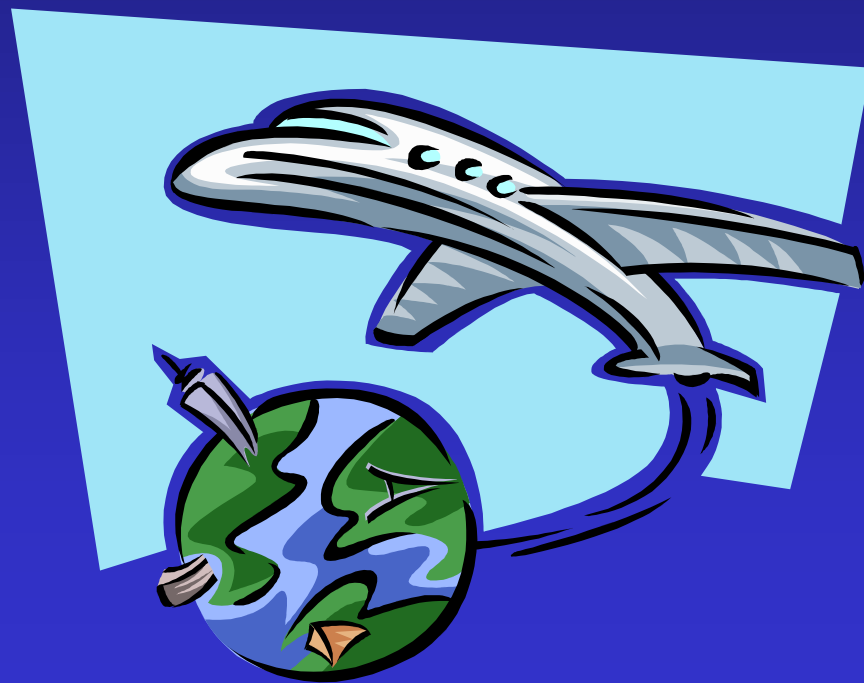


Dette er historien om de
Fundamentale spørsmålene i
livet til en PPG Freak



For å finne fred i sjela og få sove om natta, trenger en PPG pilot å vite alt om

- Hva som avgjør hvor mye ytelse motoren din gir....
- Når du først er oppe, hvor fort flyr du egentlig gjennom lufta ??

En motor trenger 3 ting for å gå

- Blanding av luft og bensin
- Compresjon
- Tenning for bensinmotor

Jo mer luft , jo mer bensin kan vi blande i (Perfekt blanding er 1 : 15)

Hvis vi brenner en masse bensin i full fart (mye RPM) jo mer power !!

»Luft » er det samme som lufttetthet – høy tetthet = mye » luft » og motsatt.

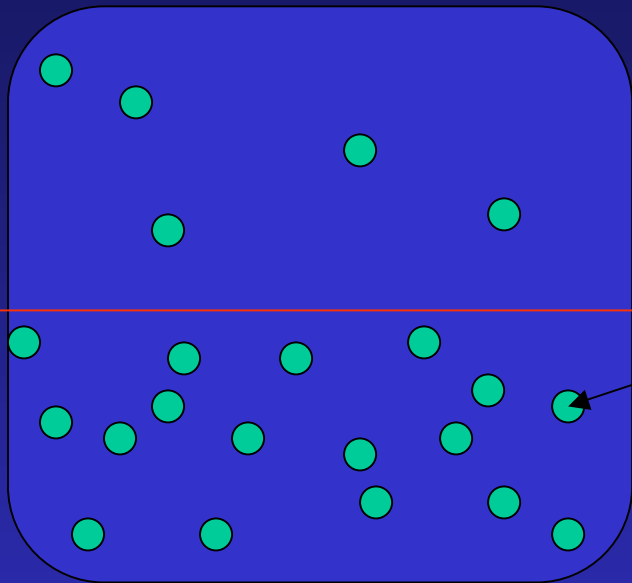
Lufttetthet er hovedsakelig avhengig av 2 ting

- » Lufttrykk » – Høyt trykk vil gi høy tetthet
- » Temperatur » – Lav temperatur vil gi høy tetthet

Altså – høy lufttetthet = god ytelse, så la oss se litt nærmere på dette ...

Lufttetthet

Lav tetthet, få luftmolekyler pr volum



Høy tetthet, mange luftmolekyler pr volum

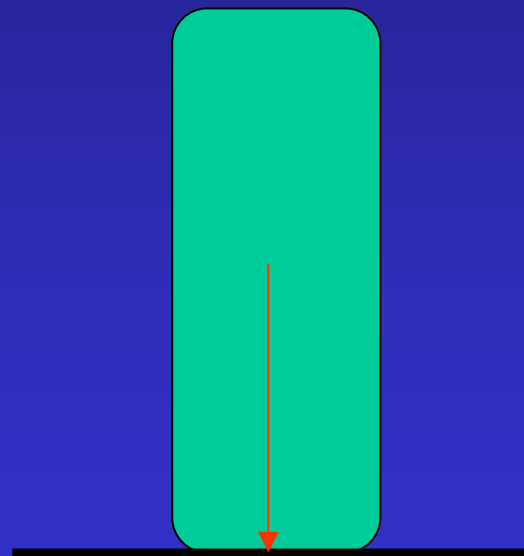


Volum : En fast beholder for eksempel en flaske har konstant volum.

Trykk : Vinkelrett press pr flateenhet
For eksempel Kg / m²
Uavhengig av volum

Tetthet : Vekt pr volum
For eksempel Kg / m³

Motoren " spiser " molekylene, ikke volumet



Trykk : jo mer volum over flaten, jo høyere trykk
jo tettere luft over flaten, jo høyere trykk

$$\text{Tetthet} = \frac{\text{Trykk}}{\text{konstant} \times \text{temperatur}}$$

Temperaturen i Kelvin (K)
Konstant for mediet **tørr luft = 287** **fuktig luft = 400**

Det betyr at fuktig luft er mindre tett enn tørr luft

Først er det kjekt å vite litt om hvordan tingene utvikler seg oppover mot seriøse høyder

Legg spesielt merke til dette med hypoxia..... Farlig farlig

I Flyverdenen er det vanlig å angi høyder i en trykk verdi eks. 500 Hpa = 18000 ft

» Flight level angis i 3 siffer FL 300 = 30 000 ft. Og angir høyden når måleren er satt på 1013 (QNE) ”

Har du satt høyden på start, flyr du en ” altitude ” og IKKE Flight level

Høydemåler satt på høyde over havet på landing = QNH

Høydemåler stilt på 0 på landing = QFE

Høydemåler stilt på 1013 på landing = QNE (Pressure altitude)

FETT hva??

Dette vet du vel fra før .. Hehe..

- 1 NM (Nautisk mil) = 1,852 KM
- 1 KT (Knot) = 0.5 m/s / 1,8 km / t
 - 1 KT i en time = 1 NM
- 1 FT (fot) = 0.309 Meter
- 1 LB (Pund) = 0.45 KG



Continue

40 000 ft (200 Hpa)
12400 m

737 cruise
Bevistløs etter 1 min
Død etter 5 min ...

Tropopause ISA 36090 ft
Lavere på våre kanter
• Konstant temperatur ved
stigende høyde

Polar jetstrøm
i tropopause gap

Lufttrykket faller med
økende høyde

Trykkfall :
100 ft / 1 Hpa

Sannsynlig
tropopause

24 000 ft (400 Hpa)
7400 m

Turboprop cruise
Bevistløs etter 3 min
Død etter 1 time

Tørradiabatisk
løpse rate (Løftet luft)

3 C / 2000 ft
1 C / 100 m

18 000 ft (500 Hpa)
5600 m

Lufttrykk halvert
Bevistløs etter 20 min
Død etter 3 timer

Trykkfall :
50 ft / 1 Hpa

Farlig høyde for hypoxia

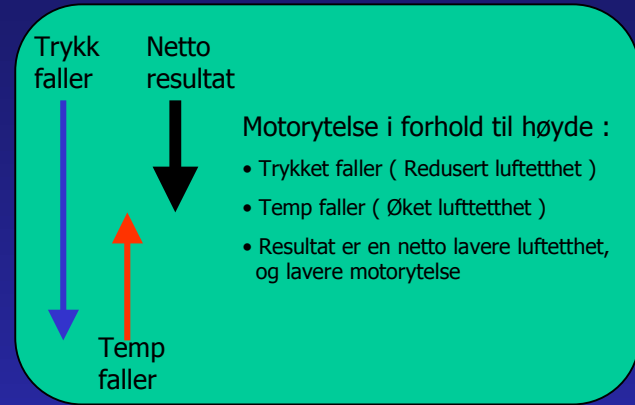
- Redusert dømmekraft
- Gradvis bevisløshet

Temperatur senking :
2 C / 1000 ft
0,65 c / 100

(Atmosfærisk Løpse Rate)

10 000 ft (700 Hpa)
3100 m

Oxygen anbefalt
Nattsyn påvirket
(Flygere må bruke
etter 30 min)



Trykkfallet er ikke konstant med høyden, og dette fører til at en høydemåler som ikke er kompensert for dette vil vise feil

Flyr du svært høyt , vil høydemåleren din gradvis vise for lite, faktisk svært mye i store høyder.

Du er høyere enn du leser av på måleren.

5 000 ft (850 Hpa)
1550 m

Trykkfall :
30 ft / 1 Hpa

Trykk / Temperatur

ISA Trykk 1013,25

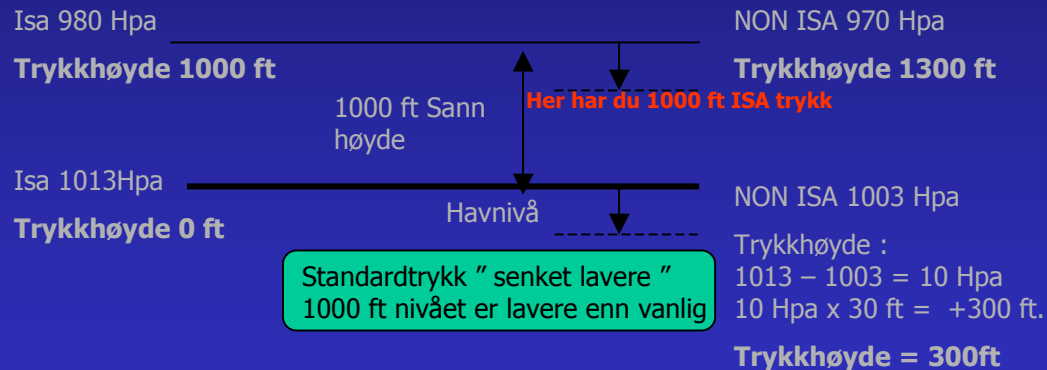
ISA Temp 15 C

Altimetry / Definisjoner

- Trykkehøyde (Pressure altitude) = " Reell " høyde over havet iforhold til indikert høyde Kompensert for trykkdeviasjon.
- Tetthetshøyde (Density altitude) = " reell høyde over havet iforhold til indikert høyde Kompensert for trykk og temperaturdeviasjon

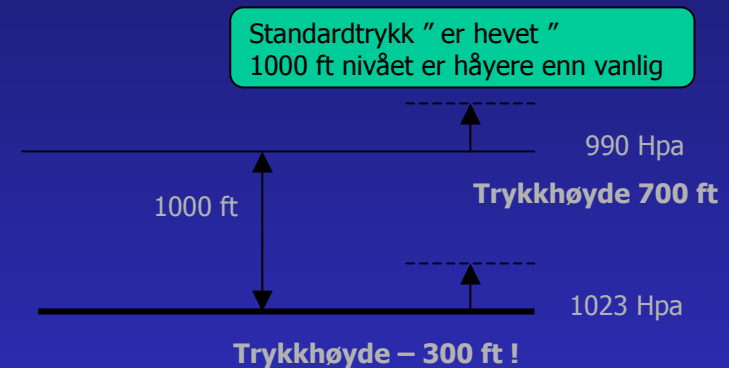
Trykkehøyde (Pressure altitude)

- Hovedfaktor i hvor høy tettheten på lufta er
- Høydemåler i fly kompenseres for " NON standard trykk " Høydemåleren kompenseres IKKE for Temperatur



Standardtrykk " senket lavere "
1000 ft nivået er lavere enn vanlig

Du er 1000 ft over bakken, men har lufttrykk som tilsvarer 1300 ft
Du har dårligere ytelse, og maxhøyden din reduseres

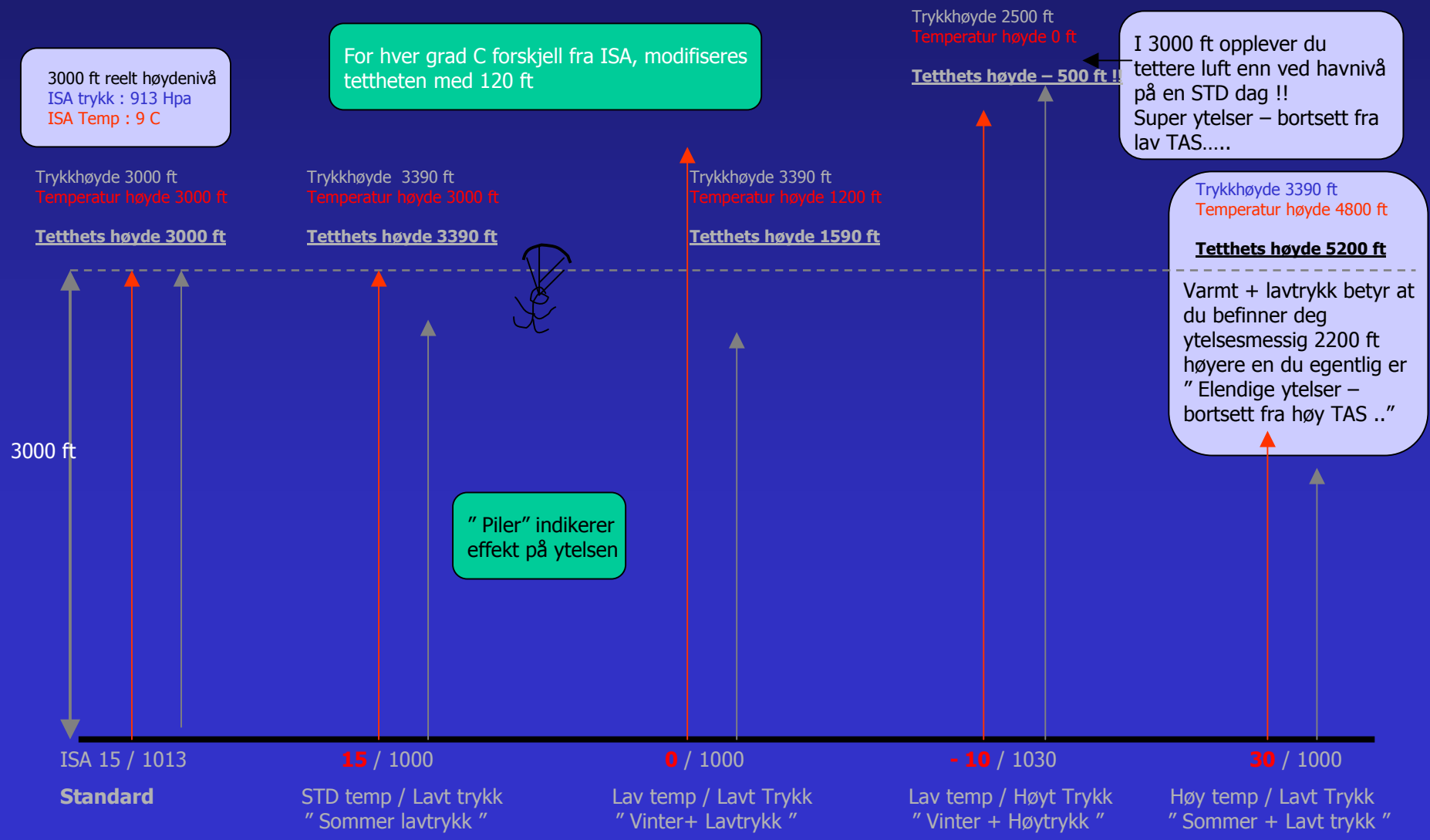


Du er 1000 ft over bakken, men har lufttrykk som tilsvarer 700 ft høyde.
Du har bedre ytelse eller kan øke maxhøyden din !

1 Hpa trykksenkning tilsvarer 30 ft høyde opp til rundt 5000 ft



Tetthetshøyde – Total effekt på ytelse av aktuelt trykk og temperatur :



Altså :

Bra for ytelsen

- Lav temperatur og Høyt trykk

Du vil ha godt stig, og LAV TAS (jada Kommer) dette fører til at du vil komme deg fort opp i høyde med lite fart over bakken (Climb gradient)

Du vil ha lav fart ved avgang og landing, og det er jo bra !!

Eneste negative er at din lave TAS vil føre til lavere marsjhastighet hvis du er på tur

Dårlig for ytelsen

- Høy temperatur og Lavt trykk 2 % høyere TAS pr 1000 ft over havnivået

Du vil ha dårlig stig, og HØY TAS (jada ... Kommer) dette fører til at du vil komme deg sent opp i høyde med stor fart over bakken (Climb gradient)

Du vil ha HØY fart ved avgang og landing, og det gjør jo det hele mer artig...!!

Eneste positive er at din høye TAS vil føre til høyere marsjhastighet hvis du er på tur

Det som er viktig er totaleffekten av trykket og temperaturen

Trykkehøyde (2500 ft)

satt over temp (-16)



Kjempetett luft ! = Gode ytelser

Computer er et møst for PPG nerder.....

Trykkehøyde 4000 ft

satt over + 25 C



Dårlige greier

Henger du fortsatt med ??????

OKKey her kommer mer godsaker

TAS ???

Hva påvirker løftet når vi flyr ?

TAS ... farten du egentlig beveger deg gjennom lufta med...
 • Er et direkte produkt av lufttetthet

$$C_l \times \left(\frac{1}{2} \rho V^2 \right) \times S = \text{Din totalvekt}$$

C_l coefficient of lift

- Angrepsvinkel
- Flaps
- Øker proporsjonalt

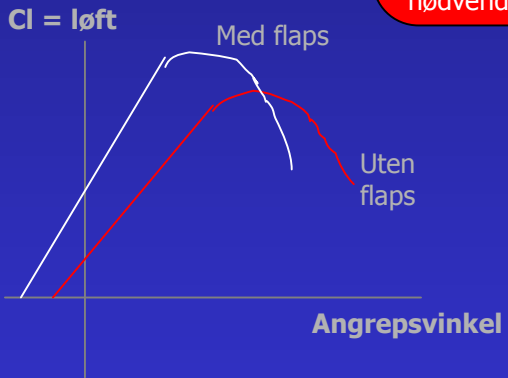
Lufttetthet Som vi nå vet hva er...

- Lav tetthet vil nødvendiggjøre høy TAS
- Høy tetthet vil nødvendiggjøre lav TAS

Summen av lufttetthet + TAS er indikert flyfart IAS (Korrekt kalt dynamisk trykk) Øker med kvadratet av farta

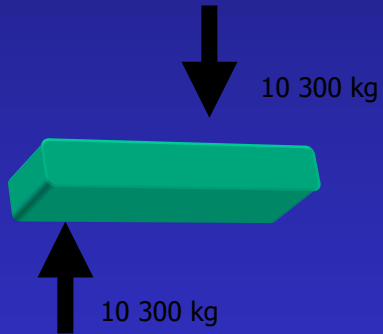
S – Vingegreal

- 1 % trykk forskjell over og under vingen vil gi 103 KG løft effekt
- Øker proporsjonalt



- Altså...
- For å holde en konstant indikert flyfart må du
 - Ha høy TAS hvis lufta er tynn
 - Ha lav TAS hvis lufta er tykk...
 - Hvis du vil fly med lavere indikert fart...
 - Må du øke angrepsvinkelen
 - Hvis du vil fly med høyere indikert fart ..
 - Må du redusere angrepsvinkelen

Bottom line Summen av formelen over må hele tiden være lik din totalvekt, ellers vil du enten aksellerere opp eller ned....



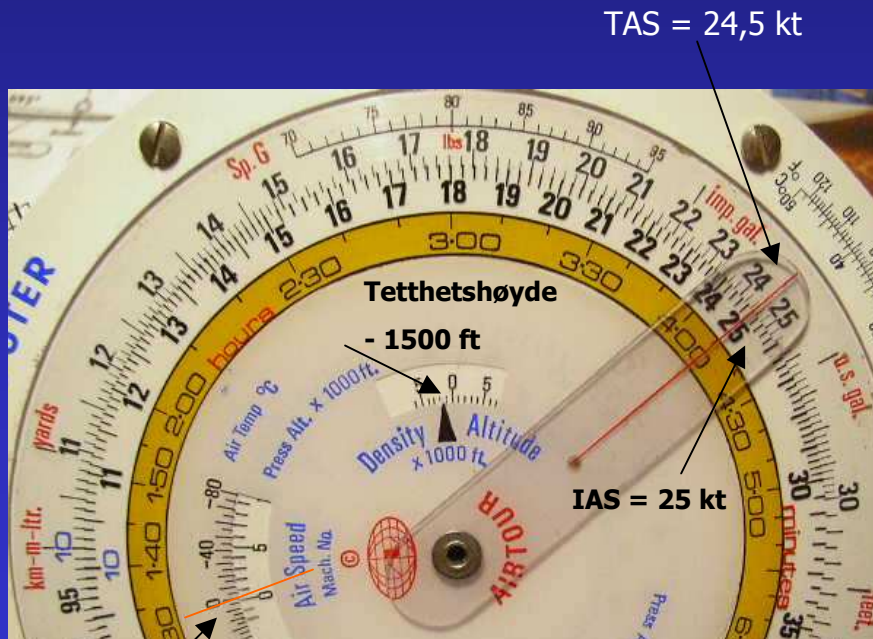
1 Hpa = 100 N/ 1 m²
 1013 Hpa x 100 = 101 300 N
 = **10 300 kg...**

Eksempel (Høy lufttetthet)

- Trykk ved havnivå **1030 Hpa**
- Startplass høyde **300 m (1000 ft)**
 - Trykkehøyde : $1030 - 1013 = 17 \text{ hpa} \times 30 = - 510 \text{ ft}$
 $0 \text{ ft} - 510 \text{ ft} + 1000 \text{ ft} = \underline{490 \text{ ft på start}}$
- Temperatur på start **0 C**

Da har vi det vi trenger til å finne TAS ved takeoff

- Trykkehøyde og Temperatur



500 ft satt over 0 C

Vi ser vi har lavere bakkefart enn indikert på grunn av den tette lufta !
(I vindstille)

Eksempel (Lav lufttetthet)

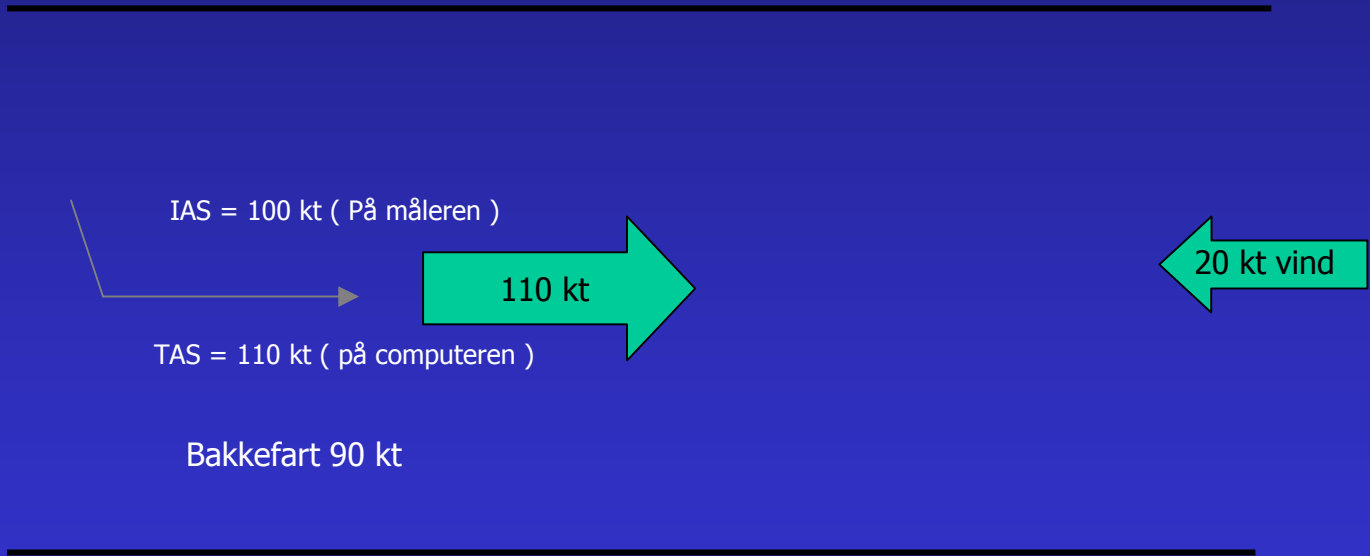
- Trykk ved havnivå **980 Hpa**
- Startplass høyde **1000 m (3000 ft)**
 - Trykkehøyde : $980 \text{ HPa} - 1013 = -33 \text{ Hpa} \times 30 = + 1000 \text{ ft}$
 $1000 \text{ ft} + 3000 \text{ ft} = \underline{4000 \text{ ft på start}}$
- Temperatur på start **15 C**

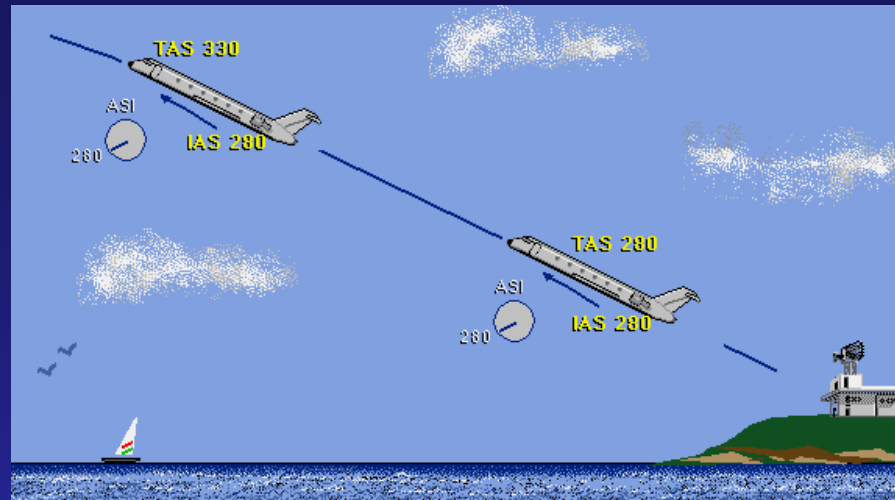


TAS = 27 kt

4000 Ft satt over 15 C

Vi ser vi har høyere bakkefart enn indikert på grunn av den tynne lufta !
(I vindstille)





Hvis du klatrer med konstant indikert flyfart vil du ha høyere og høyere TAS ettersom du klatrer opp i den tynnere luften.

- Høy TAS " spiser opp " energi, slik at for å opprettholde max stig (V_y) må du redusere IAS med 2 % / 1000 ft høydeøkning.

.... Og helt til slutt, tenkt på hvorfor vinden " føles " hardere om vinteren ??

..... Slutt

