



JNS 280

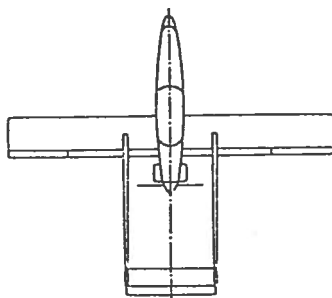
NYTT FLYGPLAN TILL LINKÖPINGS FLYGKLUBB.
FÖRSLAG I IDETÄVLING 1982.

Inlämnat av

Nils-Åke Johansson

Stefan Nyström

Erkki Soinne



Linköping April 1982

Nils-Åke Johansson

Stefan Nyström

Erkki Soinne



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
1. ALLMÄNT	3
2. BESKRIVNING AV FPL	4
3. TREPLANSKISS	9
4. TEKNISKA DATA	10
5. PRESTANDA	11
6. VIKTSAMMANSTÄLLNING	12
7. BILAGA: BERÄKNINGAR	



1. ALLMÄNT

Enligt tävlingsförutsättningarna skall det nya flygplanet byggas i Flygklubbens regi. SAAB-SCANIA avser bidra med material, lokaler, datorresurser m m. Själva arbetet skall utföras av klubbmedlemmarna ungefär som ett hemmabygge.

Målsättningen är att det nya flygplanet skall innebära en teknologisk utveckling av något slag.

Följande tävlingsregler gäller:

- Flygplanet ska vara 2-sitsigt och motordrivet.
- Flygplanet ska ha god driftsekonomi.
- Tävlingsförslaget ska omfatta allmän beskrivning, 3-plansskiss samt enkel vikt och prestandaberäkning.

Utgående från dessa förutsättningar har vi tolkat "god driftsekonomi" som god distansekonomi kombinerad med låg timkostnad. Detta kräver ett fpl med god aerodynamik, laminär strömning i största möjliga omfattning, lågt form- och inducerat motstånd. Motorstyrka och därmed bränslekostnad per timme måste vara låg. Detta innebär även låg anskaffningskostnad för motor.

För att uppnå detta har vi valt motorn Limbach L 2000 EC på 80 HP med placering bak i kroppen, laminärprofiler och stort sidoförhållande. Landstället är med tanke på klubbanvändning av flygplanet fast. I en eventuell vidareutveckling med starkare motor bör infällbart landställ väljas.

Laminär strömning kräver fina ytor vilket enklast erhålles om fpl bygges i kompositteknik. Övriga fördelar med kompositteknik:

- Enkel konstruktion
- Enkla verktyg
- Integrerad struktur med få delar
- Enkel att tillverka
- Inga korrosionsproblem
- God utmattningshållfasthet
- Motståndskraftig mot skador



- God resthållfasthet
- Enkel att reparera

Den teknologiska utvecklingen som flygplanet skall innebära anser vi att utnyttjande av komposittekniken och den goda aerodynamiska utformningen innebär. Förslagställarnas övertygelse beträffande komposittekniken grundar sig på arbete med de finska PIK-flygplanen och Fpl SAAB 114.

2.

BESKRIVNING AV FPL

Layout

JNS 280 är ett tvåsitsigt, midvingat fpl med skjutande propeller. Stjärtytorna bärs upp av två stjärtbommar fästade i vingen. Sitsarna är arrangerade i tandem. Landstället är fast och av nosställstyp. Se treplanskiss sida 9.

Kropp

Kroppen bygges i enkelskal av glas- och aramidfiber med lokala förstärkningar av kolfiber. Icke bärande detaljer som motorkåpor, säten m m göres av aramidfiber.

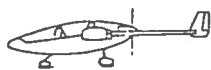
För kroppen göres ett enkelt honverktyg i glasfiber på en plugg av PUR hårdskum. Se sidvy sida 6.

Vinge

Vingen är av enbalkstyp med sandwich-paneler. Varje vinghalva innehåller fyra spryglar, rotsprygel, halvsprygel vid stjärtbomsinfästning, halvsprygel vid yttre integraltanksbe-gränsning och spetssprygel. Vingbalken är genomgående, skärkraftskoppel finns vid rotsprygeln fram och bakände. Stjärtbommarna är infästade på vingens översida för att erhålla hel vingklaff. Se typsikt vingsnitt sida 7 och toppvy sida 8.

Vingpanelerna tillverkas i honverktyg uppbyggda av enkelkrökt plåt på "honspryglar" av trä eller aluminium. Eftersom vingen har konstant korda och samma vingprofil längs hela spännvidden tillverkas höger och vänster vinge i samma verktyg. Klaffar och skevroder göres tillsammans med vingen, sågas bort och färdigställs. För att få god formnoggrannhet och inga steg formas vingnosen på plats sedan vingpanelerna sammanfogats.

Vingbalken tillverkas av kolfiberprepreg upplagd på plana bord. Vingspetsarna tillverkas av aramidfiber på plugg av PUR-skum.



Stjärt

Stjärtytorna är uppbyggda på samma sätt som vingen och tillverkas på motsvarande sätt. Stjärtbommarna byggs i enkelskal glasfiber förstärkt med kolfiber med hjälp av samma verktygsteknik som kroppen.

Styrsystem

Flygplanet har dubbelkommando. Styrsystemet innehåller både linor och stötstänger. Trimning sker med fjädrar.

Landställ

Landstället består av fjäderben i komposit alternativt i stål. Hjulkåpor av aramidfiber tillverkade på samma sätt som vingspetsarna. Noshjuldiameter 0,20 m, huvudhjulsdiameter 0,28 m. Huvudhjulen har hydrauliska bromsar.

Motorinstallation

Motorn är upphängd i ett fundament av stålrör fastsatt i kroppens bärande struktur. Motorrummet begränsas framåt av ett brandskott uppbyggt i sandwich med ett främre bärande skikt, kärna-isolering, täckskikt.

Bränslesystem

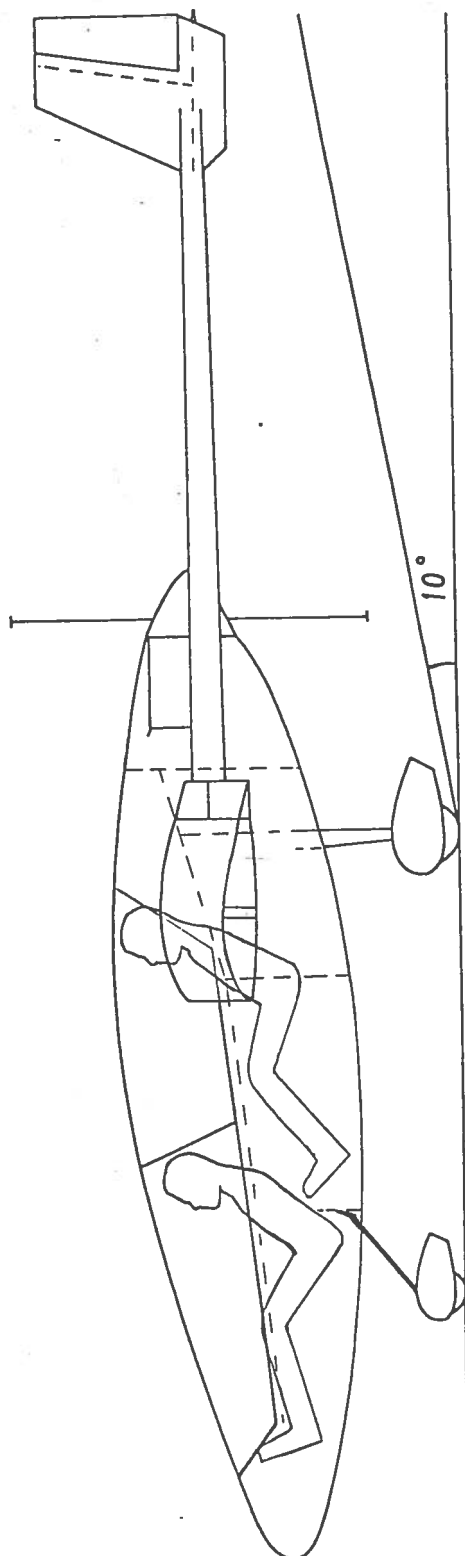
Fpl har två integrala bränsletankar i vingnosens innerdel. Tankarna är invändigt målade med zinkkromatprimer. Volymen är ca 80 l. Systemet har elektrisk bränslepump.

Elsystem

Fpl är utrustat med enkelt elsystem. Batteriet är placerat mellan båda piloterna.

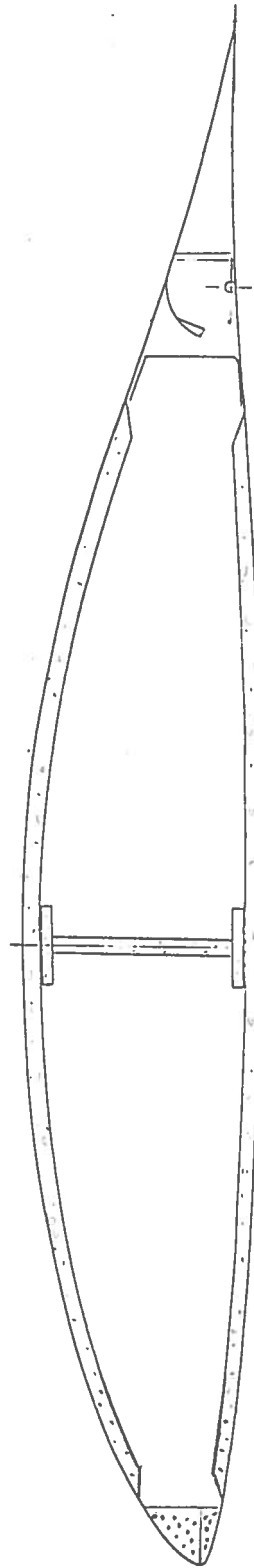
Instrument- och radioutrustning

Fpl förutses utrustas med grundinstrument och kommunikationsradio.

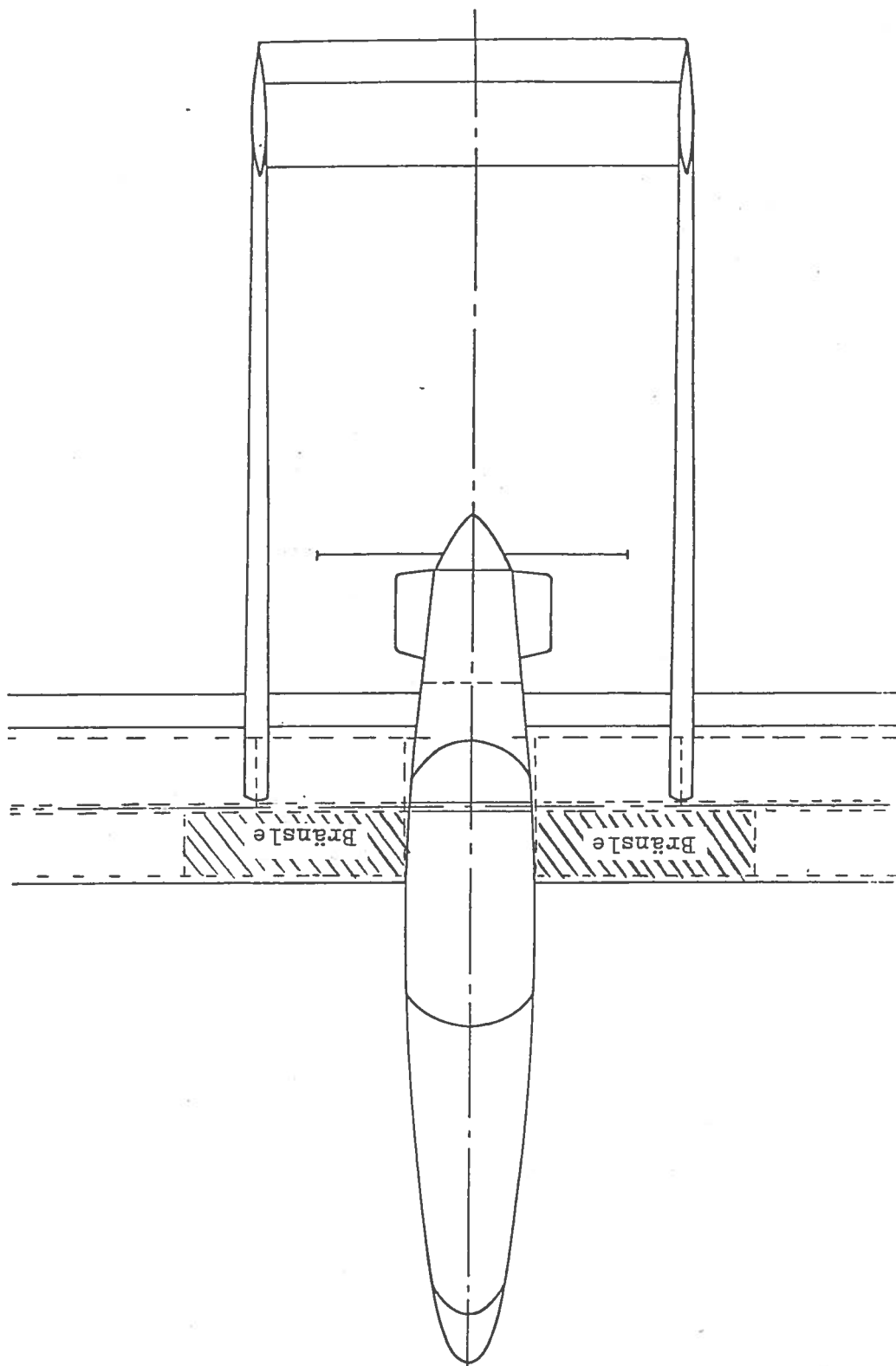


JNS 280 SIDVY

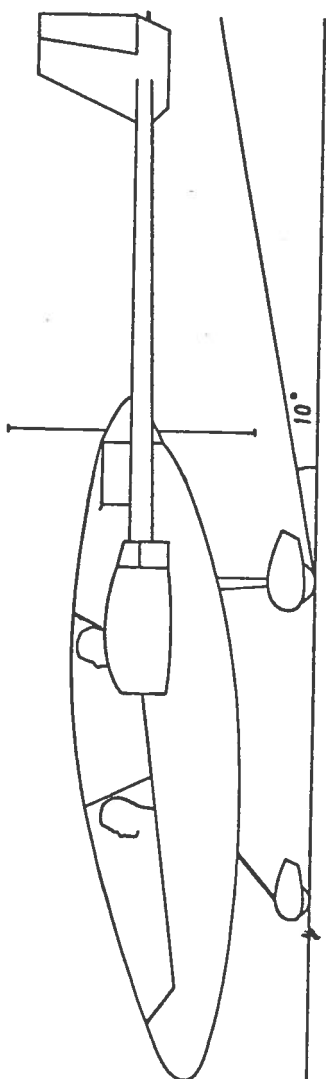
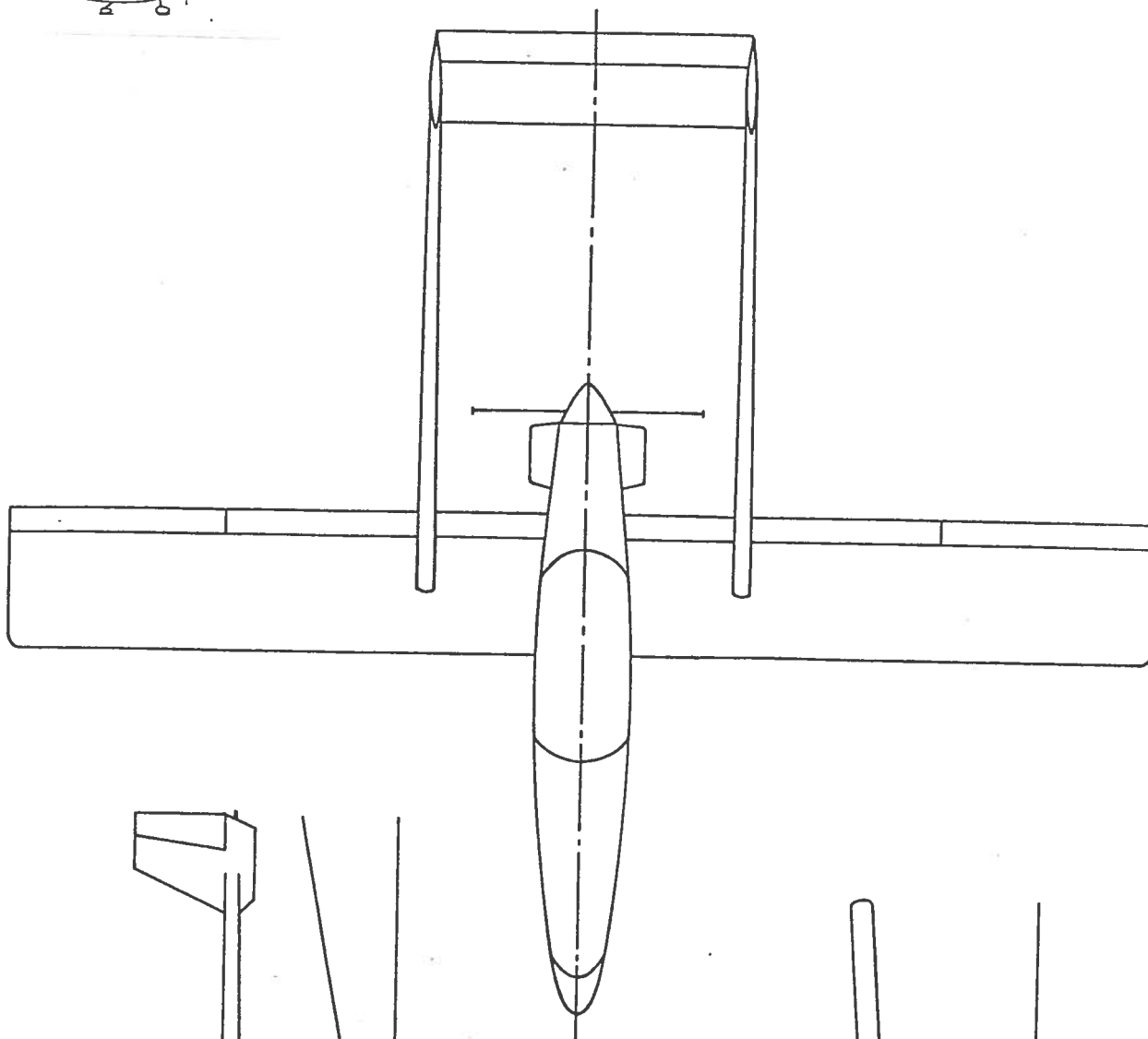




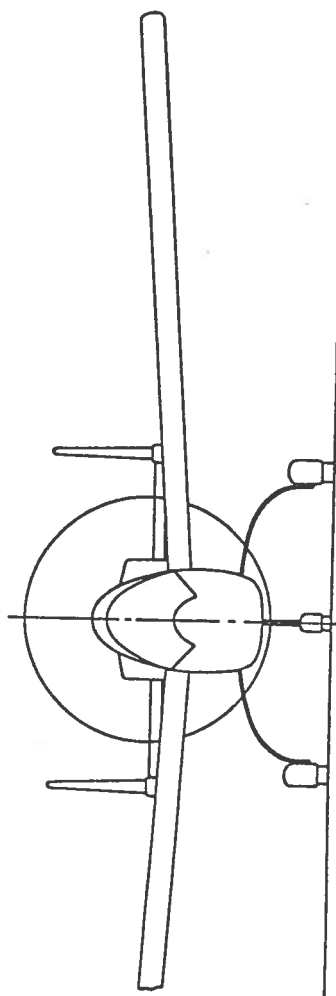
JNS 280 TYPISKT VINGSNITT



JNS 280 TOPFY



1m



JNS 280 TREPLANSIKSS



4. TEKNISKA DATA

Geometri:	Spännvidd	8 m
	Längd	6,9 m
	Vingyta	8 m ²
	Sidoförhållande	8,0
	Vingprofil	FX 67-K-150
	Stjärtprofil	NACA 65A012
Motor:	Limbach L 2000 EC 59 kW (80 HP MAX START)	
	51,5kW(70 HP MAX KONT.)	
Propeller:	Hoffman H0-V-62 (ställbar)	D = 1,6 M
Vikt:	Tomvikt utrustad	308 kg
	Max flygvikt	541 kg
Vingbelastning:	<u>67,6 kg/m²</u>	
Effektbelastning:	<u>9,2 kg/kW</u>	
	(6,8 kg/HP)	



5. PRESTANDA

Vid max flygvikt 541 kg

Marschfart vid max kontinuerlig effekt 51,5 kW och med klaffar och skevroder - 12°	290	km/h
Motsvarande bränsleförbrukning	19	l/h
	0,65	l/mil
Motsvarande räckvidd med 30 min reserv	975	km
Högsta stighastighet vid max effekt 59 kW	5,5	m/s
Startsträcka vid hård gräsbana över 15 m hinder	460	m
Vikningsfart med klaffar +60° och skev- roder + 12°	90	km/h
Max lastfaktor	4,4	



6. VIKTSAMMANSTÄLLNING

Delvikter	kg
Vinge	76
Stjärt	32
Kropp	38
Landställ	20
Styrorgan	25
Motor och propeller	80
Motorinstallation	
Bränslesystem	4
Elsystem	10
Instrument	18
Elektronik	
Inredning och utrustning	<u>5</u>
<u>Tomvikt</u>	308
Besättning 2 man	180
Bränsle	53 → 59 kg
<u>Max flygvikt</u>	541
Tyngdpunktslägen	
Besättning 2 man (180 kg) 100 % bränsle	18,8 % AMK
Besättning 1 man (60 kg) 0 % bränsle	32,0 % AMK

FÖRPLANERING AV ETT LÄTT TVÅSITSIGT MOTORFLYGPLAN	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	82-04-21	E. SOINNE	JNS 280	
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

SAMMANFATTNING

 $\Sigma \approx 96^h$

RAPPORTEN INNEHÅLLER PRELIMINÄRA AERODYNAMISKA, VIKTS- OCH PRESTANDABERÄKNINGAR AV ETT LÄTT TVÅSITSIGT MOTORFLYGPLAN, SOM SKALL PRESENTERAS SOM FÖRSLAG TILL LINKÖPINGS FLYGKLUBBS IDÉTÄVLING FÖR ETT NYTT FLYGPLAN.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	INLEDNING	3
2.	HÖGSTA LYFTKRAFTSKOEFFICIENT	5
3.	HÖGSTA VINGBELASTNING	9
4.	UPPSKATTNING AV MASSOR	10
4.1	VINGE	10
4.2	STJÄRT	11
4.3	STJÄRTBOHVAR	12
4.4	UTRUSTNING	12
4.5	STYRORGAN	13
4.6	MOTOR	14
4.7	LANDSTÄLLE	14
4.8	KROPP	14
4.9	BRÄNSLE	15
4.10	PILOTER	15

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

4.11	SAMMANFATTNING	16
5.	TYNGDPUNKTSLÄGE	19
6.	AERODYNAMISKA STORHETER	23
7.	BERÄKNING AV POLAR	29
7.1	LYFTKRAFTSKOEFFICIENTER	29
7.2	VINGENS INDUCERADE MOTSTÅND	31
7.3	VINGENS PROFILMOTSTÅND	32
7.4	STABILISATORNS INDUCERADE MOTSTÅND	33
7.5	STABILISATORNS PROFILMOTSTÅND	35
7.6	FENORNAS PROFILMOTSTÅND	37
7.7	STJÄRTBOMMARNAS MOTSTÅND	38
7.8	KROPPENS MOTSTÅND	40
7.9	INTERFERENSMOTSTÅND	43
7.10	LANDSTÄLLET'S MOTSTÅND	45
7.11	MOTORANORDNINGENS MOTSTÅND	46
7.12	TOTALT MOTSTÅND	47
8.	PROPELLERNAS DRAGKRAFT	49
9.	PRESTANDA	53
10.	SLUTSATSER	59
	REFERENSER	62

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

1. INLEDNING

ALLA I RAPPORTEN PRESENTERADE BERÄKNINGAR HAR UTFÖRTS MANUELLT, PÅ LÄMPLIGA DATORPROGRAM INTE HAR VARIT TILLGÄNGLIGA FÖR BERÄKNAREN. DET INNEBÄR, ATT MAN HAR VARIT TVUNGEN ATT ANVÄNDA RELATIVT ENKLA METODER FÖR ATT UNDVIKA ALLTFÖR MÖDOSAMMA BERÄKNINGAR. AERODYNAMISKA OCH PRESTANDABERÄKNINGAR HAR UTFÖRTS ENLIGT TORENBEEKS METOD. POLARBERÄKNINGARS PRECISION HAR ÖKATS GENOM ATT NUMERISKT UTKÄRDERA OLIKA DELARS MOTSTÅNDSKOEFFICIENTER I STÄLLET FÖR ANTAGANDE AV PARABOLISKA POLAR.

UPPSKATTNING AV MASSOR HAR UTFÖRTS MHA VÄRDEN, SOM HAR ERHÅLLITS I FINSKA SEGEL- OCH MOTORFLYGPLAN AV PLASTKONSTRUKTION. VIKTERNA HAR SÅLUNDA VÄGTS PÅ EXISTERANDE KONSTRUKTIONER, SOM HUVUDSAKLIGEN ÄR AV GÄP MED MINDRE ANTAL AV KOL- OCH ARAMID DELAR.

PROPELLERNAS DRAGKRAFT HAR KALKYLERATS ENLIGT BORSTIS METOD. KORREKTIONER ORSAKADE AV KROPPENS NÄRVARO HAR RÄKNATS MED TORENBEEKS FORMLER.

BERÄKNINGARNA INNEHÅLLER RELATIVT FÅ MOTIVERINGAR

	Bearbetad den Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den Sign.	Smst nr	Detail nr
	Ändrad den Sign.	Fall	

FÖR OLIKA LÖSNINGAR. REPLANSKISSEN PÅ SIDAN 18 KAN
OFTA VARA TILL HJÄLP FÖR ATT FÖLJA BERÄKNINGARNAS
TANKEGÅNG. BERÄKNAREN HAR STRÄVAT TILL, ATT ALLTID
ANVÄNDA REFERENSENS BETECKNINGAR VID OLIKA BERÄK-
NINGAR.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

2. HÖGSTA LYFTKRAFTSKOEFFICIENT

EN RAK VINGE VÄLJS HED GENOMGÅENDE SAMMA PROFIL FX 67-K-150. VINGENS UNGEFÄRLIGA MÅTT:

$$\begin{aligned} c &= 1,0 \text{ m} \\ b &= 8,0 \text{ m} \\ S &= 8,0 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

VINGENS HÖGSTA LYFTKRAFTSKOEFFICIENT

$$C_{Lmax} = k_s \frac{(C_{Lmax})_n + (C_{Lmax})_t}{2} \quad / T (G 20, s. 476/$$

VÄRVID $k_s = 0,88$ FÖR EN RAK VINGE. REYNOLDSTALET VID EN VIKNINGSHASTIGHET AV 90 km/h

$$Re = \frac{1 \cdot 25}{1,4607 \cdot 10^{-5}} = 1,71 \cdot 10^6$$

PROFILENS HÖGSTA LYFTKRAFTSKOEFFICIENT

$$\begin{cases} \text{FX 67-K-150} \\ Re = 1,71 \cdot 10^6 \\ \beta = +12^\circ \end{cases}$$

$$\Rightarrow C_{Lmax} = 1,503 \quad / A \text{ s. 247, 248/}$$

VINGENS HÖGSTA LYFTKRAFTSKOEFFICIENT

$$C_{Lmax} = 0,88 \frac{1,503 + 1,503}{2} = 1,323$$

FÖRÄNDRINGEN AV VINGENS HÖGSTA LYFTKRAFTSKOEFFICIENT MED KLAFFAR SOM TÄCKER 65 % AV SPÄNNVIDDEN OCH FÄLLS NEP 60°

$$\Delta_f C_{Lmax} = 0,92 \Delta_f C_{Lmax} \frac{S_{eff} (0,1)^3 - L^{1/4}}{S} \quad / T (G 25, s. 539/$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

PROFILERNS INVERKAN

$$\left\{ \begin{array}{l} FX 67-K-150 \\ \beta = +60^\circ \\ Re = 1,71 \cdot 10^6 \end{array} \right. \quad (\text{TÄT SPALT MELLAN KLAFF OCH VINGE})$$

$$\Rightarrow C_{Lmax} = 2,03 \quad / \text{A s. 319, 322, 324/}$$

(KONSERVATIVT VÄRDE TY REYNOLDSTALET I FIGURER ÄR $0,7 \cdot 10^6$). FÖR MODERAT KONIKA VINGAR GÄLLER $S_{eff}/S = K_b$. FÖR KROPPEN OCH KLAFFAR FÅS

$$\left\{ \begin{array}{l} l = 1,0 \\ b_f/b = 0,6/8 = 0,075 \Rightarrow K_b = 0,095 \\ b_r/b = 0,65 \quad K_b = 0,75 \end{array} \right.$$

FÖR VINGEN FÅS

$$\Delta C_{Lmax} = 0,72 \cdot (2,03 - 1,503) \{0,75 - 0,095\} \cdot 1$$

$$= 0,318$$

KROPPENS INVERKAN PÅ C_{Lmax}

$$\Delta C_L = K_{ff} \cdot \frac{2}{1+1} \cdot \frac{b_{fi}}{b} \cdot \Delta C_{L0} \quad / T (G-30) s. 540/$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{2} \cdot \frac{0,6}{8} \cdot (2,03 - 1,503)$$

$$= 0,0132$$

TOTALA VÄRDET FÖR VINGE-KROPP-KOMBINATION

$$C_{Lmax} = 1,323 + 0,318 + 0,0132 = 1,654$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

FÖR INVERKAN AV HORIZONTALA STABILISATORN MÅSTE
MOMENTFÖRÄNDRINGEN BEREKNAS

$$\Delta_f C_{m_{1/4}} = \mu_2 \Delta_f C_{m_{1/4}} + .7 \frac{A}{1 + 2/A} \mu_3 \Delta_f C_L \tan \Lambda_{1/4}$$

/T (G-36), s. 541/

$$\begin{cases} \lambda = 1 \\ \text{FLAPSPAN} / \text{WINGSPAN} = 0,65 - 0,6/8 = 0,575 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \mu_2 = 0,575$$

/T FIG. G-16, s. 542/

$$\begin{cases} \text{FX 67-K-150} \\ \beta = 10^\circ \\ R_c = 1,5 \cdot 10^6 \end{cases}$$

$$\Rightarrow C_{m_{1/4}} = -0,175$$

/A s. 250/

$$\begin{cases} \text{FX 67-K-150} \\ \beta = 60^\circ \\ R_c = 1,5 \cdot 10^6 \end{cases}$$

$$\Rightarrow C_{m_{1/4}} = -0,31$$

/A s. 250/

$$\Delta_f C_{m_{1/4}} = 0,575 (-0,31 - (-0,175)) = -0,0776$$

WINGENS MOMENTKOEFFICIENT $C_{m_{1/4}} \approx C_{m_{1/4}}$ NÄR TYNGD-
PUNKTEN LIGGER UNGEFÄR I AERODYNAMISKA CENTRUM.

DÄ ERHÅLLS

$$C_{m_{1/4}} = -.175 - .0776 = -.2526$$

HORIZONTALA STABILISATORNS LYFTKRAFTKOEFFICIENT

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

ERHÅLLS M M H EKVATION

$$C_{Lh} = \frac{C_{mac} + C_L (x_{cg} - x_{ac}) / \bar{c}}{S_h L_h / (S \bar{c})} \quad / T (E-44), s. 496 /$$

(UTAN TRYCKFEL)

GENOM ATT VÄLJA

$$x_{cg} \approx x_{ac}$$

$$\frac{S_h}{S} = 0,18$$

$$\frac{L_h}{\bar{c}} = \frac{3,5}{1}$$

FÅS ETT VÄRDE

$$C_{Lh} = \frac{-0,2526}{0,18 \cdot 3,5} = -0,401$$

INVERKAN PÅ HELA FLYGPLANETS LYFTKRAFTSKOEFFICIENT

$$C_{Lmax} = 1,654 - 0,18 \cdot 0,401 = \underline{\underline{1,582}}$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

3. HÖGSTA VINGBELASTNING

VINGBELASTNING VÄLJS PÅ VIKNINGSHASTIGHET SOM SKALL HA ETT VÄRDE 90 km/h ENLIGT FAR'S DEFINITION. ENLIGT TORENBEEK /T S. 166/ SKA BEPÄKNADE C_{Lmax} VÄRDE ÖKAS MED 13 %, FÖR ATT FÅ MOTSVARANDE VIKNINGSHASTIGHET ENLIGT FAR'S DEFINITION I FRI FLYGNING

$$m_g = 1,13 \cdot C_{Lmax} \cdot \frac{1}{2} \rho V_s^2 S$$

VARAV FÖR VINGBELASTNING FÅS EKVATIONEN

$$\frac{m}{S} = \frac{1,13 C_{Lmax} \rho V_s^2}{2g}$$

NU ERHÅLLS

$$\frac{m}{S} = \frac{1,13 \cdot 1,582 \cdot 1,225 \cdot 25^2}{2 \cdot 9,80665} = \underline{\underline{69,78 \text{ kg/m}^2}}$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

4. UPEKRÄTTNING AV MASSOR

4.1 VINGE

MASSAN AV PIK-20E:S VINGE (I MEDELTALE)

$$m = \frac{1}{2} (65,4 + 65,6 + 64,8 + 63,8) \quad / 25 \text{ PIK-2 s. 20, 24/}$$

$$= 129,8 \text{ kg}$$

UTAN

2 kg HÖR TILL VINGSRETSHJULEN

8 kg HÖR TILL ROTDELEN AV VINGBALKARNA

7 kg HÖR TILL LUFTBROMSARNA

VINGARNA ÄR TILLVERKADE MED VÅT HÄNDUPPLÄGGNING AV GLASFIBERARMERAD EPOXI MED KOLFIBERBOMMAR. VINGENS KARAKTERISTISKA MÅTT ÄR

$$L = 15 \text{ m}$$

$$S = 10 \text{ m}^2$$

$$C_R = 0,9 \text{ m}$$

$$C_F = 0,65 \text{ m}$$

$$C_A = 0,36 \text{ m}$$

$$C_E = 9 \text{ m}$$

$$\left(\frac{L}{C_{\text{ROOT}}} \right) = 0,17$$

$$\alpha_{\text{MAX}} = 6,5 \text{ (GRÄNSLAST)}$$

UTAN OÖKANDANDA TILLÄGGMASSOR FÅR VI TILL VÄRDE FÖR MASSA/YTA

$$\frac{m}{S} = \frac{129,8 - (2 + 8 + 7)}{10} = 11,28 \text{ kg/m}^2$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

Med tanke på mindre lastfaktor 4,4 och mindre spännvidd $16 \approx 9 \text{ m}$ uppskattas det, att man kan nå ett värde (GLASPANELER OCH KOLBOMMAR)

$$\frac{m}{s} = 10 \text{ kg/m}^2$$

4.2 STJÄRT

RIE-20E:S HORIZONTALA STABILISATOR VÄGER 7,5 kg OCH HAR HUVUDMÄTTEN

$$\begin{aligned} l_x &= 8,4 \text{ m} \\ S_x &= 1,248 \text{ m}^2 \\ c_x &= 0,64 \text{ m} \\ c_x &= 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

/25 PAK-3, s. 7...10/

TILL VÄRDE FÖR MASSA / YTA FÅS

$$\frac{m}{s} = \frac{7,5}{1,248} = 6,0 \text{ kg/m}^2$$

STABILISATORN ÄR HELT AV GÄP-KONSTRUKTION OCH MASSAN INNEHÅLLER OCKSÅ BALANSERINGSMASSORNA. DET FINNS SÅ FÅ VÄGAR VID DUBBELSKALET, ATT DET INTE FINNS MÖJLIGT ATT FÅ VIKTESPÅRNINGAR UTAN BYTE TIL KOL.

DET FINNS INTE VÄGDA VÄRDEN FÖR SEGEL-FLYGPLANS FENOR, MEN MAN HAR BERÄKNAT MED BÅA NOGGGRANNHET (/25 PAK-4 s. 31/) ATT MASSA / YTA HAR ETT VÄRDE PÅ 10 kg/m² FÖR

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

GAP-KONSTRUKTION. VÄRDET GÄLLER FÖR EN T-STJÄRT.
NÄR MAN INTE VÄLJER T-KONFIGURATION. KAN MAN AN-
VÄNDA HORIZONTALA STABILISATORNS VÄRDE 6 kg/m^2 .

4.3 STJÄRTBOHMMAR

FÖR MASSAN AV EN BAKKOPP TILLVERKAD AV GAP
GER REFERENSEN /SOWNE 77, s. 11/ EKVATIONEN

$$m_{st} = 3,5 \cdot S_{st} + 0,8 \cdot L_{st}$$

VAR

m_{st} ÄR MASSAN $\{\text{kg}\}$

S_{st} ÄR BAKKROPPENS VÄTA YTA $\{\text{m}^2\}$

L_{st} ÄR BAKKROPPENS LÄNGD $\{\text{m}\}$

GENOM ATT FÖR STJÄRTBOHMMARNAS TVÄRSNITT VÄLJA MÅT-
TEN $0,12 \times 0,09 \text{ m}$ OCH $0,08 \times 0,05 \text{ m}$ REDUCERAS EKVATIONEN
NU TILL

$$\begin{aligned} m_{st} &= 3,5 \cdot 2 \{ 2 \cdot (0,15 + 0,1) + 2 \cdot (0,1 + 0,7) \} L_{st} + 0,8 L_{st} \\ &= 6,68 L_{st} \end{aligned}$$

4.4 UTRUSTNING

VÄRDEN FÖR UTRUSTNING BASERAS PÅ KÄNDA VÄRDEN
AV PIK-20E / 25 DAK-4 s. 65, 66/. FÖLJANDE VÄRDEN
VÄLJS:

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

2 ST. SÄKERHETSBJÄLTEN 2x14 2,8

RADIO 4,0

INSTRUMENT 2x7 14,0

SVÄNDETALJER I KABINEN 2x1 2,0

BATTERI 10,0

32,8 kg

4.5 STYRORGAN

VÄRDEN AV STYRORGAN BASERAS PÅ VÄRDEN AV PIK-SJÖE

195 RAK-4 S. 64,65%. FÖLJANDE VÄRDEN VÄLJS

2 ST. STIRSPAKAR 2x1,55 3,1

HÖJDRODERSYSTEM 2,3x0,34 0,82

SKEVRODERSYSTEM 2,3x0,34 0,82

SIDODRODERSYSTEM 3,2x0,22 0,71

2 ST. PEDALER 2x1,6 3,2

2 ST. TRIM 0,4

CENTRAL SVÄNGARMAR 5,0

KLAFFLINJE 2x0,76+2,3x1 3,82

ÖVRIGT 1,0

18,82 kg

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

4.6 MOTOR

MOTORS VIKT FÅS FRÅN /LIMBACH S. 7/ OCH
 PROPELLERNS FRÅN /HOFFMANN ABB. 2/ FÖR UTRUSTNING, OLJA
 ETC VÄLJS LITE EXTRA

MOTOR	70,0
PROPELLER	4,0
OLJA	3,0
UTRUSTNING ETC	3,0
	80,0 kg

4.7 LANDSTÄLLE

FÖR LANDSTÄLLE UPSKATTAS FÖLJANDE VÄRDEN

NOGSTÄLL	6,0
HUVUDLANDSTÄLL	14,0
	20,0 kg

4.8 KROPP

SJÄLVA KROPPENS MASSA KALKYLERAS MHA PIL-ROE'S
 VÄRDEN /85 RAK-4 S. 66/

HELA SKROVET	55,77 kg
TILLÄGG FÖR MOTORÖPPNING	-4,63 kg

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

FENA

- 10 kg

BAKKEBOTTEN

$$m = 3,5 \left(20 \cdot \frac{\pi}{2} (0,36 + 0,18) + 0,8 \cdot 2 \right)$$

- 7,54 kg

33,6 kg

FRAMKEPPEN VÄGER ALLTSÅ $33,6 / 3,5 = 9,6$ kg/m. UNGEFÄR

SAMMA VÄRDE KAN NÅS PÅ LÄGRE LASTFAKTOR. FÖR KROPPEN FÅS ETT VÄRDE

$$m = 9,6 \cdot 4,2 = 40,32 \text{ kg}$$

I VÄRDET INGÅR BRÄNSLETÄNK AV ARAMIDFIBER, TILL SKROVET FAST LAMINERADE INFÄSTNINGAR OCH KABINENS PLEXIGLAS, SPANT. MFL.

4.9 BRÄNSLE

TRE TIMMAR'S BRÄNSLEFÖRBRUKNING MED 75% EFFEKT BETYDER UNGEFÄR

$$\frac{0,22 \text{ kg}}{\text{HPH}} \cdot 0,75 \cdot 80 \cdot 3 \text{ HPH} = 39,6 \text{ kg}$$

~ 55 L

4.10 PILOTER

TVÅ PILOTER VÄGER NOMINELLT $2 \times 90 = 180$ kg

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

4.11 SAMMANFATTNING

GENOM ATT VÄLJA 3 m LÅNGA STJÄRTBOHAR OCH
EN HORIZONTAL STABILISATORyta SOM ÄR 18 % AV VINGYTA
FÅS FÖLJANDE VÄRDEN

VINGE $5 \cdot 10 \text{ kg/m}^2$

HORIZONTAL STABILISATOR $0,18 \cdot 5 \cdot 6 \text{ kg/m}^2$

FENOR (1 m^2) $7,0 \text{ kg}$

STJÄRTBOHAR $20,0 \text{ kg}$

UTRUSTNING $32,8 \text{ kg}$

STYRORGAN $18,9 \text{ kg}$

MOTOR OCH PROPELLER $80,0 \text{ kg}$

LANDSTÄLLE $20,0 \text{ kg}$

KROPP $41,0 \text{ kg}$

BRÄNSLE $40,0 \text{ kg}$

PILÖTER $180,0 \text{ kg}$

FÖR TOTALA MASSAN FÅS EKVATIONEN

$$m = 439,7 + 11,08 \cdot S$$

GENOM ATT FÖR HÖGSTA VINGBELASTNING VÄLJA ETT
VÄRDE $69,78 \text{ kg/m}^2$ FÅS

$$69,78 \cdot S = 439,7 + 11,08 \cdot S$$

$$\Rightarrow S = 7,491 \text{ m}^2$$

FÖR FLYGPLANETS HÖGSTA STARTVIKT ERHÅLLS DÅ ETT VÄRDE

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

$$m = 438,7 + 11,08 + 7,468 = 522,7 \text{ kg}$$

OCH FÖR TOMVIKT

$$m = 522,7 - 180 - 40 = 302,7 \text{ kg}$$

FÖR ATT FÅ MED MER BRÄNSLE VÄLJS VINGYTAN ÄNDÅ LITE STÖRRE $S = 8,0 \text{ m}^2$. FÖR TOMVIKT FÅS DÅ ETT VÄRDE

$$m = 438,7 - 220 + 11,08 \cdot 8 = \underline{\underline{308,3 \text{ kg}}}$$

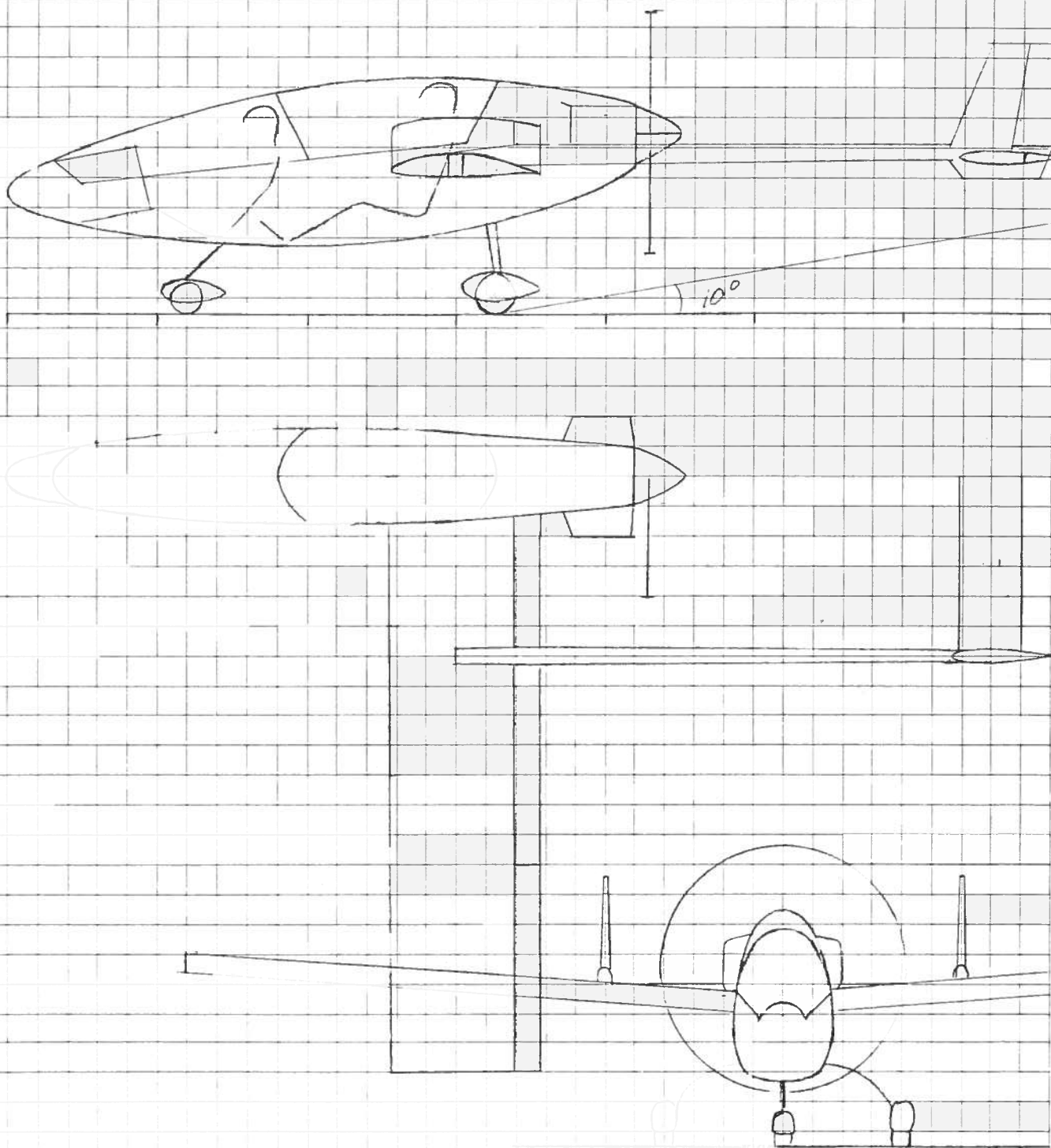
MED Fyra timmars bränsle 52,8 kg (73,3 l) BLIR HÖGSTA STARTVIKTEN.

$$m = 308,3 + 180 + 52,8 = \underline{\underline{541,1 \text{ kg}}}$$

VINGBELASTNINGEN ÄR DÅ $67,6 \text{ kg/m}^2$.

FLYGPLANETS TREPLANSSKISS MED SÅLVUNDA VALPA MÅTT PRESENTERAS I FIGUR 1.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	



FIGUR 1. TREPLANSKIGT / SKALA 1:40.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

5. TYNGDPUNKTSLÄGE

KROPPGRUPPEN

GRUPPENS MASSOR REFERERAS TILL NOSEN AV KROPPEN.

FÖRKLARING

m
[kg]
K
[m]

SÄKERHETSBJÄLTA

1,4 1,4

SÄKERHETSBJÄLTA

1,4 1,4

RADIO

4,0 0,8

INSTRUMENTPANEL

7,0 0,9

INSTRUMENTPANEL

7,0 1,9

SMÅDETLJER I KABINEN

2,0 1,8

BATTERI

10,0 1,7

STYRSPAK

1,55 1,1

STYRSPAK

1,55 2,1

HÖJDRÖDERLINJE 1 KROPPEN

0,82 2,2

SKEVRÖDERLINJE 1 KROPPEN

0,82 2,2

SIDORÖDERLINJE 1 KROPPEN

0,71 2,2

PEDALER

1,6 0,4

PEDALER

1,6 1,7

2 ST TRIM

0,4 1,6

CENTRALA SVÄNGARMAR

5,0 3,3

KLAFFLINJE 1 KROPPEN

3,82 2,2

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

ÖVRIGT I STYRORGANEN

1,0

2,0

MOTOR

70,0

3,9

PROPELLER

4,0

4,3

MOTOROLJA

3,0

3,9

UTRUSTNING ETC.

3,0

3,8

HUVUDLANDSTÄLLE

6,0

9,4

SKOVBET AV KROPPEN

41,0

8,2

(INKL. SITS, BRÄNSLETANK MFL)

$$\Sigma = 178,67 \text{ kg}, \quad \bar{x} = 2,800 \text{ m}$$

VINGGRUPPEN

GRUPPENS MASSA REFERERAS TILL VINGENS APEX. HUVUDLANDSTÄLLET RÄKNAS MED TILL VINGGRUPPEN DÄRFÖR, ATT LANDSTÄLLET MÅSTE HA ETT VISST LÄGE I FÖRHÅLLANDE TILL HELA FLYGPLANETS TYNGDPUNKT

FÖRKLARING

m

x

[kg]

[m]

HUVUDLANDSTÄLLET

14,0

0,7

VINGE

80,0

0,42

HORIZONTALA STABILISATOR

8,64

4,1

FENOR

7,0

4,1

STJÄRTBOHVAR

20,0

1,66

$$\Sigma = 129,64 \text{ kg}, \quad \bar{x} = 1,085 \text{ m}$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

AVSTÅNDET MELLAN VINGENS APEX OCH NOSEN AV KROPPEN
BESTÄMS SÅ, ATT BAKERSTA TYNGDPUNKTSLÄGET LIGGER
VID 3,2% AV ANK. NÄR BRÄNSLET LIGGER I FRAMDELEN
AV VINGEN NÄR BAKERSTA TYNGDPUNKTEN UTAN BRÄNSLE.
AVSTÅNDET X MELLAN VINGENS APEX OCH KROPPENS
NOS KAN LÖSAS FRÅN JÄMVIKEKVATIONEN

$$m_{KR} x_{KR} + m_P x_P + m_V (x + x_0) = (m_{KR} + m_P + m_V) (x + x_0)$$

VAR KR REFERERAR TILL KROPPGRUPPEN, P TILL PILOTER
OCH V TILL VINGGRUPPEN. x_0 ÄR TYNGDPUNKTENS AVSTÅND
FRÅN VINGENS APEX. FÖR AVSTÅNDET X ERHÅLLS FORMELN

$$x = \frac{m_{KR} x_{KR} + m_P x_P + m_V x_V - x_0 (m_{KR} + m_P + m_V)}{m_{KR} + m_P}$$

MEG LÄGSTA VIKT AV 60 kg FÖR PILOT I FRAMKABINEN
OCH EN MEDELKORDA AV 1,0 m ERHÅLLS

$$x = \frac{178,67 \cdot 2,8 + 60 \cdot 1,4 + 129,64 \cdot 1,085 - 0,32(178,67 + 60 + 129,64)}{178,67 + 60}$$

$$= 2,545 \text{ m}$$

TYNGDPUNKTEN LIGGER DÅ 2,865 m FRÅN NOSEN.

STÖRSTA TYNGDPUNKTSVARIATION ERHÅLLS MED MAX BRÄNSLE
OCH TVÅ TUNGA PILOTER. TYNGDPUNKTSLÄGET

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

$$x = \frac{(178,67 + 60 + 129,64) \cdot 1,865 + 52,8(2,545 + 0,25) + (90 - 60) \cdot 1,4 + 90 \cdot 2,6}{178,67 + 129,64 + 52,8 + 90 + 90}$$
$$= 2,733 \text{ m}$$

DÄRMED ERHÅLLS EN VARIATION AV TYNGDPUNKTSLÄGET

$$\Delta x = 2,865 - 2,733 = 0,132 \text{ m}$$

SÅ ATT TYNGDPUNKTEN VARIERAR MELLAN 12,8 ... 32 % .

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

6. AERODYNAMISKA STORHETER

FÖLJANDE AERODYNAMISKA STORHETER BEHOVS VID PRESENTATIONBERÄKNINGAR:

AERODYNAMISK MEDELKORDA $\bar{c}$

FÖR EN VINGE MED KONSTANT KORDA ÄR AERODYNAMISKA MEDELKORDAN LIKA MED SJÄLVA KORDAN. NU GÄLLER

$$\bar{c} = \underline{\underline{1,0 \text{ m}}}$$

VINGENS LYFTKRAFTSKOEFFICIENTS GRADIENT $C_{L\alpha}$

FÖR GRADIENTEN AV PROFILENS LYFTKRAFTSKOEFFICIENT ERHÅLLS

$$C_{L\alpha} = 0,101 / ^\circ = 6,353 / \text{rad} \quad / \text{A s. 247/}$$

FÖR EN VINGE GÄLLER

$$C_{Lw\alpha} = \frac{C_{L\alpha}}{E + C_{L\alpha} / \pi A} \quad / \text{T (E-5), s. 471/}$$

$$E = 1 + \frac{2A}{A(1+\lambda)} \quad / \text{T (E-6), s. 473/}$$

MED VÄRDEN

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

$$\begin{cases} 1 = 1,0 \\ A = b^2/s = 8^2/8 = 8 \end{cases}$$

$$\Rightarrow f = .995$$

/T s. 471/

ERHÅLLS

$$E = 1 + \frac{2}{8(1+1)} = 1,25$$

$$C_{L_{ox}} = .995 \frac{6,353}{1,25 + 6,353/\pi \cdot 8} = \underline{\underline{4,206 / rad}}$$

VINGENS NEUTRALPUNKTSLÄGE $(x_{ac}/c)_{40}$

PROFILENS NEUTRALPUNKTSLÄGE KAN BESTÄMMAS MED
HJÄLP AV EKVATIONEN

$$C_m = C_{m,25} + C_L (x/c - .25)$$

$$\frac{\partial C_m}{\partial C_L} = \frac{\partial C_{m,25}}{\partial C_L} + \frac{x}{c} - .25$$

VARAV

$$\left(\frac{x}{c}\right)_{ac} = .25 - \frac{\partial C_{m,25}}{\partial C_L}$$

GENOM ATT MÄTA VÄRDEN FRÅN KURVOR ERHÅLLS I MEDEL-
TAL

$$\left(\frac{x}{c}\right)_{ac} = .25 - \frac{-0,032}{1,01} = 0,263 \quad /A \text{ s. 250/}$$

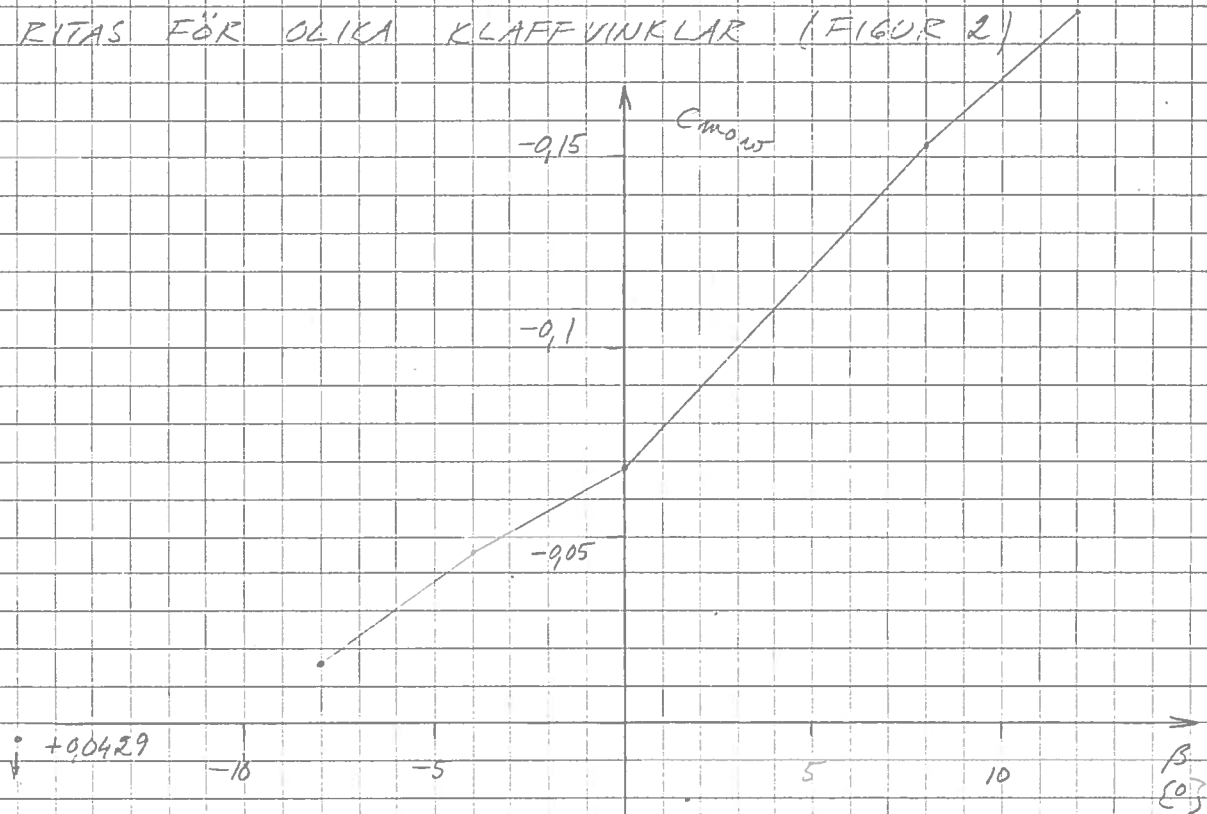
	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

Med en ving med konstant korda och samma profil gäller $(x/\bar{c})_w = x/k$. Nu erhålls

$$\left(\frac{x}{\bar{c}}\right)_w = \underline{\underline{0,163}}$$

Vingens nollmomentkoefficient C_{m0w}

För en ving med konstant korda och samma profil erhålls samma nollmomentkoefficient som för själva profilen när klaffar täcker hela spännvidden. Med hjälp av [A s. 250] kan en kurva ritas för olika klaffvinklar (Figur 2)



FIGUR 2. Vingens nollmomentkoefficient vid olika klaffvinklar β .

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

VÄRDEN AV C_{m_0} HAR VALTS SÅ, ATT FORMELN

$C_m = C_{m_0} + C_L (x_{cg} - x_{ac}) / \bar{c}$ APPROKSIMERAR MOMENTKURVAN
BÄST VID AKTUELLA ANFALLSVINKLAR $\alpha = 0^\circ..6^\circ$.

VING-KROPP-KOMBINATIONENS LIFTKRAFTKOEFFICIENTS GRADIENT $C_{L\alpha_{wf}}$

ENLIGT TORENBEEK GÄLLER

$$(C_{L\alpha})_{wf} = K_I C_{L\alpha_w} \quad / T (E-30), s. 479 /$$

$$K_I = (1 + 2,15 \frac{b_f}{b}) \frac{S_{nt}}{S} + \frac{\pi}{2 C_{L\alpha_w}} \frac{b_f^2}{S} \quad / T (E-33), s. 479 /$$

OCH DÅ ERHÅLLS

$$(C_{L\alpha})_{wf} = \left[\left(1 + 2,15 \frac{0,6}{8} \right) \frac{8-0,6}{8} + \frac{\pi}{2 \cdot 4,206} \frac{0,6^2}{8} \right] 4,206$$

$$= \underline{\underline{5,225 / rad}}$$

VING-KROPP-KOMBINATIONENS NEUTRALPUNKTLÄGE $(x_{ac}/\bar{c})_{wf}$

ENLIGT TORENBEEK GÄLLER

$$\left(\frac{x_{ac}}{\bar{c}} \right)_{wf} = \left(\frac{x_{ac}}{\bar{c}} \right)_w + \frac{\Delta f_1 x_{ac}}{\bar{c}} + \frac{\Delta f_2 x_{ac}}{\bar{c}} \quad / T (G-36), s. 480 /$$

$$\frac{\Delta f_1 x_{ac}}{\bar{c}} = - \frac{1,8}{(C_{L\alpha})_{wf}} \frac{b_f b_f l_{fn}}{S \bar{c}} \quad / T (G-37), s. 481 /$$

$$\frac{\Delta f_2 x_{ac}}{\bar{c}} = \frac{2,73}{1+1} \frac{b_f c_g (b-b_f)}{(\bar{c})^2 (b+2,15 b_f)} \tan \Lambda_{1/4} \quad / T (G-38), s. 49 /$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

MED AKTUELLA VÄRDEN ERHÅLLS

$$\frac{\Delta f_2 \cdot x_{ac}}{z} = 0$$

$$\frac{\Delta f_1 \cdot x_{ac}}{z} = \frac{1,8}{5,225} \cdot \frac{0,6 \cdot 1,0 \cdot 2,545}{8 \cdot 1} = -0,0658$$

$$\left(\frac{x_{ac}}{z}\right)_{wf} = 0,263 - 0,0658 = \underline{\underline{0,1972}}$$

VING - KROPP - KOMBINATIONENS NOLL MOMENTKOEFFICIENT $(C_{m0})_{wf}$

ENLIGT TORENBECK GÄLLER

$$(C_{mac})_{wf} = (C_{mac})_w + A_f C_{mac}$$

/T (G-39), s. 480/

$$\Delta_f C_{mac} = -1,8 \left(1 - \frac{2,5 k_f}{l_f}\right) \frac{\pi b_f k_f l_f}{4SE} \frac{C_{L0}}{(C_{L0})_{wf}} \quad /T (G-40), s. 480/$$

MED AKTUELLA VÄRDEN ERHÅLLS

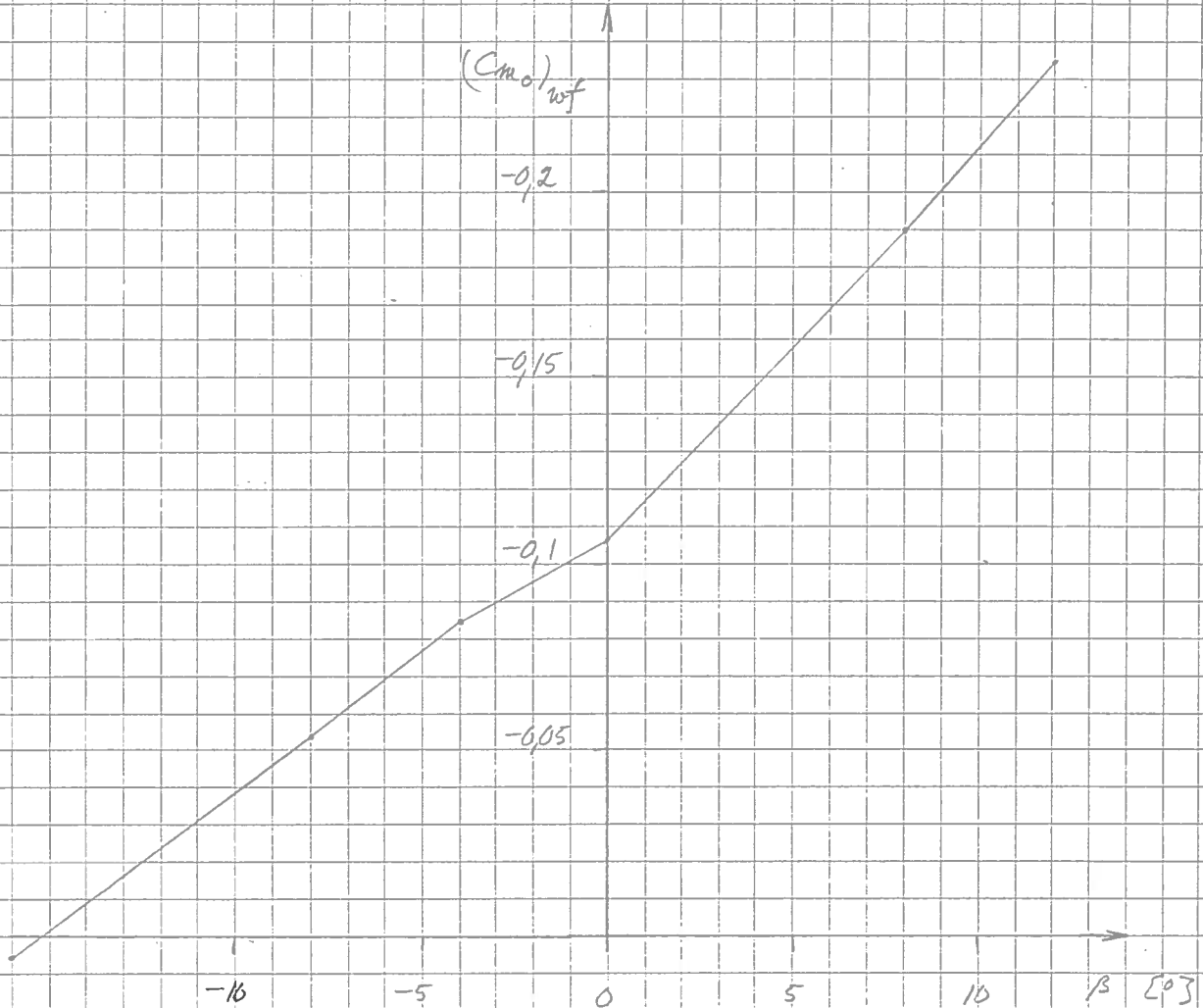
$$\begin{aligned} \Delta_f C_{mac} &= -1,8 \left(1 - \frac{2,5 \cdot 0,6}{4,3}\right) \frac{\pi \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 4,3}{4 \cdot 8 \cdot 1} \frac{0,6}{5,225} \\ &= \underline{\underline{-0,0375}} \end{aligned}$$

VILKET VÄRDE GÄLLER SPECIELLT FÖR KLÄFFVINKEL $\beta = -10^\circ$.

SAMMA VÄRDE KAN ANVÄNDAS OCKSÅ FÖR ANDRA KLÄFFVINKLAR DÄRFÖR, ATT KROPPENS ANFALLSVINKEL ÄNDRAR RAPID LITET NÄR KLÄFFVINKEL VÄLJS PÅ HASTIGHET. FÖR

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

VING-KROPP-KOMBINATIONENS NOLL MOMENTKOEFFICIENT KAN RITAS EN KURVA (FIGUR 3.)



FIGUR 3. VING-KROPP-KOMBINATIONENS NOLL MOMENTKOEFFICIENT VID OLIKA KLAFFVINKLAR.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7. BERÄKNING AV POLAR

POLAREN BERÄKNAS ENLIGT TORENBEEKS SYSTEM MEN UTAN ANTAGANDE AV PARABOLISK POLAR DÄRFÖR, ATT LAMINARPROFILERS MOTSTÅNDSKOEFFICIENT INTE KAN APPROXIMERAS MED EN PARABEL. PROFILMOTSTÅNDET BESTÄMMES NUMERISKT FÖR VARJE KLAFFVINKEL. HORIZONTALA STABILISATORNS MOTSTÅNDSKOEFFICIENT BESTÄMMES UTAN HÄNSYN TILL RODERVINKEL (FÖRENKLING). POLAREN BERÄKNAS FÖR HÖGSTA STARTVIKT $m = 541,1 \text{ kg}$ NÄR TYNGDPUNKTEN LIGGER VID 18,8% AV AMK. ISA-SEA LEVEL-VÄRDE ANVÄNDS.

7.1 LYFTKRAFTSKOEFFICIENTER

LYFTKRAFTSKOEFFICIENTER KAN RÄKNAS MED FORMLER

$$C_L = \frac{mg}{\frac{1}{2} \rho V^2 S}$$

$$C_{Lh} = \frac{(C_{m0})_{ref} + C_L (x_{cg} - x_{ac}) / \bar{c}}{V_h + \frac{S_h}{S} (x_{cg} - x_{ac}) / \bar{c}}$$

IT (E-2) (E-4)
s. 470, 481

$$C_{L_{ref}} = C_L - \frac{S_h}{S} C_{Lh}$$

GENOM ATT VÄLJA HASTIGHET KAN I TABELL 1 PRESENTERADE VÄRDEN RÄKNAS. β ÄR KLAFFVINKEL, SOM PASSAR BÄST TILL C_L . GENOM ATT VÄLJA β KAN $(C_{m0})_{ref}$ OCKSÅ

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

BESTÄMMAS. FÖR ANDRA VÄRDEN HAR MAN ANVÄNT

$$s_h/s = 0,18$$

$$L_h = 3,7 \text{ m}$$

TABELL 1. LYFTKRAFTSKOEFFICIENTER, KLÄFFVINKLAR SAMT
NOLL MOMENTSKOEFFICIENTER VID OLIKA HASTIGHETER.

V [m/s]	C_L	β [°]	$(C_{m0})_{uf}$	C_{Lk}	C_{Luf}
30	1,2033	+4	-,147	-,2530	1,2488
40	0,6768	0	-,107	-,1790	,7090
50	0,4332	-4	-,084	-,1380	,4580
60	0,3008	-8	-,064	-,1043	,3196
70	0,2210	-12	-,024	-,04194	,2285
80	0,1692	-12	-,024	-,04021	,1764
90	0,1337	-12	-,024	-,03967	,1408

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.2 VINGENS INDUCERADE MOTSTÅND

INDUCERAT MOTSTÅND FÖR EN EJ TORDERAD VINGE KAN
BERÄKNAS GENOM

$$C_{D_{Wf}} = (1 + \delta) \frac{C_{L_{Wf}}^2}{\pi A} \quad / T (F-9), s. 492 /$$

$$\delta = \{ .0015 + .016 (1 - .4)^2 \} (\beta A - 4.5) \quad / T (F-18), s. 493 /$$

$6 < \beta A < 30; .3 < 1 < 1.0; \lambda_{1/4} = 0$

MED AKTUELLA VÄRDEN FÅS I TABELL 2 PRESENTERADE VÄRDEN,
SOM ÄR REFERERADE TILL VINGYTAN.

TABELL 2. INDUCERAT MOTSTÅND VID OLIKA HASTIGHETER

V [m/s]	Ma	β	δ	$C_{L_{Wf}}$	$C_{D_{Wf}}$
30	0,0882	0,9961	.02518	1.2488	.06361
40	0,1175	0,9931	.02501	.7090	.02050
50	0,1469	0,9891	.02478	.4580	.00855
60	0,1763	0,9843	.02450	.3196	.00416
70	0,2057	0,9786	.02417	.2285	.00213
80	0,2351	0,9720	.02378	.1764	.00127
90	0,2645	0,9644	.02334	.1488	.00081

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.3 KINGENS PROFILMOTSTÅND

PROFILMOTSTÅNDSKOEFFICIENTEN BESTÄMS DIREKT FRÅN RESULTATEN AV VINDTUNNELPROV MHA REYNOLDS-TAL OCH MEDELTALET AV LYFTKRAFTSKOEFFICIENTEN. VÄRDEN ÄR PRESENTERADE I TABELL 3. NÄR MAN HAR KÄRIT TVUNGEN ATT EXTRAPOLERA HAR MAN ANVÄNT LINJÄR EXTRAPOLATION MED LOGARITMISK SKALA AV RE-TAL. VID EXTRAPOLERING ERHÅLLS DÅ VANLIGTVIS KONSERVATIVA VÄRDEN.

TABELL 3. KINGENS PROFILMOTSTÅND VID OLIKA HASTIGHETER

V [m/s]	$Re \cdot 10^{-6}$	β [°]	C_L	$C_{D_{AW}}$
30	2,054	+4	1,2488	.00706
40	2,738	0	.7090	.00563
50	3,423	-4	.4580	.00515
60	4,108	-8	.3196	.00490
70	4,792	-12	.2285	.00480
80	5,477	-12	.1764	.00470
90	6,161	-12	.1408	.00460

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.4 STABILISATORNS INDUCERADE MOTSTÅND

HORIZONTALA STABILISATORN HAR ETT SIDOFÖRHÅLLANDE

$$A_h = \frac{2,2^2}{0,18 \cdot 8} = 3,361$$

VID SÅ LÅGA SIDOFÖRHÅLLANEN KAN INDUCERADE MOTSTÅNDET
RÄKNAS MED

$$C_{D0h} = (1+s) \frac{A_h^2}{\pi A} \quad / T (F-9), s. 492/$$

$$s = 44,264 \left(\eta_{CP} - \frac{4}{3\pi} \right)^2 \quad / T (F-11), s. 492/$$

$$\eta_{CP} = C_1 \frac{1+2\lambda}{3(1+\lambda)} + (C_2 + C_3) \frac{4}{3\pi} + 1,001 - \lambda_P C_3 \quad / T (F-16), s. 493/$$

UTAN ATT TA HÄNSYN TILL FENORNAS FÖRBÄTTRANDE EFFEKT
ERHÅLLS MED AKTUELLA VÄRDEN

$$\frac{2\pi A}{C_{D0h} \cdot 1,25} \approx \frac{2\pi \cdot 3,361}{2\pi \cdot 1} = 3,61$$

$$\Rightarrow C_1 = 0,175$$

$$C_2 = 0,665$$

$$C_3 = 0,150$$

/ T FIG. E-5, s. 474/

$$\eta_{CP} = 0,175 \frac{1+2}{3(1+1)} + (0,665 + 0,15) \frac{4}{3\pi} + 0 = 0,4334$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

$$S = 46,264 \left(0,4334 - \frac{4}{3\pi} \right)^2 = 0,003734$$

VID VALDA HASTIGHETER ERHÅLLS I TABELL 4 PRESENTERADE
VÄRDEN

TABELL 4. HORIZONTALA STABILISATORNS INDUCERADE MOTSTÅNDS-
KOEFFICIENT REFERERAD TILL S_k .

$V \text{ [m/s]}$	C_{LH}	C_{DH}
30	-0,2530	0,0608
40	-0,1790	0,0305
50	-0,1380	0,0181
60	-0,1043	0,0103
70	-0,04194	0,0017
80	-0,04021	0,0015
90	-0,03967	0,0015

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.5 STABILISATORNS PROFILMOTSTÅND

PROFILMOTSTÅNDSKOEFFICIENTEN BESTÄMS DIREKT FRÅN RESULTATEN AV AERODYNAMISKA BEM-PROGRAMMET PIK-25 AER-14/MHA REYNOLDSTAL OCH LYFTKRAFTSKOEFFICIENT. DÅ VÄRDEN AV LYFTKRAFTSKOEFFICIENTEN ÄR RÄTT LÅGA, HAR MAN INTE TAGIT HÄNSYN TILL RODRETS LILLA UTSLAGSVINKEL, UTAN MAN ANTAR ATT DEN ÄR LIKA MED NOLL. DÅ EXTRAPOLATION HAR BEHÖVTS FÖR BESTÄMMNING AV MOTSTÅNDSKOEFFICIENT, HAR MAN ANVÄNT LINJÄR EXTRAPOLATION MED LOGARITMISK SKALA AV REYNOLDS-TAL, VILKET BORDE GE KONSERVATIVA VÄRDEN. RESULTATEN ÄR PRESENTERADE I TABELL 5.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

TABELL 5. HORIZONTALA STABILISATORNS PROFILHÖJSTÄNDSKOEFFICIENT REFERERAD TILL $S_h = 1,44 \text{ m}^2$.

$V \text{ [m/s]}$	$Re \cdot 10^{-6}$	C_{Dh}
30	1,344	.00579
40	1,792	.00532
50	2,241	.00505
60	2,689	.00490
70	3,137	.00477
80	3,585	.00473
90	4,033	.00457

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.6 FENORNAS PROFILMOTSTÅND

PROFILMOTSTÅNDSKOEFFICIENTEN BESTÄMS DIREKT FRÅN
 RESULTATEN AV AERODYNAMISKA BEM-PROGRAMMET /PIK-25 AER-14/
 MHA REYNOLDS-TAL OCH LYFTKRAFTSKOEFFICIENT ($C_{L_F}=0$). REY-
 NOLDTALET HAR REFERERATS TILL MEDELKORDAN. VÄRDEN
 ÄR PRESENTERADE I TABELL 6.

TABELL 6, FENORNAS MOTSTÅNDSKOEFFICIENT REFERERAD TILL
 FENORNAS TOTALA YTA $S_F = 1,0 \text{ m}^2$

$V \text{ [m/s]}$	$Re \cdot 10^{-6}$	$C_{D_{kf}}$
30	1,026	.00625
40	1,369	.00574
50	1,711	.00539
60	2,054	.00513
70	2,396	.00501
80	2,738	.00428
90	3,081	.00477

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.7 STJÄRTBOMMARNAS MOTSTÅND

MOTSTÅNDSYTAN KAN BERÄKNAS MED

$$(C_D S)_{\text{BASIC}} = C_f S_{f\text{-wel}} (1 + \eta_f) \quad / T (F-37), s. 502 /$$

$$\eta_f = \frac{2,2}{1,15} + \frac{3,8}{1,2} \quad / T (F-41), s. 502 /$$

$$\left(\frac{l_A}{D_{\text{eff}}} \geq 2 \right)$$

$$l_{\text{eff}} = \frac{l_f}{D_{\text{eff}}} \quad / T (F-39), s. 502 /$$

OCH TILLÄGGSYTAN PÅ ANFALLSVINKELN

$$A_{x\beta}(C_D S) = A_I |\sin^3 \alpha_f| + A_{II} \frac{|\sin^3(\alpha_f - \beta)|}{\cos \beta} \quad / T (F-51), s. 505 /$$

FÖR RÄTTITAN AV TVÅ BOMMAR ERHÅLLS

$$S_{f\text{-wel}} = 2,35 \cdot (.15 + .1 + .1 + .07) = 2,94 \text{ m}^2$$

OCH FÖR PROJISIERADE YTAN ERHÅLLS ($A_I = 0$)

$$A_{II} = 3,5 \cdot (.15 + .1) = 0,875 \text{ m}^2$$

MED AKTUELLA VÄRDEN ERHÅLLS

$$l_{\text{eff}} = \frac{3,5}{\sqrt{\frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{2} (0,15 \cdot 0,1 + 0,1 \cdot 0,07)}} = 37,66$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

$$C_f = \frac{2,2}{(37,66)^{1,5}} + \frac{3,8}{(37,66)^2} = 0,0122$$

NÄR MAN VÄLJER KONSERVATIVT $\alpha_f = 5^\circ$ VID ALLA HASTIGHETER, ERHÅLLS

$$\Delta_{\alpha\beta}(C_D S) = 0,875 \text{ m}^3(5^\circ) / 0,10^\circ = 0,00042 \text{ m}^2$$

VID OLIKA HASTIGHETER ERHÅLLS I TABELL 7 PRESENTERADE VÄRDEN. C_f HAR MAN LÄST I FIG F-4 VID TORENBECKS S. 498 PGA TRANSITIONSLÄGE $X_t = 0$ (HELT TURBULENT)

TABELL 7. STJÄRTBOMMARNAS MOTSTÅNDSKOEFFICIENT C_{Df} REFERERAD TILL VINGYTAN $S = 8 \text{ m}^2$

V [m/s]	$Re \cdot 10^{-6}$	C_f	$(C_D S)_{\text{BASIC}}$ [m ²]	$\Delta_{\alpha\beta}(C_D S)$ [m ²]	C_{Df}
30	7,188	,00318	,00946	,00042	,00124
40	9,584	,00302	,00899	"	,00118
50	11,98	,00292	,00869	"	,00114
60	14,38	,00281	,00836	"	,00110
70	16,77	,00278	,00827	"	,00108
80	19,17	,00271	,00806	"	,00106
90	21,57	,00267	,00795	"	,00105

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.8 KROPPENS MOTSTÅND

MOTSTÅNDSYTAN KAN BERÄKNAS MED

$$(C_D S)_{\text{BASIC}} = C_F S_{\text{f wet}} (1 + \eta_f) \quad /T (F-37), s. 502/$$

$$\eta_f = \frac{2,2}{d_{\text{eff}}^{1,5}} + \frac{3,8}{d_{\text{eff}}^2} \quad /T (F-41), s. 502/$$

$$\left(\frac{L_A}{D_f} \geq 2 \right)$$

$$d_{\text{eff}} = \frac{L_f}{D_{f \text{eff}}} \quad /T (F-39), s. 502/$$

NU GÄLLER:

$$\frac{L_A}{D_f} = \frac{(43-2,1)}{\frac{1}{2}(0,7+1,1)} = 2,44$$

OCH FIG. F-10 /T s. 503/ VISAR, ATT NÅGON AVLÖSNING
 INTE BORDE INTRÄFFA VID BAKKROPPEN. TILLÄGGSYTAN
 PGA ANFALLSVINKELN KAN BERÄKNAS MED FORMELN

$$A_{\alpha/\beta}(C_D S) = A_I |\sin^3 \alpha_f| + A_{II} \frac{|\sin^3(\alpha_f - \beta)|}{15/3} \quad /T (F-51), s. 505/$$

FÖR KROPPENS VÄRYTA ERHÅLLS

$$S_{\text{f wet}} = \frac{\pi}{2} \left\{ (0,2+0,7) \cdot 1 + (0,7+0,9) \cdot 1 + (0,9+0,85) + (0,85+0,5) + (0,5+0,2) \cdot 0,5 \right\}$$

$$= 9,346 \text{ m}^2$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

FÖR PROJISIERADE YTOR ANVÄNDS KONSERVATIVT

$$A_I = 0$$

$$A_{II} = S_{f\text{wet}} / \pi = 2,975 \text{ m}^2$$

MED AKTUELLA VÄRDEN ERHÅLLS

$$l_{\text{eff}} = \frac{4,5}{\frac{1}{2}(0,7+1,1)} = 5,0$$

$$\varphi_f = \frac{2,2}{5,45} + \frac{3,8}{5,2} = 0,3488$$

FÖR ANFALLSVINKELN VÄLJS $\alpha_f \approx 1^\circ$ ÖVER HELA HASTIGHETSSKALAN DÄRFÖR, ATT ANVÄNDNING AV KLAFFAR MINSKAR VARIATION AV ANFALLSVINKELN. FÖR β GÄLLER UNGEFÄR

$$\beta = \arctan(0,4/4,5) = 5,644^\circ$$

DÄR ERHÅLLS

$$\begin{aligned} \Delta_{\alpha\beta}(C_D S) &= 2,975 \frac{|\sin^3(1^\circ - 5,644^\circ)|}{\cos 5,644^\circ} \\ &= 0,00116 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

SOM ÄR OBEROENDE AV HASTIGHET. VID OLIKA HASTIGHETER KAN C_f LÄSAS FRÅN FIG. F-4 / T.S. 498/ PÅ REYNOLDS TAL OCH TRANSITIONSLÄGET, SOM HAR ETT VÄRDE

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

$$x_d = \frac{2,6}{4,5} = 0,578$$

NU KAN OLIKA VÄRDEN SAMLAS I TABELL 8.

TABELL 8. KROPPENS MOTSTÅNDSKOEFFICIENT C_{df} REFERERAD
TILL VINGYTAN $S = 8 \text{ m}^2$.

$V \text{ [m/s]}$	$Re \cdot 10^{-6}$	C_F	$(C_{dS})_{BASIC} \text{ [m}^2\text{]}$	$\Delta_{\alpha/\beta} (C_{dS}) \text{ [m}^2\text{]}$	C_{df}
30	9,242	.00164	.02067	.00116	.00273
40	12,32	.00155	.01954	"	.00259
50	15,40	.00150	.01891	"	.00251
60	18,48	.00144	.01815	"	.00241
70	21,57	.00138	.01740	"	.00232
80	24,65	.00135	.01702	"	.00227
90	27,73	.00133	.01677	"	.00224

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.9 INTERFERENSMOTSTÅND

TÖRENBECK GER FÖR VINGENS INDUCERADE MOTSTÅNDS
KOEFFICIENT ETT TILLSKOTT

$$\Delta C_{D0} = \frac{.55 \eta_f (2 - \pi \eta_f)}{1 + 1} \frac{C_{L0}^2}{\pi A} \quad /T (F-65) s. 509/$$

SOM ÄR ORSAKAD AV VING-KROPP-INTERFERENS. MED AKTUELLA
VÄRDEN VID HASTIGHET 60 m/s ERHÅLLS

$$\begin{aligned} \Delta C_{D0} &= \frac{.55 \cdot .0618}{1 + 1} (2 - \pi \frac{.061}{8}) \frac{0.3^2}{\pi \cdot 8} \\ &= .00013 \end{aligned}$$

FÖR INTERFERENSENS INVERKAN TILL PROFILMOTSTÅND
GER TÖRENBECK

$$\Delta C_{D0} = 1.5 \cdot C_F \cdot f_r \cdot C_{ci} \cdot \cos^2 \alpha_{HA} \quad /T (F-66), s. 509/$$

VAR f_r OCH C_{ci} PRESENTERAR STÖRDA YTAN OCH C_F MOT-
SVARANDE FRIKTIONSKOEFFICIENT. MED AKTUELLA VÄRDEN VID
HASTIGHET 60 m/s ERHÅLLS

$$\begin{aligned} \Delta C_{D0} &= 1.5 \cdot 0.00144 \cdot 0.15 \cdot 4.5 \cdot 1 \cdot 1 \\ &= .001458 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

SOM MOTSVARAR EN MOTSTÅNDSKOEFFICIENT AV

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Andrad den	Sign.	Fall	

$$\Delta C_D = .001458 / 8$$

$$= .00018$$

TILLSAMMANS BETIDER INTERFENS ENLIGT TORENBEEK MED
AKTUELLA VÄRDEN

$$\Delta C_D = .00013 + .00018$$

$$= .00031$$

VÄRDET TYCKS VARA OREALISTISKT LITET JÄMFÖRD MED
MOTSVARANDE MOTSTÅNDSKOEFFICIENT AV KROPPEN
 $C_{Df} = .00241$. ALTHAUS HAR GJORT VINDTUNNELPROV OCH
MÄTT INTERFERENSMOTSTÅND AV SEGELFLYGPLAN /CR-1235/.
INTERFERENSMOTSTÅNDET VARIERADE MELLAN 80... 200%
AV KROPPMOTSTÅNDET BEROENDE PÅ KROPPENS ANFALLSVINKEL.

I BRIST AV NOGRANNARE DATA VÄLJS FÖR INTER-
FERENSMOTSTÅNDSKOEFFICIENT

$$C_{Dint} = \underline{\underline{.00241}}$$

SOM ÄR LIKA MED KROPPENS MOTSTÅNDSKOEFFICIENT VID
60 m/s.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.10 LANDSTÄLLETS MOTSTÅND

FÖR HUVUD LANDSTÄLLET ERHÅLLS

$$C_{D\pi} = 0,25$$

IT FIG. F-19, S. 512, STREAMLINE
MEMBER, WHEEL FAIRING

FÖRMOTSTÅNDSYTA FÖR

$$C_D S = 0,25 \cdot 2 \cdot 0,12 \cdot 0,28 = 0,0168 \text{ m}^2$$

FÖR NOSLANDSTÄLLET VÄLJS

$$C_{D\pi} = 0,2$$

IT FIG. F-19, S. 512, NOSE GEAR,
FAIRED STRUT, WHEEL FAIRED

DÄRFÖR ATT NOSLANDSTÄLLET STÖR KROPPENS GRÄNSSKIKT.

MOTSTÅNDSYTAN

$$C_D S = 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 0,004 \text{ m}^2$$

LANDSTÄLLETS TOTALA MOTSTÅNDSKOEFFICIENT REFERERAD

TILL VINGYTAN ÄR

$$C_{D\pi} = (0,0168 + 0,004) / 8 = \underline{\underline{0,00260}}$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.11 MOTORANORDNINGENS MOTSTÅND

FÖR "INSTALLATION DRAG" GER TORENBECK (S. 516)
ETT VÄRDE FÖR MOTSTÅNDSYTA SOM ÄR $0,0019 \text{ m}^2$ PER
100 TAKEOFF BHP. MED AKTUELLT VÄRDE ERHÅLLS

$$C_D S = 0,0019 \cdot 80 / 100 = 0,00152 \text{ m}^2$$

FÖR KYLNINGSMOTSTÅND GER TORENBECK FORMELN

$$(C_D S)_c = 5,9 \cdot 10^{-10} \frac{P_k \cdot T_{co}^2}{V_{co}^2} \quad / T (F-75), \text{ s. 515/}$$

VAR $C_D S$ ÄR I $\{\text{m}^2\}$, P_k $\{\text{kgm/s}\}$, T_{co} $\{\text{K}\}$ OCH V_{co} $\{\text{m/s}\}$

VID 75% EFFEKT ERHÅLLS I TABELL 8 PRESENTERADE VÄRDEN.

TABELL 8. MOTORNS MOTSTÅNDSKOEFFICIENT REFERERAD TILL $S=8 \text{ m}^2$.

V $\{\text{m/s}\}$	$(C_D S)_{\text{INST.}}$ $\{\text{m}^2\}$	$(C_D S)_{\text{KYL}}$ $\{\text{m}^2\}$	C_{Dm}
30	0,00152	0,00735	0,00111
40	"	0,00551	0,00088
50	"	0,00441	0,00074
60	"	0,00367	0,00065
70	"	0,00315	0,00058
80	"	0,00276	0,00053
90	"	0,00245	0,00050

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

7.12 TOTALT MOTSTÅND

HELA FLYGPLANETS MOTSTÅND ERHÅLLS GENOM ATT
 ADDERA ALLA DELMOTSTÅNDSKOEFFICIENTER. GLID-
 TALET C_L/C_D KAN DÅ DIREKT BERÄKNAS. HELA
 FLYGPLANETS MOTSTÅND ERHÅLLS MED DEFINITION

$$D = C_D \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

I TABELL 9 HAR ALLA DELMOTSTÅNDSKOEFFICIENTER
 SAMLATS. FÖR HÖGSTA GLIDTAL HAR ERHÅLLITS

$$E_{\max} = 17,8$$

MAN KAN APPROXIMERA POLAREN MED EN PARABOLISK
 POLAR. DÅ ERHÅLLS I FIGUR 4 PRESENTERADE VÄRDEN.

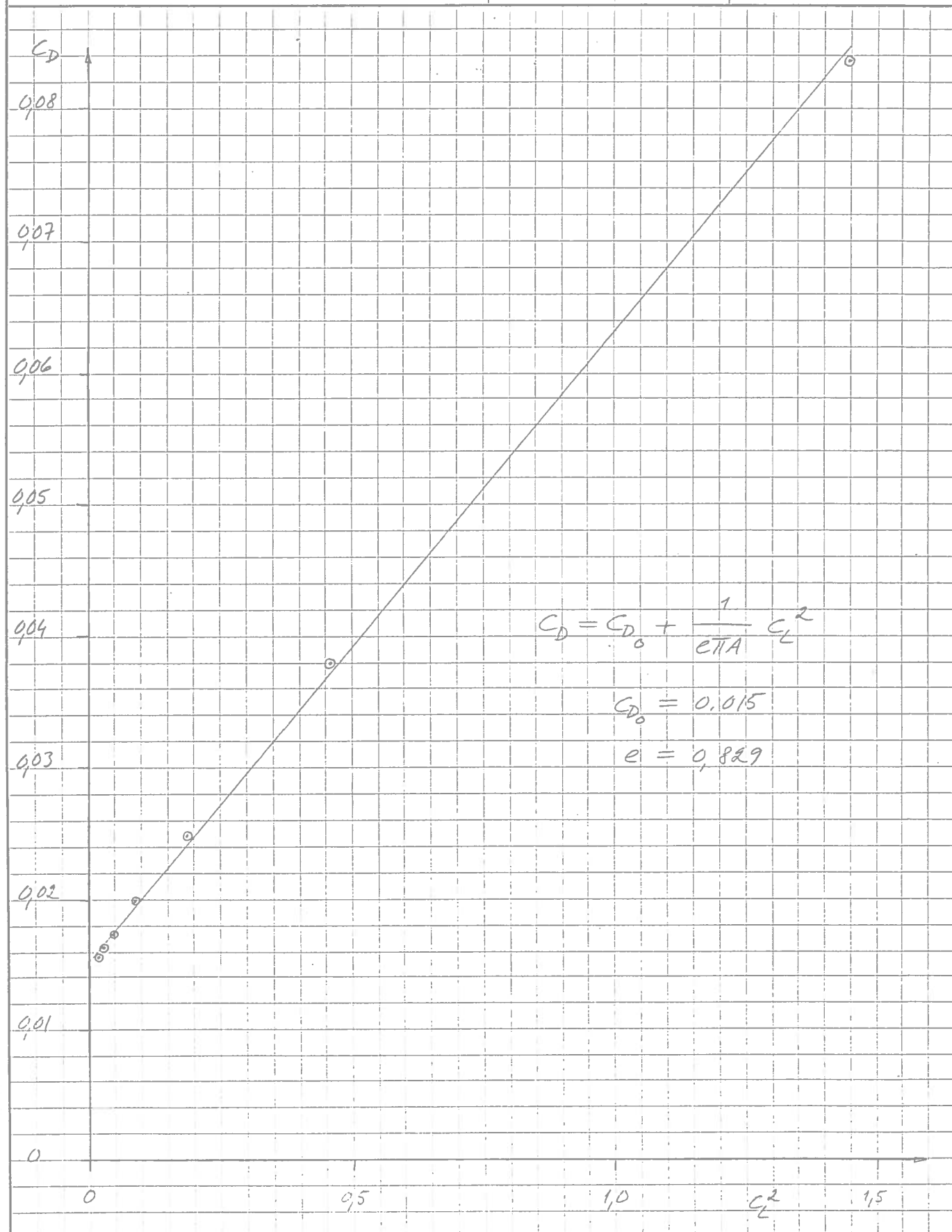
OBSERVERA, ATT DENNA POLAR FÖRUTSÄTTER OLIKA KLAFF-
 VINKLAR VID OLIKA LYFTKRAFTSKOEFFICIENTER.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

TABELL 9. MOTSTÅNDSKOEFFICIENTER AV OLIKA DELAR REFERERADE TILL VINGTAN $S = 8 \text{ m}^2$.

V	C_L	$C_{D_{\text{row}}}$	$C_{D_{\text{row}}}$	$C_{D_{\text{th}}}$	$C_{D_{\text{th}}}$	$C_{D_{\text{th}}}$	$C_{D_{\text{th}}}$	$C_{D_{\text{th}}}$
[m/s]								
30	1,2033	.06361	.00706	.00109	.00104	.00078	.00124	.00273
40	.6768	.02050	.00563	.00055	.00096	.00072	.00118	.00259
50	.4332	.00855	.00515	.00033	.00091	.00067	.00114	.00251
60	.3008	.00416	.00490	.00019	.00088	.00064	.00110	.00241
70	.2210	.00213	.00480	.00003	.00086	.00063	.00108	.00232
80	.1692	.00127	.00470	.00003	.00085	.00061	.00106	.00227
90	.1337	.00081	.00460	.00003	.00082	.00060	.00105	.00224
	$C_{D_{\text{int}}}$	$C_{D_{\text{II}}}$	$C_{D_{\text{m}}}$	ΣC_D	C_L / C_D	D		
						[N]		
	.00241	.00260	.00111	.08367	14,38	369,0		
	"	"	.00088	.03802	17,80	298,1		
	"	"	.00074	.02501	17,32	306,4		
	"	"	.00065	.01994	15,08	351,7		
	"	"	.00058	.01744	12,67	418,7		
	"	"	.00053	.01633	10,36	512,1		
	"	"	.00050	.01566	8,54	621,5		

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	



FIGUR 4. PARABOLISK APPROXIMATION AV POLAREN

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

8. PROPELLERNS DRAGKRAFT

FÖR PROPELLERN VÄLJS FÖLJANDE VÄRDEN

$$D = 1,6 \text{ m}$$

$$A_F = 90$$

$$C_{IT} = 0,4$$

$$B = 2$$

DRAGKRAFTEN BERÄKNAS FÖR ISOLERAD PROPELLER

ENLIGT /BORST/ OCH KORREKTIONEN FÖR KROPPENS
INVERKAN ENLIGT /T/. KROPPENS FÖRMINSKANDE INVER-
KAN TILL STRÖMNING FÖRST. KROPPEN KAN RÄKNAS MED

$$J_{eff} = (1-k)J \quad /T (G-13), s. 194/$$

$$k = 0,329 \frac{S_c}{D^2} \quad /T (G-14), s. 194/$$

FÖR TVÄRSNITSAREAN S_c ANVÄNDS NU AREAN VID MOTORN

$$\begin{aligned} S_c &= 0,6 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,3 \cdot (0,8 - 0,4) \\ &= 0,48 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

DÅ ERHÅLLS

$$k = \frac{0,329 \cdot 0,48}{1,6^2} = 0,06169$$

PROPELLERSTRÖMNINGENS TILLÄGGS MOTSTÅND BERÄKNAS MED

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

$$\eta_{eff} = F \eta_{is}$$

/T (6-16) s. 194/

$$F = 1 - 1,558 \frac{\sigma f_s}{D^2}$$

/T (6-17) s. 194/

VAR f_s ÄR MOTSTÅNDSYTAN AV DELAR INOM PROPELLERSTRÖMMEN. NU FINNS PRAKTISKT TAGET BARA HORIZONTALA STABILISATORN I PROPELLERSTRÖMMEN. EGENTLIGEN OCKSÅ KROPPEN FRAMFÖR PROPELLER SPOLAS REPAV AV ACCELERERAD STRÖMNING. DÅ TJOCKLEKEN AV GRÄNSSKIKTEN I ANDRA HAND FÖRMINSKAS, TAS INTE HÄNSYN TILL PROPELLERS INVERKAN PÅ KROPPEN. DÅ ERHÅLLS I MEDELTAL

$$F = 1 - 1,558 \frac{1 \cdot (0,005 \cdot 0,655 \cdot 1,6)}{1,6^2}$$

$$= 0,9968$$

GENOM AT BERÄKNA KOEFFICIENTER

$$J = \frac{V}{nD}$$

$$C_p = \frac{P}{\rho n^3 D^5}$$

KAN VÄRDEN FÖR g , η_{is} OCH C_T BESTÄMMAS MHA FIGURER 74...89 AV /BOKET S. 183...198/. C_T DEFINIERAS MED

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

$$C_1 = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$$

VARIGENOM DRAGKRAFT T KAN BERÄKNAS VID STATISK TILLSTÄND. NÄR HASTIGHETEN ÄR HÖGRE ÄN NOLL, KAN DRAGKRAFTEN BERÄKNAS MED DEFINITION

$$\eta = \frac{TV}{P}$$

NÄR MAN TAR HÄNSYN TILL KROPPENS NÄRVÄRD MED REDAN PRESENTERADE KORREKTIONER. RESULTATEN ÄR SAMLADE I TABELL 10.

TABELL 10. BERÄKNING AV PROTELLERENS DRAGKRAFT VID OLIKA HASTIGHETER.

TABELL 10. BERÄKNING AV PROTEKTERENS DRAGKRAFT VID OLIKA HASTIGHETER.										Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
										Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
										Ändrad den	Sign.	Fall	
V [m/s]	P [kW]	n [1/min]	J	J _{eff}	C _p	$\frac{400C_p}{B A F}$	g [°]	η_{15}	C_T/C_p	T [N]			
0	58,84	3400	0	0	0,0252	0,559	1,85	—	3,2	2078,8			
20	"	"	221	207	"	"	2,9	365	—	1656,9			
30	"	"	331	311	"	"	2,7	640	—	1251,2			
40	"	"	441	414	"	"	2,5	705	—	1033,7			
50	"	"	551	517	"	"	2,35	755	—	885,6			
60	51,48	3000	750	704	0,0321	0,712	1,7	837	—	715,8			
70	"	"	875	821	"	"	1,9	851	—	623,8			
80	"	"	1000	938	"	"	2,2	855	—	548,4			
90	"	"	1125	1056	"	"	2,45	864	—	492,6			

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

9. PRESTANDA

ALLA VÄRDEN AV PRESTANDA RÄKNAS VID HÖGSTA STARTVIKT $m = 541,1 \text{ kg}$. FÖR ATT BESTÄMMA MARSCHHASTIGHET OCH HÖGSTA STIGHASTIGHET RITAS VÄRDEN AV MOTSTÅNDSKRAFT OCH PROPELLERNS DRAGKRAFT I FIGUR 11. FÖR MARSCHHASTIGHET VID HÖGSTA TILLÅTNA KONTINUERLIGA MOTOREFFEKT $51,48 \text{ kW}$ (70 HP) ERHÅLLS

$$V = 82 \text{ m/s} \approx 290 \text{ km/h}$$

BRÄNSLEFÖRBRUKNING ÄR DÅ $13,65 \text{ kg/h}$ (19 l/h) ELLER $0,65 \text{ l/min}$. RÄCKVIDDEN MED 30 min RESERV ÄR 975 km .

HÖGSTA STIGHASTIGHET FÅS MED EKVATION

$$w = \frac{T-D}{mg} V$$

GENOM ATT SÖKA HÖGSTA VÄRDE VID OLIKA HASTIGHETER.

HÖGSTA STIGHASTIGHET VID HÖGSTA STARTEFFEKT $P = 58,84 \text{ kW}$ (80 HP) ÄR UNGEFÄR

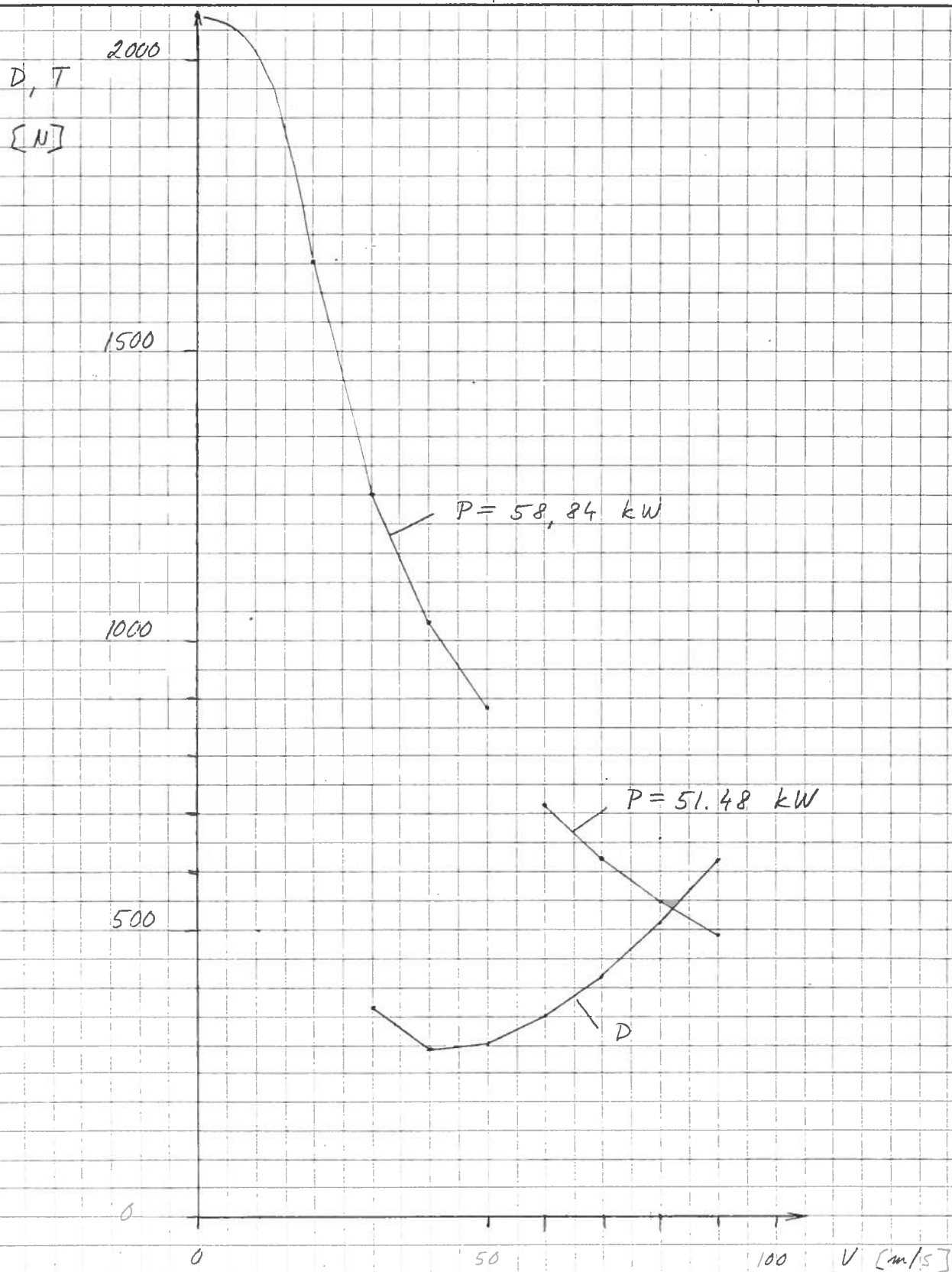
$$w = 5,55 \text{ m/s}$$

VID

$$V = 45 \text{ m/s} \approx 160 \text{ km/h}$$

STARTSTRÄCKAN ÖVER 15 m HINDER KAN KALKYLERAS

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	



FIGUR 11. MOTSTÅND OCH PROPELLERNS DRAGKRAFT.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

MED TORENBEEKS FÖRHEL

$$\frac{S_{t0}}{f_{t0} k_{t0}} = \left(\frac{V_3}{V_S} \right)^2 \frac{W_{t0} / S \{ (\bar{T} / W_{t0} - \mu')^{-1} + \sqrt{2} \}}{k_{t0} g C_{Lmax} (1 + \rho_{LOF} V_2)} + \frac{1}{\rho_{LOF}}$$

/ T (5-80), s. 168/

KAR

$$f_{t0} = 1,0$$

/ T TABLE 5-2, s. 168/

$$V_3 / V_S = 1,3$$

$$k_{t0} = 15,3 \text{ m}$$

GENOM AT ANVÄNDA +12° KLAFFAR VID STARTEN (OCKSÅ SKEVRODRAR VID +12°) ERHÅLLS FÖR VINGEN

$$C_{Lmax} = 1,323$$

/ SE SIDA 5. /

DETTA VÄRDE MOTSVARAR EN VIKNINGSHASTIGHET AV

$$V_S = 103,0 \text{ km/h}$$

VID HÖGSTA STARTVIKT $m = 541,1 \text{ kg}$. GENOM ATT VÄLJA

$$V_{LOF} = 1,2 V_S \text{ ERHÅLLS}$$

$$V_{LOF} = 123,6 \text{ km/h}$$

OCH $\bar{T}$ MOTSVARAR EN HASTIGHET AV $V_{LOF} / \sqrt{2}$ / T (5-76), s. 167/

SOM ÄR NU

$$V_{LOF} / \sqrt{2} = 87,4 \text{ km/h} = 24,2 \text{ m/s}$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

FÖR MEDELDRÄGKRAFTEN VID STARTEN $\bar{T}$ KAN LÄSAS UR FIGUR 11 ETT VÄRDE

$$\bar{T} = 1450 \text{ N}$$

FÖR STORHET μ' GER TORENCEEK FÖRMEL

$$\mu' = \mu + 0,72 C_{D0} / C_{Lmax} \quad |T(5-76), s. 167|$$

VAR μ ÄR MEDELTALA FRIKTIONSKOEFFICIENTEN VID RULLNING. PÅ GRÄS KAN ANVÄNDAS

$$\mu = 0,045 \quad |T s. 168|$$

ENLIGT TORENCEEK (S. 168) ÄR DET OCKSÅ VETTIGT ATT ANVÄNDA

$$0,72 C_{D0} / C_{Lmax} = 0,01 \cdot C_{Lmax}$$

OCH DÅ ERHÅLLS

$$\mu' = 0,045 + 0,01 \cdot 1,323 = 0,05823$$

FÖR g_{LOF} KAN VÄRDEN LÄSAS UR FIGUR 11 OCH DÅ ERHÅLLS

$$g_{LOF} = \left(\frac{\bar{T} - D}{mg} \right)_{LOF}$$

$$= \frac{1140 - 340}{541,19,80665} = 0,15076 \text{ rad} \quad (2,5^\circ)$$

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

NU KAN STARTSTRÄCKAN ÖVER 15 m HINDER RÄKNAS

$$S_{10} = 15,3 \left[\frac{(1,3)^2 \cdot 541,1 \cdot 9,80665 / 8 \left\{ (1450 / 541,1 \cdot 9,80665 - 0,05823)^2 + 1 \right\}}{15,3 \cdot 1,225 \cdot 9,80665 \cdot 1,323 (1 + 0,15076 \cdot \sqrt{2})} \right]^{1/2} \cdot 0,15076$$

$$= 454,07 \text{ m}$$

$$\approx 460 \text{ m}$$

SOM GÄLLER VID HÄRD GRÄSBANA.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

I SAMMA PROPORTION, SKULLE TOTALA MOTSTÅNDET ÖKA CIRKA 29%. MARSCHFARTEN SKULLE DÅ AVTA UNGEFÄR 30 km/h.

- BRA PRESTANDA BEROR TILL STOR DEL PÅ VINGENS LÅGA PROFILMOTSTÅND. DET FÖRUTSÄTTER ATT VINGYTAN ÄR REN. SMUTS PÅ VINGYTAN PÅVERKAR KRAFTIGT VINGENS MOTSTÅND SOM VID ALLA LAMINARPROFILER.

- VID MARSCHFART SKALL EN KLAFFVINKEL AV $\beta = -12^\circ$ ANVÄNDAS. UTOM SJÄLVA PROFILMOTSTÅNDET FÖRMINSKAS OCKSÅ INTERFERENSMOTSTÅNDET TY KLÄFFEN STYR STRÖMNINGEN I BAKKROPPENS RIKTNING (NEDSVEPNING FÖRMINSKAS).

- OSWALDS FAKTOR FÖR VINGENS INDUCERADE MOTSTÅND ÄR $e = 0,975$. MED EN TRAPETSFORMAD VINGE SKULLE OSWALDS FAKTOR VARA $e = 0,995$, NÄR TRAPETS-FÖRHÅLLANDEN ÄR $\lambda = 0,5$ OCH SIDOFÖRHÅLLANDEN ÄR OFÖRÄNDRAD ($A=8$). VID MARSCHFART HAR SKILLNADEN INTE NÅGON PRAKTISK BETYDELSE.

- STÖRSTA OSÄKERHET I POLARBERÄKNINGAR LIGGER TROLIGTVIS I BESTÄMNING AV INTERFERENS OCH KROPPENS MOTSTÅND. PRESTANDAVÄRDEN BÖK DÄRFÖR ANSES BARA VARA PRELIMINÄRA.

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

REFERENSER

/A/

ALTHAUS D, STUTTGARTER PROFILKATALOG I, INSTITUT FÜR AERO- UND GASDYNAMIK UNIVERSITÄT STUTTGART 1972, 350 s.

/BORST/

BORST H.V. ET AL, SUMMARY OF PROPELLER DESIGN PROCEDURES AND DATA, VOLUME I, AERODYNAMIC DESIGN, 1970, 220 s.

/HOFFMANN/

OWNERS MANUAL, HOFFMANN COMPOSITE PROPELLER ALL FIXED PITCH MODELS, PROPELLERWERK HOFFMANN GMBH & CO KG, OCTOBER 1974, 20 s.

/LIMBACH/

BETRIEBSHANDBUCH, FLUGMOTOREN FÜR MOTORSEGELER LIMBACH L 2000 UND WEITERE BAUREIHEN, AUSGABE 2/81, LIMBACH MOTORENBau, WEST GERMANY, 42 s.

/PIK-25 AER-12/

SOINNE E, VAKAUTINPROFIILIENTEN VERTAAILU, HTKK KÄYTTÖKÄYNNETEKNIKAN LABORATORIO, RAPORTTI PIK-25 AER-12, 1981, 92 s.

/SOINNE 77/

SOINNE E, OHJEITA KAKSIPIIKKAISEN LUITEHUUVISEN PURJELENTOKONEEN TAI MOOTTORIPURJEHTIJAN ENSIMMÄISTÄ MASSA- JA PAINOPISTE ARVIOITA VARTEN, HTKK 3.34.35 LENTOKONEEN SUUNNITTELU, 1977, 15 s.

"HANDLEDNING FÖR ATT UPPSKATTA MASSOR OCH TINGDPUNKTSLÄGE FÖR TVÅSITSIGA SEGEL-

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

OCH MOTORSEGELFLYGPLAN AV PLASTKONSTRUKTION.^{II}
(INSTRUKTION FÖR ÖVNINGARBETE I KÖRSEN
FLYGPLANSKONSTRUKTION VID TEKNISKA HÖG-
SKOLAN I HELSINGFORS)

/T/

TORENBEEK E., SYNTHESIS OF SUBSONIC AIR-
PLANE DESIGN, DELFT UNIVERSITY PRESS
1976, 598s.

/25 RAK-2/

SOINNE E., PIK-20E:N MASSOJA, HTKK KEVYT-
TRAKENNETEKNIKAN LABORATORIO, RAPORTTI
25 RAK-2, 1980, 27s.

"VÄGDA MASSOR AV PIK-20E MOTORSEGELFLYG-
PLAN" (RAPPORT / LABORATORIET FÖR LÄTT-
KONSTRUKTIONSTEKNIK VID TEKNISKA HÖGSKOLAN
I HELSINGFORS)

/25 RAK-3/

SOINNE E., PIK-20E:N KORKEUSVAKAUTTIMEN MASSA-
ARVIO, HTKK KEVYTRAKENNETEKNIKAN LABORA-
TORIO, RAPORTTI 25 RAK-3, 1980, 28s.

"UPPSKATTNING AV STABILISATORIJS VIKT FÖR
MOTORSEGELFLYGPLANET PIK-20E" (RAPPORT/
LABORATORIET FÖR LÄTTKONSTRUKTIONSTEKNIK
VID TEKNISKA HÖGSKOLAN I HELSINGFORS)

/25 RAK-4/

SOINNE E., ENSIMMÄINEN MASSA-ARVIO, HTKK

	Bearbetad den	Sign.	Objekt	HG
	Kontrollerad den	Sign.	Smst nr	Detalj nr
	Ändrad den	Sign.	Fall	

KEVYTPAKENNETEKNIIKAN LABORATORIO, RAPORTTI
25 PAK-4, 1981, 1775.

"PRELIMINÄR UPPSKATTNING AV MASSOR
FÖR ETT NYTT MOTORSEGELFLUGPLAN" (RAPPORT)
LABORATORIET FÖR LÄTTKONSTRUKTIONSTEKNIK VID
TEKNISKA HÖGSKOLAN I HELSINGFORS)