Vliegen **Deel 2**

Nadering en landing: Seattle-Tacoma Rwy 34R naar Renton Mun. Rwy 33 (FS9)
We maken het ons gemakkelijk; Seattle-Tacoma 34R is de startpositie van de default vlucht van FS9. We vliegen dit dan ook met de Cessna 172 die daar op deze vlucht al staat.
Eerst de planning: Op FSNavigator zien we dat Renton een Rwy 33 heeft, met een aanvliegkoers (Rwy heading) van 334 graden. Renton heeft een NDB (RNT – 353 KHz) dat we voor orientatie kunnen gebruiken. Dit baken staat al ingesteld in deze vlucht, dus we kunnen zo weg.

Om een beetje de ruimte te hebben, zullen we van Seattle opstijgen, op 500 voet boven het veld een linkerbocht maken naar 160 graden, terwijl we naar 1500 voet klimmen.

Dan na 1 minuut op die koers een linkerbocht naar 080 graden (zelfde hoogte) en die koers aanhouden tot de naald van de ADF het baken van Renton dwars van ons ziet (W). Dan draaien we naar het noorden, maar houden Renton NDB nog 20 graden links, tot we mooi in het verlengde van de baan zijn.

Van daar af doen we de nadering en landing.

We staan klaar voor vertrek op Seattle-Tacoma Rwy 34R. Deze runway ligt op 450 voet hoogte. Geen flaps. Throttle helemaal naar voren, beetje rechts voetenstuur, snelheid laten oplopen tot 55 kts, stick naar je toe en los.

Klim met 80 knopen rechtuit naar 950 voet, en begin daar een linkerbocht, maar blijf doorklimmen naar 1500 voet. Ga naar koers 160 graden. Trim af. Laat snelheid toenemen tot 100 knopen. Trim af. Links zit de stopwatch; tel 1 minuut af, en draai dan naar links, nieuwe koers 080 graden. Zelfde hoogte.

We vliegen met die 80 graden een koers die ongeveer dwars staat op de baan waarop we straks willen landen, m.a.w. deze koers brengt ons in het verlengde van de landingsbaan. We zouden die omweg kunnen afsnijden door alvast een koers van (bv.) 50 graden aan te houden, maar om straks niet te veel dingen tegelijk te hoeven doen, maken we het laatste traject voor de landing wat langer. We hebben dan de baan voor ons, en kunnen ons concentreren op hoogte en snelheid.

De gele wijzer van de ADF geeft aan dat we Renton NDB links nu dwars hebben. (omdat de schaal van de ADF niet op onze eigen koers gezet hebben, zegt de aanwijzing “W” helemaal niets)
We beginnen een linkerbocht naar het noorden (360). In de verte is Renton al zichtbaar (gele pijl)

Als de runway beter zichtbaar wordt, kan je zien dat we nog even links van “recht voor de baan” zitten. Op de ADF (die nu wel goed ingesteld staat op onze koers van 360) zien we Renton NDB op 340 gr., terwijl de Runway heading 334 is. We zijn er dus bijna.
Straks dalen met flaps, dus nu vast gas minderen en de snelheid laten dalen tot 90 kts. (witte zone)
Throttle naar 1500 RPM, deze hoogte nog vasthouden. Door het gebruik van de flaps komt de neus wat lager, zodat we straks ook beter zicht op de baan hebben.

We zitten nu recht voor de baan. RPM = 1500, snelheid verminderd tot 70 kts, 10 graden flaps.
We dalen met bijna 500 voet/minuut. Dat we op het goede glijpad zitten, vertelt ons de VASI
(1 rood-1 wit licht = OK, 2 wit is te hoog, 2 rood is te laag)

Snelheid 60 kts, 20 graden flaps, daalsnelheid constant, hoogte goed. Neus iets rechts van de as van de runway, anders drijven we naar links af. Kennelijk hebben we een beetje zijwind van rechts. Straks op het laatste moment voor de landing dus wat links voetenstuur geven, om weer netjes uitgelijnd op de baan te komen.

Dit is het moment om je snelheid goed in de gaten te houden!
Als de lengte van de runway het toelaat, is het veilig om niet al te dicht op je overtreksnelheid te gaan zitten. Zo'n 10 knopen er boven is prima. Maar met flaps op 20, dadelijk 30 graden zakt je snelheid als de spreekwoordelijke baksteen (die we liever niet nadoen).
In dit stadium regel je je snelheid met je neusstand, en je hoogte met het gas.

Dus:
Te langzaam ? Neus lager, gas bijgeven, daarna pas optrekken.
Te laag ? Gas bijgeven, snelheid controleren, pas daarna optrekken.
Te hoog? Gas dicht, sneller dalen, maar snelheid mag niet te veel oplopen!
Te snel? Neus omhoog, minder gas.
Te hoog en te snel? Missed Approach. Ga maar rond, en probeer het opnieuw.

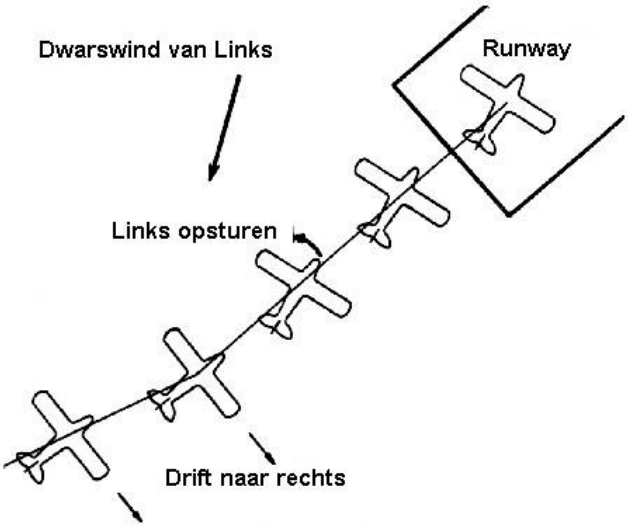
Flaps naar 30. Bijna op de runway. 'n Beetje links voetenstuur, stick terugtrekken om af te vangen (flare) gas dicht. We zijn er. Die flare, waarbij je de daling afremt door de invalshoek te laten toenemen, maar tegelijk de snelheid laat dalen zodat je kalm op de runway zakt, gaan we nader bekijken.

= = = =

Landing bij zijwind

Tijdens de eindnadering is de neus hier links naar de wind gedraaid om de drift te compenseren. Vlak voor de landing wordt rechts voetenstuur gebruikt om ons recht in één lijn met de as van de landingsbaan te brengen.

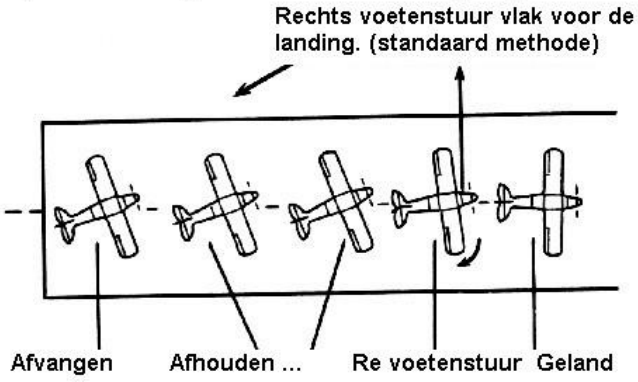
Zo lang de dwarswind niet te sterk is, kan dat best, want voor we teveel gaan afdrijven, staan we al aan de grond.



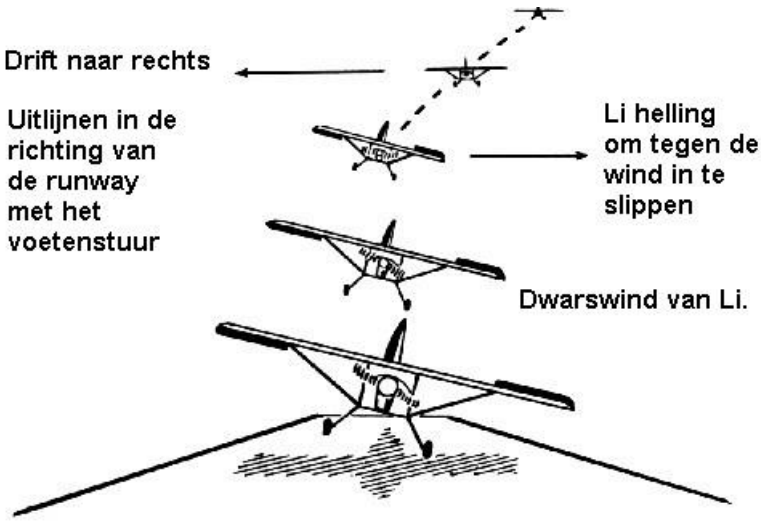
Landing bij dwarswind van links. Eerst opsturen zodat de runway in het verlengde van de as wordt aangevlogen...

Bij een wat sterkere dwarswind doen we dat anders:
We corrigeren onze uitlijning met de as van de baan weer met het voetenstuur, maar om de zijdelingse drift door zijwind te compenseren, wordt tegelijkertijd een helling naar links gegeven, we slippen dus tegen de wind in.

Het linkerwiel raakt de runway eerder dan rechts, maar dat is niet erg zolang we niet zijdelings bewegen.



Als de dwarswind niet te sterk is, kan dit. De wind krijgt geen tijd om het vliegtuig drift naar rechts te geven.



Landing bij dwarswind. Gebruik van sideslip om de drift door de wind op te heffen.

De instrumenten nader bekeken (Zie ook dl. 3, Navigatie)

De Hoogtemeter
Wanneer we het over hoogte hebben, merk je dat er in de luchtvaart 4 termen worden gebruikt: Altitude, Flight Level, Height, en Elevation.

De term Altitude wordt gebruikt om de hoogte van een vliegtuig aan te geven. Die hoogte wordt uitgedrukt in voeten boven gemiddeld zeenivo (MSL) Omdat de luchtdruk veranderlijk is, moet de nulstand van de hoogtemeter instelbaar zijn om te voorkomen dat de meter verkeerd aanwijst. De gemiddelde druk op zeenivo voor een bepaald gebied wordt aangegeven als QNH; die stel je op het vliegveld van vertrek op je hoogtemeter in, in HectoPascal (Europa) of inches kwikdruk (USA) waarna de meter laat zien hoe hoog je boven zeenivo bent (dus hoe hoog dat veld boven zeenivo ligt) (Je kan naar de ATIS luisteren om die QNH te horen)

Boven een bepaalde overgangs-hoogte is de kans dat je door een verkeerde hoogtemeter instelling ergens tegenaan vliegt zo klein geworden, dat je je kan veroorloven om alle hoogtemeters van alle vliegtuigen op de zelfde standaardwaarde in te stellen.
Ze hoeven dan tijdens een vlucht naar een gebied met een andere barometerstand hun hoogtemeter niet meer bij te stellen, en je weet meteen zeker dat 2 vliegtuigen die volgens hun hoogtemeter op 20000 voet zitten ook echt de zelfde hoogte hebben. Of dat dan precies 20000 voet boven zeenivo is, is niet belangrijk meer, de betrouwbare meting van hun onderling hoogteverschil is wat telt om botsingen in de lucht te voorkomen.

De overgangshoogte (Transition Altitude) waarbij de hoogtemeter naar die standaardwaarde wordt omgezet, is verschillend over de wereld. In Nederland 3000 - 3500 (IFR-VFR) voet, elders hoger, in USA 18000 voet. Boven die transition altitude staan alle hoogtemeters gelijk (je leest ook wel dat de meter "pressure altitude" geeft), dat is op 29,92 inch kwikdruk (USA) gelijk aan 1013,2 hPa (Europa) voor MSL (mean sea level = gemiddeld zeenivo) In de FS stel je dat in door op de B toets te drukken.

Boven die Transition Altitude wordt ook niet meer in voeten gemeten maar in Flight Levels, waarbij je deelt door 100. Dus FL 80 = 8000 voet, FL 320 = 32000 voet etc.

Bij de daling (als je in Flight Levels rekent) moet je bij een bepaalde FL weer terug naar de QNH instelling. Je moet dan weten wat het Transition Level is (het FL waarbij je op QNH overgaat) en wat de QNH op die plaats is. Het transition level verandert, want het is afhankelijk van de barometerdruk. Die gegevens beluistert de piloot via de ATIS (Automated Terminal Information Service) Bij ons ligt dat meestal rond de 45, dus tijdens onze daling als de hoogtemeter FL 45 = 4500 voet aangeeft, draaien we de instelknop weer van 1013.2 of 29.92 naar de opgegeven QNH toe.

Men spreekt van Elevation als de hoogte van een veld of object (toren, zendmast) boven MSL bedoeld wordt. Op een veld met een Elevation van 17 voet (dat is dus boven zeenivo) wijst mijn goed ingestelde hoogtemeter dus een Altitude van 17 voet aan !

De algemene term Height wordt minder gebruikt, soms als toch al duidelijk is wat bedoeld wordt; bv. in de term Decision Height = beslissingshoogte boven het veld. Waar verduidelijking nodig is wordt AGL (Above Ground Level) of MSL (boven Mean Sea Level) toegevoegd.

We hebben in een vliegtuig 2 soorten hoogtemeter: de "gewone" hoogtemeter, die eigenlijk een barometer, dus drukmeter is, en de radar hoogtemeter, ook wel radar-altitude of Radalt genoemd.

De radarhoogtemeter werkt met teruggekaatste radiogolven van zeer hoge frequentie, en geeft dus de hoogte boven het terrein aan. Het bereik is meestal beperkt, ze beginnen vaak pas beneden 10000 voet of minder iets aan te geven. De kleur van de display bij sommige digitale meters verandert naarmate je lager komt. Meestal kan de decision height worden ingesteld, de hoogte boven het terrein waar je moet beslissen of de landing kan worden voortgezet of moet worden afgebroken. (bv. doordat je de landingsbaan nog steeds niet ziet) Je krijgt daar dan een waarschuwing te horen.

De "gewone" hoogtemeter bestaat in verschillende vormen, met 2-3 wijzers (oud) of met een trommel voor de 100-tallen en een wijzer voor de 10-tallen voeten, of variaties daarop.

Er is altijd een knop om de QNH in te stellen, en je kan in het FS menu bij "realism" of "instruments" instellen of je milliBar/ hectoPascal dan wel inches kwikdruk wil zien.

.

Snelheidsmeter (ASI = AirSpeed Indicator) Geeft snelheid t.o.v. de omringende lucht aan, uitgedrukt in knopen (knots). 1 knoop = 1 zeemijl (nautical mile) per uur. = 1,852 km/u. Op kaarten is de afstand tussen 2 breedtecirkels die 1 boogminuut (1/60 graad) van elkaar liggen, precies 1 zeemijl. (gemeten langs een meridiaan)

Door de voorwaartse beweging van het vliegtuig wordt lucht samengeperst in een vooruit gericht open buisje, de Pitotbuis. De snelheidsmeter geeft het drukverschil tussen deze druk, en de druk van de omringende, niet samengeperste lucht. Hoe hoger de snelheid, hoe groter dit drukverschil.
Maar: hoe hoger je komt, des te lager de luchtdruk, en des te lager de dichtheid (= massa) van de lucht. De snelheidsmeter geeft dan een te lage waarde aan, de werkelijke snelheid t.o.v. de omringende lucht is dan veel hoger.

We spreken daarom van de IAS = Indicated Air Speed (aangegeven luchtsnelheid), in tegenstelling tot de TAS = True Air Speed of ware luchtsnelheid. De IAS moet ook voor de luchttemperatuur gecorrigeerd worden (hoe kouder de lucht is, hoe dichter) maar deze CAS (corrected airspeed) wordt in FS niet gebruikt.
De TAS kan je berekenen uit de IAS door aan te nemen dat de snelheidsmeter per 1000 voet hoogte ongeveer 2 % te laag aanwijst. De FS geeft je onder 'preferences' de gelegenheid in te stellen of je IAS of TAS op de meter wil hebben.

De snelheid t.o.v. het aardoppervlak is afhankelijk van TAS en de beweging van de luchtmassa om het vliegtuig heen ten opzichte van het aardoppervlak, dus de windsnelheid. Deze kan door grondstations wel gemeten en/of geschat worden, maar zal in de praktijk vaak toch afwijken van de opgave. De snelheid over de grond (grondsnelheid, groundspeed) is vaak af te leiden uit het passeren van bakens en waypoints. Ook geven VOR bakens met DME (Distance Measuring Equipment) continu de afstand tot de VOR door, zodat in het vliegtuig de ontvanger niet alleen die afstand kan weergeven, maar daaruit meteen de snelheid naar/van het baken berekent en laat zien.
Satelliet navigatie maakt nu natuurlijk veel nauwkeuriger berekeningen mogelijk.

Behalve IAS of TAS krijg je het Mach Number te zien, de verhouding tussen de snelheid van het vliegtuig (meestal een jet) en de snelheid van het geluid op die hoogte (de geluidssnelheid is nl. ook afhankelijk van de dichtheid van de lucht, en op grote hoogte is de geluidssnelheid lager, dus zal je eerder een hoog Mach getal bereiken).
In de grote luchtvaart wordt dit vaak gebruikt, omdat het van belang is voor economisch vliegen.
Een 747 klimt dan bv. met mach 0.75 naar flight level 330, en houdt een kruissnelheid van bv. Mach 0,80 aan.

Belangrijke snelheden (naderingssnelheid, landingssnelheid, overtreksnelheid) zijn meestal aangegeven als IAS. De oranje en rood aangegeven zones op de snelheidsmeter mogen nooit overschreden worden.

Stijg- en daal snelheidsmeter (Vertical speed indicator, VSI) Deze meter geeft de hoogteverandering, ofwel de verticale stijg- of daalsnelheid aan in 100-tallen voeten/minuut. De meter reageert dus op snelle veranderingen van luchtdruk als gevolg van klimmen of dalen. Voor het waarnemen van dgl. veranderingen is tijd nodig, dus de meter reageert altijd wat vertraagd. Hij is daarom niet geschikt om je bediening van het hoogteroer op af te stemmen, want dan hobbel je constant achter de feiten aan. (omhoog - omlaag - omhoog - omlaag etc.) Wel is deze meter prima als controle op je klim- of daalsnelheid bij aanhoudende stijging of daling, en natuurlijk in kruisvlucht.

Bocht- en slip aanwijzer (Turn- and slip indicator) Deze heeft 2 onderdelen:
De bochtaanwijzer is een klein vliegtuigje dat naar rechts- of links helt om een rechter- of linkerbocht aan te geven. De meter geeft <u>niet</u> de helling van het vliegtuig aan; alleen de draaiing in het horizontale vlak. Dus: als je al taxi-end op de grond een bocht draait, slaat de meter ook uit. Het streepje geeft aan wanneer een 'rate one' bocht gemaakt wordt; dat is een bocht van 360 graden in 2 minuten.

De slipindicator geeft aan of een bocht 'gecoördineerd' is of niet; dwz of bij de bocht zoveel helling is gegeven dat voor je gevoel de zwaartekracht je recht omlaag in je stoel duwt.
Als het balletje naar rechts of links uitwijkt, moet je meer voetenstuur geven naar rechts resp. links (kick the ball !)

De FS staat bij installatie meestal op 'coördinated flight', waarbij rolroeren en richtingroer gekoppeld zijn, en de bal dus altijd netjes in het midden blijft. Met de joystick of de 4-6 toetsen van je keypad bedien je dan beide roeren tegelijk.
Heb je daarentegen een joystick met 4 assen of een yoke, wen je dan zo snel mogelijk aan om die auto-coördination uit te zetten. Veel leuker, en landingen bij zijwind zijn dan alleen goed te doen.

Koerstol (Heading indicator = directional gyro) Dit instrument neigt er toe zijn orientatie in het horizontale vlak steeds vast te houden, d.w.z. eenmaal in een bepaalde richting gezet, blijft het die aanwijzen.
Het basisinstrument voor onze orientatie is natuurlijk het magnetisch kompas, dat steeds het magnetische noorden aangeeft. Dit kompas heeft echter in de praktijk een paar nadelen; zo is het in een schommelend, hellend en versnellend-vertragend vliegtuig moeilijk af te lezen, en bovendien wijst het onder die omstandigheden vaak verkeerd.

Door de kompas aanwijzing op de grond over te nemen op een koerstol heb je gedurende de vlucht een instrument dat veel gemakkelijker af te lezen is, en betrouwbaarder.
Wel heeft het de neiging om wat te verlopen, dus af en toe moet het weer met het magnetisch kompas worden gelijkgezet. Je kan dat dan op een geschikt moment doen, lieftst tijdens rustig rechtuit vliegen. Bij de FS doe je dat door op de D te drukken (het kan ook automatisch, zie menu realism).
Moderne (grote) vliegtuigen meten met een electronische sensor de richting van het aardmagnetisme, en brengen dat over op de koerstol. Die sensor zit dan ergens in een vleugelpunt, zo ver mogelijk van storende invloeden. De koerstol verloopt dan dus ook niet meer.

Koers, Course, Heading….
We onderscheiden verschillende soorten 'koers' in het Nederlands; in het Engels zijn hier verschillende woorden voor, vandaar dat ik deze wat duidelijker termen in het komende voorbeeld eerst zal gebruiken.

We vliegen over Hoogeveen, en het magnetische kompas wijst net als de koerstol precies 60 graden aan.

- Ik vlieg nu een compass heading (kompaskoers) van 60.

Het kompas heeft een kleine aanwijsfout, de deviatie, die typisch is voor dit kompas in dit vliegtuig; de fabrikant leverde een tabel mee waar deze fout op staat. Deze deviatie speelt in FS geen rol. Alle magnetische kompassen zijn hier perfect, en dus: mijn magnetische koers = kompaskoers. Ik vlieg dus een magnetic heading (magnetische luchtkoers) van 60 t.o.v. het magnetische noorden.

Op mijn kaart staan meridianen getekend die gericht zijn op het aardrijkskundige noorden. Het magnetische noorden ligt echter niet op de noordpool, maar ergens in noord Canada. Het magnetische noorden ligt dus niet in de zelfde richting als de noordpool; hier in Groningen is dat 1 graad meer naar het westen. We noemen dit een variatie van 1 graad west. Deze variatie, het verschil tussen magnetic heading (magnetische luchtkoers) en true heading (ware luchtkoers) is dus gelijk aan het verschil in graden tussen het ware noorden en het magnetische noorden.
De variatie is overal ter wereld verschillend; de waarde is op de luchtvaartkaarten aangegeven. Voor Noord Nederland gold toen ik dit schreef een variatie van 1 graad West (dat verandert door de jaren geleidelijk) .

Als de variatie west is, dan is de magnetische koers groter dan de ware koers (variation west, magnetic best); is de variatie oost, dan is de magnetische koers kleiner (variation east, magnetic least).

- Ten opzichte van het ware noorden vlieg ik een true heading (ware luchtkoers) van 60 - 1 = 59 graden.

Met een ware koers van 59 kan ik bij windstilte mooi van Hoogeveen naar Musselkanaal vliegen. (kijk maar op de kaart) Maar wat gebeurt als ik een flinke dwarswind heb, bij voorbeeld uit het Noordwesten ?

De wind zal mij onderweg naar rechts duwen, ik krijg een koersafwijking, of drift naar zuidoost. Hoeveel ? Dat hangt af van de verhouding tussen mijn luchtsnelheid en de windsnelheid. Als ik mijn eigen koers en luchtsnelheid weet, en de windsnelheid en windrichting op deze hoogte (dat vertelt Meteo Eelde me) dan kan ik met een flightcomputer uitrekenen dat ik een drift van +8 graden (naar rechts) heb.

- Ik vlieg met deze wind dus (over de grond) een magnetic track (magnetische grondkoers) van 60 + 8 = 68 graden

Mijn true track (ook wel 'track made good', ware grondkoers) is dan 59 + 8 = 67 graden, zodat ik ten zuiden van Musselkanaal dreig uit te komen.

Om van Hoogeveen naar Musselkanaal te vliegen zal ik dus voor die 8 graden drift moeten corrigeren, door 8 graden meer naar het noorden (naar links) op te sturen, tegen de wind in.

- Ik kom nu tenslotte uit op een magnetic heading van 60 - 8 = 52 graden.

Wat doen we met al deze theorie in de FlightSimulator ?
De kompasfout of deviatie kunnen we vergeten; alle kompassen wijzen goed aan, maar je moet niet vergeten af en toe de koerstol met het magnetisch kompas gelijk te zetten, tenzij je FS dit automatisch laat doen. (in moderne verkeersvliegtuigen hoeft dat ook niet meer)

De ware koersen over de grond (true track) spelen alleen een rol als je kaarten gebruikt om van stad A naar stad B te vliegen. Zulke kaarten worden soms bij scenery geleverd. Ook de kaart van FSNavigator heeft meredianen. Waar recht omhoog dus niet automatisch (magnetisch) Noord is. Voorbeeld: de ware koers van J.F.Kennedy (N.Y.) naar Logan (Boston) is 50 graden (met Bosatlas en gradenboog kom je al een heel eind!). Op een FS kaartje van JFK airport zie ik dat de variatie 13 west is, in Boston zelfs 16 west. Je zal dus (bij windstilte) een magnetic heading van ongeveer 50 + 14.5 = 64.5 moeten sturen.
Op het overzichtskaartje in de handleiding zie je om iedere VOR een kompasroos getekend, maar die wijst naar het magnetische noorden. Als je dus van VOR naar VOR vliegt, of je koersen voor VFR vluchten uitzet met de kompasroos om de dichtstbijzijnde VOR, dan hoef je met de variatie geen rekening te houden, die zit er al in verwerkt.
Maak je lange vluchten over gebieden waar de VORs ver uit elkaar liggen, dan zal je toch met kaart en gradenboog aan de gang moeten, en corrigeren voor de variatie. Dat is overigens best leuk om te doen !

Kunstmatige horizon (Attitude indicator, artificial horizon) Ook dit instrument is een gyroscoop, dus een tol die zijn orientatie wil vasthouden, maar dan in het verticale vlak. Als het toestel bewegingen maakt met de neus omhoog-omlaag (stampen, eng.: pitch) dan beweegt de horizontale lijn + vliegtuigmodel voor op de indicator omlaag resp. omhoog langs de grens tussen de witte en blauwe helft van deze tol, die dus de horizon imiteert.
Bij helling zijwaarts (eng.: bank) naar rechts of naar links zal de lijn op het glas meehellen, terwijl de blauw-witte horizon horizontaal blijft.
Heftige bewegingen van het vliegtuig (zo als bij kunstvliegen) over een grote hoek kunnen dit instrument zo uit z'n stand rukken, dat het tijdelijk onbruikbaar wordt.

De kunstmatige horizon wordt gebruikt in omstandigheden waar de gewone horizon onzichtbaar is; dit wordt IMC (instrument meteorological conditions) genoemd, en dan gelden de voorschriften voor instrumentvliegen: IFR = instrument flight rules. De vlieger moet zich dan aan het vooraf ingediende vlucht plan houden, en krijgt zo nodig van de verkeersleiding nadere instructies. Bij daglicht, buiten de bewolking en met vrij zicht op de grond spreken we van VFC (visual flight conditions) en dan vliegen we onder VFR (visual flight rules). De vlieger mag dan zelf navigeren op grond van wat hij ziet, met gebruik van kaart en kompas. Hij zal in het algemeen een vluchtplan indienen, en heeft zich daar dan ook aan te houden.

Automatische richtingzoeker (ADF = Automatic Direction Finder)
Dit instrument is een radio ontvanger voor radiobakens op de lange golf, frequenties van 200 - 500 KHz (hoger kan ook, als je bij gebrek aan beter omroepstations wil gebruiken).
Een dergelijk baken is een NDB of Non Directional Beacon. De ADF geeft met een wijzer aan in welke richting zo'n NDB gepeild wordt ten opzichte van het vliegtuig. Als je naar het baken toe vliegt, wijst de

pijl recht omhoog; heb je het baken links achter je, dan staat de pijl naar links onder, enz. De afstand wordt niet aangegeven, en de gradenverdeling om de pijl heen klopt (bij de ADF van de Cessna) alleen als je de schaal met de hand gelijkzet met je heading.

Grotere vliegtuigen hebben meestal een R.M.I. (Radio Magnetic Indicator) een combinatie instrument, dat de richt ing van 2 bakens aangeeft, meestal een NDB en een VOR. De RMI heeft een automatisch meedraaiende schaal, hoeft dus niet met de gevlogen koers gelijkgezet te worden. Je kan de peiling van een baken (koers naar dat baken toe) dus direct aflezen.

NDB's worden gebruikt als waypoint, om een bepaald punt van een route te markeren, en om bv. aan te geven vanaf welk punt een ILS moet worden aangevlogen. Holdings worden meestal ook door een NDB aangegeven. Het bereik van een NDB is meestal niet meer dan 10-20 n.m.

NAV1 - NAV2 ontvangers (OBI 1 en 2, OBI = Omni Bearing Indicator). Deze ontvangers werken in het VHF gebied, (VHF = Very High Frequency) rond 108 - 118 MHz. Ze ontvangen de signalen van VOR's, en NAV1 ook van ILS systemen. VOR = VHF Omnidirectional Range, en ILS staat voor Instrument Landing System.
De informatie van de NAV ontvangers wordt weergegeven op een OBI (Cessna 182 e.a.) maar het kan ook via een gecombineerd instrument als "Flight Director" of HSI = Horizontal Situation Indicator.

De **VOR** is een baken dat een ingewikkeld radiosignaal uitzendt, waarvan de aard afhankelijk is van de richting waarin het signaal gaat. Een NAV ontvanger kan uit dit signaal opmaken welke magnetische peiling de ontvanger heeft t.o.v. de VOR (en omgekeerd). In tegenstelling tot de ADF is dit geheel onafhankelijk van de richting waarin het vliegtuig vliegt.
De magnetische koers van vliegtuig naar baken wordt aangegeven met TO, en de koers van baken naar vliegtuig met FROM. Je kan deze koers bepalen door de instelling van de OBI zodanig te veranderen, dat de naald in het midden staat. Neem aan dat dit bij 240 graden het geval is; als de OBI dan TO aangeeft is dit de koers naar de VOR toe, bij FROM is 240 juist de magnetische koers van het baken af gericht. (we noemen dat de radiaal). Onder in de OBI staat 060, dus de tegengestelde koers, die precies het omgekeerde betekent.

Gebruik van deze instrumenten voor navigatie wordt in deel 3: Navigatie besproken.