

IFR vlucht zonder moving map programma

Harm Meertens

LaMaMa 28 augustus 2017



harm.meertens@home.nl

Indeling presentatie

- ❑ inleiding
- ❑ VOR DME NDB navigatie
- ❑ Demo vlucht voor VOR en NDB meteruitslag
- ❑ vlucht in de mist
 - van boven de Noordoostpolder naar baan 23 Eelde
 - van baan 03 Eindhoven naar baan 05 Eelde
- ❑ Referenties

Inleiding



Boeing 737
NGX

Flight Management Computer en moving map geschikt voor RNAV

Inleiding



Flight Management Computer en moving map geschikt voor RNAV

Inleiding



Cessna 172 Skyhawk



Eenvoudige FMC

GPS 500 en moving map geschikt voor RNAV

Inleiding

DC9 Classic



Inleiding

DC9 Classic



Radio Magnetic Indicator (RMI)

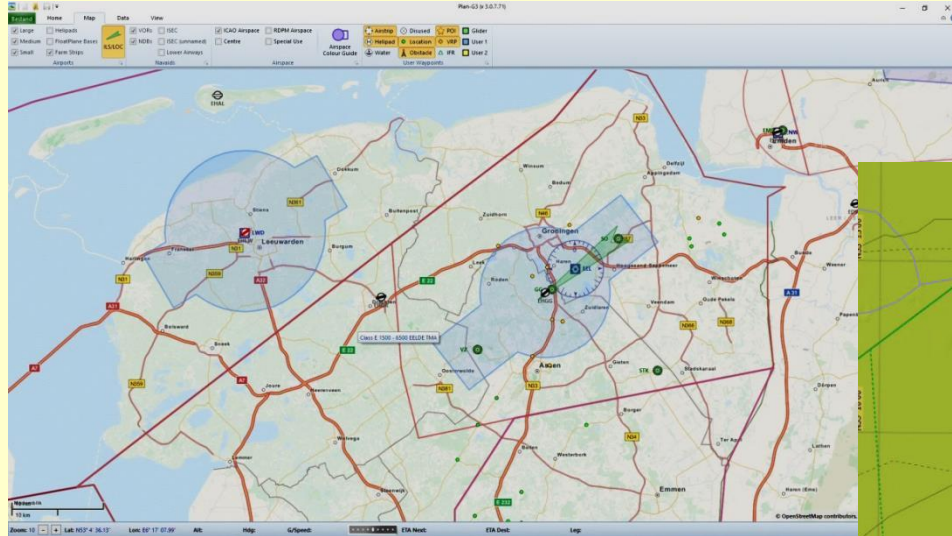


Horizontal Situation Indicator (HSI)

De HSI en de RMI enige twee complexe instrumenten voor navigatie
Geen Moving Map
Alleen maar VOR, DME, NDB displays

Inleiding

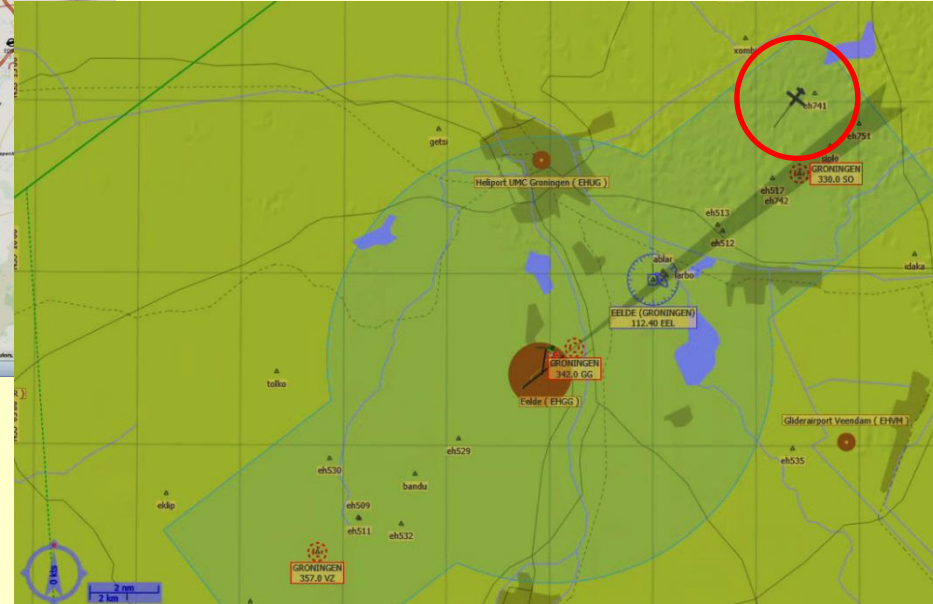
kaarten met informatie over vliegvelden, bakens, obstakels e.d.
voor navigatie heb je nodig



Plan G

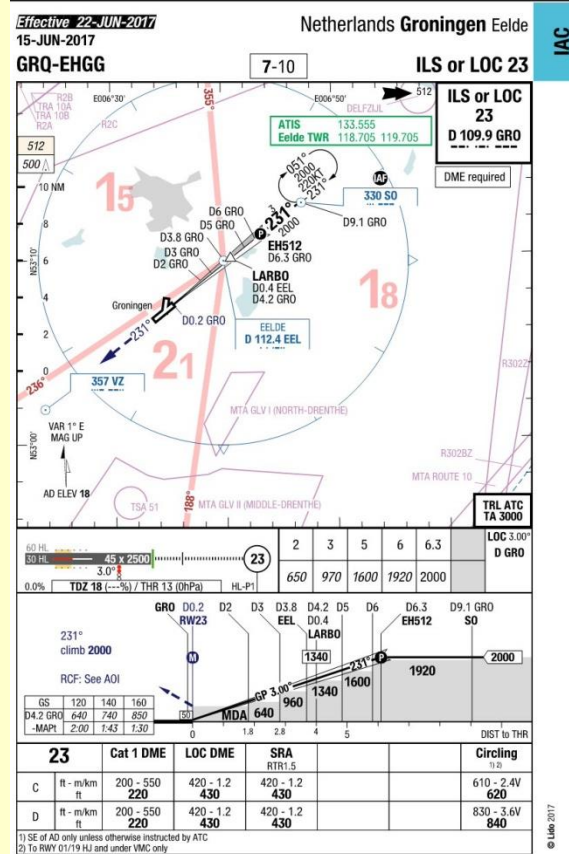
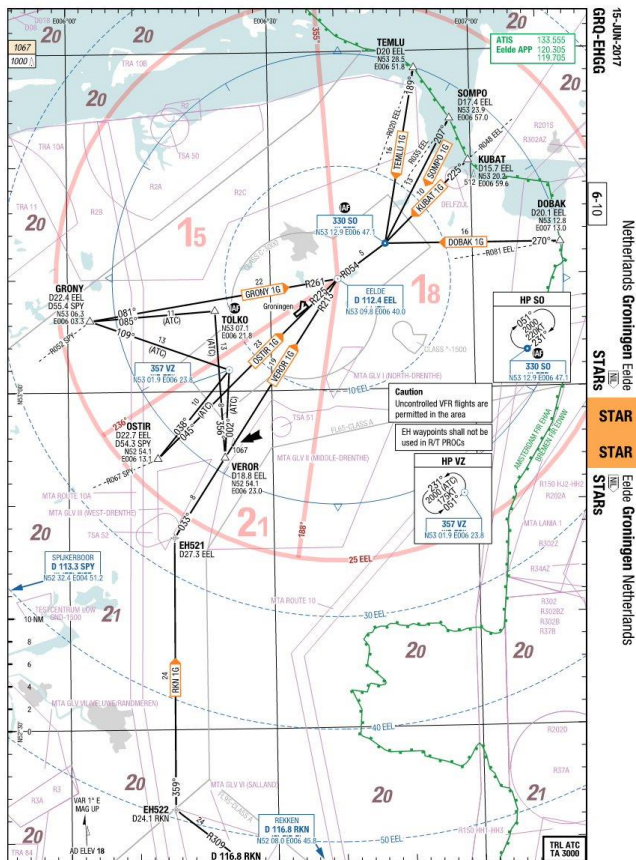
maar op de kaart geen automatische
markering van de positie van het vliegtuig

FSTramp



Inleiding

kaarten met informatie over vliegvelden, bakens, obstakels e.d.
voor navigatie heb je nodig



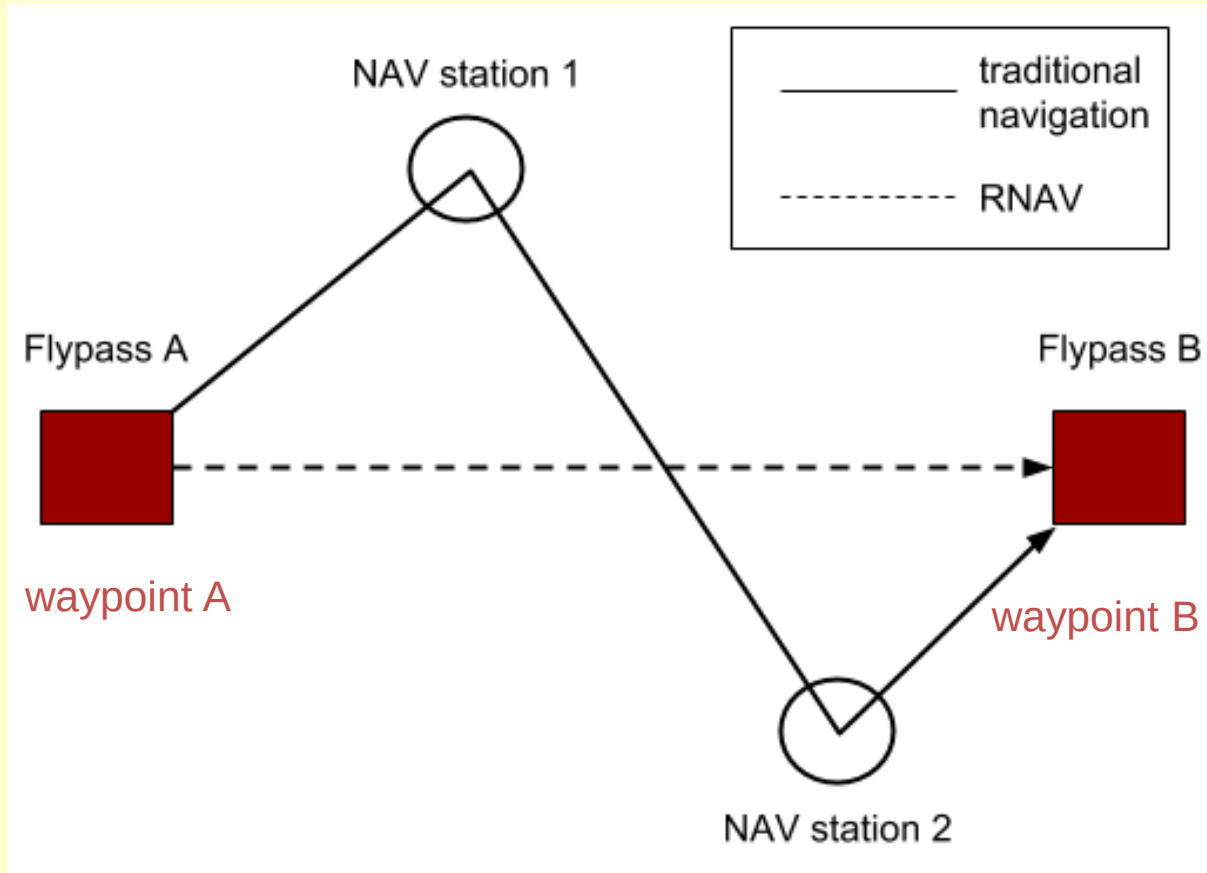
maar op de kaart
geen automatische
markering van de
positie van het vliegtuig

RNAV Area navigation

- ☐ is een methode van IFR navigatie
- ☐ maakt het mogelijk om tijdens het vliegen elke gewenste koers te vliegen binnen een netwerk van navigatie bakens
- ☐ het is geen navigeren rechtstreeks naar bakens toe of er vanaf
- ☐ verkort vliegafstanden, vermindert opstoppen en maakt vluchten mogelijk naar vliegvelden waar geen bakens staan

Inleiding

Vliegen van waypoint A naar waypoint B



Inleiding

Instrument Approach Procedure IAP

Een IAP kan op twee manieren worden gevlogen:

- met **radar vectors** opgegeven door ATC
- als een **full approach**.

Met radar vectors

- ☐ ATC geeft navigatie aanwijzingen in de vorm van headings en altitudes zodanig dat het vliegtuig in een positie komt dat de final approach onderschept kan worden
- ☐ Vanaf dit punt neemt de piloot de navigatie weer over, onderschept de final approach koers en maakt de approach af gebruik makend van de IAP kaart.
- ☐ Is meestal de betere methode om de nadering te vliegen
- ☐ ATC kan het inkomend verkeer in goede volgorde zetten en voor separatie zorgen.
- ☐ Een piloot die al met radar contact vliegt, wordt in het algemeen ondersteunt met vectors naar de final approach koers.

Inleiding

Instrument Approach Procedure IAP

Een IAP kan op twee manieren worden gevlogen:

- met **radar vectors** opgegeven door ATC
- als een **full approach**.

als full approach

- ☐ Piloot doet zelf de navigatie gebruikmakend van de routes en de hoogtes als weergegeven in de instrument approach kaart.
- ☐ De piloot vliegt nu de overgang van de *en route* fase naar de *instrument approach*, en dan naar een *landing* met minimale ondersteuning van ATC.
- ☐ Meestal gebruikt in gebieden waar geen radar dekking is
- ☐ Op verzoek van de piloot
- ☐ In geval van wegvallen van de radio communicatie

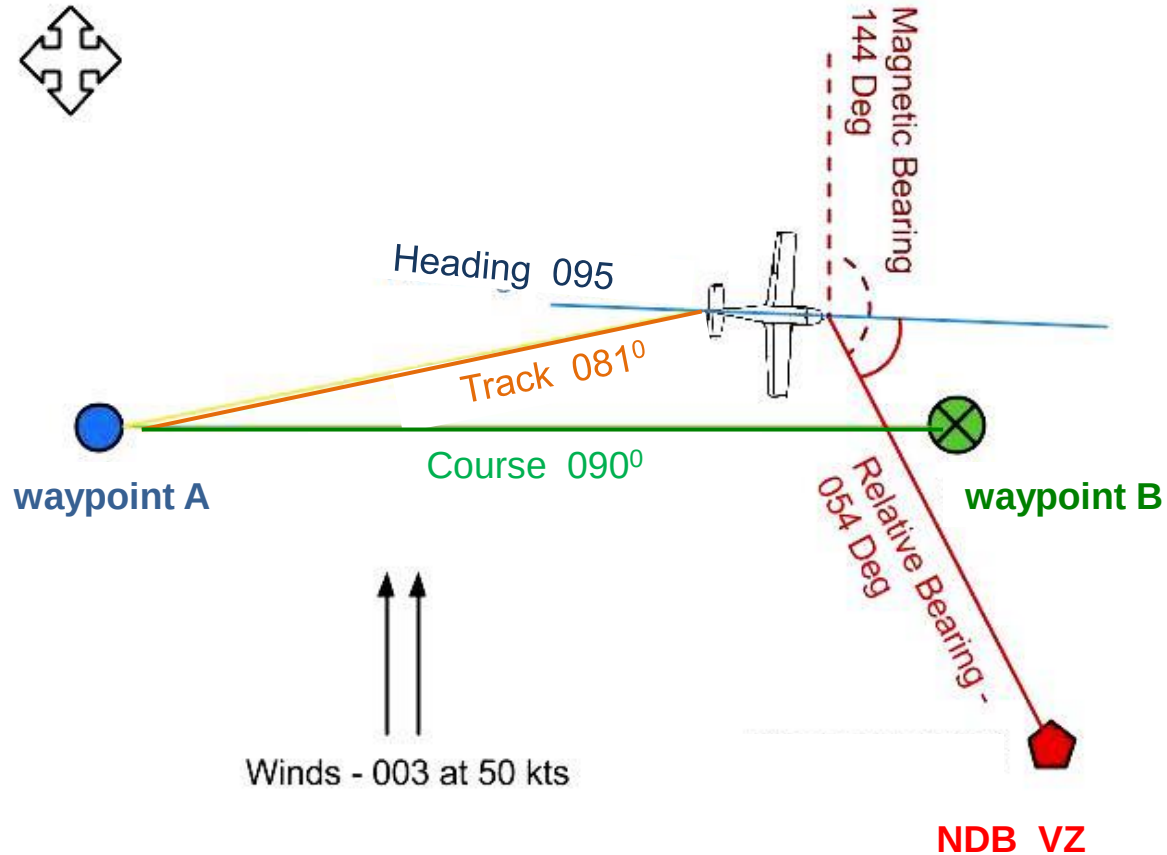
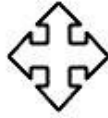
Inleiding

Enkele definities

variabele		omschrijving
Heading (graden)	richting	richting waarin de neus van het vliegtuig wijst ten opzichte van het noorden
Course (graden)	koers	route ten opzichte van de grond, het voorgenomen vliegplan
Track (graden)	bewegingsrichting	richting waarin bewogen wordt, gerealiseerde vlucht
Bearing (graden)	peiling	richting van de huidige positie naar bijvoorbeeld een NDB

Inleiding

Noorden



Inleiding

Enkele afkortingen

Afkorting	Omschrijving
ADF	A utomatic D irection F inder
VOR	V ery-High Frequency O mnidirectional R ange
NDB	N ondirectional Radio B eacon
IAP	Instrument A pproach P rocedure
RNAV	Area N avigation
IAF	Initial A pproach F ix
SID	S tandard Instrument D eparture
STAR	S tandard T erminal A rrival R oute
OBS	O mnidirectional S elector
HSI	H orizontal S ituation I ndicator
RMI	Radio M agnetic I ndicator

VOR DME NDB navigatie

- ❑ gebruik van een VOR baken
 - op welke radiaal zit je
 - volgen van een radiaal
 - eigen positie (fix) bepalen
 - CDI RMI HSI
- ❑ gebruik van DME
- ❑ gebruik van VOR/DME
- ❑ NDB en ADF

VOR DME NDB navigatie

CDI 1

CDI 2

ADF



NAV 1

NAV 2

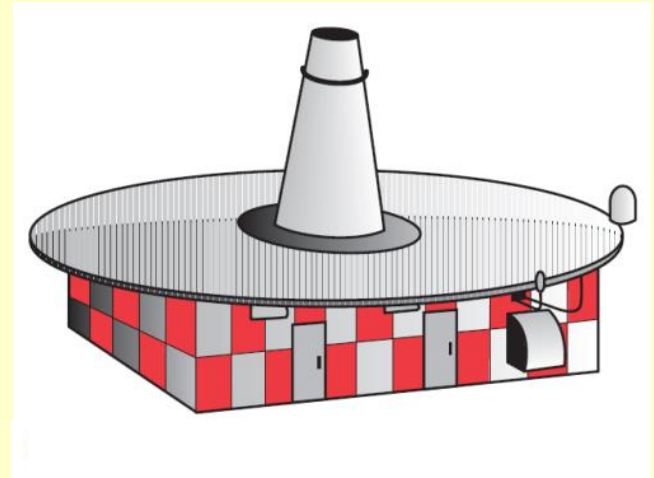
ADF

DME

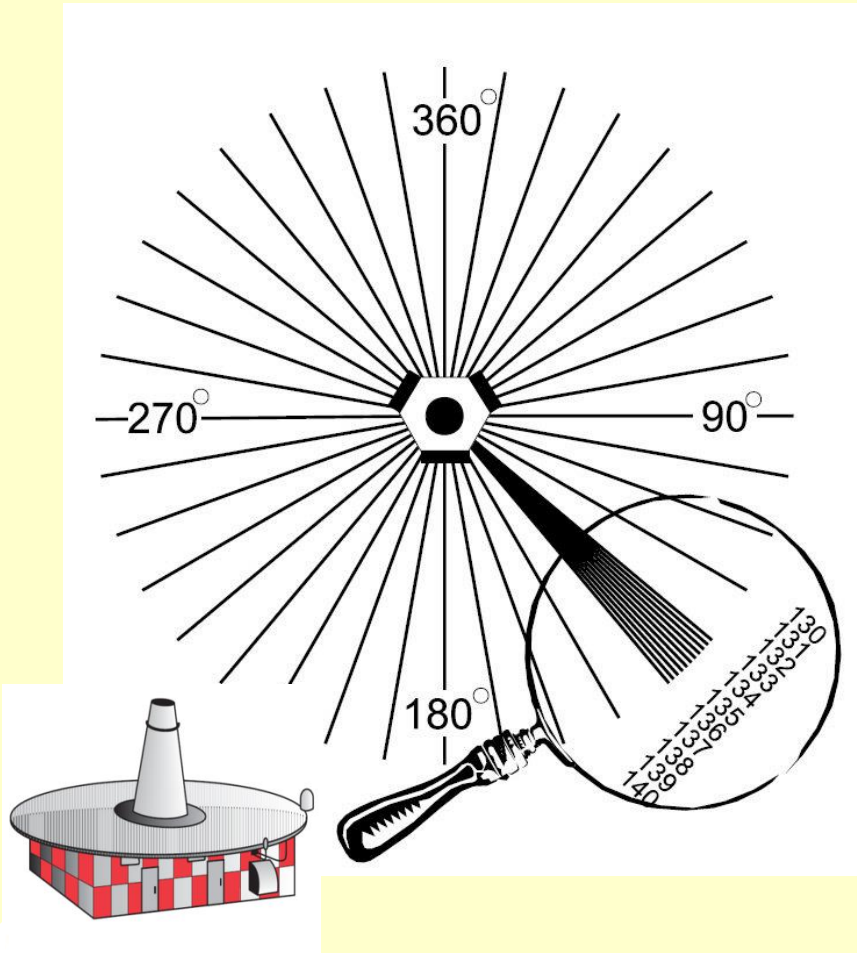
VOR navigatie vereist twee dingen:

VOR apparatuur in een opgestegen vliegtuig

een grond-zendstation



VOR DME NDB navigatie



- de grond-zender produceert 360 elektronische koersen
- elke koers gaat door het centrum van het station
- elke koers is uitgelijnd met een specifieke graad op het kompas
 - 0° wijst naar het noorden,
 - 90° wijst naar het oosten,
 - 270° wijst naar het westen,
 - en zo voort.

In de lucht en gebruikmakend van de radio navigatie apparatuur, kun je navigeren op elk van deze 360 koersen terwijl je direct naar het VOR station *toe vliegt* of *er bij vandaan*.

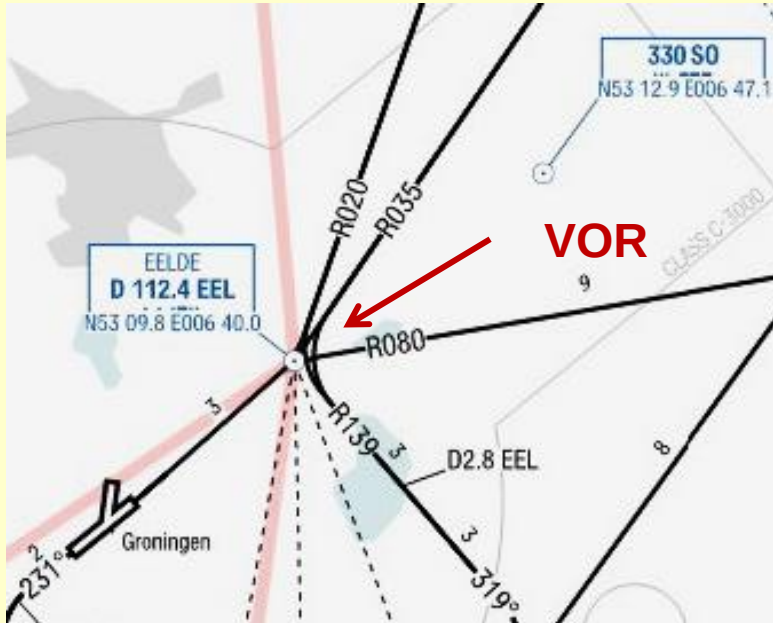
VOR DME NDB navigatie

Een tekstvakje vlakbij de VOR markering geeft weer:

- naam
- Morse code identification
- frequency

van het VOR grond station

In de figuur is de VOR frequency 112.4

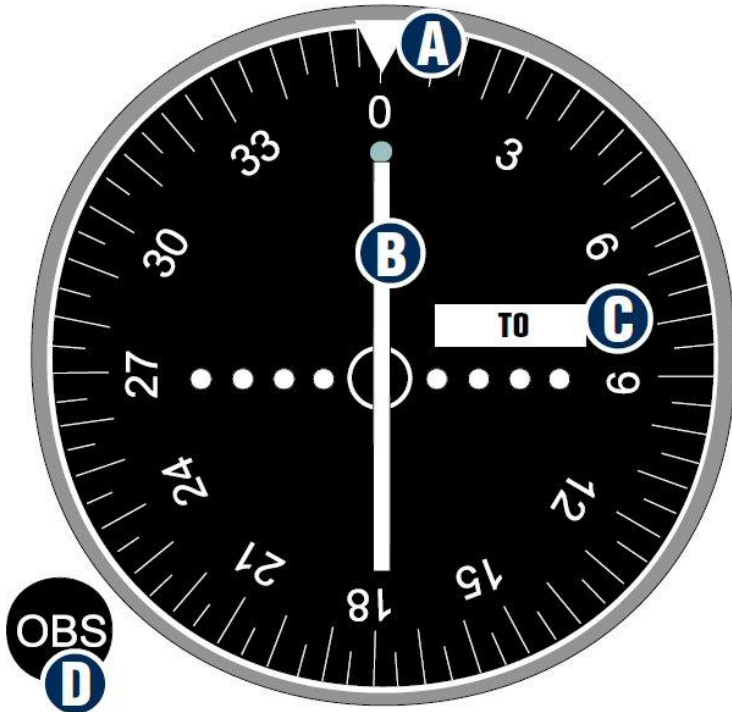


Het heeft geen zin om naar een VOR station toe te navigeren of erbij vandaan, tenzij je weet waar dat station staat.

Piloten vliegen daarom altijd met aeronautische sectional kaarten. Daarop staan de geografische posities van de VOR stations weergegeven.

VOR DME NDB navigatie

VOR display



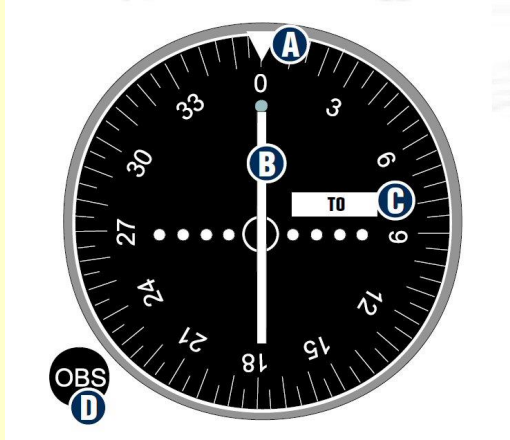
De display kent 5 hoofd componenten:

- A. Index bij de top van de display die de geselecteerde koers aangeeft .
- B. Vertikale naald die rechts of links uitslaat (Course Deviation Indicator, of CDI)
- C. Indicator die naar boven of naar beneden wijst. Een naar boven wijzende driehoek geeft een "To" indicatie weer. Een naar beneden wijzende driehoek geeft weer een "FROM" indicatie. Een rood-wit gestreepte indicatie geeft een "OFF" weer.
- D. Omni Bearing Selector (OBS) voor het selecteren van de koers. Een instelbare ronddraaiende kompas kaart wordt ingesteld door te draaien aan de OBS knop.

De meeste vliegtuigen hebben een of meer VOR ontvangers aan boord;
Elke ontvanger is verbonden met een VOR display die gelijkenis vertoont met de display in de figuur

Course Deviation Indicator (CDI)

Hoe navigeer je met een VOR



Om met een VOR te navigeren, moet je

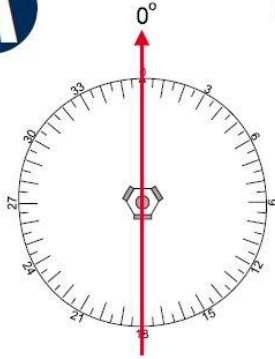
- afstemmen op de juiste frequentie
- VOR station dat je voor navigatie gaat gebruiken identificeren
- selecteren van een koers die je gaat vliegen

Door de OBS knop (**D**) te roteren en door het plaatsen van een specifiek getal (koers) bij de indexer (**A**) kun je elk van de 360 vliegbare koersen van het VOR station selecteren.

VOR DME NDB navigatie

Verschillende OBI koersen

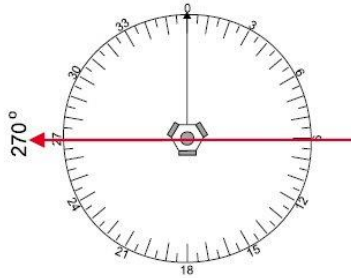
A



360° Course



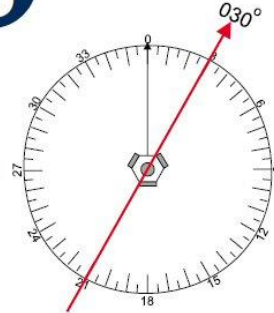
B



270° Course



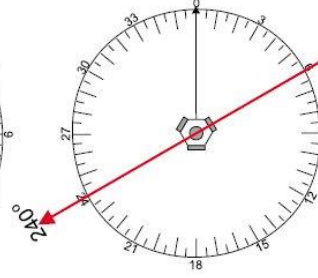
C



030° Course



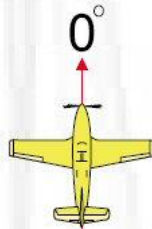
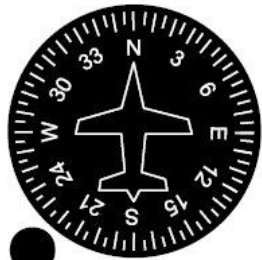
D



240° Course

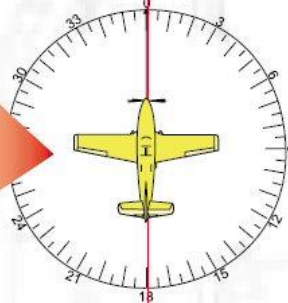


VOR DME NDB navigatie



C

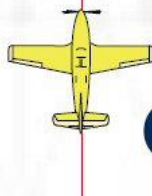
Als je volgens de geselecteerde koers vliegt, verandert de TO indicatie automatisch in een FROM indicatie (naar beneden wijzende driehoek) wanneer je het VOR station passeert als weergegeven in **C**



B

Wanneer je je boven het VOR station bevind zal de indicator OFF weergeven.

Daarmee wordt aangegeven dat het vliegtuig op dat moment nog TO nog FROM het VOR station vliegt, als weergegeven in **B**

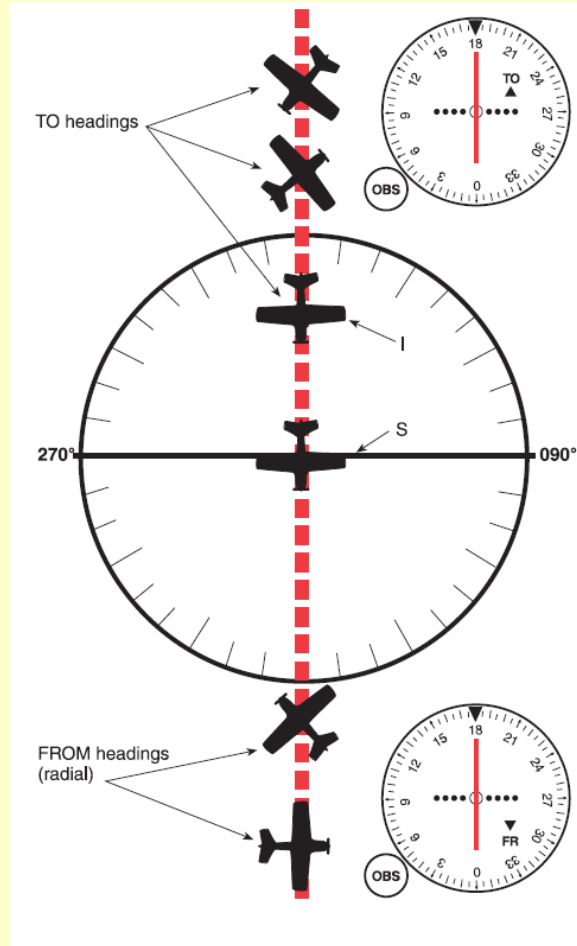


A

De 360 graden koers is geselecteerd (onder de index staat 360). Om deze koers te vliegen, moet je draaien naar een richting van 360 graden op de heading indicator.

Aangenomen dat dit is gedaan, dan zal de VOR indicator een gecentreerde naald weergeven met een TO indicatie (naar bovenwijzende driehoek), als weergegeven in **A**

VOR DME NDB navigatie



VOR display
180° koers

De VOR display zegt iets over de **plaats** van het vliegtuig t.o.v. een VOR

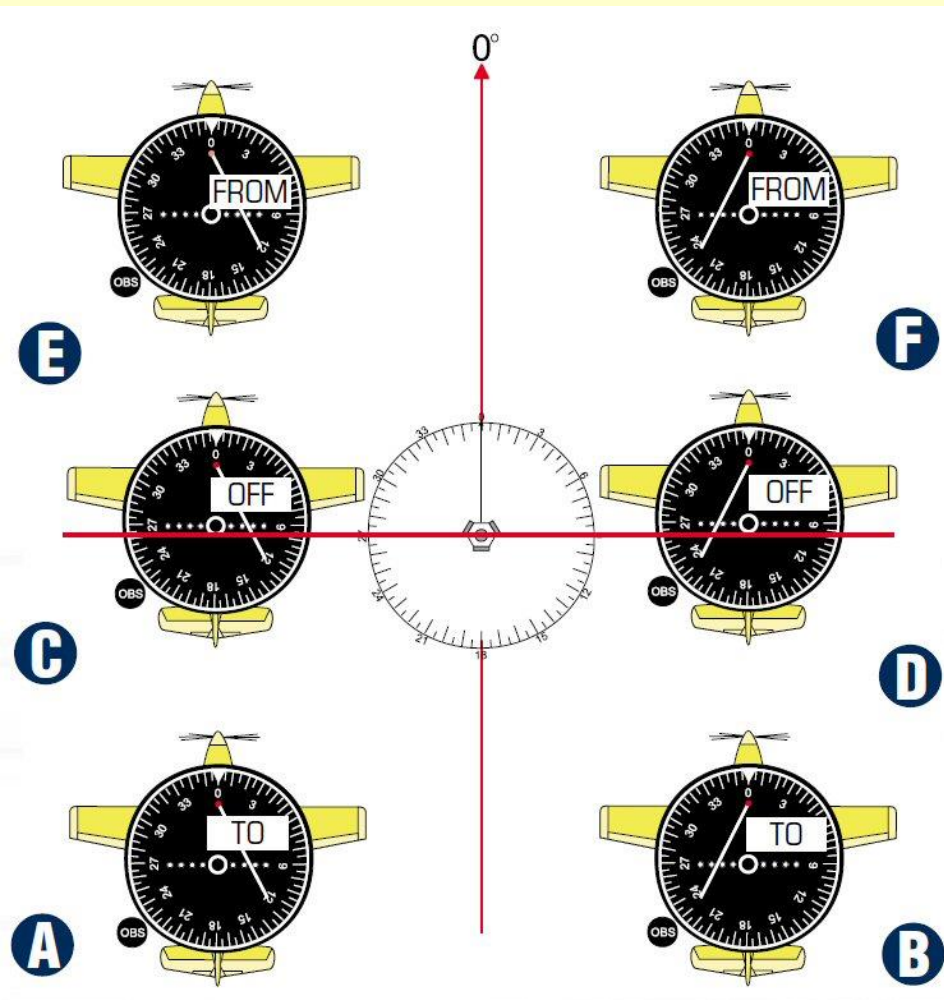
VOR

De VOR display zegt niets over de **Heading** (orientatie) van het vliegtuig

De VOR display verandert niet wanneer elk van de getekende vliegtuigen om hun as roteren

VOR display
180° koers

VOR DME NDB navigatie



Rod Machado

Vliegtuig A heeft een heading 360°
De geselecteerde koers is ook 360°

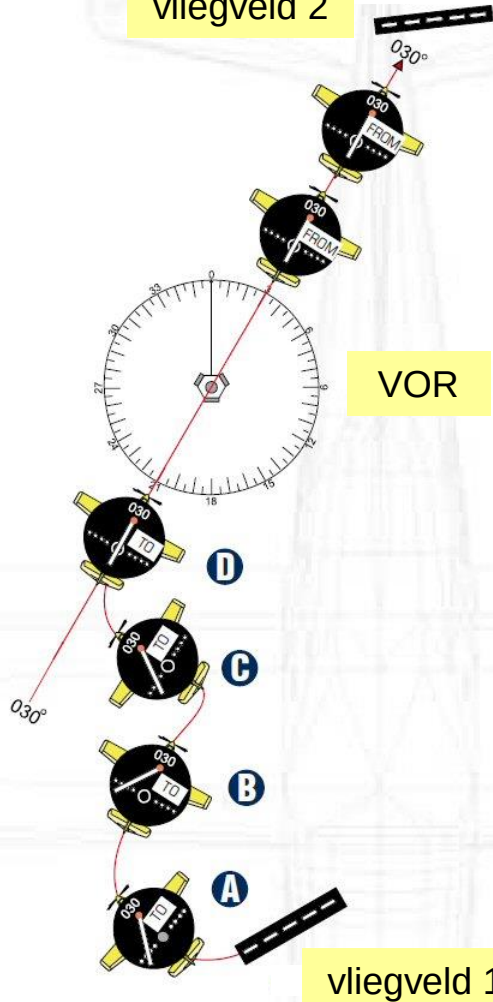
De VOR display geeft een rechter naald weer en een TO indicatie.
Dit betekent dat de geselecteerde koers aan de rechterkant is en als vliegtuig A zich op de koers zou hebben bevonden, het rechtstreeks naar het VOR station toe zou vliegen.

Vliegtuig A moet naar rechts draaien om de geselecteerde koers te onderscheppen

Het zelfde geldt voor de vliegtuigen C en E.

Vliegtuigen B, D, en F moeten naar links draaien om de koers te onderscheppen

vliegveld 2



VOR

vliegveld 1

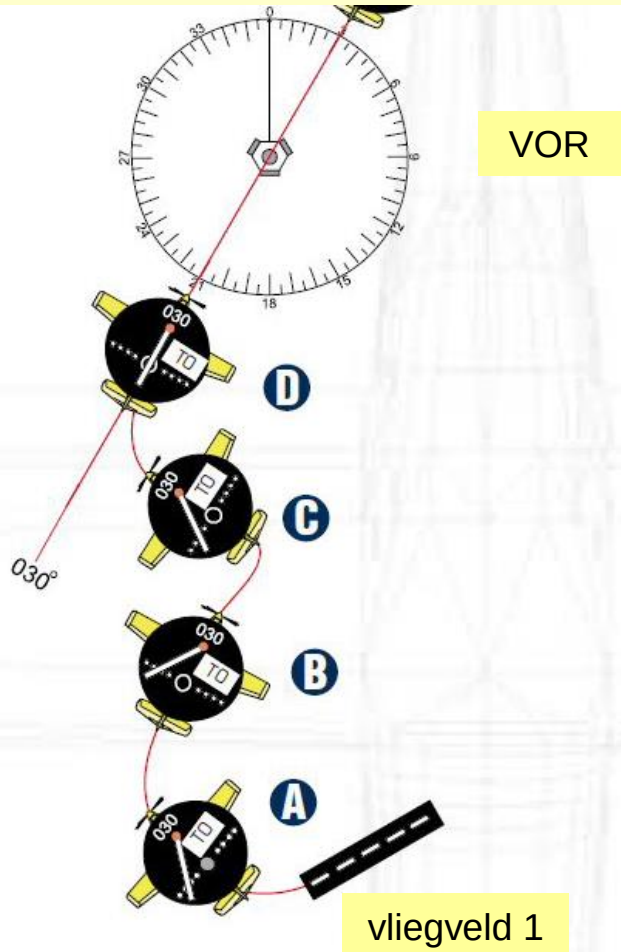
VOR koers onderscheppen en volgen

Veronderstel dat het vliegtuig vertrekt vanaf vliegveld 1.

Je wilt de 030⁰ koers vliegen *naar* en *vanaf* de VOR als aangegeven

De bestemming is vliegveld 2, wat ligt op de 030⁰ koers van de VOR.

VOR DME NDB navigatie



VOR

Met de OBS ingesteld op 030, vertrek van vliegveld1.

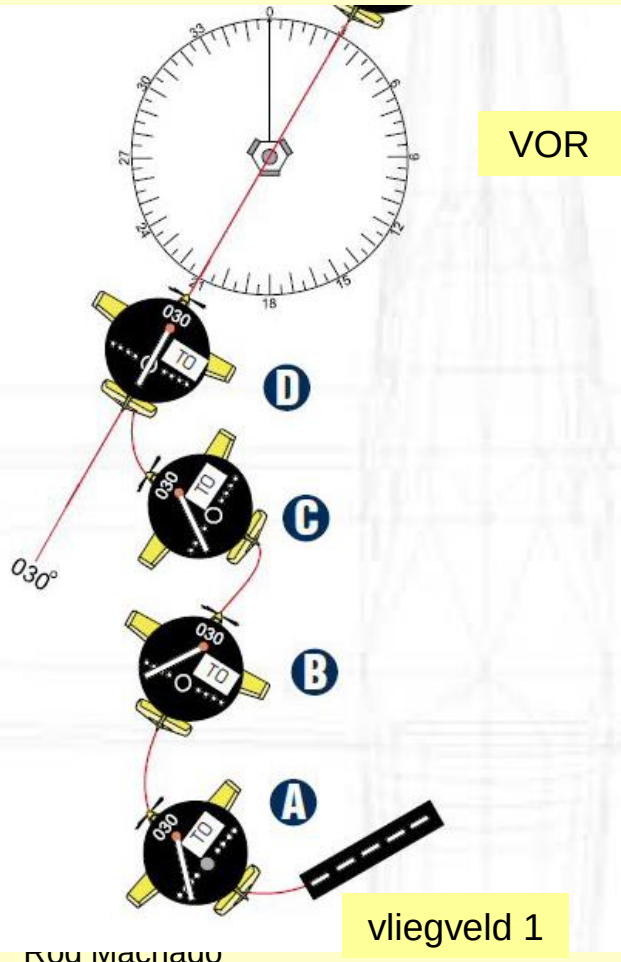
De VOR display laat een linker naald zien met een TO indicatie (A)

Een rechts of links indicatie van de naald zegt niets over welke kant van de geselecteerde koers het vliegtuig zich bevindt.

Om dat te bepalen, moet het vliegtuig in de richting van de geselecteerde koers wijzen, hier 30°

VOR naald en indicator aanwijzing zijn geheel onafhankelijk van de heading van het vliegtuig.

VOR DME NDB navigatie



De VOR display van een vliegtuig in de lucht veronderstelt altijd dat het vliegtuig wijst in de richting van de geselecteerde koers.

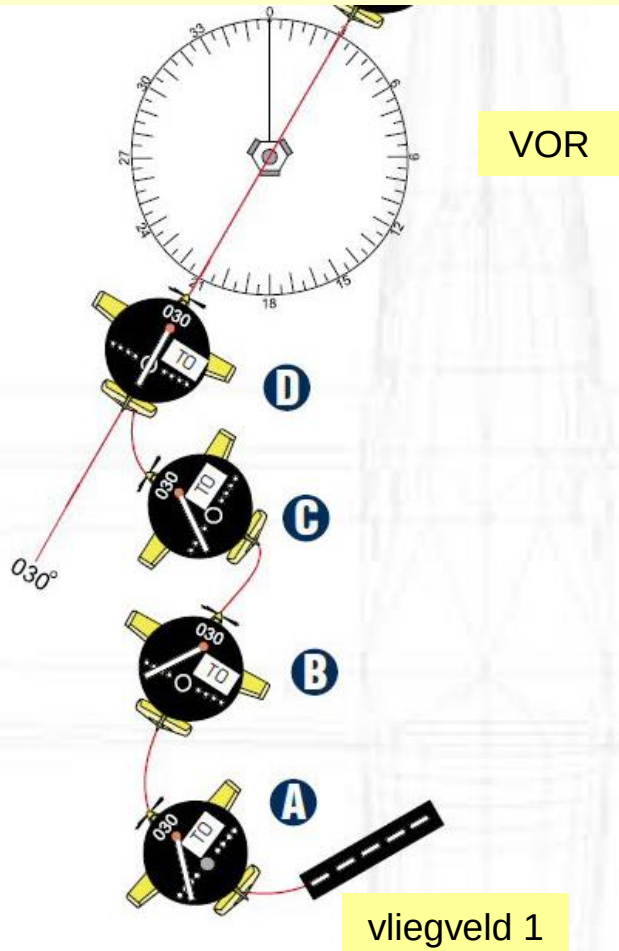
Maar, VORs weten niet wat de heading van het vliegtuig is

Daarom geeft de VOR display alleen aan

1. of het vliegtuig zich bevindt aan de rechter of linker zijde van de geselecteerde koers
2. of die koers het vliegtuig naar of vanaf het VOR station zal brengen.

In de figuur ligt de 030⁰ koers niet links van het vliegtuig direkt na opstijgen (A).

VOR DME NDB navigatie



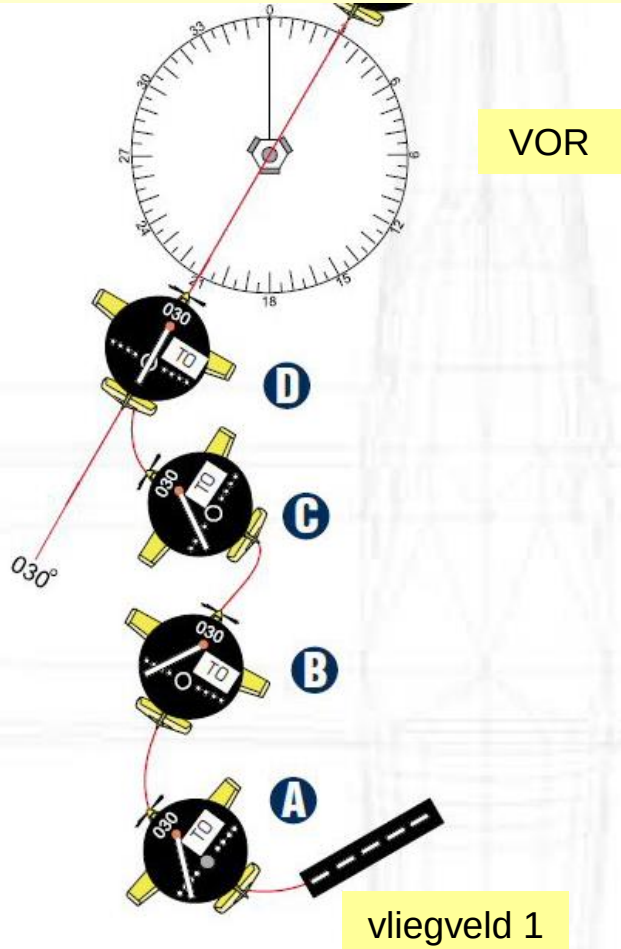
Maar als je het vliegtuig draait in de richting van de geselecteerde koers van 030^0 , dan zullen de naald en de indicator op de juiste manier aangeven

- waar de koerslijn zich bevindt
- of je *van* of *naar* de VOR vliegt.

Alleen in deze situatie geeft de naald op juiste manier aan dat de geselecteerde koers van de VOR fysiek links van het vliegtuig ligt (**B**)

De TO/FROM indicator geeft aan dat zodra het vliegtuig op de VOR koers van 030^0 vliegt met een heading 030^0 , het vliegtuig rechtstreeks naar het VOR station toe vliegt (**D**) (aangenomen dat er geen wind is).

VOR DME NDB navigatie

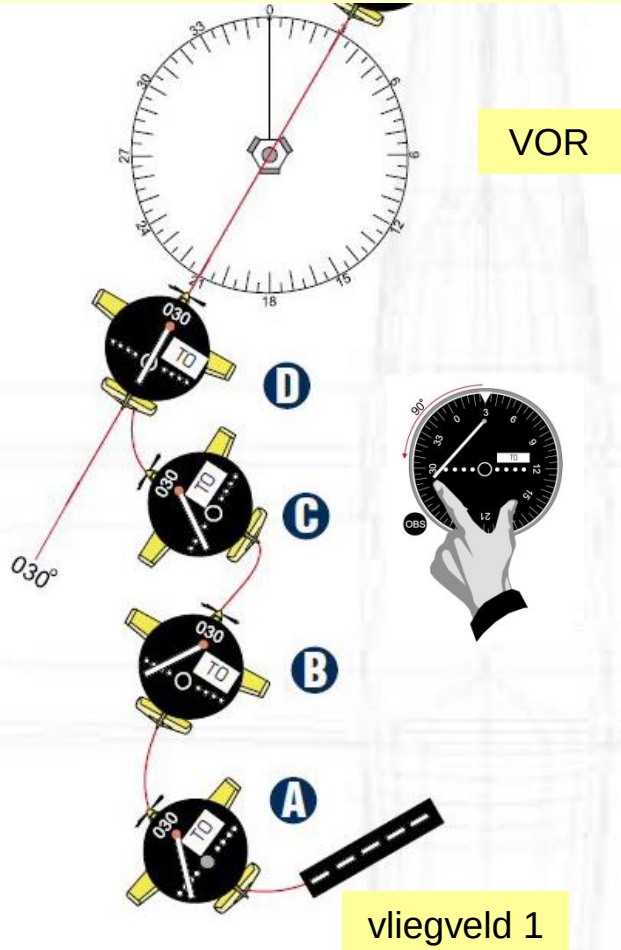


Als je naar links moet draaien om de 030^0 koers te onderscheppen, hoeveel graden naar links moet je dan draaien?

In ieder geval meer dan 0^0 en minder dan 90^0
Het hangt af van hoe snel je op de 030^0 koers wilt vliegen.

Als de VOR naald volledig uitgeslagen is, weet je niet of de geslecteerde koers vlakbij is of ver weg. In dat geval, moet je zo snel als mogelijk is op de koers zien te komen

VOR DME NDB navigatie



Daarom, onderschep met een 90^0 hoek.

Welke heading is 90^0 links van de 030^0 ?

Kijk op het kompas en tel 90^0 links van de geselecteerde koers van 030^0 (C).
Dat is 300^0

Vliegen met een heading van 300^0 geeft de snelst mogelijke onderschepping van de 030^0 koers (C).
Je vliegt dan loodrecht op de geselecteerde koers

VOR DME NDB navigatie

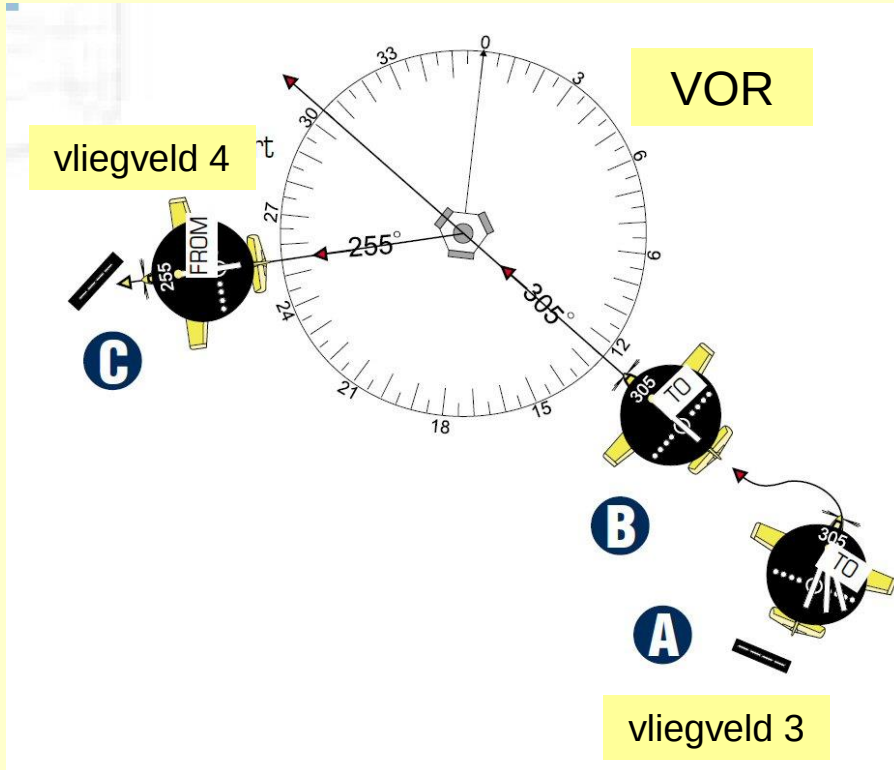
Vliegen van VOR vandaan op een geselecteerde koers

Een vliegtuig vliegt in de buurt van vliegveld 3 (A) en wil naar vliegveld 4 vliegen.

Er wordt een VOR station gebruikt om vliegveld 4 te vinden

Wat is de beste manier om naar VOR station te vliegen?

Je kunt er vanuit gaan dat je altijd op een koers vliegt die naar een VOR gaat
Hoe weet je welke koers dat is?



VOR DME NDB navigatie

Stem af op de VOR frequency op de navigatie radio

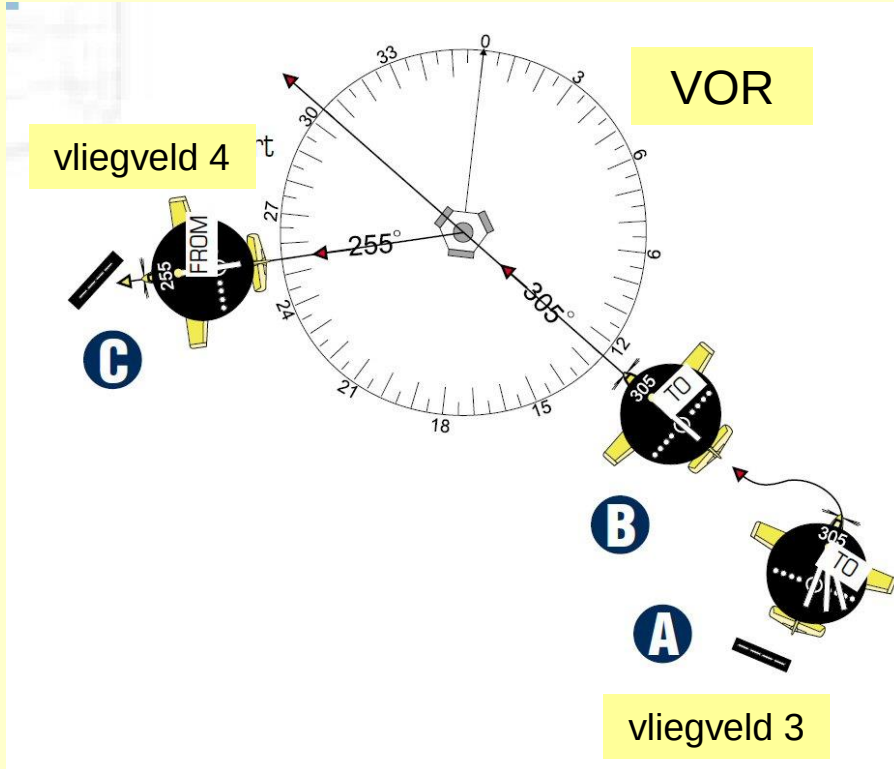
Draai aan de OBS totdat de TO indicator voor staat en de naald gecentreerd is (**A**)

Lees de geselecteerde koers af bij de index. In dit voorbeeld bevindt het vliegtuig zich op de 305^o koers naar het VOR station

Stel een heading in van 305^o op de heading indicator

Vlieg die koers naar het VOR station (**B**)

Rod Machado



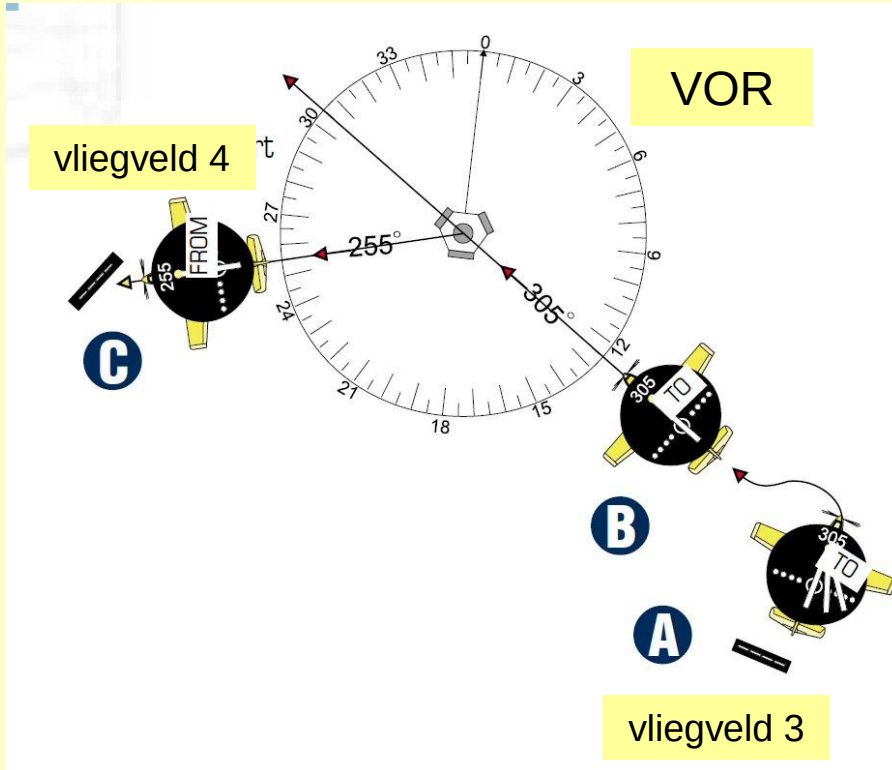
VOR DME NDB navigatie

Bij nadering van het VOR station (**B**) bepaal welke koers loopt van het VOR station naar vliegveld 4

Trek een lijn om de koers af te lezen
De 255° koers blijkt van de VOR naar vliegveld 4 te lopen

Draai het vliegtuig vlak voor de VOR naar links naar een heading van 255°

Draai vervolgens de OBS naar 255°
De VOR display is nu ingesteld op een track van 255° van de VOR naar vliegveld 4 (**C**).



VOR DME NDB navigatie

Course interception aanwijzing in het Engels

Course Interception

If your desired course is not the one you are flying, you must first orient yourself with respect to the VOR station and the course to be flown, and then establish an intercept heading.

The following steps may be used to intercept a predetermined course, either inbound or outbound.

Steps 1-3 may be omitted if you turn directly to intercept the course without initially turning to parallel the desired course.

1. Turn to a heading to parallel the desired course, in the same direction as the course to be flown.
2. Determine the difference between the radial to be intercepted and the radial on which you are located.
3. Double the difference to determine the interception angle, which will not be less than 20° nor greater than 90° .
4. Rotate the OBS to the desired radial or inbound course.
5. Turn to the interception heading.
6. Hold this heading constant until the CDI centers, which indicates the aircraft is on course. (With practice in judging the varying rates of closure with the course centerline, you learn to lead the turn to prevent overshooting the course.)
7. Turn to the MH corresponding to the selected course, and follow tracking procedures inbound or outbound.

VOR DME NDB navigatie

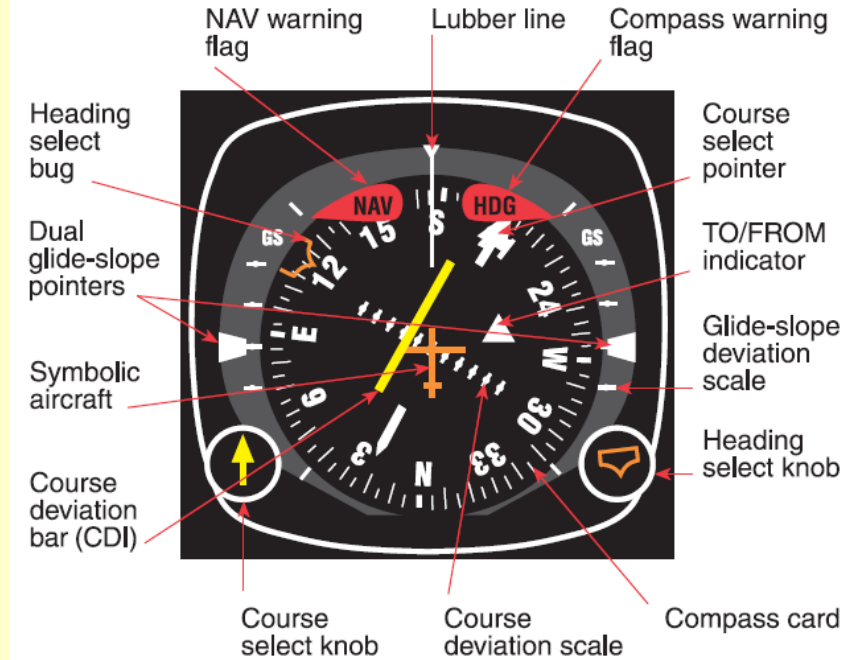
Verschillende vormen van VOR display



Course Deviation Indicator
schematisch



Course Deviation Indicator
Cessna 172



Horizontal Situation Indicator
Baron 58

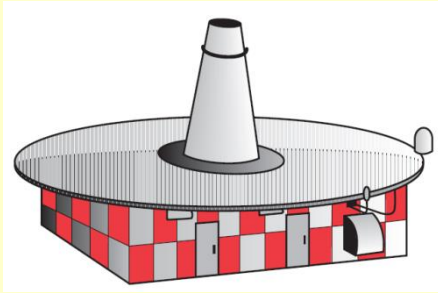
Distance Measuring Equipment DME

Functie van DME

- ❑ wordt gebruikt om de afstand van een vliegtuig tot een DME zender te bepalen
- ❑ De afstand informatie kan gebruikt worden om
 - de positie van het vliegtuig te bepalen
 - het vliegen van een track met een konstante afstand tot het DME station.Dit wordt wel een DME-boog genoemd (**DME arc**).

DME meting is nauwkeurig

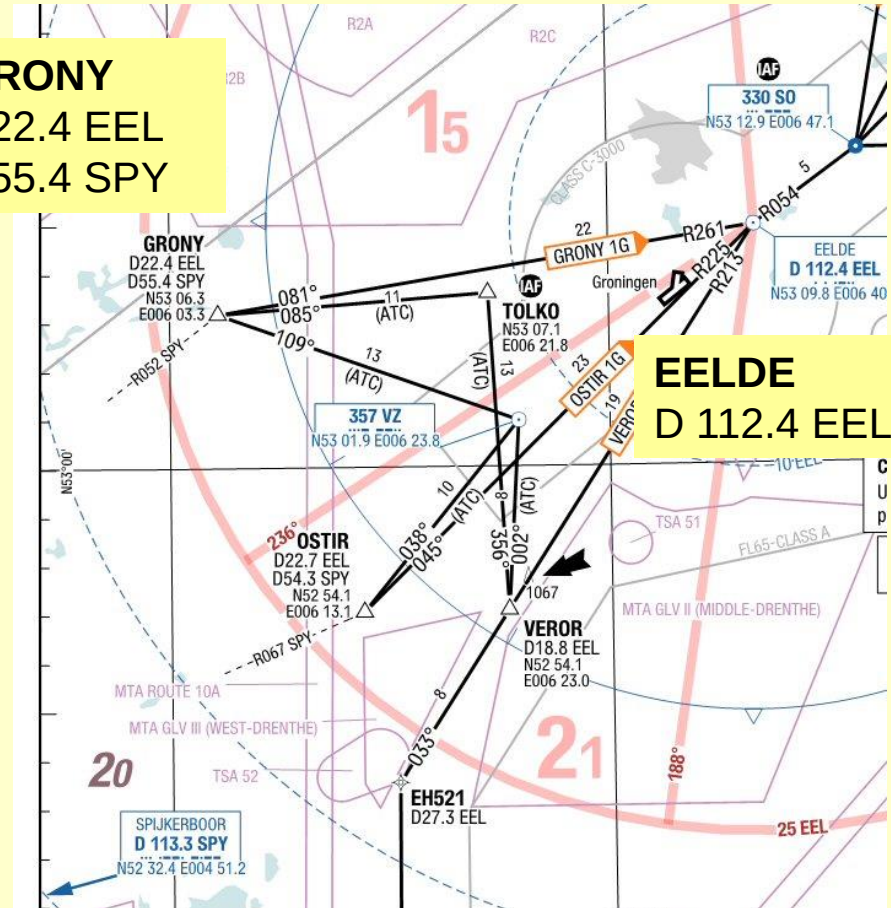
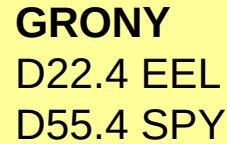
VOR DME NDB navigatie



VOR/DME zender grond station



VOR/DME ontvanger met afstands-display



EELDE

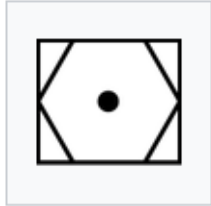
D 112.4 EEL

VOR DME NDB navigatie

Legenda van navigatiebakens in kaarten



VOR

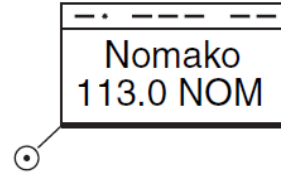


VOR/DME

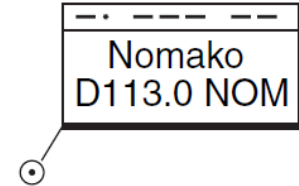


VORTAC

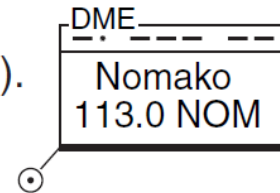
VOR.



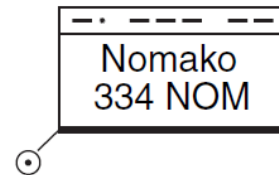
Combined VOR/DME.



DME (or TACAN).

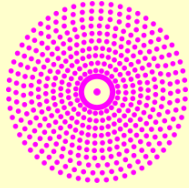


NDB.



VOR DME NDB navigatie

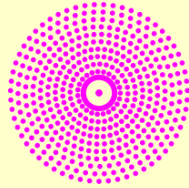
Non-Directional Beacon (NDB)



- is een radionavigatiemiddel
- bestaat uit twee delen:
 - bakenzender op de grond
 - een automatische richtingszoeker (**ADF Automatic Direction Finder**) in het vliegtuig
- De wijzer van een ADF geeft de richting aan waar het baken zich ten opzichte van het vliegtuig bevindt.



VOR DME NDB navigatie



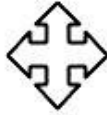
Non-Directional Beacon (NDB)

- Door de richting naar twee verschillende bakens te bepalen weet de piloot waar hij zich bevindt.
- De bakens zenden een twee- of drieletterige identificatie uit in morsecode
- De meeste NDB's kunnen tot een afstand van 25 NM met een redelijke precisie worden gepeild.



VOR DME NDB navigatie

Noorden



waypoint A

Heading 095 graden

Track 081 graden

Course 090 graden

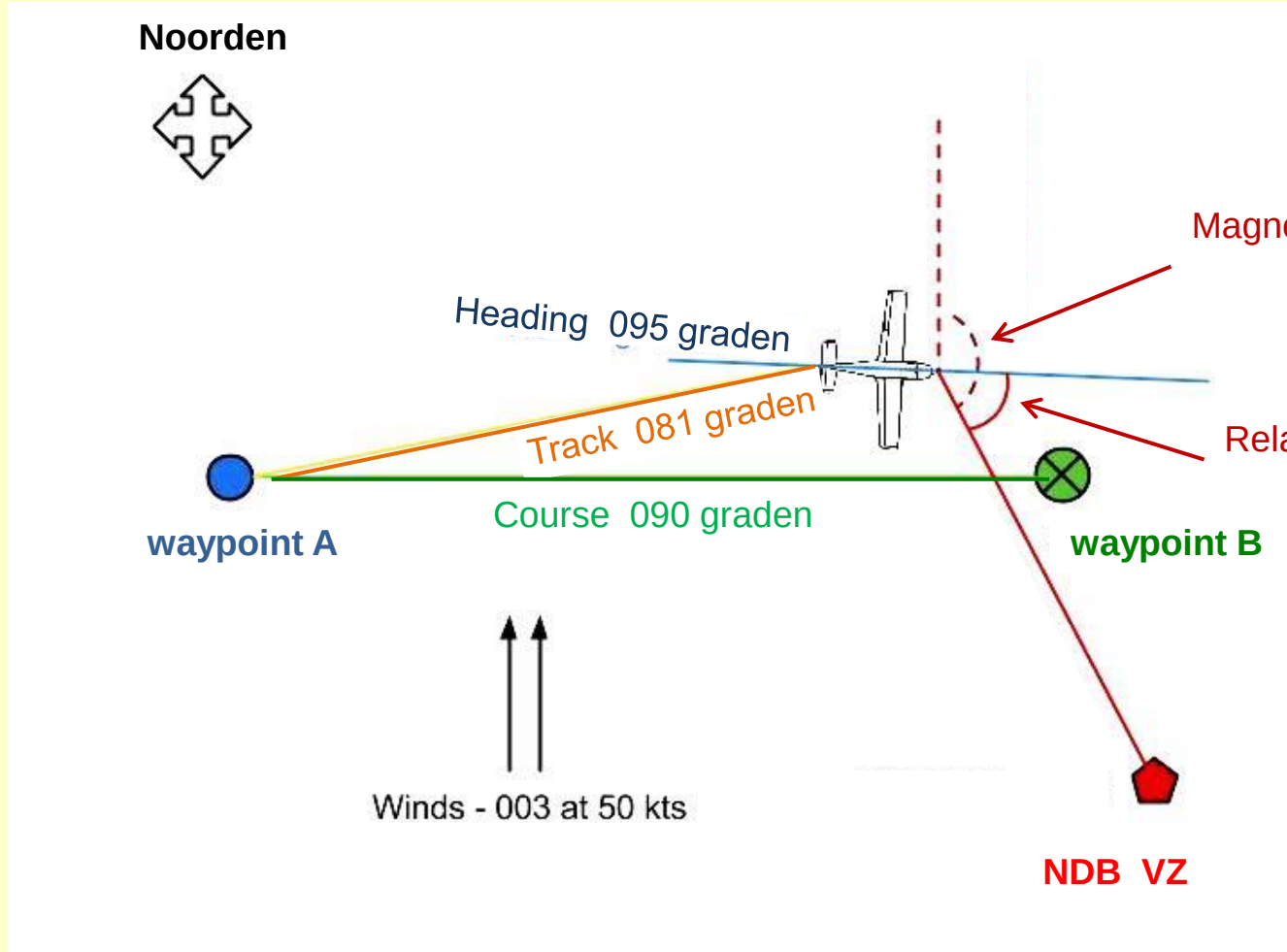
Magnetic bearing (MB)
144°

Relative bearing (RB)
054°

waypoint B

Winds - 003 at 50 kts

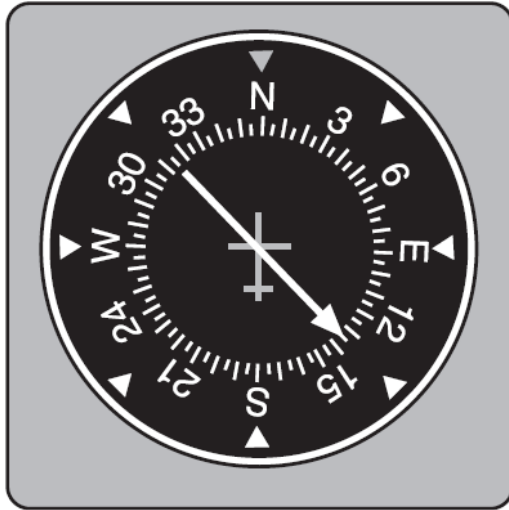
NDB VZ



VOR DME NDB navigatie



Magnetisch heading (MH)



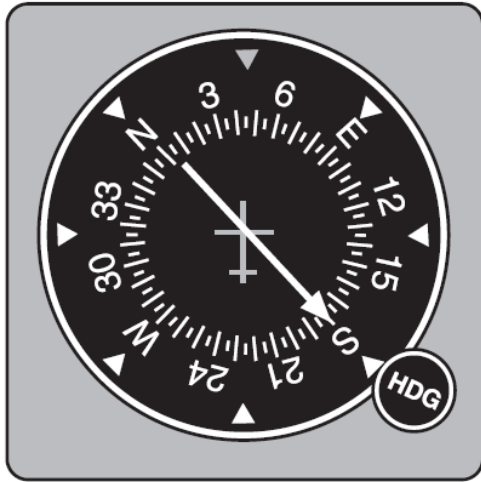
Relatieve bearing (RB)
met een vaste schaal indicator

- De fixed-card ADF wijst altijd nul aan bij de bovenkant van het instrument
- de naald geeft de RB naar het NDB station
- De figuur toont een RB van 135°
- stel dat de MH is 45°, dan is de MB t.o.v het NDB station 180°
- $MH + RB = MB$ to the station

VOR DME NDB navigatie



Magnetisch heading (MH)



Magnetische bearing (MB)
met een roteerbare schaal indicator

Een ADF met een roteerbare schaal maakt het mogelijk om de actuele heading van het vliegtuig bovenaan de schaal van de ADF te zetten

de punt van de naald wijst nu de MB aan naar het NDB station toe

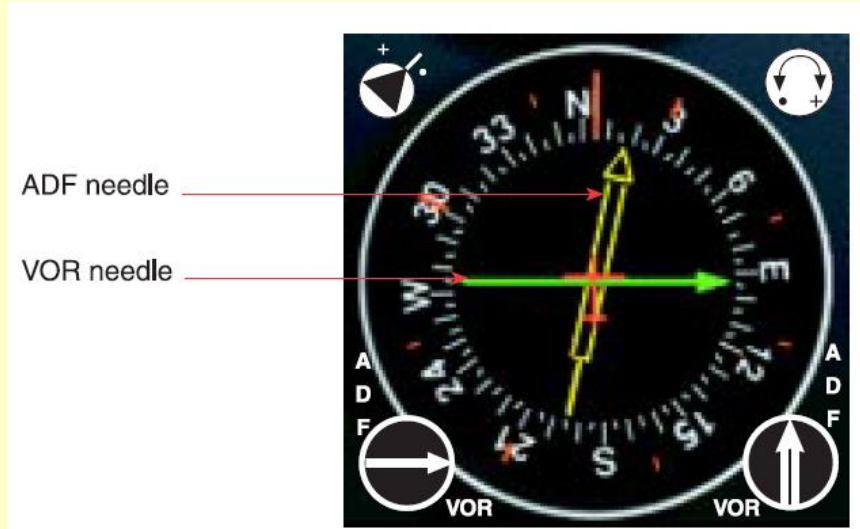
de staart van de naald geeft de MB aan van het NDB station vandaan

de figuur toont een heading van 45° ,
de MB naar het NDB station toe is 180° , en de
MB van het NDB station vandaan is 360° .

VOR DME NDB navigatie



Magnetisch heading (MH)



Radio Magnetische Indicator (RMI)
met een automatische schaal indicator

Bendix/King
ADF navigatieradio



VOR DME NDB navigatie

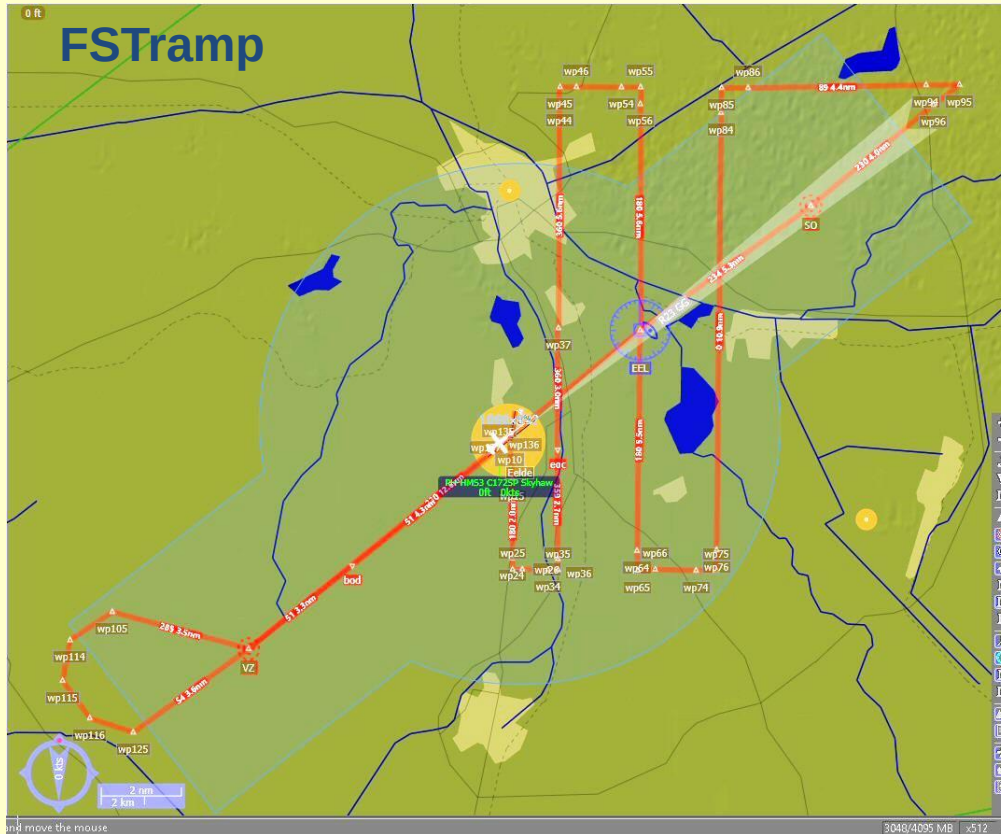


Automatic Direction Finder
Cessna 172 Shyhawk



Radio Magnetic Indicator
DC-9 Classic

Demo vlucht voor VOR en NDB display aanwijzingen



Vlieg vlucht FsggNmmVorAdf
.FLT .FSSAVE en .WX

Cessna 172

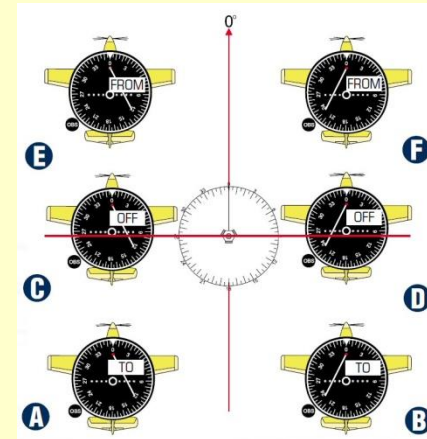
VOR1: 112.4 **EEL** koers 360°

VOR2: 112.4 **EEL** koers 90°

ADF: 330.0 **SO**

telkens afvragen:

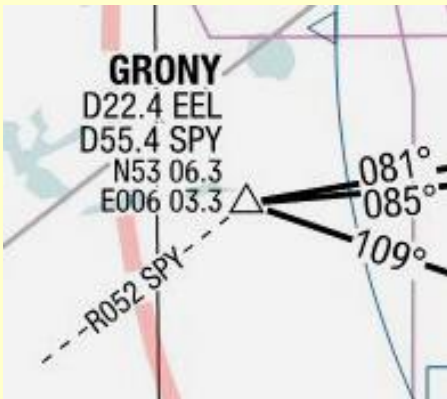
- welke koers op CDI display weergegeven
- waar ligt de VOR koerslijn: links of rechts
- is de positie van het vliegtuig: TO of FROM



FSTramp

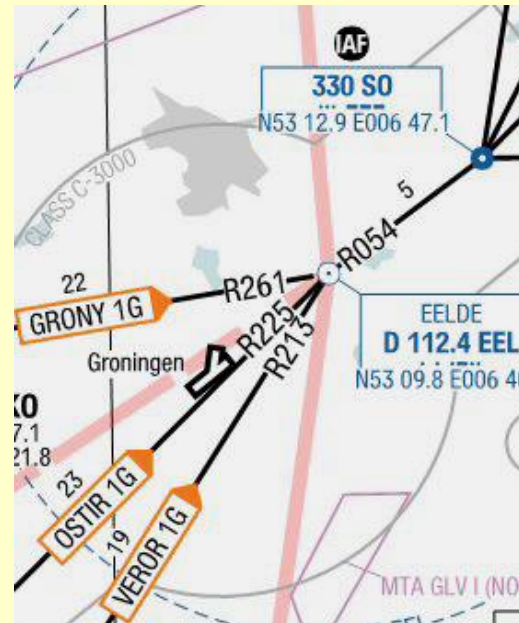
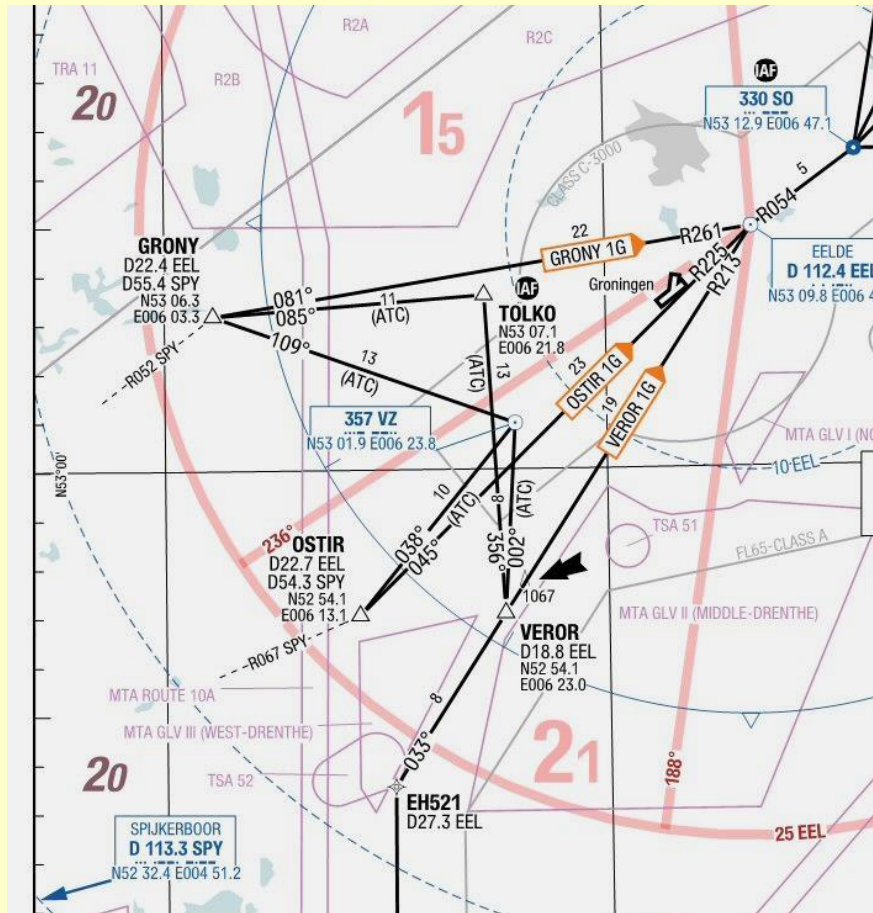
- voor autoflight alleen Heading en Altitude laten instellen
- als vliegtuig Cessna 172 kiezen

vlucht in de mist van Noordoostpolder naar RW23 Eelde



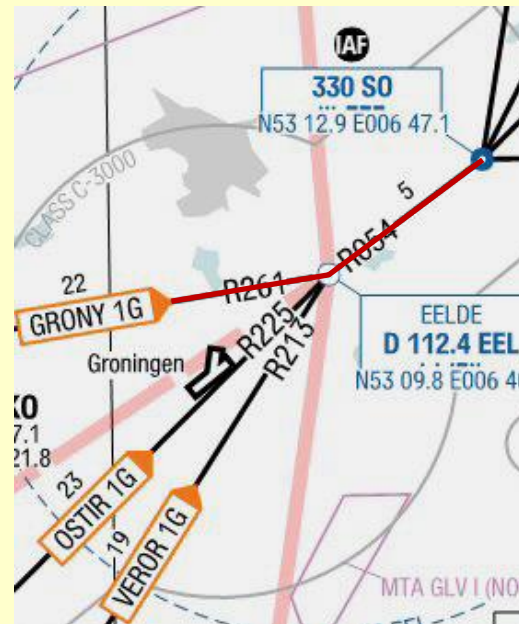
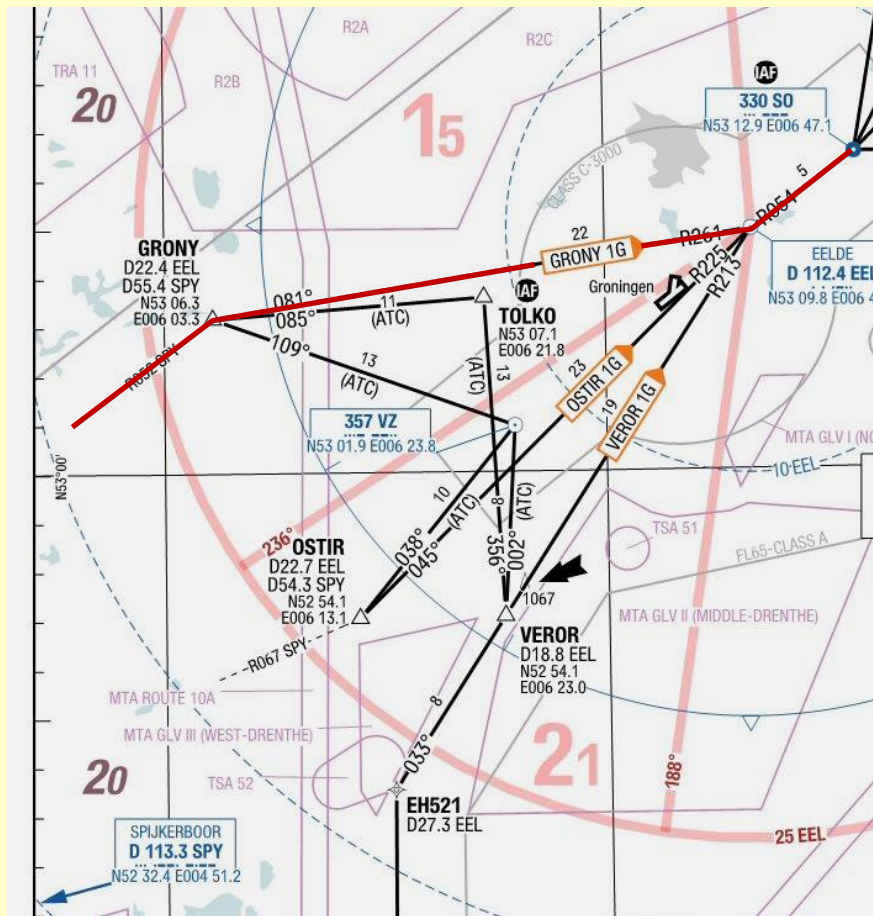
Vlieg vlucht

FsggNmmNoordoostPolder
.FLT .FSSAVE en .WX



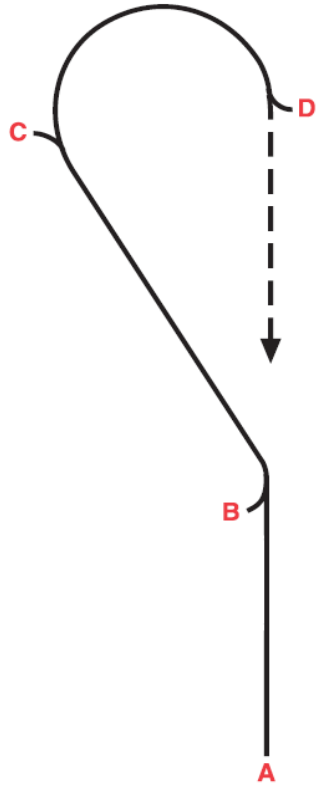
- ☐ direct to Grony
- ☐ arrival Grony 1G
- ☐ holding SO
- ☐ approach ILS RW23

vlucht in de mist van Noordoostpolder naar RW23 Eelde



- direct to Grony
- arrival Grony 1G
- holding SO
- approach ILS RW23

vlucht in de mist van RW03 Eindhoven naar RW05 Eelde



Teardrop patroon voor draai naar holding SO

Stappen:

1. Start timing in A voor 2 minutes van A to B
2. Reduceer in deze 2 minuten airspeed tot holdingspeed
3. In B, begin een standaard-rate draai naar links en draai 30° heading
4. Time 1 minuut van B naar C
5. In C, begin standard-rate draai naar rechts voor een 210° heading
6. rolling-out in de tegengestelde richting van de begin heading.

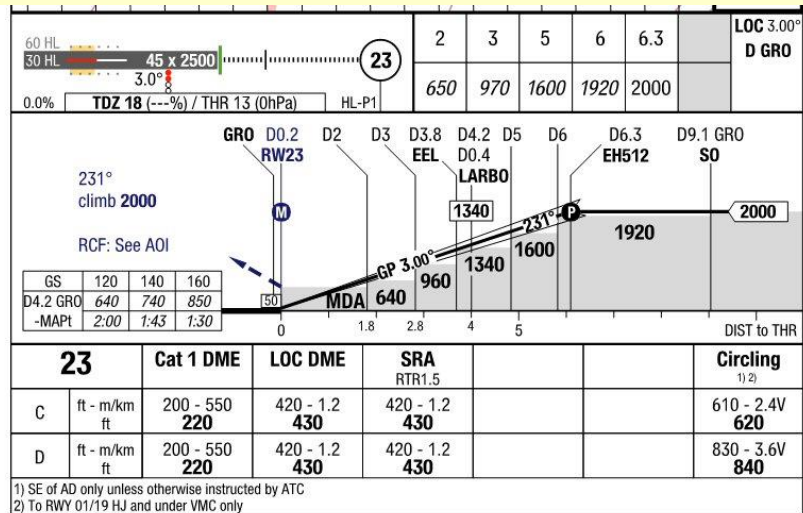
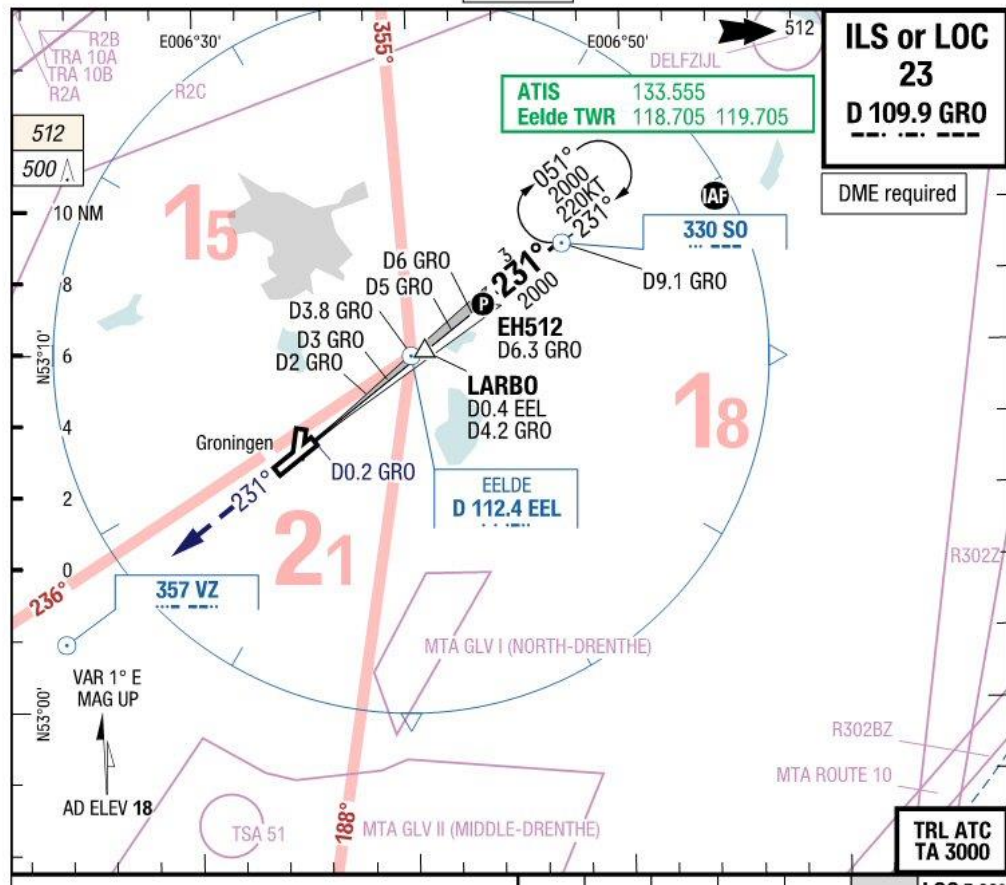
Gehele patroon in level-flight uitvoeren

vlucht in de mist van Noordoostpolder naar RW23 Eelde

GRQ-EHGG

7-10

ILS or LOC 23

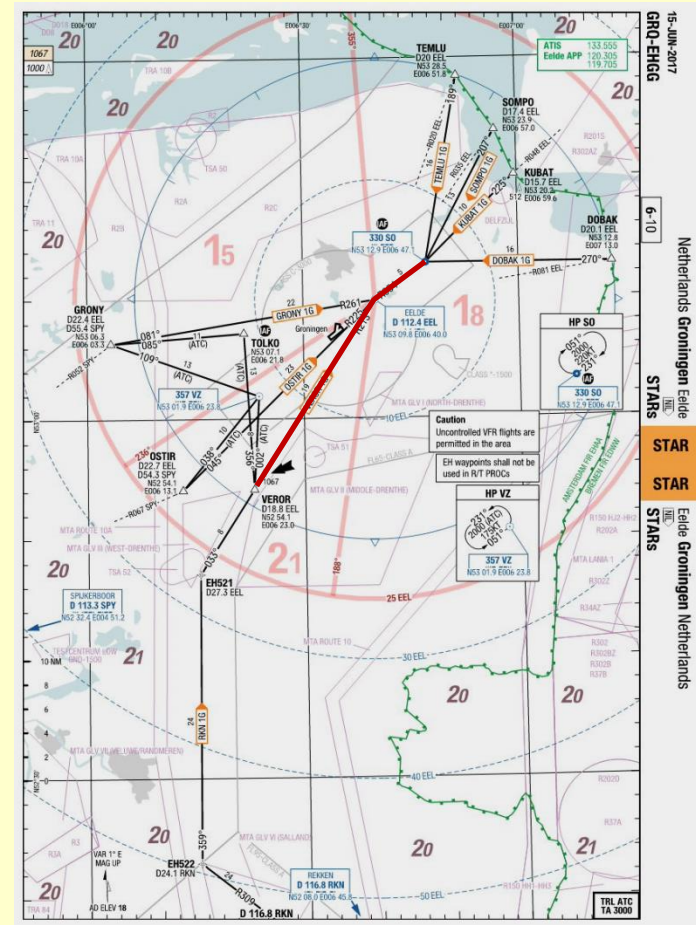


- ☐ direct to Grony
- ☐ arrival Grony 1G
- ☐ holding SO
- ☐ approach ILS RW23

vlucht in de mist van RW03 Eindhoven naar RW05 Eelde

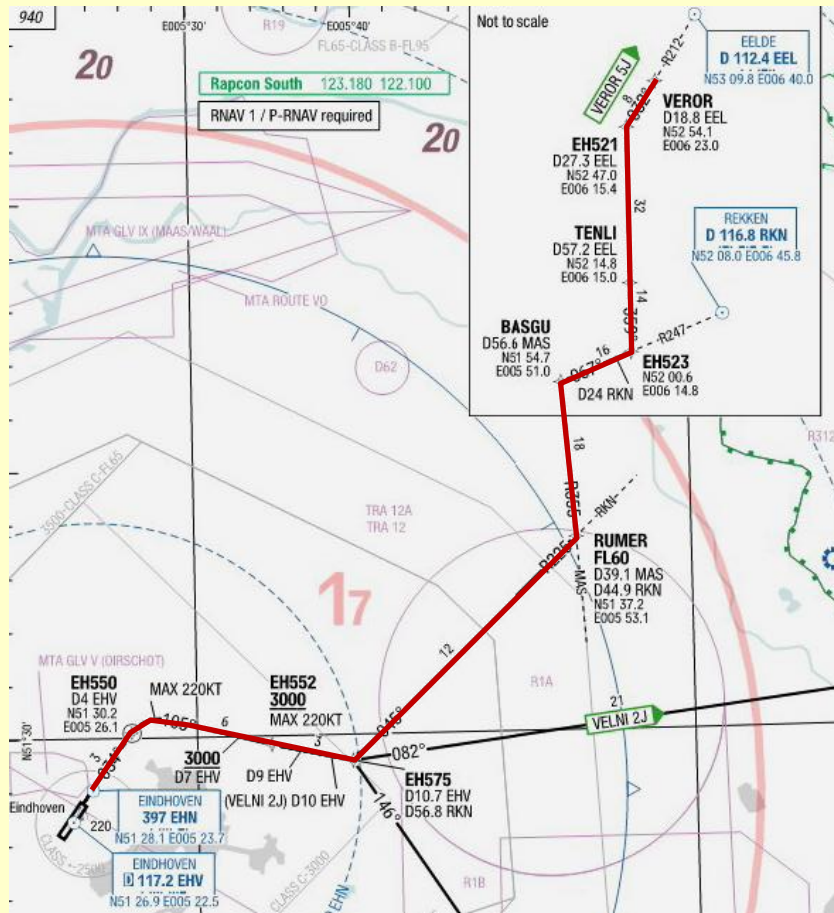


departure (SID) bij vertrek vanaf EHEH

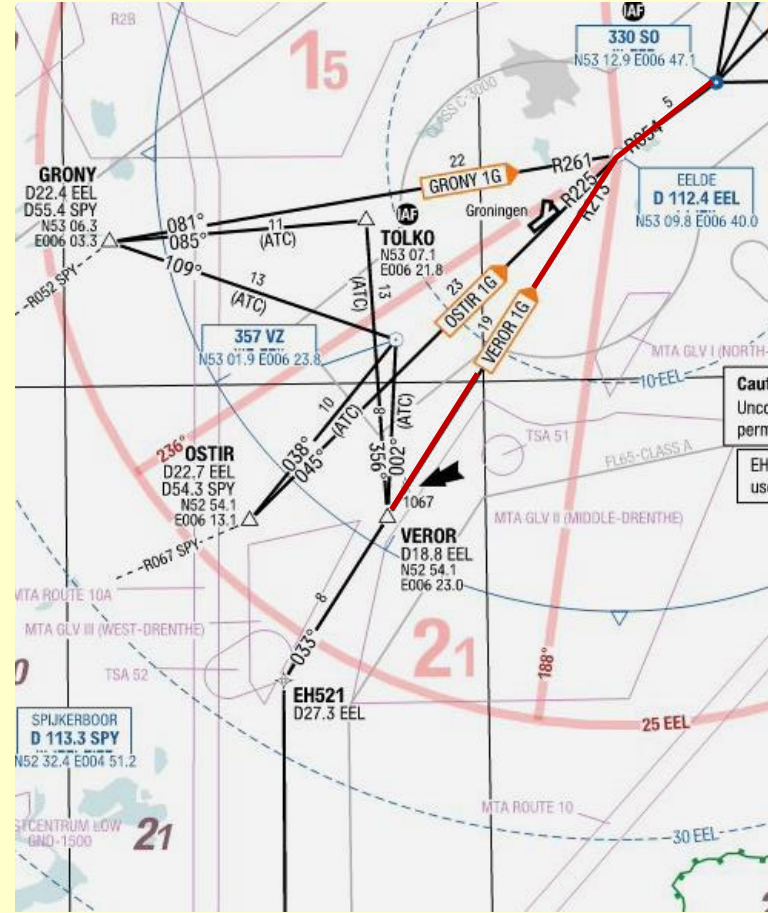


arrival (STAR) bij aankomst EHGG

vlucht in de mist van RW03 Eindhoven naar RW05 Eelde



departure (SID) bij vertrek vanaf EHEH



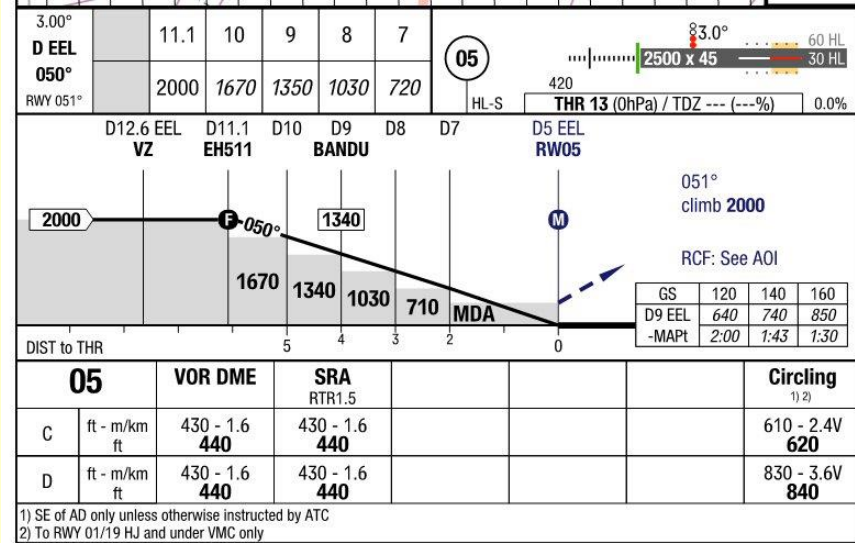
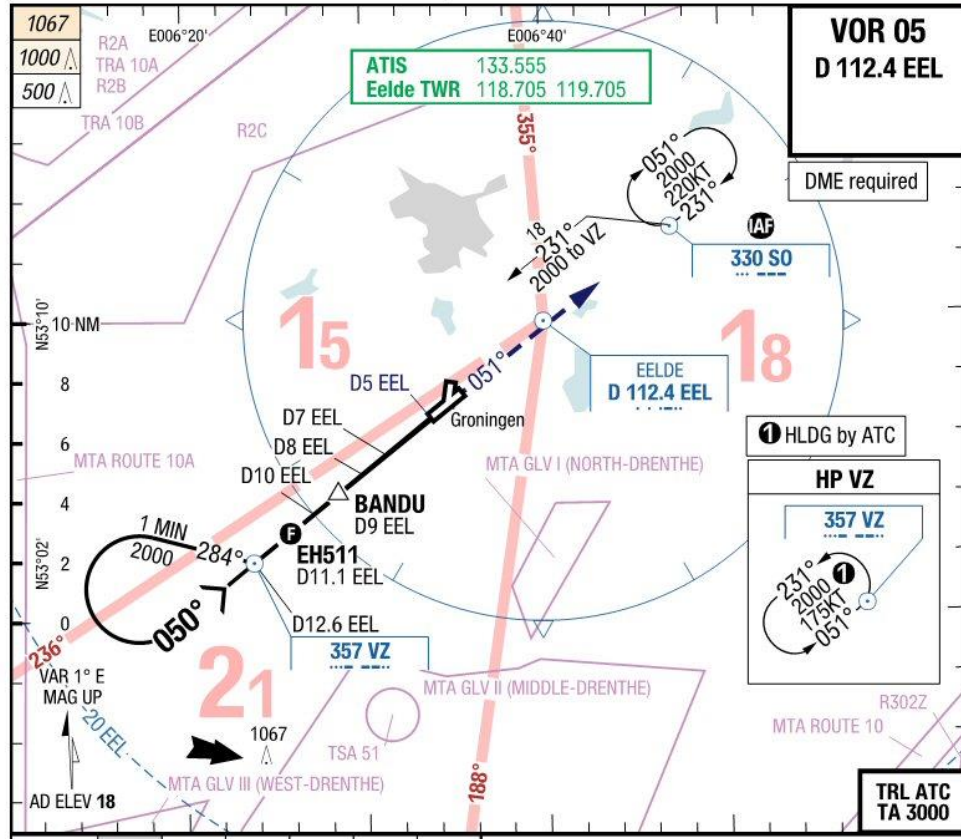
arrival (STAR) bij aankomst EHGG

vlucht in de mist van RW03 Eindhoven naar RW05 Eelde

GRQ-EHGG

7-50

VOR 05



- ☐ direct to Veror
- ☐ arrival Veror 1G
- ☐ holding SO
- ☐ approach VOR 05

Referenties

HELP

[home](#) [back](#)[print](#)



Navigation

Navigating from takeoff to touchdown requires skill and practice. In today's aviation world, many tools help pilots plan and execute their flights. From good old compass navigation to satellite-guided paths, the articles below will give you the information you need to know about navigating in Flight Simulator.



Using the Flight Planner

Automate your navigation workload



Old-Fashioned Navigation

Landmarks, maps, speed calculations, and the compass for guidance



Aviation Charts

Using charts to plan and navigate flights



What You Need to Know about VOR

A guide to this old but reliable method



Using the GPS

Flying with a global positioning receiver



Using the G1000 Glass Cockpit

21st century technology

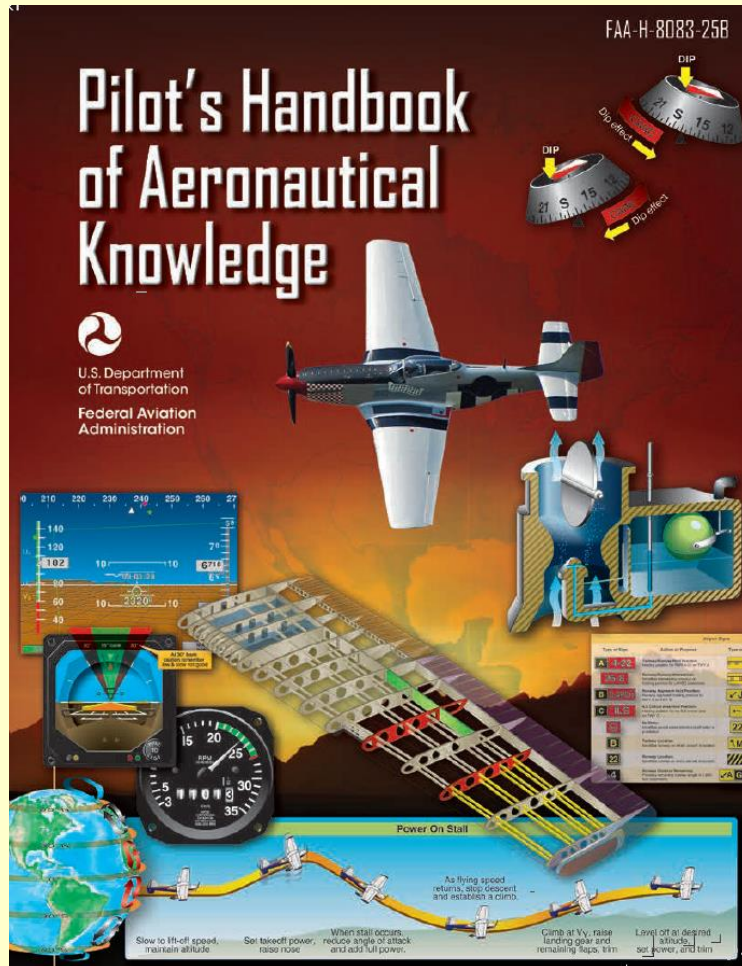
OK

zie FSX menu Help en dan Learning Center

Referenties



Referenties



Chapter 16	
Navigation	16-1
Introduction.....	16-1
Aeronautical Charts	16-2
Sectional Charts.....	16-2
VFR Terminal Area Charts	16-2
World Aeronautical Charts.....	16-2
Latitude and Longitude (Meridians and Parallels).....	16-3
Time Zones.....	16-3
Measurement of Direction.....	16-5
Variation.....	16-6
Magnetic Variation	16-7
Magnetic Deviation	16-7
Deviation	16-8
Effect of Wind.....	16-8
Basic Calculations.....	16-11
Converting Minutes to Equivalent Hours.....	16-11
Time $T = D/GS$	16-11
Distance $D = GS \times T$	16-11
$GS = D/T$	16-11
Converting Knots to Miles Per Hour.....	16-11
Fuel Consumption	16-11
Flight Computers.....	16-12
Plotter	16-12
Pilotage	16-12

