

Vägningförfarande, praktisk anvisning

1 Allmänt

Vägning av segelflygplan utförs dels för att bestämma luftfartygets tyngdpunktsläge dels för att bestämma dess grundtomvikt. Ur resultaten kan därefter bl.a. fastställas luftfartygets maximala och minimala tillsatsvikt, vattenbarlast etc.

Bestämmelserna för vägning- och grundtomviktsbestämning framgår av artikel 535.

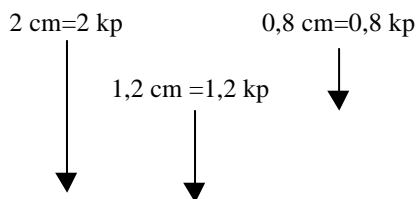
Följande anvisningar utgör endast allmänna råd och förklaringar.

2 Grundläggande begrepp

2.1 Krafter

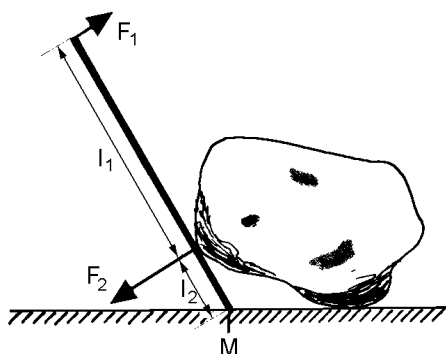
En vikt av 2 kg upphängd i ett snöre utövar en kraft av 2 kp (kilopond) i den punkt där snöret är anbringat (fäst). Kraften kan tänkas representerad av en pil, vars storlek är lika med kraftens storlek och dess riktning är lika med kraftens riktning. Pilens anbringningspunkt är lika med kraftens angreppspunkt. Om man ritar kraftpilen i skala, kan man exempelvis välja 1 kp = 1 cm.

Nedan är ritade tre krafter i denna skala.

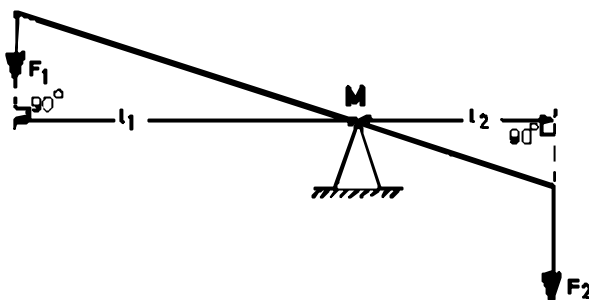


2.2 Moment

För att kunna utnyttja en kraft effektivt kan man låta den påverka en hävarm. Ta som exempel då man vill lyfta en sten med ett järnspett, eller varför inte en vanlig gungbräda. I det första fallet påverkar du spettet med kraften F_1 medan stenen påverkar spettet med kraften F_2 . Spettet rör sig kring punkten M som kallas momentpunkt. Den hävarm kraften F_1 har till förfogande är avståndet mellan F_1 och M. F_2 har motsvarande hävarm mellan F_2 och M.



Med hävarm menar man det vinkel räta avståndet mellan en kraft och dess momentpunkt. Om kraften F_1 kan balansera kraften F_2 sägs balans råda. Ju längre hävarm l_1 desto mindre behöver F_1 vara.



Kraften gånger sin hävarm kallas kraftens vridande moment eller bara moment, och har sorten kpm eller kpcm beroende på om hävarmens längd mäts i meter eller centimeter.

Vid balans gäller följande: De moment, som strävar att vrida en kropp i en riktning, är lika med de moment, som strävar att vrida kroppen i andra riktningen dvs. $F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$

Exempel

Om $F_1 = 50$ kp, $l_1 = 1500$ mm och $l_2 = 100$ mm hur stor är då F_2 ?

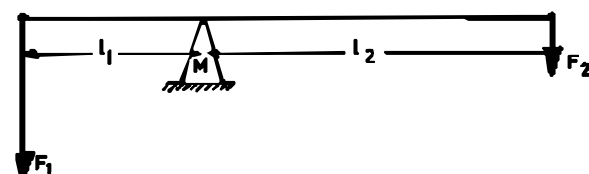
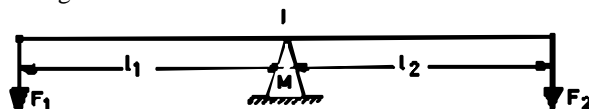
$$50 \times 1500 = F_2 \times 100$$

$$F_2 = 50 \times 1500 / 100$$

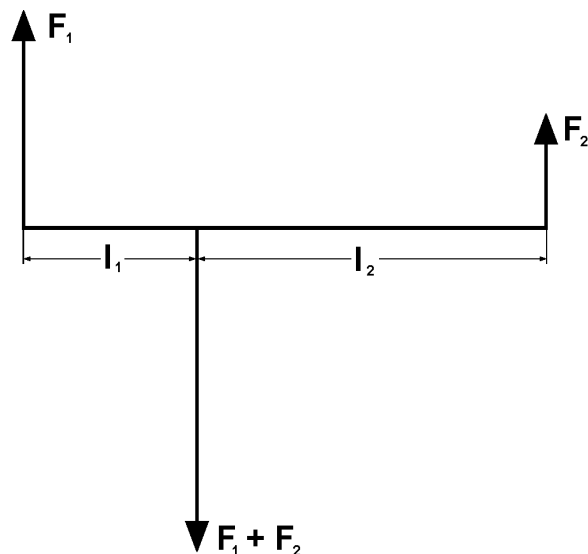
$$F_2 = 750 \text{ kp}$$

Alltså kan man lyfta en sten vars vikt är 750 kg med en kraft av endast 50 kp med hjälp av ett spett vars längd är 1,6 m.

Går vi nu till gungbrädan så gäller samma sak, om brädan är i balans. $F_1 \times l_1$ vill vrida brädan motsols, medan $F_2 \times l_2$ vill vrida den medsols. Om man vill göra den ena hävarmen mindre så måste man göra kraften motsvarande grad större för att lagen ovan skall gälla.



$$F_1 = F_2 \times l_2 / l_1 ; F_2 = F_1 \times l_1 / l_2 ; l_1 = F_2 \times l_2 / F_1 ; l_2 = F_1 \times l_1 / F_2$$



2.3 Tyngdpunkt

Om en kropp är i balans (vila), så säger man att hela kroppens tyngd kan tänkas samlad i en enda punkt, tyngdpunkten. Genom att då tillämpa vad som sagts enl. ovan, kan tyngdpunktens läge lätt beräknas. Man kan därvid välja en godtycklig momentpunkt och relativt denna beräkna de moment som påverkar kroppen. Vad man då skall komma ihåg är att summan av de moment som vill vrida kroppen i ena riktningen skall vara lika med summan av alla de moment som vill vrida kroppen i andra riktningen.

I fortsättningen gäller att:

TP tyngdpunkt

M momentpunkt

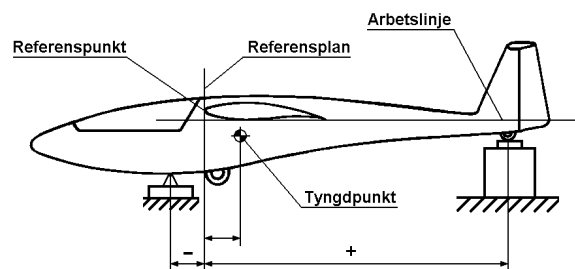
2.4 Referensplan

Tyngdpunktsläget anges för ett luftfartyg i förhållande till ett fast angivet plan, referensplanet. För ett segelflygplan utgörs detta vanligen av vingens framkant vid en viss sprygel eller annan angiven punkt. I vissa lägen kan den anges ligga på ett visst avstånd (vanligen 2000 mm) framför den angivna punkten på vingframkanten.

All monterad utrustning och tyngdpunktsläge anges därefter som ett avstånd (momentarm) från referensplanet. Ett avstånd bakom referensplanet, dvs. mot stjärten räknas som en positiv hävarm och framför som en negativ hävarm.

2.5 Arbetslinje

För att vägning skall bli korrekt har man fastställt en arbetslinje för varje flygplanstyp (i regel vingens undersida vid angiven sprygel). Denna arbetslinje skall vid vägningen vara horisontell.



3 Vägningsspecifisering

Vägningen skall ske vid verkstad eller under kontroll av segelflygtekniker med gällande B eller T behörighet, eller av besiktningssman särskilt godkänd person. Han skall vara ansvarig för vägningens rätta utförande samt uppgöra och bestyrka vägningens protokoll med sin namnteckning. Protokollerna skall utskrivas i två exemplar var av det ena skickas till Segelflygets tillsynskontor.

Vägningen skall utföras så att eventuell vind icke inverkar på resultatet.

Flygplanet skall vara väl rengjort och torrt.

Vågarna, som skall vara justerade och kalibrerade, uppställs på plant underlag. All utrustning enligt grundspecifikationen skall vara på sin plats.

3.1 Erforderlig utrustning

Personal; 5 man

En våg; lämpligt mätområde 0-500 kg

En våg; lämpligt mätområde 0-100 kg

Vågarna skall ha en noggrannhet som är bättre än 0,5%.

Ett vattenpass

En linjal

Två lod med snöre

Ett stålmåttband, mm graderat 5-10 m

Ett vinkeljärn av ca 25-50 cm längd

Div. pallningsmateriel, maskeringsband, krita mm

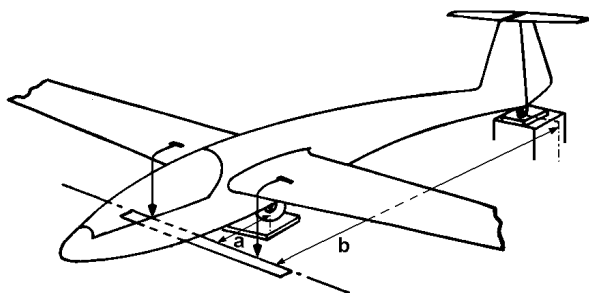
Vingställ

Vägningsspecifikation (S-61)

Grundspecifikation (S-62)

3.2 Arbetsgång

1. Väg separat vänster och höger vinge och inför vikterna i protokollet.
2. Notera vikten av vinkeljärn och eventuell annan pallningsmateriel (tara)
3. Montera upp flygplanet och lyft upp det på vågarna. Justera understödspunkterna så att arbetslinjen ligger horisontellt. (Segelflygplanet vägs med fördel på hjulen, varvid hjulaxelns centrum räknas som vägningspunkt).
4. Kontrollera att flygplanets hjul inte ligger an mot vågens lastbrygga eller att vågen står snett.
5. Flygplanets vingar skall hållas horisontella genom lätt understödning i ena vingpetsen.
6. Notera vikterna vid de båda undersöks punkterna.
7. Häng upp loden vid referenspunkterna enligt fig. och lägg sedan en linjal tätt intill lodsnörena, som representerar referensplanet.



8. Mät det horisontella avståndet från främre vägningspunkten (a). Används vinkeljärnets egg som vägningspunkt uppmäts avståndet till referensplanet både på vänster (aV) och höger sida (aH) på samma avstånd från kroppsmitten. a fås sedan ur.

$$a = (aV + aH) / 2$$

Notera värdet under "momentarm" med sitt tecken (minus om understödspunkten är framför referensplanet). (mått: millimeter)

9. Mät det horisontella, vinkelräta avståndet från bakre understödspunkten till referensplanet (avstånd b). Notera värdet under "momentarm" med sitt tecken. (mått: millimeter)
10. Beräkna momenten (vikt x resp. avstånd) och summera dem med sina tecken. Vid multiplikationen gäller följande teckenregler.
 - a) Om vikt och avstånd har lika tecken (plus eller minus) blir momentet positivt.
 - b) Om en av dessa har negativt tecken och den andra positivt blir momentet negativt

11. Beräkna tyngdpunktsläget enligt:

$$\text{Tyngdpunktsläget} = \frac{\text{Summa moment (med tecken)}}{\text{Summa vikt (netto)}}$$

Vägningspunkter	Vägd vikt kg	Tara kg	Vikt netto kg	Momentarm (med tecken) mm	Moment (med tecken) kpmm
Sporre	50,0	----	50,0	+4910	+245500
Skida	231,0	1,0	230,0	- 428	- 98440
Summa			280,0		+147060

$$\text{Tyngdpunktsläge} = \frac{+147060}{280,0} = 525 \text{ mm bakom referensplanet}$$

Kontrollera att tyngdpunkten ligger inom tillåtet område. Om detta ej är fallet måste flygplanet förses med barlast.

Grundtomvikt: 280,0 kg

12. Beräkna max flygvikt (utan vattenbarlast) enligt följande:

- a) Addera vikten av vänster och höger vinge.

Exempel

Vänster vinge	74,5 kg
Höger vinge	75,5 kg
	150,0 kg

- b) Addera vingvikten till "högsta tillåtna vikt utan vingar" (vikt av flygkropp och stjärtparti inkl. besättning och utrustning).

Exempel

Högsta tillåtna vikt utan vingar	310 kg
Vingvikt	150 kg
	460 kg

I flyghandboken återfinns uppgift om "högsta tillåtna vikt utan vingar samt "högsta tillåtna flygvikt". För Bergfalke III är dessa 310 kg resp. 465 kg.

I 12 b) har vi beräknat max flygvikt till 460 kg. Detta lägre värde beror på lätta vingar.

Högsta tillåtna flygvikt fastställs därefter som det lägsta av summan i 12 b) och i flyghandboken angivet värde för högsta tillåtna flygvikt.

För Bergfalke III i exemplet i mom. 12. blir således högsta tillåtna flygvikt = 460 kg.

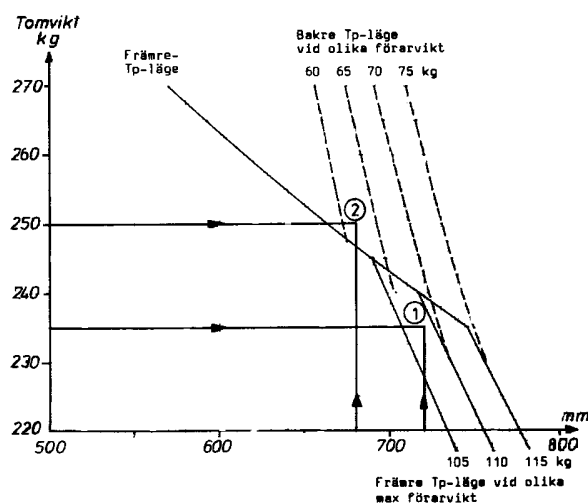
13. Beräkna maximala tillsatsvikten enl. följande.

Enl. mom. 12 b) är högsta tillåtna flygvikt = 460 kg
 Enl. mom. 11. är grundtomvikten = 280 kg
 Max tillsatsvikt = 460 - 280 = 180 kg

- a) Enligt flyghandboken kan annan maximal pilotvikt föreligga (vanligtvis 110 kg)

14. Beräkning av minimal tillsatsvikt.

- I flyghandboken framgår minimal tillsatsvikt.
- I vissa fall anges minimal tillsatsvikt i ett tomviktstyngdpunktsdiagram. Diagrammet är beräknat så att tyngdpunktsläget under flygning skall ligga inom godkänt område. Se exempel (Pilatus B4-PC IIA) med max flygvikt = 350 kg.



Diagrammets användning framgår av exemplen.

	Tomvikt	Tp-läge	Tillsatsvikt	
			min	max
Nr 1	235 kg	+710 mm	70 kg	105 kg
Nr 2	250 kg	+690 mm	65 kg	100 kg

- Beräkning av tillsatsvikt (förarvikt) är baserad på att piloten har en fallskärm (kudde) med en tjocklek av minst 8-10 cm (denna uppgift framgår av flyghandboken).

15. Vattenbarlastutrustade segelflygplan.

För segelflygplan med vattenbarlast kan anges en högre högsta tillåtna flygvikt med vattenbarlast ormbord.

Exempel

För en Astir CS gäller följande, som erhållits ur vägning, flyghandbok resp. ovan angivet förfarande för beräkning av max flygvikt.

Grundtomvikt	265 kg (från vägning)
Max flygvikt utan vattenbarlast	380 kg (enl. mom. 13)
Max flygvikt med vattenbarlast	450 kg (enl. flyghandbok)
Max tillsatsvikt utan vattenbarlast (i kropp)	115kg (beräknat ur ovan)
Max tillsatsvikt inkl. vattenbarlast	185kg (beräknat ur ovan)
Max vattenbarlast	100kg (enl. flyghandbok)
Min tillsatsvikt	70 kg (enl. mom. 14)

3.3 Justering av tyngdpunktsläget

Om det vid vägning framkommer att tyngdpunkten ligger utanför tillåtet område, måste detta åtgärdas genom att lägga in barlast (bly) på lämpligt ställe i flygkroppen. Detta är stundom aktuellt för flygplan av typ Bergfalke, som ofta är relativt framtunga. I dessa fall monteras blyplattor i bakkroppens rör eller på sporren. Som riktvärde på barlastens storlek kan anges att tyngdpunktsförskjutningen blir ca 1,5 cm per kg barlast monterad ovanför sporren.

Om barlast måste inmonteras är det ett absolut krav att den läses i sitt läge, så att det är helt uteslutet att den kan lossna och förorsaka låsning av styrorganen eller dylikt.

Det nya tyngdpunktsläget kan beräknas eller bestämmas genom förnyad vägning. Beräkningen tillgår på följande sätt:

Exempel

Antag att tyngdpunktsläget vid 280 kg grundtomvikt är 450 mm bakom referensplanet. Tillåtet område vid denna vikt är 470-550 mm varför barlast måste monteras i bakkroppen (vid sporren).

	Vikt, kg	Momentarm	Moment, kgmm
Flygplan	280.0	+450 mm	+126000
Barlast	2.0	+4700 mm	+ 9400
Summa	282.0		+135400

$$\text{Nytt tyngdpunktsläge} = \frac{+135400}{282.0} = 480$$

Vid 282.0 kg grundtomvikt är tillåtet område: 468-548 mm, vilket innehålls.

Barlastens storlek och placering skall anges i grundspecifikation och vägningsprotokollet