

# Sikkerhetsmøte 2014

Faktorer som påvirker Steile hastighet.

# Faktorer som påvirker Steile hastighet.

- De fleste flyulykker skjer under take- off og landings fase av flygingen. Kollisjoner med hindringer etter take off , rullebane overskridelser under landing skjer også nå og da . Her vil vi ta en titt på de ulike faktorene som påvirker flyets ytelse i denne delen av flygingen.
- Hva påvirker stall hastighet negativt og positivt?
- Hvilke faktorer kan en pilot ha fokus på slik at steilehastighet fortsatt er lav og flygningen utføres trygt ?

Det skal vi altså se nærmere på her:

**Faktorer som påvirker stall, eller steiling på godt norsk**

# Faktorer som påvirker Steile hastighet.

- Før vi fortsetter skal se på definisjonen av steiling :
- «Det er en tilstand der angrepsvinkelen (AOA= Angel Of Attac)på vingen overskrider den kritiske vinkelen (CL-Max) slik at luftstrømmen begynner å separere» .
- Den faktiske hastighet og angrepsvinkel hvor dette skjer, avhenger av en rekke faktorer.
- Det er viktig å være klar over at en steiling **kan inntreffe ved alle hastigheter f. eks «high speed stall», stillinger og motorsettinger**
- Når vingen steiler, bryter luftstrømmen vekk fra den øvre overflaten og løftet vil bli redusert til under det som er nødvendig for å holde vingen flygende. Hvis den ene vingen steiler før den andre har flyet en tendens til å rulle i den retningen ( vinge drop) og muligens inn i en spinn.
- Hvis vingen dropper, gjelder motsatt sideror (aldri balanseror!) og stikke frem for å redusere angrepsvinkelen.

# Faktorer som påvirker Steile hastighet.

- **Faktorer som øker steilehastigheten:**
  - Vektøkning
  - Last faktor
  - Krenging
  - Høyde
  - Is, rim eller annen forurensning på vingene.
- **Faktorer som senker steilehastigheten**
  - Vortex generatorer
  - Motorkraft
  - Flaps eller slats

# Vekt

- En endring i vekt vil ikke endre angrepsvinkel som vingen vil steile i. ( CL Max er fast for en gitt vinge konfigurasjon), men det endrer farten hvor steilingen vil skje.
- For flygning i samme høyde rett fram, vil løftet være lik vekten av flyet og lastfaktoren (n) = 1 etter formelen:  
 **$n=L/W$**
- Hvis total vekten reduseres, så vil løftet som kreves bli mindre også, og for å beregne den nye steile hastigheten (Vs) ved endring av vekt er formelen slik:
- **$Vs\ ny = Vs\ gammel\ vekt \times \sqrt{(ny\ vekt/gammel\ vekt)}$  .**
- **Eksempel: Vs gammel 60km x  $\sqrt{(600/472,5)}$  =Vs ny 67 km**
- Husk at fabrikantens oppgitte steile hastighet på flyet er beregnet og oppgitt ved max take off vekt, og skal gå fram av flyets POH (Pilot Operating Handbook) eller Flight Manual

# Last faktoren (n)

- For en normal flygning rett fram på samme høyde og kurs, er last faktoren altså nøyaktig 1, løftet oppveier vekt. Lastfaktoren ( **n** ) = **L / W**.
- Men hvis du plasserer flyet i en koordinert 60 ° sving, vil situasjonen bli ganske annerledes . For å beregne lastfaktor for en bestemt krengeing :  
**n = 1 / cos ( krengeing ) .**
- Den akselererte steilehastighet er:  
**Vsacc = Vs x √n.**

# Last faktoren (n)

Under viser beregningen noen vanlige bank vinkler for å vise økningen i steile hastighet og last faktor for et normalt fly.

KRENGING	LAST FAKTOR	STEILE HAST
30°	1,15 G	1,07
45°	1,41 G	1,19
60°	2 G	1,41
75,5°	4 G	2

# Sving

- Som det fremgår av tabellen på forrige side: Når flyet krenger  $30^\circ$  øker stall hastigheten med 7 % på grunn av at fartøyets vekt i en koordinert sving øker med 15% på grunn av den økte lastfaktor.
- Selv om last faktoren øker , vil den kritiske angrepsvinkel forbli den samme .



# Høyde

- Gitt løft formelen :  $L = 1/2 \rho V^2 \times S \times CL$  , mengden av løftet som genereres av en gitt vinge avhenger AOA (CL) og lufthastighet , og høyden er satt til  $1/2 \rho$  .
- Så når flyet klatrer vil faktor ' $1 / 2 \rho$  ' synke og ettersom som CL forblir den samme, må sann flyhastighet økes for å oppnå samme indikert flyfart ( IAS ) .
- **Konklusjon: Ettersom steile hastigheten er direkte relatert til AOA og den også forblir den samme, øker TAS (true air speed el. sann flyfart) hvor steilingen oppstår med høyden på grunn av lavere lufttetthet( $1/2 \rho$  ) .**

# Is/rim eller andre ting på vingene

- Vinger dekket av rim, is eller rester av insekter og andre forurensninger vil føre til en tidlig separasjon av grensesjiktet og stall hastigheten øker . Noen ganger til og med så mye som 4%.
- Husk at det samme gjelder for propellen , her vil en reduksjon av skyvekraft være resultatet

# Vortex generatorer

- Dette er små foiler plassert på vingen .
- Den effekt de har, er at hastigheten på luftstrømmen øker og ved høye angrepvinkler vil luftstrømmen over vingen holde seg bedre til vingeoverflaten, slik at separeringen av luftstrømmen forsinkes og **stall hastigheten er lavere ved høyere AOA .**

# Motorkraft og klatring

- Under sakteflygning eller klatring vil trekraften fra motoren peke oppover, og når motorkraft økes vil dette oppveie noe av vekten. Dermed er mindre løft påkrevet og ettersom CL er konstant er IAS lavere.
- **Konklusjon : Steile hastigheten er lavere med øket motorkraft.**
- I tillegg til dette er det faktum at luftstrømmen fra propellen ved den indre delen av vingen og halepartiet forbedrer effektiviteten og forsinker separasjon av luftstrømmen i nærheten av vingeroten.
- Ved steiling vil luftstrømmen separere nærmere vinge tippet enn roten, og (**OBS!**) **Effekten vil være en mer markert vinge dropp.**
- I utgangspunktet ønsker vi at vingen skal steile «innenfra og utover» slik at varsel om at en steiling er på gang kommer tidlig og gjør det lettere å foreta de nødvendige tiltak for å unngå steilingen. Dette gjøres ved ulike konstruksjonsløsninger.

# Flaps eller slats

- Med flaps eller slats øker vingens camber (krumning) slik at CL og den geometriske AOA reduseres .
- Løft formelen forteller oss at hvis CL øker må IAS reduseres hvis løftet skal holde seg konstant .
- **Derfor vil stall hastighet og AOA reduseres med økende flaps eller slats.**
- Senking av flaps øker også drag, spesielt utover 25 °. Dette bidrar til å stabilisere flyfart under innflyging og landing.
- Det er betraktlig lettere å holde konstant 50 knots med fulle flaps enn 90 knots uten.

# Konklusjon

- Kjenn ditt fly:
  - Egenskaper
  - Begrensinger
    - Vekt
    - Hastigheter
- Legg in gode marginer slik at du har en «buffer» om noe uforutsett oppstår- husk «speed is life»!
- Har du vært borte fra flyging en periode, eller ønsker for eks. å gjøre noen steileøvelser, ta en tur med en instruktør.
- Dette gjør deg til en tryggere og bedre pilot og du får helt sikkert mer «fly glede»!