

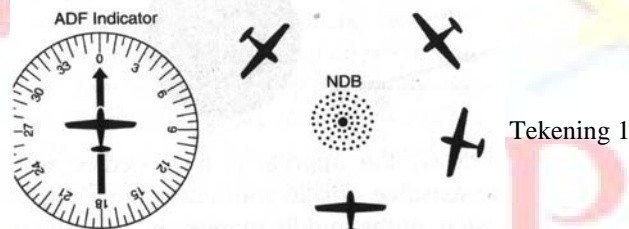
Radio Navigatie

In deze korte cursus gaan we 3 soorten radionavigatie systemen bespreken :

- 1- **NDB** = Nondirectional Beacons
- 2- **VOR** = Very High Frequency Omnidirectional Range
- 3- **ILS** = Instrument Landing System

NDB en ADF

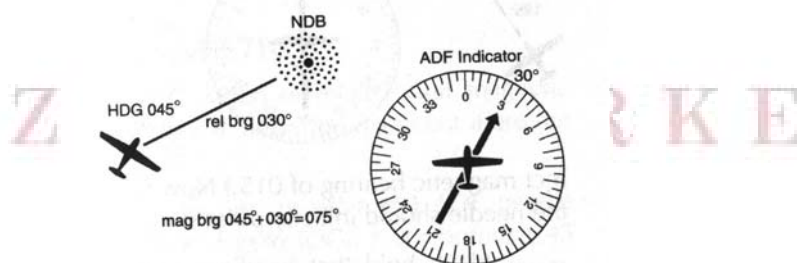
De ADF of 'Automatic Direction Finder', ook bekend onder de naam Radio Kompas, werkt zoals een magnetisch kompas maar in plaats van het noorden aan te geven zal de naald van onze ADF steeds in de richting wijzen van het ingestelde NDB-baken.



De ADF kan ons dus een richting aangeven naar een baken toe, maar kan ons geen informatie geven in verband met onze positie ten opzichte van dit baken. Zoals je kan zien op tekening 1 zal de ADF bij alle 4 de vliegtuigen één en dezelfde aanduiding geven niet tegenstaande alle toestellen zich op een verschillende lokatie rond dit baken bevinden.

ADF wordt steeds minder gebruikt en is ook veel minder nauwkeurig dan een VOR en was het niet door het feit dat een ADF ook AM-Radio stations kan ontvangen (en dus ook in hun richting wijzen), wat in Amerika heel goed van pas kan komen op lange vervelende vluchten, dan zou de ADF reeds lang uit gebruik zijn genomen. In minder ontwikkelde landen is het nog steeds een veel gebruikt navigatie middel omdat ze niet veel onderhoud vragen en ook stukken goedkoper zijn dan VORs.

Dus het enige wat je van een ADF kan aflezen is de relatieve bearing (richting van het vliegtuig naar het baken toe). Duidt de ADF 0° aan, dan ligt het baken recht voor ons, 90° dan ligt het rechts van ons, 180° links ect....Om te weten wat voor richting je moet vliegen om recht op een NDB-baken af te vliegen moet je ,zoals in tekening 2, bij je kompas heading de relatieve bearing van de ADF bijtellen.



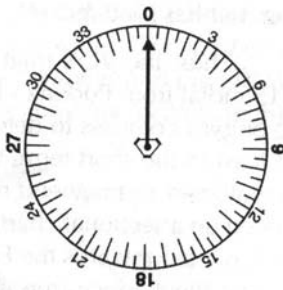
In dit voorbeeld duidt de ADF aan dat het baken op een relatieve bearing van 30° ligt. Onze heading is 045°, dus om naar het baken toe te vliegen moeten we onze heading veranderen naar $045^{\circ} + 30^{\circ} = 075^{\circ}$. Het is natuurlijk niet echt nodig om al deze berekeningen te maken omdat de ADF ons reeds wijst waar het baken ligt en als we gewoon rechts afdraaien tot de ADF-naald 0° aanwijst weten we dat het baken mooi voor ons ligt. Een simpel maar handig navigatie middel voor de beginners.

VOR, TACAN & VORTAC

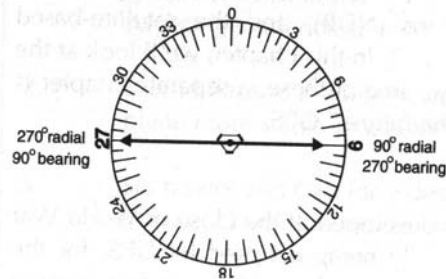
Het VOR systeem werd op het einde van de 2e wereld oorlog ontwikkeld en is nog steeds een van de primaire navigatie middelen. De VOR geeft de piloot niet alleen de bearing (de richting naar het baken) maar ook links-rechts informatie wat later wel duidelijk zal worden. Militaire versies van de VOR noemt men TACAN (Tactical Air Navigation) deze geven ons ook informatie over de afstand tot het baken. Meestal liggen deze tesamen met een VOR, de twee samen noemt men VORTAC, ze zijn ook bruikbaar voor de burger luchtvaart. Niet militaire vortacs noemen we VORDME en ze hebben de zelfde mogelijkheden als de militaire vortac.

Radials en Bearing :

Om de werking van een VOR uit te leggen gaan we ons voorstellen dat een VOR-baken het centrum is van een fietswiel met 360 spaken dat plat op de grond ligt (Figuur 3). Elke spaak noemen we een **Radial** (de 0° wijst steeds naar het magnetisch Noorden) en geeft ons een richting in graden **van het station naar ons vliegtuig**. Bearing daarentegen is de richting in graden van ons vliegtuig naar het baken. Het is heel belangrijk om deze termen goed te kennen omdat ze bij navigatie steeds zullen gebruikt worden. Dus voor elke Radial hebben we een overeenkomstige Bearing van 180° verschil, zie figuur 4.



Figuur 3



Figuur 4

To, From en de VOR indicator :

Laat ons een typische VOR-Indicator van dichterbij bekijken.



We zien een buitenring verdeeld in graden, een instelknop en een naald met in het midden een centraal punt met links en rechts 5 puntjes.

Wanneer we de instelknop draaien dan draait de buitenring mee zodat we deze kunnen instellen op een Radial of bearing. Terwijl we de buitenring draaien zien we de naald naar het midden toekomen, eens deze mooi in het center staat hebben we de radiaal gevonden waarop we ons bevinden, draaien we echter door dan zal de naald zich een tweede maal centreren precies 180° verder wat dan onze bearing voorstelt.

Hoe kunnen we nu weten of de naald onze bearing of de VOR's radial aangeeft ? Wel normaal zien we een klein vlagje met FROM of TO erop (meestal rood van kleur) of een klein pijltje dat naar boven of onder wijst.

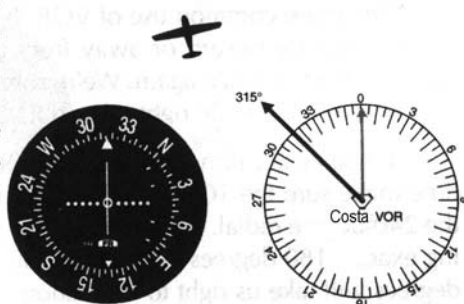
- Als deze FLAG 'to' (naar) aangeeft of het pijltje wijst naar boven dan hebben we de naald op onze bearing staan (De richting in graden NAAR de VOR toe)
- duidt de FLAG 'from' (van) aan of wijst het pijltje naar onder dan hebben we onze naald op de radial staan (De richting in graden van de VOR naar ons toestel).

Positionering en Tracking :

Vor's kunnen op 2 manieren worden gebruikt

- Simpel weg om onze positie te bepalen (meestal in combinatie met een DME = Distance Measuring Equipment)
- En om een exacte koers te vliegen direct naar of van een baken.

Laat ons met het eenvoudigste beginnen nl de plaats bepaling van ons toestel ten opzichte van een VOR.

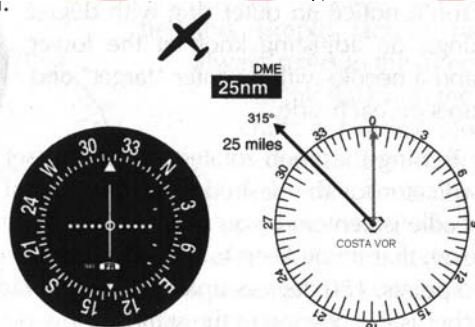


Figuur 5

Laat ons veronderstellen dat we ergens in de buurt van de COSTA-VOR zijn. Draai de OBS (Omni Bearing Selector) tot de naald mooi verticaal in het midden staat en de FLAG op FROM staat of het kleine pijltje naar onder wijst. In ons voorbeeld staat dan de buitenring op 315° wat betekent dat we ons ergens noordwest van Costa bevinden zoals op figuur 5.

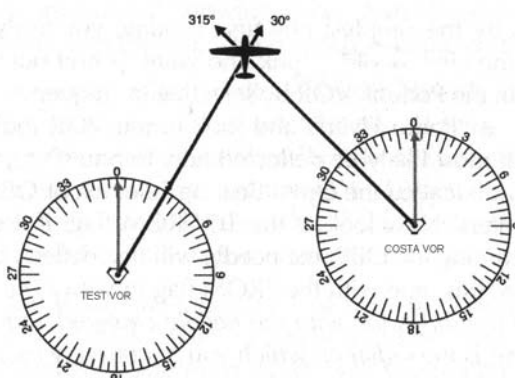
Willen we een nauwkeuriger positie bepaling dan kunnen we op 2 manieren tewerk gaan :

- 1) We hebben een DME aan boord die ons de afstand geeft tot aan het baken (Figuur 6)



Figuur 6

- 2) Als we geen DME aan boord hebben kunnen we door gebruik te maken van een 2e VOR in de omtrek onze juiste positie bepalen. Als we weten dat ons toestel zich op radiaal 315° bevindt van Costa en op Radiaal 30° van ons 2e baken (hier test genoemd) dan bevinden we ons waar de 2 radialen elkaar kruisen. (Figuur 7)



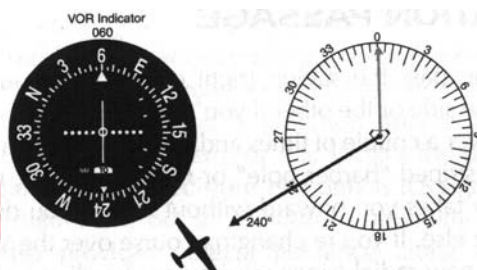
Figuur 7

De meer gebruikelijke bedoeling van een VOR is TRACKING, of simpel het gebruik van een VOR om er recht op af te navigeren.

Laat ons met een voorbeeld de werking uitleggen :

Neem aan dat we ons naar COSTA willen begeven. We stellen op onze navigatie radio de frequentie van Costa in en onze vor-naald slaat volledig recht of links. We draaien de buitenring tot de naald mooi vertikaal staat en de flag op TO staat (of het pijltje naar boven wijst).

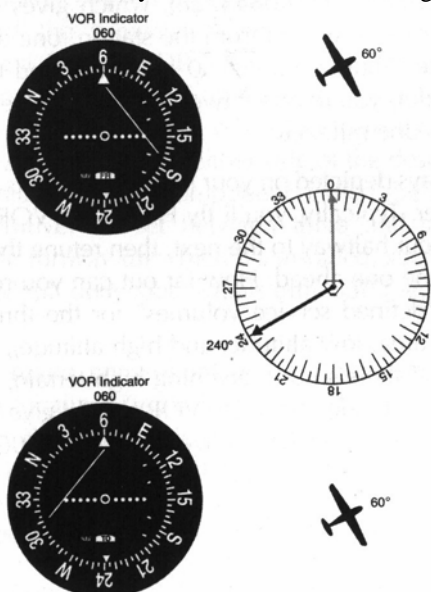
We zien dat boven op de ring bearing 060° staat wat betekent dat we ons toestel moeten draaien tot onze initial heading 060° is. Op dat moment vliegen we recht op Costa af. (Figuur 8)



Figuur 8

Waarom INITIAL heading, wel als er geen wind zou zijn, of we hebben de wind op kop of recht van achter, dan zouden we bij het houden van een koers van 060° wel degelijk recht over Costa vliegen. Daar dit meestal niet zo is worden we onderweg geleidelijk de verkeerde richting uit geduwd. Daardoor zal onderweg de naald van onze vor niet steeds mooi vertikaal in het midden blijven zodat we geregeld eens de buitenring moeten bijstellen om zo onze koers te wijzigen en uiteindelijk recht over Costa te vliegen. Deze koerswijzigingen zijn meestal maar klein en hoeven dan ook niet steeds om de graad te gebeuren. Wacht liever tot de naald wat verder uit zijn verticale stand is om dan meteen een 5 tal graden koers aanpassing te doen.

Wanneer de naald naar rechts uitwijkt dan zullen we steeds een koersaanpassing naar rechts moeten uitvoeren en omgekeerd. We onthouden dus « Fly to the needle » of « Vlieg naar de Naald » zoals hier onder in het voorbeeld.



Op het ogenblik dat je Costa passeert (Perfect er boven als je goed bent of iets links of rechts ervan zoals de meesten onder ons) zien we de naald volledig weg slaan om kort er na terug in zijn verticale positie te komen staan. We zien ook dat de Flag veranderd is van TO in FROM (of het pijltje wijst nu naar beneden). Moeten we rechtdoor blijven vliegen dan kunnen we verder beroep doen op onze Costa Vor en houden we de naald mooi vertikaal. We houden nu een koers recht van Costa weg. Moeten we na Costa een andere richting uit dan stellen we onze Nav-Radio in op de nieuwe Vor en herhalen de procedure.

Nu nog even onze puntjes, namelijk 5 aan elke zijde van het centraal bolletje. Elk puntje komt overeen met een koers afwijking van 2°. Aan de hand hiervan kunnen we ook berekenen hoe ver we uit koers zijn. Hier hangt het natuurlijk af van onze afstand tot de Vor omdat de afstand tussen de radialen steeds

kleiner wordt naarmate we het baken naderen. Er is een regel die we de « 1 op 60 » regel noemen. Simpel mogen we zeggen dat op 60Nm van de Vor $1^\circ = 1\text{Nm}$. Wat betekent dat op 60Nm 1 puntje gelijk is aan (2°) 2Nm. Op 30Nm van de Vor is 1 puntje nog 1Nm op 15Nm is dit nog $1/2\text{Nm}$

Hoever kunnen we nu VORs ontvangen ? Wel ook daarvoor bestaat een simpel rekenkruisje. We nemen aan dat er geen grote hoogte verschillen zijn in het landschap dan kunnen we stellen dat we voor elke 1000 Ft boven de Vor zeker 10Nm ver ontvangst hebben. Zitten we bv op 4000 Ft dan mogen we stellen dat we Costa tot op 40Nm goed kunnen ontvangen.

ILS

Ils is een High-Precision approach system dat ons toelaat om met kleinere toestellen te landen met een wolkendeck dat reeds op 200ft begint en een zichtbaarheid van amper $1/2$ mile en voor grotere jets met automatisch landings systeem zelfs tot touchdown.

De Ils gebruikt een gelijkaardige indicator als de Vor, deze Ils indicator kan trouwens ook dienst doen als Vor-Indicator, maar achter de schermen gebeurt wel geheel iets anders. Onze Nav-Radio herkent een Ils frequentie en schakelt automatisch over op Ils mode.

Waar een Vor radiaal heeft over 360° (een volledige cirkel) heeft een Ils slechts een enkele radiaal in lijn met het midden van de startbaan deze word de **LOCALIZER** genoemd. Tijdens het gebruik van de Ils zijn de regel knop OBS en de kompas ring buiten werking. Het kan wel een geheugen steuntje zijn om voor het landen reeds de inbound Ils koers boven aan de Ils te zetten.

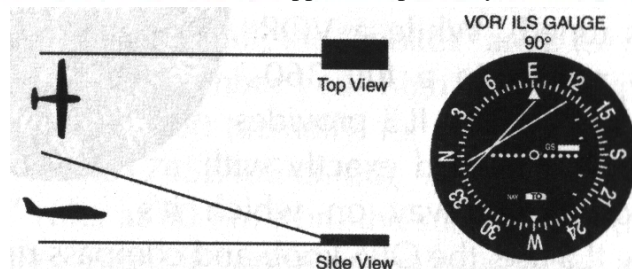
Waar bij een Vor de volledige uitslag van de naald 10° (5 puntjes $\times 2^\circ$) koersverschil voorstelt, en dit zowel links als rechts, is dit bij een Ils tussen 3 en 6 graden naargelang het vliegveld. Dit betekent een maximale afwijking van de naald is amper 350ft (100m) verschil met de centerlijn van de runway.

Wat een Ils nog meer heeft is een **GLIDESLOPE**, in feite een localizer op zijn kant gelegd, om ons via het glide path naar de grond te leiden. Meestal loopt de glideslope onder een hoek van 3° en ze is nog nauwkeuriger dan de localizer en heeft ons bij maximum uitslag van de naald 50ft hoogte verschil aan het begin van de runway.



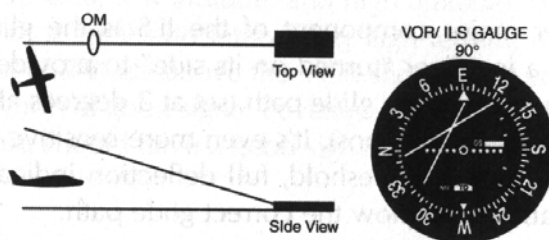
En dan zijn er nog de markers die ons verwittigen hoe ver we nog van de threshold (het begin van de runway) zijn. De 1e marker of de **OUTER MARKER** op zo'n 5 mijl van de threshold zendt een signaal uit recht naar boven zodat we die enkel horen (en zien op ons panel als een blauw lichtje) als we er recht over vliegen. De 2e marker of **MIDDLE MARKER** ligt op ongeveer $1/2$ mijl van de threshold en doet een oranje lichtje branden op ons panel.

Om Ils te vliegen gebruiken we dezelfde techniek als bij vliegen op Vor bakens maar nu moeten we wel rekening houden dat we drie dimensioneel moeten denken en heel wat nauwkeuriger te werk moeten gaan. Laten we als voorbeeld de final approach op runway 26 te Oostende uitvoeren met Ils.

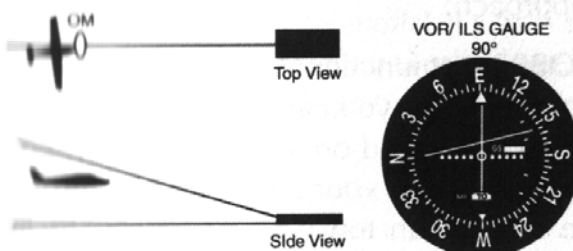


Stel we vliegen op 1500ft hoogte en we naderen de localizer. Zoals we kunnen zien op onze Ils-indicator duidt de vertikale naald aan dat we naar links moeten sturen om op te lijnen met de localizer.

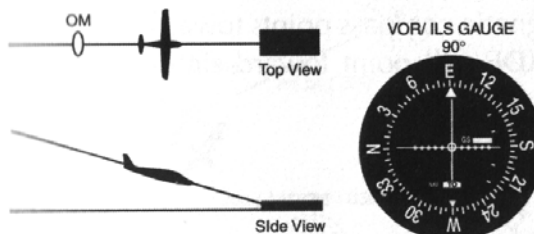
De horizontale naald duidt aan dat we ons onder de glideslope bevinden wat voor ons geen probleem is daar we later in de vlucht de glideslope gaan kruisen. We gaan hier dus onze hoogte van 1500ft aanhouden en geleidelijk iets naar links sturen.



Op het moment dat onze verticale naald los komt om zich naar het midden te begeven draaien we voorzichtig rechts inbound heading 260° om zo met kleine correcties de naald mooi vertikaal te houden wat ons verteld dat we mooi zijn opgelijnd met de runway en de localizer perfect aan het volgen zijn. Met ILS is het zeker aan te raden om heading te vliegen en zeker niet te proberen van achter de naald aan te hollen, anders gaan we beginnen slalommen en geraken we zeer moeilijk terug op de goede koers.



Ter hoogte van de outer marker is de glideslope ongeveer 1500ft AGL (Above Ground Level) zodat nu ook onze horizontale naald vanuit zijn positie los komt en zich stilletjes begint te begeven naar zijn horizontale positie. Ook hier gaan we niet achter de naald aan hollen maar door throttle te minderen en een vaste descent rate aan te houden en eventueel kleine pitch aanpassingen de naald mooi in zijn horizontale positie houden. Daarbij moeten we steeds op de localizer letten dat we niet uit koers geraken.



Naarmate we de runway naderen worden de naalden steeds gevoeliger en is het noodzakelijk dat we de goede koers houden en mooi de glideslope volgen. Daarvoor moeten we steeds voorzigtiger te werk gaan. Eens boven de middle marker zijn we ongeveer op 200ft boven de grond en zijn we op het punt waar, voor een veilige landing, de runway in zicht moet komen. Indien we op dit moment geen runway in zicht hebben (door bv te dikke mist) moeten we de procedure voor een missed approach starten. Indien we wel de runway in zicht hebben dan mogen we zeker niet, onder de glideslope, naar beneden gaan duiken, wat bij de meesten, in het begin, het geval is. Volg de glideslope en heading en bij een geslaagde ILS landing zetten we de wielen normaal op zo'n 1000ft voorbij de threshold op de grond wat ons nog genoeg startbaan laat om te vertragen en ons toestel tot een veilige stop te brengen.

Een geslaagde ILS landing maken is geen gemakkelijke bedoening. Het vraagt veel oefening en geduld, oefen je ILS landingen met klaar zicht zodat je beter inziet wat je doet, eens je dit goed onder de knie hebt kan je beginnen met de zichtbaarheid te laten afnemen. Eens je de ILS goed kent is het een plezier om in een dikke mist je toestel veilig en geslaagd op de runway stil te zetten. Ga steeds kalm tewerk en denk goed na, en denk er om oefening baart kunst.