

HOE VLIEGT EEN VLIEGTUIG?



SKY SERVICE NETHERLANDS

Sky Service Netherlands BV
De Zanden 55
7395 PA TEUGE

Tel: 055-32 32 201

info@skyservicenetherlands.nl

1. HOE ZIET EEN VLEGTUIG ERUIT?

Een vliegtuig is een luchtvaartuig dat kan opstijgen omdat zijn statische vleugeloppervlakken door verplaatsing door de lucht lift opwekken. Hierdoor wordt het mogelijk gemaakt om een controleerbare vlucht te maken. Het vliegtuig blijft derhalve in de lucht doordat het voorwaartse snelheid heeft. Een vliegtuig onderscheidt zich van een luchtschip in het algemeen doordat het zwaarder is dan lucht.

Maar zoals bekend zijn er verschillende typen vliegtuigen, waarom? Het antwoord is simpel : Waar wordt het vliegtuig voor bedoelt.

Voor verplaatsing over grootte afstanden met veel vracht/passagiers aan boord worden over het algemeen grote vliegtuigen gebruikt, welke uitgerust zijn met twee of meerdere gasturbine motoren. Een voorbeeld is de Airbus A340-200.



Figuur 2.1 Airbus A340-200

Voor het recreatieve gebruik wordt er veelal gebruik gemaakt van zuigermotor aangedreven vliegtuigen van vooral Cessna. Verder wordt door bedrijven in de kleine luchtvaart (zoals Sky Service Netherlands B.V.) gebruik gemaakt van dit soort vliegtuigen voor proefvlieglessen, rondvluchten, luchtrecamevluchten en inspectievluchten voor overheidsdiensten.



Figuur 2.2 Cessna 182

Voor militaire doeleinden wordt veelal gebruik gemaakt van straal gevechtsvliegtuigen. Dit type vliegtuigen zijn enorm (bijna astronomisch!!!!) duur!!!! in ontwikkeling en onderhoud. Gevechtsvliegtuigen zijn zeer wendbare hoge snelheids (Mach 1,5 en hoger) vliegtuigen die zowel aanval en verdediging taken kan uitvoeren.



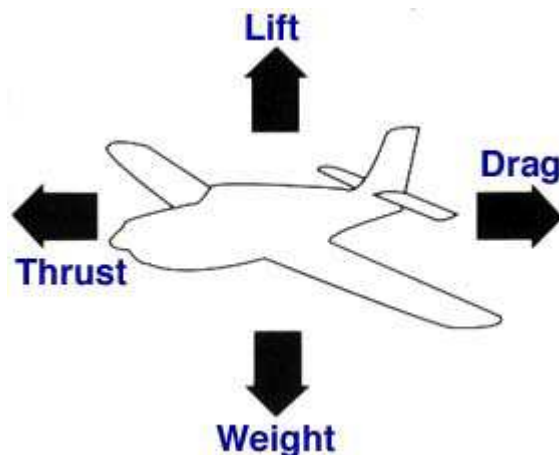
Figuur 2.3 F16-MLU

2. HOE WERKT EEN VLIEGTUIGVLEUGEL?

Om een voorwerp dat zwaarder is dan de lucht, toch te laten vliegen moet het voorwerp een kracht opwekken die groter is dan zijn gewicht. Een vliegtuig kan echter niet in de lucht drijven zoals een ballon. Daarom zijn er andere principes. Vliegtuigen en alle andere voertuigen die van vleugels zijn voorzien maken gebruik van de opwaartse druk van een draagvleugelprofiel.

Krachtenspel

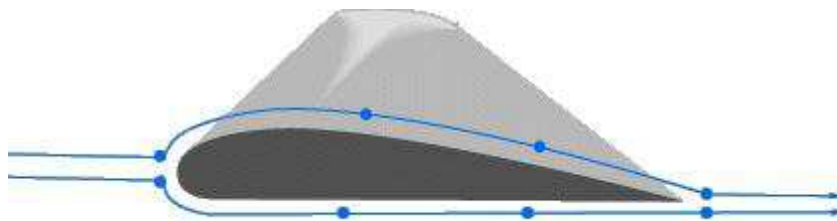
Tijdens de vlucht worden er verschillende krachten op het vliegtuig uitgevoerd. Deze krachten zijn respectievelijk de lift, massa van het vliegtuig, weerstand en voortstuwing.



Figuur 3.1 krachtenspel op vliegtuig

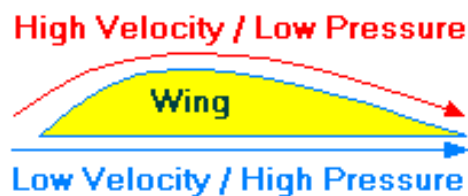
Lift

Om te kunnen vliegen moet er door de vleugel(s) een opwaartse kracht worden geleverd, ook wel lift genoemd.



Figuur 3.2 stroming lucht om vleugel

Die zogenaamde lift wordt geleverd doordat de lucht welke over de vleugel heen stroomt sneller gaat als de lucht die aan de onderkant van de vleugel stroomt. Hierdoor ontstaat er een onderdruk aan de bovenkant en een overdruk aan de onderkant van de vleugel. Dit heeft een kracht naar boven als resultaat.



Figuur 3.3 drukverdeling om vleugel

Laminair en turbulent

De stroming langs een vleugel(-profiel) zal in eerste instantie laminair zijn. Daarbij stroomt de lucht keurig in laagjes langs het vleugeloppervlak. Hoe dichters op de vleugel, hoe langzamer (gemeten vanaf de vleugel) de lucht in het laagje beweegt. Deze vorm van stroming levert de kleinste profielweerstand op. Om met minimale weerstand te kunnen vliegen en dus grote afstanden af te kunnen leggen hebben bijvoorbeeld zweefvliegtuigen een zogenaamd laminair profiel.

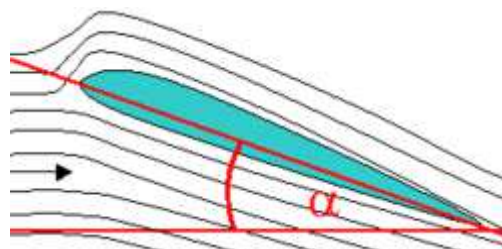
Echter laminaire stroming kan omslaan in een turbulente stroming, een stroming waarbij de deeltjes gemiddeld wel dezelfde kant op gaan, maar ook in alle mogelijke richtingen bewegen. Bij turbulente stroming is de weerstand veel groter dan bij laminaire stroming, omdat bij turbulentie de lucht wild mengt en op die manier, vanaf de grond gemeten, veel meer stilstaande luchtdeeltjes op de bewegende vleugel laat botsen dan bij laminaire stroming. Deze remmen dus de vleugel sterker af. Het al of niet hebben van een turbulente stroming rond een vleugel heeft niets te maken met wat in de volksmond turbulentie wordt genoemd. Dit is namelijk het vliegen door instabiele en dus turbulente lucht en is een meteorologisch verschijnsel.

Overtrekken

Vooral bij relatief lage snelheden en hoge invalshoeken (de hoek tussen het profiel en de luchtstroom) kan een stroming op een zeker moment niet langer het profiel volgen. De stroming laat dan los wat resulteert in een kolkende stroming boven/achter de schuinstaande vleugel. De kolkende stroming verlaagt de stroomsnelheid over de vleugel en verlaagt zo de onderdruk boven de vleugel. De vleugel verliest dus lift. We spreken in zo'n geval van een overtrokken vleugel. Een overtrokken vleugel geeft nauwelijks nog lift en veroorzaakt relatief grote weerstand. Een vliegtuig dat overtrokken raakt zal veel snelheid en hoogte verliezen. Met spreekt dan van een overtrokken vlucht of in het Engels stall. Meestal overtrekt één vleugel als eerste en dan "valt" die vleugel als eerste omlaag weg en kan het vliegtuig in een tolvlucht geraken.

Belangrijk om te beseffen is dat een licht turbulente, maar niet losgelaten stroming minder snel loslaat als een keurige laminaire stroming. Daarom zijn de meeste vliegtuigvleugels zogenaamde turbulente profielen of voorzien van verstoorers welke een turbulente stroming veroorzaken. Dit zijn de kleine vinnetjes die je meestal bovenvoor op de vleugel ziet zitten. Hierdoor wordt het moment waarop het vliegtuig overtrekt uitgesteld.

De overtreksnelheid is voor elk vliegtuig anders en wordt mede beïnvloed door de lading, de verdeling van de lading en de conditie van de vleugels (bijvoorbeeld ijsafzetting).



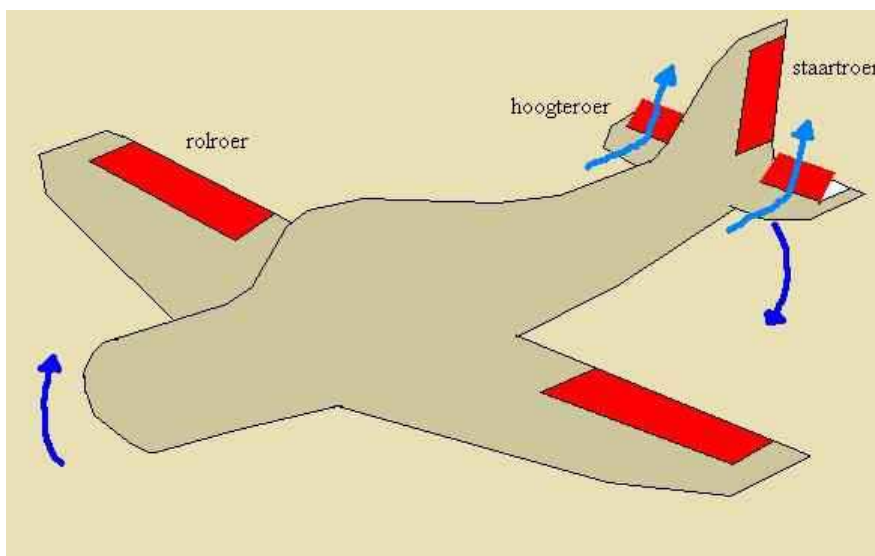
Figuur 3.4 overtrekhoek

3. BESTURING VAN HET VLIEGTUIG

De besturing van een vliegtuig gebeurt met een aantal roeren (rood): de rolroeren op de vleugels, de hoogteroeren en het staatroer. Deze regelen de luchtstroom (lichtblauw) en laten het vliegtuig draaien, hellen en klimmen/dalen (donkerblauw).

Stijgen

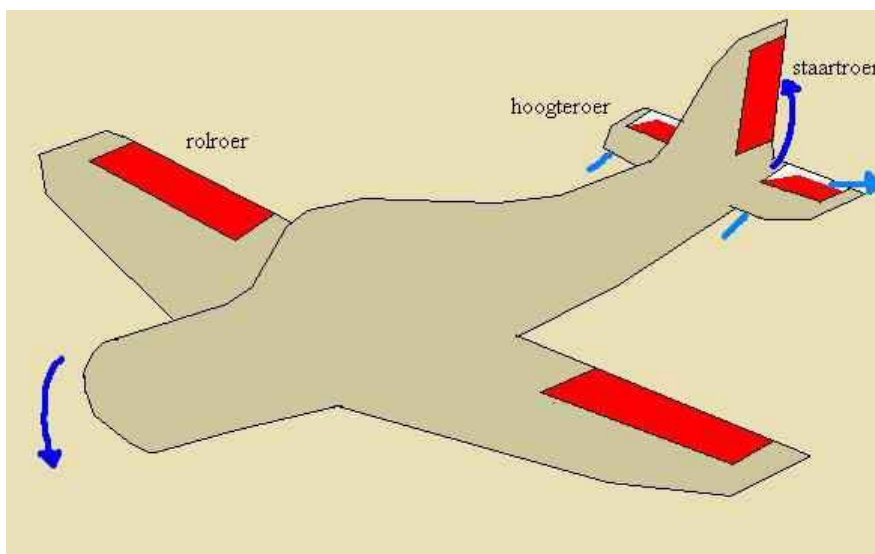
Voor het klimmen trekt de piloot de stuurknuppel naar achteren. Hierdoor draaien de hoogteroeren op de staart omhoog. De luchtstroom wordt daardoor naar boven gedruwd waardoor de druk boven wordt verhoogt. De staart wordt naar beneden gedrukt en de neus komt omhoog. Het vliegtuig gaat klimmen.



Figuur 4.1 beweging van de stuurvlakken tijdens stijgen

Dalen

Voor het dalen duwt de piloot de stuurknuppel naar voren. De hoogteroeren draaien omlaag. De luchtstroom wordt naar beneden gedrukt, waardoor de staart naar boven wordt gedrukt. De neus gaat omlaag en het vliegtuig daalt.



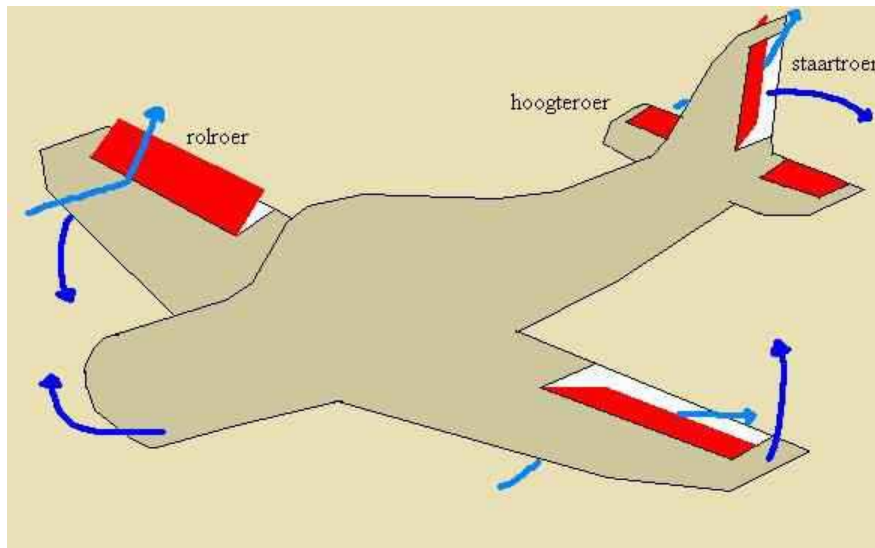
Figuur 4.2 beweging van de stuurvlakken tijdens dalen

Rollen

Bij het draaien trapt de piloot de pedalen in om het staartroer te bedienen. Tegelijkertijd beweegt hij de stuurknuppel opzij om de rolroeren te bedienen: naar rechts gaat het rechter rolroer omhoog en het linker rolroer omlaag. Hierdoor wordt de rechter vleugel omlaag gedrukt, terwijl de linker vleugel juist omhoog wordt geduwd. Hierdoor helt het vliegtuig naar rechts. Dit hellen is noodzakelijk om soepel te draaien.

Door het staartroer naar rechts te draaien wordt de staart naar links geduwd en dus de neus naar rechts. Het vliegtuig maakt een bocht naar rechts.

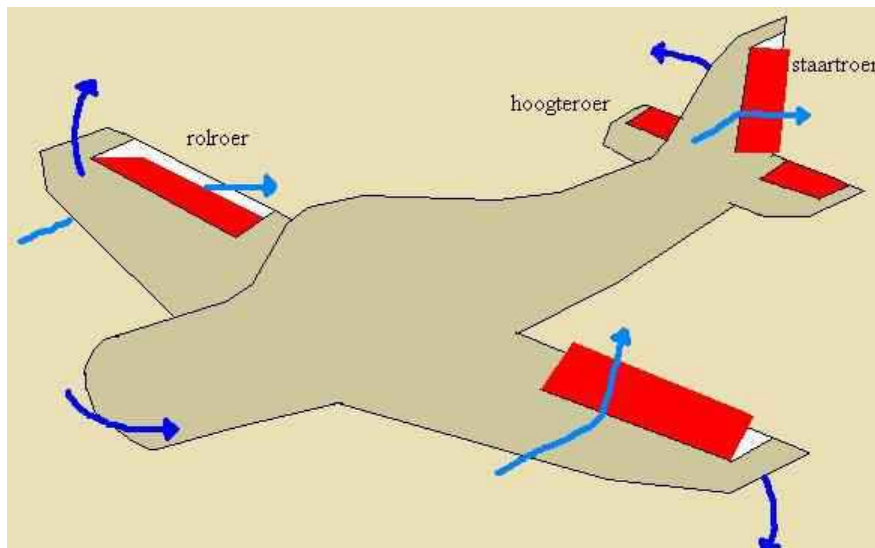
Rechts:



Figuur 4.3 beweging van de stuurvlakken tijdens rollen

Naar links is het precies andersom en helt het vliegtuig naar links.

Links:



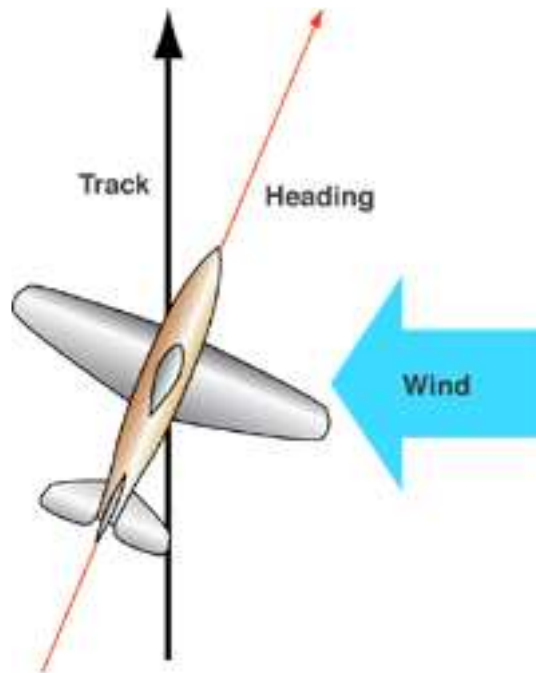
Figuur 4.4 beweging van de stuurvlakken tijdens rollen

Bij een groot lijnvliegtuig zijn de krachten op de vleugels veel groter. Daardoor hebben deze vliegtuigen een complexer systeem van roeren op de vleugels, waardoor ze de lift veel preciezer kunnen bepalen.

Effecten van de wind

Doordat een vliegtuig door lucht beweegt die zelf ook in beweging is, ontstaat een verschil tussen de koers die de piloot aanhoudt (heading) en de richting waarin het toestel vliegt (track). De illustratie laat dit verschil zien.

Ook ontstaat een verschil tussen de snelheid ten opzichte van de omringende lucht (de zgn. Airspeed) en de snelheid ten opzichte van de grond (de zgn. Groundspeed). De eerste is nodig om veilig te kunnen vliegen, de tweede om te weten waar men zich bevindt en waarheen het vliegtuig zich beweegt.



Figuur 4.5 effecten van de wind

Door middel van het voetpedaal kan het rudder worden bedient om zo de koerscorrectie uit te voeren.

5. Vliegtoeginginstrumenten

Een handig hulpmiddel tijdens het besturen van een vliegtuig zijn de vliegtuig instrumenten.

Hieronder staat een duidelijk overzicht van de cockpit van een Cessna C172 propellervliegtuig.



Figuur 6.1 Cockpit Cessna 172

Basic six

De belangrijkste vlieginstrumenten in een vliegtuig worden ook wel de BASIC SIX genoemd.



Figuur 6.2 Basic six

- hoogtemeter;
- snelheidsmeter;
- verticale snelheidsmeter;
- kompas;
- kunstmatige horizon;
- bochtanwijzer.

Hoogtemeter:

Een hoogtemeter is een instrument dat de hoogte boven het aardoppervlak aangeeft.



Figuur 6.3 Hoogtemeter

Werking:

In zijn eenvoudigste vorm bestaat een hoogtemeter uit een barometer met een schaalverdeling die de hoogte aangeeft. Daarbij wordt gebruikgemaakt van het feit dat de luchtdruk afneemt wanneer de hoogte toeneemt. De lucht wordt ijler naarmate men hoger is; de luchtdruk neemt op zeeniveau met ca. 1 hectoPascal (millibar) af voor iedere 8,2 meter dat men stijgt.

In de luchtvaart gebruikt men hoogtemeters die de hoogte aangeven volgens een rekenkundig model: de International Standard Atmosphere (ISA). De hoogte wordt internationaal aangeduid in voeten ten opzichte van zeeniveau. Omdat de aanwijzing van een hoogtemeter varieert met luchtdrukverschillen, is een instelling op de hoogtemeter aangebracht die door de piloot op de juiste luchtdruk wordt ingesteld. Deze wordt door de luchtverkeersleiding doorgegeven. Dat kan lokaal zijn op een luchthaven. Daarnaast worden de 'regional QNH' doorgegeven door Amsterdam Information en door Dutch Mil. Nederland is daarvoor in 4 gebieden verdeeld.

De aanwijzing is ook afhankelijk van de temperatuur. Hierdoor is de aanwijzing van een barometrische hoogtemeter soms minder nauwkeurig dan men zou willen. Ook is het zo dat luchtdrukvariaties ook meetfouten veroorzaken, hierom moet een barometrische hoogtemeter zo vaak als mogelijk "gelijk gezet" worden.

Als een vliegtuig (veel) hoger vliegt dan het hoogste punt in de omgeving, is het minder belangrijk om precies de vlieghoogte te weten. In plaats daarvan wil men zeker weten dat men niet op dezelfde hoogte vliegt als de andere vliegtuigen in de omgeving. Nu zou het kunnen gebeuren dat vliegtuigen vanuit verschillende vliegvelden met een verschillende hoogtemeterinstelling vliegen. Vliegtuig A vertrekt vanuit een lagedrukgebied, met 1000 hPa, en vliegtuig vanuit een hogedrukgebied met 1020 hPa.

SKY SERVICE NETHERLANDS

Het ingestelde verschil is dan 20 hPa is, dus geven de meters een hoogteverschil ten opzichte van elkaar aan van 600 voeten. Maar dat komt alleen door de instelling. In werkelijkheid vliegen ze even hoog.

Vandaar dat boven een bepaalde hoogte (in Nederland 3500 voeten) de hoogtemeter wordt verdraaid tot de standaard druk op zeeniveau: 1013.2 hPa. Iedereen heeft nu hetzelfde ijkpunt. Dat vliegtuig A dan in werkelijkheid niet op 5000 voeten vliegt, maar bijvoorbeeld op 5300 voeten, is niet erg. Je 'tegenligger' meldt dat hij volgens zijn meter, met de standaard luchtdruk op 5500 voeten vliegt. Dus een veilig verschil van 500 voeten. Dat hij in werkelijkheid ook 300 voeten hoger vliegt dan de 5500 voeten op zijn meter, is niet erg. Het verschil, de zogenaamde 'separatie' is in orde.

Snelheidsmeter:

De snelheidsmeter in een vliegtuig is een meetinstrument dat de vliegsnelheid ten opzichte van de omringende lucht meet (IAS: indicated airspeed). De snelheid wordt weergegeven in knopen (Engels: knots).



Figuur 6.4 snelheidsmeter

Een snelheidsmeter meet het drukverschil tussen de energiedruk enerzijds en de statische druk anderzijds.

- Op de meter is een witte, gele en groene band aangebracht en een rood merkteken.
- Rood merkteken: De piloot mag nooit zo snel vliegen dat hij over dit merkteken gaat.
- Gele lijn: De hoogste snelheid in dit bereik is alleen toegestaan als er geen turbulentie is en er mogen alleen kleine roeruitslagen gemaakt worden, omdat deze anders beschadigd raken.
- Groene lijn: Deze geeft het bereik aan van de snelheid bij normaal vliegen met de kleppen (Engels: flaps) en het landingsgestel ingetrokken tot de snelheid bij het begin van de gele lijn.
- Witte lijn: Het bereik van deze lijn gaat vanaf de snelheid met kleppen uit tot de maximum snelheid met kleppen uit en overlapt gedeeltelijk met de groene lijn. Wordt er te langzaam gevlogen, dus buiten de witte lijn, dan raakt het vliegtuig overtrokken en zal het naar beneden vallen.

Bij vliegen op een hoogte met een hoge luchtdruk en dus grote luchtdichtheid wijst de snelheidsmeter een lagere snelheid aan dan die het vliegtuig werkelijk vliegt (TAS). Uit aërodynamisch oogpunt wijst de snelheidsmeter ook dan de goede snelheid aan.

Verticale snelheidsmeter:

De variometer (Engels: *Vertical Speed Indicator*) is een meetinstrument dat de stijg- en daalsnelheid van een vliegtuig meet. Wanneer een vliegtuig stijgt, beweegt het zich naar een hoger niveau, waar de luchtdruk lager is. Op basis van deze luchtdrukverandering geeft de variometer aan of en in welke mate het vliegtuig stijgt of daalt. De toe- of afname van de hoogte van het vliegtuig wordt doorgaans uitgedrukt in voet per minuut of meter per seconde.



Figuur 6.5 verticale snelheidsmeter

Kompas:

Een kompas is een navigatie-instrument om de richting ten opzichte van het noorden te bepalen. Het traditionele magnetische kompas bestaat uit een vrij opgehangen magneet, die zich onder invloed van het aardmagnetisch veld in een bepaalde richting opstelt, waardoor het mogelijk wordt om het magnetisch noorden (Nm) (of het zuiden (Sm)) aan te wijzen.

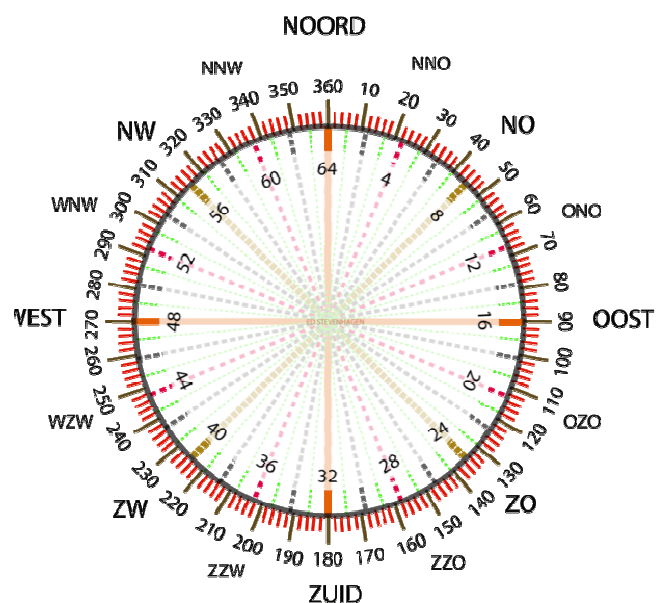
Werking kompas:

Oorspronkelijk werd de cirkel in vieren, achten, zestienen, 32'n gedeeld waarbij de richting volgens een vast systeem werd aangeduid: tussen noord en oost kwam noordoost, tussen noord en noordoost noord-noordoost, tussen noord en noordnoordoost noordnoordoost ten noorden, tussen noord en noordnoordoost ten noorden kwam noordnoordoost ten noorden noord, etc. Op dit punt is de kompasroos in 64 delen verdeeld en voldeed daarmee aan de toenmalige behoefte om de koers te bepalen.

De huidige kompassen zijn voorzien van een indeling in 360 graden, en algemeen worden de vier hoofdstreken Noord Oost Zuid en West door een letter aangegeven.

De hoofdstreken:

- Noord 0°
- Oost 90°
- Zuid 180°
- West 270°



Figuur 6.6 werking kompas

Kunstmatige horizon:

Een kunstmatige horizon (engels: Attitude Indicator) is een instrument in een vliegtuig, waarmee de piloot snel kan overzien wat de stand van het vliegtuig ten opzichte van de horizon is, ook wanneer de horizon zelf door mist of wolken niet te zien is. Het is van groot belang om op ieder moment te weten wat de stand van het vliegtuig is, zodat op ieder moment de piloot de juiste beslissingen kan nemen. De kunstmatige horizon wordt door een gyroscoop gestuurd.



Figuur 6.7 kunstmatige horizon

Bochtaanwijzer:

De bochtaanwijzer geeft simpel gezegd aan hoe het vliegtuig gedraaid is ten opzichte van de langsas. Dit kan een handig hulpmiddel zijn met het maken van een bocht en het horizontaal laten vliegen van het vliegtuig.

BELANGRIJK OM TE WETEN, LEZEN VOOR DE VLUCHTUITVOERING

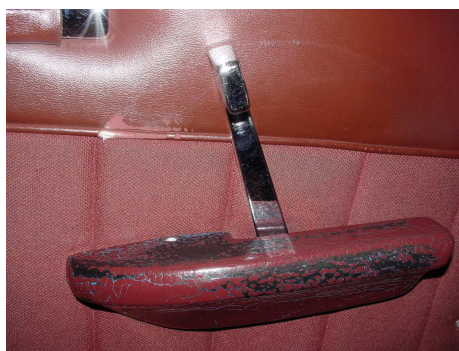
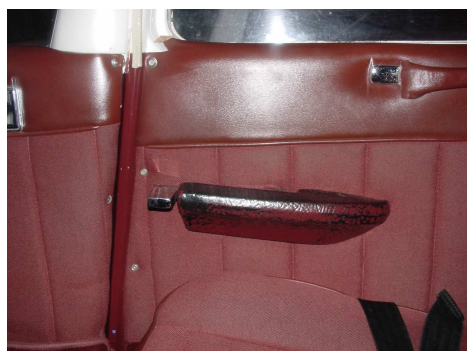
- Volg de aanwijzingen op van uw vlieger/instructeur
- Verboden te roken, in het vliegtuig, in de hangaar en op het luchthaven terrein
- Gordels voor en achter vast, voor ook schoudergordel
- Deuren tijdens het vliegen niet ontgrendelen
- Besturingsorganen alleen bedienen op aanwijzing van uw instructeur/vlieger
- Geen gevaarlijke goederen mee aan boord en/of wapens
- In het bezit zijn van een geldig identiteitsbewijs
- Per zitplaats mag er slechts een persoon plaats nemen
- Niet drinken/eten tijdens de vlucht
- Fotograferen, filmen etc toegestaan mits het voor privé doeleinden gebruikt wordt
- Wanneer u op doktersadvies niet mag vliegen dan vliegt u op eigen risico mee.
- Nooit aan de propellor komen
- Verboden in- en uit te stappen met draaiende motor
- **Het maximale gewicht van 3 passagiers in een 4 persoons vliegtuig mag niet meer zijn dan 225 kg.**
- **Het maximale gewicht van 1 passagier in een 2 persoons vliegtuig mag niet meer zijn dan 95 kg.**

WAAR KUNT U DE BRANDBLUSSER VINDEN EN HOE WERKT DIE?



Onder de linkervoorstoel treft u de blusser aan en de werking van de blusser vindt u op het apparaat zelf.

HOE OPENT U DE DEUR ?

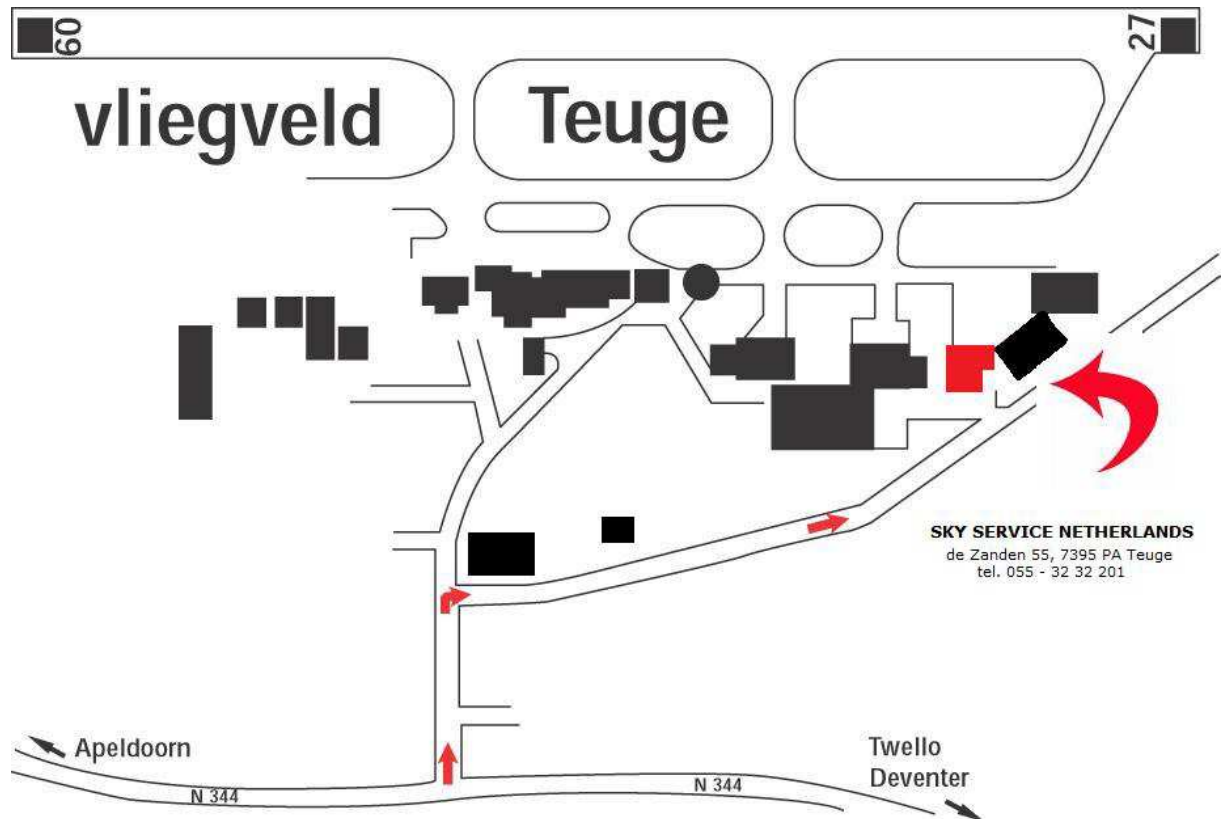


Op plaatje links is de deur gesloten, door de hendel omhoog te trekken en de deur naar buiten te duwen opent u de deur, zie plaatje rechts.

PLAATS VAN DE VERBANDTROMMEL

Deze treft u achterin het vliegtuig aan in de bagageruimte. Te bereiken over de achterstoelen.

SKY SERVICE NETHERLANDS



WWW.KADOVLIEGGLESEN.NL

Sky Service Netherlands BV
De Zanden 55
7395 PA TEUGE

Tel: 055-32 32 201

info@skyservicenetherlands.nl