

AVANCERAD FLYGNING

MED SEGELFLYGPLAN



Henrik Svensson

Innehåll

1. Konstruktionsbestämmelser
2. Driftbegränsningar och konstruktionsbegrepp
3. Hållfasthet
4. Aerodynamik och flyglära
5. Bestämmelser
6. Manöverlära
7. Flygfysiologi och Human Factors
8. Arestisystemet
9. Flygsäkerhet
10. Prov

Driftbegränsningar och konstruktionsbegrepp

V_A	Manöverfart
V_B	Max tillåten fart i turbulent luft
V_{NE}	Never Exceed Speed
V_D	Design speed
V_{DF}	Demonstrated flight diving speed
V_S	Lägsta stallfart

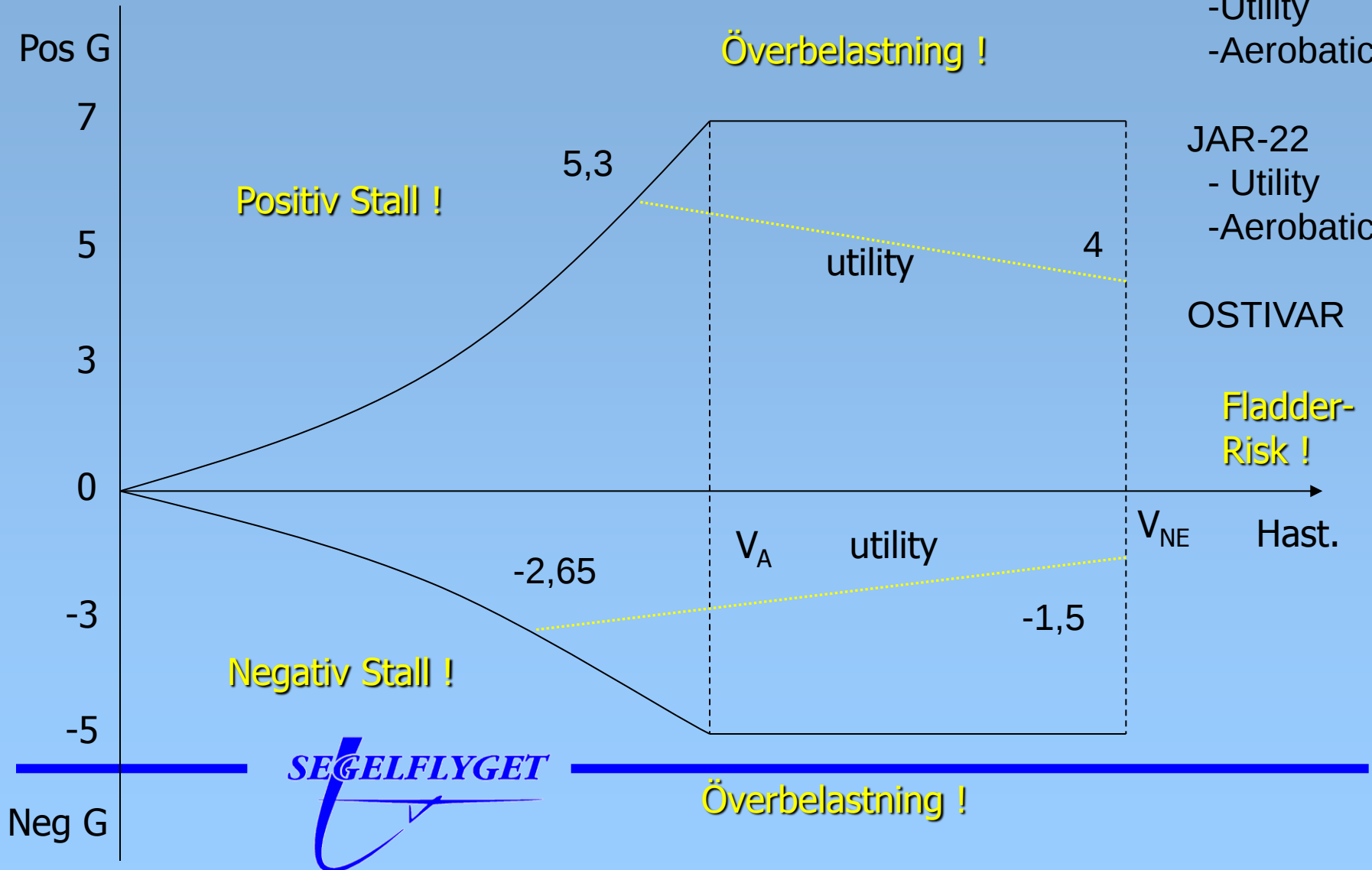
Konstruktionsbestämmelser Manöverenveloppen

BVS
LFS
LFSM
-Utility
-Aerobatic

JAR-22
- Utility
- Aerobatic

OSTIVAR

Fladder-
Risk !



Konstruktionsbestämmelser

	Normal	Utility	Aerobatic	S-faktor	Anm.
• BVS	+4 -2 G			2,0	T. ex. Bergfalke
• LFS(M)		+ 5,3 - 2,65 G	+6,5 - 4 G	1,5	Vid V_A (ASK 21)
• LFS(M)		+4 - 1,5 G	+ 5,3 - 3 G	1,5	Vid V_D (V_{NE})
• JAR 22 (CS 22)			+ 7 - 5 G	1,5	DG 500, 1000
•	Utility innebär spinn, looping, hjulning, lazy eight och chandelle - om tillverkaren har provat ut och godkänt planet för detta.				

- Manöverenvelop:
- Upp till V_A - Fulla roderutslag, ETT roder i taget.
- Över V_A upp till V_{NE} - max 1/3 roderutslag, ETT roder i taget.
- Över V_A - Håll båda händerna på spaken!
- V_{NE} = Never Exceed. Överskrid aldrig V_{NE} . Stor fladderrisk!



Driftbegränsningar och konstruktionsbegrepp

$n_{\max}$ Max tillåten lastfaktor

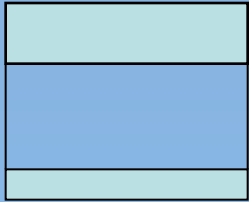
$$\text{Lastfaktorn } n = \frac{\text{Lyftkraften}}{\text{Tyngdkraften}}$$

Brant sväng	3 G
Skevroderutslag	+ 1 G
Vindby 2 m/s	+ 1 G

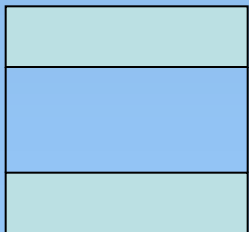
$n_{\max}$ x säkerhetsfaktor = brottlastfaktor

5 G

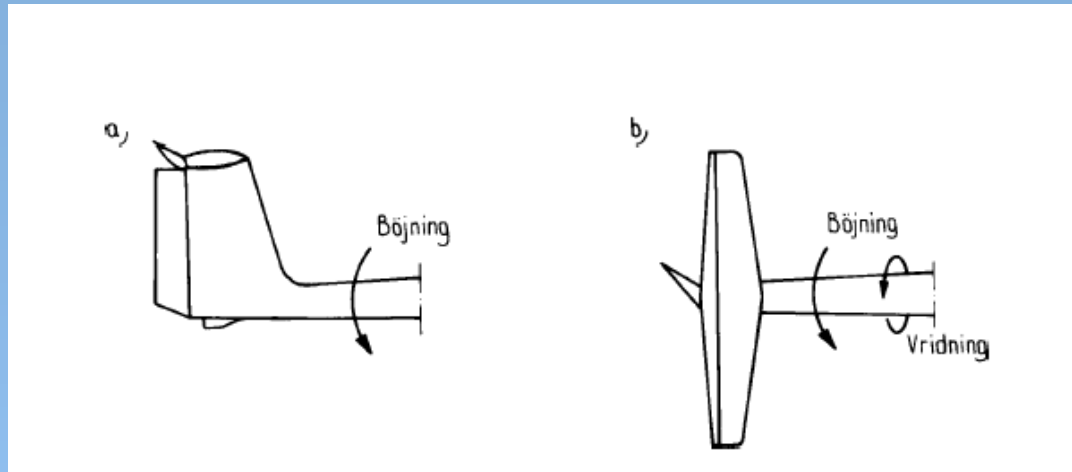
Driftbegränsningar och konstruktionsbegrepp



Normal
balk



Ava
balk



Belastningar i form av:

Tryckbelastning
Dragbelastning
Skjuvning
Vridning (torsion)

Aerodynamik och flyglära

Lyftkraften, som vi betecknar **L**, påverkas av följande parametrar, se även

Lyftkraftskoefficienten C_L

som är beroende av: vingens profilform
vingens anfallsvinkel

Lyftkraften kan tecknas med ekvationen

$$L = C_L * q * S \text{ eller fullständigare}$$

Dynamiska trycket q

som är beroende av:
strömningshastigheten framför vingen V
luftens densitet r
 $q = r * V^2 / 2$

$$L = C_L * r * V^2 * S / 2$$

Vingarean S

Lyftkraften varierar alltså med farten och anfallsvinkeln

Aerodynamik och flyglära

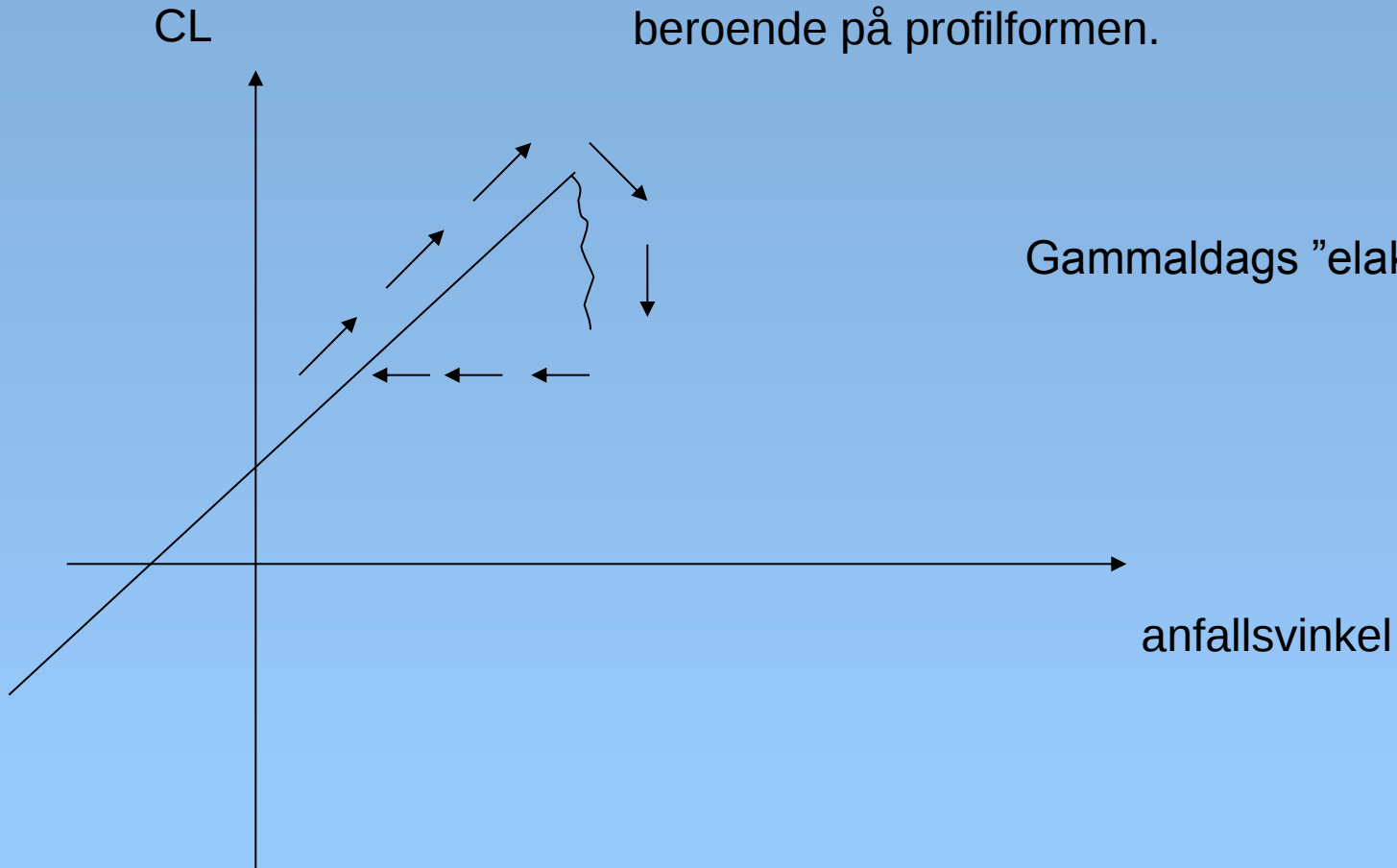
Stall = för stor anfallsvinkel

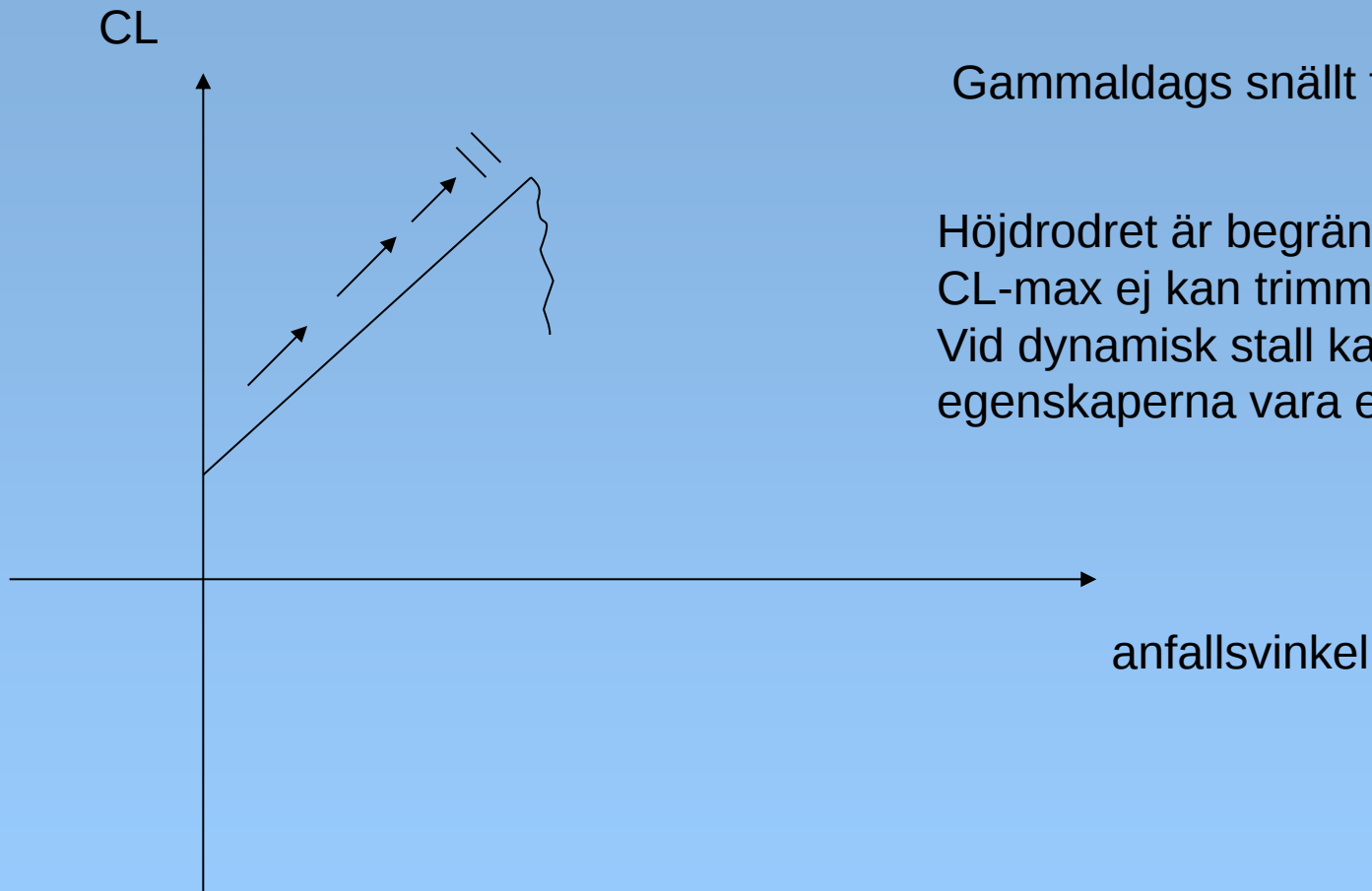
- ✓ Möjligt att stalla flygplanet upp till V_A utan överbelastning av flygplanet.
- ✓ Möjligt att flyga i t.ex. 40 km/h ostallad - med låg belastning.
- ✓ Vid hjulning är farten nästan noll, men flygplanet ej stallat.
- ✓ Ett skevroder utslag nedåt på en delvis stallad vinge ökar anfallsvinkeln i vingspetsen vilket förstärker stallen och ger en kraftigare vikning

STALL

Stall är oberoende av farten.

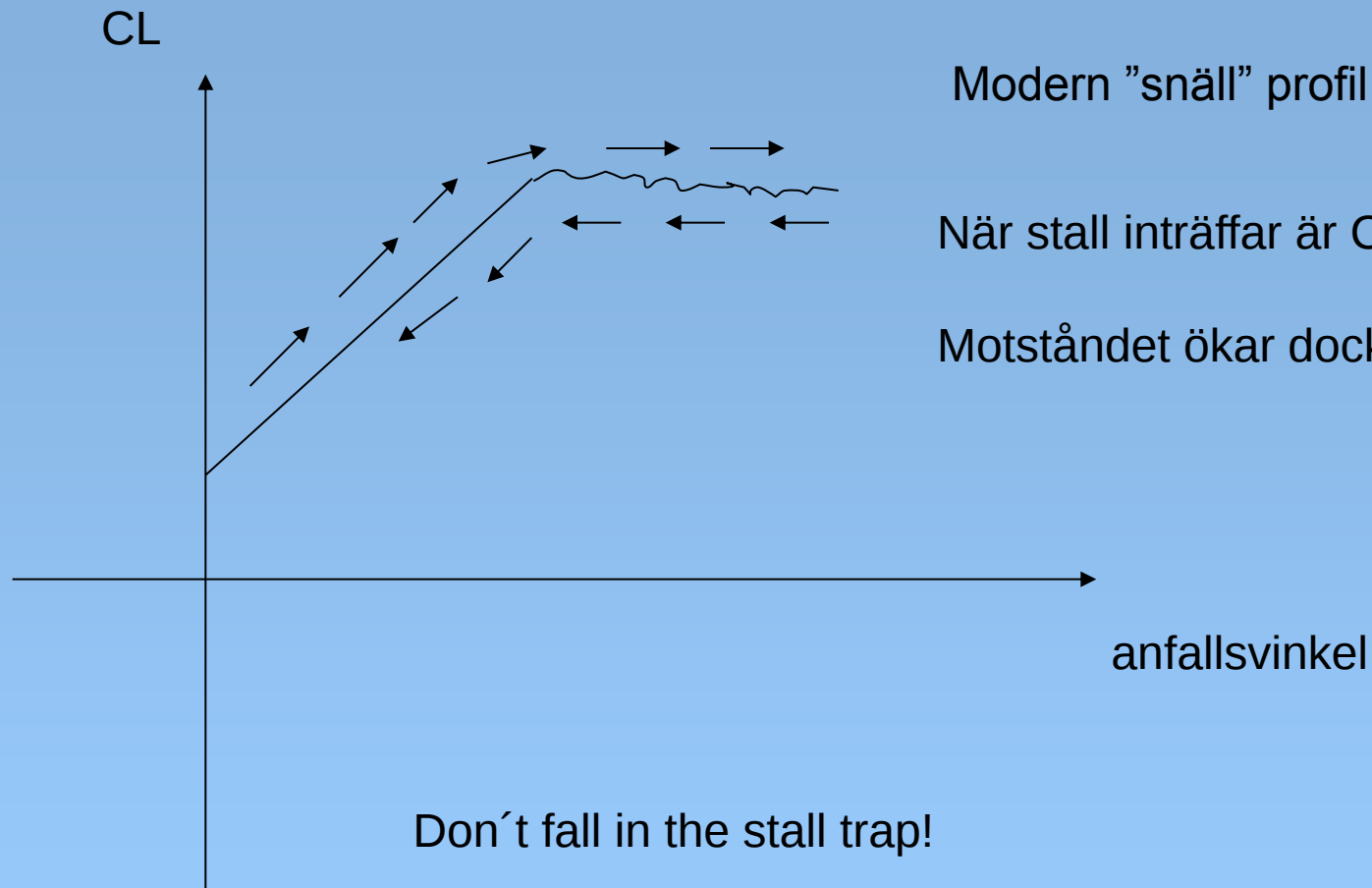
Stall inträffar alltid vid en bestämd anfallsvinkel beroende på profilformen.



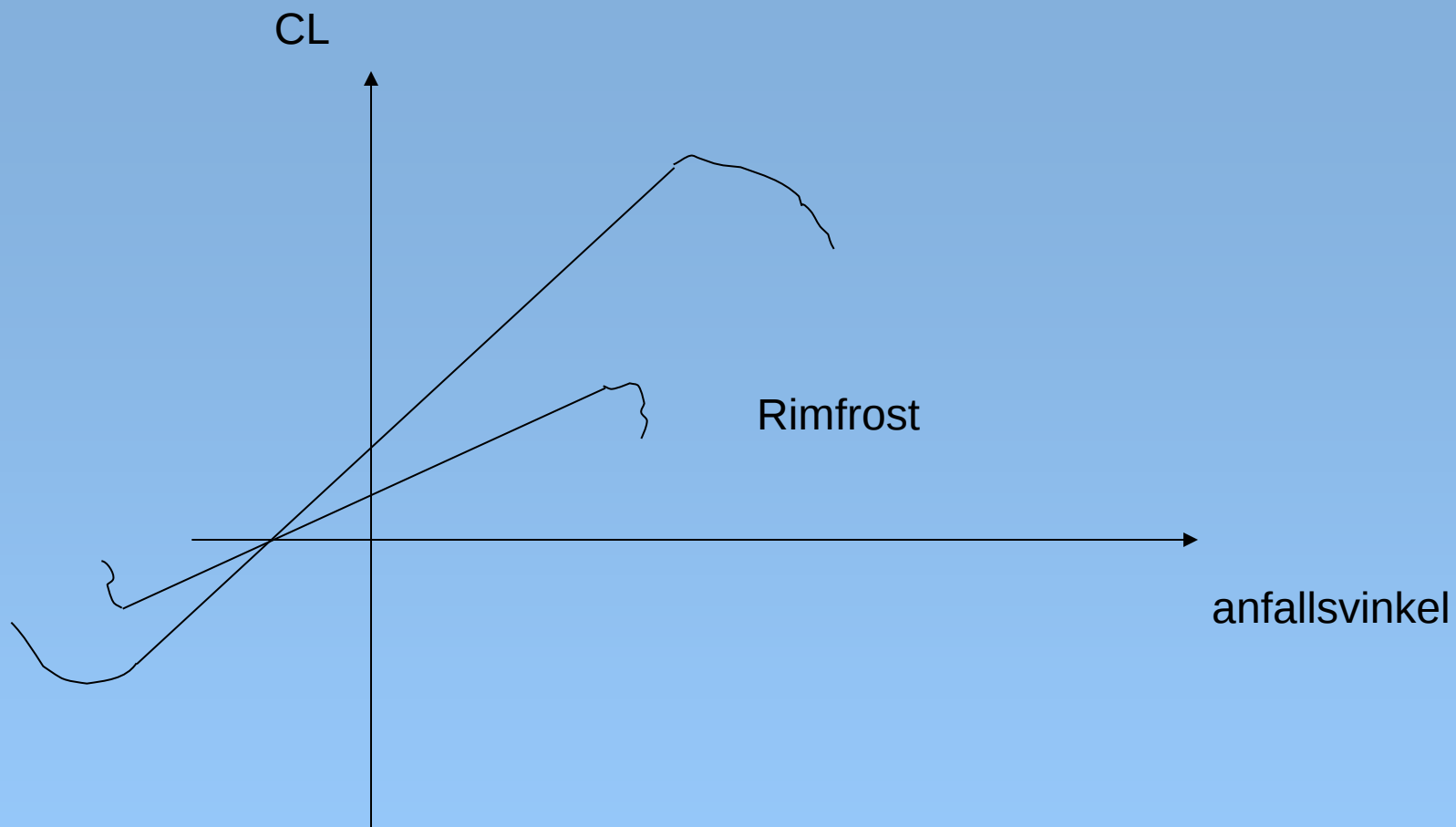


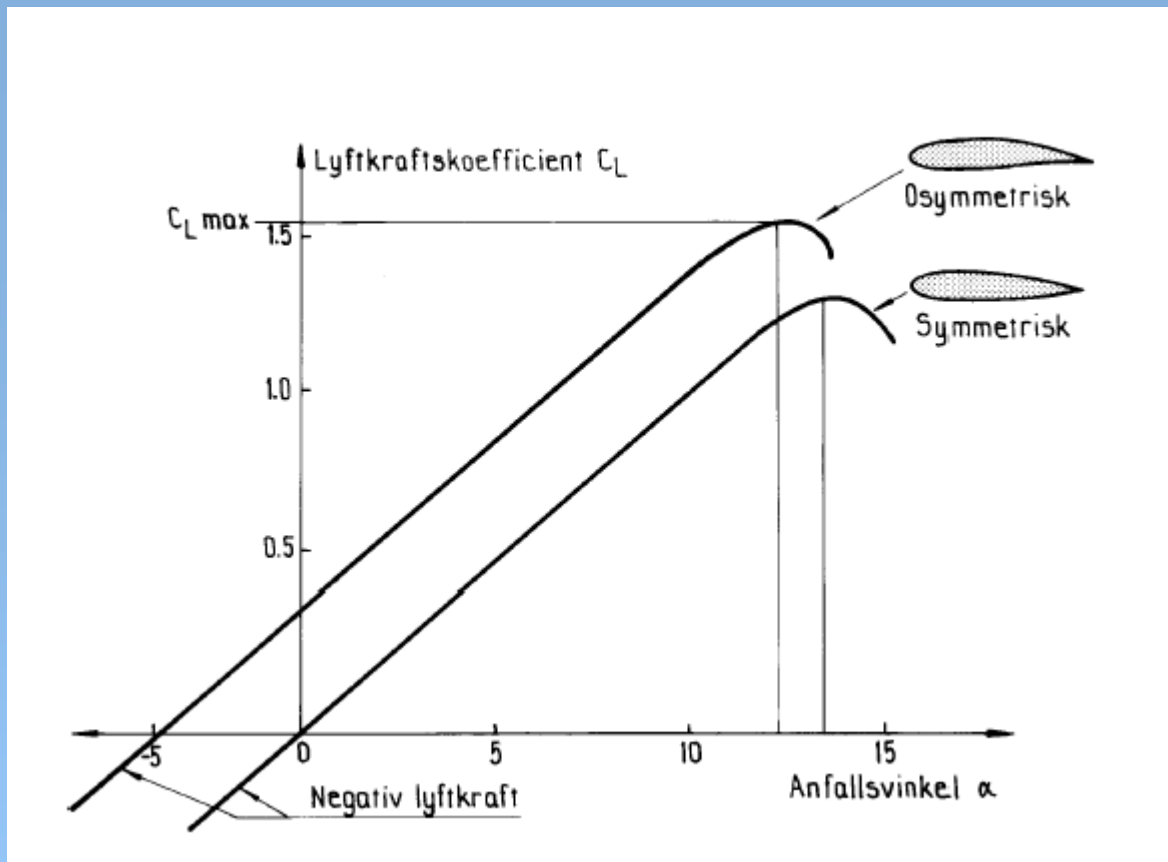
Gammaldags snällt flygplan

Höjdrodret är begränsat så att
 CL_{max} ej kan trimmas ut.
Vid dynamisk stall kan
egenskaperna vara elaka



Don't fall in the stall trap!





Lyftkraftskoefficientens beroende av anfallsvinkeln för en osymmetrisk och en symmetrisk vingprofil. Lyftkraften växer med ökande anfallsvinkel intill ett visst värde.

Vindbylast



En vindby medför ökning av anfallsvinkeln och därmed ökad lyftkraft.

Ett segelflygplan skall klara:

Vid manöverfart	+/- 15 m/s	ger ca 5.3 g
-----------------	------------	--------------

Vid max fart	+/- 7.5 m/s	ger ca 4 g
--------------	-------------	------------

OBS! Detta får ej kombineras med G-belastning eller roderutslag.

Överbelastning

Finalglidning med utility fpl i max fart

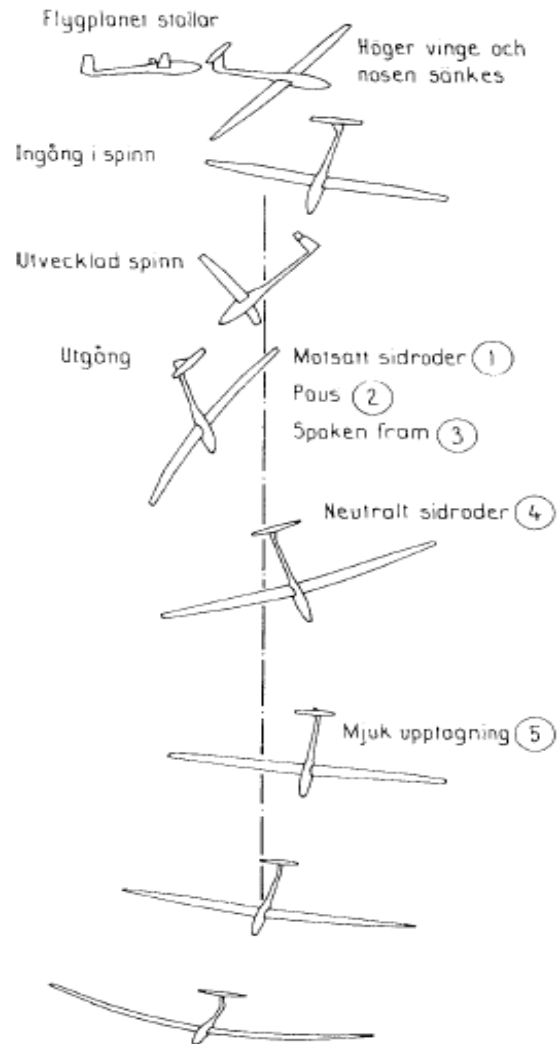
- planflykt 1g
- upptagning +1g
- skevroderutslag +1g
- vindby 2 m/s +1g

4 g

Spinn

Hamnar man i en fullt utvecklad spinn använder man sig av följande standardmetod

- 1) Fullt motsatt sidroder - för att stoppa rotationen
- 2) Kort paus - för att låta sidrodret verka
- 3) Spaken fram - intill rotationen upphör
- 4) Neutralt sidroder
- 5) Gå mjukt ur dykningen - använd eventuellt skevrodren för att ligga rätt på vingarna.



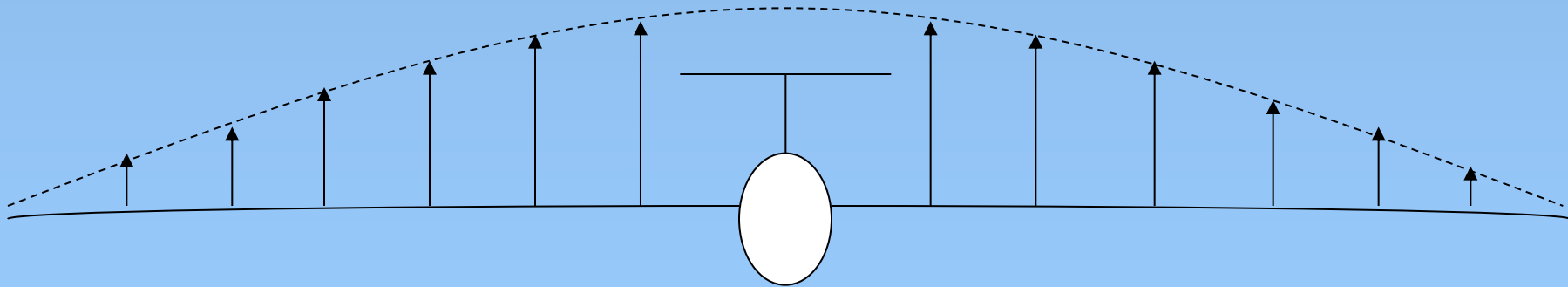
FLYGNING I HÖG FART

P.g.a. vingens skränkning kan lyftkraften i vingspetsarna bli negativ vid hög fart då anfallsvinkeln är liten. Ger ett knäckande moment på vingen. Planets inbyggda nossänkande moment ökar med ökande fart. Detta måste motverkas med höjdrodret. Vid överbelastning i höga farter kan stabilisatorn knäckas. Luftbromsar stör bort lyftkraft som måste ersättas med högre anfallsvinkel. Detta ger större belastning på vingspetsarna. I hög fart kan detta innebära överbelastning av vingbalken.

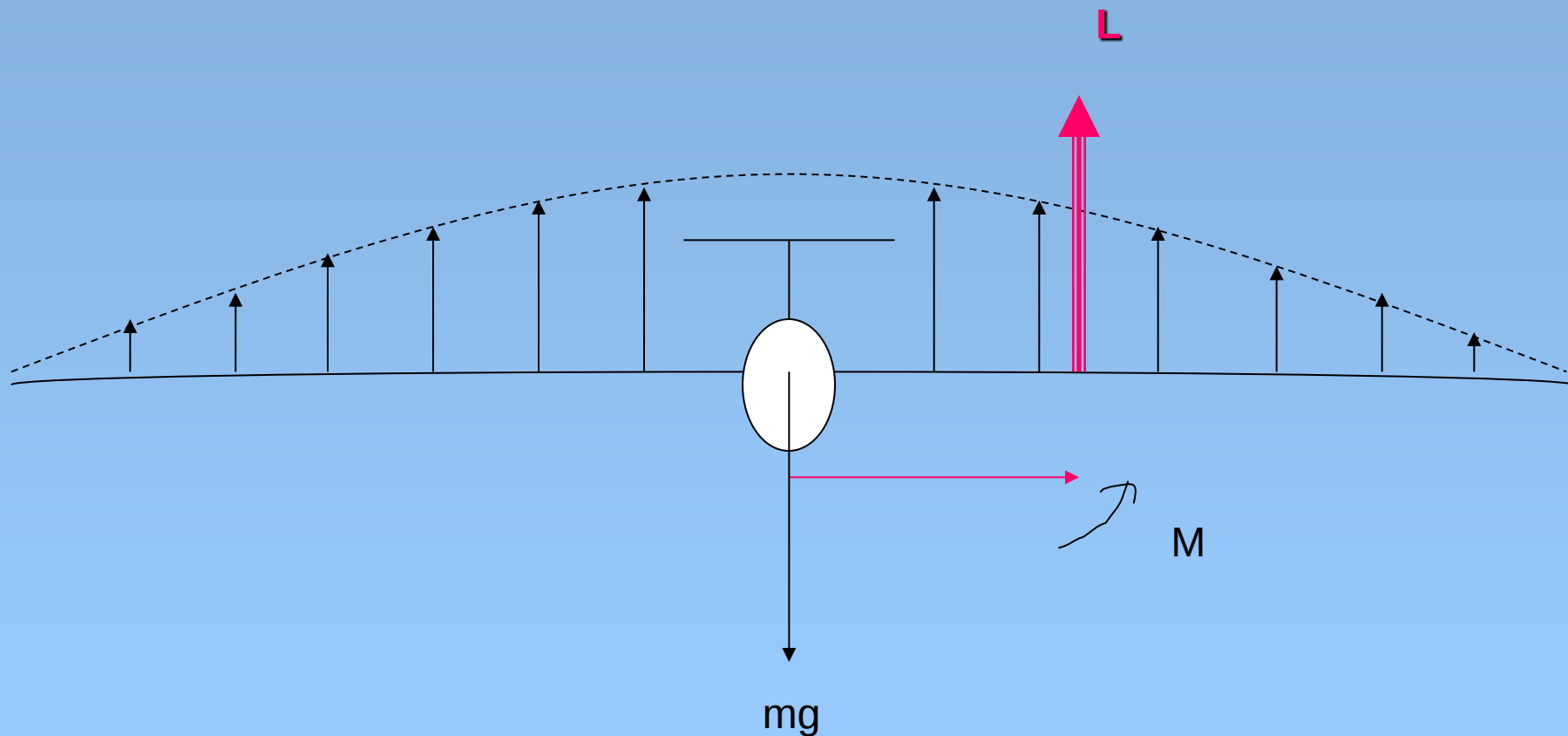


Lyftkraftsfördelning över vingen

Normal flygning

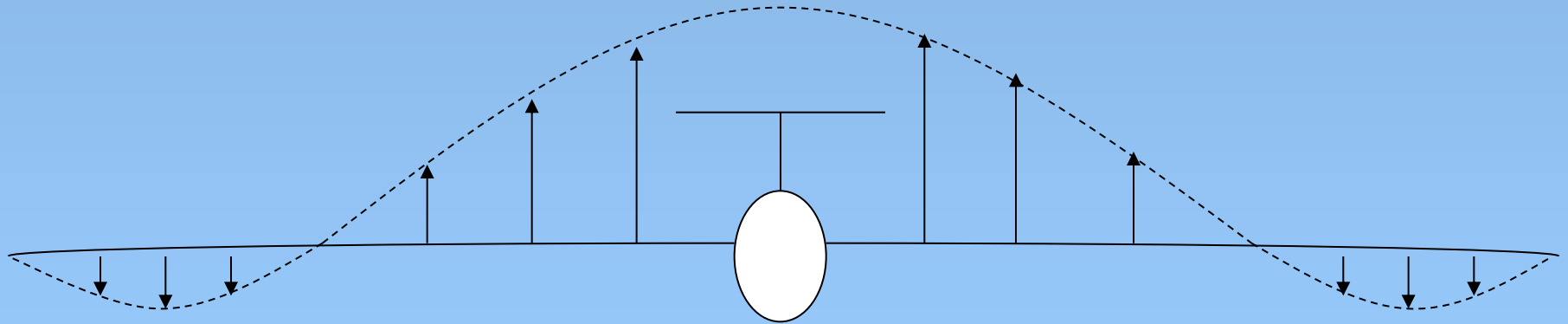


Vattenbarlast ökar vikten, men vingarna tar upp den lasten,
Dvs. vingbalkmomentet ökar inte!



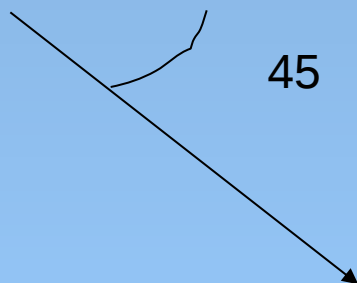
Lyftkraftsfördelning över vingen

Hög fart

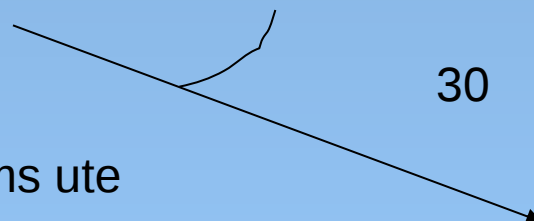


Luftbromsar

$$1,3 \times V_{\text{stall}} \leq 1:7$$



Aerobatic
IMC



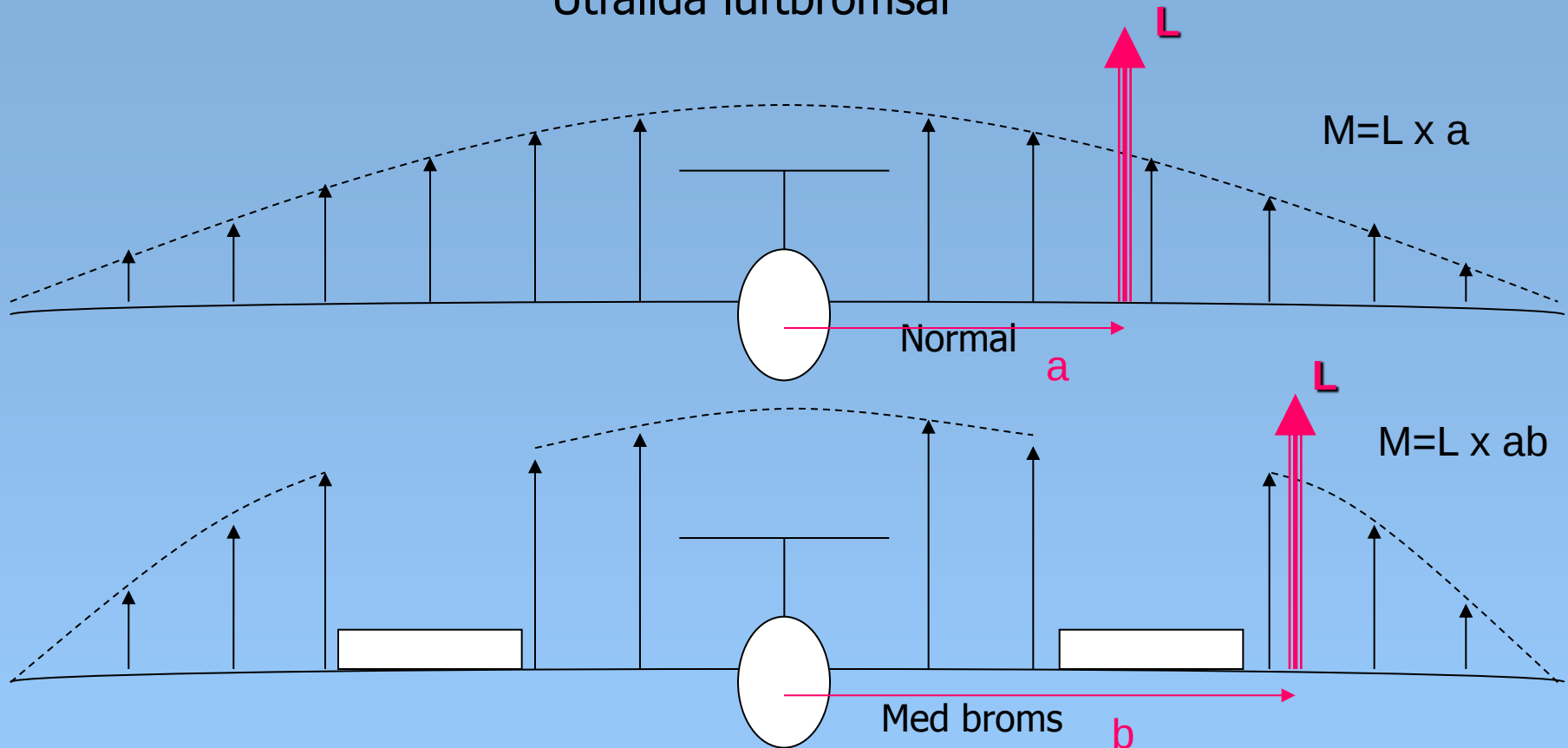
Med broms ute

Farten får ej gå över
Maxfart, VNE

Utility

Lyftkraftsfördelning över vingen

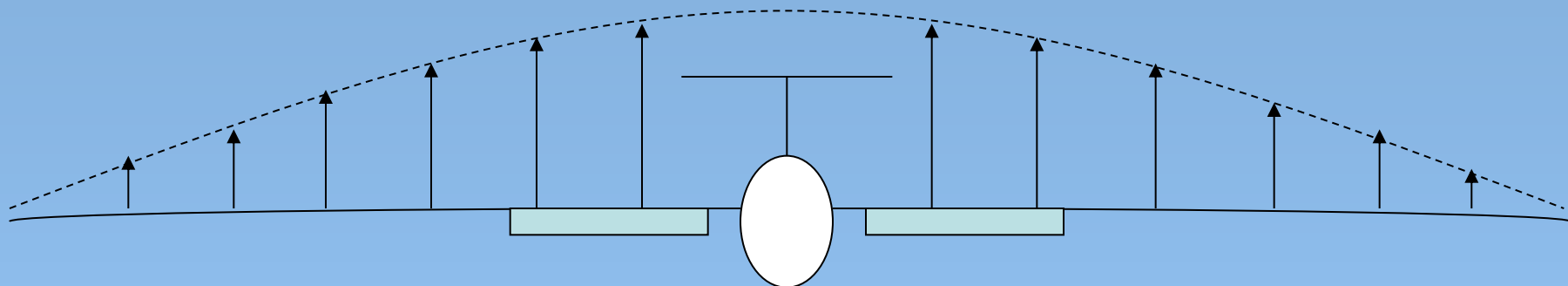
Utfällda luftbromsar



Ökat balkmoment!

0-3,5 g tillåten belastning med broms

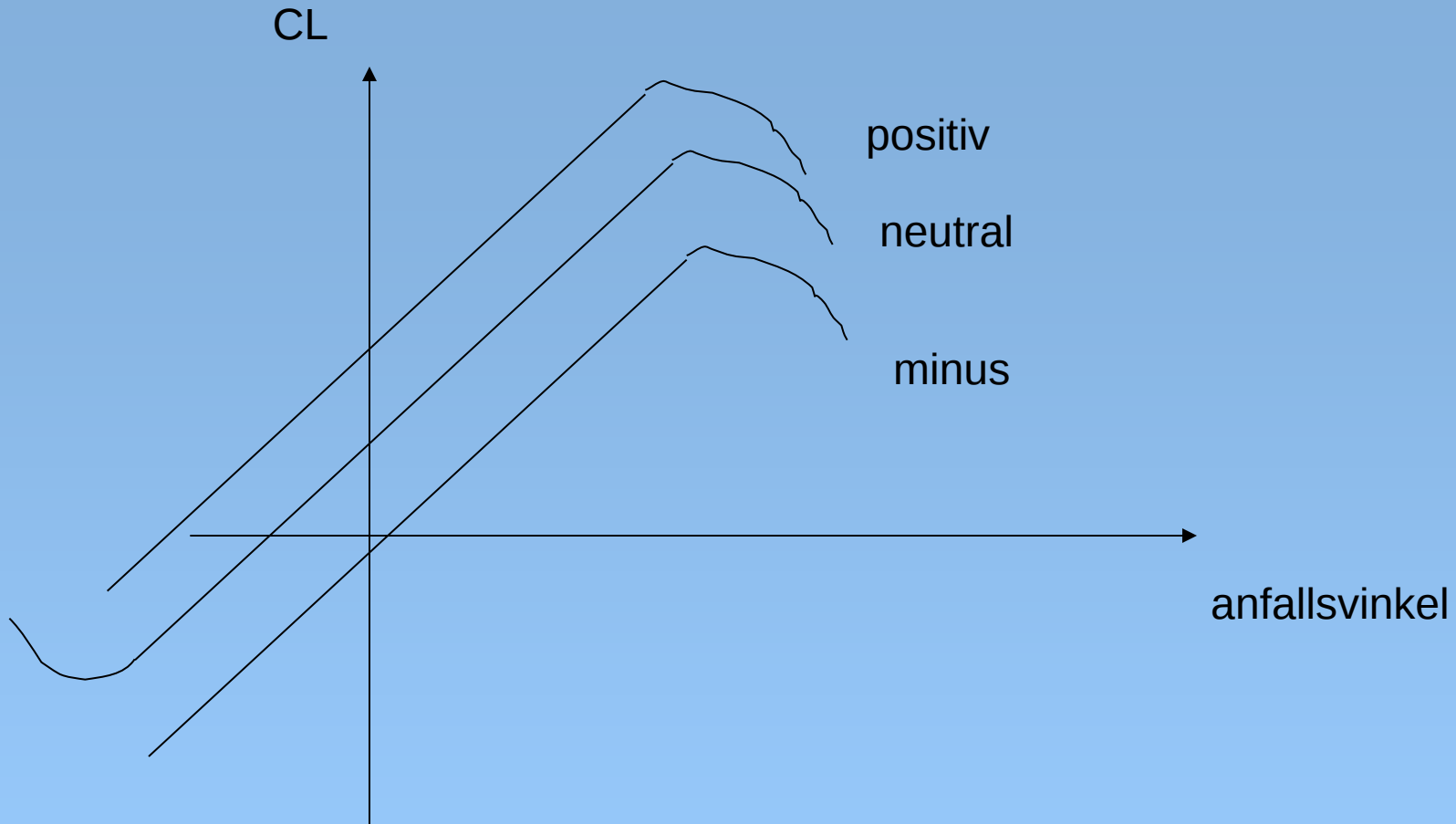
Klaff



0-4 g med klaff/broms ute.

Vid 0g ingen lyftkraft och
vid max begränsning, är det maxfart med broms.

Klaff

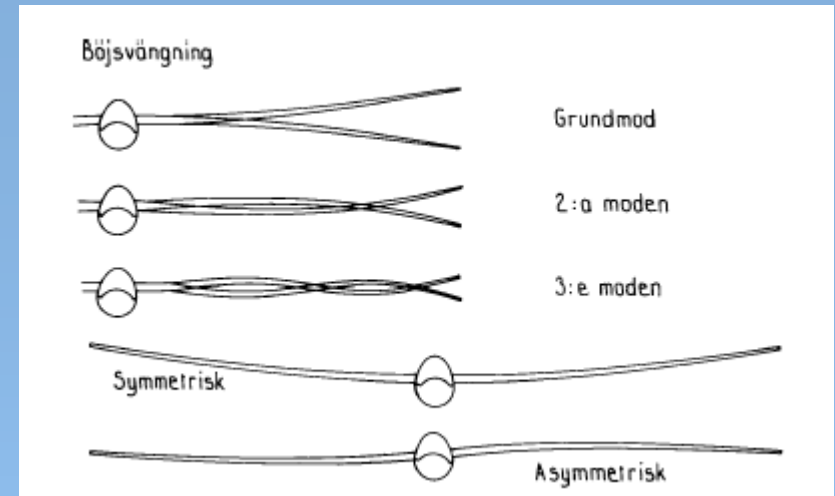


- ✓ Skevroderutslag ger ökad lyftkraft i vingspetsen, vilket också ökar risken för överbelastning på vingbalken.
- ✓ Fladderrisker vid farter nära VNE. Håll i spaken med båda händerna !
- ✓ Över 2.000 m visar fartmätaren för låg fart. Indikerat VNE måste sänkas. Se flyghandboken.

Fladder

Fladder är bland det farligaste som kan hända ett segelflygplan. Följande faktorer ökar risken för fladder;

- Nedsättning av strukturens styvhet (dåliga reparationer, dolda skador, sprickor etc)
- Ändringar av massfördelningen i vingen (t ex vattentankar som ligger längre ut mot vingspetsen än avsett)
- Glapp och ökad elasticitet i rodersystemet
- Förändringar i rodrens balansering (målning, spackling, reparationer)
- Flygning på hög höjd
- Flygning över högsta tillåtna fart.



Om man trots allt får fladder;

- Dämpa spakrörelserna med händer och knän, men ta ej i med mer än 20 kg för då kan styrsystemet gå sönder.
- Minska farten, eventuellt med trimmen om Du ej kan fånga spaken.
- När fladdret upphört, kontrollera roderfunktionerna och landa snarast
- Låt en segelflygtekniker kontrollera flygplanet efter landning.

Belastning

+ 4 G

- 2 G

Max 230 km/h



Bestämmelser

- Piloten och flygplanet
- Minimiflyghöjd
- Passagerare
- Uppvisning



Inre check

- Fastbindningsremmar åtdragna
- Huv låst
- Luftbromsar låsta
- G-mätare nollställd
- Inga lösa delar i kabin

Yttre check

- Inga andra fpl i närheten
- Anmäl på radion

...Ålleberg ZN påbörjar
avancerad flygning,
1500 meter, norr om fältet...

Flygfysiologi

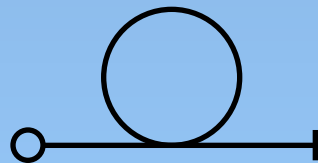
- För hög positiv belastning kan ge tillfällig medvetslöshet.
Faktorer som påverkar G-tålighet:
 - Sittställning
 - Fysisk status
 - Förberedd på manövern
- Växling från negativ till positiv belastning är särskilt farligt på grund av det snabba tryckfallet.

Aresti-symboler

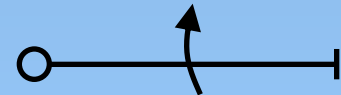
- ✓ För att beskriva och klassificera manövrar vid tävlingar
- ✓ Olika manövrar har olika svårighetsgrad

Exempel:

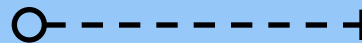
Looping:



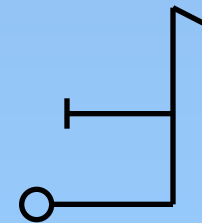
Roll:



Inverterat:



Hjulning:



Trycklandningar

- ✓ Endast vid...
 - ✓ Avslutning av program vid utbildning
 - ✓ Flyguppvisning
 - ✓ Sträckflygutbildning och träning
 - ✓ Efter avslutad sträckflygning
- ✓ Skall nå upp till 150 meter i ett normalt landningsvarv
- ✓ Min 50 meter utanför flygfältsyta
- ✓ Min 10 meter över flygfältet
- ✓ Segelflygledare skall vara informerad