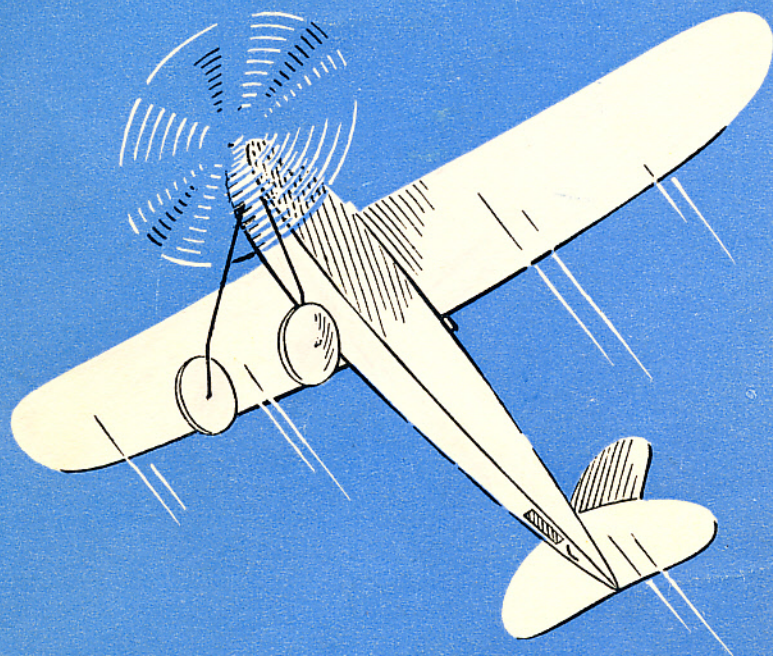


TEKN. DR ARVID PALMGREN



# HANDBOK

FÖR BYGGARE AV GUMMIMOTORDRIVNA

# MODELLFLYGPLAN

FÖRLAG: HANDELSAKTIEBOLAGET OMNIS, GÖTEBORG

KRONHUSGATAN 1B. TEL. 20800

HANDBOK

FÖR BYGGARE AV  
GUMMIMOTORDRIVNA

MODELLFLYGPLAN

AV  
*ARVID PALMGREN*  
TEKN. DR

GÖTEBORG 1936  
A.-B. JOHN ANTONSONS BOKTRYCKERI  
23011

## FÖRORD

*Modellflyget är lika gammalt, ja t. o. m. äldre än det verkliga flyget och har i stort sett utvecklats parallellt med detsamma. I de stora länderna, där allt vad flyg heter numera är så högt utvecklat, har modellflyget blivit ett viktigt medel för höjande av den uppväxande generationens intresse för flygning och insikter i flygteknik. I en del länder ha upprättats modellflygningsorganisationer under ställig ledning och med väldig omfattning.*

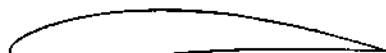
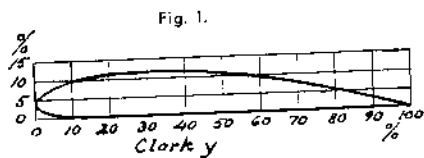
*Under de senaste åren har också modellflygningen utvecklats synnerligen starkt, och utomordentligt goda modellkonstruktioner ha sett dagens ljus. I de nordiska länderna har verksamheten på allvar upptagits relativt sent och därför ännu ej kunnat nå den ståndpunkt, den intar på andra håll. Men alla förutsättningar för en snabb frammarsch äro utan tvivel förhånden — med ett undantag. Det har hittills saknats tillförlitliga, om ens några, underlag för modellernas planmässiga beräkning och målmedvetna konstruktiva utformning. Det är detta behov, som föreliggande kortfattade handbok avser att i någon mån fylla, till tjänst för alla dem, som icke nöja sig med den modellmateriel, som sättes i deras händer, utan som önska själva medverka till modellflygets vidare utveckling.*

*Handboken ger endast en del hållpunkter för beräkning och utformning av gummimotordrivna modellflygplan av normala typer för utomhusflygning. På grund av olika modellers rätt starkt varierande konstruktion och utförande kan man givetvis icke vänta sig att beräkningarna skola vara fullt giltiga för dem alla. De lämnade anvisningarna böra därför ändras och kompletteras på grundval av vars och ens egna praktiska erfarenheter. En förutberäkning leder dock alltid säkrare till en god modell än månadslånga trimningsförsök på måfå.*

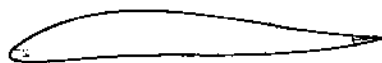
*F ö r f.*



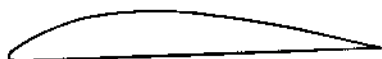
## 1. Vingform.



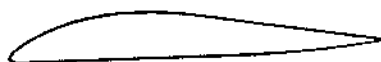
RAF 32



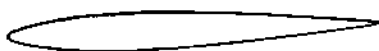
M 9



SM 1



SM 2



SM 3

En vinge, sammanbyggd av spryglar och balkar och försedd med beklädnad på såväl över- som undersida, är att föredraga såväl ur aerodynamisk som hållfasthets-synpunkt.

För högt liggande vinge rekommenderas sprygel Clark y, RAF 32 eller den speciella modellsprygeln SM 1.

För lägre liggande vinge (högt liggande tyngdpunkt) rekommenderas Clark y, M 9 eller den speciella modell-sprygeln SM 2.

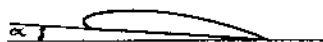
För stjärtplan kan man lämpligen använda antingen en plan yta eller den raka modellsprygeln SM 3.

Vingbalken bör förläggas vid  $\frac{1}{3}$  av sprygeln längd från förkanten.

Vingen bör avsmalna mot spetsen, så att den närmar sig ellipsform. V-form (spetsarna högre än vingens mitt) förbättrar tvärstabiliteten i hög grad och bör alltid användas. För mindre modeller rekommenderas en lutning mot horisontalplanet av 1 : 4 å 1 : 5; för större modeller 1 : 6 å 1 : 7.

Pilform (spetsarna bakom mitten) förbättrar kursstabiliteten, men kan även undvaras.

Fig. 2.



Vingens infallsvinkel  $\alpha$ , fig. 2 (vinkeln mellan undre sprygelkordan och kroppens längdriktning resp. propelleraxelns riktning), bör i regel motsvara lutningen 4 : 100. För SM 1 och SM 2 användes lämpligen 5 : 100. På yttre fjärdedelen av vinghalvan bör infallsvinkeln successivt minska eller profilen modifieras så, att vingspetsen icke blir bärande. Stabilisatorns plan bör i allmänhet ligga i normala flygriktningen.

TABELL 1.  
Mått på sprygelkonturer.

Från förkanten, % av längden	Clark y		RAF 32		M 9	
	övre %	undre %	övre %	undre %	övre %	undre %
0	3.5	3.5	3.5	3.5	1.8	1.8
1.25	5.5	1.9	5.5	1.9	4.1	0.4
2.5	6.5	1.5	6.5	1.3	5.1	0.1
5	7.9	0.9	7.9	0.8	6.8	0
7.5	8.9	0.6	8.9	0.5	8.0	0
10	9.6	0.4	9.8	0.3	9.1	0.2
15	10.7	0.1	11.1	0.1	10.7	0.4
20	11.4	0	12.0	0	11.7	0.6
30	11.7	0	12.9	0.4	12.7	0.8
40	11.4	0	12.9	0.9	12.5	0.7
50	10.5	0	12.2	1.3	11.1	0.4
60	9.2	0	10.8	1.6	9.8	0.1
70	7.4	0	8.7	1.5	8.0	0
80	5.2	0	6.2	1.2	6.1	0.3
90	2.8	0	3.3	0.7	4.5	1.3
95	1.5	0	1.7	0.3	3.9	2.0
100	0.1	0	0.1	0	3.5	3.1

Från förkanten, % av längden	SM 1		SM 2		SM 3
	övre %	undre %	övre %	undre %	övre %
0	0.8	0.8	0.8	0.8	0
1.25	2.8	0.2	2.8	0.2	1.1
2.5	3.8	0	3.8	0	1.6
5	5.4	0	5.4	0	2.3
7.5	6.7	0	6.7	0	2.8
10	7.8	0	7.8	0	3.3
15	9.6	0	9.6	0	4.0
20	10.8	0	10.8	0	4.5
30	12.0	0	12.0	0	5.0
40	12.0	0	12.0	0	5.0
50	11.0	0	11.0	0	4.6
60	9.3	0	9.4	0	3.9
70	7.3	0	7.7	0.1	3.1
80	5.0	0	6.0	0.5	2.3
90	2.6	0	4.3	1.2	1.3
95	1.4	0	3.4	1.7	0.7
100	0.2	0	2.6	2.4	0.1



## 2. Planets stabilitet.

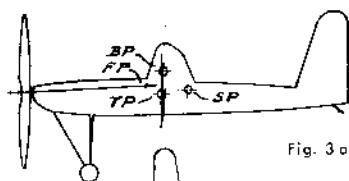


Fig. 3 a.

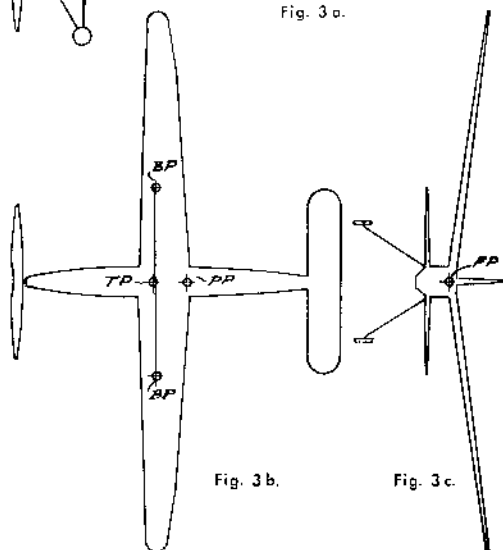


Fig. 3 b.

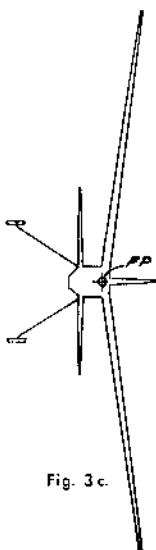


Fig. 3 c.

Den kompletta modellens tyngdpunkt, T. P., fig. 3. beräknas med kännedom om delarnas vikter och lägen. I kartong el. dyl. utklippas silhuetter av det kompletta planet sett uppifrån (planprojektion), från sidan (sidoprojektion) och framifrån, i propelleraxelns riktning (frontprojektion). Vid plan- och sidoprojektionerna (3 b och 3 a) medtages propellerns största projektion. Vid frontprojektion (3 c) medtages icke propellern. De tre silhuetternas resp. tyngdpunkter utprovas genom att man väger silhuetterna omkring en instucken synål. I den punkt, omkring vilken silhuetten balanserar i alla riktningar, befinner sig ytans tyngdpunkt.

Sidoprojektionens tyngdpunkt, S. P., fig. 3 a, bör ligga obetydligt högre än och minst  $\frac{2}{3}$  av medelvingbredden bakom T. P. Planprojektionens tyngdpunkt, P. P., fig. 3 b, bör ligga minst  $\frac{3}{4}$  av medelvingbredden bakom T. P. Propelleraxelns riktning bör vid vingens förkant passera genom frontprojektionens tyngdpunkt, F. P., fig. 3 c, jmf fig. 3 a, och bör passera *ovanför* tyngdpunkten T. P. Den punkt, bärpunkten, B. P., fig. 3 a och b, som ligger på  $\frac{1}{3}$  av vingens bredd från förkanten och  $\frac{1}{3}$  av vinghalvans längd från infästningen vid kroppen, bör ligga minst  $\frac{1}{2}$  av medelvingbredden högre än T. P. och obetydligt bakom densamma. Vid trimning justeras vingens läge så, att kroppen vid glidflygning ligger i lutning ungefär 1 : 10 framåt-nedåt.

### 3. Gummimotorn.

Vanliga dimensioner av motorgummi äro:

$$0.85 \cdot 3.17 = 2.7 \text{ kvmm.}$$

$$0.85 \cdot 4.76 = 4.0 \text{ kvmm.}$$

För att ej planets sidostabilitet skall äventyras, bör gummisektionen,  $G$  kvmm., pr sträng i regel icke överskrida:

$$G = 0.08 \sqrt[3]{\left(\frac{u}{a} QL\right)^2} \text{ kvmm.}^*)$$

där  $u$  = uppväxlingsförhållande (t. ex. 3 för kuggantal 30/10),

$a$  = antal parallellkopplade strängar (— 1 vid oväxlad modell),

$Q$  = total modellvikt, gram,

$L$  = effektiv spännvidd, cm.

\*) Tabell 7 å sid. 23 underlättar formiernas beräkning.

Formeln ger nedanstående värden på lämplig största gummisektion för oväxlade modeller med en vingbelastning av 10 gr pr kvdm.  $B$  betecknar medelvingbredden i cm och  $\frac{L}{B}$  alltså sidoförhållandet.

TABELL 2.  
*Lämplig gummisektion.*

Spännvidd	$\frac{L}{B} = 6$	$\frac{L}{B} = 8$	$\frac{L}{B} = 10$	$\frac{L}{B} = 12$
em	G kvdm			
50	12	10	9	8
75	26	22	19	16
100	47	39	35	30
150	105	86	75	66

Vid andra vingbelastningar blir gummiarean, i procent av den i tabell 2 angivna:

vid 8 gr pr kvdm:	86 %
„ 10 „ „ „ :	100 %
„ 12 „ „ „ :	113 %
„ 15 „ „ „ :	131 %

Värdena avrundas till närmaste sektion, som kan erhållas med tillgänglig grovlek på gummibanden.

Gummit insmörjes före uppvidning med en blandning av 10 % vatten, 70 % såpa, 19 % glycerin och 1 % salicylsyra eller annat lämpligt smörjmedel. Efter användning avtvättas smörjmedlet med vatten och gummit förvaras i mörker.

Vid uppvidning med sträckning utdrages strängen till 3 å 4 gånger sin ursprungliga längd och uppvides till halva antalet tillåtna varv. Därefter tillåtes strängen successivt förkorta sig till ursprungliga längden under resten av uppvidningen.

Tillåtna antalet uppvriddningsvarv,  $V$  varv, av en sträng är, med sträckning:

$$V = 65 \frac{H}{\sqrt{G}} \text{ varv.}$$

$H$  = längden av strängen i cm i nytt tillstånd. (Längden ökas 5 à 10 % efter flera uppvriddningar.)

Längden  $H$  väljes ca 5 % längre än hakavståndet om propelleraxeln är styrd av lagret. Vid en-punkts-lager lages  $H$  5 à 10 % kortare än hakavståndet för att strängen skall vara sträckt och hålla propellern i rätt läge även sedan motorn löpt ut.

Vid uppvriddning utan sträckning tillåtes:

$$V = 30 \frac{H}{\sqrt{G}} \text{ varv.}$$

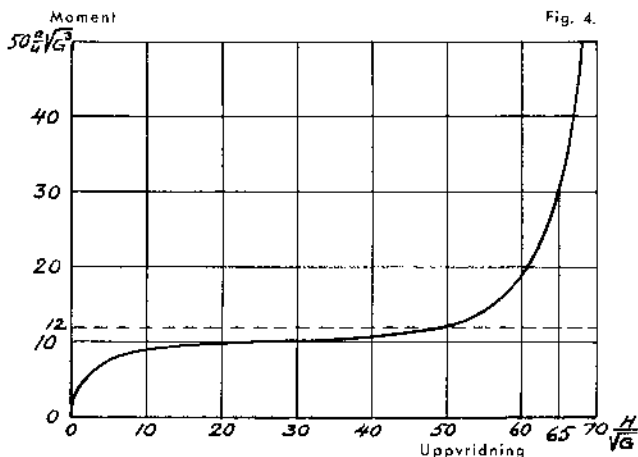
Propellerns antal varv är alltid  $u$  gånger större än strängens.

Vid olika gummisektioner kan man, enligt formeln, vid uppvriddning med sträckning tillåta följande antal varv pr cm av gummisträngens längd:

TABELL 3.  
*Uppvriddning pr cm stränglängd.*

$G$ kvmm	Varv pr cm	$G$ kvmm	Varv pr cm	$G$ kvmm	Varv pr cm
5.4	28	24	13.3	56	8.7
8	23	27	12.5	64	8.1
10.8	19.8	32	11.5	72	7.7
13.4	17.8	37.8	10.6	80	7.3
16	16.2	40	10.3	88	7
21.6	14	48	9.4	96	6.6

Det vridande moment,  $M$  mmgr, som verkar på propelleraxeln vid olika uppvriddningstillstånd hos gummit,



framgår närmare av fig. 4. Momentet vid största tillåtna uppvridning (med sträckning) är

$$M_{max} = 30 \frac{a}{n} \sqrt{G^3} \text{ mmgr.}$$

Medelmomentet är

$$M_{med} = 12 \frac{a}{n} \sqrt{G^3} \text{ mmgr.}$$

Under största delen av utlöpningen håller sig momentet nära omkring

$$M = 10 \frac{a}{n} \sqrt{G^3} \text{ mmgr.}$$

Axialkraften i strängen kan vid full uppvridning beräknas till  $30 G$  gram.

Vrider man upp mer än det tillåtna antalet varv ökas moment och axialkraft snabbt till mer än det dubbla. Redan vid 10 % flera varv än som ovan angivits riskerar man att hela strängen plötsligt brister.

#### 4. Propellern.

Genom lämplig dimensionering av propellern kan man erhålla antingen en kraftig stigförmåga hos modellen under relativt kort tid och därefter en långvarig glidflygning, eller också en långvarigare, mera plan flygning. I senare fallet erhålles rent teoretiskt något längre total flygtid, men i förra fallet har modellen större utsikter att komma in i uppåtgående luftströmmar, som i hög grad kunna förlänga flygtiden utöver den beräknade.

Vid flygning i olika stigningsvinkel, elevation, varierar hastigheten  $v$  m/sek., i modellens längdriktning såsom kurvan  $v$  i fig. 5, d. v. s. den minskar med ökad elevation. Kurvan anger hastigheten i procent av flyghastigheten framåt vid glidflygning,  $v_g$  m/sek. Den vertikala hastigheten,  $v_v$  m/sek., stighastigheten i lodrät riktning, stiger först snabbt med ökad elevation, men når vid 55° elevation ett maximum av 62 % av  $v_g$ . För än större elevationer sjunker åter  $v_v$  snabbt och blir vid vertikalställning hos modellen lika med noll. Är propellerdragkraften större än modellens vikt, går modellen över i looping och förlorar vunen höjd. Av kurvan  $v_v$ , fig. 5, kan man se att det är oekonomiskt och riskabelt att dimensionera propellern för större elevation än c:a 45°. Såsom framgår av kurvorna  $P$  i fig. 5, som gälla för sidoförhållandena  $\frac{L}{B} = 7.5, 10$  och 15, bör sålunda propellerdragkraften,  $P$  gr, aldrig överskrida  $\frac{3}{4}$  av modellvikten. (Kurvan anger  $P$  i % av modellvikten.) Denna propellerkraft motsvarar en propellerstigning,  $S$  cm, av

$$S_{min} = 0.65 \frac{M_{max}}{Q} \text{ cm}$$

Detta är alltså den minsta tillåtna stigningen.

Med en stigning av

$$S = 0.8 \frac{M_{max}}{Q} \text{ cm}$$

erhålles en elevation i starten om c:a  $30^\circ$ , vilket är ett ordinärt värde, som ger både god höjd och ekonomisk flygning och ej ställer överdrivna anspråk på modellens längdstabilitet. Det sistnämnda värdet på stigningen  $S$  kan därför rekommenderas för de flesta fall. Ökar man stigningen till 25 % större värde, så får man huvudsakligen horisontalflygning.

Medelelevationen blir med  $S = 0.8 \frac{M_{max}}{Q}$  och maximalt tillåten gummisektion och uppvriddning:

$$\begin{aligned} \text{vid } \frac{L}{B} = 7.5 : & \quad 1.5^\circ \text{ (medelstigning } 2.5 : 100) \\ \frac{L}{B} = 10 : & \quad 3.5^\circ \text{ ( " " " " } 6 : 100) \\ \frac{L}{B} = 15 : & \quad 5.5^\circ \text{ ( " " " " } 9.5 : 100) \end{aligned}$$

Lämplig propellerstigning för olika modeller blir alltså, om  $L = 95\%$  av totala spännvidden.

TABELL 4.  
*Propellerstigning.*

Total spännvidd, cm	Stigning S cm
50	25
75	38
100	50
150	76

Propellerdiametern  $D$  bör vara

$$D = 3 \sqrt[4]{S^3 F} \text{ cm}$$

där  $F$  = bärande vingytan, kvdm.

(Om den valda stigningen avviker mycket från  $0.8 \cdot \frac{M_{max}}{Q}$ , bör man använda följande formel för diametern:

$$D = 6.6 \sqrt[4]{u \sqrt{G^3} \frac{SF}{Q}} \text{ cm}.$$

Om stigningen valts enligt tabell 4, får man de i tabell 5 angivna diametrarna.

TABELL 5.  
Propellerdiameter.

Total spännvidd,	$\frac{L}{B} = 6$	$\frac{L}{B} = 8$	$\frac{L}{B} = 10$	$\frac{L}{B} = 12$
cm	D cm			
50	21	19.5	18.5	17.5
75	32	29	28	26.5
100	42	39	37	35
150	63	59	55	53

Propellerbladet göres ungefär elliptiskt till formen och med största bredden =  $\frac{D}{8}$ . Bladtjockleken göres ungefär  $\frac{1}{8}$  å  $\frac{1}{10}$  av bladbredden; vid spetsen förhållandevis något tjockare. Propellern dopas och slipas, så att ytan blir glatt.

Propellerns varvtal är

$$n = 160.000 \cdot \frac{\sqrt{M}}{D^2 \cdot \sqrt{S}} \text{ varv/min},$$

varvid det värde på  $M$  insättes, vid vilket man önskar beräkna hastigheten. För erhållande av medelhastigheten insättes alltså  $M_{med}$ .



Propellerens dragkraft kan approximativt beräknas till

$$P = 0.06 \cdot \frac{M}{S} \sqrt{s + 15} \text{ gram,}$$

där

$s = \text{"slip" i \%} = 100 \left( 1 - \frac{6000 v}{n S} \right) \%$ , om  $v$  är modellens hastighet framåt i m/sek.

Om  $s$  överstiger 50 à 60 % gäller formeln för  $P$  endast om stigningen  $S$  är mindre eller lika med diametern  $D$ . Vid större stigning blir  $P$ , för större värden på  $s$ , mindre än formeln anger. Vid markstart är  $s = 100\%$  och  $P$  blir då t. ex. vid  $S = 1.5 D$  endast omkring 60 % av beräknade värde.

Bästa propellerverkningsgraden erhålles vid omkring  $s = 15\%$  och verkningsgraden är då knappa 50 %.

### 5. Prestanda.

Flyghastigheten framåt vid normal glidflygning kan sättas till\*)

$$v_g = 1.9 \sqrt{\frac{Q}{F}} \text{ m/sek.}$$

Glidtalet kan beräknas till

$$g = 0.2 \sqrt[3]{\frac{B}{L}}$$

Sjunkhastigheten vid glidning är då

$$v_s = 0.38 \sqrt{\frac{Q}{F}} \sqrt[3]{\frac{B}{L}} \text{ m/sek.}$$

Flygtiden med drivande motor är

$$T_{ot} = \frac{60 V}{n_{med}} \text{ sek.}$$

\*) I vissa fall, speciellt vid stort värde på  $\frac{L}{B}$ , kan mindre  $v_g$  och  $v_s$  och därigenom längre  $T$  uppnås genom ökning av infallsvinkeln  $\alpha$ .

Totala flygtiden blir

$$T = 580 \cdot \frac{K}{Q} \sqrt{\frac{F}{Q}} \sqrt[3]{\frac{L}{B}} \text{ sek}$$

om  $K$ —gummivikten i gram— $0,009 \alpha H G$  gr. Denna formel, som gäller endast för väl utförda modeller, ger följande värden på flygtiden för modeller med 10 gr pr kvdm vingbelastning, om gummisträngens längd är 90 % av spännvidden och gummisektionen är den i tabell 2 angivna.

TABELL 6.

*Flygtid.*

Total spännvidd,	$\frac{L}{B} = 6$	$\frac{L}{B} = 8$	$\frac{L}{B} = 10$	$\frac{L}{B} = 12$
cm	T sek.			
50	42	52	63	71
75	63	77	87	97
100	84	102	124	135
150	125	150	177	200

Vid mindre stränglängd minskar tiden i samma proportion, om vingbelastningen bibehålles genom tyngre byggnadssätt. Vid användning av kuggväxel kan gummimängden i många fall ökas och därmed också flygtiden.

Vid modeller med 10 gr pr kvdm vingbelastning, sidoförhållande 10 och en gummivikt lika med halva totalvikten kan man påräkna  $3\frac{1}{4}$  min. flygtid, oberoende av spännvidden. Detta förutsätter i regel användning av kuggväxel.

Vid de minsta modellerna blir ofta flygtiden kortare än den beräknade, beroende på svårigheten att utföra dem med tillräcklig noggrannhet.

Vid andra vingbelastningar blir tiden, i procent av de i tabell 6 angivna:

vid 8 gr pr kvdm:	120 %
10 „ „ „ :	100 %
12 „ „ „ :	86 %
15 „ „ „ :	71 %

Formeln för flygtiden ger anvisningar om lämplig dimensionering för uppnående av lång flygtid. Starkast inverkar förhållandet mellan gummivikt och totalvikt. Gummivikten bör alltså utgöra så stor del av modellvikten som möjligt. Vingbelastningen inverkar även rätt starkt, varför man icke nämnvärt bör överskrida eventuellt föreskrivet minimum, som t. ex. enligt den internationella regeln är 10 gr pr kvdm. För att inom denna ram kunna få så mycket gummi som möjligt, måste man således konstruera själva planet så lätt, som med hänsyn till hållbarheten är möjligt. Vingens sidoförhållande har även en påtaglig inverkan. En smal vinge är fördelaktig, men den bör ej göras smalare, än att gummivikten kan ges lämplig storlek vid den önskade vingbelastningen.

Formeln visar ytterligare att man icke vinner något med att uppdelat gummit på flera tunnare strängar, förbundna med en s. k. multiplikator. Skall man kosta på vikten av en kuggväxel, så skall den ge uppväxling.

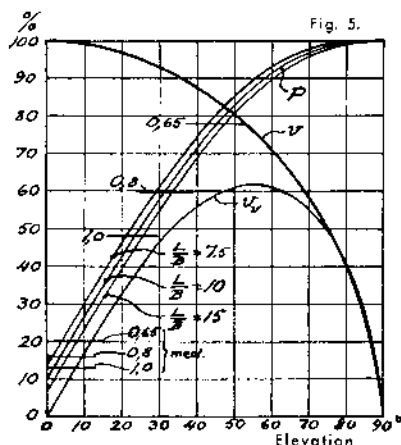
Flygsträckan vid rak flygning och vindstilla blir i det närmaste

$$X = v_g \cdot T \text{ meter.}$$

Maximalt uppnådda höjden kan enklast beräknas ur formeln

$$Y = v_g (T - T_m) \text{ meter.}$$

Den kan emellertid även beräknas med hjälp av fig. 5, som bl. a. anger sambandet mellan konstanten i formeln



för propellerstigningen och medelelevationen. Med de rekommenderade propellerdimensionerna och maximalt gummi blir maximala höjden

$$\text{för } \frac{L}{B} = 7.5 : Y = \frac{2.5}{100} \cdot v_g \cdot T_m \text{ meter}$$

$$\frac{L}{B} = 10 : Y = \frac{6}{100} \cdot v_g \cdot T_m \quad ..$$

$$\frac{L}{B} = 15 : Y = \frac{9.5}{100} \cdot v_g \cdot T_m \quad ..$$

## 6. Limning och impregnering.

För limning av såväl stommar som klädsel kan rekommenderas filmavfall, befriat från den fotografiska binnan och löst i aceton till rätt tjockflytande konsistens. I handeln förekomma även en del andra, för ändamålet avsedda limsorter.

Klädsel av japanpapper sträcker genom vattenbesprutning med s. k. fixerspruta och efterföljande torkning samt

bestrykes minst två gånger med ovannämnda film-acetonlösning, ehuru av betydligt mera lättflytande konsistens (dope). Flera sorters dope finnas även tillgängliga i handeln.

### 7. Vikter för överslagsberäkning.

Balsa .....	0.1—0.2	gr	pr	kbem
„ , medelhård .....	0.15	„	„	„
Isolafros .....	0.025	„	„	„
Gran, furu .....	0.5—0.6	„	„	„
Björk .....	0.6—0.8	„	„	„
Ek .....	0.8—0.9	„	„	„
Björkfanér, 0.5 mm. ....	5	gr	pr	kvdm
Aluminium .....	2.7	gr	pr	kbem
Järn, stål .....	7.85	„	„	„
Mässing .....	8.5	„	„	„
Motorgummi .....	0.9	„	„	„
Japanpapper .....	0.1	gr	pr	kvdm
„ , klistrat på stomme och 2 ggr dopat ...	0.3	„	„	„
Siden, tunnaste, d:o, d:o .....	0.5—0.6	„	„	„
Limtillskott vid balsastommar .....	c:a 25	%		

### 8. Tabeller för formlernas beräkning.

De i formlerna ingående uttryckens värden kunna tas ur motstående tabell, varvid mellanliggande värden få interpoleras.

TABELL 7.

$G$	$\sqrt{G}$	$\sqrt[3]{G}$	$S$	$\sqrt{S}$	$F$	$\sqrt[4]{F}$	$\frac{L}{B}$	$\sqrt[3]{\frac{L}{B}}$	$\sqrt[3]{\frac{B}{L}}$
5.4	2.32	12.5	10	3.16	1	1.00	3	1.44	0.69
8	2.83	22.6	15	3.97	2	1.19	4	1.59	0.63
10.8	3.28	35.4	20	4.47	3	1.31	5	1.71	0.58
13.4	3.66	49	25	5.00	4	1.41	6	1.81	0.55
16	4.00	64	30	5.48	5	1.49	7	1.91	0.52
21.6	4.65	100	35	5.91	6	1.57	8	2.00	0.50
24	4.90	118	40	6.32	7	1.63	9	2.08	0.48
27	5.20	140	45	6.70	8	1.68	10	2.16	0.46
32	5.65	181	50	7.07	9	1.73	11	2.22	0.45
37.8	6.15	232	55	7.40	10	1.78	12	2.29	0.44
40	6.35	253	60	7.74	12	1.86	13	2.35	0.43
48	6.93	332	65	8.06	14	1.93	14	2.41	0.41
56	7.48	419	70	8.36	16	2.00	15	2.46	0.41
64	8.00	512	75	8.66	18	2.06	16	2.52	0.40
72	8.48	610	80	8.95	20	2.11	17	2.57	0.39
80	8.95	715	85	9.23	25	2.23	18	2.62	0.38
88	9.38	825	90	9.48	30	2.34	19	2.67	0.37
96	9.80	940	95	9.75	40	2.52	20	2.72	0.37
104	10.2	1060	100	10.0	50	2.66	21	2.76	0.36
112	10.6	1185	110	10.5	60	2.78	22	2.80	0.36

$M$	$\sqrt{M}$	$s$	$s^{-15}$	$\frac{Q}{F}$	$\sqrt{\frac{Q}{F}}$	$\sqrt[3]{\frac{Q}{F}}$	$\frac{a}{Q}$	$QL 0.08^3$	$\sqrt[3]{\left(\frac{a}{Q} QL\right)^2}$	$D$	$D^2$
100	10.0	5	4.48	1	1.00	1.00	500	5.0	5	25	
200	14.1	10	5.00	2	1.41	0.71	1000	8.0	10	100	
500	22.4	15	5.47	3	1.73	0.58	1500	10.5	13	169	
1000	31.6	20	5.91	4	2.00	0.50	2000	12.7	15	225	
1500	38.7	25	6.3	5	2.24	0.45	3000	16.6	18	324	
2000	44.7	30	6.7	6	2.45	0.41	4000	20.2	20	400	
2500	50.0	35	7.1	7	2.65	0.38	5000	23.4	23	529	
3000	54.8	40	7.4	8	2.83	0.35	6000	26.4	25	625	
3500	59.1	45	7.7	9	3.00	0.33	7000	29.3	28	784	
4000	63.2	50	8.1	10	3.16	0.32	8000	32.0	30	900	
5000	70.7	55	8.4	11	3.31	0.30	9000	34.6	33	1089	
6000	77.4	60	8.7	12	3.46	0.29	10000	37.2	35	1225	
7000	83.6	65	8.9	13	3.60	0.28	12000	42.0	38	1444	
8000	89.5	70	9.2	14	3.74	0.27	14000	46.5	41	1681	
10000	100	75	9.5	15	3.87	0.26	16000	50.8	46	2116	
15000	122	80	9.7	16	4.00	0.25	18000	55.0	51	2601	
20000	141	85	10.0	17	4.12	0.24	20000	59.0	60	3600	
25000	158	90	10.2	18	4.25	0.23	30000	77.0	70	4900	
30000	173	95	10.5	19	4.35	0.23	40000	93.5	80	6400	
35000	187	100	10.7	20	4.46	0.22	50000	108	90	8100	

## 9. Exempel.

Beräkning av A-modell med 10 gr pr kvdm vingbelastning. Följande värden väljas eller äro givna av klassreglerna:

Total spännvidd.....	49	cm,
Kroppslängd .....	45	„
Hakavstånd.....	40	„
Kroppssektion.....	2·3	„
Sidoförhållande .....	10	„

Effektiva spännvidden blir  $L=47$  cm., medelvingbredden  $B=\frac{47}{10}=4.7$  cm och bärande vingytan  $F=2.2$  kvdm. Modellen skall således väga  $Q=10 \cdot 2.2=22$  gram. För modellen ämnar man använda en "Frog"-växel, vars uppväxlingsförhållande är  $n=3.4$ . Den är avsedd för en enda gummisträng, varför  $a=1$ .

Man får nu tillåtna gummiarean

$$G = 0.08 \sqrt[3]{\left(\frac{3.4}{1} \cdot 22 \cdot 47\right)^2} = 0.08 \sqrt[3]{3500^2}$$

Enligt tabell 7 är då

$$G=18.4 \text{ kvmm.}$$

Närmaste värde, som kan erhållas med 2.7 eller 4 kvmm gummi-band är 6 parter 2.7 kvmm=16.2 kvmm eller 4 parter 4 kvmm =16 kvmm. Vi räkna med  $G=16$  kvmm. Strängen kan uppvidas, med sträckning

$$V = 65 \cdot \frac{40}{\sqrt{16}} = 650 \text{ varv.}$$

Propellern kommer således att kunna gå  $3.4 \cdot 650 = 2200$  varv. Maximimomentet på propelleraxeln blir

$$M_{max} = 30 \cdot \frac{1}{3.4} \sqrt{16^3} = 565 \text{ mmgr,}$$

varför en lämplig propellerstigning blir

$$S = 0.8 \frac{565}{22} = 20.5 \text{ cm.}$$

Propellerdiametern bör då vara

$$D = 3 \sqrt[3]{20.5^4} \sqrt[3]{2.2} = 16.5 \text{ cm.}$$

Propellerns största bladbredd tages till  $\frac{16.5}{8} = 2 \text{ cm.}$

Gummit väger

$$K = 0.009 \cdot 1 \cdot 40 \cdot 16 = 5.8 \text{ gr.}$$

Totala flygtiden blir

$$T = 580 \cdot \frac{5.8}{22} \sqrt[3]{\frac{2.2}{22}} \sqrt[3]{10} = 104 \text{ sek.}$$

Medelmomentet är

$$M_{med} = 12 \frac{1}{3.4} \sqrt[3]{16^3} = 226 \text{ mmgr}$$

och medelvarvtalet

$$n_{med} = 160000 \frac{\sqrt[3]{226}}{16.5^2 \cdot \sqrt[3]{20.5}} = 1960 \text{ varv/min}$$

samt motortiden

$$T_m = 60 \cdot \frac{2200}{1950} = 67 \text{ sek.}$$

Flyghastigheten:

$$v_g = 1.9 \sqrt[3]{\frac{22}{2.2}} = 6 \text{ m/sek.}$$

Glidtalet

$$g = 0.2 \sqrt[3]{\frac{4.7}{47}} = 0.093 = 1 : 10.7.$$

Sjunkhastigheten vid glidflygning

$$v_s = 0.38 \sqrt[3]{\frac{22}{2.2}} \sqrt[3]{\frac{4.7}{47}} = 0.56 \text{ m/sek.}$$



Den uppnådda största höjden över marken beräknas till

$$Y = 0.56 (104 - 67) = 21 \text{ m.}$$

Flygsträckan slutligen blir

$$X = 6 \cdot 104 = \text{c:a } 600 \text{ m.}$$

Modellen får byggas så att den utan gummi väger 16 gram, vilket torde vara möjligt med användning av balsa, även i propellern, och japanpapper såsom huvudmaterial.

Motorn levererar vid medelmoment och medelvarvtal en effekt av

$$\frac{2\pi \cdot 226 \cdot 1960}{1000 \cdot 1000 \cdot 60 \cdot 75} = 0.0006 \text{ hästkrafter.}$$

Propellerdragkraften är samtidigt

$$P = 0.06 \sqrt[3]{30} \frac{226}{20.5} = 3.6 \text{ gram.}$$

Den av propellern avgivna effekten är således

$$\frac{3.6 \cdot 6}{1000 \cdot 75} = 0.00029 \text{ hästkrafter.}$$

Propellerverkningsgraden är alltså vid medelvarvtalet nära 50 %.



**Pris 1:50**

*N. J. Gumperts Bokhandel*  
*Göteborg*  
*i distr.*

ANTONSONS, GBG