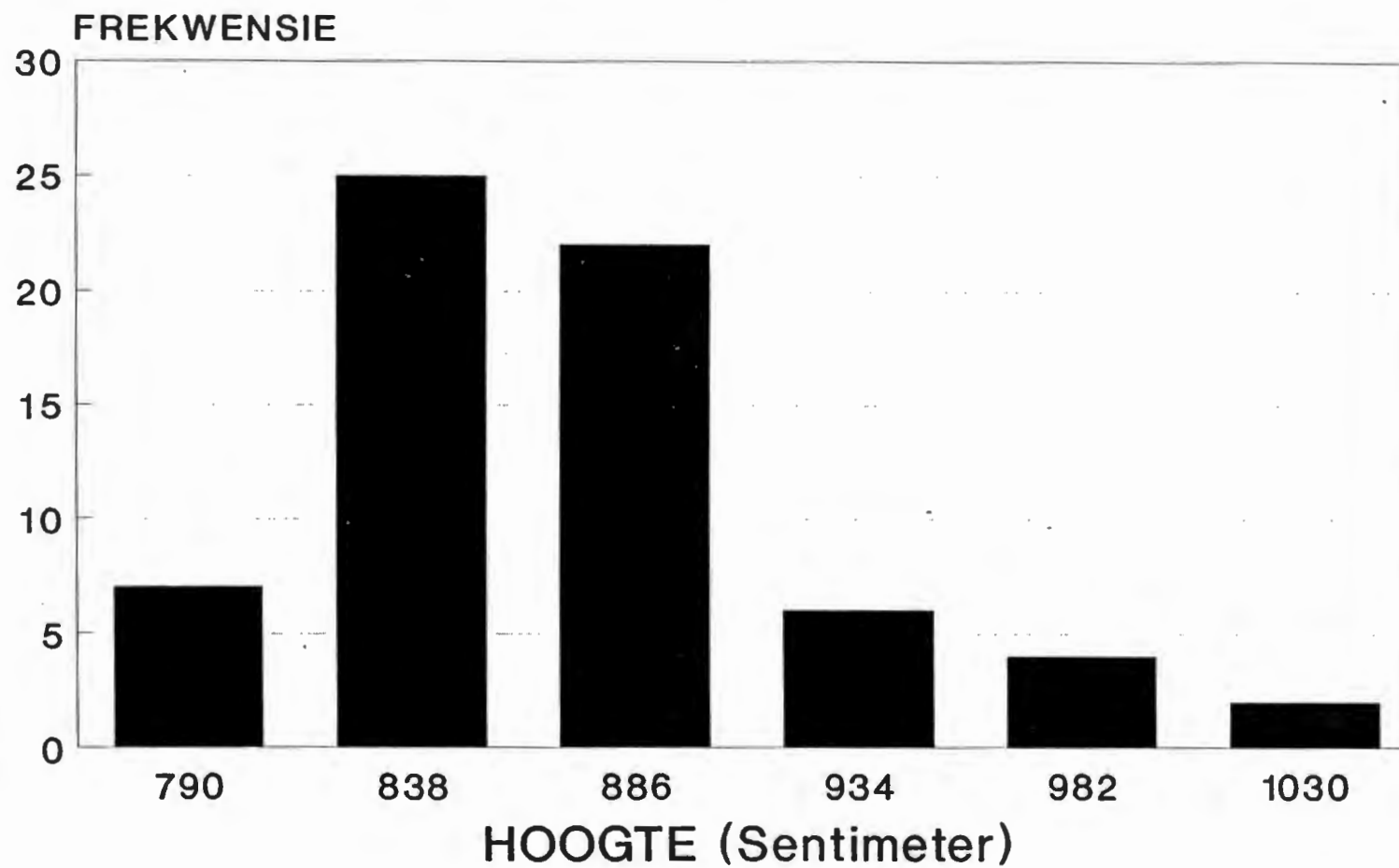
POPLITIALE LENGTE NORMAALVERSPREIDING



SKOUEERHOOGTE NORMAALVERSPREIDING

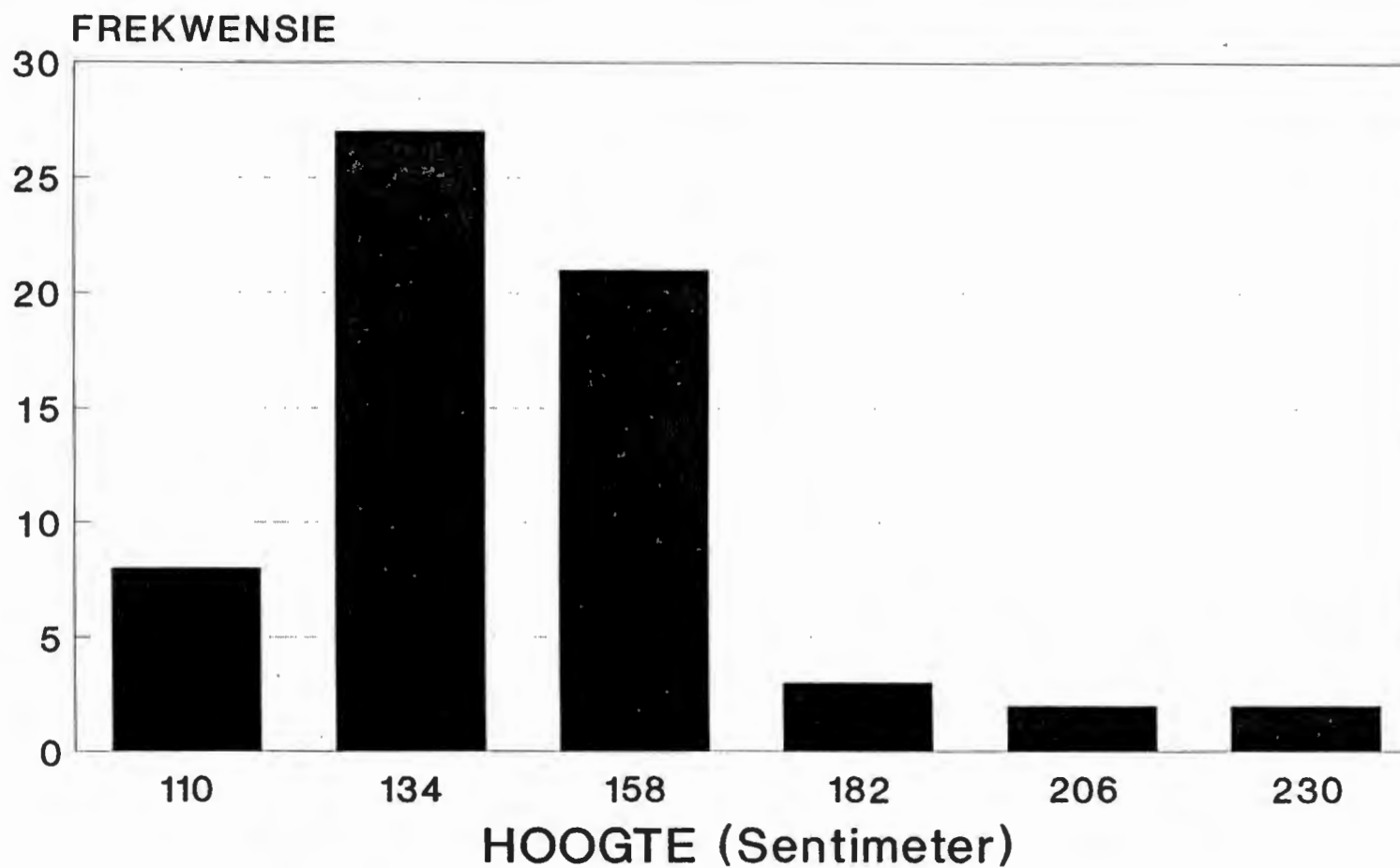


SITHOOGTE NORMAALVERSPREIDING

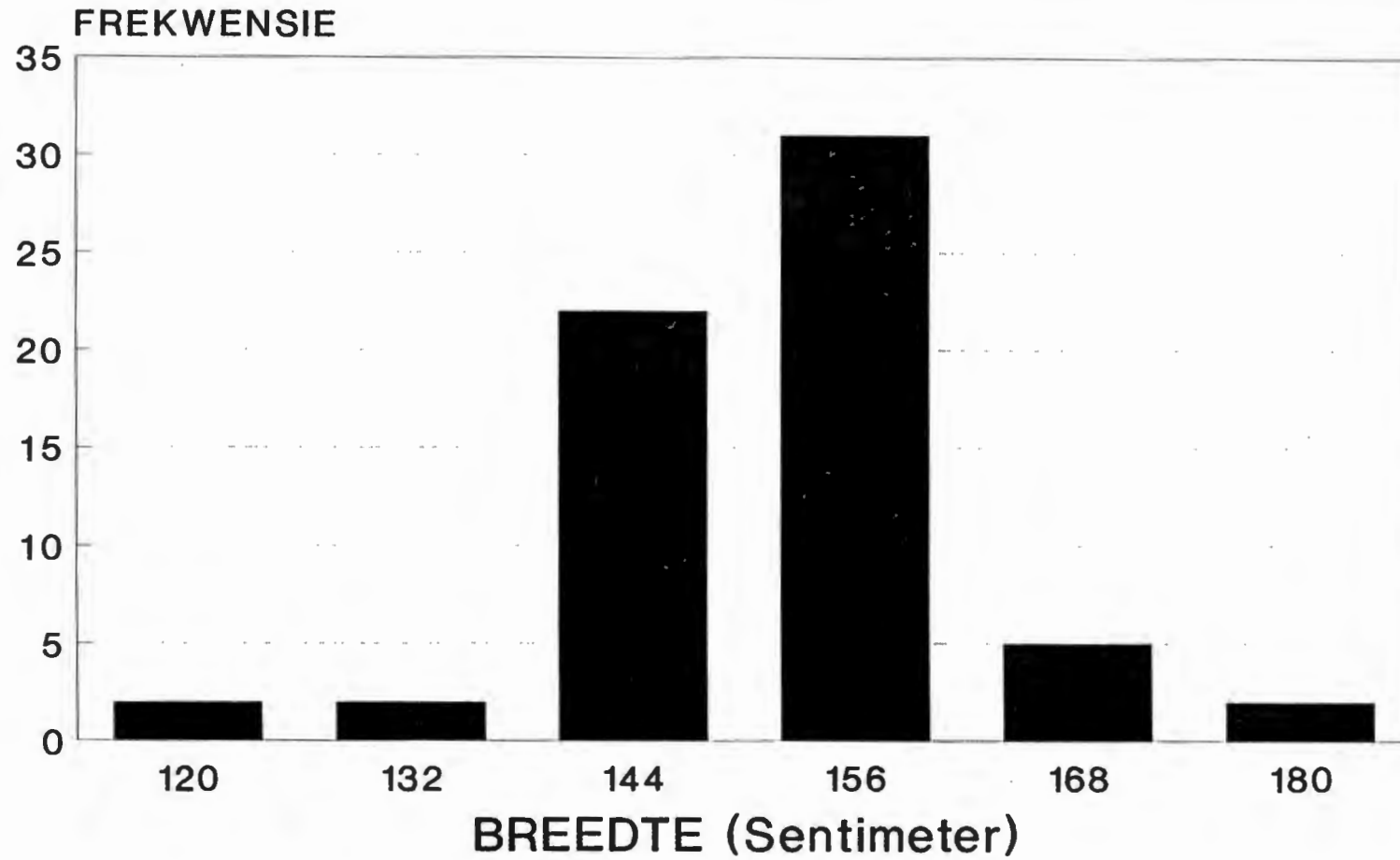


BOBEEN SPEELRUIMTE

NORMAALVERSPREIDING

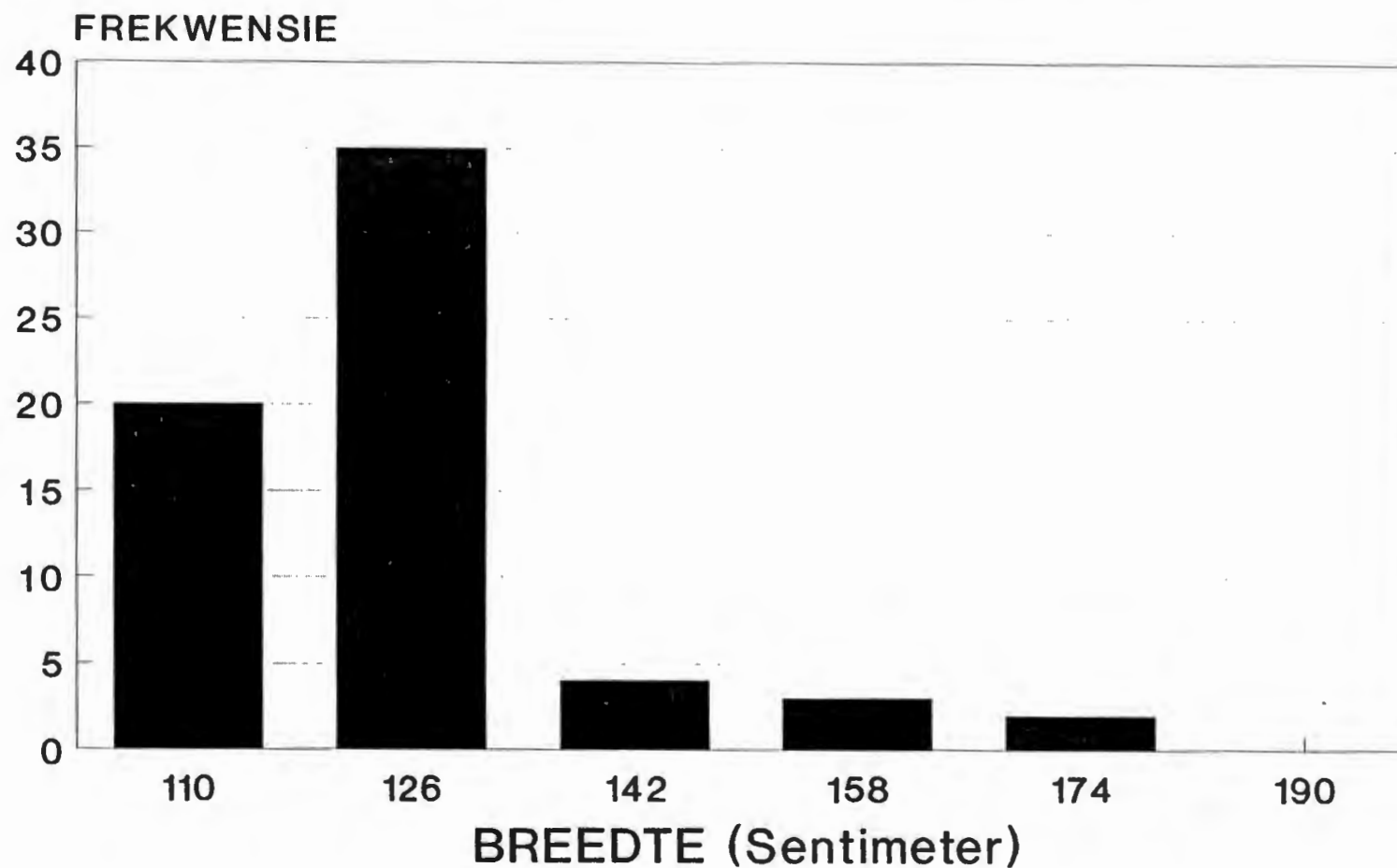


BIAURIKULêRE BREEDTE NORMAALVERSPREIDING

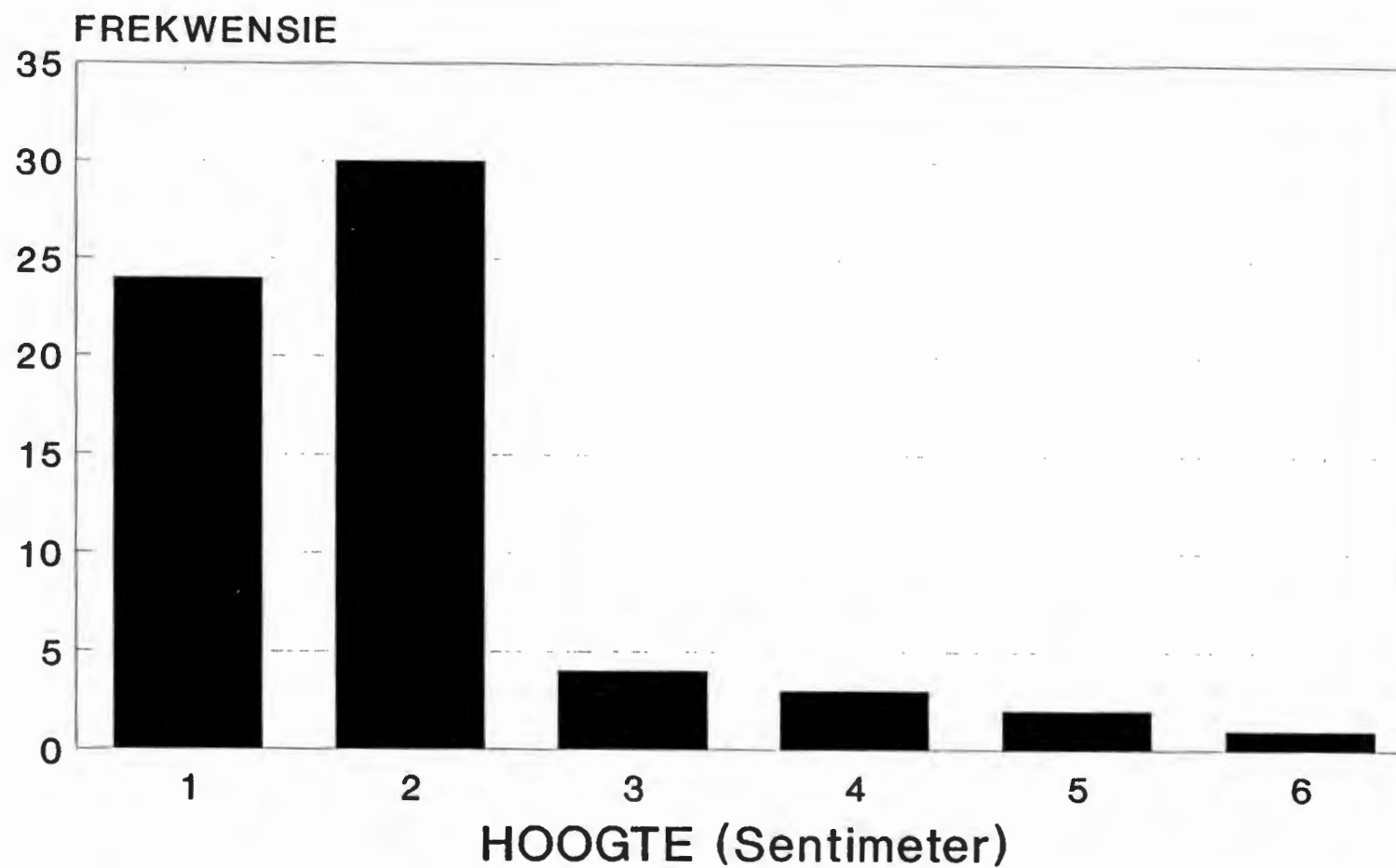


BIGONIALE BREEDTE

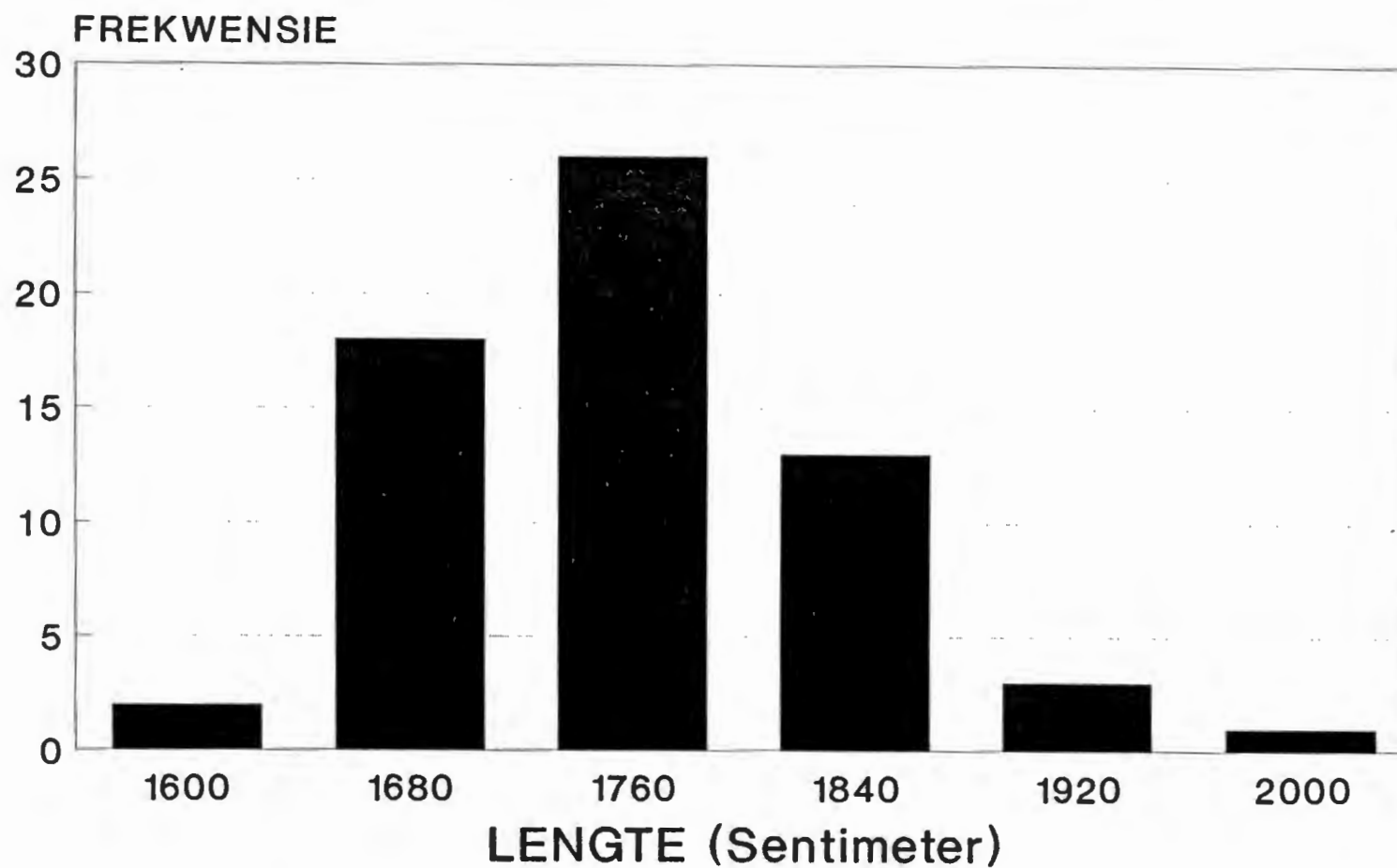
NORMAALVERSPREIDING



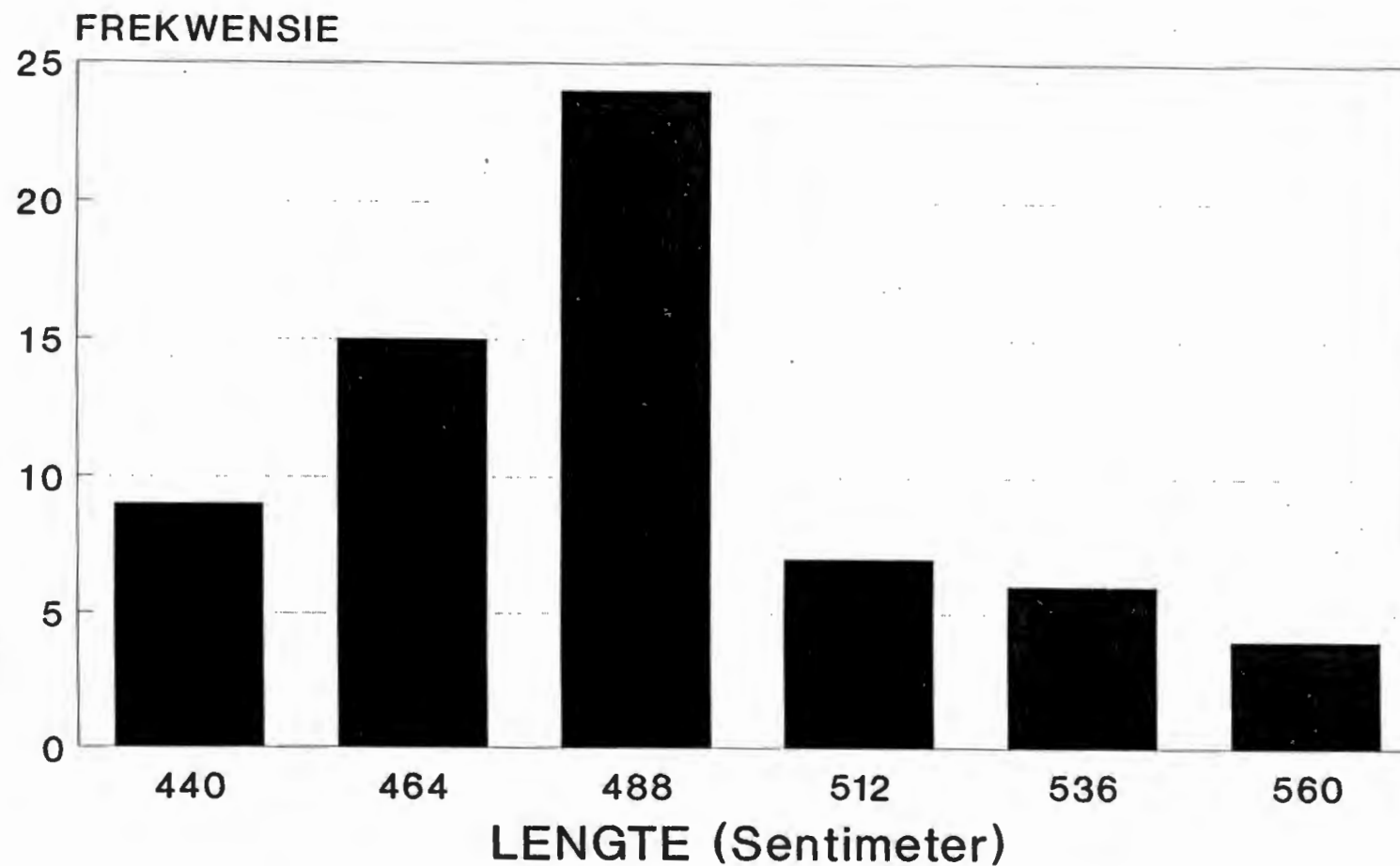
MIKHOOGTE NORMAALVERSPREIDING



LIGGAAMSLENGTE NORMAALVERSPREIDING

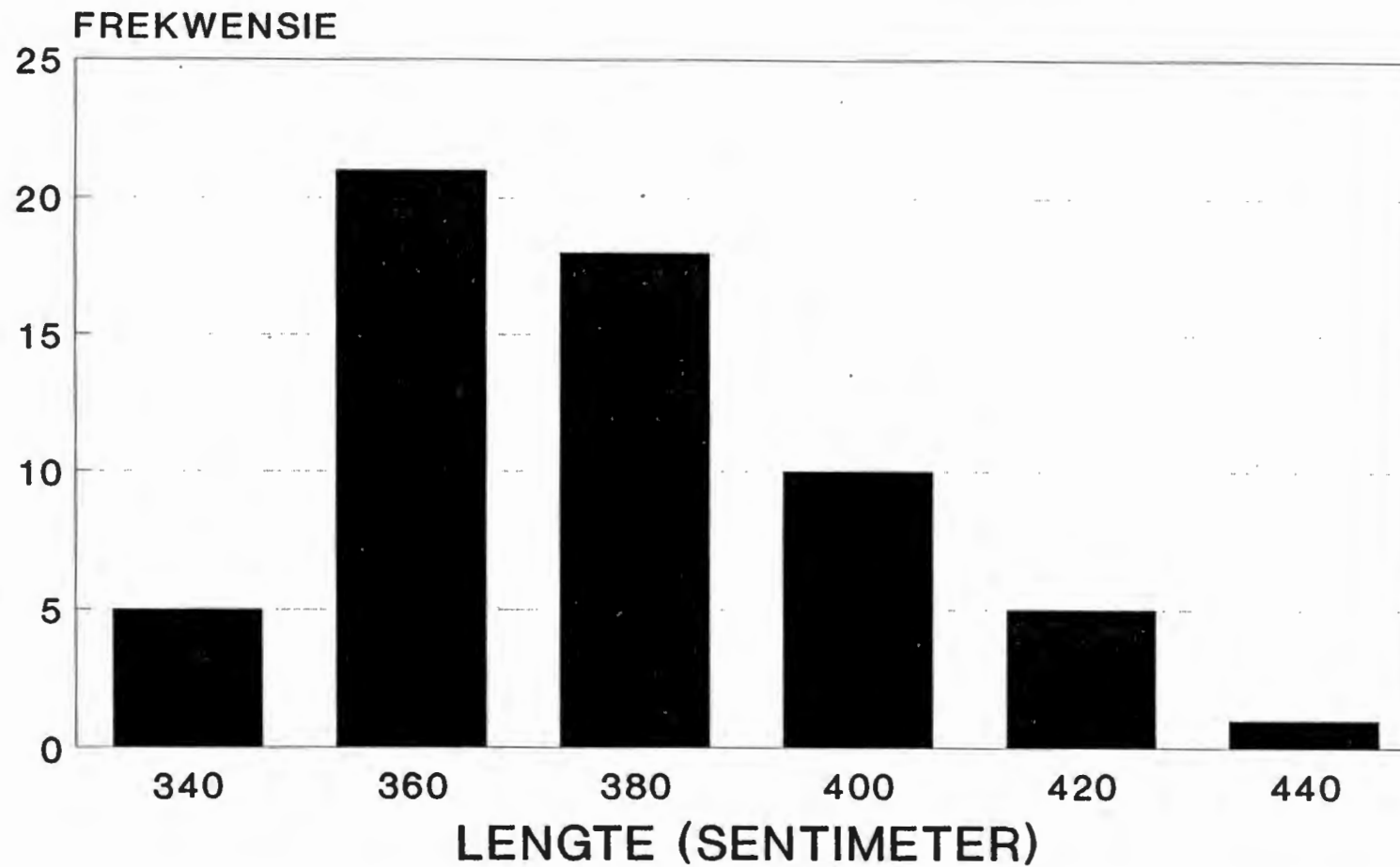


ELMBOOG-VINGERPUNT LENGTE NORMAALVERSPREIDING



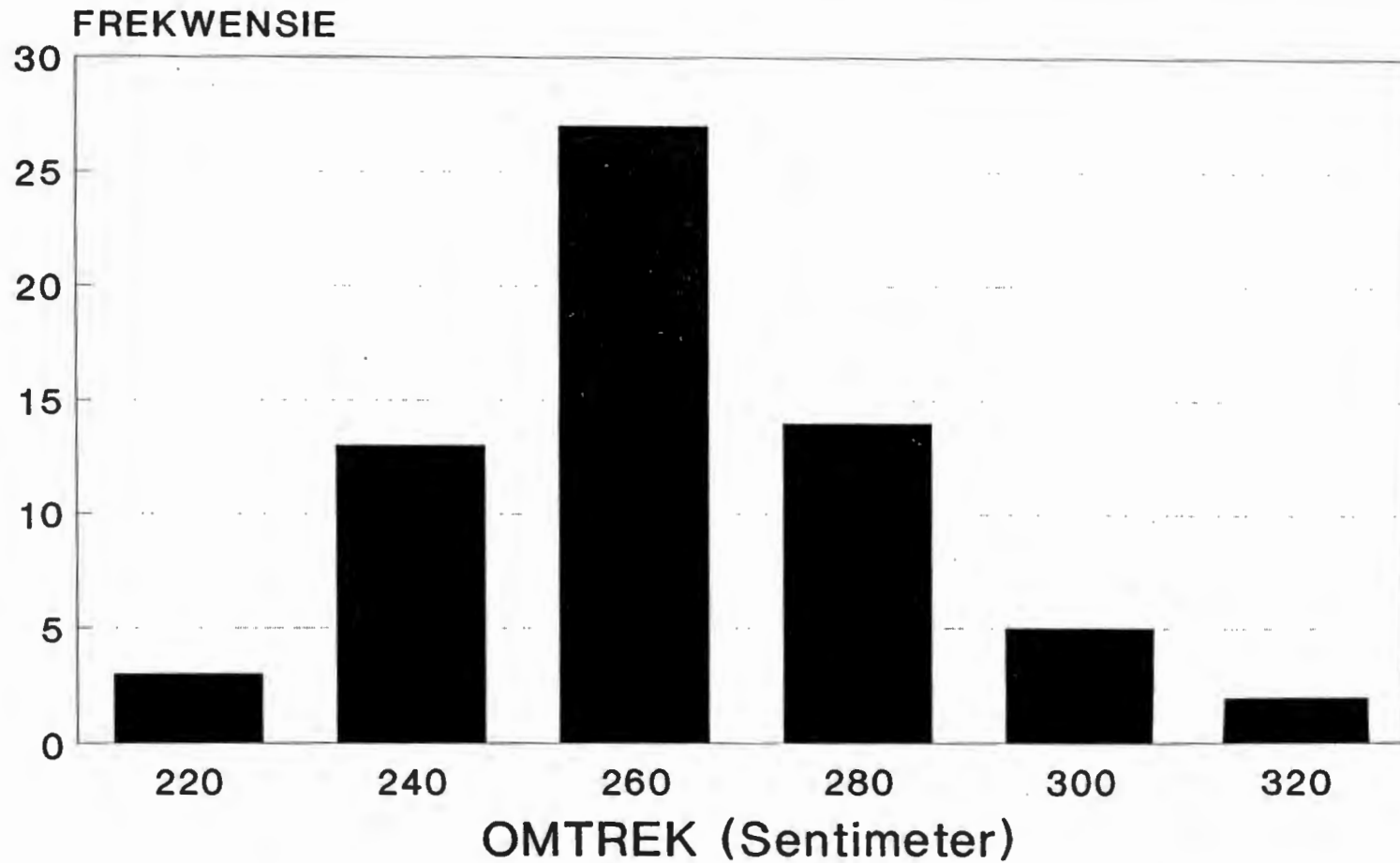
ELMBOOG-GREEP LENGTE

NORMAALVERSPREIDING

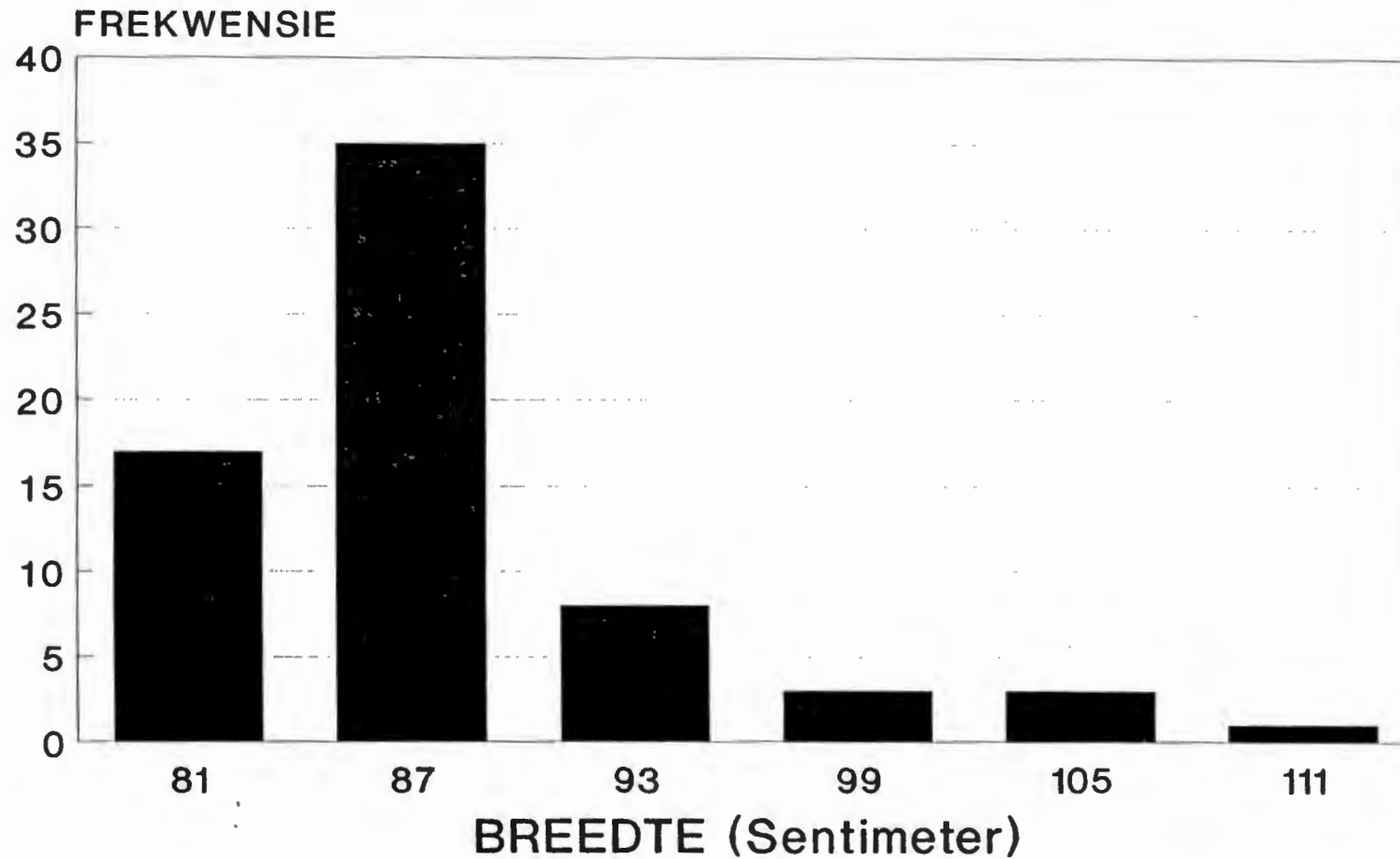


VUIS OMTREK

NORMAALVERSPREIDING

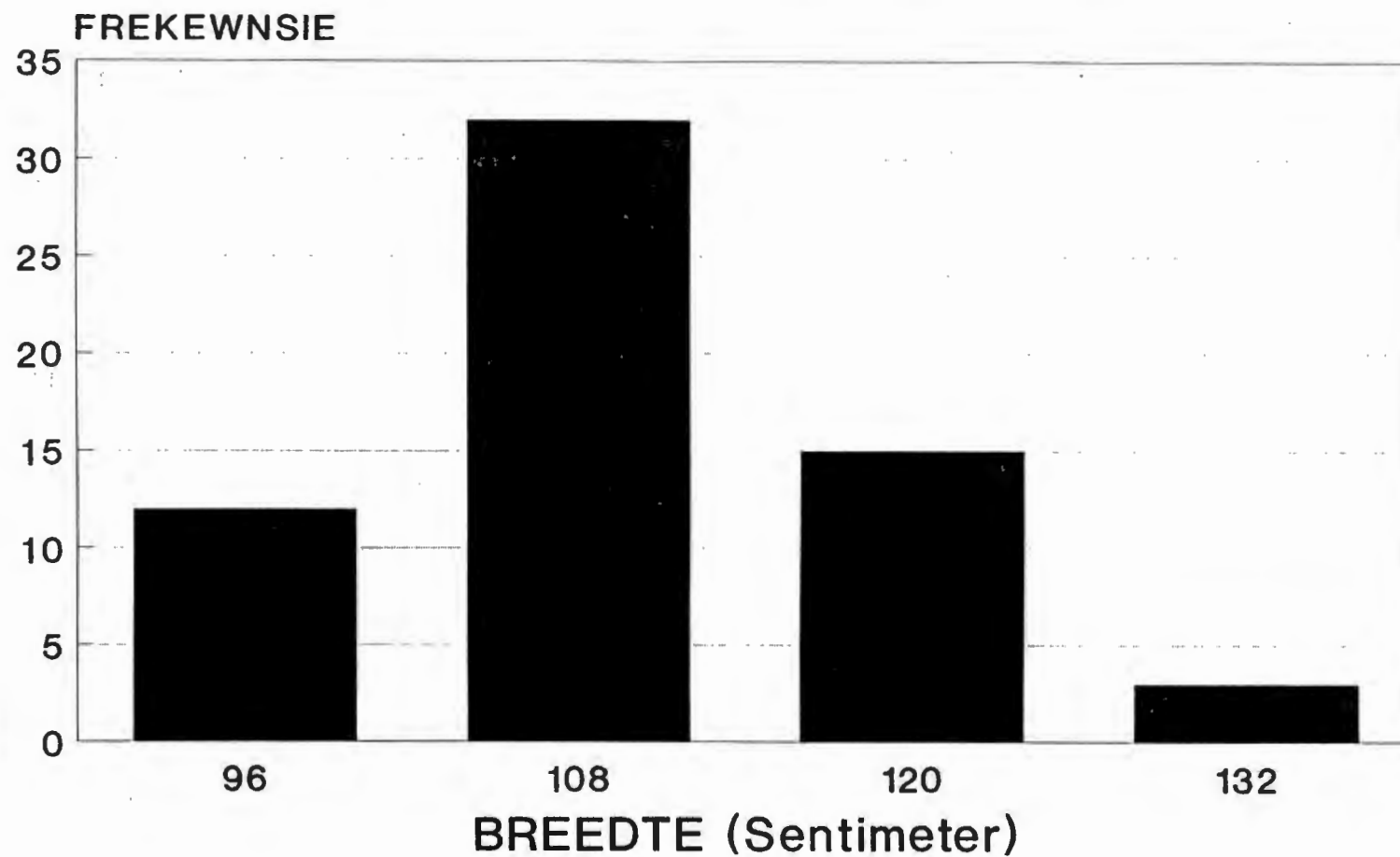


HAND BREEDTE NORMAALVERSPREIDING

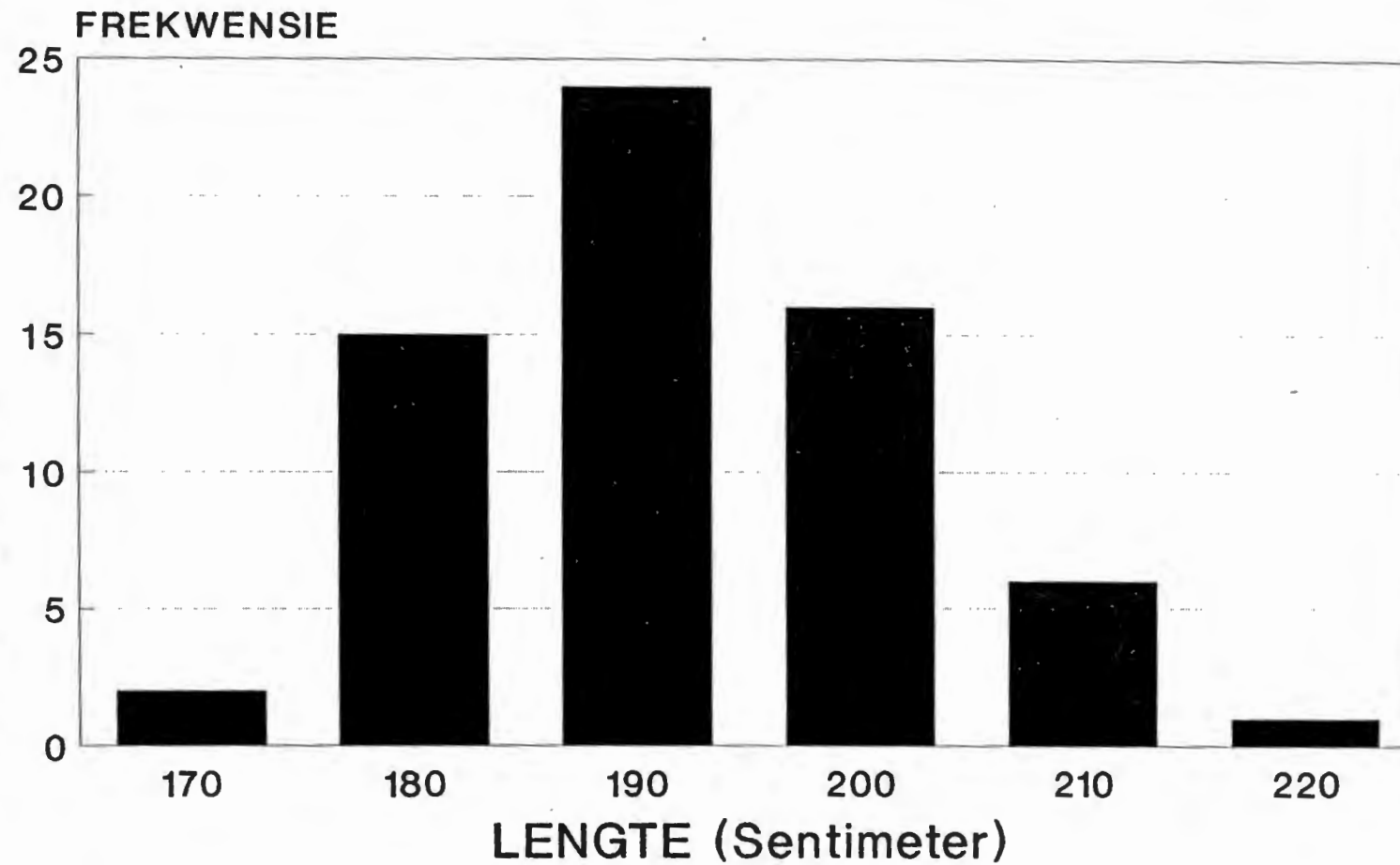


HANDBREEDTE BY DUIM

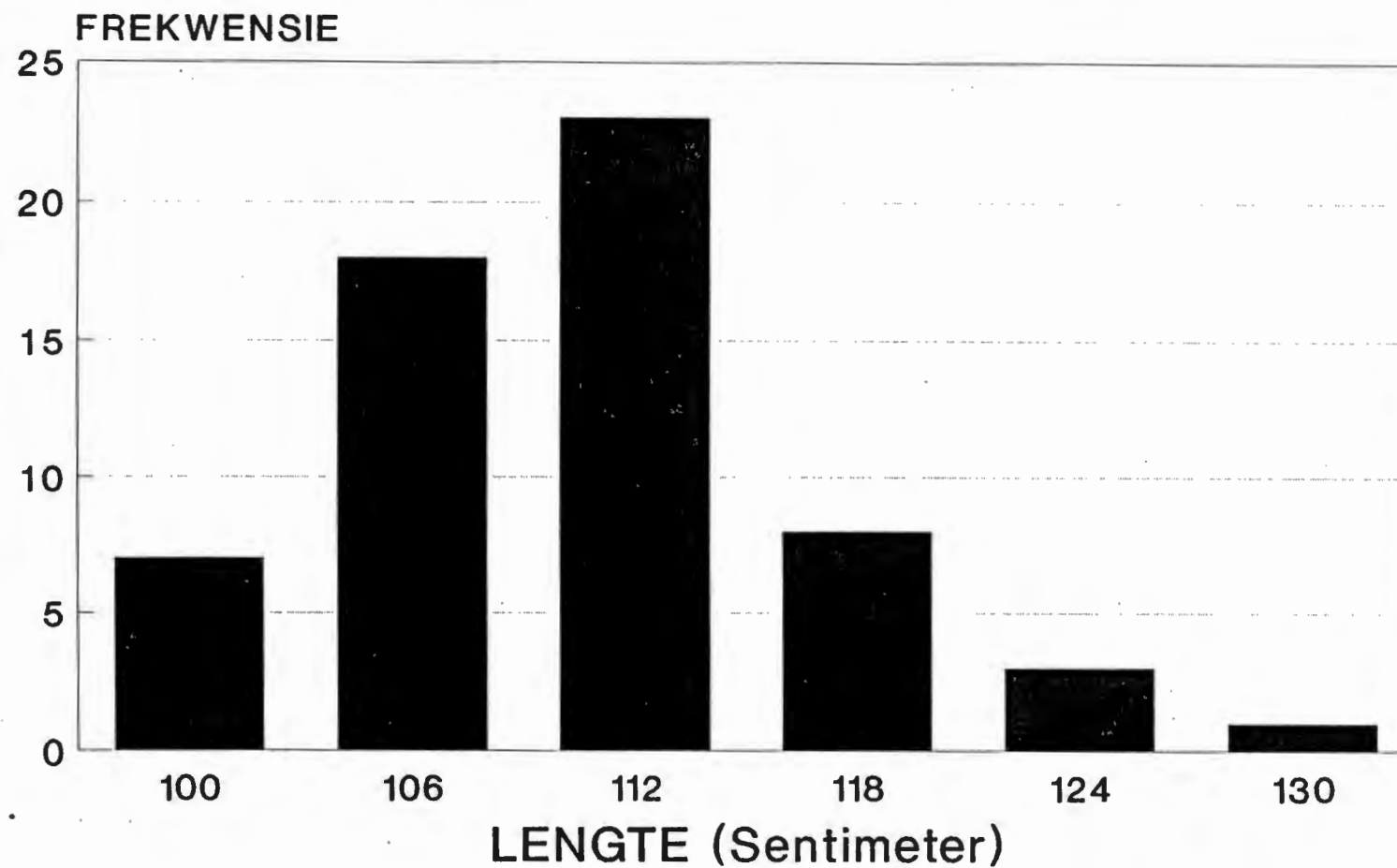
NORMAALVERSPREIDING



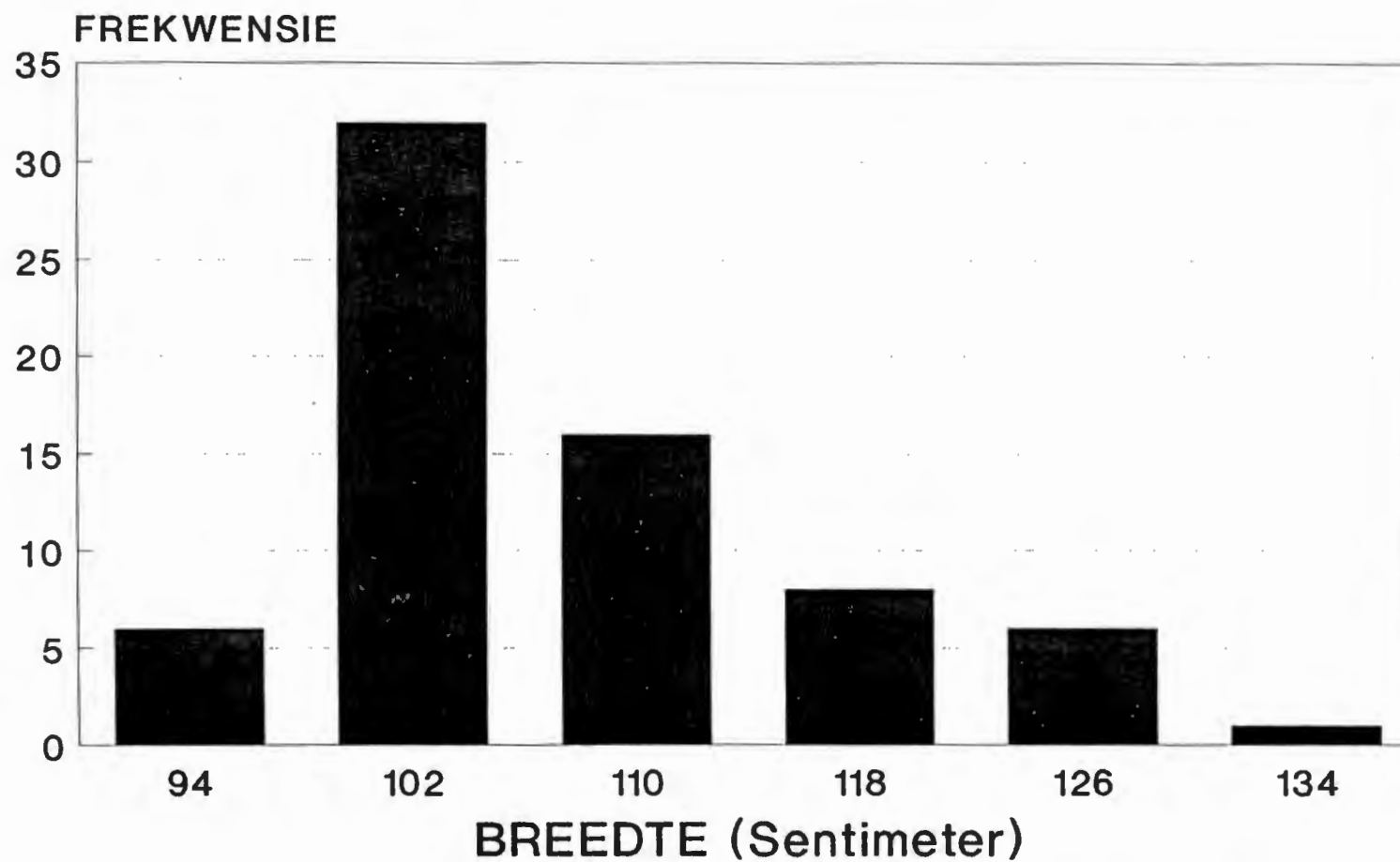
HANDLENGTE NORMAALVERSPREIDING



PALMLENGTE NORMAALVERSPREIDING



VOET BREEDTE NORMAALVERSPREIDING



VOET LENGTE NORMAALVERSPREIDING

