

C U P R I N S U L

	<u>Pagina</u>
Calculul fuselajului	99
Calculul barelor fuselajului	114
Calculul atașelor fuselajului	117
Calculul atașelor aripiei la fuselaj	124
Calculul suportului motor	127
Calculul de rezistență	135
Calculul ampenajului orizontal	
Distribuție sarcinei în anvergură și profunzime	140
Calculul profundorului	145
Calculul planului fix	150
Calculul ampenajului vertical	
Încărcarea ampenajului vertical	160
Calculul tubului direcției	162
Calculul derivei	170

CALCULUL FUSELAJULUI

Fuseala jui se compune din două părți :

- partea anterioară, constituită în chip de grindă cu zăbrele din tuburi de oțel crom-molibden sudate ;
- partea posterioară formată dintr-o cocă de P.Z.L.-P.24.

In planșa PA-041 se dă spura de centraj a avionului.-

In planșa PA-067 se dă schema fusela jului anterior.

In planșa PA-068 se arată distribuția greutăților la nodurile fusela jului anterior pentru avionul complet și pentru avionul fără aripă.

Să studiem forțele care acționează asupra fusela jului în diferitele cazuri de zbor.

Cazul I.

Factorul de sarcină este $n = 13$.

Forțele pe longeronalele aripiei sunt determinate la pag. 12. Ele sunt :

7980 kg. pe longeronul anterior

2580 kg. pe longeronul posterior

Aceste forțe sunt formate din forța aerodinamică din care s'a scăzut greutatea aripiei, a trenului, mitralierelor și cartușelor. Forțele corespunzătoare cazului când s'a scăzut numărul greutății aripiei sunt :

$$7980 + 273 + 70 + 96 + 200 + 320 = 8939 \text{ kg.}$$

$$2580 + 157 + 73 + 47 + 100 + 290 = 3247 \text{ kg.}$$

Vede planșa PA-044 și PA-045.-

Rezultanta acestor forțe (Planșa PA-069, fig.1) se găsește la :

$$\frac{3247 \times 885}{12.186} = 216 \text{ mm}$$

în spatele longeronului anterior.

Longeronul posterior fiind inclinat față de axa fuselajului va transmite un moment de torsion pe care ne propunem să-l determinăm. Pentru acesta vom afla centrul de presiune al forțelor de pe aripă. Asupra ei lucrează :

- forță aerodinamică egală cu :

$$13 \times 1050 = 13.650 \text{ kg.}$$

aplicată la 501 mm în dosul bordului de atac al aripii în axul avionului (vezi pag. 9) sau în :

$$501 - 330 = 171 \text{ mm}$$

în spatele longeronului anterior.

- greutatea proprie a aripii

$$13 \times 130 = 1690 \text{ kg.}$$

aplicată la 390 mm în spatele bordului de atac,

în planșa PA-069, fig. 2, se determină centrul de presiune al acestor 2 forțe:

$$\frac{13650 \times 171 - 1690 \times 390}{13.650 - 1690} = 140 \text{ mm}$$

Momentul de torsion al longeronului posterior este egal cu forța rezultantă multiplicată cu brațul :

$$216 - 140 = 76 \text{ mm.}$$

Inclinația forței aerodinamice pe aripă se determină în planșa PA-069, fig. 3.

Ea este de $8^{\circ}30'$ spre înainte.

Asupra fuselajului acționează următoarele forțe :

- Greutatea proprie a avionului fără aripă

$$13 \times 920 = 11.960 \text{ kg.}$$

- Forță pe aripă "A"

- Forță pe ampenajul orizontal "a" aplicată în garnitură profundorului.

- Forță de inserție "J" aplicată în centrul de greutate,-

în planșa PA-069, fig. 4, sunt arătate aceste forțe cu punctele lor de aplicare.

Ecuțiile de echilibru sunt :

$$V \quad 0,989 A + a = 11.960$$

$$H \quad J = 0,1478 A$$

$$M = 0,159 A - 5,508 m = 11.960 \times 0,039 = 466$$

Rezulta :

$$A = 11.833 \text{ kg.} \quad a = 257 \text{ kg.} \quad J = 1750 \text{ kg.}$$

Greutatea proprie se combină cu inerția iar rezultanta e înclinată cu $8^{\circ}20'$.-

Valoarea coeficientului $n = 13$ pentru greutate devine :

$$n = \frac{13}{\cos 8^{\circ}20'} = \frac{13}{0,9894} = 13,14$$

In pl. PA-069, fig. 5 sunt arătate descompunerile forțelor A și a la nodurile fuselajului. Observăm că momentul de torsion al longeronului posterior dă în talpi următoarele forțe orizontale :

$$\frac{11.833 \times 76}{203,5} = 4420 \text{ kg.}$$

In plana PA-070 e făcută spura Cremona pentru fuselajul anterior.

Cazul II.

Factorul de sarcină $n = 7,5$.

In acest caz nu mai putem lua forțele de la aripă aşa cum le-am luat până acum pentru că centrul de presiune al aripiei luat la 29,8 % și 50 % e valabil numai pentru calculul aripiei. Pentru calculul fuselajului trebuie să luăm acest centru acolo unde este el în realitate adică la 29,8 % (vezi pag.10) în spatele bordului de atac.-

In pl. PA-071, fig. 1 arătam forțele care acționează asupra fuselajului.

Greutatea avionului este :

$$7,5 \times 1050 = 7875 \text{ kg.}$$

Inclinația rezultantei A pe aripă se determină consultând pl. PA-068. Față de verticală unghiul este de $2^{\circ}25'$.- fig.3/

Zonăriile de echilibru ale fuselajului sunt :

$$V = 0,9991 A + n = 7875$$

$$H = T = 0,0421 A$$

$$M = 0,065 A - 0,036 T - 5,508 a = 0.$$

unde T este tracțiunea eliciei.

Rezultă :

$$A = 7791 \text{ kg.}$$

$$a = 90 \text{ kg.}$$

$$T = 331 \text{ kg.}$$

In planşa PA-071, fig. 2, sunt arătate decompunerile forțelor dela aripi, ampenaj și traciunea eliciei.

Din forța de 7791 kg. dela aripă 65,9 % trece la longeronul anterior și 34,1 % la cel posterior. Rezultanta acestor forțe se găsește la 302 mm în spatele longeronului anterior.

Momentul de torsion transmis de longeronul posterior produce la tulpile lui următoarele forțe :

$$\frac{7791 \cdot A \cdot (302 - 192)}{203,5} = 4220 \text{ kg.}$$

In planşa PA-072 e facută opuna Cremona pentru fuselajul anterior.

Cazul III.

Momentul aripiei e determinat la pag. 14. El este de 763 kgm.

Asupra unei jumătăți de fuselaj acționează următoarele forțe și momente :

- greutatea proprie $2 \times \frac{2100}{2} = 2100 \text{ kg.}$

- Momentul aripiei $\frac{763}{2} = 381,5 \text{ kgm.}$

- Rezistența la încintare a aripiei $\frac{763}{2} = 393 \text{ kg.}$

- Rezistența "a" a fuselajului Rf.

- Forța "a" pe ampenajul orizontal

- Portanța "A" a aripiei care echilibrează forța de pe ampenaj. Ea acționează în focarul aripiei (25 % dela bordul de atac)

In planşa PA-073, fig. 1, sunt arătate forțele care acționează asupra fuselajului.

Ecuțiile de echilibru ale avionului sunt :

$$V \quad A = a$$

$$H \quad R_f = 2100 - 393 = 1707$$

$$M \quad 5,508 \text{ m} + 0,135 \cdot A + 0,032 \cdot R_f = 381,5 + 393 \times 0,227 = 470,5$$

Rezultă :

$$A = 74 \text{ kg.}$$

$$a = 74 \text{ kg.}$$

$$R_f = 1707 \text{ kg.}$$

Data

In planşa PA-073, fig. 2, sunt arătate descompunerile forțelor de pe aripă și ampenaj la nodurile fuselajului.

Forțele pe longeronalele aripii sunt de căte 465 kg. (vezi pag.15) și le dău un moment de :

$$465 \times 0,885 = 411,5 \text{ kgm.}$$

Longeronul posterior va transmite la fuselaj un moment de :

$$411,5 - 381,5 = 30 \text{ kgm.}$$

Rezultă la tâlpile lui forțele :

$$\frac{30.000}{203,5} = 148 \text{ kg.}$$

In planul aripii avem o forță de :

$$393 - 260 = 133 \text{ kg.}$$

spre inapoi. (260 kg. reprezintă greutatea aripii).-

Asupra fuselajului acțiunează dinapoi spre înainte o forță de :

$$2 \times 920 - 1707 = 133 \text{ kg.}$$

pe care o vom repartiza la nodurile fuselajului proporțional cu greutăile la nod. Factorul pentru determinarea forțelor la noduri este

$$\frac{133}{2 \times 920} = 0,0724$$

Forțele fiind prea mici vom considera că rezistența la înaintare echilibrează în fiecare punct greutatea proprie. In planşa PA-074 e făcută Cremona fuselajului anterior.

Cazul IV.

Factorul de sarcină $n = 7,4$

Forțele pe longeronalele aripii sunt determinate la pag.15. Ele sunt :

4240 kg. pe longeronul anterior

1780 kg. pe longeronul posterior.

Aceste forțe sunt compuse din forță aerodinamică din care s'a scăzut greutatea aripii, a tremului, mitralierelor și cartușelor. Forțele corespunzătoare cazului când s'a schimbat numai greutatea aripii sunt :

$$V = 0,9978 \text{ A} + n = 6808$$

$$H = J = 0,0662 \text{ A}$$

$$M = 0,058 \text{ A} - 5,508 \text{ n} = 6808 \times 0,039 = 265,5$$

Rezolvând găsim :

$$A = 5787 \text{ kg.} \quad n = 36 \text{ kg.} \quad J = 449 \text{ kg.}$$

Greutatea proprie se combina cu inerția, rezultanta fiind inclinată cu $3^{\circ}48'$.

Valoarea coeficientului $n = 7,4$ devine

$$n = \frac{7,4}{\cos 3048'} = \frac{7,4}{0,9978} = 7,42$$

In plana PA-076 sunt arătate descompunerile forțelor A și n la nodurile fuselajului. Observăm că momentul de torsion al longeronului posterior dă în târpi următoarele forțe orizontale :

$$\frac{6787 \times 92}{203,5} = 3065 \text{ kg.}$$

In plana PA-077 e făcută spura Cremona.

Garcina maximă pe ampenajul orizontal.

Au găsit până acum următoarele forțe pe ampenajul orizontal

Cazul I 514 kg.

Cazul II 180 kg.

Cazul III - 148 kg.

Cazul IV. - 72 kg.

In cazul II se mai adaugă o suprasarcină de :

$$\Delta P_{ac} = 0,014 V_{max}^2 S_{ac}$$

unde

$$V^2 = 2,5 \frac{n_2 G}{C_{max} qS}$$

$n_2 = 7,5$ factorul de sarcină în cazul II.

$G = 2100 \text{ kg.}$ greutatea avionului

$C_{max} = 1,23$ coeficientul maxim de portanță a aripii

$$V = 0,9978 \text{ A} + n = 6808$$

$$H = J = 0,0662 \text{ A}$$

$$M = 0,058 \text{ A} - 5,508 \text{ n} = 6808 \times 0,039 = 265,5$$

Rezolvând găsim :

$$A = 5787 \text{ kg.} \quad n = 36 \text{ kg.} \quad J = 449 \text{ kg.}$$

Greutatea proprie se combina cu inerția, rezultanta fiind inclinată cu $3^{\circ}48'$.

Valoarea coeficientului $n = 7,4$ devine

$$n = \frac{7,4}{\cos 3048'} = \frac{7,4}{0,9978} = 7,42$$

In plana PA-076 sunt arătate descompunerile forțelor A și n la nodurile fuselajului. Observăm că momentul de torsion al longeronului posterior dă în târpi următoarele forțe orizontale :

$$\frac{6787 \times 92}{203,5} = 3065 \text{ kg.}$$

In plana PA-077 e făcută spura Cremona.

Garcina maximă pe ampenajul orizontal.

Au găsit până acum următoarele forțe pe ampenajul orizontal

Cazul I 514 kg.

Cazul II 180 kg.

Cazul III - 148 kg.

Cazul IV. - 72 kg.

In cazul II se mai adaugă o suprasarcină de :

$$\Delta P_{ac} = 0,014 V_{max}^2 S_{ac}$$

unde

$$V^2 = 2,5 \frac{n_2 G}{C_{max} qS}$$

$n_2 = 7,5$ factorul de mărime în cazul II.

$G = 2100 \text{ kg.}$ greutatea avionului

$C_{max} = 1,23$ coeficientul maxim de portanță a aripii

$$q = \frac{1}{8}$$

$S = 15 \text{ m}^2$ suprafața totală a aripii

$S_{ac} = 2,73 \text{ m}^2$ suprafața ampenajului orizontal

$$V^2 = 2,5 \frac{7,5 \times 2100}{1,23 \times \frac{1}{8} \times 15} = 17.080$$

$$P_{ac} = 0,014 \times 17.080 \times 2,73 = 652 \text{ kg.}$$

Deci total pe ampenaj :

$$2 \cdot a = 180 + 652 = 832 \text{ kg.}$$

Alt caz de încărcare al ampenajului orizontal este în cazul zborului în aer neliniștit

$$2 \cdot a = 3,34 S_{ac} \times V_{max}$$

$$V_{max} = 118 \text{ m/sec} \text{ viteză maximă a avionului la sol}$$

$$2 \cdot a = 3,34 \times 2,73 \times 118 = 1095 \text{ kg.}$$

Pentru o jumătate de fuselaj :

$$a = 548 \text{ kg.}$$

In planșa PA-078 e făcută cremona pentru fuselajul anterior până la prinderea lui la aripă.-

Cazul aterisare pe 3 puncte.

In planșa PA-079 e arătat fuselajul cu poziția trenului și a bechiei.-

Factorul de sarcină pentru tren e luate $n = 5,6$ după regulamentul de calcul 1934.

La factorul $n = 1$ vom avea :

$$\text{pe bechie} \quad \frac{2100 \times 690}{5920} = 245 \text{ kg.}$$

$$\text{iar pe roți} \quad 2100 - 245 = 1855 \text{ kg.}$$

La factorul $n = 5,6$:

$$\text{pe o jumătate de bechie} \quad 5,6 \times \frac{245}{2} = 686 \text{ kg.}$$

$$\text{pe o roată :} \quad 5,6 \times \frac{1855}{2} = 5194 \text{ kg.}$$

Cremora e făcută în planșa PA-079.-

Cazul umerisirii cu soc din față pe ambele roți.

Factorul de sarcină este $n = 2$.

Forța face cu solul un unghiu de 20° și acționează dinainte spre înapoi în axul roții.

Forța pe o roată este 2100 kg.-

Asupra fuselajului lucrează greutatea avionului egală cu 2100 kg. și forțele de inerție ale rotației care trebuie să echilibreze momentul forței care atacă roata, în jurul centrului de greutate al avionului.-

Momentul ce trebuie echilibrat este :

$$M = 2100 \times 0,942 = 1975 \text{ kgm.}$$

unde 0,942 este distanța dela forță la centrul de greutate (vezi planșa PA-080)

Acceleratia unghiulară de rotație $\frac{d\omega}{dt}$ se poate calcula din formula :

$$M = J \cdot \frac{d\omega}{dt}$$

unde J este momentul de inerție al avionului.-

În tabloul care urmărește se calculează acest moment.

Am considerat diferitele organe care acționează asupra fuselajului anterior precum și greutățile descompuse la nodurile lui. Am calculat pe rând

x = distanța pe orizontală la centrul de greutate (metri)

y = " pe verticală la centrul de greutate (metri)

$d = \sqrt{x^2 + y^2}$ distanța la centrul de greutate (metri)

g' = greutatea în kg.

$g' = \frac{K'}{9,81}$ greutatea masă în $\frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$

$g' \cdot d^2$ = momentul de inerție în raport cu centrul de greutate în kgm sec^2

$g' \cdot d \cdot \frac{d\omega}{dt}$ = forța de inerție în kg.

α unghiu pe care-l face reza vectorul a punctului de aplicare a forței cu orizontală.

CALCULUL PUSCARULUI DE INERTIE

Not.	Organ	x	y	d^2	d	g'	g	gg^2	gd	$\frac{dg}{dt}$	a
Av	Ampenajul vertical	5,506	0,890	31,108	5,577	7	0,714	22,3	34	9021'	
Ac	Ampenajul orizontal	5,506	0,560	30,629	5,534	12	1,324	37,55	58	5049'	
B	Bechia	5,336	-0,110	28,485	5,337	3	0,306	8,72	14	-1011'	
R	Radio	2,953	0,104	8,73	2,955	12,5	1,273	11,13	32	201'	
C	Goca	2,398	0,212	8,443	2,906	53	5,41	45,6	135	4912'	
P	Pilotul	2,166	0,275	4,768	2,184	44	4,49	21,4	84	7015'	
1	Nodul 1	-0,267	0,440	0,264	0,514	29,4	3	0,796	13	121°15'	
2	Nodul 2	0,243	0,440	0,253	0,503	8,4	0,856	0,314	4	61°5'	
3	Nodul 3	0,886	0,440	0,979	0,989	7,5	0,765	0,745	6	25°23'	
4	Nodul 4	1,336	0,440	1,979	1,407	9,6	0,979	1,938	12	18°13'	
5	Nodul 5	1,336	-0,324	1,89	1,375	18,3	1,865	3,53	22	-13038'	
6	Nodul 6	0,618	-0,133	0,4	0,633	130,7	13,32	5,32	72	-1208'	
7	Nodul 7	-0,037	-0,034	0,002	0,05	82,3	8,4	0,02	0	-137°25'	
8	Nodul 8	-0,267	-0,055	0,074	0,273	5,2	0,53	0,041	0	-168921'	
9	Nodul 9	-0,267	-0,220	0,119	0,346	153,8	15,68	1,865	47	-140030'	
10	Nodul 10	0,618	-0,336	0,495	0,704	51,3	5,23	2,59	32	-28033'	
M	Motorul	-1,092	0,036	1,192	1,092	356	36,3	45,4	343	17806'	
E	Zilcea	1,647	0,036	3,411	1,847	66	5,74	22,95	107	278053'	
Total					1050	106,069	230,019				

Momentul de inerție în jurul axii transversal, trecând prin centrul de greutate fiind de 230,010 kgm sec², rezultă o accelerare unghiulară de

$$\frac{d_m}{d_t} = \frac{M}{J} = \frac{1975}{230,019} = 8,58 / \text{sec}^2$$

Aveând accelerarea putem scrie forțele la noduri (penultima coloană a tabloului) în planșa PA-080 sunt date forțele pe fuselaj și opura Cremona. În fiecare punct se aplică greutatea proprie la coeficientul n = 2 și la înclinare de 34° precum și forța de inerție calculată în tabloul alăturat.-

Cazul sarcinii pe ampanajul vertical.

Conform regulamentului, sarcina maximă pe ampanajul vertical este :

$$P_{av} = 0,0454 \cdot S_{av} \cdot V_{max}^3$$

unde :

$$S_{av} = 1,616 \text{ m}^2 \text{ suprafața ampanajului vertical}$$

$$V_{max} = 118 \text{ m/sec viteză maximă a avionului la sol.}$$

Deci :

$$P_{av} = 0,0454 \times 1,616 \times 118^3 = 1030 \text{ kg.}$$

În planșa PA-080 este arătat ampanajul vertical.

Asimilăm derivă și direcția cu căte un trapez și considerăm încârcarea din casul "a" care este cea mai dezavantajoasă din punctul de vedere al torsionii fuselajului. Procedăm apoi în determinarea centrului de presiune (vezi pl. PA-081, fig.1) Centrul de presiune al derivii e centrul de greutate al unui trapez.

Centrul direcției e acela al unui trunchiu de piramidă. Admitând că înălțimea sarcinii în axa garnierelor e proporțională cu profunzimea direcției. Centrul de greutate se găsește la distanța :

$$d = \frac{1,652}{4} \frac{(952+230)^2 + 2 \times 230^2}{952^2 + 230^2 + 952 \times 230} = 616 \text{ mm.}$$

față de baza piramidei.-

Iufind momentele față de axa cadrului 4-5 a fuselajului anterior, găsim centrul total de presiune.

$$\frac{0,6376 \times 1,109 + \frac{0,9784}{2} 0,596}{0,6376 + \frac{0,9784}{2}} = 0,928 \text{ m.}$$

Momentul de torsiune în cadrul 4-5 este :

$$M_t = 1030 \times 0,928 = 956 \text{ kgm.}$$

Admitând că centrul de presiune general se păstrează, vom avea următorul moment de flexiune la prinderea cocelui pe fuselajul anterior :

$$M_f = 1030 \times 4,22 = 4350 \text{ kgm.}$$

In planşa PA-081, fig. 2 sunt arătate forțele transmise fuselajului anterior.

Dacă momentul de torsiune :

$$\frac{956}{4 \times 0,764} = 313 \text{ kg.}$$

Dacă momentul de flexiune :

$$\frac{4350}{2 \times 0,764} = 2850 \text{ kg.}$$

cu forță tridimensională :

$$\frac{1030}{4} = 258 \text{ kg.}$$

In planşa PA-082 descompunem forțele in cele patru fețe ale fuselajului pînă la longeronul posterior al aripilor în cazul static determinat când nu ar exista cadrele 4-5 și 3-6.

Pentru a afla eforturile in barele 4-13 și 4'-13 consider in fiecare din aceste bare o forță egală cu 1 și anume +1 în 4'-13 și -1 în 4-13. - In planşa PA-081, fig. 3, sunt date componentele acestor forțe in cele patru fețe ale fuselajului. - In planşa PA-083 se arată cum se descompun forțele +1 in fețele fuselajului.

Aplicăm teoria transmiterii minim :

Notăm cu :

a = efortul in bare datorit forțelor ± 1 din cadrul 4-5

X = forțele în cadrul 4-5

N_0 = forțele in barele fuselajului când lipesc barele din cadrul 4-5 (vezi planşa PA-082)

N = forțele in barele înănd secum de barele din cadrul 4-5:-

$$N = N_0 + \alpha X$$

Travaliul sistemului de bare este :

$$U = \frac{(N_0 + \alpha X)^2 l}{2 E S}$$

U = secțiunea unei bare

E = modulul de elasticitate.

Derivând travaliul și anulând această derivată găsim :

$$X = -\frac{\sum \frac{m_i l}{S D}}{\sum \frac{x^2 l}{S D}}$$

$$N = N_0 + \alpha X$$

Travaliul sistemului de bare este :

$$U = \frac{(N_0 + \alpha X)^2 l}{2 E S}$$

U = secțiunea unei bare

E = modulul de elasticitate.

Derivând travaliul și anulând această derivată găsim :

$$X = -\frac{\sum \frac{m_i l}{S D}}{\sum \frac{x^2 l}{S D}}$$

Sare	$\frac{Q}{mm}$	$\frac{l}{mm}$	$\frac{No}{kg.}$	α	$\frac{\alpha \cdot l}{Q}$	$\frac{\alpha^2 \cdot l}{Q^2}$	$\alpha \cdot \bar{x}$	\bar{N}
2-3	143,7	643	+2430	-1,545	-16.800	10,7	-310	+2120
3-4	143,7	450	+3530	-0,53	-5.870	0,88	-105	+3425
4-5	78,5	764	+313	+0,894	+2.720	7,76	+180	+693
5-6	143,7	740	+1860	+0,32	+3.070	0,53	+65	+1925
5-10	143,7	689	+1670	+0,265	+2.115	0,34	+55	+1725
3-5	91,2	885	-1210	-1,125	+13.200	12,3	-230	-1440
3-6	91,2	630	+1140	+1,06	+8.360	7,76	+215	+1355
2'-3'	143,7	643	-2430	+1,545	-16.800	10,7	+310	-2120
3'-4'	143,7	450	-2850	0	0	0	0	-2850
4'-5'	78,5	764	-313	-0,894	+2.720	7,76	-180	-693
5'-6'	143,7	740	-1860	-0,32	+3.070	0,53	-65	-1925
5'-10'	143,7	689	-1670	-0,265	+2.115	0,34	-55	-1725
3'-5'	91,2	885	+1210	+1,125	+13.200	12,3	+230	+1440
3'-6'	91,2	630	+1140	+1,06	+8.360	7,76	+215	+1355
4'-4'	78,5	764	-571	-0,447	-2.485	1,94	-91	+480
3'-4	78,5	885	-1320	+1,035	-15.400	12,07	+210	-1110
3'-3'	78,5	764	+571	-0,447	-2.485	1,94	-91	+480
5'-13	78,5	382	-55	0	0	0	0	-55
5-13	78,5	382	+55	0	0	0	0	-55
10'-13	78,5	773	+1170	-0,955	-1.100	8,97	-195	+975
10-13	78,5	773	-1170	+0,955	-11.000	8,97	+195	-975
4-13	78,5	853	0	-1	0	0	-202	-202
4'-13	78,5	853	0	+1	0	0	+202	+202
$-22.910 \quad 113,55$								

$$\chi = \frac{22.910}{113,55} = 202 \text{ kg.}$$

Toate barele fiind de crom-molibden formula se reduce la :

$$\pi = \frac{\sum a_i N_i l}{\sum \frac{a_i^2 l}{D}}$$

In tabelul slăturat calculăm valoarea acestor două sume precum și eforturile în bare.-

Rezultă că vom avea la nodurile 3' și 3 forțe orizontale de cîte:

$$571 - 91 = 480 \text{ kg.}$$

Admitând că toate aceste forțe laterale trec la longeronul posterior prin cadrul 3 - 6 facem opură de descompunere în plană PA-084.-

Cazul încărcării laterale a suportului motor.

Sarcina laterală a suportului motor este :

$$P = 3 \times 644 = 1932 \text{ kg.}$$

Din această forță, pe partea superioară a fuselajului vine

$$P_s = 2532 \frac{660 - 404}{660} = 982 \text{ kg.}$$

Bogăm această forță în cadrul 1-8. În plană PA-085 se arată descompunerea forței în cadrul.

Cazul cînd actionează cuplul motor.

Cuplul motor în factorul de sarcină $n = 2$ este

$$C = 886 \text{ kgm.}$$

(veri calculul suportului motor).-

Vom descompune acest cuplu în forțe, în planul vertical F_v și în planul orizontal F_o . Admitând că forțele sunt proporționale cu distanțele între ele, vom determina aceste forțe din ecuațiile :

$$0,66 F_o + 0,764 F_v = 886$$

$$\frac{F_o}{0,66} = \frac{F_v}{0,764}$$

Rezultă :

$$F_o = 574 \text{ kg.}$$

$$F_v = 554 \text{ kg.}$$

Acest caz dă forțe mai mici decât cazul încărcării laterale (Dau 1470 în 8-11)

Aterisare pe două roți cu soc lateral.

Factorul de sarcină este $n = \frac{V_{at}}{100}$ unde V_{at} este vîrsarea de aterisare în km/oră.-

Admitând o vîrsă de 126 km/oră (vezi pag.25) rezultă $n = 1,26$. Deci forță la roată aplicată la obada unei roți este:

$$1050 \times 1,26 = 1320 \text{ kg.-}$$

In planșa PA-087, fig.1 se arătat trenul. Forța la atâză și la contrafigea trenului este :

$$\frac{1320 (1300+150)}{400} = 4800 \text{ kg.}$$

Această forță laterală se transmite la nodul 7 al fuselajului unde este prinsă contrafiga trenului.

CALCULUL BARELOR FUSELAJULUI.

In tabloul PA-090 concentram eforturile în bările fuselajului în toate cazurile de calcul. Bările care sunt toate din oțel crom-molibden le calculăm la flambaj după formulele lui Johnson :

Pentru bările ale căror capete sunt articulate sau sudate la un nod care nu este suficient de rigid :

$$\sigma = 42,2 - 0,00221 \left(\frac{L}{q} \right)^2 \text{ kg/mm}^2$$

unde

L = lungimea de flambaj

$q = 0,35 D$ raza de giroscie (D diametrul exterior al tubului)

Pentru tuburile sudate la noduri rigide :

$$\sigma = 42,2 - 0,00111 \left(\frac{L}{q} \right)^2 \text{ kg/mm}^2$$

Dacă notăm cu R secțiunea tubului atunci forță vinătă este :

$$P = \sigma R$$

In tracțiune, pentru tuburile sudate am luat

$$\sigma = 0,8 \times 67 = 53,5 \text{ kg/mm}^2$$

Calculul barelor se face în pl. PA-091.

unde 0,8 este un coeficient de micșorare a rezistenței din cauza sururii. -

Dintre barele principale sunt două care lucrează la flexiune. Acestea sunt :

longeronul 7-6 se supune la flexiune din cauza rezervorului de benzină care este prins pe el. Flexiunea cea mai mare are loc în casul I de efor.

Grautarea rezervorului plin cu benzină este de 287 kg. Rezervorul este sprijinit pe 6 puncte : două în axul avionului și 4 pe longeroane. Considerând o sarcină uniformă distribuită pe grinzile transversale care transmit grautarea la longeroane vom avea pe longeron :

$$\frac{1}{4} \times 0,375 (287 \times 13) \cos 23^\circ = 322 \text{ kg.} -$$

unde 23° este unghiul făcut de grautare cu normala la longeron. În planşa PA-092 fig.1 este arătat longeronul cu forțele și momentele încovacătoare.

Considerând forța din a avem :

$$M_7 = - 322 \frac{95 \times 560^2}{655^2} = 22.400 \text{ kgmm}$$

$$M_6 = - 322 \frac{560 \times 95^2}{655^2} = 3800 \text{ kgmm}$$

$$M_a = 322 \frac{2 \times 560^2 \times 95^2}{655^3} = 6500 \text{ kgmm}$$

Considerând forța din b :

$$M_7 = 322 \frac{465 \times 190^2}{655^2} = 12.600 \text{ kgmm}$$

$$M_6 = 322 \frac{190 \times 465^2}{655^2} = 30.900 \text{ kgmm}$$

$$M_b = 322 \frac{2 \times 190^2 \times 465}{655^3} = 17.950 \text{ kgmm}$$

Rezultă că momentalele încovacătoare totale sunt :

$$M_7 = - 22.400 - 12.600 = - 35.000 \text{ kgmm.}$$

$$M_a = - 6750 + 6500 = - 250 \text{ kgmm}$$

$$M_b = 17.950 - 300 = + 17.650 \text{ kgmm}$$

rezervorul este de $32 \times 1,5$ oțel crrom-molibden

$$w = 1046 \text{ mm}^3$$

$$D = 143,7 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{35.000}{1046} + \frac{1320}{143,7} = 33,4 + 9,2 = 42,6 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_a = 67 \text{ kg/mm}^2$$

$$MS = 0,575$$

Să cercetăm cazul atâtării pe 3 puncte când forța axială e maximă, Forța la o atâză este :

$$\frac{1}{4} \times 0,375 \times 287 \times 5,6 \times \cos 26^\circ 30' = 132 \text{ kg.}$$

Momentul maxim este :

$$\frac{132}{322} \times 35.000 = 14.350 \text{ kgmm}$$

$$\sigma = \frac{14.350}{1046} + \frac{4260}{143,7} = 13,7 + 29,7 = 43,4 \text{ kg/mm}^2 \quad MS = 0,545$$

Traversa 3-3, e supusă la flexiune de rezervorul de ulei. Greutatea rezervorului cu uleiul cu tot este de 45 kg.(rezervorul aproape plin)

Greutatea totală în cazul I de stoc

$$45 \times 13 = 585 \text{ kg.}$$

In pl. PA-092, fig.2 este arătat rezervorul cu cele 4 puncte de ataș a, b, c și d,- atâză e transmisă cu ajutorul unei traverse forțile în punctele f și e.

In total vom avea pe traversa 3-3, 3 puncte de sprijin cu forțele arătate in plană adică 2 atâză pentru 225 kg. și una pentru 23 kg.- Momentele încovoatoare sunt arătate in fig.3. Momentul maxim este :

$$M = 24.950 + 2520 = 27.470 \text{ kgmm}$$

Traversa e un tub 26 x 1 etel crom-molibdien care are $\pi = 472 \text{ mm}^3$

$$\sigma = \frac{27.470}{472} = 58,2 \text{ kg/mm}^2 \quad MS = 0,15$$

Diagonala 3-4 e supusă la flexiune tot de rezervorul de ulei. In pl.PA-092 fig.4, sunt date momentele încovoatoare.

Momentul maxim este :

$$M = 7760 + 3650 = 11.410 \text{ kgmm}$$

Diagonala e un tub 26x1 etel crom-molibdien

$$\sigma = \frac{11.410}{472} = 24,2 \text{ kg/mm}^2 \quad MS = 1,77$$

Bara 3-14 (PA-398) trebuie calculată la tracțiune.

Tubul fiind de $32 \times 1,5$ ojsl crom-molibden ține în tracțiune 7700 kg.

Să vedem căt țin capetele.

Forfecarea ochiului :

$$2 \times 2 \times 1,5(14+13,5) \times 36 = 5720 \text{ kg.}$$

Cum de ochiu e sădăta o antretoază de 14×1 nu se poate forfeca ochiul fără să se forfeca și jumătate din antretoază :

$$F = \frac{\pi}{2} r = \frac{40,8}{2} \times 27 = 550 \text{ kg.}$$

In total deci ține în tracțiune :

$$F = 5720 + 550 = 6270 \text{ kg.}$$

CALCULUL ATASELOR FUSELAJULUI.

Ataga suportului motor la nodul 1 (desen PA-16)

Forța cea mai mare este în cazul I de abor. Avem o forță orizontală de 7975 kg. (vezi PA-070) și una verticală în jos egală cu forța tăietoare a motorului adică cu :

$$164 \times 13 = 2130 \text{ kg. -}$$

(vezi tabelul din planșa PA-068)

Rezultanta la ochiu î

$$R = \sqrt{7975^2 + 2130^2} = 8255 \text{ kg.}$$

Ataga e făcută din ojsl crom-molibden.

In forfecare la ochiu ține : (PA-093, fig.1)

$$2 \times 2 \times 6 \times (18-7) \times 36 = 9500 \text{ kg.}$$

$$M_S = 0,15$$

In tracțiune la ochi :

$$2 \times (32 - 14) \times 5 \times 53,5 = 11.550 \text{ kg.}$$

In presiunea la ochi :

$$2 \times 6 \times 14 \times 100 = 16.800 \text{ kg. -}$$

Secțiunea 3-3 e solicitată la încovosare și tracțiune

$$M = 7975 \times 10,5 - 2130 \times 16,5 = 83.700 - 35.100 = 48.600 \text{ kgmm}$$

$$W = \frac{2 \times 6}{6} \cdot 32,5^2 = 2110 \text{ mm}^3$$

$$A = 2 \times 6 \times 32,5 = 390 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{48.600}{2110} + \frac{7975}{390} = 23,1 + 20,4 = 43,5 \text{ kg/mm}^2 \quad M_S = 0,54$$

Secțiunea C-D :

$$M = 7975 \times 12 - 2130 \times 22 = 95.800 - 46.900 = 48.900 \text{ kgmm}$$

$$J' = \frac{3}{12} 38^3 = 13.700 \text{ mm}^4$$

$$J = 2 J' \sin^2 45^\circ = 2 \times 13.700 \times 0,711^2 = 13.850 \text{ mm}^4$$

$$W = \frac{13.850}{14,5} = 956 \text{ mm}^3$$

$$A = 237 \text{ mm}^2$$

O parte din forță de tracțiun trece în tubul 1-2 prin sudarea în cap a atâșei la tub. Această sudură îne :

$$1,5 \times 3,14 \times 32 \times 28 = 4220 \text{ kg.}$$

unde am luat $\tau = 28 \text{ kg/mm}^2$ rezistență la forfecare a sudurii.

Rezultă că mai rămâne o tracțiune de :

$$7975 - 4220 = 3755 \text{ kg.}$$

Obosalea în atâșă este :

$$\sigma = \frac{48.900}{956} + \frac{3755}{237} = 51,1 + 15,9 = 67 \text{ kg/mm}^2 \quad M_S = 0$$

Sudura crucei pe tubul 1-2 îne

$$1,5 \times (90+67+60+67) \times 28 = 11.950 \text{ kg.}$$

Forță laterală pe suportul motor este :

$$3,1 \times 844 = 2530 \text{ kg.}$$

Pe atâșa 1 avem :

$$\text{Forță tătoare } 2530 \frac{660 - 404}{660} = 982 \text{ kg.}$$

$$\text{Forță axială } \pm 982 \times \frac{943}{764} = \pm 1210 \text{ kg.}$$

Flexiunii a secțiunii A-B :

$$J_2 = \frac{32,5}{12} (24^3 - 12^3) = 32.800 \text{ mm}^4$$

$$W_2 = \frac{32.800}{12} = 2735 \text{ mm}^3$$

$$M_1 = 1210 \times 10,5 = 12.700 \text{ kgmm}$$

$$M_2 = 982 \times 16,5 = 16.200 \text{ kgmm.}$$

$$\sigma = \frac{12.700}{2110} + \frac{16.200}{2735} + \frac{982}{390} = 6 + 5,9 + 2,5 = 14,4 \text{ kg/mm}^2 \quad M_S = 3,65$$

Bulonul de prindere a suportului motor este de 14 ⦿ oval 32. Tine 15.700 kg.

Atasele pentru cocă nodurile 4 și 5 (PA-19)

Să determinăm forțele. Notăm cu H și V forțele orizontale și verticale.

Atase 4.

Forța tăstoare în ataga la n = 1 este $63+7+34,5+1,5 = 106 \text{ kg.}$

Cazul I : $H = + 2595 + 106 \times 13,14 \times \sin.8^\circ 30' = 2800 \text{ kg.}$
(PA-070)

$$V = 106 \times 13,14 \times \cos.8^\circ 30' - 120 = 1250 \text{ kg. în jos}$$

Cazul II : $H = + 1791 \text{ kg.}$

$$(PA-072) \quad V = 106 \times 7,5 - 45 = 750 \text{ kg. în jos}$$

Cazul III: $H = + 405 \text{ kg.}$

$$(PA-074) \quad V = 37 \text{ kg. în jos}$$

Cazul IV : $H = - 2031 + 106 \times 7,42 \sin.3^\circ 48' = - 1979 \text{ kg.}$

$$(PA-077) \quad V = 106 \times 7,42 - 18 = 768 \text{ kg. în sus}$$

Barcina maximă pe ampenajul orizontal :

(PA-078)

$$H = \pm 3000 \text{ kg.}$$

$$V = 274 \text{ kg.}$$

Gardina pe ampenajul vertical

(PA-082)

$$H = \pm 2850 \text{ kg.}$$

$$V = 313 \text{ kg.}$$

$$\text{lateral} = 571 \text{ kg.}$$

sterisare pe 3 puncte :

(PA-079)

$$H = - 3675 \cos.9^\circ + 1705 + 106 \times 5,6 \sin.14^\circ = - 1775 \text{ kg.}$$

$$V = 106 \times 5,6 \cos.14^\circ - 3675 \sin.9^\circ = 0$$

sterisare cu soc din față :

(PA-080)

$$H = + 1215 \cos.3^\circ 30' = + 1210 \text{ kg.}$$

$$V = 1215 \sin.3^\circ 30' = 75 \text{ kg. în jos.}$$

Ataşa 5

Forță tăcăre la atașa la $n = 1$ este $12 + 5,5 + 9,5 + 1 = 28$ kg.

$$\text{Casul I : } H = - 2595 + 28 \times 13,14 \sin.8^{\circ}30' = - 2540 \text{ kg.}$$

$$V = 28 \times 13,14 \cos.8^{\circ}30' - 129 = 235 \text{ kg. în jos}$$

$$\text{Casul II : } H = - 1791 \text{ kg.}$$

$$V = 28 \times 7,5 - 45 = 175 \text{ în jos}$$

$$\text{Casul III : } H = - 405 \text{ kg.}$$

$$V = 37 \text{ kg. în jos}$$

$$\text{Casul IV : } H = 2031 + 28 \times 7,42 \sin.3^{\circ}48' = + 2017 \text{ kg.}$$

$$V = 28 \times 7,42 - 18 = 190 \text{ kg. în sus}$$

Sarcina maximă pe ampenajul orizontal și vertical ca la nodul 4.-

Aterisare pe 3 puncte :

$$H = 3465 \cos.1^{\circ}35' - 1705 + 28 \times 5,6 \sin.14^{\circ} = + 1800 \text{ kg.}$$

$$V = 28 \times 5,6 \cos.14^{\circ} - 3465 \sin.1^{\circ}35' = 56 \text{ kg. în jos}$$

Aterisare cu șoc din față :

$$H = - 1460 \cos.16^{\circ}55' = - 1395 \text{ kg.}$$

$$V = 1460 \sin.16^{\circ}55' = 424 \text{ kg. în jos}$$

Vom cerceta următoarele cazuri periculoase :

1) Sarcina maximă pe ampenajul orizontal (forță axială mare)

$$R_1 = \sqrt{3000^2 + 274^2} = 3013 \text{ kg.}$$

$$2) \text{ Casul I (forță tăcăre mare)} \quad R_2 = \sqrt{2800^2 + 1250^2} = 3066 \text{ kg.}$$

3) Sarcina pe ampenajul vertical (arc și forțe laterale)

Atașa de oțel Crom-molibden se pune la 45° deci forțele tăcăre se descompun ca în pl. Pa-093, fig.2.-

Ochiul ține în forfecare :

$$2 \times 9 \times (16-6) \times 36 = 6480 \text{ kg.}$$

$$MS = 1,115$$

In presiune :

$$9 \times 12 \times 100 = 10.800 \text{ kg.}$$

Secțiunea A-B e solicitată la flexiune și forțe axiale.

Vom nota cu indicii 1, 2 și 3 sarcinile în cele 3 cazuri periculoase.

Caracteristicile secțiunii sunt :

$$A = \frac{3}{6} \cdot 32^2 = 1535 \text{ mm}^2$$

$$W = \frac{32}{6} \cdot 9^2 = 431 \text{ mm}^3$$

$$Q = 32 \times 9 = 288 \text{ mm}^2$$

$$M_1 = 274 \times 0,711 \times 17 = 3315 \text{ kgmm}$$

$$M'_1 = 3315 \text{ kgmm}$$

$$\sigma_1 = \frac{3315}{1535} + \frac{3315}{431} + \frac{3000}{288} = 2,2 + 7,7 + 10,4 = 20,3 \text{ kg/mm}^2$$

$$M_2 = M'_2 = 1250 \times 0,711 \times 17 = 15.100 \text{ kgmm}$$

$$\sigma_2 = \frac{15.100}{1535} + \frac{15.100}{431} + \frac{2850}{288} = 9,8 + 35,1 + 9,7 = 54,6 \text{ kg/mm}^2 \quad MS = 0,325$$

$$M_3 = (571-313) 0,711 \times 17 = 3120 \text{ kgmm}$$

$$M'_3 = (571+313) 0,711 \times 17 = 10.680 \text{ kgmm.}$$

$$\sigma_3 = \frac{3120}{1535} + \frac{10.680}{431} + \frac{2850}{288} = 2 + 24,6 + 9,9 = 36,7 \text{ kg/mm}^2$$

Secțiunea C-D e considerată numai la flexiune forțele axiale admisibile că au trecut în tubul longeron prin suflare din capul tubului.

$$J = 34.719 - 22.432 = 12.287 \text{ mm}^4$$

$$W = \frac{12.287}{14,5} = 846 \text{ mm}^3$$

Cel mai periculos caz este cazul I :

$$M_2 = 1250 \times 22 = 27.500 \text{ kgmm}$$

$$\sigma_2 = \frac{27.500}{846} = 32,5 \text{ kg/mm}^2 \quad MS = 1,06$$

Bulonul de prindere al coacei este de 12 # otel 32

Tine 11.600 kg.-

Atacă pentru urmărește aripii. Modul 6. (PA-15)

Vom considera numai forțele de tracțiune.

Cazul IV (Veri PA-077 și PA-068)

Vertical : $950 + 700 - (13,9 + 3,7 + 28,6 + 4,5) \times 7,42 = 1275$ kg.

Orizontal : 3065 kg.

Cazul atterisare pe 3 puncte (PA-079) :

Vertical : $2325 + 935 + (13,9 + 3,7 + 28,6 + 4,5) \times 5,6 = 3545$ kg.

Orizontal : 2075 kg.

Cazul atterisării pe 3 puncte e cel mai periculos.-

Prinderea se face cu 3 buloane (PA-157) de 8 # etel 14 cari țin în dublă forfecare $2 \times 3320 = 6640$ kg.-

Forța este de : $\sqrt{3545^2 + 2075^2} = 4108$ kg. MS = 0,615

În presiune țin :

$$3 \times 2 \times 3 \times 5,5 \times 95 = 15.000$$
 kg.

Atenție pentru prinderea trenului, Modul 7. (PA-22).

Forța în contrafață trenului în cazul socului lateral este arătată în pl.PA-087

fig.1. Ea este de 5200 kg. Ochiul ține în tractiune :

$$9 \times (34-22) \times 67 = 7220$$
 kg. MS = 0,39

Sudura atapei la nodul 1 (PA-17) ține :

$$[2 \times (60 + 26) + 17 + 14] \times 28 = 5680$$
 kg. MS = 0,095

Atenție pentru prinderea șripii nodul 8 (PA-15)

Vom considera numai forțele de tractiune. În compresiune se sprijină direct.

Cazul III : 402 kg. (PA-074)

Cazul IV : 3450 kg. (PA-077)

Cazul atterisare cu soc din față 1580 kg. (PA-080)

Cazul cel mai periculos este cazul IV :-

Prinderea se face cu 2 buloane de 10 # etel 32 cari țin în dublă forfecare $2 \times 8000 = 16.000$ kg.

La acest nod sunt prinse și diagonalele 8-14 din față inferioară (PA-398)

Forța în aceste diagonale în cazul atterisării cu soc lateral este ± 5750 kg.

Anul de prindere a tubului la ferură este de 12 # etel 32.

Tine în dublă forfecare 11.550 kg.

În presiune pe tabla 1 : $2 \times 3 \times 12 \times 100 = 7200$ kg.

Ochiul tablei 1 tine în forfecare :

$$2 \times 2 \times 3 \times (21-6) \times 36 = 6470 \text{ kg.} \quad MS = 0,125$$

Ferura 1 este legată la nod cu cele două buloane de 10 ⌀ desprinsă care nu vorbiț mai sus. Aceste buloane sunt suportate în forfecare și tractiune.

Pe un bulon avem : (vezi PA-093, fig.3)

$$\text{Tractiune } \frac{4800}{2} = 2400 \text{ kg.}$$

$$\text{Forfecare } \frac{3100}{2} = 1550 \text{ kg.}$$

Un bulon de 10 ⌀ oțel 32 tine :

În tractiune 4200 kg.

În forfecare 4000 kg.

Deci buloanele tînă :-

Atâza de la nodul 10. (PA-16)

Cele mai periculoase cazuri sunt :

- Pierdere pe 3 puncte cu - 3950 kg. în bara 5-10

- Sarcina maximă pe ampenajul orizontal + 1800 kg. în bari 5-10

- Sarcina pe ampenajul vertical cu \pm 1725 kg. în bara 5-10 și \pm 975 în bari 10-13

În primele două cazuri avem numai forță axială.

Prinderea atâzăi PA-20 pe tubul 5-10 se face prin sudură.

Sudura în capul tubului tîne : $1 \times 3,14 \times 32 \times 48 = 2810$ kg.

$$8 \text{ puncte de sudură de } 4 \text{ ⌀} \quad 8 \times 12,57 \times 28 = 2810 \text{ kg.} \quad \text{Total} \quad 5620 \text{ kg.}$$

Atâza PA-20 (otel crôm-molibdien) tîne :

În forfecare la ochi : $2 \times 12 \times (15-5) \times 36 = 8640$ kg.

Axul de 10 ⌀ oțel 14 tîne :

$$\text{în dublă forfecare : } 5180 \text{ kg.} \quad MS = 0,31$$

$$\text{în presiune } 10 \times 12 \times 85 = 10.200 \text{ kg.}$$

In casul sarcinii maxime pe amponajul vertical atata P4-30 e supusă că la flexiune (verzi P4-093, fig.4)

In secțiunea A-B avem un moment incovostor :

$$M = 725 \times 23 = 16.700 \text{ kgmm}$$

$$I = \frac{30}{6} \cdot 12^2 = 720 \text{ mm}^3$$

$$Q = 30 \times 12 = 360 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{16.700}{720} + \frac{1355}{360} = 23,2 + 6,5 = 29,8 \text{ kg/mm}^2 \quad M_E = 1,245$$

Starea la nodul 14. (P4-398)

Sunetă atata trebuie legată pe tubul 7-7 pentru

$$2 \times 4800 = 9600 \text{ kg. -}$$

Admitând grosimea sudurii de 1,5 mm adică sătă că grosimea plăcii principale 3 avem următoarele suprafețe de sudură

$$\text{capetele } \frac{2}{3} \times 2 \times 1,5 \times 3,14 \left[\frac{2}{2} (16+19) - \sqrt{16 \times 19} \right] = 230 \text{ mm}^2$$

$$2 \text{ cercuri de } \frac{2}{3} \times 3,14 \times 25 = 157 \text{ mm}^2$$

$$6 \text{ puncte de sudură de } 6 \text{ } \varnothing \quad 6 \times 28,3 = 170 \text{ mm}^2$$

$$\text{Total } 230 + 157 + 170 = 547 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tensie } 547 \times 28 = 15.300 \text{ kg.} \quad M_E = 0,595$$

Ochiul ține în forfecare :

$$2 \times 2 \times [1,5 \times (21-6) + 2 \times (19-6)] \times 36 = 7000 \text{ kg.} \quad M_E = 0,215$$

în presiune :

$$2 \times 3,5 \times 12 \times 100 = 8400 \text{ kg.}$$

CALCULUL ATASEOR ARHIPII LA FUSELAJ.

Atata longeronului anterior la fuselaj. Nodul 8. (P4-25) e făcută din dural. -

Forța maximă de tracțiune este de 2450 kg. In casul IV. -

Ochiurile de prindere la fuselaj țin :

$$- \text{ în forfecare } 2 \times 2 \times 2 \times 6 (15-5) \times 21,5 = 10.300 \text{ kg.}$$

$$\text{în presiune } 2 \times 2 \times 6 \times 10 \times 60 = 21.600 \text{ kg.}$$

Prinderea ferurii la longeronul aripiei se face

cu 4 bulioane de 7 β cîte 14 cari ; în în tractiune 5440 kg.

4 " " 5 β " " " " " 2440 kg.

Total 7880 kg. $\frac{13}{16} = 0,81$

Deducem că două bulioane de 7 β iau 34,5 % din forța totală desită

$$0,345 \times 5440 = 645 \text{ kg.}$$

Ferura PA-26 lucrată în flexiune (veri PA-093, fig.5) în un moment de :

$$M = 645 \times 9 = 7600 \text{ kgmm}$$

$$I = \frac{120}{6} \pi^2 = 980 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{7600}{980} = 7,8 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{13}{16} = 0,81$$

Starea suportului motor la longeronul anterior al aripiei. Modul 7,764 și 13.

Forța cea mai mare de compresiune e în cazul I de abor. Are o formă eliptică de 7975 kg. (veri PA-070) și una verticală egală cu forma stării de motoarei la acest nod

$$13 \times 258 = 3350 \text{ kg.}$$

(veri tabloul din pl. PA-068)

Rezultanta la ochi este :

$$R = \sqrt{7975^2 + 3350^2} = 8645 \text{ kg.}$$

Cea mai mare forță de tractiune este în cazul IV când vom avea :

$$R = \frac{7,764}{13} 8645 = 4920 \text{ kg.}$$

Ferura e făcută din dural.

Ochiul tine în forfecare (pl. PA-093, fig.6)

$$2 \times 2 \times 4 \times (21,7 - 7) \times 21,5 = 5060 \text{ kg.}$$

$$\frac{13}{16} = 0,81$$

Colțările verticale sunt prinse de atâșele 2 cu căte 8 nituri 5 β dural, care țin $8 \times 470 = 3760 \text{ kg.}$ și de înimă și cornierele longeronului cu 12 buioane de 5 β cîte 14 cari ; în în tractiune $12 \times 610 = 7320 \text{ kg.}$

Atacul longeronului posterior al aripii la fuselaj. Nodurile 6 și 10.

(PA-25; 10; 11 și 13)-

Forța de tracțiune maximă la nodul 6 este în cazul atterisare pe 3 puncte. Forța verticală este de 3545 kg, iar cea orizontală de 2075 kg. Rezultanta este 4108 kg.-

Atașa PA-25 ține în ochi în forfecare :

$$2 \times 2 \times 2 \times 6 \times (12-6) \times 21,5 = 8280 \text{ kg.} \quad M_0 = 1,01$$

Prinderea atașei la longeronul aripii se face cu 4 bulonuri de 7 ⌀ și 4 de 5 ⌀ cu 4 în tracțiune 7690 kg, iar în forfecare 7650 kg.

Atașa lucrăsă și la flexiune :

$$M = 0,345 \times 3545 \times 9 = 11.000 \text{ kgmm}$$

$$n = \frac{98}{6} \cdot 6^2 = 588 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{11.000}{588} = 18,7 \text{ kg/mm}^2$$

$$M_0 = 1,135$$

La nodul 10 avem atașa PA-13 susținând căreia lucrăsă o tracțiune maximă de 1800 kg, și compresiune maximă 3950 kg.

Ochiul ține în forfecare :

$$2 \times 2 \times 8 \times (20-7) \times 21,5 = 8950 \text{ kg.}$$

Prinderea atașei PA-13 inferioară prinse la longeron cu 2 bulonuri de 7 ⌀ și două de 5 ⌀.

CALCULUL SUPORTULUI MOTOR (PA-169)

Suportul motor este construit din tuburi de oțel Crom-molibden sudate.

Greutatea grupului moto-propulsor este de 844 kg. și se compune din :

Motorul	635 kg.
Zilicen VDM	132 kg.
Inelul MACA	25 kg.
Colector eșapament	17 kg.
Suport motor	25 kg.
Carenaje	<u>9 kg.</u>
	<u>844 kg.</u>

Centrul de greutate se găsește la 903 mm înaintea atâșelor suportului la fuselaj. (vezi pl. PA-0104, fig.1)

Cazurile de calcul pentru suportul motor sunt cele expuse mai jos :

Cazul I., corespunde cazului I de zbor. Factor de sarcină :

$$n = 13 + 2 = 15$$

Forța totală pe suport :

$$F = 15 \times 844 = 12660 \text{ kg.}$$

normală pe axa de tracțiune.

Cazul II., corespunde cazului IV de zbor. Factorul de sarcină :

$$n = 7,4 + 2 = 9,4$$

Forța pe suport :

$$F = 9,4 \times 844 = 7948 \text{ kg.}$$

acționând de jos în sus și perpendicular pe axa de tracțiune.

Cazul III. Încărcarea laterală a suportului motor. Factorul de sarcină $n = 3$, deci forța totală pe suport motor :

$$F = 3 \times 844 = 2535 \text{ kg.}$$

Cazul IV. Funcționarea motorului la punct fix. Se aplică asupra suportului motor tracțiunea eliciei și cuplul ei la factorul de sarcină $n = 2$. Tracțiunea eliciei la sol o vom calcula după formula dată de Diesel în Engineering Aerodynamics, pag. 338.

$$T_o = \frac{K_{T_0} \times b.h.p}{r.p.m.zD}$$

K_{T_0} fiind un coefficient în funcție de unghiul palei la $0,75^\circ$. Această unghie este aproximativ 36° , de unde rezultă $K_{T_0} = 24000$.

b.h.p. = 780 C.P. puterea motorului la sol.

r.p.m. = $\frac{2}{3} 1900 = 1265$ t/m, turările eliciei la punct fix (de multiplierea eliciei fiind $\frac{2}{3}$).

D = 9,87 diametrul eliciei în picioare (D=3 m)

$$T_o = \frac{24000 \times 780}{1265 \times 9,87} = 1500 \text{ N} = 680 \text{ kgf}$$

Cu factorul de sarcină avem :

$$T_o = 2 \times 680 = 1360 \text{ kgf}$$

Cuplul este dat de formula :

$$C = \frac{75 \cdot M}{D}$$

Unde M = 780 C.P., puterea motorului la sol, iar D = viteză unghiulară de rotație, dată de formula :

$$\Omega = \frac{\pi \cdot N_a}{30}$$

$N_a = 1265$ t/m calculat mai sus

$$\Omega = \frac{3,14 \times 1265}{30} = 132,2$$

Rezultă :

$$C = \frac{75 \times 780}{132,2} = 443 \text{ kgm}$$

cu factorul de sarcină :

$$C = 2 \times 443 = 886 \text{ kgm}$$

Afara de aceste 4 cauzuri fundamentale suportul motor se mai verifică și în următoarele cauzuri combinate :

1 + 2

2 + 4

3 + 4

Determinarea eforturilor in elementele suportului motor.

Cazul I. Suportul motor fiind simetric față de un plan vertical, care trece prin axa longitudinală a avionului, iar forța găsindu-se în acest plan, vom calcula o jumătate de suport. Forța este :

$$\frac{12660}{2} = 6330 \text{ kg.}$$

Momentul greutății făcut de inel este :

$$6330 \times 0,433 = 2750 \text{ kgm.}$$

Acest moment trece în barele suportului.

Pentru a determina cătă în fiecare bară, facem ipoteza că forțele sunt proportionale cu distanțele la axul de rotație (pl.PA-0104, fig.2), astfel că nefind că F_1 și F_2 forțele la inel în dreptul nodurilor, vom putea scrie următoarele ecuații :

$$0,690 F_1 + 0,343 F_2 = 2750$$

$$\frac{F_1}{0,690} = \frac{F_2}{0,343}$$

Rezulta :

$$F_1 = 3195 \text{ kg.}$$

$$F_2 = 1590 \text{ kg.}$$

Acesta eforturi următoare să fie trecute în barele suportului. În tabelul de mai jos calculăm cosinii direcțiori ai barelor :

Bară	Lungimile proiecțiilor			Lungimea reală	Cosinii direcțiori		
	V	T	D		V	T	D
AB	28	382	470	606	0,0463	0,631	0,778
AC	168	96	470	508	0,331	0,189	0,927
AD	511	38	470	695	0,737	0,0548	0,677
FD	127	38	470	488	0,260	0,0779	0,963
FE	60	123	470	526	0,152	0,425	0,894

Descompunem forțele la noduri (fig.3)

La nodul B :

$$D = 0,788 \cdot AB = 3195 \quad AB = 4100 \text{ kg.}$$

$$V = 0,0463 \times 4100 = 190 \text{ kg. în sus}$$

La nodul C :

$$D = 0,927 \cdot AC = 1590 \quad AC = 1720 \text{ kg.}$$

$$V = 0,331 \times 1720 = 570 \text{ kg. in sus}$$

La nodul E :

$$D = 0,894 \cdot FE = 3195 \quad FE = 3570 \text{ kg.}$$

$$V = 0,152 \times 3570 = 545 \text{ kg. in sus}$$

La nodul D :

In afara de forța 1590 kg. vom avea forță tăctoare acționând de sus în jos și egală cu :

$$6330 - 190 - 570 - 545 = 5025 \text{ kg. daci :}$$

$$V = 0,737 \cdot AD = 0,260 \cdot FD = 5025$$

$$D = 0,677 \cdot AD + 0,963 \cdot FD = - 1590$$

Rezultă :

$$AD = 5000 \text{ kg.} \quad FD = - 3180 \text{ kg.}$$

Rezultă la nodul E, următoarele forțe :

$$V = 190 + 570 + 0,737 \times 5000 = 4340 \text{ kg. in jos}$$

$$D = 3195 + 1590 + 0,677 \times 5000 = 6170 \text{ kg. spre inainte}$$

$$T = 0,631 \times 4340 + 0,189 \times 1720 - 0,0548 \times 5000 = 2640 \text{ kg. spre inainte}$$

La nodul F :

$$V = 545 + 0,260 \times 3180 = 1890 \text{ kg. in jos}$$

$$D = 3195 + 0,963 \times 3180 = 6175 \text{ kg. spre inapoi}$$

$$T = 0,425 \times 3570 + 0,0779 \times 3180 = 1925 \text{ kg. spre afară}$$

Cazul II. Forța pe o jumătate de suport motor este :

$$\frac{7940}{2} = 3970 \text{ kg.}$$

Forțele din bare sunt cele din cazul I, măritate cu factorul :

$$- \frac{3970}{6330} = - 0,628$$

Așa că vom avea :

$$AB = - 0,628 \times 4100 = - 2770 \text{ kg.}$$

$$AC = - 0,628 \times 1720 = - 1075 \text{ kg.}$$

$$AD = - 0,628 \times 5000 = - 3130 \text{ kg.}$$

$$FD = 0,628 \times 5180 = 3250 \text{ kg.}$$

$$FE = 0,628 \times 3570 = 2240 \text{ kg.}$$

La nodul A :

$$V = 0,628 \times 4340 = 2720 \text{ kg. in jos}$$

$$D = 0,628 \times 8170 = 5120 \text{ kg. spre inapoi}$$

$$T = 0,628 \times 2640 = 1655 \text{ kg. spre afara}$$

La nodul F :

$$V = 0,628 \times 1890 = 1185 \text{ kg. in jos}$$

$$D = 0,628 \times 8175 = 5120 \text{ kg. spre inainte}$$

$$T = 0,628 \times 1925 = 1210 \text{ kg. spre inainte}$$

Cazul III. Forța care acționează lateral este de 2535 kg. Vom determina reacțiunile la fuselaj. Distanța pe orizontală dela forță la planul care trece prin atâșe este : 930 mm.

Momentul forței este :

$$2535 \times 0,930 = 2290 \text{ kNm}$$

Forța pe atâșele A și F este :

$$\frac{2290}{0,764} = 2990 \text{ kg.}$$

din care se repartizează cum urmează :

$$\text{La atâșa A : } 299 \cdot \frac{246}{638} = 1155 \text{ kg.}$$

$$\text{La atâșa F : } 2990 - 1155 = 1835 \text{ kg. (verzi PA-0104, fig.4)}$$

Forța trătoare la atâșe este :

La nodul A :

$$\frac{2535}{2} \times \frac{246}{638} = 490 \text{ kg.}$$

La nodul F :

$$\frac{2535}{2} - 490 = 1280 \text{ kg.}$$

Să descompunem aceste forțe în bărsi.

La nodul A :

Cum la acest nod avem trei bărsi ale suportului motor, plus tubul fuselajului,

pe care-l notăm cu A_{A_1} , vom neglija în prima descompunere bara AB.

Astfel vom avea :

$$V = 0,737 \times AD + 0,331 \times AC = 0$$

$$T = 0,0548 \times AD + 0,189 \times AC + AA_1 = 490$$

$$D = 0,677 \times AD + 0,927 \times AC = 1155$$

De unde :

$$AD = -830 \text{ kg.} \quad AC = 1855 \text{ kg.} \quad AA_1 = +185 \text{ kg.}$$

Vom introduce în bara AB o forță egală cu + 1. Componentele acestei forțe la nodul A sunt luate din tabelul cosinilor direcțorii și arătate în pl.PA-0104, fig.5.

Să determinăm ce eforturi intră în celelalte bări :

$$V = 0,737 \times AD + 0,331 \times AC = 0,0453$$

$$T = 0,0548 \times AD + 0,189 \times AC + AA_1 = -0,631$$

$$D = 0,677 \times AD + 0,927 \times AC = -0,778$$

De unde :

$$AD = +0,730 \quad AC = -1,484 \quad AA_1 = -0,389$$

Acum vom aplica metoda travaliului minim, cum s'a făcut la fuselaj în cazul sarcinsei aplicate pe amprunatul vertical.

În tabelul de mai jos dăm acest calcul :

Bara	E kg/mm^2	$\text{Sect.} G$ mm^2	L mm.	No. kg.	a	$n, No.1$ EQ	$\frac{a^2 \cdot 1}{E \cdot Q} \cdot 10^3$	$a \cdot x$	N
AB	20000	143,6	606	0	+1	0	0,2115	825	+ 825
AC	20000	143,6	508	+1855	-1,484	-0,486	0,385	-1225	+ 630
AD	20000	113,5	695	-830	+0,730	-0,0985	0,0867	+ 605	-225
AA ₁	20000	91,1	764	+185	-0,389	-0,0302	0,0633	-320	-135

$$\sum \frac{n, No.1}{E \cdot Q} = -0,6147$$

$$\sum \frac{a^2 \cdot 1}{E \cdot Q} \cdot 10^3 = 0,7465 \times 10^{-3}$$

Rezultă :

$$x = AB = +\frac{6147}{0,7465} = 825 \text{ kg.}$$

La nodul F :

$$V = 0,260 \times FD + 0,152 \times FA = 0$$

$$T = 0,0779 \times FD + 0,425 \times FK + FF_1 = 1280$$

$$D = 0,963 \times FD + 0,894 \times FK = 1835$$

De unde rezulta :

$$FD = - 3240 \text{ kg.} \quad FK = 5540 \text{ kg.}$$

Cazul IV.

Tractiunea pe o jumatate de suport motor este de 680 kg. sa se transmitem la atingerile A si F, dupa cum urmeaza :

La nodul A :

$$680 \times \frac{246}{638} = 265 \text{ kg.}$$

La nodul F :

$$680 - 265 = 415 \text{ kg.}$$

Cuplul de 886 kgm se imparte la cele patru feti ale fuselajului :

$$F = \frac{886}{2 \times 0,701} = 630 \text{ kg. sau } 315 \text{ kg. la o etagă}$$

unde 0,701 este media laturilor fuselajului.

In pl. PA-0104, fig. 6, sunt date fortele la etaga.

Determinarea esforțurilor in bare :

La nodul A :

Fiecare abstracție de bare AB :

$$V: 0,737 \times AD + 0,331 \times AC = - 315$$

$$T: 0,0568 \times AD + 0,189 \times AC + AA_1 = 315$$

$$D: 0,577 \times AD + 0,927 \times AC = 265$$

De unde :

$$AD = - 825 \text{ kg.} \quad AC = + 890 \text{ kg.} \quad AA_1 = + 195 \text{ kg.}$$

Introducem si efectul barei AB :

Bare	No kg.	a No.1 E.9	a x	N
AB	0	0	+ 490	+ 490
AC	+ 890	-0,234	- 130	+ 160
AD	- 825	-0,0963	+ 360	- 465
AA ₁	+ 195	-0,0317	- 190	+ 5

$$\sum \frac{a \cdot N_0 \cdot l}{S \cdot Q} = -0,364$$

$$x = AB = \frac{364}{0,7465} = 490 \text{ kg.}$$

$$\sum \frac{a^2 \cdot l}{S \cdot Q} = 0,7465 \times 10^{-3}$$

În nodul A_1 :

$$V \quad 0,737 \times A_1 D_1 + 0,331 \times A_1 C_1 = + 315$$

$$T \quad 0,0548 \times A_1 D_1 + 0,189 \times A_1 C_1 + AA_1 = - 315$$

$$D \quad 0,677 \times A_1 D_1 + 0,927 \times A_1 C_1 = + 255$$

De unde:

$$A_1 D_1 = + 450 \text{ kg.} \quad A_1 C_1 = - 40 \text{ kg.} \quad AA_1 = - 300 \text{ kg.}$$

Introducând efectul barei $A_1 B$:

Bare	No. kg.	$\frac{a \cdot N_0 \cdot l}{S \cdot Q}$	a x	N
$A_1 B$	0	0	- 155	- 155
$A_1 C_1$	- 40	+ 0,0105	+ 230	+ 190
$A_1 D_1$	+ 450	+ 0,0536	- 115	+ 335
AA_1	- 300	+ 0,0688	+ 60	- 360

$$\sum \frac{a \cdot N_0 \cdot l}{S \cdot Q} = 0,1129$$

$$x = A_1 B = - \frac{112,9}{0,7465} = - 155 \text{ kg.}$$

$$\sum \frac{a^2 \cdot l}{S \cdot Q} = 0,7465 \times 10^{-3}$$

În nodul F :

$$V \quad 0,260 \times FD - 0,152 \times FE = 315$$

$$T \quad 0,0779 \times FD + 0,425 \cdot FE + FF_1 = - 315$$

$$D \quad 0,963 \times FD + 0,894 \times FE = 415$$

Rezultă:

$$FD = + 910 \text{ kg.} \quad FE = - 515 \text{ kg.}$$

În nodul F_1 :

$$V \quad 0,260 \times F_1 D_1 - 0,152 \times F_1 E_1 = - 315$$

$$T \quad 0,0779 \times F_1 D_1 + 0,425 \times F_1 E_1 + FF_1 = 315$$

$$D \quad 0,963 \times F_1 D_1 + 0,894 \times F_1 E_1 = 415$$

Rezulta :

$$F_{1D1} = -580 \text{ kg.} \quad F_{1E1} = +1080 \text{ kg.}$$

Terminând cu cizurile fundamentale de calcul va trebui să determinăm acum eforturile în bare în cizurile combinate. Acest lucru îl facem în tabelul rezumativ de mai jos.

Bare	1	2	3	4	1 + 4	2 + 4	3 + 4	Cizuri pericol.
AB	+ 4100	- 2770	± 825	+490 -155	+4590	-2925	+1315 - 980	+(1+4) -(2+4)
AC	+ 1720	- 1075	± 630	+190 + 160	+1910	-915	+ 820 - 470	+(1+4) - 2
AD	+ 5000	- 3130	± 225	-465 +335	+5335	-3595	+ 560 - 890	+(1+4) -(2+4)
FD	-5180	+ 3250	± 3240	+910 -580	-5760	+4160	+4150 -3820	+(2+4) -(1+4)
FE	-3570	+2240	+5540	-515 +1080	-4085	+3320	+6620 -6055	+(3+4)

CALCULUL DE RESISTENTA AL SUPORTULUI MOTOR

I) Bările sunt toate tuburi de oțel crom-molibden. Dăm caracteristicile în Tabloul următor :

Bare	T u b	Secțiunea mm ²	Raza de giratia c mm	Resistența tubului în tracțiune kg.
AB	29 x 32	143,7	10,8	7700
AC	29 x 32	143,7	10,8	7700
AD	32 x 36	213,7	12,04	11440
FD	32 x 36	213,7	12,04	11440
FE	32 x 36	213,7	12,04	11440

Pentru tracțiune luăm :

$$R = 0,8 \times 67 \times 2$$

Calculul barelor în flanșaj îl facem după formulele lui Johnson, care sunt :

$$\sigma = 42,3 - 0,00231 \left(\frac{L}{d}\right)^2 \text{ pentru articulație la capete } (c = 1).$$

$$\sigma = 42,2 - 0,0011 \left(\frac{L}{Q}\right)^2 \text{ pentru semiîncastrare (c=2)}$$

In tabloul de mai jos dăm calculul în flambaj, forțele maxime în bare, precum și marginile de siguranță.

Bară	L mm	$\frac{L}{Q}$	$\left(\frac{L}{Q}\right)^2$	c	σ kg/mm ²	Ține în compres. kg.	Forțe maxime		Margini de sig.	
							-	+	-	+
AB	606	56,1	3147	2	35,26	5065	2925	4590	0,73	0,68
AC	508	47,0	2209	1	37,32	5360	1075	1910	3,98	3,03
AD	695	57,8	4341	2	32,60	6970	3595	5335	0,94	1,14
FD	488	40,5	1640	2	38,58	8250	5760	4160	0,43	1,75
FE	526	43,7	1910	1	37,98	8120	6055	6620	0,23	0,73

2) Atasele motorului formate din tablă de oțel crom-molibden de 2,5 mm. Forțele la atâsa cea mai solicitată sunt :

2278 kg. spre înainte

880 kg. în jos

406 kg. tangențial

Ochiul ține :

Sudura : $\pi \times 22 \times 2 \times 2 \times 17 = 4700 \text{ kg.}$

Urechile : $4 \times 8 \times 2,5 \times 34 = 2720 \text{ kg.}$
 7420 kg.

Forța este :

$$\sqrt{880^2 + 406^2} = 1010 \text{ kg.}$$

Secțiunea atașei la prinderea pe inel e supusă la flexiune, datorită forțelor de 2278 kg. și 406 kg. Momentele sunt :

$$M_1 = 2278 \times (41,5 - 18) = 53700 \text{ kgmm}$$

$$M_2 = 406 \times (41,5 - 18) = 9550 \text{ kgmm}$$

Secțiunea e dată în pl. PA-0104, fig. 7; caracteristicile neînănd seamă de nervură (inimă) sunt :

$$J_1 = \frac{50}{12} (36^3 - 31^3) = 84325 \text{ mm}^4$$

$$V_1 = \frac{84325}{18} = 4685 \text{ mm}^3$$

$$J_2 = \frac{5}{12} 60^3 = 90.000 \text{ mm}^4$$

$$V_2 = \frac{90.000}{30} = 3000 \text{ mm}^3$$

$$Q = 2 \times 2,5 \times 60 = 300 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{53700}{4685} + \frac{9550}{3000} + \frac{980}{300} = 17,6 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_a = 67 \text{ kg/mm}^2$$

Atâză e torsionată de un moment de 188.200 kgmm. Transmiterea acestui moment la tub se face prin sudură.

Suprafețele de sudură sunt :

- 2 cercuri de $\phi 36$ $l = 2 \times 113 = 226 \text{ mm}$

Așadar o grosime de sudură de 2,5 mm avem :

$$Q = 226 \times 2,5 = 565 \text{ mm}^2$$

- 3 nituri de sudură $\phi 6$ $Q = 3 \times 28,27 = 85 \text{ mm}^2$

Așadar că sudura ține : $\tau = 17 \text{ kg/mm}^2$ în forfecare, toată sudura ține $(565 + 85) 17 = 11.000 \text{ kg}$.

Forța reală este :

$$\frac{188.200}{18} = 10.460 \text{ kg.}$$

3) Nodul E. Tracțiunea maximă în bară F3 = +/6620 kg. Suprafața de sudură :

- nervura în exterior $2 \times 2 \times 78 = 312$

- nervura în inferior $2 \times 2 \times 10 = 40$

- capul tubului $2 \frac{36 \text{ mm} \times 2}{3} = 150$
 502 mm^2

Sudura ține :

$$502 \times 17 = 8530 \text{ kg.}$$

Tracțiunea maximă în bară FD = 4180 kg.

Suprafața de sudură :

- nervura în exterior $2 \times 2 \times 70 = 280$

$$\begin{aligned}
 - \text{nervura în interior} & 2 \times 2 \times 10 = 40 \\
 - \text{capul tubului} & 2 \frac{36 \times \pi \times 2}{3} = 150 \\
 & \hline
 & 470 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Sudura ține :

$$470 \times 17 = 7990 \text{ kg.}$$

4) Nodul F. Tracțiunea maximă în bara AD = 5335 kg. Suprafața de sudură :

$$\begin{aligned}
 - \text{atașa} & 2 \times 2 \times 2 \times 62 = 656 \\
 - \text{nervura în exterior} & 2 \times 2 \times 76 = 304 \\
 - \text{nervura în interior} & 2 \times 2 \times 37 = \frac{148}{1108 \text{ mm}^2}
 \end{aligned}$$

Sudura ține :

$$1108 \times 17 = 18.850 \text{ kg.}$$

Tracțiunea maximă în bara AC = 1910. Suprafața de sudură :

$$\begin{aligned}
 - \text{nervura în exterior} & 2 \times 2 \times 90 = 360 \\
 - \text{nervura în interior} & 2 \times 2 \times 62 = 168 \\
 - \text{capul tubului} & 2 \frac{36 \times \pi \times 2}{3} = \frac{75}{603 \text{ mm}^2}
 \end{aligned}$$

Sudura ține :

$$603 \times 17 = 10.250 \text{ kg.}$$

Tracțiunea maximă în bara AB = 4590 kg.

Bara AB este sudată în cap pe stânga și lateral pe bara AC. Suprafața de sudură :

$$\begin{aligned}
 - \text{capul tubului} & 2 \frac{36 \times \pi}{2} = 113 \\
 - \text{pe tubul AC} & 2 \times 130 = \frac{260}{373 \text{ mm}^2}
 \end{aligned}$$

Sudura ține :

$$373 \times 17 = 6330 \text{ kg.}$$

5) Ataga T (fig.8) Efort maximum în cazul 2 + 4

$$1185 + 315 = 1500 \text{ kg.}$$

$$5120 + 415 = 5535 \text{ kg.}$$

$$\sqrt{5535^2 + 1500^2} = 5740 \text{ kg.}$$

Ataga ține în forfecare pentru $\sigma_s = 36 \text{ kg/mm}^2$

$$2 \times 11 \times 12 \times 36 = 9510 \text{ kg.}$$

6) Ataga A (fig.9) Efort maximum în cazul 1 + 4

$$4340 + 315 = 4655 \text{ kg.}$$

$$8170 + 265 = 8435 \text{ kg.}$$

$$\sqrt{8435^2 + 4655^2} = 9630 \text{ kg.}$$

Ataga ține în forfecare :

$$2 \times 11 \times 14 \times 36 = 11100 \text{ kg.}$$

7) Bulcanele de la ataga de ⌀ 14, oșel 32, țin în dubla forfecare :

$$2 \times \frac{\pi \times 14^2}{4} \times 53 = 15,300 \text{ kg.}$$

pentru eforturile următoare mai mari.

CALCULUL AMPONAJULUI ORIZONTAL

Amponajul orizontal este de construcție complet metalică. Planul fix e făcut din două longeronane și durul, din nervuri de tabă de durul. Totul e învelit cu tabă. Profundorul e alcătuit dintr'un tub de durul. Nervurile și învelișul sunt din aluminiu. Forma în plan a amponajului orizontal este arătată în pl. PA-075. (Viz. și AT5338 și AT5363)

Regulamentul de calcul prevede :

Culculul și încercarea statică a amponajului orizontal se va face pentru : cazul sarcinii maxime. Aceasta are loc în cazul abordului în aer nelinierit. Forța totală pe amponaj este de 1095 kg. (vizi pag. 106)

Distribuția sarcinii în adâncură și profunzime.

Notam :

$$p = \frac{P_{ac}}{S_{ac}} = \frac{1095}{2,73} = 402 \text{ kg/m}^2$$

$$S_1 = 1,390 \text{ m}^2 \text{ suprafața planului fix.}$$

$$S_2 = 1,350 \text{ m}^2 \text{ suprafața profundorului}$$

$$S = 2,73 \text{ m}^2 \text{ suprafața întregului amponaj}$$

Cazul a.

Încercarea întregului amponaj orizontal cu profundorul în poziție neutră : sarcina se distribuează în profunzimea amponajului ca în pl. PA-0100 fig.1, indiferent dacă profundorul este sau nu este compenșat.

$$\alpha = \frac{S}{S}$$

$$ap = \frac{S}{S} \times 402 = 644 \text{ kg/m}^2$$

Cazul b.

Încercarea întregului amponaj orizontal cu profundorul orăcut.

Profundorul fiind fără compenșare, distribuția sarcinii în profunzime se va face ca în pl. PA-0100, fig.2.

Vom avea în tabeloul Nr. 5 toate aceste valori.

Tablou Nr.5

Pozitie	l_0	Casul a		Casul b		Casul c	
		P_a	P_p	P_a	P_p	P_a	P_p
I	0,450	56	43	46,5	38,5	34	18
II	0,315	69	14,5	43,8	13,3	119	5,5
III	0,170	90	-18,2	58,5	-9,9	165	-54
IV	-	-	60,3	-	40,2	-	+69
V	-	-	48,7	-	31,700	-	76,7
VI	-	-	34,5	-	19,300	-	51
VII	-	-	5	-	5	-	5

Cazul longeronului anterior.

Longeronul anterior se poate considera ca o grindă simplu resemnată la cele două extremități, lucrund sub acțiunea unor forțe concentrate transmise de nervuri și a unui moment provenit din longeronul posterior.

Cazul cel mai dezavantajos este cazul c (vezi tabloul Nr.5)

În pl. PA-0102, fig.1 avem reprezentat longeronul cu forțele din casurile a și c.

Cazul a.

Încărcările zonelor IV, V, VI și VII solicită longeronul posterior în torsions așa fel că în punctul de ^{intersectie} al celor 2 longeroane avem un moment de torsions

$$M_t = \sum_{IV}^{VII} p_i x$$

p_i ... vezi tabloul Nr.4

x ... vezi tabloul Nr.3

$$M_t = 89 \times 0,226 + 76,7 \times 0,174 + 51 \times 0,125 + 5 \times 0,040 = 40,06 \text{ kgm}$$

Acest moment se descompune în două momente încovoietoare în cele două longeroane (vezi pl.PA-0102, fig.2)

$$M_a = \frac{M_t}{\sin 27^\circ 30'} = \frac{40.060}{\sin 27^\circ 30'} = 88.000 \text{ kgmm}$$

$$M_p = \frac{M_t}{\tan 27^\circ 30'} = \frac{40.060}{\tan 27^\circ 30'} = 78.000 \text{ kgmm}$$

Asupra longeronului anterior acionează deci în punctul 3 și un moment

$$M_a = 88.000 \text{ kgmm}$$

In punctul A din motive de simetrie momentul este nul.

Răstăciunile pe longeronul anterior :

$$\Delta = \frac{1}{1.165} (165 \times 0,375 + 119 \times 0,6795 + 94 \times 0,984 + 88) = 273 \text{ kg.}$$

$$S = 165 + 119 + 94 - 273 = 105 \text{ kg.}$$

Momentele încovoiașăre

$$M_I = 273 \times 0,301 = 54,7 \text{ kgm}$$

$$M_{II} = 54,7 + (273-94) \times 0,3045 = 112,2 \text{ kgm.}$$

$$M_{III} = 112,2 + (273-94-119) \times 0,3045 = 130,5 \text{ kgm.}$$

$$M_3 = 88 \text{ kgm}$$

Repartiția momentelor este în diagramma pl. PA-0102, fig.3.

Secțiunea longeronului anterior (vezi pl. PA-0102, fig.4)

$$G = (2 \times 30 + 60 - 2 \times 1,6) \times 1,6 = 187 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} 1,6 (58^3 - 40^3) + 2 \times 1,6 \times 30(29 \times 0,8)^2 = 17500 + 85.200 = 102.700 \text{ mm}^4$$

$$W = \frac{102.700}{30} = 3423 \text{ mm}^3$$

Oboseala :

$$c = \frac{67.500}{3423} = 19,750 \text{ kg/mm}^2$$

Material tăblă de durul.

Cazul a.

Cum în calculul longeronului posterior vom avea nevoie și de răstăciunile longeronului anterior în cazul a, le calculăm în același mod ca la cazul c.

$$M_a = 60,3 \times 0,165 + 48,7 \times 0,117 + 34,5 \times 0,047 + 5 \times 0,018 = 17,36 \text{ kgm}$$

$$M_p = \frac{17,36}{\sin 27^\circ 30'} = 37,3 \text{ kgm}$$

$$M_p = \frac{17,36}{\tan 27^\circ 30'} = 33,5 \text{ kgm.}$$

Reacțiunile :

$$A = \frac{1}{1,185} (90 \times 0,375 + 69 \times 0,6795 + 56 \times 0,984 + 37,5) = 146 \text{ kg}$$

$$S = 90 + 69 + 56 - 146 = 69 \text{ kg.}$$

Calculul longeronului posterior.

Longeronul posterior poate fi considerat ca o grindă simplu rezisitată pe 4 reacții : 2 ușoare la fuselaj și 2 la contrafuzie.

In pl. PA-0103, fig.1 avem reprezentat acest longeron cu forțele din casul s in dreapta și cu cele din casul c în stânga.

Casul a

Aplicam ecuațiile Clapeyron pentru zonă B - B - C.

$$0,921 M_c + 2(0,921+0,158)M_B + 0,158 X_B = \frac{-1}{0,921} \left[60,3 \times 0,012 (0,921^2 - 0,012^2) + 73,8 \times 0,230 (0,921^2 - 0,230^2) - 18,2 \times 0,282 (0,921^2 - 0,282^2) + 14,5 \times 0,552 (0,921^2 - 0,552^2) + 43 \times 0,822 (0,921^2 - 0,822^2) - 70,1 \times 0,980 (0,921^2 - 0,980^2) \right]$$

$$M_c = -33,5 - 5 \times 0,648 - 34,5 \times 0,528 - 38,7 \times 0,492 - 48,7 \times 0,258 - 69 \times 0,052 = -90,14 \text{ kgm}$$

Inlocuind avem :

$$2,316 M_B = 0,921 \times 90,14 - \frac{1}{0,921} (0,615 + 13,5 - 3,95 + 4,34 + 6,08 - 4,54)$$

$$2,316 M_B = 83 - 16,05 = 66,95$$

$$M_B = 28,9 \text{ kgm}$$

Reacțiunile pe reacții :

$$C = \frac{90,14}{0,921} + (5 + 34,5 + 38,7 + 48,7 + 69) \times \frac{1}{0,921} (60,3 \times 0,909 + 73,8 \times 0,691 - 18,2 \times 0,639 + 14,5 \times 0,369 + 43 \times 0,099 - 70,1 \times 0,041) + \frac{28,9}{0,921} = 435 \text{ kg.}$$

$$B = 5 + 34,5 + 38,7 + 48,7 + 69 + 60,3 + 73,8 - 18,2 + 14,5 + 43 - 70,1 - 435 = -135,6 \text{ kg.}$$

Distribuție momentelor incovostări

$$M_{VI} = 5 \times 0,120 = -0,6 \text{ kgm}$$

$$M_{R_3} = -0,6 - 39,5 \times 0,036 = -2 \text{ kgm.}$$

$$M_V = -2 - 78,2 \times 0,234 = -20,3 \text{ kgm.}$$

$$M_S = -20,3 - 33,5 - 126,9 \times 0,006 = -80 \text{ kgm.}$$

$$M_C = -90,14 \text{ kgm}$$

$$M_{IV} = -90,14 + 239,4 \times 0,012 = -87,2 \text{ kgm}$$

$$M_{R_2} = -87,2 + 179,1 \times 0,218 = -48,2 \text{ kgm.}$$

$$M_{III} = -48,2 + 105,3 \times 0,052 = -12,7 \text{ kgm}$$

$$M_{II} = -12,7 + 123,5 \times 0,270 = -9,4 \text{ kgm.}$$

$$M_I = -9,4 + 109 \times 0,270 = 20 \text{ kgm.}$$

$$M_{R_1} = 20 + 66 \times 0,098 = 23,8 \text{ kgm}$$

$$M_B = 23,8 + 135,8 \times 0,041 = 29,9 \text{ kgm}$$

Planșa PA-0103, fig. 2 reprezintă aceste momente.

Efortul în contrafață

Contrafață fiind înclinată cu $21^{\circ}50'$ față de longeronul planului fix, vom avea :

$$\text{Efort în contrafață } C_0 = \frac{G}{\sin.21^{\circ}50'}$$

$$C_0 = \frac{435}{0,3719} = -1170 \text{ kg.}$$

Efort axial în longeron

$$C_1 = \frac{G}{\operatorname{tg} 21^{\circ}50'} = \frac{435}{0,40065} = 1087 \text{ kg.}$$

Cazul c

Forțele sunt arătate în pl. PA-0103, fig.1 în partea stângă.

Aplicăm ecuația lui Clapeyron pe sectorul C-B-B

$$0,921 M_C + 2(0,921+0,158)M_B + 0,158 M_B = -\frac{1}{0,921} [89 \times 0,012 (0,921^2 - 0,012^2) \\ - 64 \times 0,282 (0,921^2 - 0,282^2) + 5,5 \times 0,552 (0,921^2 - 0,552^2) + 18 \times 0,822 (0,921^2 - 0,822^2)]$$

$$M_C = -5 \times 0,548 - 51 \times 0,528 - 76,7 \times 0,258 - 78 - 109 \times 0,052 = -133,34 \text{ kgm}$$

Inlocuind în prima ecuație avem :

$$2,316 M_B = 0,921 \times 133,34 - \frac{1}{0,921} (0,905 - 13,85 + 1,65 + 2,54)$$

$$2,316 M_B = 123 + 9,5 = 132,5$$

$$M_B = 57 \text{ kgm}$$

Reacțiunile pe rezarne :

$$G = \frac{128,04}{0,921} * (5+51+76,7+10,5) + \frac{1}{0,921} (89 \times 0,909 - 64 \times 0,639 + 5,5 \times 0,369 + 18 \times 0,099) + \frac{57}{0,921}$$

$$G = 491,7 \text{ kg.}$$

$$B = 5+51+76,7+105-491,7+89-64+5,5+18 = - 205,5 \text{ kg.}$$

Distribuția momentelor pe longeron :

$$M_{VI} = - 5 \times 0,120 = - 0,5 \text{ kgm}$$

$$M_V = - 0,5 - 56 \times 0,270 = - 15,7 \text{ kgm}$$

$$M_4 = - 15,7 - 132,7 \times 0,206 = - 43 \text{ kgm.}$$

$$M_3 = - 43 - 237,7 \times 0,052 - 78 = - 133,34 \text{ kgm.}$$

$$M_{IV} = - 133,34 + 254 \times 0,012 = - 130,3 \text{ kgm.}$$

$$M_{III} = - 130,3 + 165 \times 0,270 = - 85,8 \text{ kgm.}$$

$$M_{II} = - 85,8 + 229 \times 0,270 = - 34 \text{ kgm.}$$

$$M_I = - 34 + 223,5 \times 0,270 = 36,4 \text{ kgm.}$$

$$M_B = 36,4 + 205,5 \times 0,39 = 67 \text{ kgm.}$$

În planșă P-0103, fig.3 sunt traseate momentele încovostărește în cursurile a și c.

Efort în contrafîșă în casul a.

$$C_a = \frac{G}{\sin.21^{\circ}50'} = \frac{491,7}{0,37191} = - 1322 \text{ kg.}$$

$$C_b = \frac{G}{\operatorname{tg} 21^{\circ}50'} = \frac{491,7}{0,40065} = 1210 \text{ kg.}$$

Verificarea secțiunilor longeronului posterior

Din diagramă momentelor vedem că zonele cele mai solicitate ale longeronului posterior sunt în regiunea rezernoului contrafîșei și în porțiunea centrală.

Sectiunea longeronului in portiunea centrală verii pl. PA-0103, fig.3

$$Q = (30 + 36 + 53,6) \times 3,2 = 383 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} 3,2 \times 53,6^3 + (30+3+36-3) 3,2 \times 28,4^2 = 41.000 + 155.000 =$$

$$I = 196.000 \text{ mm}^4$$

$$W = \frac{196.000}{30} = 6530 \text{ mm}^3$$

Momentul incoacător $M_0 = 57 \text{ kgm}$.

(casul c)

Comprasiunea $C_1 = 1210 \text{ kg.}$

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{C_1}{Q} = \frac{57.000}{6530} + \frac{1210}{383} = 8,75 + 3,15 = 11,9 \text{ kg/mm}^2$$

Sectiunea centrală este întărită cu un U interior pe o lungime de 102,5 mm

(socotit până la primele nituri de legătura)

Sectiunea la 102,6 mm din axul avionului (verii PA-0103, fig.4)

$$Q = (40+40-4 \times 3 + 56,8) \times 1,6 = 200 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} 1,6 \times 56,8^3 + 2 \times 1,6 (40-3) \times 29,2^2 - 2 \times 3 \times 1,6 \times 17^2 = 122.730 \text{ mm}^4$$

$$W = \frac{122.730}{30} = 4091 \text{ mm}^3$$

$$M = 52 \text{ kgm}$$

$$C_c = 1210 \text{ kg.}$$

$$\sigma = \frac{52.000}{4091} + \frac{1210}{200} = 12,700 + 6,05 = 18,750 \text{ kg/mm}^2$$

Sectiunea C (la prinderea contrafișei)

$$Q = (40+53,6+40 - 2 \times 12) 3,2 - 1,6 \times 30 = 302 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} 3,2 \times 53,6^3 + 2 \times 3,2 (40-12) \times 28,4^2 - \frac{1}{12} 1,6 \times 30^3 = 188.400 \text{ mm}^4$$

$$W = \frac{188.400}{30} = 6270 \text{ mm}^3$$

$$M_c = 133,300 \text{ kgm}$$

$$C_1 = 1210 \text{ kg.}$$

$$\sigma = \frac{133.300}{6270} + \frac{1210}{302} = 21,300 + 4 = 25,3 \text{ kg/mm}^2$$

Fixarea planului fix la fuselaj.

Planul fix este legat la fuselaj prin :

- 2 furci fixate pe longeronul posterior al planului fix și de ferurile de pe fuselaj (reacțiunile B).
- 1 furcă antericare legată în un U axial al fuselajului (reacțiunile A)
- 2 contrafieșe care fac legătura cu partea inferioară a fuselajului (reacțiunile C)

a) Calculul atâselor de la punctul a)

Reacția B maxima este în cazul c

$$B = -205,5 \text{ kg.}$$

Legătura se face prin forța 21-41105 din oțel 32 care ține :

$$\text{Tija furcii în tracțiune } \frac{3,14 \times 9,5^2}{4} \times 80 = 5680 \text{ kg.}$$

Urechile în tracțiune

$$2 \times 3,5 \times (18,8) 180 = 5600 \text{ kg.}$$

$$\text{Urechile în forfecare } 2 \times 2 \times 3,5 \left(\frac{10,2 + 6}{2} - 4 \right) \times 45 = 2750 \text{ kg.}$$

Legătura între turcuș și fuselaj se face printr'un ax 8 ⌀ care ține în dublă forfecare 5100 kg. (21-40003)

b) Legătura antericare

Forță maximă este $2A = 3 \times 273 = 546$ (vezi calculul longeronului anterior
casul a, pl. PA-0102, fig.5)

$$\text{Forță pe unul din bulcanale de } 6 \text{ ⌀ este } 546 \times \frac{24,5}{30} = 445 \text{ kg, ține } 1860 \text{ kg.}$$

Bulonul 8 ⌀ este solicitat de 546 kg. și ține 5100 kg. (At3398 oțel 32).

c) Fixarea contrafieșelor.

Efortul cel mai mare din contrafieș este în cazul c.

$$C_c = 1322 \text{ kg.}$$

Se compune dintr'un efort vertical C_x și unul orizontal C_y

$$C_x = \pm 491,7 \text{ kg. } \approx 492 \text{ kg.}$$

$$C_y = \pm 1322 \text{ kg. } \approx 1330 \text{ kg.}$$

Efortul C_x este luate de cele două buloane în compresiune transmisă de gulerul $20 \text{ } \phi/12 \text{ } \phi$

$$A \cdot \phi \cdot 20/12 = 201 \text{ mm}^2 \quad \sigma = \frac{492}{201} = 2,45 \text{ kg/mm}^2$$

Piesa At-2613 care lucraza în flexiune pe lungimea de 16 mm este foarte solida.

In regiunea centrală :

$$I = \frac{1}{12} \cdot 24 \cdot (13^3 - 6^3) = 3962 \text{ mm}^4$$

$$y = \frac{3962}{6,5} = 610 \text{ mm}^3$$

$$\text{Momentul } M = \frac{1}{4} M_1 = \frac{1}{4} \cdot 492 \times 16 = 1968 \text{ kgmm.}$$

$$\sigma = \frac{1968}{610} = 3,23 \text{ kg/mm}^2$$

Efortul C_y este luate de cele două buloane cu ochi oțel 3.4 (At-2620) în flexiune.

Facem ipoteza cea mai dezavantajosă că fiecare bulon lucraza pe cont propriu la $1/2$ din momentul total

Secțiunea $12 \text{ } \phi$

$$A = 169,6 \text{ mm}^2$$

$$M = \frac{G \cdot A}{2} \times 11,5 = \frac{1230}{2} \times 11,5 = 6070 \text{ kgmm}$$

$$\sigma = \frac{6070}{169,6} = 41,700 \text{ kg/mm}^2$$

In secțiunea dreptunghiulară $7 \times 16 \text{ mm}^2$

$$A = \frac{1}{6} \cdot 16 \times 7^2 = 130,5 \text{ mm}^3$$

$$M = \frac{1230}{2} \times 9 = 5550 \text{ kgmm}$$

$$\sigma = \frac{5550}{130,5} = 42,5 \text{ kg/mm}^2$$

Calculul contrafieri.

Contrafiera planului fix este un tub termodeschis $65 \times 28 \times 1,5$ din durabil având următoarele caracteristice :

GALCULUL AMPENAJULUI VERTICAL (Des. 12.247 și At-4309)Inchiderea ampenajului vertical.

Regulamentul de calcul prevede pentru avioane cu viteza mai mare de 192 km/oră :

Sarcină pe ampenajul vertical :

$$P_{av} = 0,0454 \cdot s_{av} \cdot v_{max}^2$$

unde :

$$s_{av} = 1,6160 \text{ m}^2 \text{ suprafața ampenajului vertical}$$

$$v_{max} = 118 \text{ m/sec. viteză maximă în sol.}$$

$$P_{av} = 0,0454 \times 1,6160 \times 118^2 = 1030 \text{ kg.}$$

Suprafața ampenajului vertical se compune, conform plansei PA-059, fig.1, din suprafețele trecute în tabeloul următor

Tabelou Nr. 1.

Porțiune	1	2-a	3	3	4	5	5-a	Total
Deriva $s_1 \text{ m}^2$	-	-	0,1110	0,1847	0,1593	0,1130	0,0697	0,6376
Direcție $s_2 \text{ m}^2$	0,309	0,0903	0,1247	0,1696	0,1386	0,0947	0,0515	0,9784
Deriva + Direcție $s_1 + s_2 \text{ m}^2$	0,309	0,0903	0,2357	0,3543	0,2978	0,2077	0,1213	1,6160

În tabeloul de mai sus suprafața părții de deriva (regiunea 5-a) dimpotrivă axului de rotație al direcției e trecută în direcție ($0,0515 \text{ m}^2$)

Sarcina unitară :

$$p = \frac{P_{av}}{s_{av}} = \frac{1030}{1,6160} = 637 \text{ kg/m}^2$$

Repartiția sarcinii în adâncime.

a) Direcția în poziție neutră.

In profunzime, sarcina se distribuează în pl. PA-059, fig. 2 unde

$$n = \frac{S_{av}}{S_1 + 0,5 S_2} = \frac{1,6160}{0,6376 + 0,5 \times 0,9784} = 1,43$$

$$ap = 1,43 \times 637 = 910 \text{ kg/m}^2$$

Verificarea se va face și la o distribuție ca în fig. 3 unde $n = 2$

$$ap = 2 \times 637 = 1274 \text{ kg/m}^2$$

b) Direcția în braconă.

Distribuția în profunzime se face ca în pl. PA-059, fig. 4 unde

$$n = \frac{2 S_{av}}{2 S_1 + 3 S_2} = \frac{2 \times 1,6160}{2 \times 0,6376 + 3 \times 0,9784} = 0,767$$

$$ap = 0,767 \times 637 = 488 \text{ kg/m}^2$$

Notăm cu :

b_1 = lățimea porțiunilor din derivație

b_2 = lățimea porțiunilor din direcție

$l_1 = \frac{b_1}{b_1}$ = lungimea medie a porțiunii din derivație

$l_2 = \frac{b_2}{b_2}$ = lungimea medie a porțiunilor din direcție

Dăm în tabelul Nr.2 valorile dimensiunilor de mai sus :

Porțiunea	1	2-n	2	3	4	5	5-n
b_1	-	-	166	270	270	233	217
b_2	525	119	166	270	270	233	217
l_1	-	-	669	684	590	485	321
l_2	568	759	751	628	513	406	337
$l = l_1 + l_2$	568	759	1420	1312	1103	891	558

Calculul tubului directiei.Cazul a. Directia in pozitia neutra.

Repartitia din pl. PA-059, fig. 2.

Incercaatura portiunilor din deriva va fi :

$$P_1 = \pi p \times s_1 = 910 \times s_1$$

Incercaatura portiunilor din directie va fi :

$$P_2 = \frac{1}{2} \pi p \cdot s_2 = 455 \cdot s_2$$

In tabelul de mai jos avem toate sarcinile (in kg.) :

Tablou Nr. 3

Portiunea	s_1	s_2	P_1	P_2	$P_1 \cdot P_2$
1	-	0,3090	-	140,8	140,8
2-a	-	0,0903	-	41,1	41,1
2	0,1110	0,1247	101,2	56,9	158,1
3	0,1847	0,1696	168,2	77,2	245,4
4	0,1592	0,1386	145,2	63,2	206,4
5	0,1130	0,0947	103	43,3	146,3
5-a	0,0697	0,0575	63,6	25,3	89,9
			581,2	448,8	1030

Momentul de torsiune.

Momentele in jurul axului sarmierei vor fi :

$$M_{t2} = p_2 \times r_2$$

$$r_2 = bratul de prindere = \frac{l_2}{3} = 34,5 \text{ (veri pl. PA-059, fig. 1)}$$

In tabelul Nr. 4 avem toate aceste momente.

Tablou Nr. 4

Portiuniua	Forța P_2	$\frac{L_2}{3}$	r_2	M_{t2}
1	140,8	196	161,5	29700
2-a	61,1	253	218,5	8950
2	56,9	250,3	215,8	10300
3	77,2	209,3	174,8	13480
4	63,2	171	136,5	8620
5	43,3	135,3	100,8	6370
Suma	422,5			70630

Calculăm mai jos reacțiunile și momentele socotind tubul simplu rezemat la cele 3 garnituri A, B și C (verii pl. PA=050, fig.1).

Reacțiunile :

In deschiderea A-B

$$A_1 = \frac{63,2(270+236) + 77,2 \times 236}{669} = 73 \text{ kg.}$$

$$B_1 = 63,2 + 77,2 - 73 = 67,4 \text{ kg.}$$

Momentele în punctele de aplicare și formelor

$$M_d = 73 \times 173 = 12640 \text{ kgmm}$$

$$M_c = 67,4 \times 236 = 15900 \text{ kgmm}$$

In deschiderea B-C.

Reacțiunile :

$$B_2 = \frac{98(300+325) + 140,8 \times 325}{669} = 160,5 \text{ kg.}$$

$$C_2 = 98 + 140,8 - 160,5 = 78,3 \text{ kg.}$$

Momentele în punctele a și b :

$$M_a = 78,3 \times 325 = 25.460 \text{ kgmm}$$

$$M_b = 160,5 \times 44 = 7070 \text{ kgmm}$$

Momentele consolei pe rezanul A :

$$M_A = 43,3 \times 97 = 4200 \text{ kgmm.}$$

Aplicăm formula lui Clapeyron :

$$M_A \times 0,669 + M_B (0,669 + 0,669) + M_C \times 0,669 = - \sum_1 \frac{P_A (0,669^2 - r^2)}{0,669}$$

$$M_A = - 4200 \text{ kgmm}$$

$$M_C = 0$$

r sunt distanțele forțelor (P) la reacțiile A și C (in metri). -

Avem :

$$-0,669 \times 4,3 + 4 \times 0,669 \times M_B = - \frac{13,55 + 19,13}{0,669}$$

$$M_B = - 17,25 \text{ kgm.}$$

Calculul reacțiunilor directiei.

$$A = 43,3 + 73 + \frac{M_B - M_A}{0,669} = 43,3 + 73 - \frac{17,25 - 4,200}{0,669} = 96,8 \text{ kg.}$$

$$C = 78,3 + \frac{M_B}{0,669} = 78,3 - \frac{17,25}{0,669} = 52,5 \text{ kg.} \quad \begin{matrix} R_3 = A = 96,8 \text{ kg} \\ R_1 = C = 52,5 \text{ kg.} \end{matrix}$$

$$B = 140,8 + 98 + 77,3 + 63,2 + 43,3 - 96,8 - 52,5 = 273,2 \text{ kg.}$$

$$R_2 = B = 273,2 \text{ kg.}$$

Repartiția momentelor încovostărește de lungul tubului.

$$M_A = - 4200 \text{ kgmm}$$

$$M_B = - 17,250 \text{ kgmm}$$

$$M_C = 0$$

$$M_B = 325 R_1 = 325 \times 52,5 = 17.050 \text{ kgmm}$$

$$M_D = 52,5 \times 625 - 140,8 \times 300 = 32.300 - 42.300 = - 9500 \text{ kgmm}$$

$$M_C = - 43,3(97+173+270) + 96,8(173+270) - 53,2 \times 270 = 2600 \text{ kgmm.}$$

$$M_A = - 43,3(97+173) + 96,8 \times 173 = 5050 \text{ kgmm}$$

Calculul eforturilor în tubul directiei datorite pârghiei de coardă.

(vezi pl.PA-060, fig.2)

Momentul în jurul cănișorei este 70430 kgmm (vezi tabelul Nr.4)

$$\text{Forța la pârghie va fi } F_1 = \frac{70430}{108} = 654 \text{ kg.}$$

$$\text{Componenta verticală } F_2 = F_1 t g 10^\circ 40' = 123 \text{ kg.}$$

Componenta in directia paralelei:

$$P = \frac{P_1}{\cos 0^{\circ} 40'} = \frac{654}{0,98272} = 665 \text{ kg.}$$

Aplicam ecuatiei lui Clapetron tubului ax pe trei reacbine ca in pl. PA-060, fig. 3.-

$$0,669 M_C + 2 M_B (0,669 + 0,669) + 0,669 M_A = - \frac{P_1 (0,669^2 - a^2)}{0,669}$$

unde :

$$M_C = 0$$

$$P = 654 \text{ kg.}$$

$$M_A = 0$$

$$a = 0,250 \text{ m}$$

Rezulta :

$$4 \times 0,669 M_B = - \frac{654 \times 0,25 (0,669^2 - 0,250^2)}{0,669}$$

$$\text{sau } M_B = - 38 \text{ kgm}$$

Reacbinele pre reacbine :

$$C' = 654 \times \frac{419}{569} = \frac{38}{0,669} = 410 - 57 = 353 \text{ kg.}$$

$$A' = \frac{M_B}{0,669} = - \frac{38}{0,669} = - 57 \text{ kg.} \quad C' = 353 \text{ kg.}$$

$$B' = 654 + 57 - 353 = 358 \text{ kg.}$$

$$A' = - 57 \text{ kg.}$$

$$D' = 358 \text{ kg.}$$

Momentul incovostor in dreptul for si este :

$$M_{P1} = 353 \times 250 = 88.250 \text{ kgm}$$

In diagrama PA-061 sunt reprezentate toate momentele incovostore si cel lateral (linii pline) cat si cele longitudinale datorite paralelei de comanda (linii punctate).

Cazul n₂. avion acrobatic cu directie neutră.

Repartitia sarcinei in profunzime se face ca in pl. PA-059, fig. 3 unde

$$n = 2$$

$$ap = 2 \times 637 = 1274 \text{ kg/m}^2$$

Repartitie pe directie fiind tot triunghiulara ca si in cazul precedent, toate esforurile generale vor fi multiplicate cu n₁

$$n_1 = \frac{1274}{910} = 1,4$$

Cazul b. Directia bracata.

Distribuția în profunzime se face conform schemei din planșa PA-059, fig. 4

unde :

$$a = \frac{2 S_{av}}{2 S_1 + 3 S_2}$$

$$a = \frac{2 \times 1,6160}{2 \times 0,6376 + 3 \times 0,9784} = 0,767$$

$$ap = 0,767 \times 637 = 488 \text{ kg/m}^2$$

$$3ap = 3 \times 488 = 1464 \text{ kg/m}^2$$

In acest caz eforturile pe directie vor fi cele calculate in primul caz multiplificate cu raportul m_2

$$m_2 = \frac{1464}{910} = 1,61$$

Reîntocmim deci tablourile precedente pentru toate aceste trei cazuri ținând seama de coeficienții m_1 și m_2 .

Tablou Nr. 5

Pozitunea	Cazul a		Cazul a ₂		cazul b	
	p ₂	M _{t2}	p ₂	M _{t2}	p ₂	M _{t2}
1	140,8	22700	197	31800	226,5	36500
2-a	41,1	8960	57,5	12550	66	14420
2	56,9	12300	79,5	17200	91,5	19800
3	77,2	13480	108	18850	124,2	21680
4	63,2	8620	88,4	12060	101,8	13880
5	43,3	4370	60,5	6100	69,6	7030
Suma	422,5	70430	590,9	98560	679,6	113310

Data

Solicitațiile tubului ax al direcției

Tabloul Nr.6

Secțiunea	Cazul a								Cazul a ₂								Cazul b								
	P _a	T _a	M _a	P _c	T _c	M _c	M _t	P _a	T _a	M _a	P _c	T _c	M _c	M _t	P _a	T _a	M _a	P _c	T _c	M _c	M _t				
C	-52,5	-52,5	0	-353	353	0	22,700	-73,4	73,4	0	-495	495	0	31,800	-83,6	83,6	0	-568	568	0	36,500				
F	0	-52,5	13	654	353	88,25	70,430	0	73,4	18	915	495	123,5	98,560	0	83,6	21,5	1051	568	142,5	113,310				
a	140,8	-52,5	17,05	0	-301		47,730	197	73,4	23,85		-420		66,760	226,5	+83,6	27,4	0	-483			76,810			
b	98	88,3	-9,5	0	-301		38,770	137	-123,6	-13,3		-420		54,210	157,5	-142,9	-15,3	0	-483			62,390			
B	-273,2	186,3	-17,2	-358	-301	-38	36,300	-382	-260,6	-24,07	-500	-420	-53,2	50,8	-440	-300,4	-27,7	-576	-483	-61,2	58,500				
c	77,2	-86,9	2,6	0	57		26,470	108	121,4	3,64	0	80		37,01	124,2	139,6	4,18	0	93			42,590			
d	63,2	-9,7	5,05	0	57		12,990	88,4	13,4	7,06	0	80		18,160	101,8	15,4	8,13	0	93			20,91			
A	-96,8	-53,5	-4,2	57	57	0		-135,5	-75	-5,87	80	80	0		-156	-86,4	-6,76	93	93	0					
e	43,3	-43,3	0	0	0	0	4,370	60,5	60,5	0	0	0	0	6,1	69,6	69,6	0	0	0	0	0	0	7,030		

Pentru poziția secțiunilor vezi planșa PA-50, fig. 1, precum și diagramele PA-061.

pa = forță aerodinamică în kg.

Ta = forță tăetoare aerodinamică în kg.

Ma = momentul de flexiune din încărcarea aerodinamică în kgm

pc = forță din reacțiunea comenzi în kg.

Tc = " tăetoare din reacțiunea comenzi în kg.

Mc = moment de flexiune din reacțiunea comenzi în kgm

Mt = Moment de torsion în kgm.

Pentru dimensionarea secțiunilor tubului vom avea

$$M_{flex} = \sqrt{M_a^2 + M_c^2}$$

$$M_{maxim} = \sqrt{M_f^2 + 3/4 M_t^2}$$

Forță tăetoare

$$T_{max} = \sqrt{T_a^2 + T_c^2}$$

Verificarea tubului ax al direcției.

Tubul ax al direcției din dural de $36\ \phi/40\ \phi$ având manșonat în dreptul pârghiei de comandă pe o lungime de 320 mm în sus și 210 mm în jos un tub de $26/36\ \phi$ tot din dural. Momentul maxim este în dreptul pârghiei de comandă.

Pârghia de comandă descarcă o parte din momentul de torsion la învelișul direcției printr'un colțar fixat cu 2 nituri $3\ \phi$ la distanța de 74 mm din axul pârghiei. 2 nituri de $3\ \phi$ țin în simplă forfecare $2 \times 170 = 340$ kg.

Momentul descărcat $= 340 \times 74 = 25.200$ kgmm

Forță la pârghia de comandă $p_c = 1051$ kg. (vezi tabloul Nr.6)

Brațul pârghiei este de 108 mm.

Momentul total $M_t = 108 \times 1051 = 113.310$ kgmm

Din efortul pârghiei de comandă tubul ax va lua deci numai

$$1 - \frac{25200}{136970} = 1 - 0,185 = 0,775$$

Reducem deci momentul de flexiune $0,775 \times 142,5 = 110,5$ kgm

(Vezi tabloul Nr.6).

Totuși pentru calculul tubului neglijăm această reducere de 22,5 %.

În dreptul pârghiei din secțiunea $26/40\ \phi$ scăzând două găuri de $\phi 5$ pentru cuiele conice cu care este fixată pârghia de comandă, vom avea :

$$I = 125664 - 22432 - 2 \times 5 \times 7 \times 16,5^2 = 94182 \text{ mm}^4$$

$$\text{unde } 125664 \text{ mm}^4 = I_{40} \text{ (cercul de } 40\ \phi)$$

$$22432 \text{ mm}^4 = I_{26} \text{ (cercul de } 26\ \phi)$$

5 mm = diametrul gaurii

7 mm = grosimea tubului

16,5 mm = distanța dela axul tubului la mijlocul găurilor

$$W = \frac{94182}{20} = 4709 \text{ mm}^3$$

$$\Omega 26/40 = 655 \text{ mm}^2 \text{ ținând seama de 2 găuri } 5 \varnothing$$

$$\text{Momentul de flexiune din comandă } M_c = 142,5 \text{ kgm}$$

$$\text{Moment de flexiune din forță aerodinamică } M_a = 21,5 \text{ kgm}$$

$$\text{Momentul de torsiune } M_t = 113310 \text{ kgm}$$

$$M_f = \sqrt{142,5^2 + 21,5^2} = 144,1 \text{ kgm}$$

$$\frac{\alpha_0 M_t}{M_f} = \frac{0,97 \times 113,310}{144,1} = 0,762$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma}{1,3\pi} = 0,97$$

$$\text{Pentru } \frac{\alpha_0 M_t}{M_f} = 0,762 \text{ corespunde } \left. \right\} = 1,166$$

$$\text{Momentul ideal } M_i = \left. \right\} M_f = 1,166 \times 144,1 = 168 \text{ kgm}$$

$$\sigma = \frac{M_i}{W} = \frac{168000}{4709} = 35,700 \text{ kg/mm}^2$$

Adaogând și oboseala datorită sarcinei axiale avem în definitiv :

$$\sigma = 35,7 + \frac{123}{655} = 35,7 + 0,2 = 35,9 \text{ kg/mm}^2$$

Fixarea pârghiei de tubul direcției.

Am văzut că momentul pe care îl ia tubul în torsiune va fi :

$$M_t = 113.410 \text{ kgmm}$$

Fixarea se face cu 6 cuie conice de 5 φ otel 14 cari trec prin tub. Ele țin în dublă forfecare

$$F = 6 \times 1280 = 7680 \text{ kg.}$$

În presiune pe 2,5 mm (pârghia de dural)

$$F = 6 \times 2 \times 5 \times 2,5 \times 60 = 9000 \text{ kg.}$$

Sunt capabile să ia un moment de

$$M = 20 \times 7680 = 153,600 \text{ kgm} > 113 \text{ kgm}$$

CALCULUL DERIVEI

Verificarea rezistenței derivei se va face la solicitările cele mai mari din cele trei cazuri la care am calculat și direcția. - Vezi Planșa PA-059, fig. 2, 3 și 4.

Reacțiunile direcției pe șarniere în cele trei cazuri de mai sus sunt date în tabloul Nr. 6.-

In cazul a și cazul b, distribuția sarcinei pe derivă este dreptunghiulară.

In cazul a₂ distribuția este triunghiulară.

Notăm l = lungimea unei nervuri a derivei

l_1 = distanța dela longeronul posterior la punctul de aplicatie a rezultantei forței în fiecare secțiune

l_2 = distanța între longeroane

l_m = latimea medie a unei porțiuni din derivă

In cazurile a și b vom avea :

$$l_1 = \frac{l}{2} - 16,7 \text{ mm}$$

16,7 mm distanța dela axul longeronului posterior la marginea lui posterioară (vezi pl. PA-062, fig.1)

In cazul a₂ avem $l_1 = \frac{l}{3} - 16,7 \text{ mm}$

Indărcările diferitelor porțiuni din derivă vor fi :

Cazul a și b.: $p_1 = s_1 \times ap$

Cazul a₂ : $p_1 = \frac{1}{2} s_1 \times ap$

Suprafețele s₁ la avem în tabloul Nr. 1

Incărcarea longeronului anterior într'o secțiune

$$pa = p_1 \frac{l_1}{l_2}$$

Incărcarea longeronului posterior într'o secțiune $p_p = p_1 - pa$

Cu toate aceste elemente întocmim tabloul Nr.7.

TABLOUL Nr. 7

Incarcarea portiunilor de derivă în cele trei cazuri de calcul

Portiunea	s_1	l_m	l_2	Cazul a				Cazul a2				Cazul b			
				l_1	p_1	p_a	p_p	l_1	p_1	p_a	p_p	l_1	p_1	p_a	p_p
2	0,1110	669	661,6	317,8	101	48,5	52,5	206,3	70,7	22	48,7	317,8	54,2	26	28,2
3	0,1847	684	472,4	325,3	168	115,5	52,5	211,3	117,6	52,5	65,1	325,3	90	62	28
4	0,1592	590	295	278,3	145	136,8	8,2	179,9	101,5	62	39,5	278,3	77,7	73,4	4,3
5	0,1130	485	117,6	225,8	103	197,5	-94,5	144,9	72	88,8	-16,8	225,8	55,2	106	-50,8
5a	0,0697 0,0515	-	-	-	63,6 26,3	-	89,9	44,4 32,8	-	77,2	-	34,1 37,7	-	71,8	
Suma					606,9			439				348,9			

Calculul longeronului anterior.

Solicitarea cea mai mare a longeronului anterior este în cazul a după cum se și vede din tabloul Nr. 7.

In planșa PA-062, fig.2 am reprezentat distribuția forțelor pe longeron pe care îl considerăm încastrat la fuselaj și simplu rezemat la longeronul posterior

Momentul incovoector la încastrare

$$M_D = \sum \frac{P_e (l^2 - e^2)}{2 l^2}$$

$$M_D = - \frac{197,5 \times 0,214 (1,2376^2 - 0,214^2)}{2 \times 1,2376^2} - \frac{136,8 \times 0,537 (1,2376^2 - 0,537^2)}{2 \times 1,2376^2}$$

$$- \frac{115,5 \times 0,86 (1,2376^2 - 0,86^2)}{2 \times 1,2376^2} - \frac{48,5 \times 1,2044 (1,2376^2 - 1,2044^2)}{2 \times 1,2376^2}$$

$$M_D = - 20,4 - 29,8 - 25,6 - 1,53 = - 77,33 \text{ kgm.}$$

$$M_D = - 77,33 \text{ kgm.}$$

Reacțiunile :

$$E = \frac{1}{1,2376} [197,5(1,2376 - 0,214) + 136,8(1,2376 - 0,537) + 115,5(1,2376 - 0,86) +$$

$$+ 48,5 \times 0,0323 - 77,33] = \frac{1}{1,2376} (202 + 95,6 + 43,5 + 1,568 - 77,33) = 214,5 \text{ kg.}$$

$$E = 214,5 \text{ kg.}$$

$$D = 197,5 + 136,8 + 115,5 + 48,5 - 214,5 = 283,8 \text{ kg.}$$

$$D = 283,8 \text{ kg.}$$

Distribuția momentelor pe longeronul anterior :

$$M_E = 0$$

$$M_{d'} = 214,5 \times 0,214 = 45,9 \text{ kgm.}$$

$$M_{c'} = 214,5 \times 0,537 - 197,5 \times 0,323 = 51,3 \text{ kgm.}$$

$$M_{b'} = 214,5 \times 0,860 - 197,5 \times 0,646 - 136,8 \times 0,323 = 12 \text{ kgm.}$$

$$M_{a'} = 214,5 \times 1,204 - 197,5 \times 0,9904 - 136,8 \times 0,6674 - 115,5 \times 0,3444 = - 67,8 \text{ kgm}$$

$$M_D = - 77,33 \text{ kgm.}$$

In cazul a₂ vom avea :

Momentul la incastrare :

$$M_D = - \frac{88,8 \times 0,214(1,2376^2 - 0,214^2)}{2 \times 1,2376^2} - \frac{62 \times 0,537(1,2376^2 - 0,537^2)}{2 \times 1,2376^2}$$

$$- \frac{52,5 \times 0,86(1,2376^2 - 0,86^2)}{2 \times 1,2376^2} - \frac{48,7 \times 1,2044(1,2376^2 - 1,2044^2)}{2 \times 1,2376^2} =$$

$$= -9,17 - 13,5 - 11,62 - 0,694 = - 34,984 \text{ kgm}$$

$$M_D = - 34,984 \text{ kgm.}$$

Reacțiunile :

$$E = \frac{1}{1,2376} [88,8(1,2376 - 0,214) + 62(1,2376 - 0,537) + 52,5(1,2376 - 0,86) + 22 \times 0,0323 - 34,984]$$

$$E = \frac{1}{1,2376} (90,6 + 43,4 + 19,750 + 0,71 - 34,984) = 96,7 \text{ kg.}$$

$$D = 88,8 + 62 + 52,5 + 22 - 96,7 = 128,6 \text{ kg.}$$

De aceste reacțiuni vom înseama la calculul longeronului posterior al derivei.

Momentul maxim este în secțiunea D în cazul a

$$M_D = - 77,33 \text{ kgm.}$$

Secțiunea longeronului este un U din dural. Vezi pl.PA-062, fig.3 .

Suprafață 186 mm²

$$I_{xx} = \frac{1}{12} 1,6 \times 60^3 + 2 \times 1,6 \times 28,4 \times 29,2^2 = 28.800 + 77500 = 106300 \text{ mm}^4$$

$$W = \frac{106300}{30} = 3543 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{77330}{3543} = 21.800 \text{ kg/mm}^2$$

Calculul longeronului posterior.

Longeronul posterior este construit ca o grindă încastrată la un capăt și liberă la cealaltă extremitate.

El are de rezistat la :

- 1) Forțele aerodinamice care să revin de la încărcarea derivei.

2) Reacțiunea longeronului anterior al derivei.

3) Reacțiunile șarnierelor direcției.

In tabloul Nr. 8 concentrăm toate aceste forțe pentru cele trei cazuri de calcul .

Tabloul Nr. 8

Cazul	P ₂	R ₂	P ₃	P ₄	R ₃	P ₅	E	P _{5a}
a	52,5	+273,2	52,5	8,2	+96,8	-94,5	214,5	89,9
a ₂	48,7	+332	65,1	39,5	135,5	-16,8	96,7	77,2
b	28,2	+440	28	4,3	156	-50,8	115	71,8

In afara de aceste forțe mai avem și reacțiunile în șarniere datorite efortului în pârghia de comandă.

Pentru aceste eforturi longeronul posterior se prezintă sub forma unei grinzi încastrată la un cap și rezemată la cealaltă extremitate.

Momentele datorite acestor forțe sunt perpendiculare pe momentele datorite forțelor din tabloul Nr. 8.

Calculul reacțiunilor și momentelor pe longeronul posterior.

Forțele aerodinamice.

Conform planșei PA-062, fig. 4 putem scrie :

Momentul de încastrare = M_O.

Cazul a.

$$M_O = 89,9 \times 1,075 + 214,5 \times 1,074 - 94,5 \times 0,895 + 96,8 \times 0,798 + 8,2 \times 0,625 + 52,5 \times 0,355 + \\ + 273,2 \times 0,129 + 52,5 \times 0,067 = 382,5 \text{ kgm.}$$

$$M_O = 382,5 \text{ kgm.}$$

Distribuția momentelor pe longeron.

$$M_{a'} = 89,9 \times 1,008 + 214,5 \times 1,007 - 94,5 \times 0,828 + 96,8 \times 0,731 + 8,2 \times 0,558 + 52,5 \times 0,287 + \\ + 273,2 \times 0,062 = 335,7 \text{ kgm}$$

$$M_B = 89,9 \times 0,946 + 214,5 \times 0,945 - 94,5 \times 0,766 + 96,8 \times 0,669 + 8,2 \times 0,496 + 52,5 \times 0,225 = 296,4 \text{ kgm.}$$

$$M_b = 89,9 \times 0,720 + 214,5 \times 0,719 - 94,5 \times 0,540 + 96,8 \times 0,443 + 8,2 \times 0,270 = 219,9 \text{ kgm.}$$

$$M_c = 89,9 \times 0,450 + 214,5 \times 0,449 - 94,5 \times 0,270 + 96,8 \times 0,173 = 127,7 \text{ kgm.}$$

$$M_A = 89,9 \times 0,277 + 214,5 \times 0,276 - 94,5 \times 0,097 = 74,8 \text{ kgm.}$$

$$M_d = 89,9 \times 0,180 + 214,5 \times 0,179 = 54,5 \text{ kgm.}$$

$$M_E = 89,9 \times 0,001 = 0,0899 \text{ kgm.}$$

Cazul a₂

Distribuția momentelor.

$$M_o = 77,2 \times 1,075 + 96,7 \times 1,074 - 16,8 \times 0,895 + 135,5 \times 0,798 + 39,5 \times 0,625 + 65,1 \times 0,355 + 382 \times 0,129 + 48,7 \times 0,067 = 380,8 \text{ kgm.}$$

$$M_a = 77,2 \times 1,008 + 96,7 \times 1,007 - 16,8 \times 0,828 + 135,5 \times 0,731 + 39,5 \times 0,558 + 65,1 \times 0,287 + 382 \times 0,062 = 324,8 \text{ kgm.}$$

$$M_B = 77,2 \times 0,946 + 96,7 \times 0,945 - 16,8 \times 0,766 + 135,5 \times 0,669 + 39,5 \times 0,496 + 65,1 \times 0,225 = 276,5 \text{ kgm}$$

$$M_b = 77,2 \times 0,720 + 96,7 \times 0,719 - 16,8 \times 0,540 + 135,5 \times 0,443 + 39,5 \times 0,270 = 184,9 \text{ kgm.}$$

$$M_c = 77,2 \times 0,450 + 96,7 \times 0,449 - 16,8 \times 0,270 + 135,5 \times 0,173 = 97 \text{ kgm}$$

$$M_A = 77,2 \times 0,277 + 96,7 \times 0,276 - 16,8 \times 0,097 = 46,5 \text{ kgm.}$$

$$M_d = 77,2 \times 0,180 + 96,7 \times 0,179 = 31,2 \text{ kgm}$$

$$M_E = 77,2 \times 0,001 = 0,0772 \text{ kgm}$$

Cazul b

Distribuția momentelor.

$$M_o = 71,8 \times 1,075 + 115 \times 1,074 - 50,8 \times 0,895 + 156 \times 0,798 + 4,3 \times 0,625 + 28 \times 0,355 + 440 \times 0,129 + 28,2 \times 0,067 = 350,2 \text{ kgm}$$

$$M_a = 71,8 \times 1,008 + 115 \times 1,007 - 50,8 \times 0,828 + 156 \times 0,731 + 4,3 \times 0,558 + 28 \times 0,287 + 440 \times 0,062 = 297,8 \text{ kgm}$$

$$M_B = 71,8 \times 0,946 + 115 \times 0,945 - 50,8 \times 0,766 + 156 \times 0,669 + 4,3 \times 0,496 + 28 \times 0,225 = 250,2 \text{ kgm}$$

$$M_b = 71,8 \times 0,720 + 115 \times 0,719 - 50,8 \times 0,540 + 156 \times 0,443 + 4,3 \times 0,270 = 176,9 \text{ kgm}$$

$$M_c = 71,8 \times 0,450 + 115 \times 0,449 - 50,8 \times 0,270 + 156 \times 0,173 = 97,4 \text{ kgm}$$

$$M_A = 71,8 \times 0,277 + 115 \times 0,276 - 50,8 \times 0,097 = 46,7 \text{ kgm}$$

$$M_d = 71,8 \times 0,180 + 115 \times 0,179 = 33,5 \text{ kgm}$$

$$M_E = 71,8 \times 0,001 = 0,0718 \text{ kgm}$$

Data

Momentele încovoetoare din reacțiunile garnierelor directiei datorite efortului în pârghia de comandă :

Tablou Nr.9

Cazul	R ₁	R ₂	R ₃
a	+353	+358	-57
a ₂	495	500	-80
b	568	576	-93

Asupra longeronului derivei nu lucrează decât R₂ și R₃. Reacțunea R₁ acționează direct pe fuselaj.

Pozitia forțelor R₂ și R₃ pe longeron se vede în planșa PA-062, fig.5.

Cazul a.

$$M_o = + \frac{57 \times 0,276(1,074^2 - 0,276^2)}{2 \times 1,074^2} - \frac{358 \times 0,945(1,074^2 - 0,945^2)}{2 \times 1,074^2}$$

$$M_o = 7,35 - 38,45 = - 31,1 \text{ kgm}$$

Reacțunea E'.

$$E' = \frac{1}{1,074} (-57 \times 0,798 + 358 \times 0,129 - 31,1) = - 28,2 \text{ kg.}$$

Reacțunea la încastrare

$$R_o = - 57 + 358 + 28,2 = 329,2 \text{ kg.}$$

Cazul a₂

$$M_o = \frac{80 \times 0,276(1,074^2 - 0,276^2)}{2 \times 1,074^2} - \frac{500 \times 0,945(1,074^2 - 0,945^2)}{2 \times 1,074^2}$$

$$M_o = 10,38 - 53,5 = - 43,12 \text{ kgm}$$

Reacțuniile.

$$E' = \frac{1}{1,074} (80 \times 0,798 + 500 \times 0,129 - 43,12) = - 39,7 \text{ kg.}$$

$$R_o = - 80 + 500 + 39,7 = 45,97 \text{ kg.}$$

Cazul b.

$$M_o = \frac{93 \times 0,276(1,074^2 - 0,276^2)}{2 \times 1,074^2} - \frac{576 \times 0,945(1,074^2 - 0,945^2)}{2 \times 1,074^2}$$

$$M_o = 11,880 - 61,7 = - 49,82 \text{ kgm}$$

Reacțiunile.

$$E' = \frac{1}{1,074} (-93 \times 0,798 + 576 \times 0,129 - 49,82) = - 45,2 \text{ kg.}$$

$$R_o = - 93 + 576 + 49,8 = 532,8 \text{ kg.}$$

Distribuția momentelor pe longeron :

Cazul a.

$$M_o = -31,1 \text{ kgm}$$

$$M_{R_2} = - 28,2 \times 0,945 - 57 \times 0,669 = -64,6 \text{ kgm.}$$

$$M_{R_3} = - 28,2 \times 0,276 = 7,75 \text{ kgm}$$

Cazul a₂.

$$M_o = - 43,12 \text{ kgm.}$$

$$M_{R_2} = - 39,7 \times 0,945 - 80 \times 0,669 = -91,2 \text{ kgm}$$

$$M_{R_3} = - 39,7 \times 0,276 = -10,95 \text{ kgm.}$$

Cazul b.

$$M_o = -49,8 \text{ kgm}$$

$$M_{R_2} = - 45,2 \times 0,945 - 93 \times 0,669 = -104 \text{ kgm.}$$

$$M_{R_3} = - 45,2 \times 0,276 = - 12,5 \text{ kgm.}$$

In planșa PA-063 am trasat diagrama momentelor incovoitoare pe longeronul posterior în toate cazurile.-

In planșa PA-062, fig.6, avem secțiunea longeronului posterior.

Centrul de greutate al secțiunii :

$$\gamma = \frac{4,5 \times 51 \times 2,25 + 2 \times 4,5 \times 40 \times 20 - 2 \times 3 \times 4,5 \times 12}{4,5 \times 51 + 2 \times 4,5 \times 40 - 2 \times 3 \times 4,5} = \frac{7689}{616} = 12,5 \text{ mm}$$

Data

$$I_y = \frac{1}{12} 51x4,5^3 + 4,5 + 4,5x51(12,5 - 2,25)^2 + \frac{1}{12} 2 \times 4,5x40^3 + 2 \times 4,5x40x(20 - 12,5)^2 - \\ - \frac{1}{12} 2 \times 4,5x3^3 - 2 \times 4,5x3(12,5 - 12)^2$$

$$I_y = 388 + 24100 + 48000 + 20600 - 20,3 - 6,7 = 93061 \text{ mm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{40 - 12,5} = \frac{93061}{27,5} = 3390 \text{ mm}^3$$

$$I_x = \frac{1}{12} 4,5x51^3 + 2(40 - 3)x4,5x27,75^2 = 49800 + 256000 = 305800 \text{ mm}^4$$

$$W_x = \frac{305800}{30} = 10180 \text{ mm}^3$$

Verificarea sectiunilor longeronului

La incastrare.

Cazul a.

$$M_x \text{ max} = 382,5 \text{ kgm}$$

$$\sigma_x = \frac{382500}{10180} = 37,600 \text{ kg/mm}^2$$

$$M_y = 31,100 \text{ kgmm}$$

$$\sigma_y = \frac{31.100}{3390} = 9,18 \text{ kg/mm}^2$$

Cazul a₂

$$M_x = 380,8 \text{ kgm}$$

$$\sigma_x = \frac{380800}{10180} = 37,400 \text{ kg/mm}^2$$

$$M_y = 43,12 \text{ kgm}$$

$$\sigma_y = \frac{43.120}{3390} = 12,700 \text{ kg/mm}^2$$

Cazul b

$$M_x = 350,2 \text{ kgm.}$$

$$\sigma_x = \frac{350200}{10180} = 34,5 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{49.800}{3390} = 14.700 \text{ kg/mm}^2$$

Sectiunea B (Sarniera directieei)Cazul a.

$$M_x = 296,4 \text{ kgm}$$

$$\sigma_x = \frac{29,640}{10,180} = 29,100 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{64,600}{3390} = 19,100 \text{ kg/mm}^2$$

Cazul a₂

$$M_x = 276,5 \text{ kgm}$$

$$\sigma_x = \frac{276500}{10180} = 27,100 \text{ kg/mm}^2$$

$$M_y = 91,2 \text{ kgm}$$

$$\sigma_y = \frac{91200}{3390} = 26,900 \text{ kg/mm}^2$$

Cazul b.

$$M_x = 250,2 \text{ kgm}$$

$$\sigma_x = \frac{250200}{10180} = 24,600 \text{ kg/mm}^2$$

$$M_y = 104 \text{ kgm}$$

$$\sigma_y = \frac{104000}{3390} = 30,700 \text{ kg/mm}^2$$

Rezistențele σ_y sunt în realitate mult mai mici pentru că în acest sens longeronul posterior lucrează împreună cu cel anterior de care este legat prin nervuri și prin învelișul lis al derivei.

Sigurele rezistențe care interesează și la care trebuie să reziste longeronul posterior sunt σ_x . -

$$L = 1040 \text{ mm} \quad \dots \quad Q = 218 \text{ mm}^2$$

$$I = 21.350 \text{ mm}^4$$

$$Q = \sqrt{\frac{I}{\Omega}} \quad \Omega = \sqrt{\frac{21350}{218}} = 10,1$$

$$\frac{1}{Q} = \frac{1040}{10,1} = 103$$

$$\sigma = \frac{7.300.000}{103^2} = 6,88 \text{ kg/mm}^2$$

$$P = Q \cdot \sigma = 218 \times 6,88 = 1500 \text{ kg.}$$

Solicitarea contrafissei $C_c = 1322 \text{ kg.}$

MS = 0,135