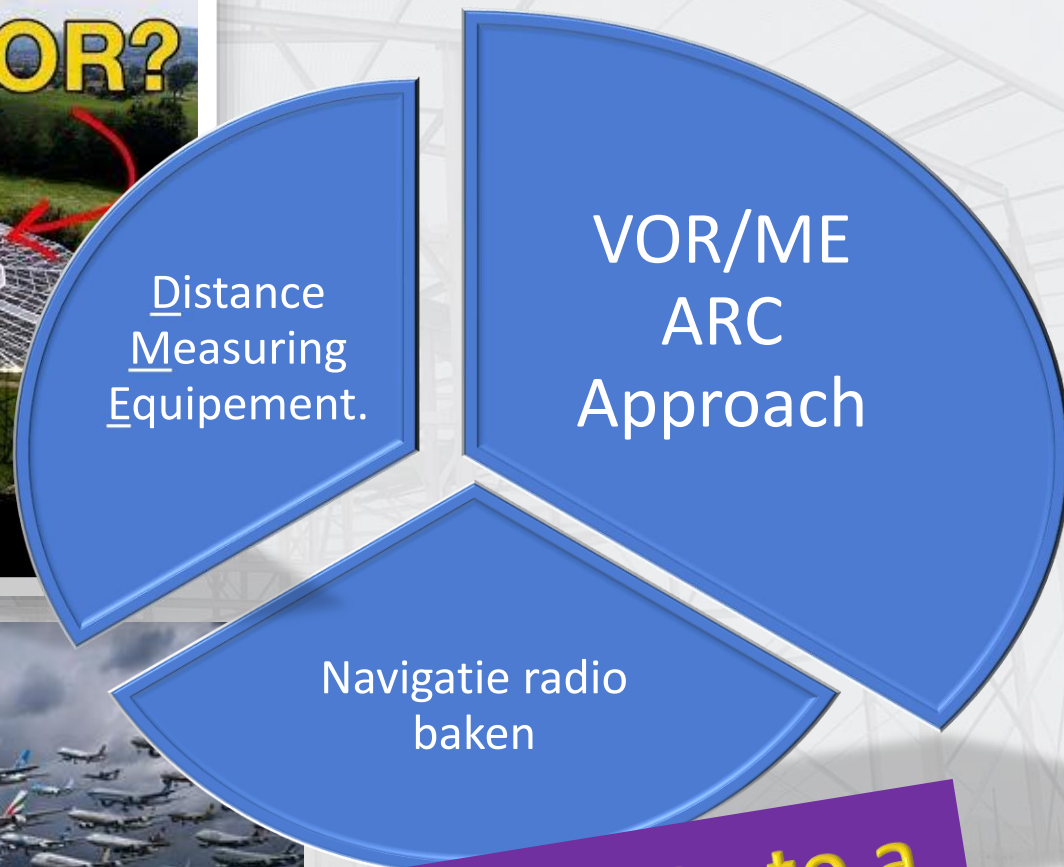




and how does it relate to a
VOR-DME-ARC approach?



Lijst van luchtvaartcodes op Nederlandse gashouders [\[bewerk\]](#)

AO: Almelo (ook: ALMELO)	DT: Doetinchem	HD: Den Helder	PR: Purmerend
AH: Arnhem	DV: Deventer	HK: Harderwijk	RM: Roermond
AM: Amsterdam	EB: Elburg	HO: Hengelo	SA: Schiedam
AR: Amerongen	EH: Eindhoven	HR: Haarlem	SH: Schiedam
BE: Breda	EK: Enkhuizen	HU: Hulst	ZB: Zaltbommel
BN: Baarn	EM: Edam	KP: Kampen	ZV: Zandvoort
BT: Het Bildt	ES: Enschede ^[5]	LC: Lochem	
BV: Beverwijk	GD: 's-Gravendeel	MG: Middelburg	
BZ: Bergen op Zoom	GI: Goirle	NK: Nijkerk	
CB: Culemborg	CS: Giesbeek	OH: Oosthuizen	
	HB: 's-Hertogenbosch		

VOR: De voorgeschiedenis.

Gas-lichtmasten sierden ooit ons land.

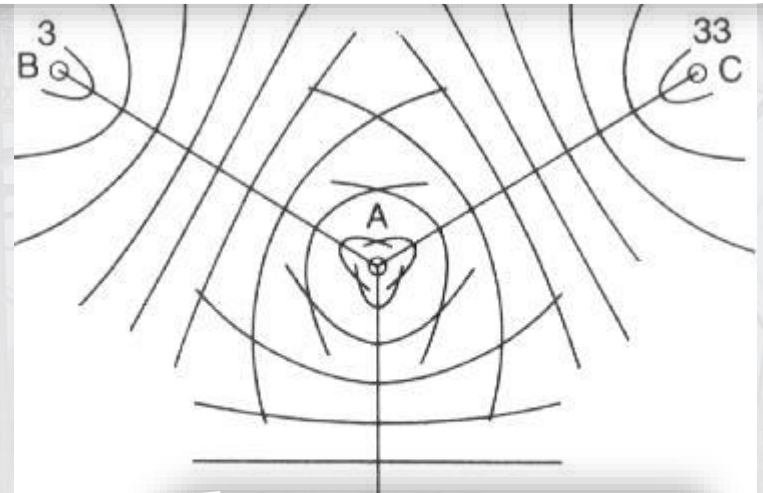
Technische achtergrond

[bewerking door de auteur]

Gee in WOI

Gee gebruikte drie zenders, één hoofdzender A en twee hulpzenders B en C, die 80 tot 160 km (50 tot 100 mijl) van elkaar verwijderd waren. De drie zenders stuurden periodieke signalen uit op 4 kanalen in de 20 tot 85 MHz-frequentieband (golflengte 15 tot 3,5 meter). De zenders hadden een vermogen van 300 kilowatt en de periodieke signalen werden verzonden in vier stappen van 1 milliseconde:

- hoofdzender A stuurt een puls op tijd 0.
- 1 ms later: hulpzender B zendt een puls.
- 2 ms later: hoofdzender A zendt een dubbele synchronisatiepuls.
- 3 ms later: hulpzender C zendt een puls.



- [Imperial War Museum page](#)
- [Radarpages.co.uk page](#)
- [The Gee System](#)

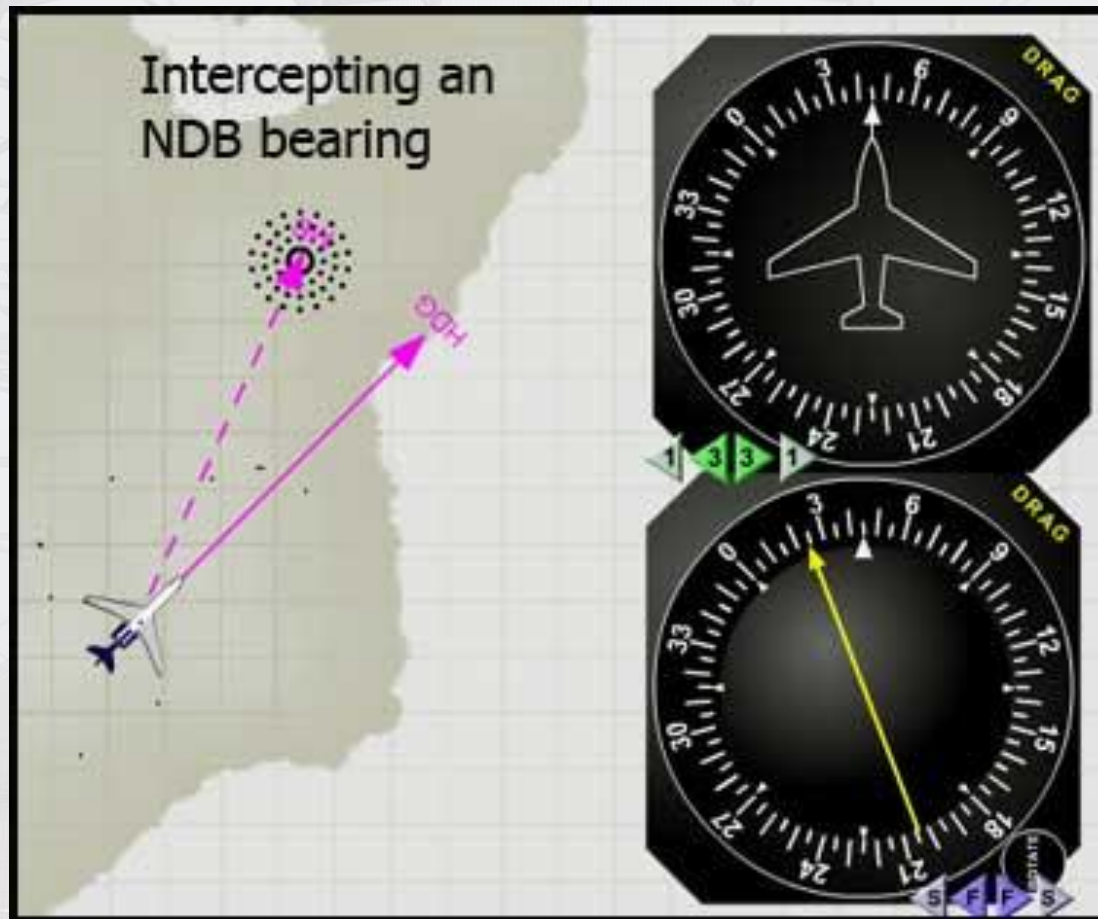
Gee in WOLL



- [Imperial War Museum page](#)
- [Radarpages.co.uk page](#)
- [The Gee System](#)

Het NDB baken:





Automatic Direction Finder

In het vliegtuig wordt voor het navigeren met behulp van Non Directional Beacons gebruik gemaakt van een Automatic Direction Finder (ADF). Het ADF-systeem bestaat uit:

- ADF-ontvanger,
- ADF-bedieneenheid,
- Loop-antenne (richtingbepaling) en een sense antenne (omnidirectioneel),
- ADF-indicator (Radio Bearing Indicator).

VHF Omnidirectional Radio range system (VOR)

De Automatic Direction Finder heeft 2 typen grote nadelen. Ten eerste vindt de navigatie plaats op vrij lage frequenties met zeer onzekere propagatie-eigenschappen. Ten tweede heeft het vliegtuig voor een nauwkeurige richtingbepaling een vrij groot antennesysteem nodig. Om aan beide type nadelen tegemoet te komen werd een systeem ontwikkeld dat op een hogere frequentie werkt en met een eenvoudige antennesysteem in het vliegtuig kon worden ontvangen. Vanwege de eerste reden werd overwogen om ook voor de radiocommunicatie over te gaan naar hogere frequenties. Het lag dan ook voor de hand om communicatie en navigatie beide onder te brengen in de VHF band. Voor navigatiedoeleinden werd de 108 - 117,975 MHz band toegewezen en voor de communicatie 118 - 136 MHz.

Het toen ontwikkelde VHF Omnidirectional Radio range system (VOR) kwam aan beide problemen tegemoet. Het werkt in een hogere frequentieband en de richting was met eenvoudige apparatuur in het vliegtuig te bepalen. Bij de VOR straalt het grondstation een patroon uit van 360 verschillende radialen, overeenkomend met de magnetische koersen vanaf het VOR baken.

Dit wordt bereikt doordat het baken een signaal uitzendt met een antenne die roteert met 30 omwentelingen per seconde. De vliegtuigontvanger detecteert het ronddraaiende patroon als een VHF golf waarop een 30 Hz signaal gemoduleerd is. Daarnaast zendt het baken een VHF signaal uit op een subdraagf van 9960 Hz dat met een 30 Hz signaal gemoduleerd is. Door de fase van de twee ontvangen 30 Hz signalen met elkaar te vergelijken, kan het vliegtuig bepalen op welk radiaal hij vliegt.

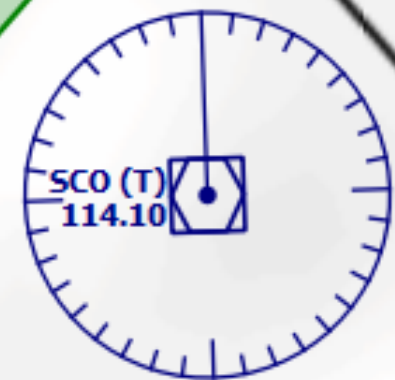
Op de draaggolf wordt de identificatie van het VOR-baken en vaak ook spraakinformatie (weersinformatie, landingsbaan in gebruik e.d.) uitgezonden. Elke 30 seconde wordt de 3 letter identificatie uitgezonden (in Morse, A2).

VOR: heeft veel verschillende gezichten.



Het VOR baken:

Grafische weergave van een VOR baken op kaart en moving map.

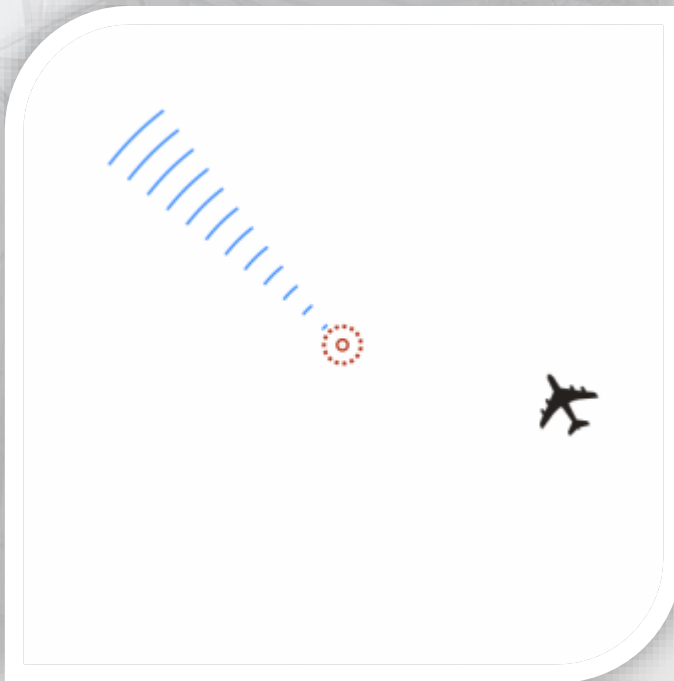


Little Nav Map

Het VOR baken:

De werking van een VOR baken:

- VOR werkt met 2 radiosignalen.
- Het ene signaal wordt in 360 stapjes rondom gestuurd.
- Het tweede signaal zendt alleen op gezette tijden een puls en stelt het noorden voor.
- De VOR radio berekent de tijd tussen ontvangst van het eerste en tweede signaal en kan daaruit het radiaal berekenen waarop het vliegtuig zich bevindt.



Het VOR baken:

De VOR kanalen:

Zendvermogen: 50 tot 200 watt

Bereik: 40 tot 200 Nm.

ILS kanalen

Frequentie VHF van 108,00 tot 111,95MHz, tot 40 kanalen.

Navigeren

Frequentie VHF van 112,000 tot 117,95MHZ , totaal 120 kanalen.

ICAO schrijft minimale afstand voor tussen bakens met dezelfde frequentie zodat integriteit geborgd is.

TMA's werken vaak met minder vermogen.

Het VOR baken:

De onderstaande VOR bakens zijn nog actief in Nederland.
Den Helder-HDR en Haamstede-HSD zijn vervallen

Naam	Identificatie	Frequentie (MHz)	Coördinaten	Bijzonderheden
Eelde	EEL	112.400	53° 10' NB, 6° 40' OL	4 NM ten noordoosten van Groningen Airport Eelde
Spijkerboor	SPY	113.300	52° 32' NB, 4° 51' OL	--
Amsterdam	AMS	113.950	52° 20' NB, 4° 42' OL	--
Schiphol	SPL	108.400	52° 20' NB, 4° 45' OL	Op Luchthaven Schiphol, tevens ATIS
Pampus	PAM	117.800	52° 20' NB, 5° 6' OL	Staat niet op het eiland Pampus maar bij Muiden
Rekken	RKN	116.800	52° 8' NB, 6° 46' OL	Bij Rekken
Rotterdam	RTM	110.400	51° 58' NB, 4° 29' OL	Bij Rotterdam The Hague Airport
Maastricht	MAS	108.600	50° 58' NB, 5° 58' OL	8 NM noordoostelijk van Maastricht Aachen Airport, bij Schinveld

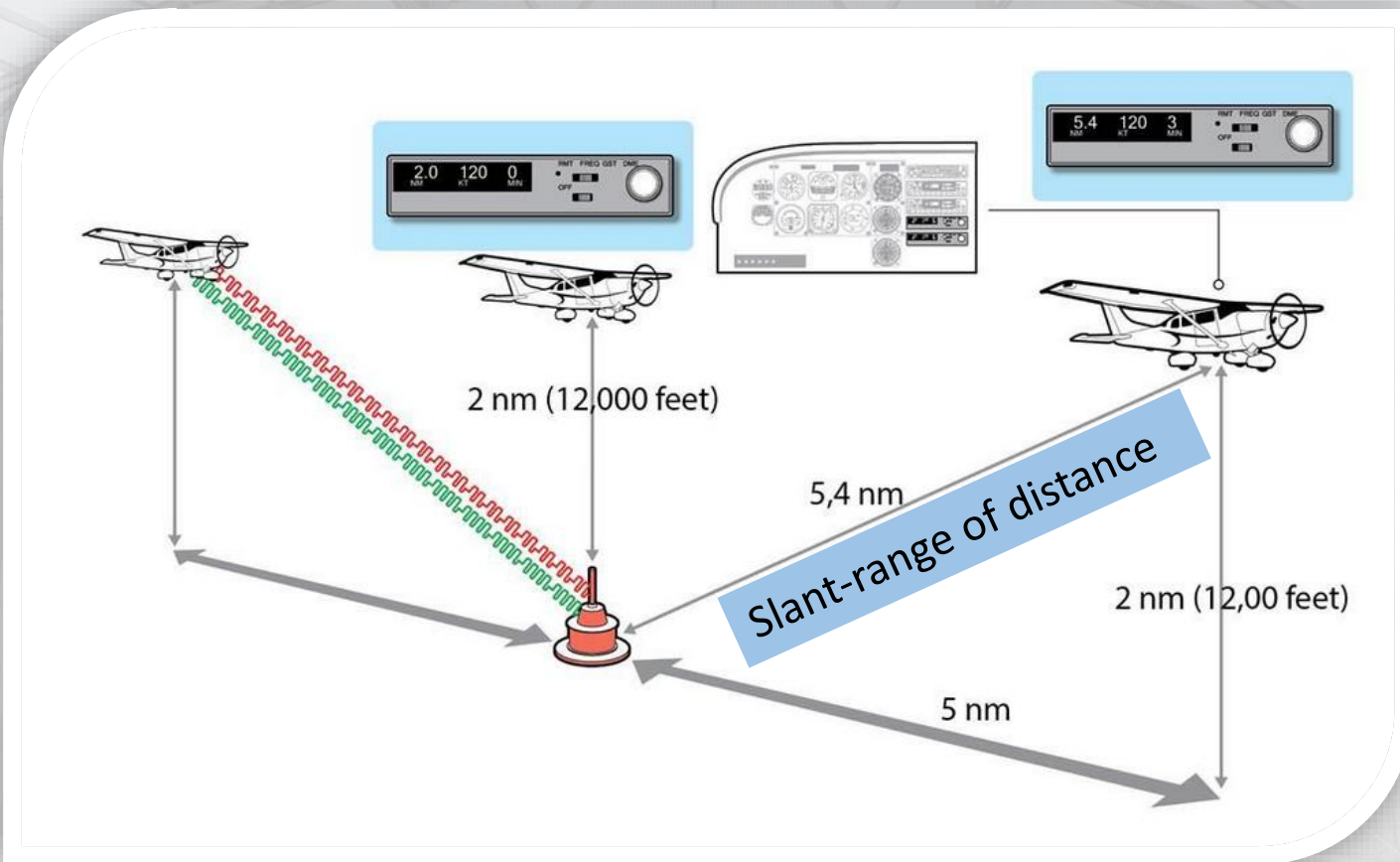
Het VOR baken:

Op termijn zullen alleen de 4 onderstaande bakens in Nederland overblijven.

Bron. LVNL (Luchtverkeersleiding Nederland)

Naam	Identificatie	Frequentie (MHz)	Coördinaten	Bijzonderheden
Eelde	EEL	112.400	53° 10' NB, 6° 40' OL	4 NM ten noordoosten van Groningen Airport Eelde
			52° 32' NB, 4° 51' OL	
Amsterdam	AMS	113.950	52° 20' NB, 4° 42' OL	--
			52° 20' NB, 4° 45' OL	
			52° 20' NB, 5° 6' OL	
			52° 8' NB, 6° 46' OL	
Rotterdam	RTM	110.400	51° 58' NB, 4° 29' OL	Bij Rotterdam The Hague Airport
Maastricht	MAS	108.600	50° 58' NB, 5° 58' OL	8 NM noordoostelijk van Maastricht Aachen Airport, bij Schinveld

VOR/DME: In Nederland heeft elk VOR-baken een DME.
De gegeven afstand is altijd rechtstreeks naar het baken.



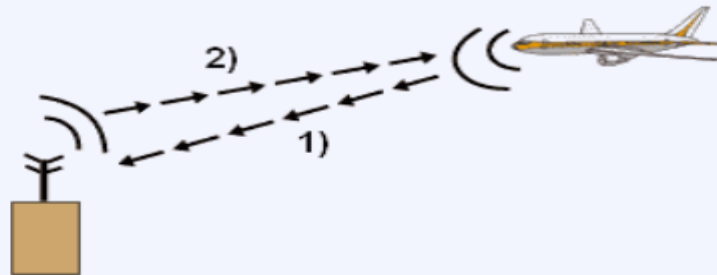
- ⌘ GPS heeft altijd een juiste afstand meting dus nauwkeuriger, maar.....
- ⌘ Als een VOR procedure gevlogen wordt dient de afstand gemeten te worden met de DME. Daar zijn de procedure afstanden op gebaseerd.

Het VOR baken:

Distance Measuring Equipment (DME)

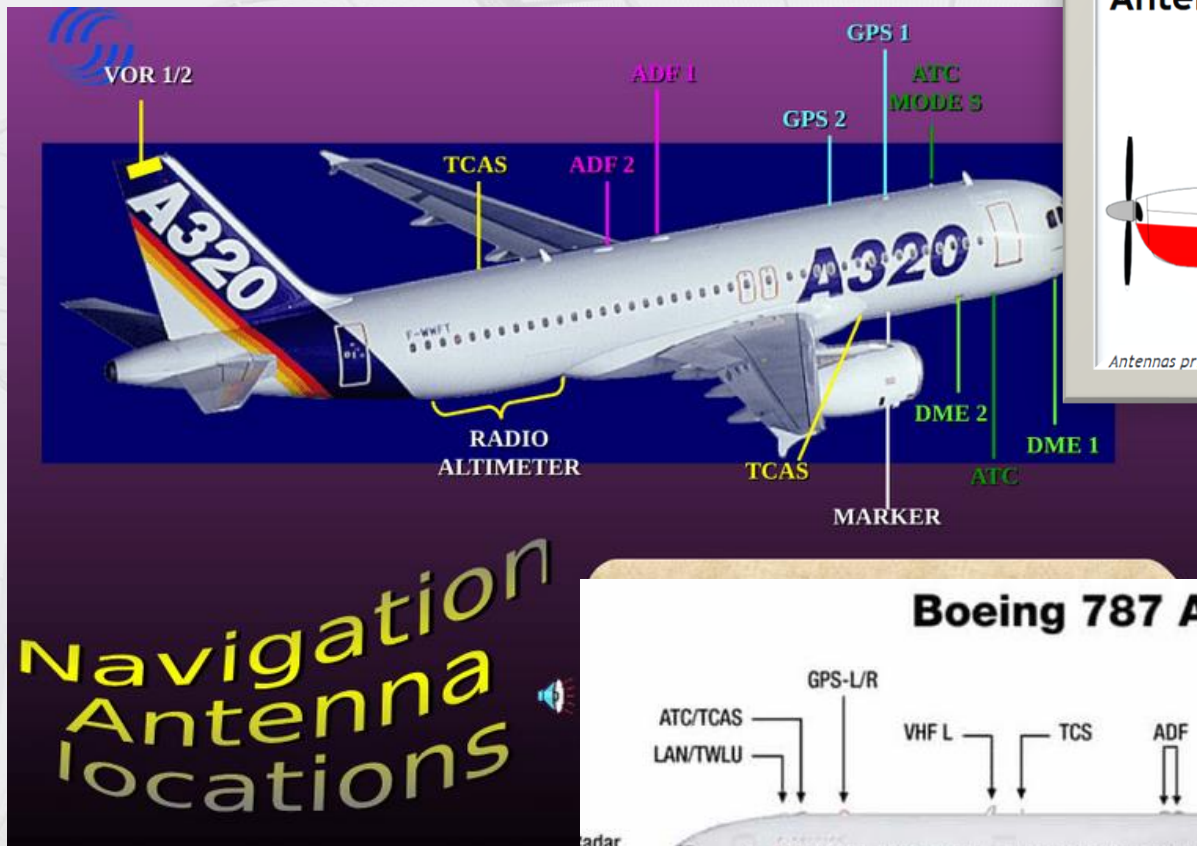
Met een VOR baken kan weliswaar eenvoudig de richting naar of van het baken worden bepaald maar niet de afstand tot het baken. Om de positie te bepalen zijn dan minstens 2 VOR-bakens in direct zicht nodig, zodat een kruispeiling kan worden gedaan. Om die reden wordt een VOR baken vaak gecombineerd met een Distance Measuring Equipment (DME) grondstation.

De werking van de DME berust op de meting van de looptijd van een door de DME boordapparatuur (interrogator) uitgezonden puls welke door het DME grondstation (transponder) na een vaste vertraging weer wordt teruggezonden. Uit het tijdsverschil tussen de eerste uitgezonden puls en de ontvangst van het door de transponder teruggezonden puls kan de afstand tot het DME-baken worden bepaald. Zie hiervoor onderstaand plaatje.

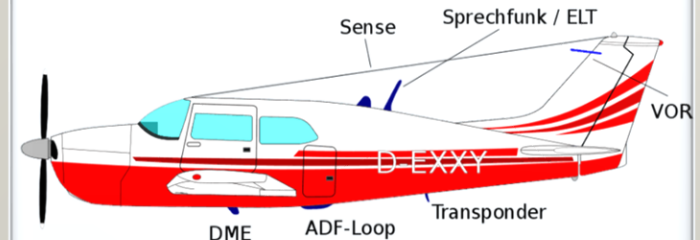


De DME boordapparatuur meet het tijdsverschil tussen uitzenden (1) en ontvangst (2) en gebruikt dit tijdsverschil om de afstand uit te rekenen.
(figuur gebaseerd op een figuur van NASA)

- § Het DME systeem werkt volgens interrogation (ondervraging). Ongeveer 100 aanvragen kan het systeem gelijktijdig verwerken. Zijn er meer interrogations dan wordt de gevoeligheid minder waardoor vliegtuigen verderaf geen respons krijgen.



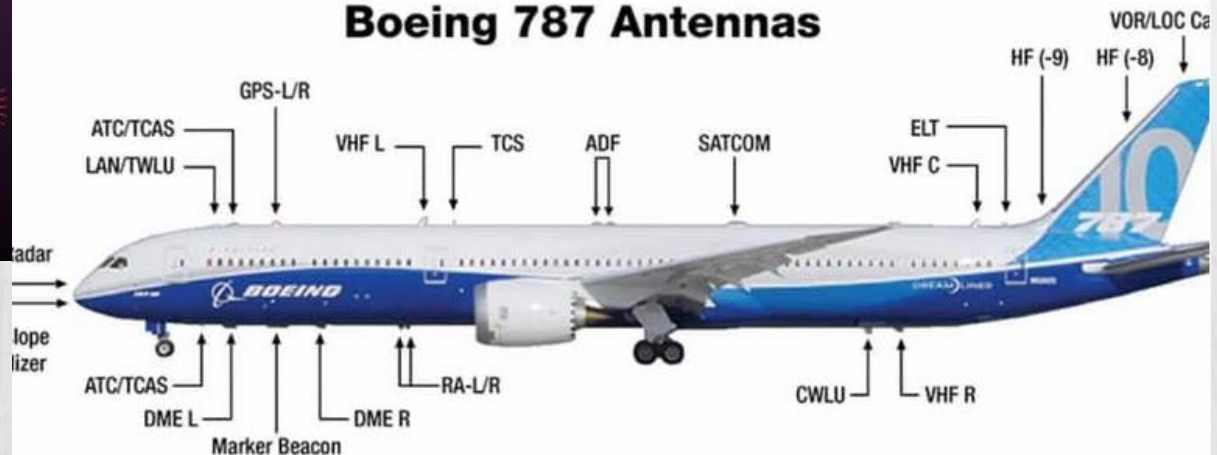
Antenna Shapes and Sizes



Antennas private aircraft

Frank Murman

Boeing 787 Antennas



LAN/TWLU Terminal wireless local area network (LAN) unit
ATC/TCAS Air traffic control/traffic collision and avoidance system
DME Distance measuring equipment
RA Radio altimeter

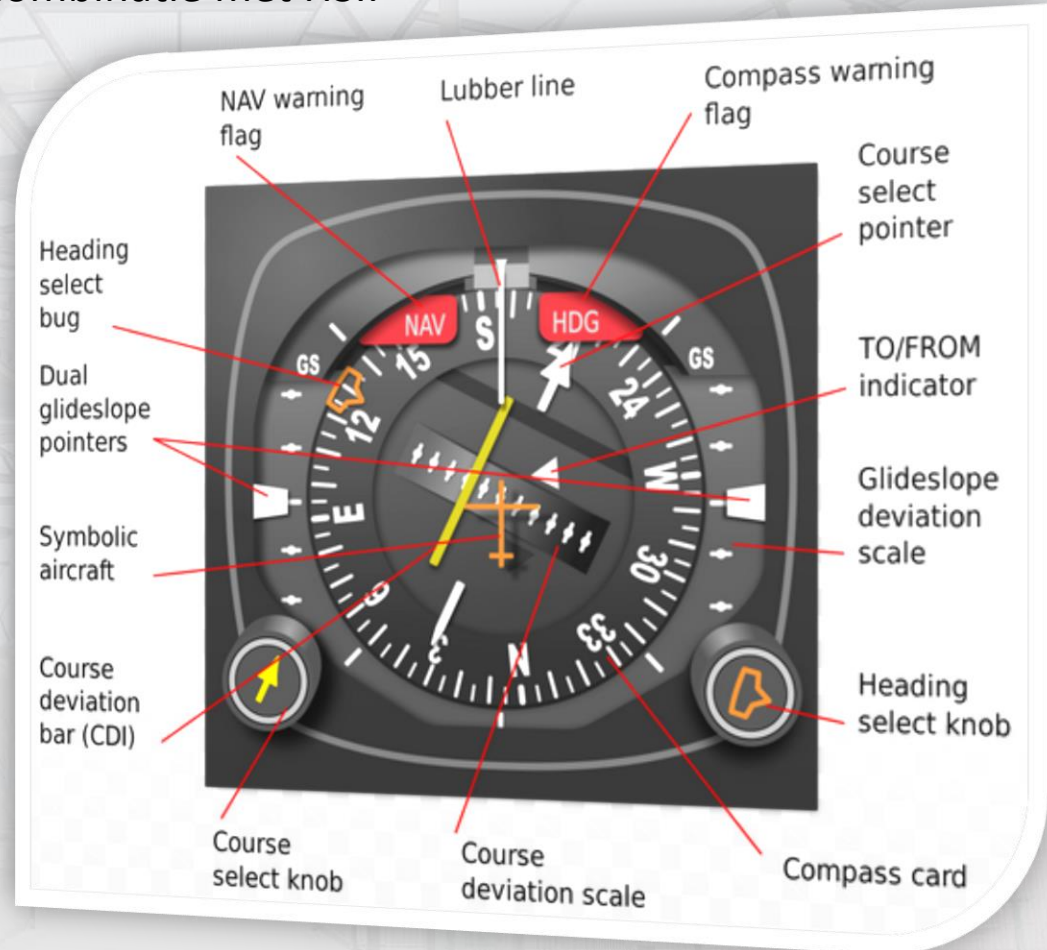
• **GPS** Global positioning system
 • **TCS** Terminal cellular system
 • **ADF** Automatic direction finder
 • **CWLU** Crew wireless LAN unit

• **ELT** Emergency locator transmitter
 • **HF** High-frequency radio
 • **VOR** VHF omni-directional ranging

Source: Boeing

VOR in de cockpit:

Er is een verscheidenheid aan klokjes die het VOR signaal zichtbaar kunnen maken, vaak in combinatie met HSI.

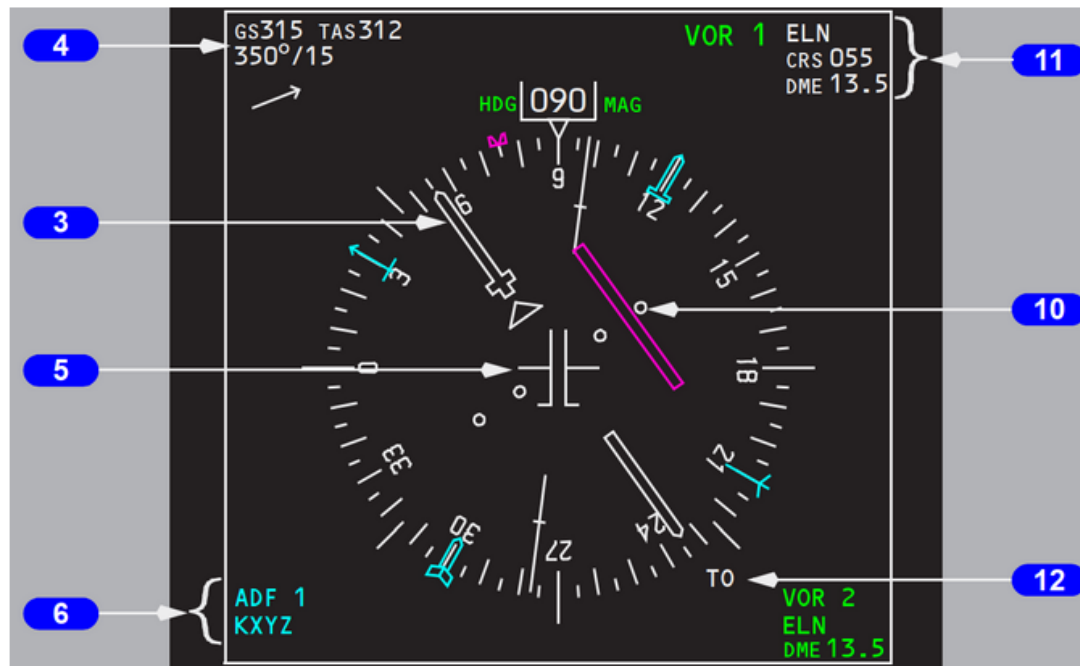


HSI- Horizontal situation indicator

VOR in de cockpit:

Het VOR signaal in de Boeing 737:

Er zijn veel handleidingen geschreven en You Tube-filmpjes gemaakt over het VOR-radiaal vliegen, radiaal onderscheppen ect. (niet het doel voor vanavond)



(737 NG FCOM)

Here, you find familiar things like lateral deviation (**10**), TO/FROM indicator (**12**, also shown as arrow inside) and the selected course (**3**). It is using heading up or track up, but it works exactly like in a C172. The easiest way to fly the intercept is however to use the flight directors.

VOR en radialen:

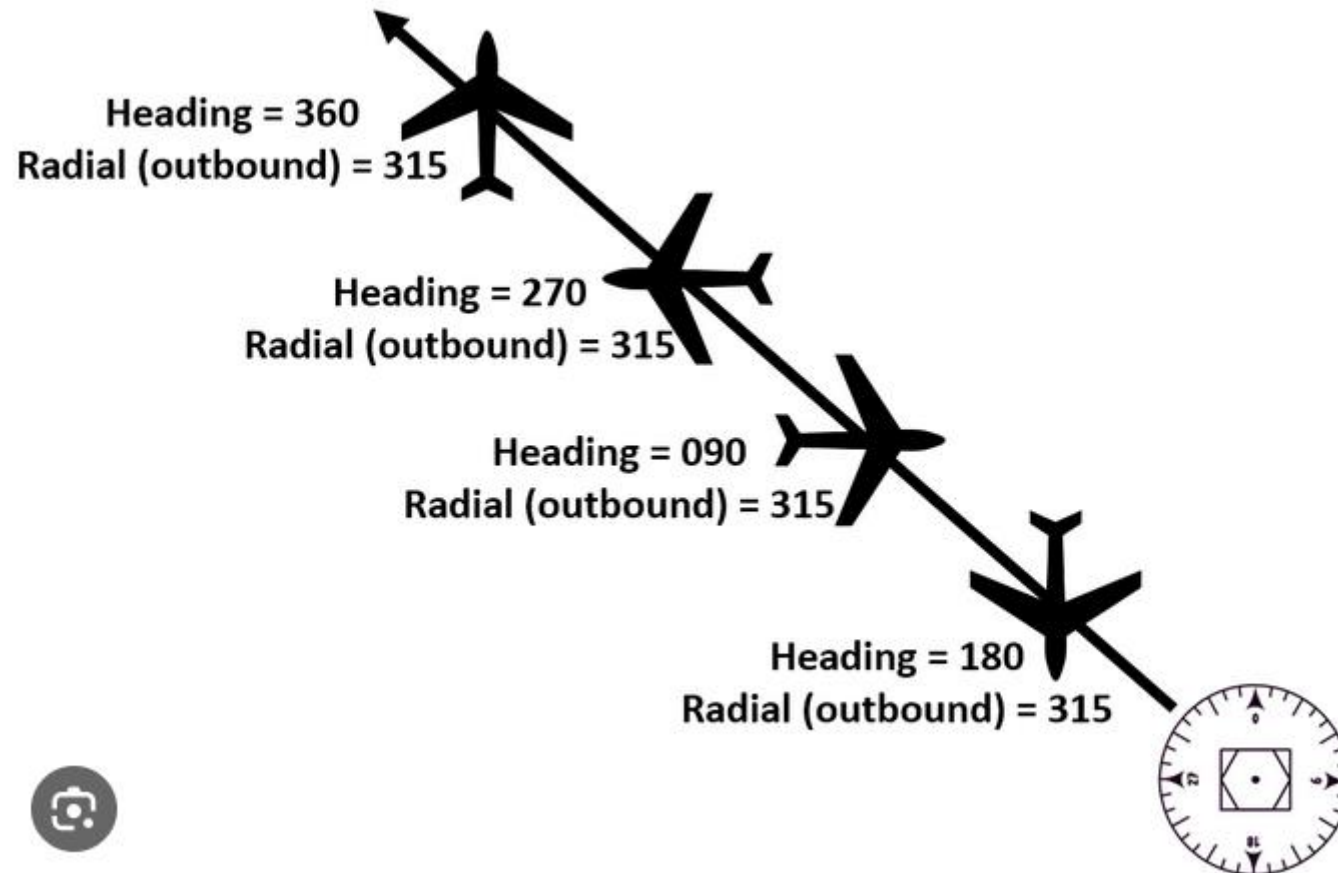


VOR en radialen:

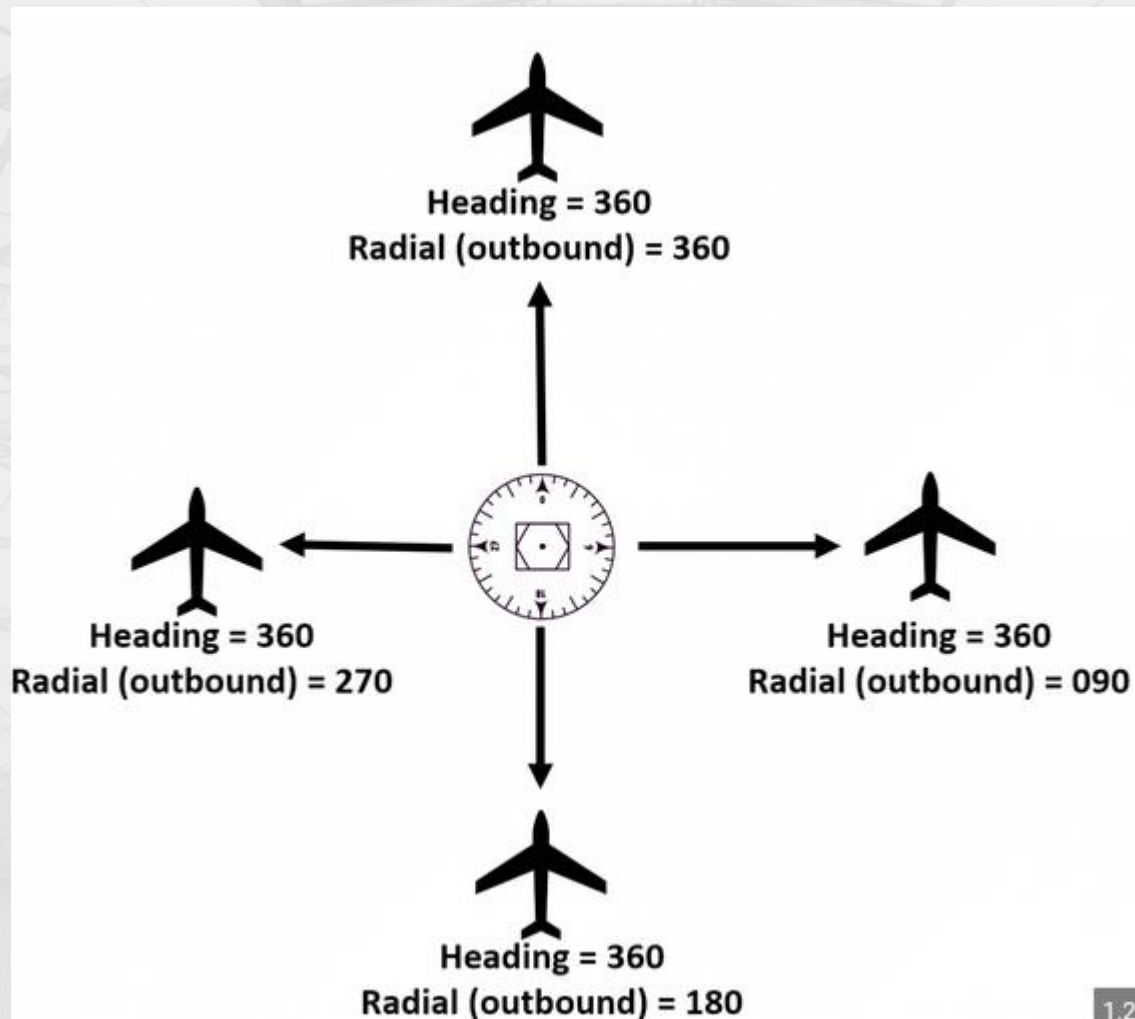
**Aircraft is on the 070 degree radial
(bearing) from the VOR**



VOR en radialen:



VOR en radialen:





Het VOR baken:

What's the big picture, Waarom VOR , wat kun je er mee?

Een VOR baken kun je gebruiken voor:

Navigatie:

- ⌘ navigatie voor korte en middellange vluchten
- ⌘ Radiaal vliegen (handig voor wind compensatie).
- ⌘ Inbound & outbound navigatie.
- ⌘ Oriëntering en plaats bepaling.
- ⌘ RNAV vliegen mbv de bakens.
- ⌘ Afstand meting. (indien DME)
- ⌘ Intersectiepunt in airways (luchtwegen)

nabij het vliegveld:

- ⌘ Oplijning van de runway.
- ⌘ Centrum voor Minimum Sector Altitude.
- ⌘ Procedures vliegen (divers) nabij vliegvelden, zoals:
VOR DME, VOR DME-arc, Holdings

Procedures

-Elke VOR approach is een (NP) Non Precision approach.
De piloot is zelf verantwoordelijk voor de daling en koers.

-VORDME procedures zijn **IFR**. (Instrument **F**lying **R**ules)
(op de boord-instrumenten uitvoeren ook als het VFR weer is)

Er zijn:

- VOR procedures straight in
- VOR procedures met een procedure bocht
- VOR procedures met een ARC. (boog)

De laatste gaan we vanavond nader uitwerken.

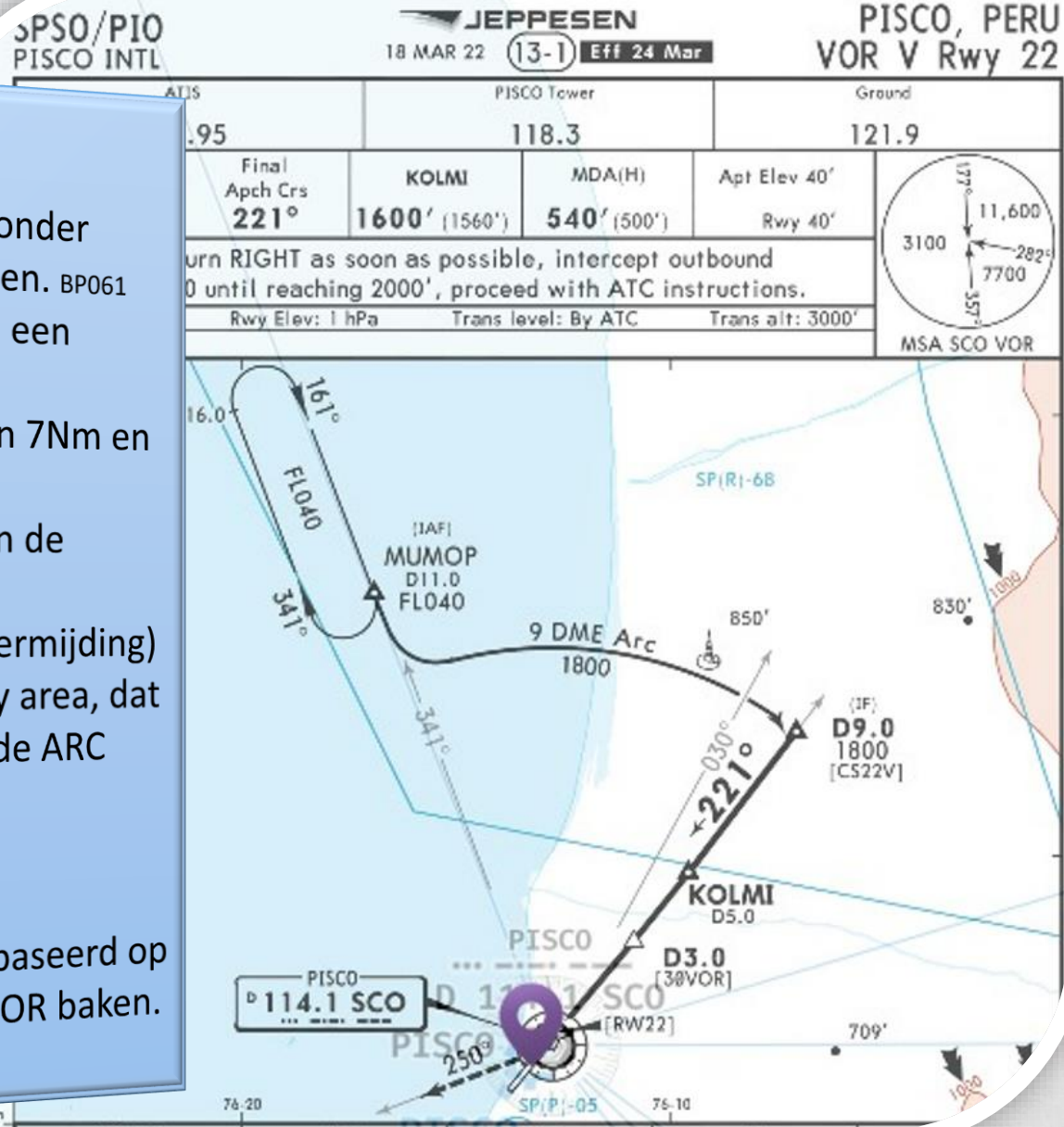
Landing preparation

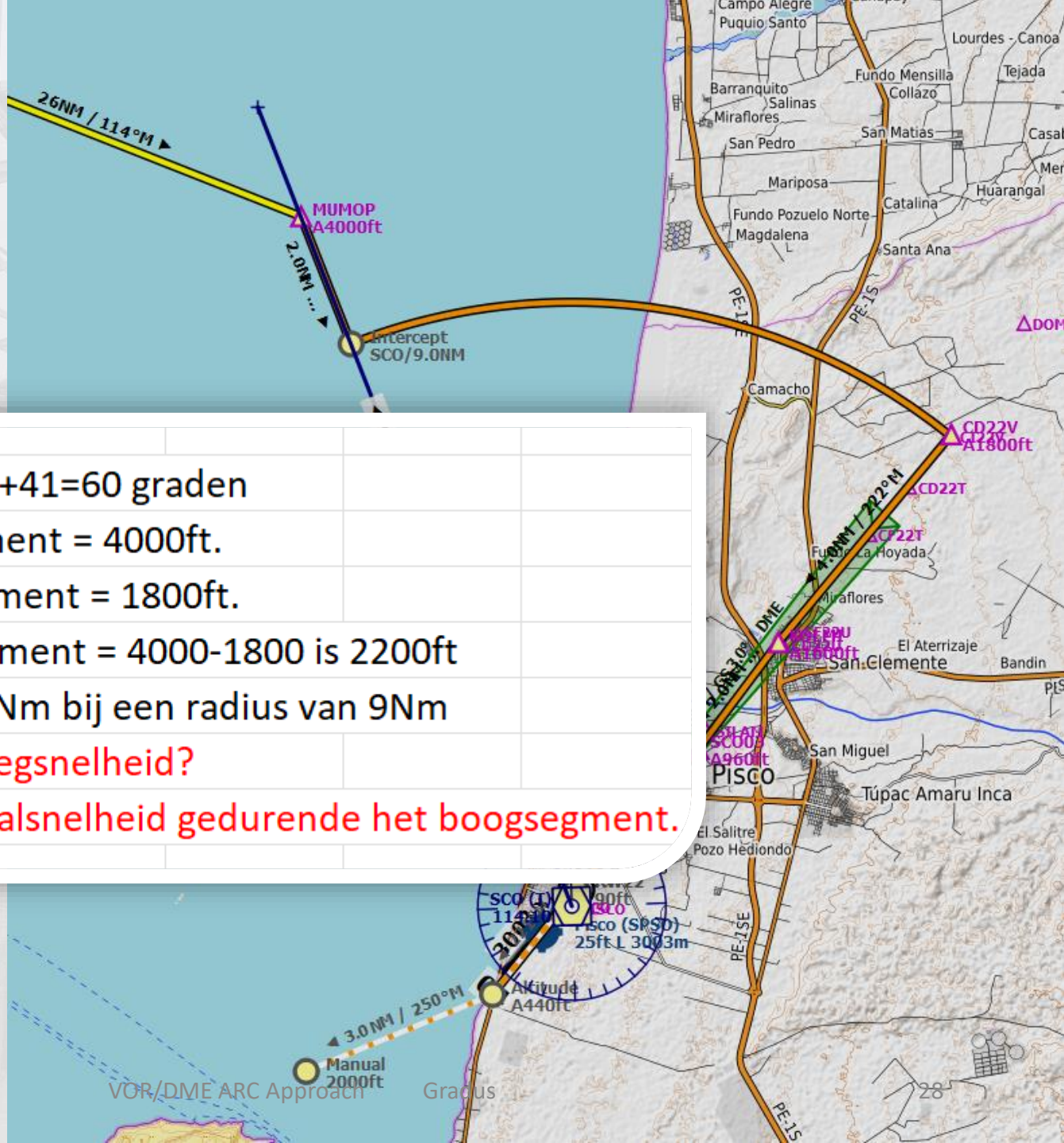
De VORDME ARC procedure:

- De gehele procedure wordt onder “gecontroleerd dalen” gevlogen. BP061
- In de procedure bevindt zich een boogsegment.
- Deze boog bevindt zich tussen 7Nm en 30Nm vanaf het VOR bakken.
- De afstand VOR-ARC wordt in de procedure genoemd. (9Nm)
- Obstacle clearance (object vermijding) is gegarandeerd in de Primary area, dat is 4NM aan beide zijden van de ARC centerline voor 500ft.

VOR Approach regeltje:

De final approach koers is gebaseerd op een radiaal van of naar een VOR bakken.





Boogsegment $360-341+41=60$ graden

Hoogte start boogsegment = 4000ft.

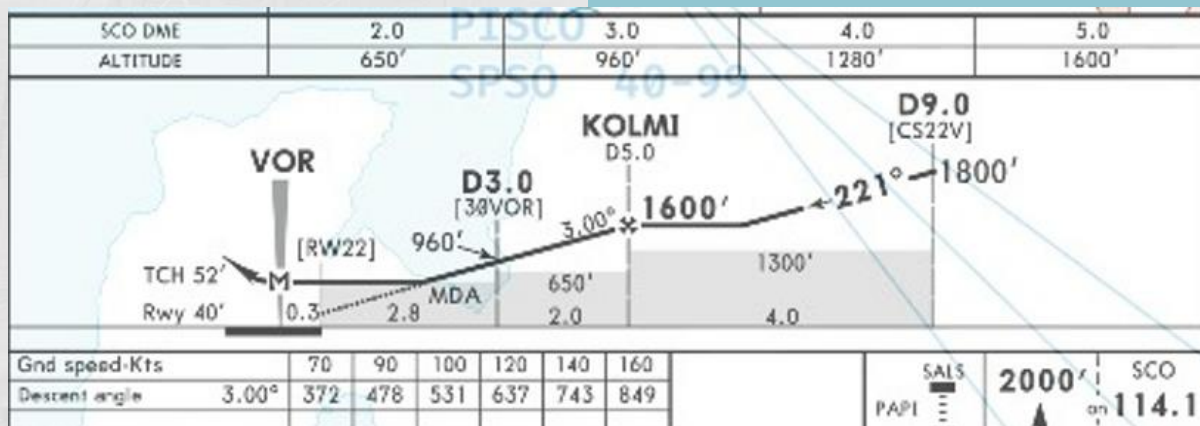
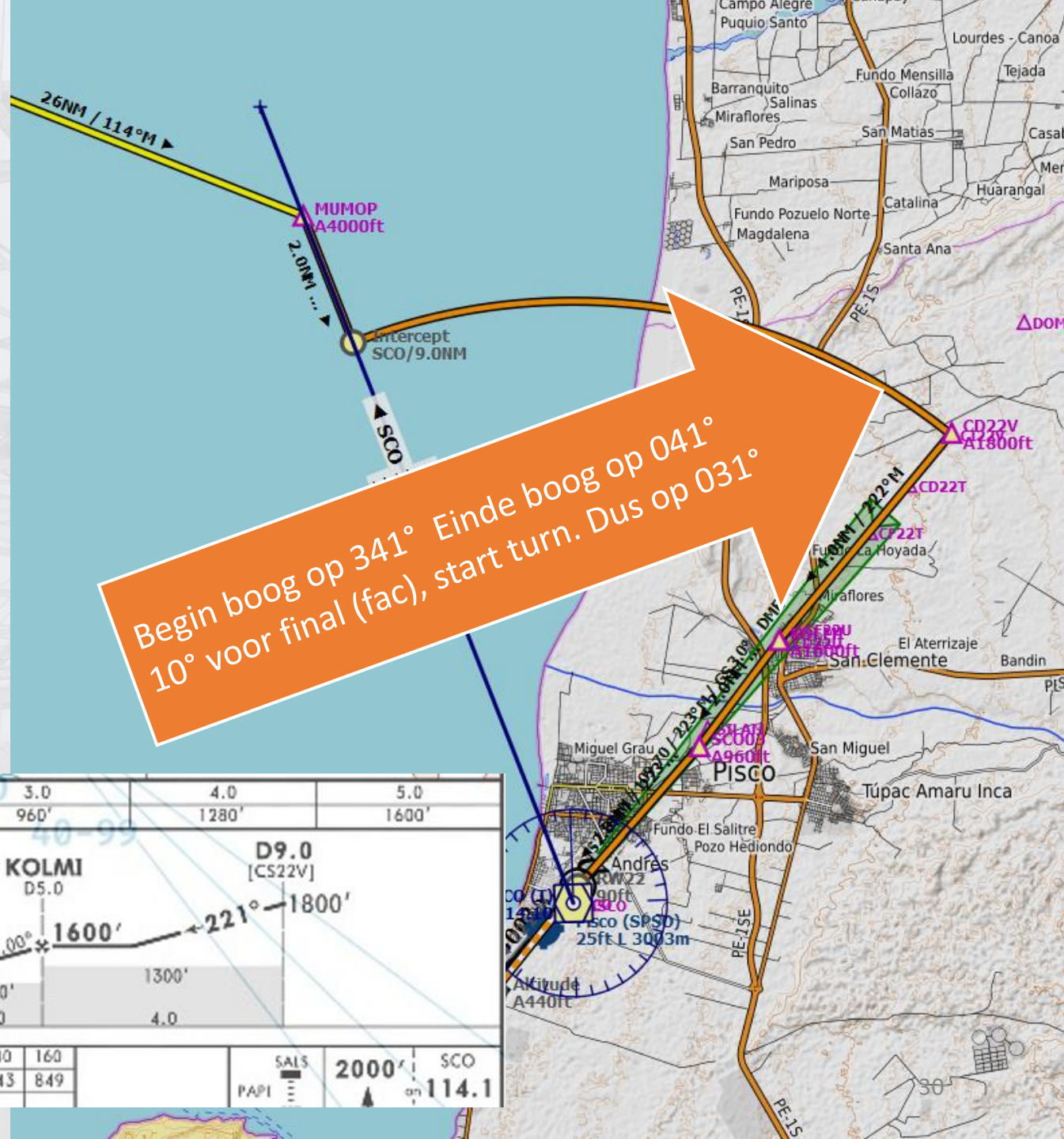
Hoogte einde boogsegment = 1800ft.

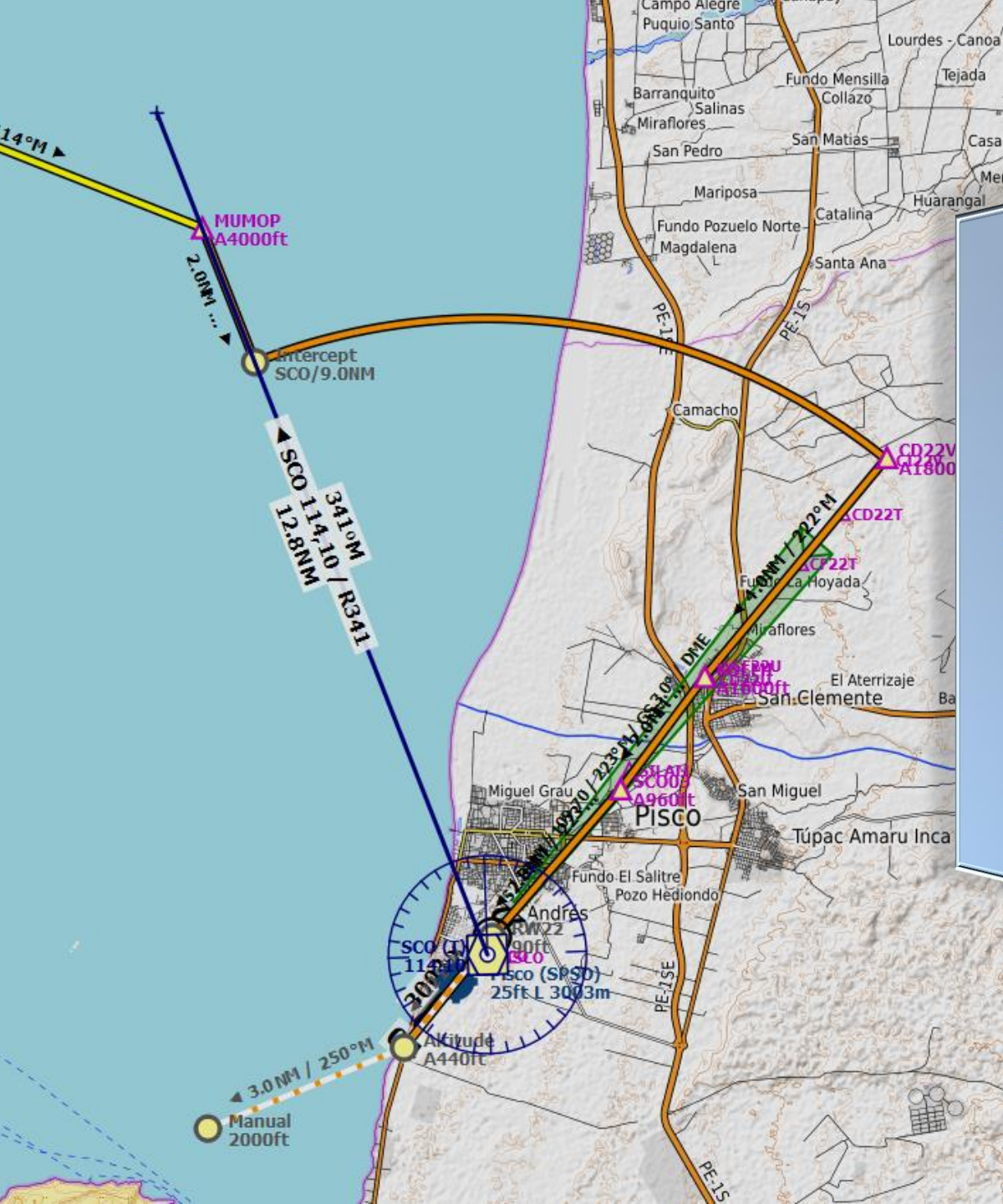
Daalhoogte in boogsegment = $4000-1800$ is 2200ft

60graden = afgerond 9Nm bij een radius van 9Nm

Vragen: **Wat is de vliegsnelheid?**

Wat is de daalsnelheid gedurende het boogsegment.



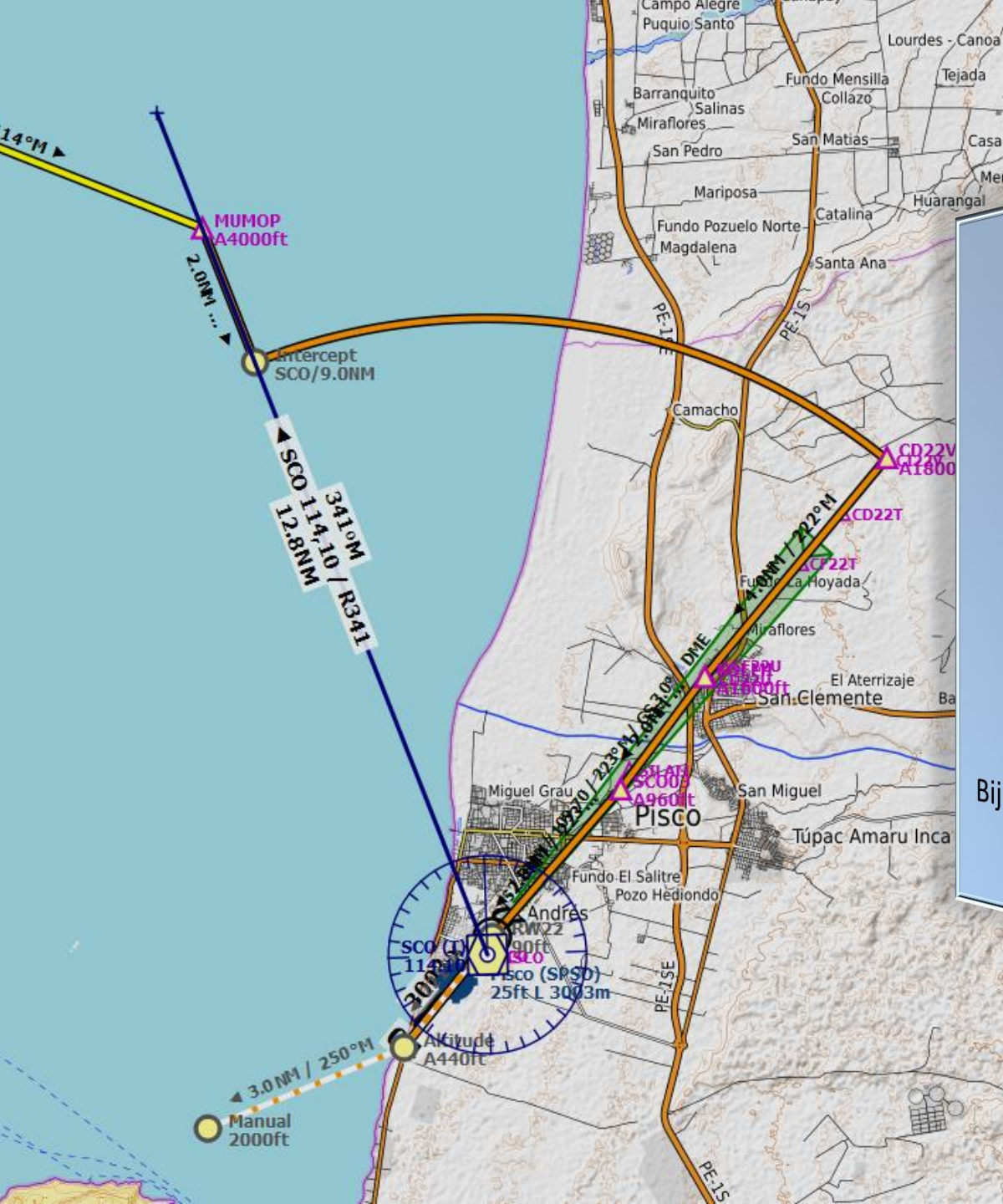


Daalstructuur VORDME V22T :

Daalsegment tot Mumop:
Gecontroleerd dalen actie piloot

Van Mumop naar CD22V 1800ft.:
Gecontroleerd dalen binnen de VOR
DME procedure en parameters

Vanavond
Van CD22V 1800ft naar Treshold:
Daling met begeleiding van ILS
(In de volledige procedure wordt geen gebruik
gemaakt van de ILS!)



Approach check

AP instelling:

We vliegen de VOR DME approach zonder FMC. (wel AP)

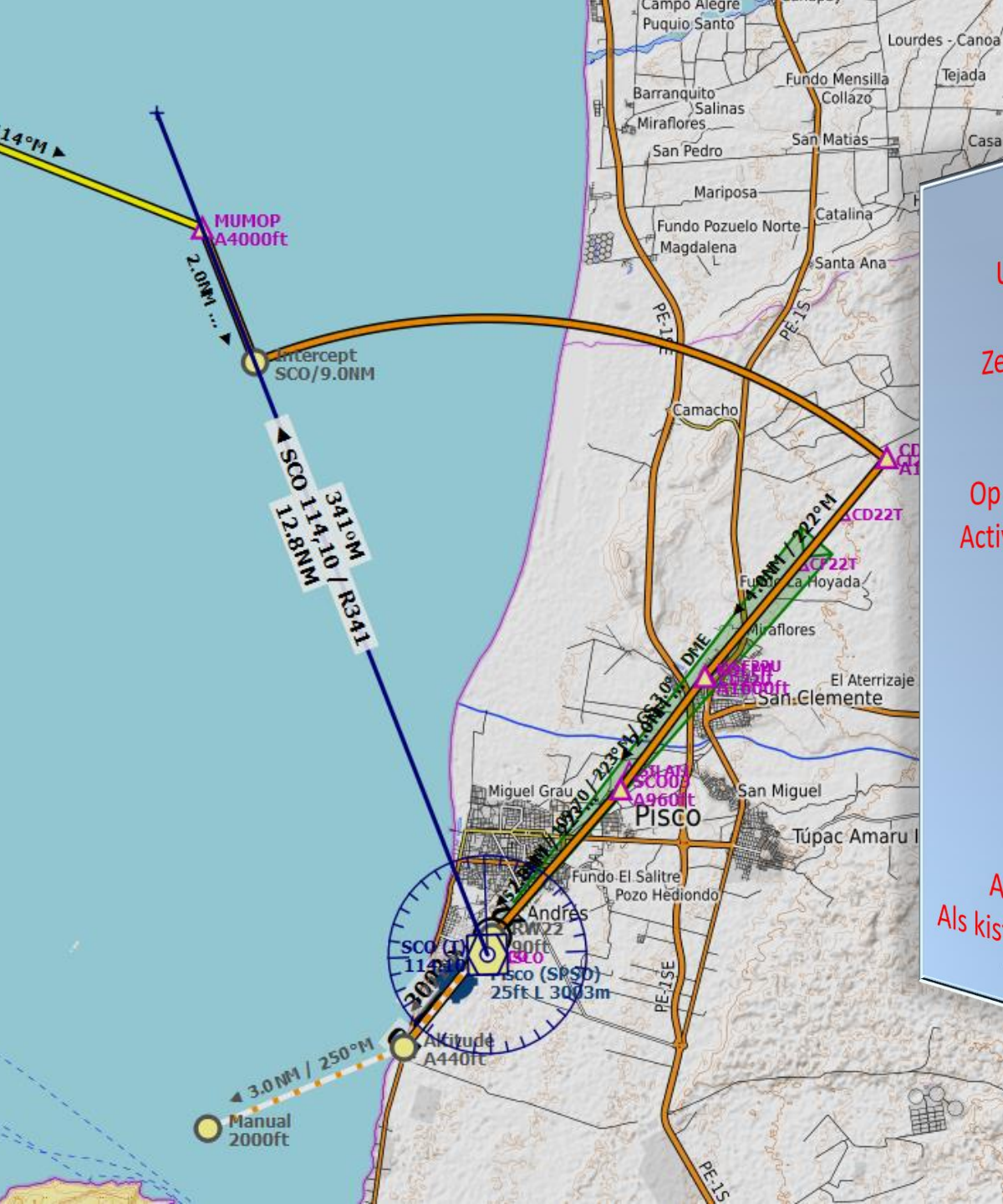
Initieel interceptie van radiaal 341° van VOR-SCO.

Na Mumop koers met Heading en daling met VS

Na intercept Localizer AP-ILS.

We vliegen nu de final approach.

Bij voldoende zicht eventueel AP en AT uitschakelen.



Boogsegment activiteiten:

Voor MUMOP

Uitlijnen op radiaal 341/161 Mumop

Controleer hoogte = 4000ft.

Zet hoogtevenster op 1800ft. (CD22V)

Zet ILS course op $221^{\circ} - 10^{\circ} = 211^{\circ}$

Na Mumop

Op afstand 10,5Nm draai 90° naar links
Activeer Vert. speed op 700-800/ft-min.

Houdt de VOR pijl op 3 uur.

Draai heading met ca. 10° per keer

Behoudt 9Nm afstand tijdens boog

-VOR pijl op 2 uur, afstand wordt >

-VOR pijl op 4 uur, afstand wordt <

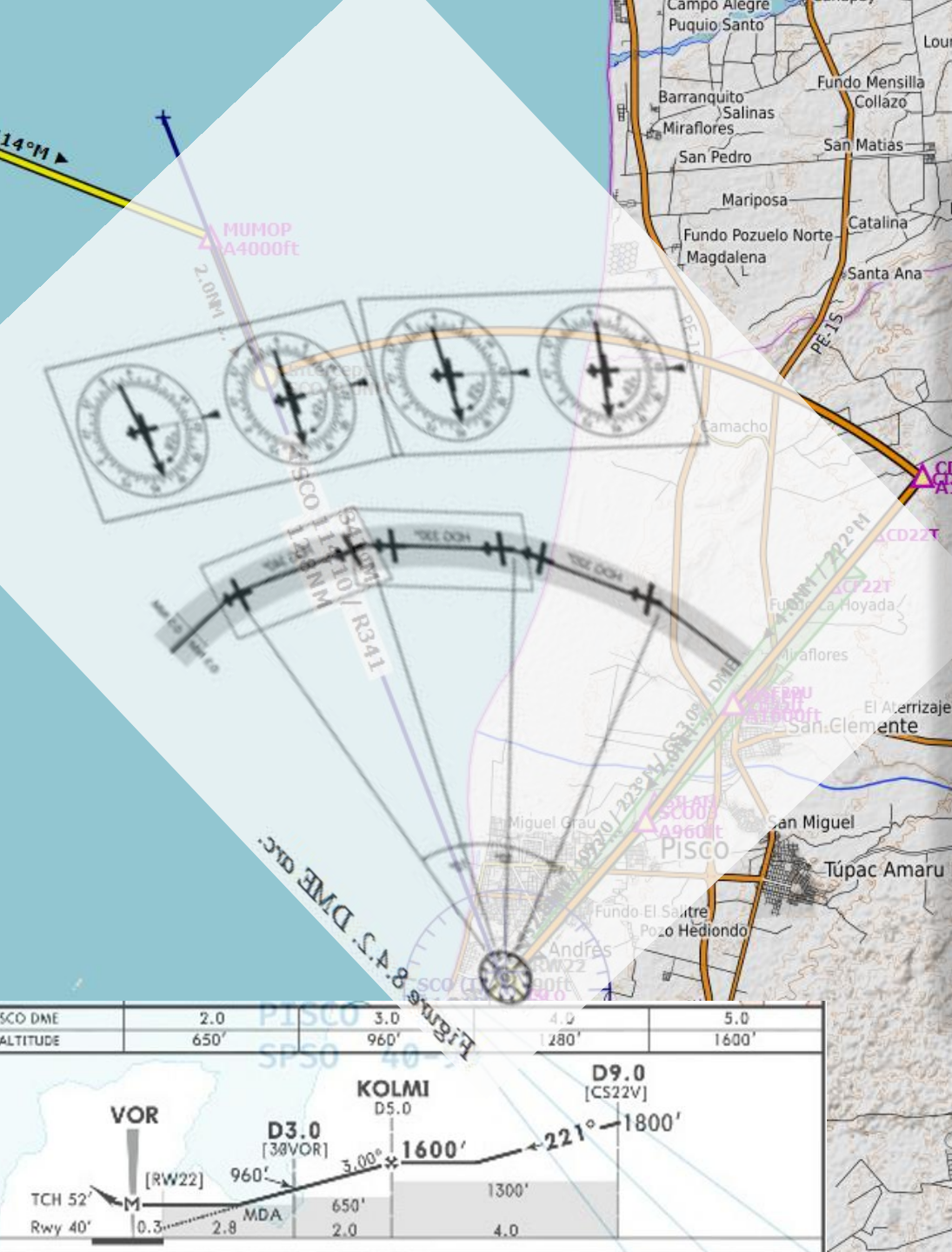
Controleer daling naar 1800ft.

Controleer of ILS pijl $\approx$ VOR pijl

Als ILS-pijl op 3 uur dan heading 221°

Als kist draait, dan ILS approach activeren.

Vervolgens de ILS daling monitoren.



Boogsegment activiteiten: voor MUMOP

Uitlijnen op radiaal 341/161 Mumop
Controleer hoogte = 4000ft.

Zet hoogtevenster op 1800ft. (CD22V)
Zet ILS course op $221^\circ - 10^\circ = 211^\circ$

Na Mumop

Op afstand 10,5Nm draai 90° naar links
Activeer Vert. speed op 700-800/ft-min.

Houdt de VOR pijl op 3 uur.

Draai heading met ca. 10° per keer

Behoudt 9Nm afstand tijdens boog

-VOR pijl op 2 uur, afstand wordt >

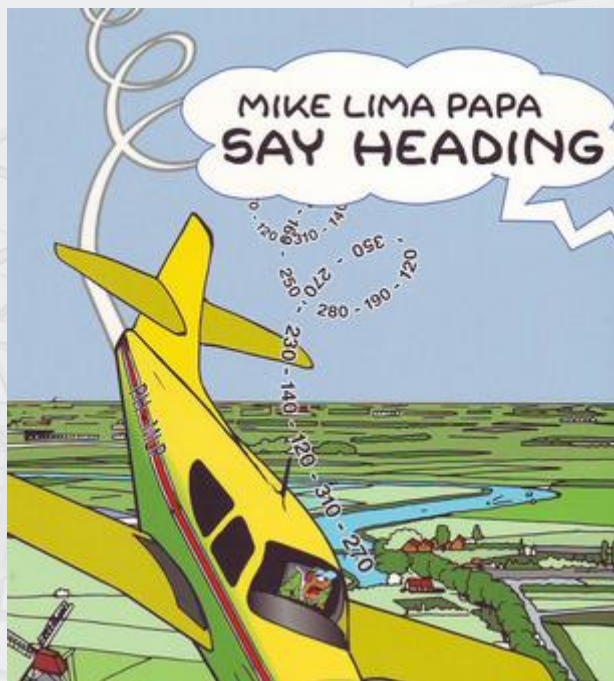
-VOR pijl op 4 uur, afstand wordt <

Controleer daling naar 1800ft.

Controleer of ILS pijl $\approx$ VOR pijl

Als ILS-pijl op 3 uur dan heading 221°
Als kist draait, dan ILS approach activeren.

Vervolgens de ILS daling monitoren.



Tijd om te vliegen!
Beech Bonanza







Dit was een VOR DME ARC procedure.



Bedankt voor de belangstelling