

# SAMENVATTING THEORIE PPL

**Auteur:** Dimitri Aerden

**Aangemaakt op:** 2010-09-05

**Gewijzigd op:**

<b>datum</b>	<b>aangepast door</b>	<b>aangebrachte wijzigingen</b>
2011-12-08	Tony Opsomer	correctie tikfouten + werking primer
2017-01-13	Lut Sallet	correctie associatie trog/vore vs. wig/rug
2019-03-09	Tony Opsomer	correctie toepassing klasse C en D in België
2019-03-18	Jeroen Claeys	correctie omzetting m/s -> km/h

**Een fout gezien?**

Mail naar [tony.opsomer@gmail.com](mailto:tony.opsomer@gmail.com) zodat dit document verbeterd kan worden...

# NAVIGATIE

de *schaalfout*: door technische tekortkomingen, afhankelijk van de snelheid

de *drukfout*: foutieve meting statische poort, afhankelijk van configuratie (flaps, gear)

**CAS** (calibrated airspeed): snelheid gecorrigeerd voor de configuratie (flaps) en IAS snelheid  
corrigeert dus de schaal- en drukfout van IAS

de *dichtheidsfout*: door afname dichtheid met de hoogte en temperatuur

**TAS** (true airspeed): snelheid door het luchtruim, gecorrigeerd voor hoogte en temperatuur  
corrigeert dus de dichtheidsfout van CAS

is altijd groter dan CAS en er enkel gelijk aan op zeeniveau in ISA voorwaarden

COAT=corrected outside temperature

## TRUE AIRSPEED

conversion from CAS: 
$$TAS_{ISA} = CAS \sqrt{1 + \frac{flight\ level}{6000}}$$

temperature different from ISA? in/decrease with 1% for every 5°C difference

Q: calculate TAS at FL60 when temp=-3°C and CAS=120kts

A: expected ISA temp at FL60 = 15°C-(6 x 2°C)= 3°C

this is 6°C higher than measured

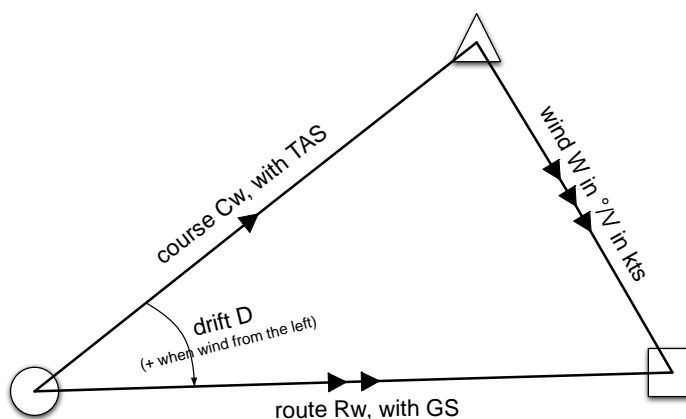
$TAS_{ISA} = 120\ kts (1 + 60/6000) = 132\ kts$

$TAS = 132\ kts \times 1,01 = 133\ kts$

1NM = 1,852 km = 1,151 sm = 6074 ft	1kg = 2,205 lbs 1lbs = 0,454 kg	1 Imp. gallon = 4,54 l 1 US gallon = 3,78 l s.g. 1 liter fuel = 0,72 kg	1 m/s = 196,7 ft/min = 3,6 km/h  1 kts = 1,852 km/h = 1,151 MPH = 100 ft/min
1m = 3,28 ft 1ft = 0,305 m			

$$Celsius = (Fahrenheit - 32) \frac{5}{9}$$
 from 0°C to 100°C ( $\Delta 100^\circ C$ )

$$Fahrenheit = Celsius \frac{9}{5} + 32$$
 from 32°C to 212°C ( $\Delta 180^\circ C$ )

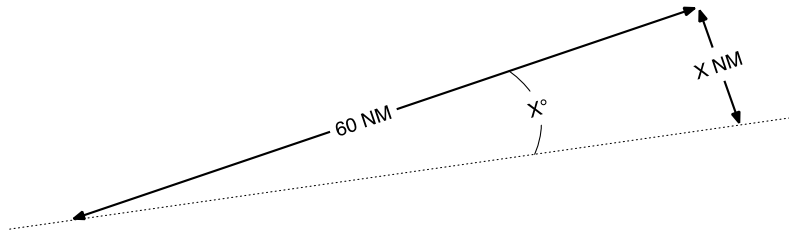


ATD = actual time of departure

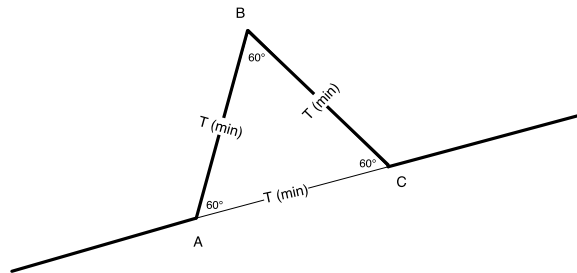
ETA = estimated time of arrival

ATA = actual time of arrival

1 in 60 regel: indien men na 60NM ongeveer xNM is afgeweken, dan is de drift x°  
dit is correct tot hoeken van 15°



hoek van 60° regel: uitwijken van traject onder 60° en terugkeren onder 60°  
verdubbeling van de tijd die men nodig had



$C_w$	$-3/4^{3/4}$	$C_m$	$-3/4^{d3/4}$	$C_c$	
$D$		$D$		$D$	
$R_w$	$-3/4^{3/4}$	$R_m$	$-3/4^{d3/4}$	$R_c$	

V = variation + when east, - when west  
d = deviation  
D = drift + when right or wind from the left  
- when left or wind from the right  
R = route  
C = course w (true north), m (magnetic north), c (compas north)

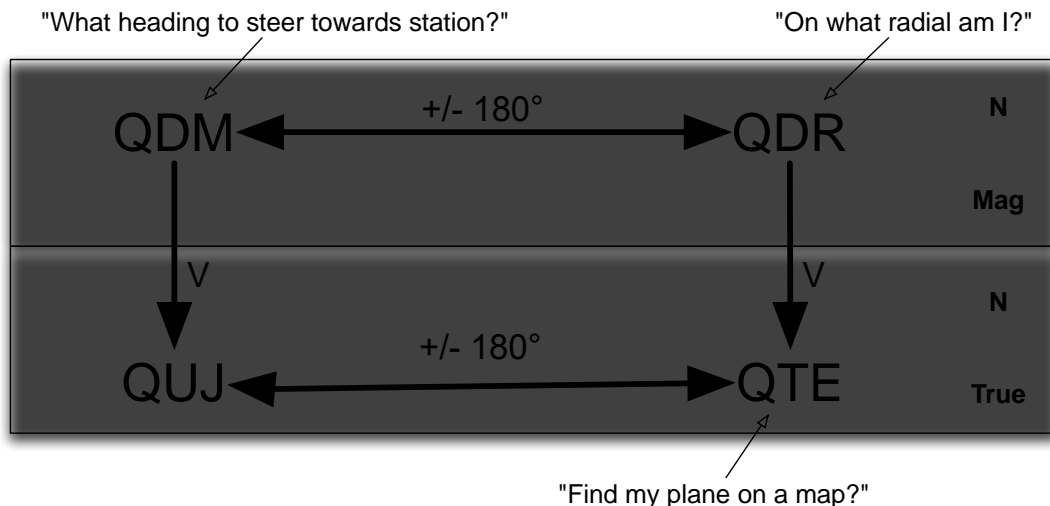
head/tail wind = cos(wind direction) x wind speed  
cross wind = sin(wind direction) x wind speed

$$tijd\ tot\ PNR = \frac{autonomie \times GS_{terug}}{GS_{heen} + GS_{terug}}$$

PNR = point of no return ("point where returning or continuing will use the same amount of fuel")  
autonomie = tijd om uit te vliegen + tijd om terug te vliegen  
is ook (tankcapaciteit/verbruik per uur) - 45 minuten reserve

$$afstand\ tot\ PET = \frac{afstand_{AB} \times GS_{terug}}{GS_{heen} + GS_{terug}}$$

PET = point of equal time ("point where returning or continuing will take the same amount of time?")



accuracy: class A (2°) B (5°) C (10°) D (>10°)

reciprocal of X Y Z° = (X+2) (Y-2) Z° or (X-2) (Y+2) Z° vb 023° en 203°

radar detection: distance in NM =  $1,23 \times \sqrt{\text{height in ft}} + 10\%$

orthodroom: kortste afstand tussen 2 punten (een rechte bij de Lambert-secanté projectie)

loxodroom: lijn die de meridianen onder dezelfde hoek snijdt (een rechte bij de Mercator projectie)

grootcirkel/kleincirkel

meridianen noord-zuid oriëntatie  
nul-meridiaan door Greenwich: verdeling in oostelijk en westelijk halfrond

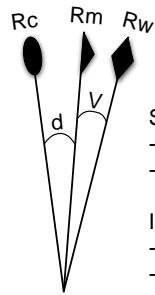
breedtecirkel (latitude) noorderbreedte, zuiderbreedte  
van 0° (evenaar) tot 90° N of 90° S  
60 minuten per graad, 60NM (dus af te lezen op de kaart)

lengtecirkel (longitude) oosterlengte, westerlengte  
van 0° (greenwich) tot 180° W en 180° E

Mercator -projectie de meridianen zijn evenwijdig  
kaart is loxodromisch en NIET orthodromisch  
de kortste afstand tussen twee punten is een kromme op deze kaart  
de ware koers is gemakkelijk af te lezen want meridianen zijn evenwijdig  
handig voor navigatie/metingen rond de evenaar

Lambert-secante -projectie de meridianen convergeren naar de polen  
kaart is orthodromisch en NIET loxodromisch  
de kortste afstand tussen twee punten is een rechte: gemakkelijke metingen  
de ware koers is moeilijker af te lezen omdat de meridianen krommen zijn  
handig voor navigatie/metingen in onze streken

schalen	1/10.000 of minder	plattegronden vliegvelden	grote schaal
	1/250.000	navigatie-kaarten VFR	
	1/500.000	navigatie-kaarten (grotere schaal)	
	1/1.000.000	IFR-kaarten	kleine schaal



Situation for Belgium:

- magnetic north is in Canada (WEST from true north)
- variation is WEST, NEGATIVE

In this airplane with this heading:

- compass north is WEST from magnetic north
- deviation is WEST, NEGATIVE

**variatie:** verschil tussen magnetische (ten noorden van Canada) en het ware noorden (op de kaart, de poolster)

hangt af van de plaats op aarde, en fluctueert met de tijd  
isogonen: lijnen op de kaart met dezelfde variatie

**deviatie:** verschil tussen kompas noorden en magnetisch noorden

afwijking tengevolge van magnetisch veld aanwezig in het vliegtuig

hangt af van de gestuurde richting en is eigen aan het vliegtuig waarmee gevlogen wordt

# METEOROLOGIE

## tropopauze

- hoogst maar koudst aan de evenaar (16-18km, -75°C)
- laagst en warmst aan de polen (7-9km, -40°C)
- hoogst in de zomer, laagst in de winter
- gemiddeld 11km of 36.000 ft, -56°C
- einde van gestage afname van temp.

**lucht** 21% O<sub>2</sub>, 78%N, soortgelijk gewicht van 1,225 kg/m<sup>3</sup>

**warmte** aarde, atmosfeer en zee = slechte geleiders  
aardbol 34% albedo (verhouding geabsorbeerde en teruggestraalde warmte)  
lucht verwamt NIET door straling

het koudst: 1 uur na zonsopgang

het warmst: 2 uur na de hoogste zonnestand

**aarde** tilt 23,5° kreeftkeerskring: zonnestrallen loodrecht in de zomer  
steenbokskeerkring: zonnestrallen loodrecht in de winter  
oorzaak van de seizoenen (in de winter staat de aarde het korst bij de zon!)

solstitium = zon blijft stilstaan  
dagen worden langer ipv korter  
verschil dag/nacht het grootst  
in de winter en de zomer

equinox = dag en nacht zijn even lang  
in de herfst en de lente

**bewolking** houdt overdag opwarming door de zon tegen, en 's nachts de afkoeling  
**zee** is een buffer: warmt traag op (is koel overdag) en koelt traag af (blijft warm 's nachts)

**inversie** = warmer met de hoogte ipv kouder (ttz minder snel dan 2°C per 1000 ft)

**convectie** = het verplaatsen van warme lucht en dus warmte transport

**luchtdruk**

- 1013,2 hPa of mbar, 29.92 inch kwik (=76cm)
- niet lineaire afname met de hoogte
  - op 18.000ft ongeveer de helft van zeeniveau
  - neemt het snelst af tussen 0 en 5000ft
- eerste 5000 ft: om de 30ft vermindert de luchtdruk met 1hPa
- diurnaal ritme met 2 pieken en 2 dalen per 24 uur  
(fluctuatie=0hPa thv de polen, 1hPa bij ons, 4hPa aan de evenaar)
- barometrische neiging = luchtdruk trend afgelopen 3 uur
- isobar (=QFF): punten met dezelfde plaatselijke druk, lijnen om de 5 hPa
- ANTICYCLOON = hoge luchtdrukgebied wig/rug
- DEPRESSIE = lage luchtdrukgebied trog/vore

warm: lucht stijgt      convectie      divergentie bovenaan      LAGE druk onderaan

koud: lucht daalt      subsidentie      convergentie bovenaan      HOGE druk onderaan

<b>ISA</b>	- 1013,2 hPa
	- 15°C
	2°C afname per 1000ft of 6,5°C per 1000m
	op 11km -56°C en dit blijft tot 16km
	- soortgelijke massa van 1,225 kg/m <sup>3</sup>

ijs ⇨ "smelt" aan 80cal ⇨ water ⇨ "verdampt" aan 540cal ⇨ waterdamp  
VERGT ENERGIE

ijs ⇨ "bevriest" met 80cal ⇨ water ⇨ "condenseert" met 540cal ⇨ waterdamp  
ENERGIE KOMT VRIJ

sublimatie: van ijs naar waterdamp of omgekeerd (620cal)

waterdamp:       - lagere soortgelijke massa dan droge lucht  
                  - temperatuur: warmere lucht kan MEER waterdamp bevatten  
                  - druk: lucht onder lagere lucht kan MEER waterdamp bevatten

*mengverhouding* = gewicht waterdamp over gewicht lucht (normaal 1g waterdamp voor 1kg lucht)  
*verzadigde mengverhouding* = maximale mengverhouding (meeste water dat lucht kan bevatten)

*relatieve vochtigheid* = mengverhouding / verzadigde mengverhouding (in %)  
*dauwpuntstemperatuur* = temperatuur tot dewelke men lucht moet afkoelen opdat ze verzadigd zou zijn

*onderkoelde waterdruppels*: druppels tot -40° die pas bevroren bij impact (op bvb. vleugels)

*oververzadigde lucht*: meer dan 100% relatieve vochtigheid zonder condensatie omdat geen condensatiekernen aanwezig zijn (stof,...)

## **Weer**

*toestandskromme*: registratie van temperatuur op elke hoogte

*droge adiabaat*: wanneer droge lucht stijgt, zal deze afkoelen: 3°C per 1000 ft of 1°C per 100m  
*verzadigde adiabaat*: wanneer verzadigde lucht stijgt zal deze condenseren (wat warmte doet vrijkomen): 1,5°C per 1000ft of 0,5°C per 100m

droge lucht is stabiel  
verzadigde lucht onstabiel/labil: condensatie verwarmt de lucht en stijging neemt toe  
inversie (warmer met de hoogte): niveau van stabiliteit

lucht die aan de grond gekoeld wordt is stabiel (blijft op de grond liggen)  
lucht die aan de grond verwarmd wordt is onstabiel (wil stijgen)

verzadiging door *afkoeling*  
(bij stijgen vochtige lucht zal door de dalende temperatuur condensatie ontstaan)  
- door convectie  
- door orografische optilling (laterale verplaatsing tegen helling)  
- frontale optilling (warme lucht over koude lucht)  
- advectie (warme lucht over koude grond)

verzadiging door *toevoegen waterdamp*  
- boven de zee/meer  
- door precipitatie

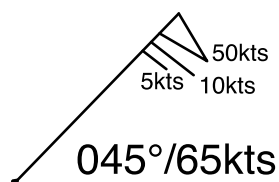
## **Wind**

- van hoge- (koud) naar lage drukgebied (warm)  
- oiv coriolis krachten (draaiing vd aarde) in noordelijk halfrond wijzerzin rond hogeluchtdrukgebied (en divergerend) en tegenwijzerzin rond lagedrukgebied (en convergerend)  
- wet van Buys-Ballot: ten noorden van evenaar lucht in de rug? lagedrukgebied ligt LINKS

- aan de grond     wind gegeven door verkeersleiding (opstijgen/landen) tov het MAGNETISCHE noorden  
                      bijna parallel (15°) aan de isobaren  
                      wrijving met obstakels op de grond  
- op 2000ft        wind door meteorologen (vb. METAR) gegeven tov het WARE noorden (weerkaarten)  
                      30° van rechts  
                      meestal 10-30kts harder dan op de grond

Nachtelijke landbries (<10kts) en overdag zeebries (10kts), voelbaar tot op 15km van kustlijn  
Nachtelijke bergwind en overdag dalwind (opwarmen bergflank met stijgen van lucht)

Low-level windshear: veranderende sterkte EN richting (het hevigst in stabiele atmosfeer gezien scherpe overgang)



## Weerberichten

METAR = **M**eteorological **A**viation **R**eport (uitgegeven om de 30 min)

TAF = **T**erminal **A**erodrome **F**orecast (uitgegeven om de 3 uur: voorspelling van komende 9 uur)

SIGMET = **S**ignificant **M**eteorological condition

GAFOR = **G**eneral **A**viation **F**orecast (voorspelling van komende 3x 2 uur, voor VFR, België 7 regio's)

SPECI special report  
COR gecorrigeerd bericht  
AUTO automatisch weerstation

AMD TAF amendment TAF

081230Z dag van de maand - HHMM UTC time - Z  
070912 dag van de maand - HH<sub>1</sub>HH<sub>2</sub> = geldigheidsduur TAF

27017G33KT 230V300 wind richting & snelheid - G(usting) - KT 60° variabele wind richting  
VRB03KT wind te zwak voor richting

2500 zichtbaarheid 2500 meter (laagste zichtbaarheid over 360° waargenomen)  
9999 meer dan 10km zicht  
1400NE zichtbaarheid in NE-richting = 1400m (maar elders minstens 1,5x 1400m)

DZ drizzle	MI shallow	BR mist
RA rain	BC patches	FG fog
SN snow	DR drifting	FU smoke
GR hail	BL blowing	HZ haze
SQ squalls	SH showers	
	TS thunderstorm	VA volcanic ash
GS small hail	FZ freezing	DU widespread dust
SG snow grains		SA sand
IC diamond dust	CB cumulonimbus	SS sand storm
PE ice pellets	TCU towering cumulus	FC funnel cloud
+ heavy	- slight	UP unknown precipitation
WS wind shear	RE recent	

FEW few	1-2 oktas	SKC sky clear (no clouds)
SCT scattered	3-4 oktas	CAVOK ceiling and visibility OK (ceiling >5000ft, visibility >10km, no precipitation)
BKN broken	5-7 oktas	VV003 vertical visibility (through fog, no cloud base)
OVC overcast	8 oktas	NCD no clouds detected (automatic report)
		NSC/NSW no significant clouds/weather (enkel TAF)

BKN020 2000 ft **boven aerodrome (AGL!)**

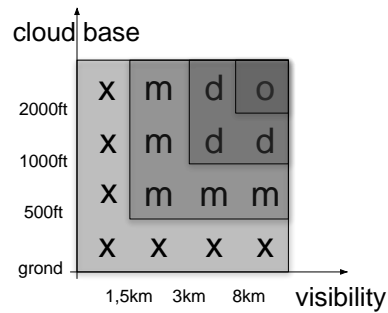
01/M01 temperature 1°C / dewpoint -1°C

NOSIG no significant changes  
BECMG becoming  
TEMPO temporary voor perioden van minder dan een uur  
AT at UTC tijd  
FM from UTC tijd  
TL till UTC tijd



PROB probability (PROB 30 1316 probability of 30% between 13 and 16h UTC)

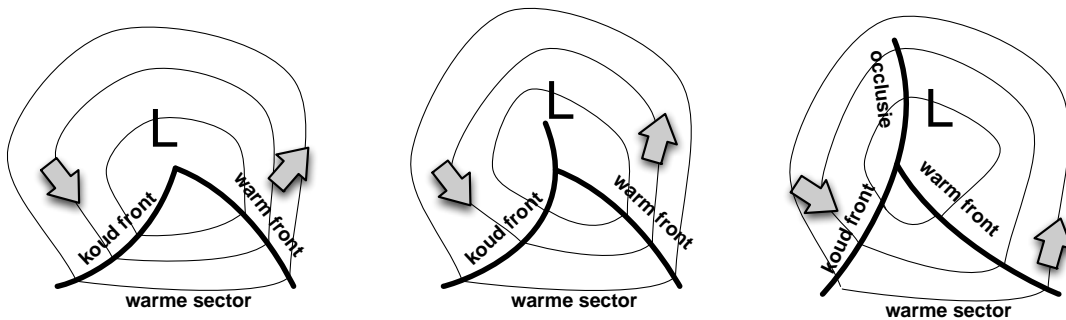
GAFOR O open  
D difficult  
M marginal  
X closed



## Fronten

zuiden: tropische, warme wind  
waartussen het polaire front  
noorden: koude lucht

- koud front beweegt snel, van west naar oost, en onder het warme front
- fronten bevinden zich altijd rond een LAGE drukgebied, en staan garant voor slechte vliegomstandigheden (neerslag, zichtbaarheid, turbulentie)
- ijsvorming kan zowel bij een koud als een warm front
- bij doorvliegen van een front: CORRECTIE naar rechts (convergerende wind naar L)



### warm front

- helling 1/200, snelheid 15-20kts
- warme vochtige lucht stijgt en zal condenseren (= wolken)
- **stabiele** opbouw van stratiforme wolken
- front lijnen op kaart waar het front de grond raakt
- luchtdruk daalt gestaag
- temperatuur stijgt gestaag, isotherm 0°C stijgt
- wind vanuit SSW
- brede, fijne, aanhoudende neerslag
- trage veranderingen
- typische wolk: *nimbostratus*

### warme sector

- slechte zichtbaarheid
- constante (warme) temperatuur
- constante (lagere) luchtdruk
- wind ruimt naar het W

### koud front

- helling 1/50 to 1/100, snelheid 30kts
- koude drogere lucht zal over de grond schuiven en warme lucht doen stijgen: **labiele** opbouw
- snelle stijging van de luchtdruk
- snelle daling van de temperatuur, isotherm 0°C daalt

- wind ruikt naar NW
- zeer laag wolkendeck
- lokale, hevige neerslag
- snelle veranderingen
- betere zichtbaarheid
- typische wolk: *cumulonimbus*

#### occlusies

inhalende koude is warmer dan (en stijgt over de) weggeduwde koude = warmfronttype  
meestal in de winter

inhalende koude is kouder dan (en kruipt onder de) weggeduwde koude = koudefronttype  
meestal in de zomer

### **Ijsafzetting**

Ijs op vleugels en de schroef vereist negatieve temperaturen (van -15° tot 0) en hoge relatieve vochtigheid (onderkoelde regendruppels), dit itt carburator ice.

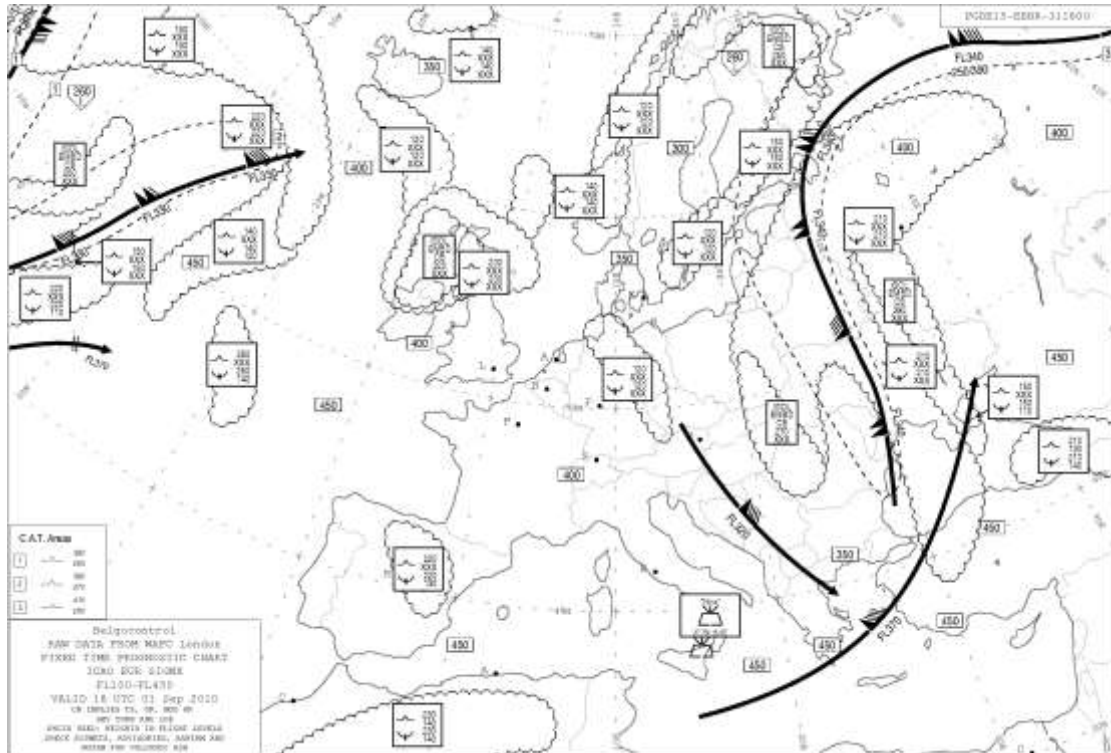
Helder ijs of ijzel:	zeer moeilijk te verwijderen
Ruige rijp of vorst:	korrelig en broos, gemakkelijk te verwijderen in stratiforme wolken/mooi weer cumulus
Rijp:	dunne ondoorzichtige laag die het zicht belemmert gevormd door sublimatie, mogelijks bij heldere hemel

Nadelen clear icing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vervorming vleugelprofiel met verlies draagkracht</li> <li>- toename van gewicht</li> <li>- verminderd schroefrendement door profielvervorming schroef</li> <li>- vastvriezen van stuurvlakken (en flaps)</li> <li>- vastvriezen van pitot tube en static port</li> <li>- dichtvriezen van luchtfilter motor</li> <li>- aanvriezen ruit stuurhut met verminderde zichtbaarheid</li> </ul>
---------------------	--

### **Nevel en Mist**

### **Wolken**

# Significant Weather Chart



CAT = clear air turbulence

	Thunderstorm		Drizzle
	Tropical cyclone		Rain
	Severe squall line*		Snow
	Moderate turbulence		Shower
	Severe turbulence		Widespread blowing snow
	Mountain waves		Severe sand or dust haze
	Light aircraft icing		Widespread sandstorm or dust storm
	Moderate aircraft icing		Widespread haze
	Severe aircraft icing		Widespread mist
	Widespread fog		Widespread smoke
	Hail		Freezing precipitation*
	Volcanic eruption**		

	Cold front of the surface		Position, speed & level of max. wind
	Warm front of the surface		Convergence line
	Occluded front of the surface		Freezing level
	Quasi-stationary front of the surface		Inter-tropical convergence zone
	Trough high		State of the sea
	Trough low		Sea surface temperature
	Trough level		

The double bar denotes changes of level by 1000ft or less under wind speeds by 17 knots (30k). In the example, at the double bar the wind speed is 120kts/120kt.

The double bar following the jet axis represents the points where a wind speed of 160kts/300k is forecast.

## SIGNIFICANT WEATHER SYMBOLS

	Boundary of an Area of Significant Weather		Boundary of an Area of Clear Air Turbulence
--	--	--	---

	Moderate Turbulence		Snow		Hurricane
	Severe Turbulence		Freezing Rain		Tropical Storm
	Moderate Icing		Freezing Drizzle		Dust or Sand Storm
	Severe Icing		Rain		Severe Line Squall
	Thunderstorm		Drizzle		
	Hail		Shower (symbol for type placed above)		
	Marked Mountain Waves				

**CLOUD**

Cloud types are represented by the conventional abbreviation, cloud amount in oktas (eighths) and height of base and tops by the convention illustrated:

3CU 250	3/8 cumulus base below chart level tops 25,000 feet	
XX		



## Oog/Visus

5 miljoen kegeltjes	centraal	gezichtsscherpte	zeer kleurgevoelig
120 miljoen staafjes	perifeer		beter bij donker

blinde vlek is waar de oogzenuw in het netvlies terecht komt (nooit een probleem bij kijken met beide ogen)  
stereozicht laat inschatten van afstanden toe tot ongeveer *6 meter*  
zowel hypoxie als koolstofmonoxide-intoxicatie doet het zicht dalen

'nachts: - naast een helder voorwerp kijken  
- een lichtflits kan 20 à 30 minuten verblinden  
- 1 à 2 uur nodig alvorens volledige adaptatie aan low-light conditions  
gevoeligheid oog 's nachts is miljoen keer hoger dan bij heldere dag

myopie = bijziendheid (men ziet kortbij scherp) oogbol te lang brandpunt vòòr netvlies  
hypermetropie = verziendheid (men ziet ver scherp) oogbol te kort brandpunt achter netvlies  
presbyopie = ouderdomszicht (accommodatie-capaciteit neemt af), vanaf 40-45j

illusies - autokineses: de indruk dat een helder voorwerp in het donker beweegt  
- nevel/regen: de indruk dat de runway verder verwijderd is dan in realiteit  
de neiging om de neus op te trekken  
- SMALLE of OPLOPENDE runway: "ik zit te hoog" neiging van te laag binnen te komen  
- BREDE of AFLOPENDE runway: "ik zit te laag" neiging van te hoog binnen te komen  
- gebrek aan referentiepunten (verlichte aerodrome s'nachts, nadering vanuit de zee): *black hole*  
(neiging van te laag binnen te komen)

stroboscopisch effect: - flikkerend licht aan frequentie van 4 à 20x/minuut  
- staren door de schroef in het licht (zon)

## Oor/Gehoor

half circelvormige kanaaltjes: gevoelig voor veranderlijke beweging (draaiersnelingen)  
in de 3 assen van het vliegtuig  
basis met otolithen: detectie van lineaire versnelling en zwaartekracht

buis van Eustachius - opent met geeuwen of slikken  
- opent met Valsalva manoeuvre  
- egaliseert druk tussen binnenoor en keelholte (=omgeving)

meer last bij *dalen* dan bij *stijgen* (druk ontsnapt gemakkelijk uit het binnenoor, maar komt er moeilijker in)  
zelfs perforatie van trommelvlies mogelijk (zeker in geval van verkoudheid)

ruimtelijke desoriëntatie  
- vlucht in abnormale attitude maar zonder versnelling: indruk van horizontale vlucht  
- uit een bocht komen: indruk van bocht in tegengestelde richting ("leans" = leunende beweging)  
- hoofd scheef houden: indruk van draaiing in een andere as  
- rotatie in 2 assen (bij naar boven of onder kijken): "coriolis illusion"  
- vertigo: onterecht de indruk hebben van duizelingwekkend te tollen

bewegingsziekte (preventie maatregelen): - veel vliegen (gewenning)  
- het hoofd recht houden  
- fixeren ver op de horizon (en niet teveel lezen)  
- medicatie enkel toegelaten voor passagiers!

schadelijk is: alcohol: eight hours from throttle to bottle  
bloed geven: anemie  
duiken: trage decompressie (gecontroleerd), best 24u wachten alvorens vlucht  
vermoeidheid (1 dag recuperatie per doorvlogen tijdzone)  
medicatie (7 dagen na laatste medicatie inname laten verstrijken alvorens te vliegen)

passagiersbriefing: gordels, roken, nooduitgangen, zuurstof, zetels

## Psychologie

cognitief                bewust verwerken van informatie (oordelen en beslissen)  
perceptie:              wat waargenomen wordt

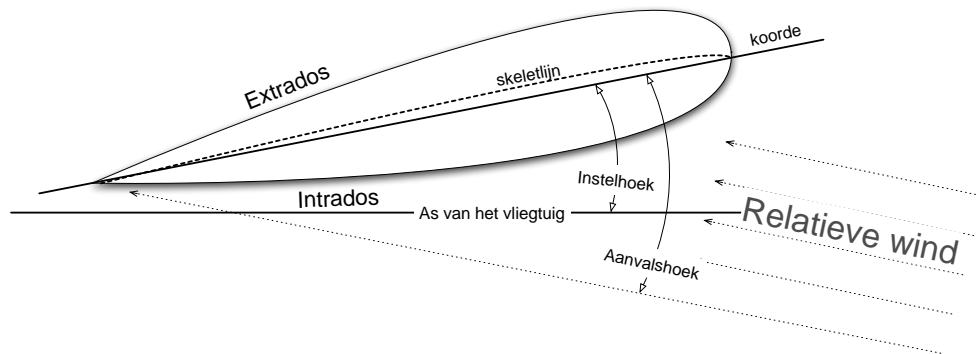
mens heeft slechts één beslissingskanaal  
verwachtingen kunnen de perceptie kleuren

kortetermijnsgeheugen: voor enkele seconden, slechts 6 à 8 elementen (vb. telefoonnummer)  
langetermijnsgeheugen: voor altijd (enkel te bekomen door herhaling = overleren)

bij zeer weinig (verveling) of zeer veel stress daalt de prestatie

S	software	procedures, checklists, handboeken, kaarten	SHEL = schema
H	hardware	cockpit layout, schakelaars, sturen, hendels	
E	environment	luchtruim, vliegtuig	inzicht en
LL	liveware	piloot, verkeersleiders, techniekers	besluitvorming

# VLUCHTBEGINSELEN

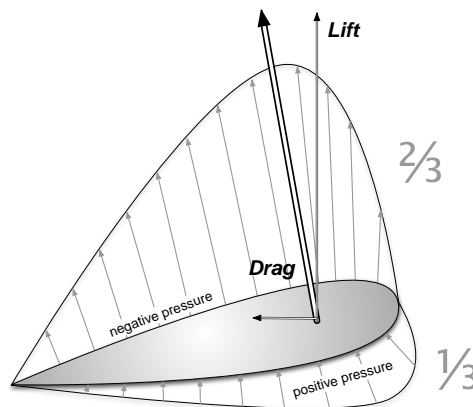


aileron/rolroeren	rond LANGas	to roll	rollen
rudder/richtingsroer	rond TOPas	to yaw	gieren
elevators/hogteroer	rond DWARSas	to climb	stampen

vleugeloppervlakte = spanwijdte x gemiddelde koorde  
 vleugelslankheid = spanwijdte / gemiddelde koorde  
 vleugelbelasting = totaal gewicht vliegtuig / vleugeloppervlakte

de relatieve wind: - wordt NIET beïnvloed door de meteorologische wind  
 - heeft de tegengestelde richting van de vliegsnelheid

Wet van Bernoulli: "In een laminaire niet-samendrukbare luchtstroming is de som aan energie constant"



Kritische aanvals- (of invals) hoek (angle of attack of AoA):

- meestal rond 15°
- stroming van laminair naar turbulent
- resulterende luchtkracht grijpt aan op *drukpunt*, loodrecht op de koorde
- resultante schuift naar de aanvalsboord wanneer hoek/draagkracht toeneemt
- bij het afhaken wordt de kritische aanvalshoek bereikt en schuift de resultante snel terug naar achter
- stall = voorbij de kritische aanvalshoek

- ontbinding in **LIFT** (=draagkracht) loodrecht op de relatieve wind/vliegbaan  
**DRAG** (=weerstand) parallel aan de relatieve wind/vliegbaan

Draagkracht hangt af van

- 1) de aanvalshoek
- 2) het vleugelprofiel en oppervlakte
- 3) de snelheid
- 4) de luchtdichtheid

heat, humidity, height (3 h's)

$$L = \frac{1}{2} \rho v^2 C_L$$

$C_L$ =draagkrachtscoëfficiënt

opgelet: v=TAS

## Weerstand

*profielweerstand* - veroorzaakt door vleugelprofiel (hoe dikker, hoe groter)  
- hoe hoger de snelheid, hoe groter deze weerstand  
- dit is een parasitaire weerstand

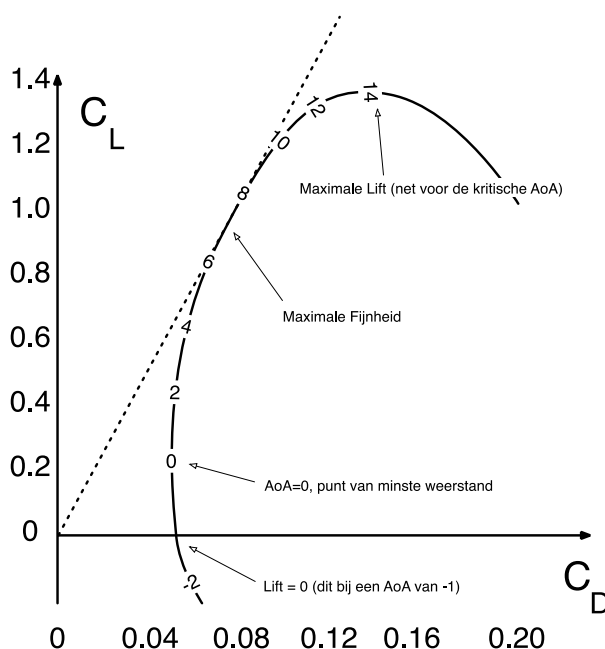
*geïnduceerde weerstand* - hangt af van de aanvalshoek  
- hoe lager de snelheid, hoe groter deze weerstand (want aanvalshoek groter)  
- enkel als lift gegenereerd wordt  
- veroorzaakt ook "wake turbulence"

bijkomende weerstand - romp, landingsgestel, etc...

$fijnheid = \frac{C_L}{C_D}$  "bij welke aanvalshoek heeft men het meeste LIFT met het minste DRAG?"

bij zeer traag vliegen (AoA groot maar snelheid laag) is de LIFT laag en de weerstand laag  
bij zeer snel vliegen (AoA klein) is de LIFT hoog en de weerstand hoog  
ertussenin is de LIFT redelijk hoog en de weerstand redelijk laag: punt van maximale fijnheid

vleugelpolaire:



- Flaps:
- vergroten (Fowler) het *oppervlak* van de vleugels
  - vergroten de *kromming* van de intrados (dus het profiel wordt dikker)
  - spleeteffect met versnelling luchtstroom achteraan op de extrados
  - vergroten zowel de LIFT  $C_L$  als de DRAG  $C_D$ 
    - toename lift het grootst bij lage flap-standen (vb. van  $0^\circ$  naar  $10^\circ$ )
    - toename weerstand het grootst bij hoge flap-standen (vb. van  $20^\circ$  naar  $30^\circ$ )
  - *verkleinen de finesse*
    - dus het verste vliegen doe je nooit met flaps
    - het snelst een bepaalde hoogte bereiken doe je nooit met flaps
  - drukpunt vleugel naar achter
  - opstijgen: kortere groundrol bij opstijgen (sneller los van de grond, bij lagere snelheid)
  - landen: verhoogt de dalhoek (zichtbaarheid beter, hindernissen)
    - lagere stalspeed dus lagere veilige naderingsspeed
    - kortere afrondingsperiode (weerstand)
  - nooit flaps intrekken bij nadering: mogelijks is snelheid < stall speed zonder flaps

Slats:

- kleppen aan de aanvalsboord
- vergroten de maximale  $C_L$



- grotere aanvalshoek mogelijk dan zonder slats
- de fijnheid neemt eveneens af

Trim: - trimvlak naar beneden → hoogteroer naar boven → vliegtuig stamp met neus naar boven  
 - dient om kracht weg te nemen uit het stuur  
 - hertrimmen bij veranderen vermogen/angle of attack  
 verplaatsen van CG (leegvliegen tank)

aileron/rolroeren	rond LANGas	to roll	rollen
rudder/richtingsroer	rond TOPas	to yaw	gieren
elevators/hogteroer	rond DWARSas	to climb	stampen

weerhaaneffect: alineatie van het vliegtuig door de relatieve wind  
 elevator/hogteroer en rudder/richtingsroer zitten in de slipstream van de schroef:  
 blijven efficiënt bij lage snelheid als het vermogen maar groot is (itt tot de ailerons/rolroeren)

rollen veroorzaakt een gierbeweging in de *tegengestelde* richting  
 vb. rollen naar links doet naar rechts gieren (dus voetenstuur in de bocht geven)  
 remedie: differentiële rolroeren (verschillende hoek) of frise rolroeren (bijkomende weerstand)  
 gieren veroorzaakt een rolbeweging in *dezelfde* richting  
 vb. gieren naar links doet de linkervleugel zakken

rechtlijnige (kompas), horizontale (altitude), éénparige (snelheid) vlucht = straight & level flight  
 - gewicht grijpt aan in CG (ligt vooraan, voor de vuurwand)  
 - draagkracht grijpt aan in drukpunt (thv de vleugers, achter de vuurwand)  
 - het horizontaal staartvlak voorkomt duiken  
 - gewicht = draagkracht, trekkracht = weerstand

rechtlijnige stijgvlucht  
 - component van Lift (loodrecht op de vliegbaan) moet ontbonden worden om gewicht te torsen  
 - gewicht > draagkracht, trekkracht > weerstand  
 - een stuk van de trekkracht wordt gebruikt om lift te genereren  
 - theoretisch moet de trekkracht in verticale vlucht gelijk zijn aan het gewicht + de weerstand

V <sub>x</sub>	best ANGLE of climb	stijghoek (°)	"op zo kort mogelijke afstand hoogte bereiken"
V <sub>y</sub>	best RATE of climb	stijgmaat (ft/min)	"zo snel mogelijk een hoogte bereiken"

- beide snelheden steeds met maximaal vermogen!
- V<sub>x</sub> altijd < dan V<sub>y</sub>
- zijn de enige V's (IAS) die veranderen met de hoogte: V<sub>x</sub> stijgt en V<sub>y</sub> daalt en beide zijn gelijk thv het plafond

klimgradient = verhouding tussen verticale snelheid en grondsnelheid uitgedrukt in %  
 evenredig met de stijghoek (afgelegde afstand = 0 indien klimhoek 90° is)

$$\text{stijgradiënt} = \frac{\text{verticale snelheid (ft/min)}}{\text{TAS (kts)}}$$

(dit is wiskundig gezien toevallig zo omdat er 6074ft in een NM zijn en dit gedeeld wordt door 60 minuten)

- zowel de maximale *stijghoek*, *stijgmaat* als het *klimgradiënt* verslechteren bij gebruik van flaps op grotere hoogte
- headwind heeft GEEN invloed op de stijgmaat, maar verbetert WEL de stijghoek en klimgradiënt
- het theoretisch plafond: geen stijgen meer mogelijk, het operationeel plafond: stijgmaat van 50ft/min

glijvlucht	motor af of in traagloop = slecht voor de motor (snelle koeling, geen aanmaak stroom...)
daalvlucht	motor aan snelheid regelen met de elevators, daalmaat met de throttle

maximale glijvlucht (zweefvlucht) = best glide  
 - uitgedrukt in breuk: voor elke X daling wordt Y afgelegd (in de lucht)  
 (vb. 1:12, voor 1000ft daling heb je 12.000ft = 2NM afgelegd)  
 - kleinst mogelijke daalhoek of laagst mogelijke weerstand, maximale fijnheid  
 - glijafstand = fijnheid x hoogte (vb. altitude 1000 ft x 13 = 13.000 ft ver vliegen)  
 - head- or tailwind beïnvloedt de zweefafstand maar nooit de zweeftijd

daalmaat: ft/min, indien minimaal = langste tijd in de lucht  
 = 25% trager dan snelheid voor kleinste daalhoek  
 (vb. over zee; zolang mogelijk noodsignalen uitzenden)  
 wordt NIET beïnvloedt door de wind, WEL door het gewicht

daalhoek: hoek in °, indien minimaal = verste vliegen zonder vermogen  
 (vb. over land; bereiken runway)  
 wordt WEL beïnvloedt door de wind, NIET door het gewicht

Het verst kan dus gevlogen bij maximale fijnheid (en dus bij een optimale aanvalshoek). Dit wil ook zeggen dat het GEWICHT GEEN invloed heeft op de maximale glijafstand (maar men zal wel sneller moeten vliegen om dezelfde AoA te halen). De daalmaat wordt wel beïnvloed door het GEWICHT.

*Een licht vliegtuig zal dus langer in de lucht blijven dan een zwaarder, maar reikt bij motorpech even ver.*

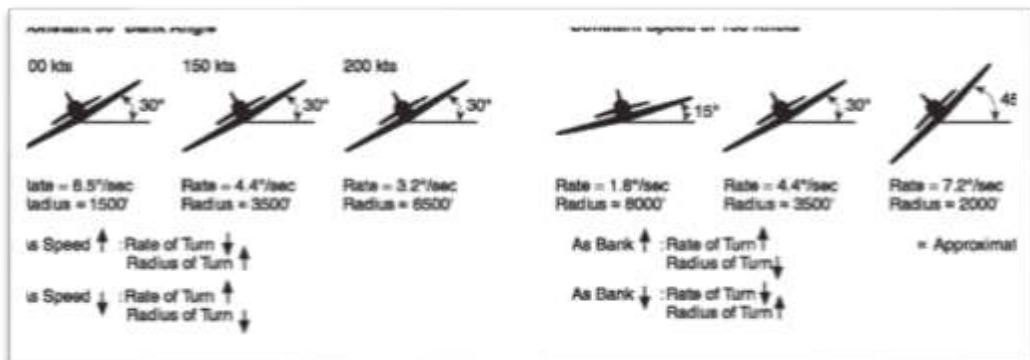


$V_{s0}$		$V_{min}$ of stall speed full flaps, gear down	begin witte zone
$V_{s1}$		$V_{min}$ of stall speed clean (no flaps, gear up)	begin groene zone
$V_{fe}$	flaps extended	$V_{max}$ met flaps	einde witte zone
$V_b$		turbulence penetration speed	sportvliegtuigen $V_b = V_a$
$V_a$		$V_{max}$ for turbulence = maneuvering speed	
$V_{no}$	normal	normal operating limit	einde groene zone
$V_{ne}$	never exceed	structural damage	einde gele zone
$V_{lo}$	gear in/out	$V_{max}$ landing gear operation	$V_{lo} < V_{le}$
$V_{le}$	gear down	$V_{max}$ landing gear extended	

Opmerking:  $V_a$  staat niet op de IAS-meter  
 varieert met het gewicht (hoe zwaarder, hoe stabiel, hoe hoger  $V_a$ )  
 geen structurele schade mogelijk bij maximale deflectie van de sturen  
 is de limietsnelheid waaraan mag gevlogen moet worden in turbulent weer

### Bochten

- een steile bocht is 30° (examen moet 45° kunnen vliegen)
- een bocht wordt veroorzaakt door de horizontale component van LIFT
- bochtmaat (rate of turn) definitie: aantal graden per tijdseenheid ("snelheid waarmee de klok tikt")  
 vergroot wanneer de helling **toeneemt** of de snelheid **afneemt**  
 is **onafhankelijk** van het gewicht!



- om de verticale component van LIFT te vergroten (zodat het compenseert met het gewicht)
- kan de angle of attack vergroot worden

(vergroot weerstand, verlaagt snelheid)

- het vermogen vergroot worden  
(verhoogt snelheid en daarmee de bochtmaat)

- de *belastingsfactor* is uitsluitend afhankelijk van de *helling*:  $belastingsfactor = \frac{1}{\cos(hoek)}$

- rollen veroorzaakt gieren (naar buiten, van het middelpunt weg)

- rate 1 bocht - in 2 minuten 360° of 3 graden per seconde

- **hellingshoek in ° voor rate 1 = (TAS in kts)/10 + 7**

- de helling kan ALLEEN afgelezen worden op de attitude indicator (NIET op de turncoordinator of turn indicator)

- wanneer uitrollen (uit de bocht komen): op helling°/3

vb. bocht naar R, eindigen op N bij helling 45°: uitrollen op 360-(45/3)° = 345°

- slippende bocht: bal in richting van de bocht

correctie door helling te verminderen of "step on the ball"

neus wijst naar buiten

- schuivende bocht: bal naar buiten de bocht

## Stalls

- Tekenen: sturen voelen slap aan (vooral de rolroeren die niet in de schroefstream zitten)  
trillingen (buffeting)  
stampbeweging

$$V_S = V_{S1} \cdot \sqrt{n}$$

stall speed bij bepaalde hoek = stall speed (zonder flaps straight & level) x wortel uit belastingsfactor

- veilige naderingssnelheid  $V_{AT} = 1,3 \times V_{S0}$  (dus 1,3 x minimale stall speed met flaps en gear down)

- $IAS_{stall}$  of  $CAS_{stall}$  blijft dezelfde voor eender welke hoogte.  $TAS_{stall}$  neemt wel toe.

- motorvermogen verlaagt de minimale snelheid

(hoge AoA veroorzaakt enige lift door de schroef, zoals bij een helicopter)

- $V_A$  = manoeuvring speed: net tussen  $V_{S1}$  en  $V_{NE}$

- autorotatie → tolvlucht (spin) → herstel

- gas dicht

- flaps en gear up

- rolroeren neutraal

- voetenstuur tegen de rotatie

## Stabiliteit

onstabiel of labiel: na afwijking neemt deze alleen maar toe (vb. bal rolt van top berg)

neutraal stabiel (= onverschillig evenwicht = indifferent): na afwijking wordt nieuwe stand behouden

statisch stabiel: neiging om afwijking tegen te gaan (doch oscillaties kunnen blijven of zelfs vergroten)

dynamisch stabiel: oscillaties nemen in amplitude af tot evenwicht terug bereikt is

wat men wint aan *stabiliteit* verliest men aan *wendbaarheid*

- langstabiliteit**
- de langas blijft gefixeerd (stampen of rotatie rond dwarsas is rigide)
  - duikkoppel: zwaartepunt ↔ lift ↔ stabilo/horizontaal staartvlak met downwash
  - belangrijke invloed van CG (neuslastig: ↑ stabiliteit, ↓ wendbaarheid)

- rolstabiliteit of dwarsstabiliteit**
- de dwarsas blijft gefixeerd (rollen of rotatie rond langas is rigide)
  - V-stelling van vleugel (dihedral)
  - pijlstelling vd vleugels
  - verticaal staartvlak
  - hoge vleugel (drukpunt veel hoger dan zwaartepunt)  
(dus lage vleugel vermindert de rolstabiliteit)

- richtingsstabiliteit**
- de langas blijft gefixeerd (gieren of rotatie rond de topas is rigide)
  - verticaal staartvlak (windhaan effect)  
(efficiënter wanneer oppervlakte- of afstand tot druppunt staartvlak toeneemt)

beïnvloeding van rolstabiliteit op richtingstabiliteit en omgekeerd (de éne ten koste van de andere)  
 sportvliegtuigen: meestal goede richtingstabiliteit en matige rolstabiliteit  
 vliegtuigen met staartwiel (CG achter de wielen): onstabiele richtingstabiliteit (correctie met rudder)

### Vliegtuigbeperkingen

Gross weight (GW)  
 Maximum take-off weight (MTOW)  
 Maximum landing weight (MLW), meestal lager dan MTOW gezien landen meer stress veroorzaakt dan TO  
 Maximum zero-fuel weight (MZFW), volle tanks zijn tegengewicht voor lift (bij lediging stress naar boven)

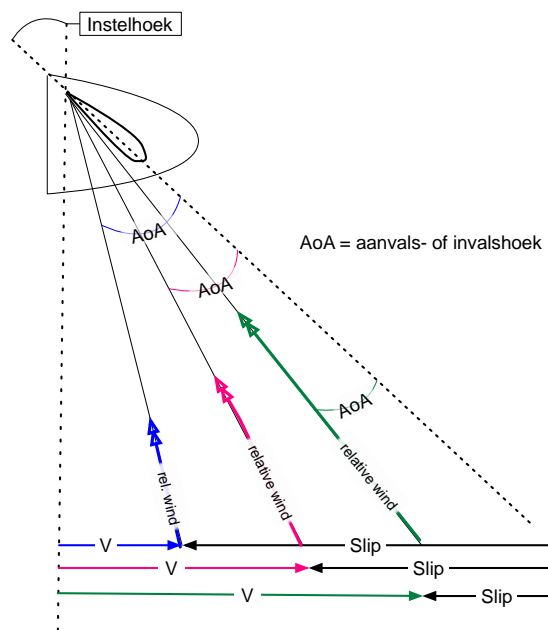
Overbelasting (door harde landing of heavy turbulence) moet gerapporteerd worden en nagekeken door mechanici.

### Schroef

- schroef heeft eveneens een profiel (met platte intrados die gelijk is aan de koorde)
- bladhoek of instelhoek is hoek tussen koorde en rotatievlak
- helicoïdaal traject van schroef: theoretisch afgelegde afstand na 1 omwenteling = de spoed vd schroef
- werkelijke afgelegde afstand is echter minder = slippen vd schroef

- 
- stilstand de aanvals- of invalshoek = bladhoek  
 relatieve wind vertikaal en tgv rotatiesnelheid  
 suboptimale AoA of instelhoek van het schroefblad (veel weerstand)
  - bij acceleratie relatieve wind afhankelijk van rotatiesnelheid *en de vliegsnelheid*  
 komt steeds meer van voor  
 invalshoek wordt steeds kleiner
  - op kruissnelheid optimale aanvalshoek = maximale trekkracht/weerstand verhouding
- 

- kracht kan ontbonden worden in **trekkracht** en **schroefweerstand**
- draaisnelheid bladelement kort bij spinner is veel kleiner dan perifeer  
 om trekkracht van alle bladelementen gelijk te houden varieert men (van centraal naar perifeer)  
 het profiel (van dik naar dun): meer lift centraal door dik profiel  
 de blad- of instelhoek (van groot naar klein): *constante invalshoek* over de hele lengte  
 de oppervlakte (van groot naar klein): koorde neemt af
- stap vd schroef (metafoor: versnellingen op een fiets)  
 grote trekkracht nodig bij lage snelheden: schroef met kleine stap nodig  
 hoge snelheden nodig: schroef met grote stap nodig



**Schroef met verstelbare stap** (doel: constant houden van optimale AoA met variërende snelheid)

CSU = constant speed unit (schroeftoerental wordt constant gehouden)

RPM = rotations per minute (= pitch control): bepaalt de blad- of instelhoek  
hoe kleiner de bladhoek, hoe kleiner de invalshoek of AoA: *fine pitch*, RPM omhoog  
hoe groter de bladhoek, hoe groter de invalshoek: *coarse pitch*, RPM omlaag

MAP = manifold absolute pressure: inlaatdruk

Hoe hoger MAP en RPM, hoe hoger het vermogen. Bij take-off: fine pitch en maximum RPM

### Left turning tendency (on take-off)

- normaal draait schroef in wijzerzin gezien vanuit de stuurhut

- bij take-off "left turning tendency" en right rudder nodig (vliegtuig neigt te gieren naar links)

1) schroefwind (spiraal) duwt links tegen het kielvlak

2) motorkoppel: schroef draait in wijzerzin, actie/reactie romp vliegtuig draait in tegenwijzerzin  
hierdoor druk op linker wiel, hogere weerstand bij rollen

3) gyroscopische precessie: trekkracht op mediane as van schroef, precessie 90° in draairichting = rechts

4) P-factor: assymetrische trekkracht door geïnclineerde schroef (grote AoA): het neergaand schroefblad heeft een grotere AoA en veroorzaakt meer trekkracht

### Taxi

- vliegtuigen met staartwiel:

zwaartepunt *achter* de voorwielen

igv bruusk remmen of verhogen vermogen gevaar voor duiken

- blijvende stuurbaarheid door schroefwind over het richtingsroer

- igv sterke wind

- stuur altijd in de wind

- rol- en hoogteroeren moeten lift door de wind tegengaan

- vliegtuigen met hoge vleugel extra gevoelig



### Opstijgen

- opstijgsnelheid bij voorkeur 30% hoger dan stall speed

wordt beïnvloed door

gewicht

hoogte, temperatuur en vochtigheid

motorvermogen *en* aerodynamische lift

opgelet: TAS neemt toe, CAS en IAS niet

flaps (↓opstijgsnelheid)

- acceleratie

vermogen (de drie h's, verkeerde afstelling motor)

weerstand baanoppervlak beton beter dan gras, harde beter dan platte band  
helling van de baan

gewicht (voornamelijk omdat druk op de banden toeneemt → verhoogde weerstand)

flaps (sterke toename weerstand vanaf >15°)

remmen (om te sturen: differentieel remmen)

vroegtijdig neus optrekken (te hoge AoA verhoogt de weerstand)

- opstijgafstand

take-off distance = van stilstand tot "clearance of 50ft obstacle"

berekende minimum baanlengte moet minsten gelijk zijn aan deze afstand

sterk afhankelijk van de meteorologische wind (GS ≠ TAS)

zijwind zal meestal de opstijgrol doen toenemen

correctie-maatregelen (rudder, braking) veroorzaken weerstand

flaps verkorten de grondrol maar verlagen de stijgmaat: dus opstijgafstand langer

- grondrol = vanuit stilstand tot loskomen van de grond

## Landen

- opstijgen: minimum aan flaps, landen: maximum aan flaps
- (natte) grasbaan *verlaagt* de remcapaciteit, dus grondrol meestal langer
  - dus grasbaan is slecht voor zowel take-off als landing
  - aquaplanning, sneeuw, ijs zijn nog erger
- naderingssnelheid moet  $1,3 V_{SO}$  zijn, indien te hoog → langere grondrol
- berekende nodig baanlengte gaat uit van benutten maximale remcapaciteit
- kopwind heeft als voordeel dat de GS verlaagt en de daalhoek vergroot
- zijwind (meestal iets hogere naderingssnelheid en minder flaps): max. 15 kts vanuit  $90^\circ$  (afh. van vliegtuig tot vliegtuig)
- landingsafstand (landing distance) = 50ft obstacle clearance tot stilstand

## Zogturbulentie en windschering

### wake turbulence

- enkel wanneer lift geproduceerd (neuswiel van of op de grond bij respectievelijk TO en landing)
- neemt toe indien AoA groter is (en men dus traag vliegt)
- neemt af bij gebruik van flaps (bij take-off minder flaps dus meer WT dan bij landing)
- in wijzerzin thv de linkervleugel en in tegenwijzerzin thv de rechtervleugel
- wervels zakken met 500 ft/min (op dezelfde hoogte achter een vliegtuig vliegen is veilig)
- en dijnen uit naar buiten (met een snelheid van 5 kts)
- in turbulent weer worden wervels snel opgelost
- kan tot meerdere minuten effect uitoefenen, voelbaar tot 1000ft onder het voorgaand vliegtuig
- wind vanuit SE en SW op runway 36 is het gevaarlijkst: WT wordt op de baan geblazen

### remedies

- opstijgen en onmiddellijk afdraaien in de wind
- wachten
- plaats waar voorganger los kwam van de grond of landde goed bestuderen

---

### wind schering

- meestal bij onweders (CB's) : updrafts en downdrafts (de ene volgt meestal op de andere)
- botsing met de grond (van ground tot 2000 ft): low level windshear
- bij klimmen door inversies of doorkruisen van fronts
- heeft een groter effect op grotere vliegtuigen dan op kleinere

remedie: hogere naderingssnelheid opdat stall snelheid niet bereikt zou worden

---

### grondeffect

- door downwash over de vleugel en vleugeltip vorteces
- meer uitgesproken bij vliegtuigen met lage vleugel
- vanop een hoogte die gelijk is aan  $1x$  spanwijdte
- meer uitgesproken bij meer lift (ttz grote AoA en dus trage snelheid)

### gevolgen

- toename van de landing distance
- bij take-off: loskomen alvorens  $VS1$  bereikt werd zodat men terug kan zakken
- kan eveneens de stabilo beïnvloeden met stampen tot gevolg en de druk in de static port veranderen

# OPERATIONELE PROCEDURES

## Zuurstofgebruik en vereisten

10000ft (680 hPa)	tijd over de 30 minuten: O <sub>2</sub> voor voltallige crew en 10% van passagiers
13000ft (620 hPa)	volledige tijd: O <sub>2</sub> voor voltallige crew en passagiers
25000ft (376 hPa)	gepressuriseerd: 10 minuten O <sub>2</sub> nodig voor alle inzittenden installatie decompressie detectoren

## Passagiersbriefing

- veiligheidsgordels (piloot kan passagiers informeren maar niet verplichten)
- nooduitgangen
- reddingsvesten (binnen handbereik)
- zuurstofgebruik
- brandblussers (in elk compartiment)

Vluchtvoorbereiding moet 3 maand bewaard worden

- VFR: alternate (= enkel uit noodzaak aan te vliegen), moet niet op vluchtplan vermeld worden maar moet wel voorbereid zijn (en ook VMC checken hiervoor)  
on top verboden in BE, dit is vanaf bewolking BKN 5/8  
nooit door wolken vliegen  
benzine 45min reserve verplicht
- Taxi: toestemming eigenaar vliegtuig vereist  
moet vliegtuig kunnen besturen / taxiprocedures kennen  
radiocommunicatie vereist  
vliegtijd = vanaf dat het vliegtuig in beweging is om vlucht aan te vatten tot het in stilstand is
- Zee: éénmotorig en kust buiten glijafstand: zwemvesten verplicht  
>50 NM van de kust: zwemvesten  
>100NM: draagbare radio, E(mergency) L(ocator) T(ransmitter), vlot, zwemvesten  
(tweemotorig vanaf >200 NM)
- Nacht: in de praktijk (voor verzekering) is IFR vliegtuig verplicht  
één zaklamp per bemanningslid nodig

Radio (freq. separatie 25Hz) is verplicht bij

- 1) VFR in gecontroleerd gebied
- 2) nachtvluchten
- 3) vluchten boven zee

INCERFA           onzekerheidsfase 30' geen contact gehad of na verwachte landing (ETA)  
ALERFA           alarmfase           geen contact mogelijk, 5' na landingsklaring nog niet geland  
DETRESFA       noodfase           low fuel situations, noodlanding

SAR = search and rescue

RCC = redding coördinatie centrum

lijst met reddingsdiensten moet verplicht aan boord zijn

			take-off delay	approach delay
<b>Zogturbulentie:</b>	cat. Heavy	>136 ton	3 min.	2 min.
	cat. Medium	7-136 ton	2 min.	2 min.
	cat. Light	0-7 ton		

## Ongeval

- 1) overlijden (binnen de 30 dagen) of ernstig gewond, tgv van normaal gebruik vliegtuig  
ernstig gewond = hospitalisatie van >48h binnen de 7 dagen na ongeval  
fracturen (behalve digiti, neus), orgaanschade, neurovasculaire bundel  
vb. verstekeling die sterft is GEEN ongeval (want geen normaal gebruik)
- 2) structurele schade die de luchtwaardigheid aantast  
vb. motorpech is GEEN ongeval
- 3) vliegtuig vermist

**Incident** = bijna-ongeval (zonder schade)

- serious landen op runway die gesloten is
- major separation violation >50% minima
- significant violation of separation < minima or clearance (airspace, runway)
- not determined
- no safety effect

ATIR = air traffic incident report (alsook ongevallen)

- binnen de 7 dagen schriftelijk te melden in BE
- voor alle vliegtuigen in BE ingeschreven (zelfs indien ongeval in buitenland)

### Misdrijven

- vergunning / documenten niet in orde
- fotoestel aan boord (zelfs bij niet gebruik)
- landen buiten luchtvaartterrein
- verboden gebied invliegen
- lichten en seinen negeren/misbruiken
- agglomeraties of mensenmassa's overvliegen
- voorwerpen droppen
- vervoer post, gevaarlijke stoffen

### Sancties

- ontnemen of weigeren vergunning
  - 2x correctionele veroordeling <> luchtvaartregels
  - verslaafd aan drank/drugs
  - veroordeling voor aanslag tegen de veiligheid van de staat
- verplicht herdoen theoretisch of praktisch examen
  - schorsing (=tijdelijk) tot maximaal 60 dagen in afwachting van examen
- verplicht medische (her)keuring
- intrekking (=definitief) vergunning
  - falen medische keuring
  - falen opgelegde (her)examens
  - grove nalatigheid

EPNdB: effective perceived noise decibel (getest op 300m bij maximaal cruise vermogen)

geluidscertificaat is nodig voor luchtwaardig te zijn en mag niet vertrekken indien zwaarder beladen

<5700kg            60dB → 80dB bij 600kg → 1500kg    uitgezonderd brandbestrijding, landbouw, acro  
80dB vanaf 1500kg

>5700kg            5 categoriën (van luid naar stil) gebaseerd op 3 metingen (approach, take-off, level flight)  
schroefvliegtuigen met dit gewicht: meestal categorie 2



# CEL, MOTOR & SYSTEMEN

semi-monocoque: huid over geraamte (licht en stevig)

vleugel: langsligger (spar), in de lengte

ribben (onderling verbonden met verstijvers), dwars

stuurvlakken: kabels mogen enkel getuned worden door erkende mecaniciens  
controle kabels preflight check

trim: wormwiel naar onder, trimvlak naar onder, hoogteroer naar boven, stampen naar boven

flaps: slechts 1 motor voor linker en rechter flaps

indien kabel breekt: geen van beide flaps kan nog bediend worden (en dus geen split flap operatie)

slats: openen meestal automatisch bij lage snelheden (benaderen van stall): maximale AoA vergroten

wielen: oleo-pneumatische stut: zuiger die schokken dempt (olie en luchtdruk binnenin)  
10cm zuiger te zien, zoniet: bijpompen door mechanieker

shimmy-demper: schokken opvangen rond de verticale as (vh neuswiel), vibratie verminderen

banden: creep-mark (alineatie tussen velg en band)

remmen: hydraulische schijfremmen waarmee men ook kan sturen ("differential braking")

limit load = belasting die uitgeoefend kan worden zonder permanente vervorming te veroorzaken

normal category: 3,8G (bank angle <60°)

utility category: 4,4G (spins, bank angle >60° maar <90°)

acro: 6G

ultimate load factor = 1,5 x limit load (permanente vervormingen mogelijk maar geen breukschade)

motor - viertakt zuigermotor met schroef

- boxermotor (2x2 cilinders in horizontale vlak), "flat opposed": platte constructie

- implanting in de vleugel mogelijk

- goede koeling

- minder weerstand

- inwendige verbandingsmotor (gelijkmatige ontbranding, geen ontploffing)

**vier tijden of takten:**

- 2 omwentelingen krukas

- slechts 1 takt die arbeid levert (gedurende een ½ omwenteling)

- 4 takten, dus best 4 cilinders opdat permanent arbeid geleverd wordt

1) inlaat

inlaatklep open, cilinder vult zich met benzine/gas mengsel

2) compressie

kleppen toe, compressie mengsel en stijgen van temperatuur

3) ontbranding/arbeid

vonk thv ontstekingskaarsen en ontbranding mengsel (kleppen toe)

4) uitlaat

verdrijven van de verbrande gassen

Zowel de inlaat- als uitlaatklep openen sneller en (blijven langer toe) dan hun takt zou doen vermoeden.

De ontsteking vindt plaats net voor de zuiger op z'n hoogste punt staat: voorontsteking

**magneto's** (doel: doen ontsteken van de kaarsen)

- worden aangedreven door de motor (onafhankelijk van elektrisch circuit en/of batterij)

- handmatig starten van de schroef is mogelijk indien sleutel op BOTH/L/R

(zelfs als MASTER op OFF staat)

- twee onafhankelijke ontdubbelde circuits, die elke één van de twee kaarsen doen ontsteken

grotere veiligheid bij falen van één circuit

gelijkmatigere verbranding in de cilinderkop (2 kaarsen per cilinder)

- OFF doet de magneto aarden op de massa van het vliegtuig

indien defect zelfs ontlading mogelijk bij verwijderen sleutel!

- testen van L en R: maximaal 150 RPM verlies (bij geen enkel verlies: probleem met aarding)

**carburator** (doel: benzine en lucht mengen en verstuiven in ideale verhouding = 1/15 of 6,7%)

- regeling met mixture control (rode hendel)

- venturi veroorzaakt aanzuigen benzine doorheen de hoofdsproeier

- throttle (gashendel) doet de luchtstroom toenemen, en hiermee ook de benzine verstuiving

- traagloopsproeier verstuift benzine BOVEN de gasklep (die toe staat wanneer throttle dicht is)

- acceleratie pomp spuit extra benzine in bij (snel en volledig) openen van de throttle
- 6,7% gewicht benzine/lucht = volledige verbranding (dit is 1 op 15, = verhouding van massa's)
  - minder benzine = arm mengsel tot 5% leaning (idle cut off = motor af)
  - meer benzine = rijk mengsel tot 12,5% fully rich
- aanpassingen benzine/lucht mengsel is nodig om
  - bij hoog vermogen te koelen met een "te rijk" mengsel
  - bij hogere hoogte (>5000ft) het mengsel te verarmen want er is minder O<sub>2</sub> in de lucht
- zoeken van 1/15 verhouding 1) max. RPM zoeken of 2) hoogste EGT 3) fuel flow meter

te rijke verhouding

- ruw draaiende motor, verlies aan vermogen
- hoog brandstofverbruik, vervuiling van de ontstekingskaarsen
- loodneerslag op de zuigerkoppen en kleppen
- zwarte rook aan de uitlaat

te arme verhouding

- hoge werkingstemperatuur
- detonatie met als gevolg een ruw draaiende motor, vermogenverlies
- terugslag vlam naar de carburator (back firing)

**icing**

- tot 15 à 25°C daling
- brandstof ijs (fuel ice): door verdamping van de benzine, thv de venturi
- gasklep ijs (throttle ice): bij bijna gesloten klep (= laag vermogen, taxi) opnieuw venturi-effect
- impact ijs: onderkoelde waterdruppels (voorwaarde: precipitatie en omgevingslucht <0°C)
  - kan filter doen verstopen: carburator heat moet dan open
  - kan WEL aanwezig zijn bij fuel injection motor (fuel & throttle ice NIET)
- fuel & throttle ice kan bij temperaturen van -10°C tot 15°C, bij hoge relatieve vochtigheid
- bij verstelbare schroef zal RPM constant blijven maar de inlaatdruk verlagen

#### **carburator heat**

- verwarmde lucht in de carburator (aangezogen via alternatieve weg)
- bypass van de filter (dus gevaar aanzuigen stof en vuil)
- verminderen van het vermogen (heat doet de dichtheid van lucht dalen)
- verrijken van het mengsel
- te gebruiken voor take-off en landing (om go-around toe te laten)
- gevaar op detonatie indien vermogen zeer hoog is
- on/off situatie (nooit een beetje uittrekken tenzij carburator air temperature gekend is)
- igv aanwezige icing zal RPM na carb heat testing HOGER zijn dan voorzien

#### **fuel injection system**

- FCU = fuel control unit (spuit juiste dosering benzine naar iedere individuele cilinder)
- bij carburator: cilinders liggen op verschillende afstand van carburator zodat mengsel varieert
- motor aangedreven pomp en elektrische start pomp (voorkomen vapor lock)
- fuel pressure meter en fuel flow meter (verbruik)
- voordelen: geen fuel en throttle ice, beter motor rendement, betere versnelling vanuit traagloop
- nadelen: vapor lock kan warm starten bemoeilijken, dunne leidingen kunnen verstopen

#### **brandstof**

- *detonatie* = snelle verbranding (bijna ontploffing) NA de ontsteking
  - kan cilinder, krukas beschadigen
  - geluid is NIET waarneembaar in de stuurhut (maar doet CHT stijgen, vermogen dalen)
  - oorzaken
    - te ARM mengsel (bvb bij stijgen of bruusk openen throttle: liefst 3s)
    - NOOIT BIJ TE RIJK MENGSEL
    - te hoge inlaattemperatuur (carburator teveel gebruikt)
    - te hoge inlaattedruk en laag toerental (CSU motoren)
    - vermogen veranderen? 1) mengsel full rich

omhoog? 2) eerst RPM↑ dan 3) MAP↑  
omlaag? 2) eerst MAP↓ dan 3) RPM↓

octaangehalte van brandstof

AVGAS of 100L is lichtblauw, heeft een octaangetal van 100  
te laag: detonatie (dus verboden)

te hoog: slijtage bij langdurig gebruik (mag igv nood)

- *voorontsteking* (pre-ignition) = ontbranding alvorens de kaarsen ontstoken worden
  - bij hot spots (door loodneerslag op de cilinders, of zeer hoge CHT tgv detonatie)
  - ruwdraaiende motor, mogelijke beschadiging aan cilinders, stangen, as
  - terugslag vlam in de carburator

opmerking: detonatie kan voorontsteking veroorzaken en omgekeerd

- leidingen: zijn voorzien van filters en afzuigpunt ietwat hoger zodat bezinksel in de vleugel blijft
- ontluchting via vuldop of apart ventiel zodat drukverschillen de fuel flow niet beïnvloeden
- inhoudsmeter: vlotter die elektrische meter aanstuurt (niet betrouwbaar)
- hoogdekker: FF (fuel flow) door zwaartekracht, laagdekker: FF door brandstofpomp
- primer: bij koude motor brandstof spuiten in de inlaatcollector (door carburator te bypassen)
- aftappen van bezinksel (gecondenseerde waterdamp)
  - onderaan de vleugel
  - enkel 's morgens nodig voor aanvang eerste vlucht
  - niet nodig indien brandstoftanken luchtvrij waren de avond ervoor (volledig vol getankt)

**koeling** - 30% van vrijgekomen energie gaat naar arbeid (70% naar warmte)

- de motor koelt door
  - uitstoten warme uitlaatgassen
  - luchtkoeling over de cilinders
  - circulerende olie (dit is het belangrijkste!)
- te hoge temperatuur veroorzaakt
  - verlies aan motorvermogen
  - vermindering oliesmering (te lage viscositeit)
  - detonatie met beschadiging motor
- detectie door gestegen CHT of oil temperature
- luchtkoeling:
  - luchtstroom over de koelvinnen van de cilinders
  - take-off: hoog vermogen, lage snelheid: slechte ventilatie (warme motor)
  - descent: laag vermogen, hoge snelheid: (te) goede ventilatie (koude motor)
  - bij langdurig dalen liefst af en toe meer vermogen geven
  - cowl flaps (geopend meer lucht over de motor)
    - open bij TO: maximale koeling bij hoog vermogen en lage TAS
    - half open/dicht bij klimmen en cruise (wanneer TAS hoger)
    - dicht bij descent (vermogen laag en TAS hoog)
    - open bij final (go-around)
- piloot kan motor koelen door
  - vermogen te verminderen
  - mengsel te verrijken
  - snelheid te verhogen / openen cowl flaps

**olie** - vermindert de wrijving (en daarmee de vrijgekomen warmte)

- voert warmte af (door circulatie van motor naar koeler)
- voert vervuiling weg (filteren)
- in koude streken: liever olie met lagere viscositeit, in warmere streken: liever hogere viscositeit
- moet verder stabiel zijn (hoog ontbrandings- of vlampunt), chemisch resistent aan oxidatie
- vervangen van olie nodig om de 50 uur
- mengen van oliën (met bvb. verschillende viscositeit) mag niet

**oliecircuit** - thermostatische klep voorkomt wegvloeiën van lauwe olie naar koelere bij koude motor

- dry sump system: olie voortdurend gedraineerd naar oliereservoir
- wet symp system: motor is het oliereservoir, smering door splash
- lage DRUK tgv laag oliepeil, lek in de olieleiding
  - defecte oliepomp, blokkering overdrukklep in open stand
  - mogelijks defect meetinstrument

- moet binnen de 30s na starten "in the green" zijn, zoniet stop motor
- hoge druk (blokkage overdrukklep in gesloten stand, gevaar voor slechte smering)
- hoge TEMPERATUUR tgv laag oliepeil  
hoge werkingstemperatuur (malfunctie van de oliekoeler)  
veroorzaakt verhoogd oliegebruik, verminderd vermogen en schade a/d motor
- LAGE druk met HOGE temperatuur: zo snel mogelijk landen (= noodlanding)

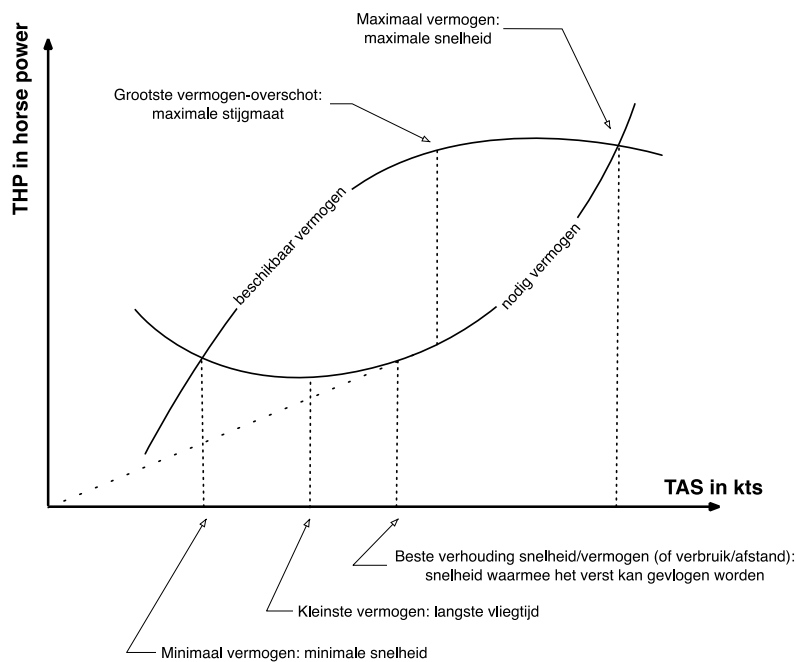
- starten**
- bij zeer koud weer olie doen circuleren door schroef 3x te roteren met de hand  
oliedruk moet na 60s (ipv 30s) normaliseren  
primer gebruiken (tot 5x)
  - indien motor verzopen throttle volledig open en mixture in idle cut off  
na starten throttle terug en mixture volledig open  
geldt zowel voor carburator als fuel injection systemen

- ruw draaiende motor**
- onevenwicht schroef RPM variëren en landen
  - ijs op de schroef verwijderen
  - ijsvorming carburator carburator heat
  - slechte dosering mengsel meestal te arm, met mixture oplossen
  - defect magneto testen en vliegen op magneto die nog werkt
  - vervuilde kaarsen mengsel verarmen en CHT verhogen

### vermogen van de motor

- BHP = brake horse power (= rempaardekracht = gemeten op de motoras)
- NRP = nominal rated power (= maximaal vermogen bij ISA voorwaarden aan maximaal RPM)  
lage dichtheid lucht (de 3 H's) vermindert het vermogen ivgl met de NRP
- THP = thrust horse power (= vermogen afgeleverd door de schroef, altijd kleiner dan BHP)  
bij lage en zeer hoge TAS is schroefrendement slecht igv schroeven met vaste stap  
remedie is een schroef met verstelbare trap  
vermogen rechtevenredig met RPM en MAP (manifold absolute pressure)  
verbruik lager bij lagere RPM (te verkiezen bij cruise)  
maar laag RPM in combinatie met hoog MAP: gevaar op detonatie!

Curve: horizontaal rechtlijnige vlucht, snelheid en (beschikbaar) vermogen



### Elektriciteit

#### Elektrische apparaten in een vliegtuig

- zijn geconnecteerd op een verzamelrail (metale stang = verdeelcentrum) of "bus bar"
- verbruiken gelijkstroom van batterij (motor uit) of alternator (motor aan)
- zijn geaard met de massa van het vliegtuig

#### **Batterij:** - 12 of 24V

- vermogen uitgedrukt in ampère/uur
- wordt opgeladen door de alternator bij draaien van de motor
- grootste depletie batterij door het starten: onmiddellijk erna laadt ze ook het meeste op
- nazicht geschiedt door mecanicien
- bij starten/afzetten motor: grote variaties in spanning  
gevoelige apparaten afzetten (radio, avionics)

#### **Alternator:**

- opwekken van wisselstroom door generator of alternator
- conversie naar gelijkstroom via diode
- klokje, Hobbsmeter, oil pressure meter, startmotor: zitten rechtstreeks op de batterij
- magneto's: zitten buiten het alternator circuit (blijven werken zolang de schroef draait)
- om batterij op te laden is hoger voltage nodig (vb. 14V alternator voor 12V batterij)
- voordelen tov generator: lichter  
constante levering spanning (ook bij lage RPM)  
weinig onderhoud
- nadelen: batterij vereist om initieel een magnetisch veld op te wekken  
indien batterij leeg: geen opladen mogelijk door alternator  
(zelfs niet als de schroef handmatig gestart wordt en de motor draait)  
uitwendig stroomaggregaat (ground service) is dan nodig
- links-zero ampèremeter (=load meter): meet het geleverde vermogen door batterij
- center-zero ampèremeter: meet de stroom van (-, links) EN naar (+, rechts) de batterij

Masterswitch (ALT/BAT): alternator ON duwt automatisch de batterij op ON (zodat ze kan opladen)  
alternator OFF kan echter met batterij op ON (enkel batterij als energiebron)

#### Fuses (doorbranden bij overbelasting) en circuitbreakers (onderbreken circuit bij overbelasting)

- 1 à 2 minuten wachten alvorens herstel circuit
- indien alsnog opnieuw uitspringen circuitbreaker: nazicht door mecanicien vereist

# INSTRUMENTEN

statische poort: atmosferische druk  
druk- of plaatsfout afhankelijk van de configuratie en snelheid  
alternatieve poort beschikbaar (met andere drukfout dan primaire statische poort)  
druk wordt gebruikt door de 1) *snelheidsmeter* 2) de *hoogtemeter* en 3) de *vario*

pitot tube: impact druk (ram pressure of dynamische druk)  
meet eigenlijk de totale druk  
pitot heat om dichtvriezen te voorkomen/verhelpen (verbruikt veel electriciteit)  
druk wordt gebruikt door de *snelheidsmeter*

## snelheidsmeter

in capsule: totale druk  
in instrumentendoos: statische druk

schaalfout	tgV constructie instrument	
druk- of plaatsfout	tgV configuratie (flaps/gear) en snelheid	CAS
dichtheidsfout	tgV variërende dichtheid lucht met de hoogte	TAS

blokkage static port: juiste snelheid zolang de hoogte niet verandert  
bij klimmen daalt de druk en schijnbaar daalt de snelheid dan  
"bevrozen" van de snelheid zolang de hoogte niet verandert

blokkage pitot tube: bij klimmen daalt de druk en schijnbaar stijgt de snelheid dan

## hoogtemeter

begrippen aneroïde capsules  
ISA (lucht droog, massa 1,225 kg/m<sup>3</sup>, zeeniveau 15°C, 1013,2hPa, 2°C ↓ elke 1000ft)

insteldruk: hoogtemeter toont het aantal voet BOVEN de ingestelde druk  
wijzers voor 100 (langst), 1000 (korter) en 10000 (kortst) voet

*"from high to low (temperature or pressure), look out below"*

instrumentfout  
druk- of plaatsfout zodanig ontworpen dat werkelijke hoogte hoger is dan aangeduid

blokkage static port: hoogte "bevroest"

## drukreferenties

QNH	druk op zeeniveau	altitude elevation
QFE	druk op ground level	height 0
QNE	hoogte in ft boven het 1013,2 hPa drukvlak (wanneer QNH niet ingesteld kan worden)	pressure altitude vliegtuig/aerodrome

**TRUE ALTITUDE = altitude<sub>QNH</sub> + ( $\Delta C_{ISA}$  x thousands x 4 ft)**

Q: what is the true altitude when flying at 4500 ft QNH when temp. is 2°C

A: expected ISA temp at 4500ft is 15°C - (4,5 x 2°C) = 6°C  
this is 4°C higher than measured (its colder than expected, so true altitude must be lower)  
true altitude = 4500 - (4 x 4,5 x 4ft) = 4428 ft

**PRESSURE ALTITUDE = QNH<sub>altitude</sub> + (1013-QNH) x 30 ft**

**DENSITY ALTITUDE = pressure altitude + ( $\Delta C_{ISA}$  x 120 ft)**

Absolute altitude = werkelijke hoogte boven de grond, afgeleid uit de true altitude

**vario** = vertical speed indicator

meet een verandering in statische druk (capsule lekt via gekalibreerd capillair buisje)  
in ft/min

in capsule: huidige statische druk  
in instrumentendoos: "vertraagde" statische druk

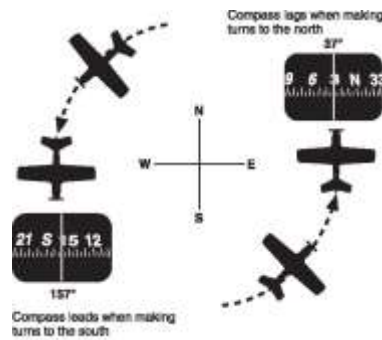
druk- of plaatsfout

bij blokkage "bevriest" de vario op 0 (ondanks dalen of stijgen)  
IVSI (of instantaneous VSI): compenseert voor vertraging met een accelerometer

### magnetisch compas

magnetische dip door convergentie magnetisch veld naar de polen  
hoe korter bij de polen, hoe sterker (quasi geen effect thv de evenaar)  
variatie/deviatie (zie navigatie)

bochtfouten	op noord-zuid as	
	vanuit N	bij inrollen toont kompas bocht in tegengestelde richting vervolgens vertraging (NORTH LAGS) tot op W of E richting om te eindigen op S: OVERSHOOT (met $\pm 30^\circ$ )
	vanuit S	bij inrollen toont kompas in dezelfde richting vervolgens voorlopen (SOUTH LEADS) tot op W of E richting om te eindigen op N: UNDERSHOOT (met $\pm 30^\circ$ )



acceleratiefouten op west-oost as: ANDS: accelerate N, decelerate S

opmerking: zowel de bochtfouten als de acceleratiefouten zijn tegengesteld in het zuidelijk halfrond

### Gyroscoepen

precessie = ten gevolge van het uitoefenen van een kracht op een roterend voorwerp ontstaat een tegenkracht  $90^\circ$  verder op de draaizin

rigiditeit - een roterend voorwerp heeft de neiging hun oorspronkelijke stand in de ruimte te behouden  
- neemt toe met de rotatiesnelheid (tot 24.000 RPM) en de massa

ophanging in 2 ramen

2 vrije assen: ramen volledig vrij; wordt niet gebruikt in het vliegtuig  
raam fixatie in verticale richting: gevoelig voor de zwaartekracht  $\rightarrow$  artificial horizon  
raam fixatie in horizontale richting: gevoelig voor richting  $\rightarrow$  heading indicator

1 vrije as: rate gyro (bochtaanwijzer)

fouten: - parasietdrift: door wrijving in het apparaat zelf  
- schijnbare drift: door de aardrotatie ( $15^\circ/u$  thv de polen,  $12^\circ$  bij ons,  $0^\circ$  thv de evenaar)  
- gimbal lock: wanneer de 2 ramen in hetzelfde vlak terecht komen (remedie: stootblokken)  
- tumbling: wanneer stootblokken eventjes alineatie voorkomen

aandrijving van gyroscopische instrumenten

door vacuumpomp (pneumatisch,  $4,5 \leftrightarrow 5,4$  inch kwik): artificial horizon en heading indicator  
elektrisch (met ON/OFF indicator op instrument als er stroom is): de rate gyro

### rate gyro of bochtaanwijzer

gebruikt precessie

meet de bochtmaat (en niet de helling: vb bocht tijdens taxi doet de turncoördinator "hellen")

clinometer:

de coördinatiekogel verplaatst zich oiv de centripetale- en zwaartekracht

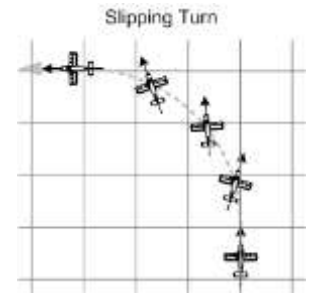
bal naar binnen de bocht → neus naar buiten → slippende bocht ("slip")

→ bochtmaat te laag → minder dan rate 1

bal naar buiten de bocht → neus naar binnen → schuivende bocht ("skid")

→ bochtmaat te groot → meer dan rate 1

correctie: "step on the ball"



### artificial horizon of kunstmatige horizon

gebruikt rigiditeit

zowel markeringen voor stampen (5-10-15-20°) als rollen (10-20-30-60-90°)

mogelijkheid tot ijken op de echte horizon met een draaiknop

### heading indicator of richtingsgyroscop

gebruikt rigiditeit

bevat regelknop voor alineatie met het kompas (enkel in straight & level flight, liefst elke 15 minuten)

gyroscopdrift: afwijkingen van 10 à 15° per uur zijn normaal

cardanfout: fout tgv het niet loodrecht staan van beide ramen: hoe groter de helling, hoe erger

### thermometers: meten van

- hoge temp.: thermo-metalenkoppel
- lage temp: elektrisch (ampère meter waarbij weerstand lager is bij hogere temperaturen)  
vloeistof expansie meter (kwik)
- olie: vloeistof thermometer met bourdonbuis (dus langer wordt igv toenemende druk)
- cilinderkop: thermokoppel
- exhaust gas temperature (EGT): thermokoppel, aan de uitlaat van de motor
  - 100°C van maximum: best *power*
  - 50°C van maximum: best *economy*

### manometers (in PSI of pounds per square inch, inch Hg of bar): meten van

- oliedruk: binnen 10s uitwijking en 30s "in the green"  
eveneens bourdonbuis
- brandstof
- inlaatdruk MAP = manifold *absolute* pressure  
bij stilstaande motor = 1013,2 hPa of 29.92 inch Hg  
MAP mag (tov RPM) nooit te HOOG zijn (gevaar detonatie)

### brandstofmeter

- hoeveelheid: vlotter die elektrisch een meter aanstuurt
- red zone vanaf 30 minuten resterende vliegtijd
- onbetrouwbaar
- fuel flow meter (brandstofstroom): in liter per uur

### toerentellers (RPM)

- kan elektrisch, elektromagnetisch of mechanisch zijn





# ATC-PROCEDURES & REGLEMENTERING

	in de lucht	op de grond
	u mag landen	take-off toegestaan
	bereid u voor om te laden	taxi toegestaan
	wijk uit voor ander vliegtuig (en blijft circelen)	stop
	land niet, vliegveld is onveilig	maak de runway vrij
	land maar en ga naar de parking	keer terug naar het beginpunt van het luchtvaartterrein
	niet landen, eerdere toestemming herroepen	

klasse	België	separatie	controle	minima
A	niet	enkel IFR toegelaten	VFR + IFR transponder	<u>zicht</u> 5 km
B	niet	iedereen van iedereen		
C	TMA, AWY, CTA	enkel VFR onderling niet (wel traffic info over andere VFR's)		
D	CTR's	enkel IFR van IFR (IFR moeten in VMC dus uitkijken voor VFR) (wel traffic info over andere VFR/IFR's)	VFR + IFR	<u>wolken</u> 1,5 km ↔ 300 m ↓
E	TMA's Lille en LX		IFR	*1
F	niet		IFR (zo mogelijk)	*2
G	<4500 AMSL		niemand	

\*1 voor landen/opstijgen/vervoegen circuit in CTR moet de wolkenbasis bovendien  $\geq 1500$  ft

\*2 indien <3000 MSL of <1000 AGL  
 zicht minimaal 1500 m  
 grond steeds te zien  
 buiten de wolken blijven  
 op voorwaarde dat IAS < 250 kts en tussen SR-30' - SS+30'

**special VFR** enkel in CTR na toelating  
 minimum 1500m zichtbaarheid  
 enkel overdag  
 enkel met radio

**nacht VFR** transponder, radio en vluchtplan vereist  
 minimaal 1500 AGL wanneer gecontroleerd  
 tussen 1000 AGL en 4500 MSL indien niet-gecontroleerd  
 cruise op FL 50 (noise abatement)

separatie (hoogte/lateraal) bebouwde kom/industrie/mensenmassa's 1300m ↔ 600m  
 elders 150m ↔ 150m

- op hoogte die de grens is tussen 2 klassen: minst stringente klasse telt  
 - longitudinale separatie meestal 20NM (bij radar 5 of zelfs 3NM)  
 - clearances: CLEARED FOR → "taxi", "take-off", "departure", "approach", "landing" ← APPROVED

**Vliegplan**  
 - verplicht bij nachtvluchten

- door gecontroleerd gebied
- boven FL660
- bij overvliegen van landsgrenzen
- aangeraden bij vliegen zonder radio en boven afgelegen gebieden (zee, ...)
- 1 plan voor elke take-off/landing

	gecontroleerd	niet-gecontroleerd
indienen vanop de grond	30' voor aanvang vlucht (sommige landen 60')	
indienen tijdens de vlucht	10' voor binnenvliegen	
geldigheidsduur	tot 30' na EOBT	tot 60' na EOBT
aanpassen EOBT	mag tot EOBT verstreken is	

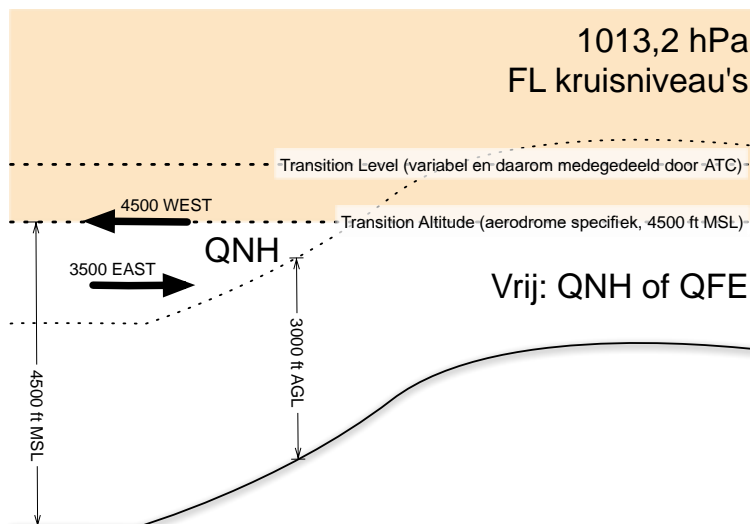
AOBT or EOBT = actual or estimated off-block time

- V voor VFR, G voor General Aviation
- DME, ADE, ILS, VOR, VHF, N(ormal), S(tandard): adf + vor + ils + vhf
- transponder: N(one), A (mode without altitude), C (mode C or S; with altitude)
- 7000 VFR      7500 hi-jacking
- 7700 in nood      7600 radio-failure

<3000 AGL: hoogtemeter instelling vrij te kiezen

>4500 MSL: hoogtemeter verplicht 1013,2 hPA

tussen 3000-4500 MSL (en indien tevens >3000 AGL): hoogtemeter verplicht QNH



#### Semi-circulair systeem

- IFR duizendtallen, VFR eindigend op 500
- indien gecontroleerd vliegen VFR's op IFR-hoogten
- ongeccontroleerd VFR: enkel 3500 en 4500 beschikbaar
- IFR tot maximaal 190
- EAST (0-179°) oneven, WEST (180-359°) even
- magnetische route