
Priručnik za laboratorijske vježbe u aplikaciji FriendlyIFR

Zrakoplovna radio-navigacija

Tomislav Radišić – Doris Novak

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Zavod za aeronautiku

Tomislav Radišić
Doris Novak

Priručnik za laboratorijske vježbe u aplikaciji *FriendlyIFR*

Zagreb, 2018.

Izdavač
Fakultet prometnih znanosti
Sveučilišta u Zagrebu

Za izdavača
Prof. dr. sc. Hrvoje Gold

Recenzenti
Prof. dr. sc. Tino Bucak
Doc. dr. sc. Biljana Juričić
Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

ISBN 978-953-243-099-8

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Opis aplikacije FriendlyIFR	2
<i>Korisničko sučelje.....</i>	2
<i>Opis instrumenata</i>	3
<i>Crtanje radijala i DME lukova.....</i>	6
<i>Testni mod</i>	6
3. Određivanje pozicije zrakoplova	7
<i>Određivanje pozicije pomoću žiro-kompasa i pokazatelja stranskog kuta</i>	7
<i>Određivanje pozicije zrakoplova pomoći radio-magnetskog pokazatelja.....</i>	9
<i>Određivanje pozicije zrakoplova pomoću pokazatelja horizontalne situacije.....</i>	10
<i>Određivanje pozicije zrakoplova pomoću pokazatelja devijacije kursa.....</i>	12
4. Izlazak na radio-smjerove.....	15
<i>Izlazak na QDR.....</i>	15
<i>Izlazak na radijal.....</i>	18
5. Aktivan dolet i odlet.....	21
<i>Aktivan dolet i odlet od NDB-a</i>	21
<i>Aktivan dolet i odlet od VOR-a</i>	25
6. DME luk.....	29
7. Krug čekanja	33
<i>Načini ulaska u krug čekanja</i>	34
<i>Pariranje vjetra po krugu čekanja</i>	35
<i>Krug čekanja na NDB-u.....</i>	37
<i>Krug čekanja na VOR-u.....</i>	40
8. Proceduralni zaokreti	44
9. Složene vježbe	49
10. Uobičajene greške i kriteriji ocjenjivanja.....	52
<i>Određivanje pozicije zrakoplova.....</i>	52
<i>Izlazak na radio-smjerove.....</i>	53
<i>Aktivan dolet i odlet.....</i>	54
<i>DME luk.....</i>	54
<i>Krug čekanja</i>	55
<i>Proceduralni zaokreti.....</i>	55

1. Uvod

Na Zavodu za aeronautiku Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu školuju se civilni i vojni piloti. Zrakoplovna navigacija na tom je studiju podijeljena na dva dijela: opću i računsku navigaciju te radio-navigaciju. Na kolegiju *Zrakoplovna navigacija II*, na kojem se studenti upoznaju s radio-navigacijom, pokazala se potreba za vježbama koje će studentima omogućiti praktično iskustvo s instrumentima i procedurama na kojima se temelji radio-navigacija i instrumentalno letenje. Za tu je svrhu izrađena aplikacija *FriendlyIFR* i niz pripremljenih vježbi kojima se omogućuje usvajanje praktičnih znanja i vještina.

Nakon nekoliko godina upotrebe ove aplikacije na vježbama iz kolegija Zrakoplovna navigacija II, postalo je jasno da je prisutnost nastavnika pri izvođenju vježbi od velike važnosti. Također, studenti koji su propustili samo jednu vježbu teško bi nadoknađivali propušteno. Ovaj priručnik služi kao pomoć za samostalni rad u ovoj aplikaciji, kako za studente koji žele znati više i pripremati se unaprijed, tako i za studente koji iz bilo kojeg razloga zaostaju s gradivom. Studentima i ostalim pilotima kojima je prošlo dosta vremena od učionice do praktične obuke, ovaj priručnik, zajedno s pripadajućom aplikacijom, mogu služiti kao podsjetnik na procedure i postupke koje je potrebno savladati prije početka letačke obuke. Na taj se način bolje iskoristi dragocjeno vrijeme provedeno u kokpitu zrakoplova.

Sadržaj ovog priručnika slijedi jednostavnu prepostavku da svaki korisnik posjeduje znanje o općoj i računskoj navigaciji, zrakoplovnim instrumentima i načinu rada osnovnih zrakoplovnih radio-navigacijskih sredstava. Za tu se svrhu preporučuje paralelno praćenje i razjašnjavanje potencijalnih nejasnoća pomoću pripadajućih udžbenika, pošto ovdje, osim ključnih koncepata i detalja bitnih za odrađivanje vježbi, neće biti detaljnih teoretskih objašnjenja.

Poglavlja i pripadajuće vježbe su posložene po težini, počevši od osnovnih vještina poput određivanja pozicije zrakoplova do složenih vježbi koje zahtijevaju sve vještine usvojene u prethodnim vježbama. Detalji osnovnih postupaka usvojenih u ranijim poglavljima neće biti ponavljeni u kasnijim poglavljima. Zbog toga se, pogotovo manje iskusnim studentima, preporučuje sekvencijalno rješavanje vježbi. Također, preporučljivo je što više koristiti testni mod, koji ne omogućuje provjeravanje pozicije zrakoplova (osim putem instrumenata), kako bi se naučilo vjerovati instrumentima i podiglo samopouzdanje pri izvođenju vježbi.

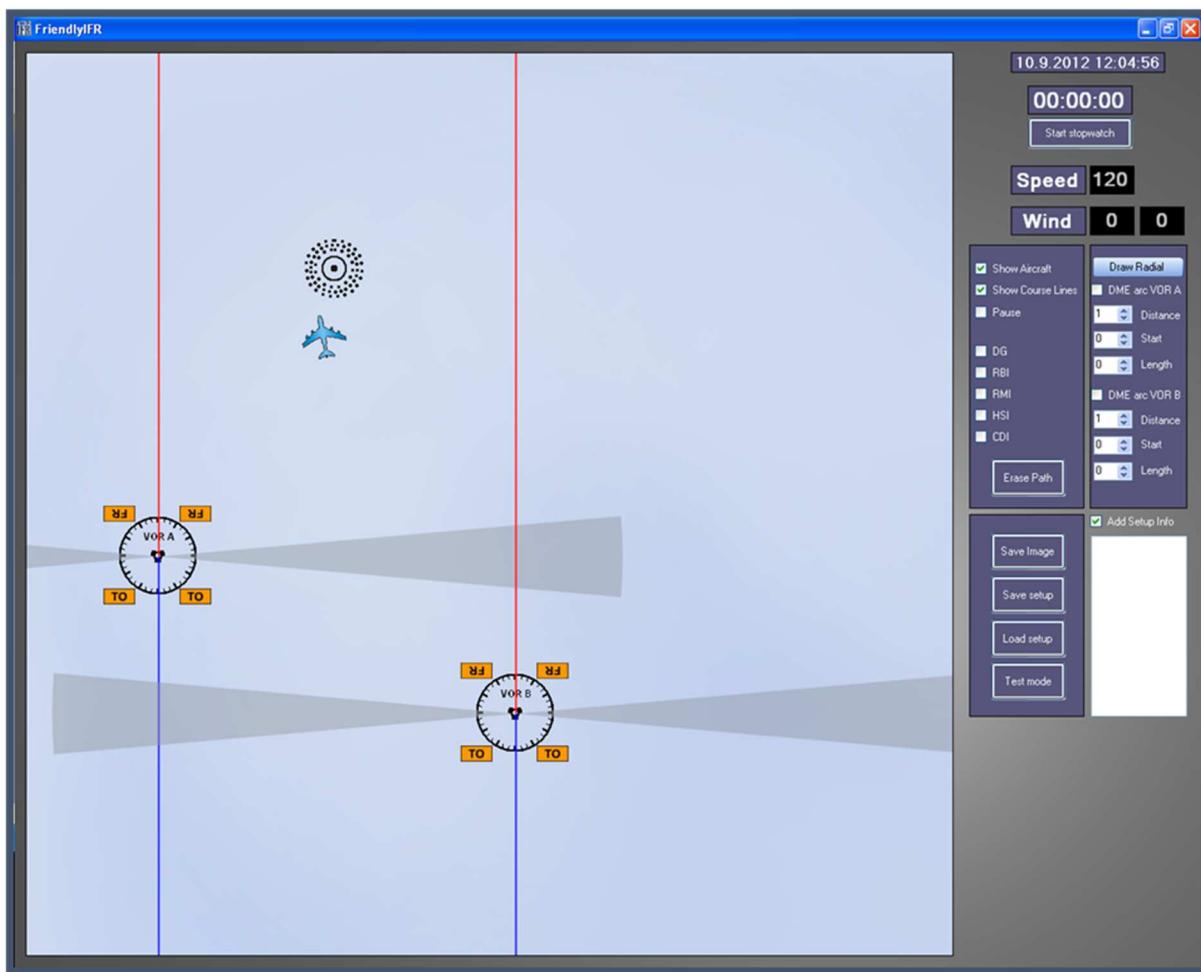


2. Opis aplikacije FriendlyIFR

FriendlyIFR je aplikacija za uvježbavanje instrumentalnog letenja na osobnom računalu, razvijena na Fakultetu prometnih znanosti. Naglasak ove aplikacije nije na tehnici pilotiranja nego na upoznavanju studenata-pilota s načinom upotrebe zrakoplovnih radio-navigacijskih instrumenata i sredstava. Cilj vježbi koje se provode na ovoj aplikaciji je stvaranje mentalne slike o međusobnoj poziciji zrakoplova i radio-navigacijskih sredstava te savladavanje i automatiziranje postupaka potrebnih za letenje po tim sredstvima.

Korisničko sučelje

Korisničko sučelje, vidljivo na slici 1, u aplikaciji FriendlyIFR je velikim dijelom posvećeno interaktivnoj karti koja predstavlja zračni prostor i na kojoj se vide pozicije zrakoplova i zrakoplovnih radio-navigacijskih sredstava (ZRNS). Pozicije zrakoplova i ZRNS (2 VOR-a i 1 NDB) je moguće mijenjati povlačenjem cursorom miša (*drag-and-drop*). Veličina karte ovisi o rezoluciji ekrana te se preporučuje minimalna rezolucija od 1024x768. Vježbe izrađene na ekranu velike rezolucije možda neće moći biti izvedive na ekranu manje rezolucije zato jer će neki elementi na takvom ekranu možda biti van vidljive površine karte.



Slika 1. Korisničko sučelje aplikacije *FriendlyIFR*

S desne se strane ekrana nalaze informativna i upravljačka polja. Na vrhu se nalazi sat s trenutnim vremenom i datumom koji su dobiveni od sata operativnog sustava. Ispod sata se nalazi stop-sat s višenamjenskom tipkom za pokretanje, zaustavljanje i poništavanje sata. Stop-sat se koristi u nekim vježbama kada je potrebno precizno mjerjenje vremena.

Ispod stop-sata se nalaze kontrolna polja za unos brzine zrakoplova u čvorovima te smjera i brzine vjetra u stupnjevima i čvorovima. Po uobičajenoj praksi, smjer vjetra je izražen kao smjer iz kojeg vjetar puše, a ne kao smjer prema kojem puše.

Ispod kontrolnog polja vjetra, nalaze se, s lijeve strane, sljedeće upravljačke opcije:

- *Show aircraft* – Uključuje/isključuje prikaz zrakoplova na interaktivnoj karti
- *Show course lines* – Uključuje/isključuje prikaz odabralih radijala na interaktivnoj karti
- *Pause* – Uključuje/isključuje pauzu
- *DG – Directional Gyro* – Uključuje/isključuje prikaznik kursa
- *RBI – Relative Bearing Indicator* – Uključuje/isključuje prikaznik stranskog kuta
- *RMI – Radio-Magnetic Indicator* – Uključuje/isključuje radio-magnetski prikaznik
- *HSI – Horizontal Situation Indicator* – Uključuje/isključuje prikaznik horizontalne situacije
- *CDI – Course Deviation Indicator* – Uključuje/isključuje prikaznik devijacije radio-kursa.

Tipka *Erase Path* briše dosadašnju putanju zrakoplova (plave točkice koje ostaju iza zrakoplova).

Ispod kontrolnog polja vjetra, s desne strane, nalazi se upravljačko polje za crtanje i prikaz radijala, radio-smjerova i DME lukova.

Na dnu desne strane ekrana nalaze se još sljedeće tipke:

- *Save Image* – Snimanje trenutnog izgleda interaktivne karte
- *Save Setup* – Snimanje trenutnih postavki ZRNS, zrakoplova i instrumenata, kao i opisa vježbe
- *Load Setup* – Učitavanje vježbe
- *Test Mode* – Uključivanje/isključivanje testnog načina rada aplikacije

Desno od ovih tipki nalazi se i tekstualno polje za opis vježbe.

Zrakoplovom se upravlja na dva načina. Tipkama B i M skreće se u lijevo, odnosno u desno, kutnom brzinom od $3^{\circ}/s$ (standardni zaokret). Tipkama A i D također se postiže okretanje zrakoplova ali znatno brže i bez progresivne brzine zrakoplova (zrakoplov se okreće u mjestu). Brzo okretanje zrakoplova koristi se samo pri podešavanju smjera zrakoplova u pripremi za izvođenje vježbe. Zbog toga je brzo okretanje isključeno u Test modu.

Opis instrumenata

Prikaznik kursa – prikazuje kurs zrakoplova pomoću statične siluete zrakoplova i pomične (okretne) kompasne ruže. Pozicija instrumenta na ekranu se može mijenjati povlačenjem gornjeg desnog kuta instrumenta (slika 2).



Slika 2. Prikaznik kursa

Prikaznik stranskog kuta – služi za prikaz stranskog kuta od zrakoplova do NDB-a. Stranski kut je prikazan pomoću pomične strelice i nepomične kompasne ruže koja uvijek pokazuje 0° u smjeru leta zrakoplova (slika 3).



Slika 3. Prikaznik stranskog kuta

Radio-magnetski prikaznik – služi za prikaz radio-kursa prema i od NDB-a. Pomična ruža prikazuje kurs zrakoplova, vrh strelice pokazuje QDM, a rep strelice QDR. Ovaj instrument je po funkcionalnosti kombinacija prikaznika žiromagnetskog-kompasa, radio-kompasa i VOR radio-kursa. U aplikaciji *FriendlyIFR* se koristi funkcionalno i vizualno reducirani prikaz (nedostaje druga, deblja ili dvostruka, kazaljka), slika 4.



Slika 4. Radio-magnetski prikaznik (reducirani prikaz)

Prikaznik horizontalne situacije – služi za let po VOR-u A (slika 5.). Sastoji se od pomicne kompasne ruže koja prikazuje kurs zrakoplova, ručno upravljive strelice odabranog radijala, kazaljke devijacije od odabranog radijala, prikaznika udaljenosti od VOR-a A (u nautičkim miljama) i TO/FROM prikaznika. Radijal se bira povlačenjem CRS tipke gore/dolje. Pri tome se strelica okreće i pokazuje odabrani radijal koji je prikazan na vrhu strelice ako je upaljena FROM zastavica odnosno na repu strelice ako je upaljena TO zastavica. S pomicanjem strelice, na interaktivnoj se karti vidi pomicanje odabranog radijala ako je uključena opcija *Show Course Lines*. Kazaljka devijacije od izabranog radijala (manji segment u sredini velike strelice) pokazuje bočnu udaljenost od izabranog radijala u stupnjevima. Maksimalan otklon strelice indikacije je bočne udaljenosti od 10° .



Slika 5. Prikaznik horizontalne situacije

Prikaznik devijacija radio-kursa – služi za let po VOR-u B. Po funkcionalnosti je sličan HSI-u, osim što kompasna ruža ne prikazuje pravac leta zrakoplova nego odabrani radijal (slika 6.).

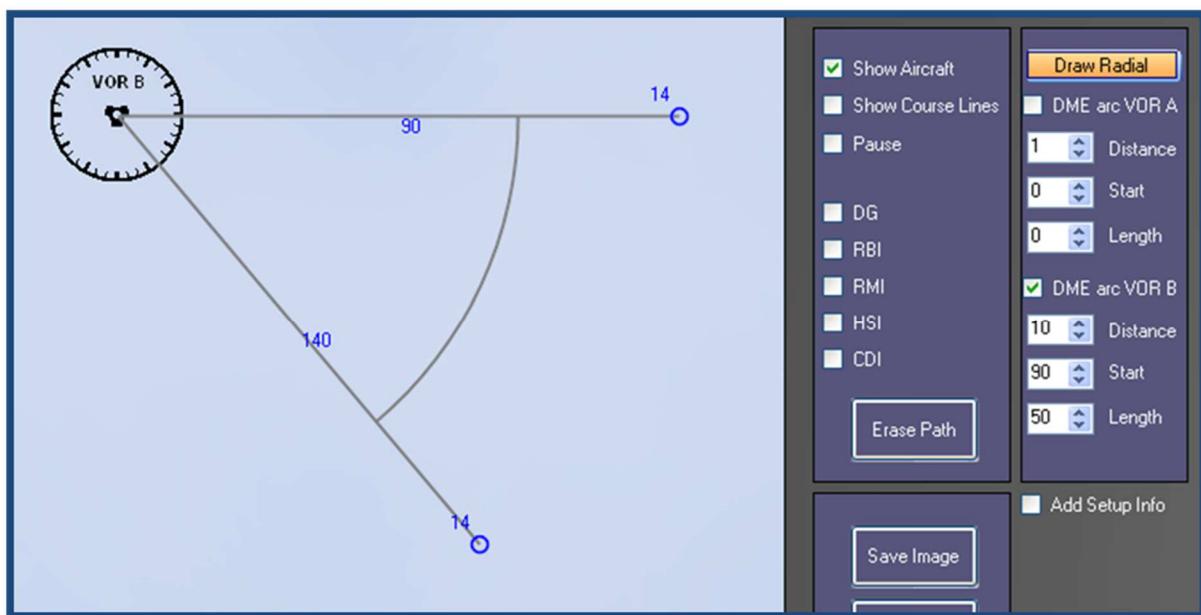


Slika 6. Prikaznik devijacija radio-kursa

Crtanje radijala i DME lukova

U ovoj je aplikacije moguće crtati radijale, radio-smjerove i DME lukove kako bi se bolje mogli ilustrirati ciljevi neke vježbe ili detalji procedure koju je potrebno odletjeti. U opisu korisničkog sučelja već je spomenuta tipka *Draw Radial* koja služi za crtanje radijala i radio-smjerova. Pritisom na tu tipku uključuje se mogućnost crtanja radijala koja se realizira izvlačenjem radijala iz središta željenog navigacijskog sredstva (*drag-and-drop*). Pri tome se stvara modri kružić koji je sivom crtom povezan s tim navigacijskim sredstvom. Pri sredini te sive crte, radijala, nalazi se smjer od navigacijskog sredstva, a kraj modrog se kružića nalazi udaljenost od tog navigacijskog sredstva izražen u nautičkim miljama. Iz svakog je navigacijskog sredstva moguće izvući pet radijala. Radijali se mogu brisati povlačenjem u središte navigacijskog sredstva. Jednom kad se svi radijali podese na željene vrijednosti, potrebno je isključiti tipku *Draw Radial* kako bi se moglo nastaviti s normalnom funkcionalnošću aplikacije.

Pritisom na kvačice *DME Arc VOR A* ili *DME Arc VOR B* uključuje se prikazivanje DME lukova za VOR A i VOR B. Na svakom je VOR-u moguće postaviti samo po jedan DME luk. Za potpuno definiranje DME luka potrebno je postaviti udaljenost od VOR-a na kojoj se taj DME luk nalazi te početni radijal i dužinu luka u stupnjevima (slika 7.).



Slika 7. Funkcija crtanja radijala i DME lukova

Testni mod

Testni način rada u ovoj aplikaciji ograničava podešavanje parametara vježbe kako bi se spriječile manipulacije ili nemamjerno uključivanje ili isključivanje određenih funkcija aplikacije. Pritisom na tipku *Test Mode* otvara se dijaloški okvir za učitavanje vježbe. Jednom kada je učitana vježba, nije više moguće na njoj raditi modifikacije. Jedina opcija koja se tada uključuje, na mjestu dotadašnje tipke *Test Mode*, je *Start* tipka koja započinje izvođenje vježbe. U tom se trenutku tipka *Start* pretvara u *Finished*, a na korisniku je da nakon završene vježbe pritisne tu tipku. Pritisom na tipku *Finished* završava se vježba, kretanje zrakoplova se pauzira, a otvara se opcija *Save Image* koja omogućuje snimanje trenutne situacije na interaktivnoj karti u datoteku za kasniji ispis i ocjenjivanje. Pritisom na tipku *Practice Mode* prelazi se zatim opet u vježbovni način rada aplikacije.

3. Određivanje pozicije zrakoplova

Svrha ovih vježbi je naučiti kako odrediti poziciju zrakoplova u odnosu na ZRNS pomoću očitavanja i interpretacije prikaza instrumenata. Određivanje pozicije zrakoplova je temelj i početak svih ostalih vježbi. Koristeći NDB moguće je odrediti samo smjer od ZRNS do zrakoplova ali ne i udaljenost, dok je kod VOR-a moguće odrediti i udaljenost.

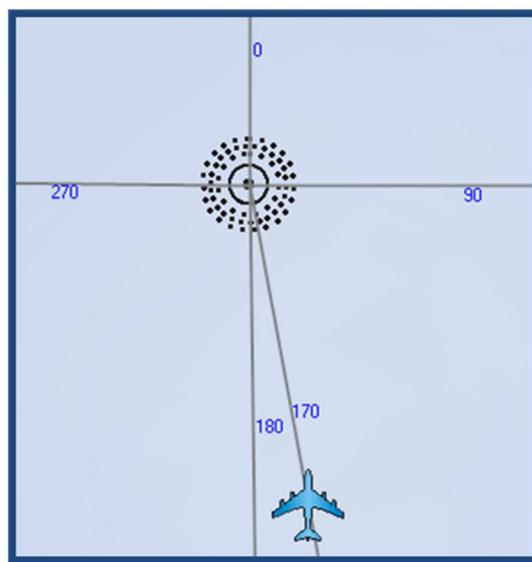
Određivanje pozicije pomoću prikaznika kursa i prikaznika stranskog kuta

Primjer 1. Zadan je sljedeći prikaz RBI i DG (slika 8):



Slika 8. Prikaz RBI (lijevo) i DG (desno) za primjer 1.

Pošto se radi o NDB-u, potrebno je odrediti magnetski smjer od ZRNS prema zrakoplovu (QDR) i obrnuto (QDM). S desne strane se može očitati trenutni kurs zrakoplova koji iznosi 360° , a s lijeve se strane vidi da strelica pokazuje stranski kut od 350° . QDM je jednak zbroju kursa i stranskog kuta, pa u ovom slučaju iznosi 350° (kurs 360° možemo izraziti i kao 0°). QDR je obrnutog smjera od QDM-a stoga iznosi $350^\circ \pm 180^\circ = 170^\circ$. Pozicija zrakoplova u odnosu na NDB se može vidjeti na slici 9.



Slika 9. Prikaz pozicije zrakoplova u odnosu na NDB za primjer 1.

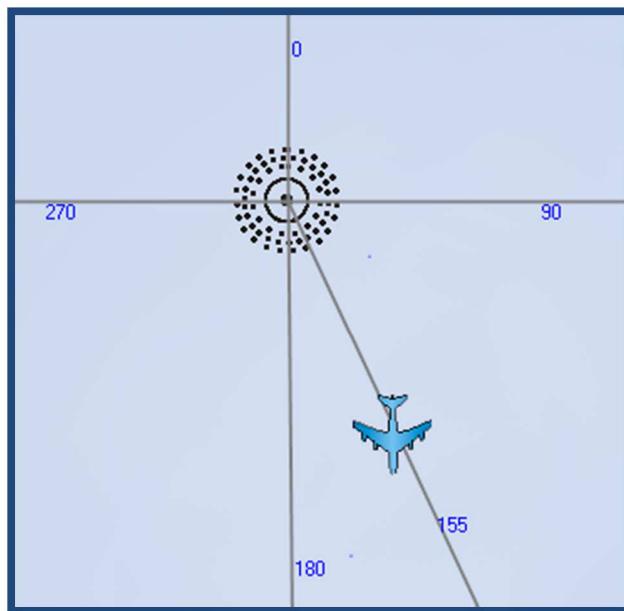
Primjer 2. Zadan je sljedeći prikaz instrumenata (slika 10):



Slika 10. Prikaz RBI (lijevo) i DG (desno) za primjer 2.

Potrebno je odrediti smjer od NDB-a do zrakoplova (QDR) i obrnuto (QDM).

Trenutni kurs zrakoplova je 180° , a stranski kut je 155° što znači da je $QDM = 180^\circ + 155^\circ = 335^\circ$. U tom je slučaju $QDR = 155^\circ$. Ovaj se problem može riješiti i vizualno, preklapanjem podataka s ova dva prikaznika. Vidljivo je da je vrh strelice 25° u smjeru obrnutom od kazaljke na satu od označe za 180° na prikazniku stranskog kuta. Ako se na prikazniku kursa očita 25° u smjeru obrnutom od kazaljke na satu od označe za rep zrakoplova (u ovom slučaju ona prikazuje približno 0°) dobije se kut 335° što je već izračunato kao QDM. Drugim riječima, potrebno je „preseliti“ kazaljku s prikaznika stranskog kuta na prikaznik kursa. Pozicija zrakoplova za situaciju prikazanu na prikaznicima se može vidjeti na slici 11.



Slika 11. Pozicija zrakoplova u odnosu na NDB za primjer 2.

Potrebno je naglasiti da je nacrtana pozicija zrakoplova djelomično proizvoljna zato jer je poznat samo smjer od NDB-a do zrakoplova, ali ne i udaljenost. Zrakoplov se u teoriji može nalaziti bilo gdje na tom radio-smjeru.

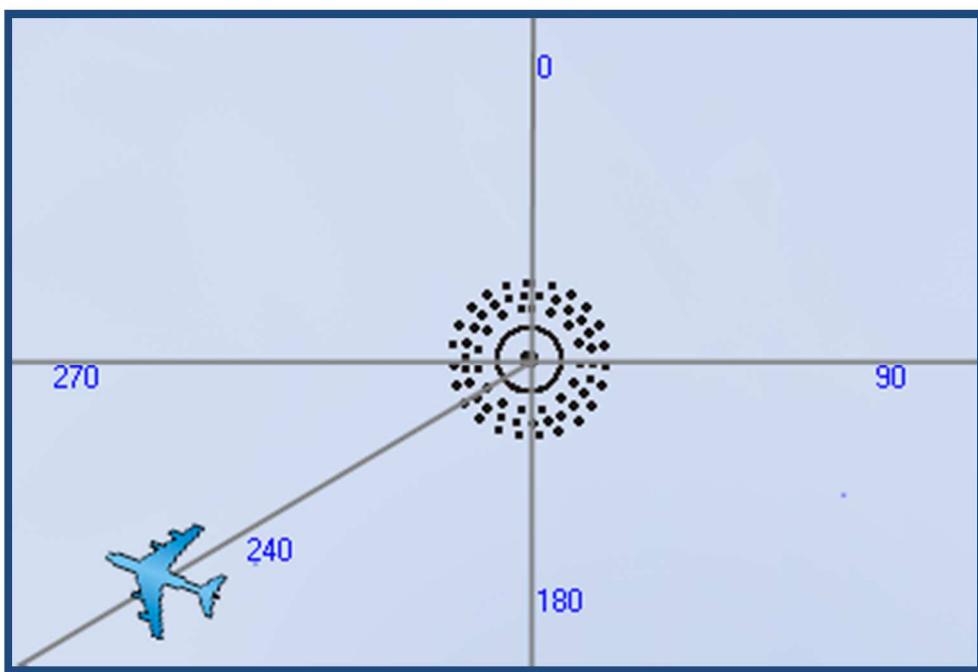
Određivanje pozicije zrakoplova pomoći radio-magnetskog prikaznika

Primjer 3. Zadano je sljedeće prikazivanje reduciranih RMI (slika 12):



Slika 12. Zadano prikazivanje RMI uz primjer 3.

Radio-magnetski prikaznik je kombinacija prikaznika žiromagnetsnoga kompasa i prikaznika radio-kompasa i VOR radio-kursa. Pomična ruža pokazuje trenutni kurs zrakoplova, a kazaljka pokazuje QDM na vrhu i QDR na repu. Zbog toga nije potrebno računanje, već se sve informacije mogu izravnoочitati s instrumenta. U ovom je slučaju QDM 060° , a QDR je 240° . Pozicija zrakoplova se može ilustrirati kao na slici 13.



Slika 13. Pozicija zrakoplova u odnosu na NDB za primjer 3

Određivanje pozicije zrakoplova pomoću prikaznika horizontalne situacije

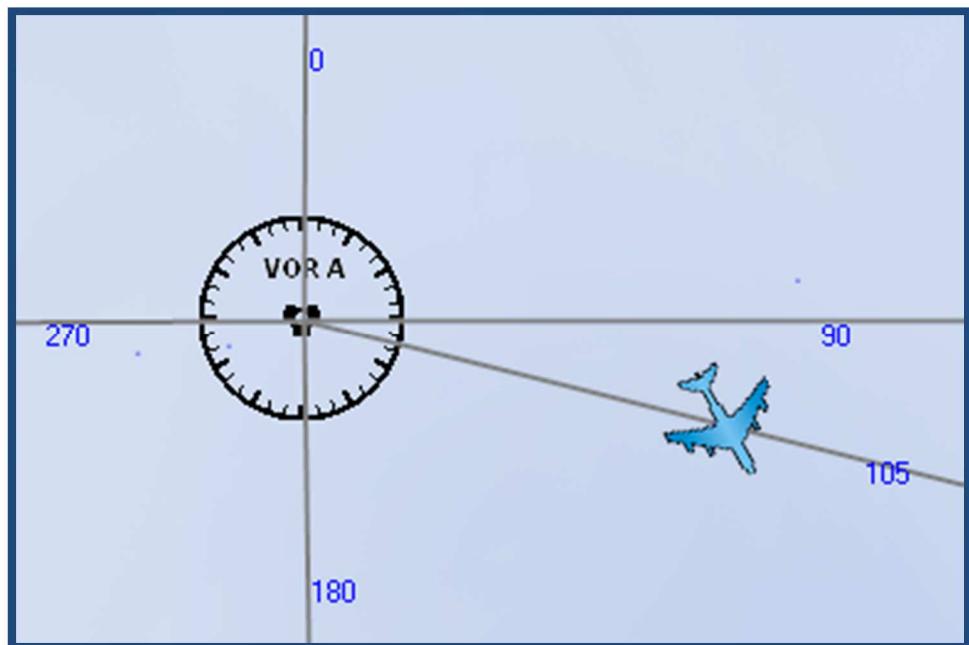
Primjer 4. Odredi poziciju zrakoplova na temelju prikazivanja HSI (slika 14):



Slika 14. Zadano prikazivanje HSI uz primjer 4.

Na ovom instrumentu se vidi da je zrakoplov okrenut u kursu 150° . Izabrani radijal je 105° što se može očitati s repa strelice kad je uključena TO zastavica (bijeli trokut). Za slučaj da je uključena FROM zastavica (bijeli trokut je okrenut u stranu suprotno od vrha žute strelice), izabrani radijal se može očitati na vrhu žute strelice.

Kazaljka devijacije (srednji dio žute strelice) se nalazi u sredini što znači da je zrakoplov točno na izabranom radijalu. U gornjem lijevom kutu je vidljiva i udaljenost od VOR-a koja u ovom slučaju iznosi 7 nautičkih milja. S ovim podatcima moguće je skicirati poziciju zrakoplova kao na slici 15.



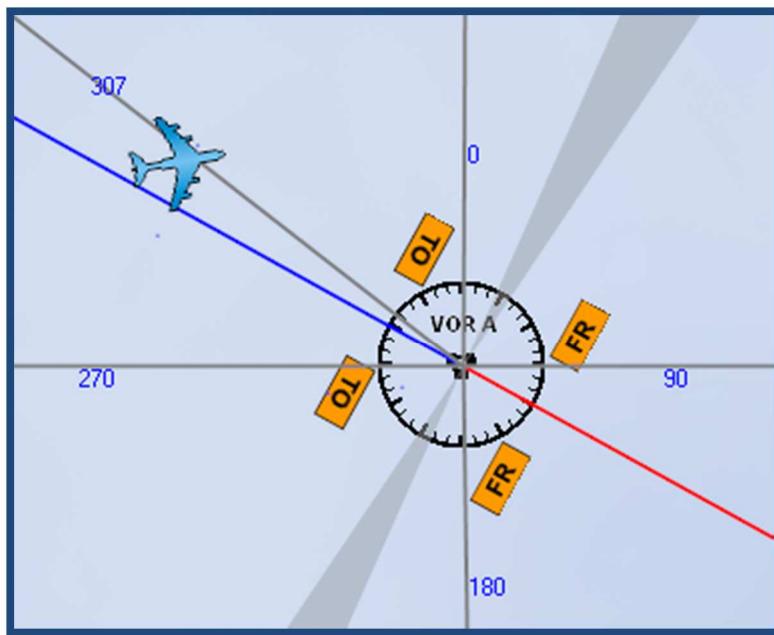
Slika 15. Pozicija zrakoplova u odnosu na VOR za primjer 4

Primjer 5. Odredi poziciju zrakoplova na temelju prikazivanja HSI (slika 16):



Slika 16. Zadano prikazivanje HSI uz primjer 5.

Na instrumentu je vidljivo da je zrakoplov okrenut u kurs 080°, a odabrani radijal je 300° (pošto zastavica pokazuje TO, radijal se očitava s repa strelice). Kazaljka devijacije pokazuje da se zrakoplov ne nalazi točno na odabranom radijalu već da je taj radijal desno od zrakoplova. Puni otklon kazaljke devijacije iznosi 10°, ali u ovom je slučaju kazaljka otklonjena 7° u desno (rub unutrašnjeg kruga je 2°, a zatim svaka točka po još 2°). To znači da se zrakoplov nalazi na radijalu 307° na udaljenosti 7 nautičkih milja od stanice VOR-a. Pozicija zrakoplova u odnosu na VOR je vidljiva na slici 17.

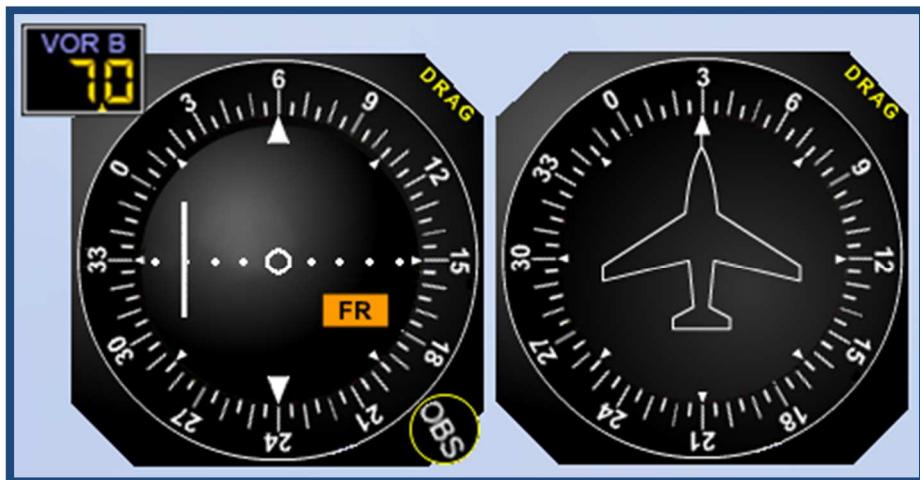


Slika 17. Pozicija zrakoplova u odnosu na VOR za primjer 5.

Na slici 17. se vidi odabrani radijal (plavo) i radijal na kojem se zrakoplov nalazi (sivo). Također se vidi područje neodređenosti (sive površine) u kojem instrument ne može sa sigurnošću prikazati nalazi li se zrakoplov u TO ili FROM polju pa se umjesto TO/FROM zastavica na instrumentu prikazuje OFF zastavica.

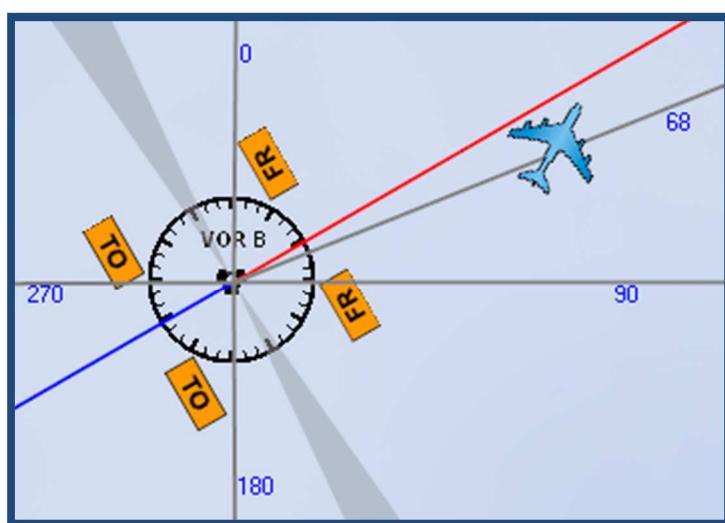
Određivanje pozicije zrakoplova pomoću prikaznika devijacije radio-kursa

Primjer 6. Odredi poziciju zrakoplova na temelju prikazivanja CDI i DG (slika 18.)



Slika 18. Zadano prikazivanje CDI i DG uz primjer 6.

Prikaznik devijacije radio-kursa ne pokazuje sam kurs zrakoplova pa je uz ovaj instrument potrebno koristiti i prikaznik kursa na kojem se vidi da je trenutni kurs zrakoplova 030° . Odabran radijal, kao što se može očitati na strani suprotnoj od FROM zastavice, je 060° . Kazaljka devijacije je otklonjena u lijevo što u ovom slučaju znači da se odabran radijal nalazi s lijeve strane zrakoplova. Zbog toga je radijal na kojem se zrakoplov nalazi 8° u desno od odabranog radijala te iznosi 068° . Uz udaljenost od 7 nautičkih milja moguće je precizno odrediti poziciju zrakoplova (slika 19.).



Slika 19. Pozicija zrakoplova u odnosu na VOR za primjer 6.

Kod upotrebe prikaznika devijacije radio-kursa posebnu je pažnju potrebno posvetiti tzv. obrnutom prikazivanju do kojeg dolazi u slučaju lošeg podešavanja prikaznika. Prikaznik devijacije radio-kursa je uvijek potrebno podešiti tako da TO/FROM zastavica doista odgovara stvarnom kretanju zrakoplova. U protivnom će CDI prikazati da se radijal nalazi s obrnute strane kao što se vidi na slici 20. gdje je prikaznik nepravilno podešen.



Slika 20. Prikaz nepravilnog podešavanja CDI

Ovdje su prikazani prikaznici za situaciju identičnu onoj ilustriranoj gore. Odabrani radikal je i u ovom slučaju 060° (očitava se na strelici suprotnoj od TO zastavice) ali kazaljka devijacije pokazuje da se odabrani radikal nalazi s desne strane. Neiskusan pilot bi u ovom slučaju automatski mogao početi skretati u desno kako bi se vratio na odabrani radikal, a time bi se samo još više udaljavao od istoga. Zbog toga je uvijek poželjno podesiti prikaznik devijacije radio-kursa da pokazuje stvarnu namjeru leta, dakle, TO ako zrakoplov leti prema VOR-u ili FROM ako leti od VOR-a.

Primjer 7. Odredi poziciju zrakoplova na temelju prikazivanja CDI i DG (slika 21).



Slika 21. Zadano prikazivanje CDI i DG uz primjer 7.

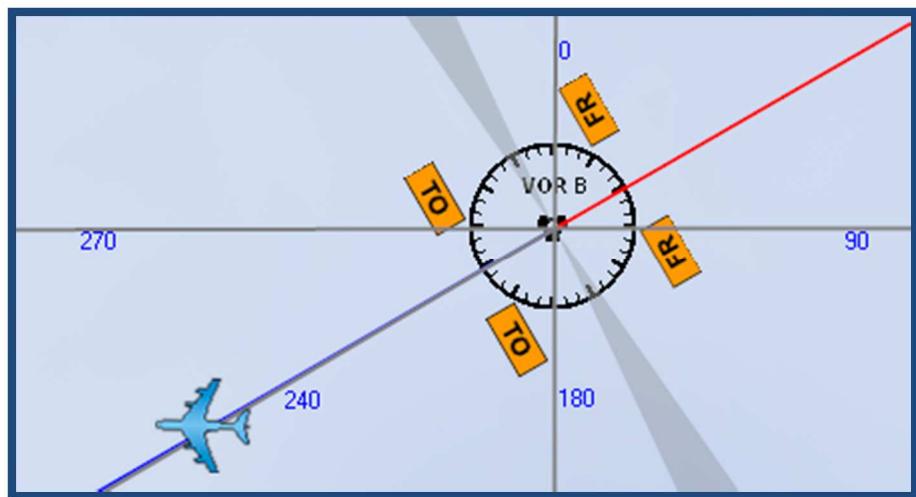
Na prikazniku kursa je vidljivo da je zrakoplov okrenut u kurs 270°. Odabrani radikal na prikazniku devijacije radio-kursa je 255°, a zrakoplov se nalazi na 8 nautičkih milja od VOR-a. Kazaljka devijacije je u potpunosti otklonjena u lijevu stranu što znači da se zrakoplov nalazi na radikalju koji je za više od 10° manji od odabranog radikala. Poziciju zrakoplova s ovim prikazivanjem nije moguće odrediti detaljnije od ovoga. Kako bi se mogla odrediti točna pozicija zrakoplova potrebno je promijeniti odabranu radikal okretanjem OBS kotačića sve dok se ne vidi pomicanje kazaljke devijacije. Poziciju je najlakše očitati

ako se OBS kotačić okreće sve dok kazaljka devijacije ne dođe na sredinu instrumenta, jer je u tom slučaju odabrani radijal jednak onome na kojem se zrakoplov nalazi (slika 22.).



Slika 22. CDI postavljen za očitanje trenutnog radijala

Sada je vidljivo da se zrakoplov nalazi točno na radijalu 240° , pa je moguće skicirati situaciju u zračnom prostoru (slika 23.).



Slika 23. Pozicija zrakoplova u odnosu na VOR

4. Izlazak na radio-smjerove

Izlazak na radio-smjerove je postupak letenja zrakoplovom od trenutne pozicije (nekog radio-smjera) do željene pozicije (nekog drugog radio-smjera). Podrazumijeva se da je zrakoplov, po dolasku na željeni radio-smjer, okrenut u smjeru koji mu omogućuje daljnji let po odabranom radio-smjeru, bilo u odletu ili doletu na radio-navigacijsko sredstvo. Letenje po odabranim radio-smjerovima je temelj klasičnog instrumentalnog letenja (za razliku od prostorne navigacije gdje zrakoplov ne leti nužno od ili prema radio-navigacijskom sredstvu). Ovdje će biti objašnjen izlazak na odabrane QDR-ove u letu od ili prema NDB-u i izlazak na odabrane radijale u letu od ili prema VOR-u.

Kako bi se izlazak na radio-smjer olakšao pilotu, uvježbavaju se standardne metode izlaska koje se dijele po kutovima pod kojima se izlazak izvršava. Najčešće korišteni kutovi su: 15° , 30° , 45° , $2g$, i $30^\circ+g$. Pri čemu je g oznaka za grešku tj. razliku između trenutnog radio-smjera i željenog radio-smjera, izraženu u stupnjevima. Odabir metode izlaska leži na pilotu, ali opća je preporuka koristiti manje korekcije kursa ($2g$, 15°) ako se zrakoplov nalazi relativno blizu željenog radio-smjera, odnosno, veće korekcije kursa (30° , $30^\circ+g$, 45°) ako se zrakoplov nalazi daleko od željenog radio-smjera.

Izlazak na QDR

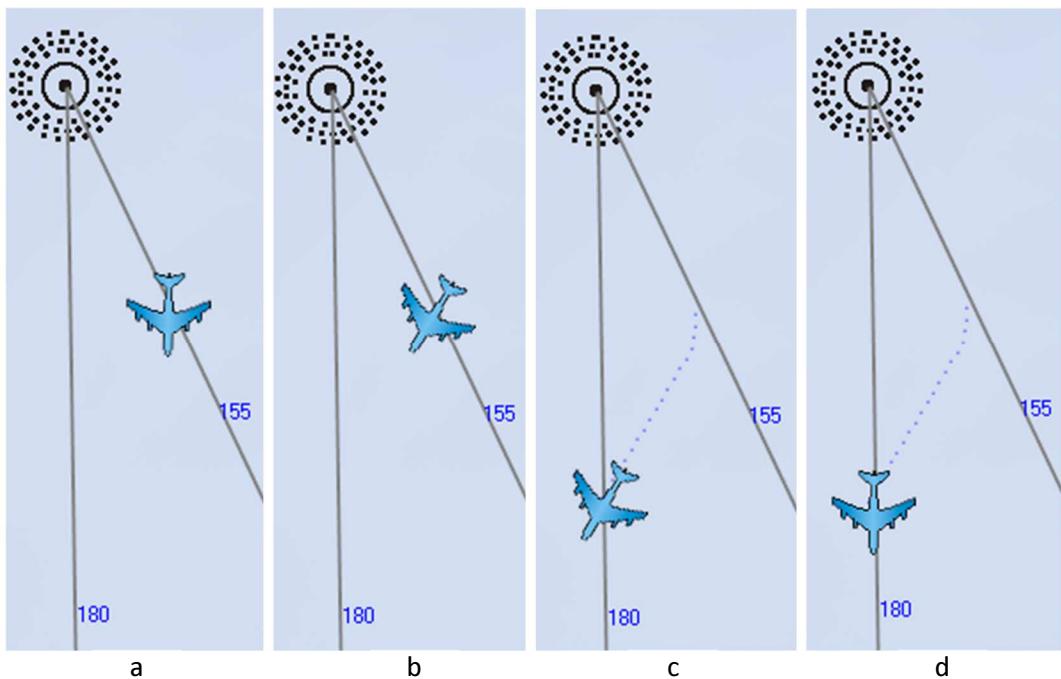
Primjer 8. Odredi poziciju zrakoplova i zatim izađi na QDR 180° u odletu od NDB-a prema prikazivanju RBI i DG (slika 24.).



Slika 24. Zadano prikazivanje RBI i DG uz primjer 8.

Zrakoplov je okrenut u smjer 180° , a nalazi se na QDR 155° . To znači da se zrakoplov mora okrenuti u desno kako bi stigao do željenog QDR-a. Na temelju ovih podataka moguće je načiniti skicu trenutne situacije (slika 25.a).

Sljedeći je korak odabir metode izlaska koja će u ovom slučaju biti pod 30° . Kurs izlaska (*intercept heading*) je kurs u kojem zrakoplov mora letjeti kako bi došao na željeni QDR pod zadanim kutom (u ovom slučaju pod 30°). Taj kurs ne ovisi o trenutnom kursu zrakoplova već samo o željenom QDR-u i odabranoj metodi izlaska.



Slika 25. Izlazak na zadani QDR

U ovom slučaju zrakoplov mora letjeti u kursu 210° kako bi stigao na QDR 180° pod kutom od 30° (slika 25.b). Nakon okretanja u kurs 210° potrebno je pronaći način kako odrediti točan trenutak kada je zrakoplov stigao na QDR 180° (slika 25.c). Naravno, moguće je cijelo vrijeme računati trenutni QDR gledajući u instrumente ali postoji i lakši način. Pošto je poznat kut izlaska (30°) potrebno je samo čekati dok kut između uzdužne osi zrakoplova i radio-smjera postane 30° (slika 26.).



Slika 26. Prikazivanje RBI u trenutku dolaska na zadani QDR

Ako je kurs zrakoplova bio dobro održavan (210°), u ovom je trenutku zrakoplov na želenom QDR-u te je potrebno okrenuti zrakoplov u lijevo u kurs 180° kako bi nastavio let po QDR-u 180° u odletu od NDB-a (slika 25.d). Ako je zrakoplov blizu NDB-a ili se kreće velikom brzinom ili dolazi pod velikim kutom izlaska, zaokret za izvođenje na željeni QDR potrebno je započeti prije no što prikaznici indiciraju dolazak na taj QDR kako bi se kompenziralo za radijus zaokreta zrakoplova. Ovaj se manevar zove pretjecanje. Ako pilot kasno započne zaokret dolazi do prebacivanja (*overshoot*) radio-smjera, a ako zaokret započne prerano dolazi do podbacivanja (*undershoot*). Pošto je nemoguće točno predvidjeti sve čimbenike koji utječu na radijus zaokreta zrakoplova, prebacivanje i podbacivanje se događaju jako

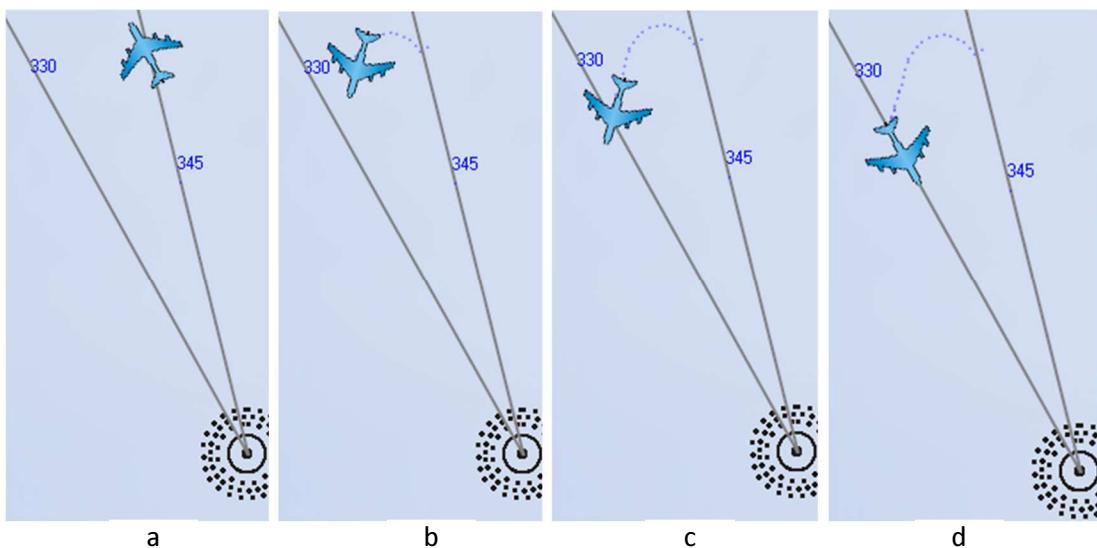
često te se ne smatraju greškom u instrumentalnom letenju pod uvjetom da se na vrijeme uoče i isprave.

Primjer 9. Odredi poziciju zrakoplova i zatim izdi na QDR 330° u doletu prema NDB-u prema prikazivanju RBI i DG na slici.



Slika 27. Zadano prikazivanje RBI i DG uz primjer 9.

Zrakoplov leti u kursu 330° , a nalazi se na QDR-u 345° . Zrakoplov, po zadatku, mora letjeti prema NDB-u na QDR-u 330° , što znači da je zrakoplov okrenut u suprotnu stranu od željene. Pri tome, željeni se QDR nalazi s lijeve strane zrakoplova. To se može prikazati skicom poput slike 28.a.



Slika 28. Izlazak na zadani QDR

Jednom kada izđe na njega, zrakoplov će po QDR-u 330° letjeti u kursu 150° , pa je, ako se izabere izlazak pod 45° , kurs izlaska jednak 195° . Dakle, prvi je zadatak okrenuti zrakoplov u kurs 195° što je lakše učiniti ako se zrakoplov okreće u lijevo (slika 28.b). Jednom kad je zrakoplov usmjeren u kursu 195° , pažnju je potrebno posvetiti prikazniku stranskog kuta. Kad kazaljka dođe pod kut od 45° na uzdužnu os zrakoplova, zrakoplov se nalazi na željenom QDR-u (slika 28.c). Malo prije nego što zrakoplov dođe na željeni QDR, zrakoplov se mora početi okretati u lijevo u kurs 150° kako bi se kompenzirao radijus zaokreta zrakoplova i iz zaokreta izvelo točno na željenom QDR-u (slika 28.d). Izgled prikaznika kroz sve faze ovoga manevra se može vidjeti na slici 29.



Slika 29. Izgled prikaznika za situacije sa slike 28

Izlazak na radijal

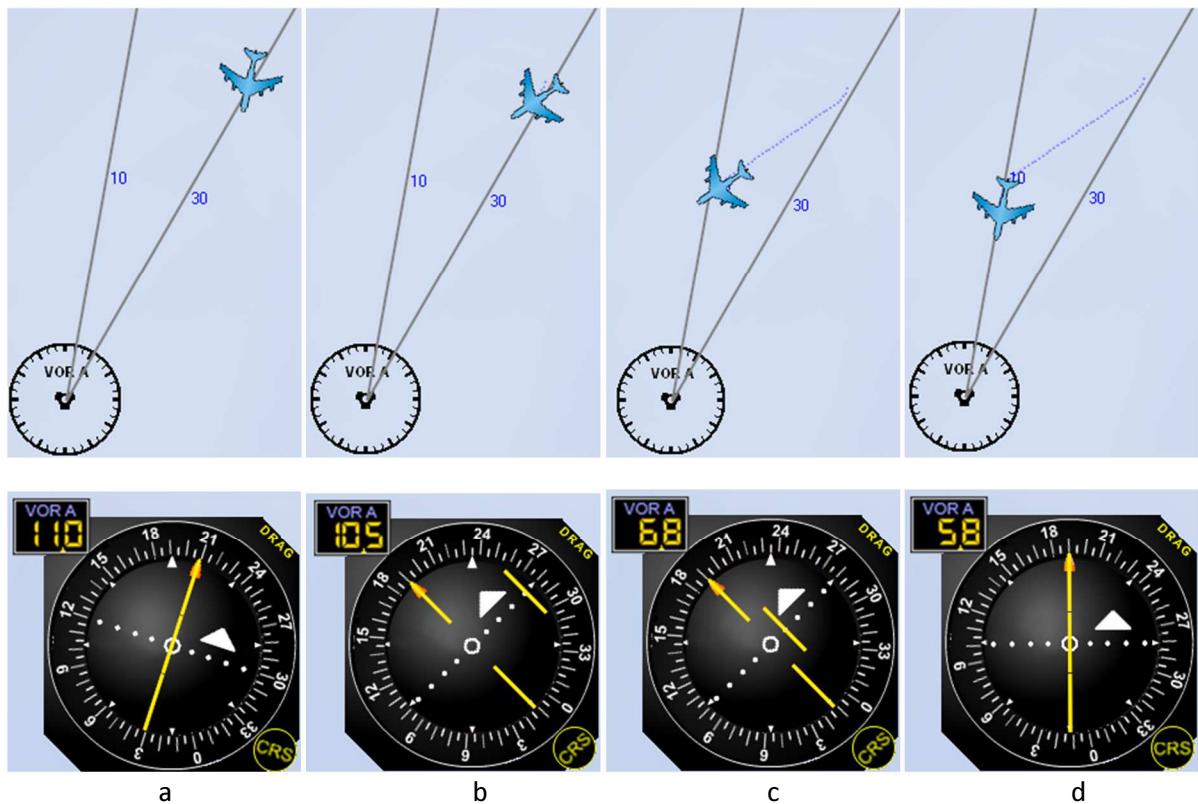
Primjer 10. Odredi poziciju zrakoplova i zatim izađi na radijal 010° u doletu na VOR.

Za najpreciznije određivanje radijala na kojem se zrakoplov trenutno nalazi potrebno je okretati CRS kotačić sve dok se kazaljka devijacije ne poklopi sa strelicom (slika 30). Pri tom se, ako je uključena TO zastavica, trenutni radijal očitava s repa strelice. Kao što je vidljivo sa slike 30 i 31.a, u ovom se slučaju zrakoplov nalazi na R 030° , na udaljenosti od 11 NM od VOR-a, u smjeru 190° .



Slika 30. Zadano prikazivanje HSI uz primjer 10.

Sljedeći je korak odabir kuta pod kojim će se izaći na zadani radijal, što pilot odlučuje na temelju udaljenosti od zadanog radijala, brzine zrakoplova i vjetra. U ovom je slučaju izabran kut od 45° , a to znači da kurs izlaska, koji se mjeri u odnosu na zadani radijal, iznosi 235° . Dakle, nakon određivanja pozicije, pilot mora okrenuti zrakoplov u kurs 235° , a zatim i podesiti instrument na zadani radijal 010° (slika 31.b). Pri tome se, naravno, kazaljka devijacije otklanja i pokazuje da se odabrani radijal nalazi s desne strane zrakoplova.



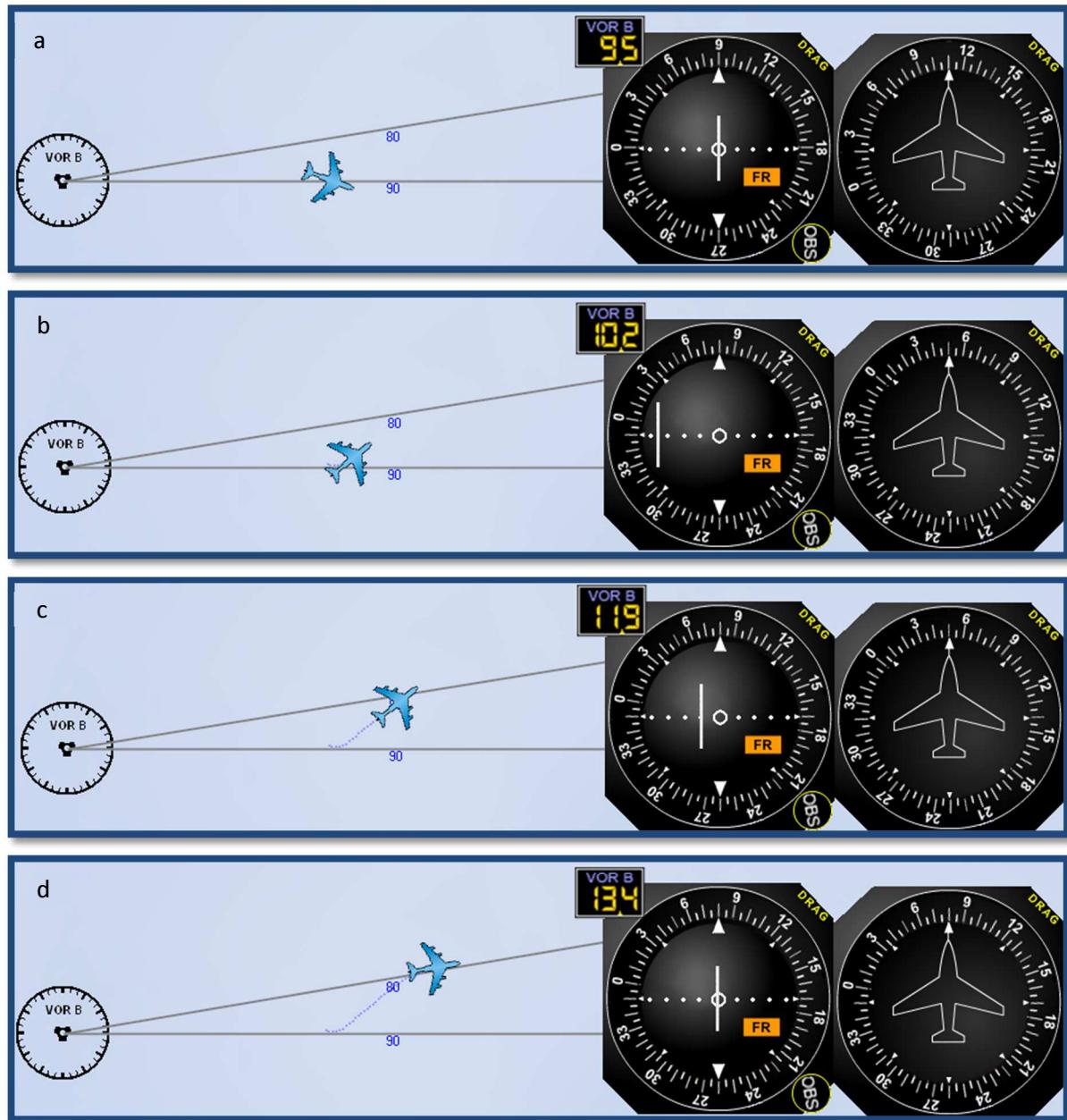
Slika 31. Prikaz pozicije zrakoplova u odnosu na VOR uz pokazivanje HSI

Zrakoplov leti u smjeru 235° sve dok ne dođe na zadani radikal što će biti vidljivo na instrumentu po približavanju kazaljke devijacije strelici (slika 31.c). Po procijenjenoj brzini približavanja zadanom radijalu, a neposredno pred dolazak na taj radikal, uvodi se u zaokret kojim se zrakoplov usmjerava u kurs 190° kako bi nastavio s letom po zadanom radijalu (slika 31.d).

Primjer 11. Odredi poziciju zrakoplova te izadi na R 080° u odletu od VOR-a.

Poziciju zrakoplova je najlakše odrediti okretanjem OBS kotačića sve dok kazaljka devijacije ne dođe u srednji položaj. Tada se trenutni radikal, ako je uključena zastava FROM, može očitati na vrhu ruže, te u ovom slučaju iznosi 090° (slika 32.a). Zrakoplov je okrenut u kurs 110° , što znači da mora skrenuti u lijevo kako bi došao do zadanog radijala. U ovom je primjeru izabrana metoda izlaska na radikal pod 30° , pa je kurs izlaska, koji se mjeri u odnosu na zadan radikal (a ne na trenutni radikal ili kurs), 050° (slika 32.b). Nakon skretanja u kurs 050° potrebno je podešiti instrument tako da se izabere zadan radikal. To se postiže okretanjem OBS kotačića sve dok na gornjoj strelici ne bude 080° .

Zrakoplov leti u kursu 050° sve dok se kazaljka devijacije ne približi sredini skale (slika 32.c). Neposredno pred sam dolazak na zadan radikal, a u skladu s tempom pomicanja kazaljke devijacije, potrebno je inicirati zaokret u desno kako bi se zrakoplov okrenuo u kurs 080° koji mu jamči daljnji stabilizirani let po zadanom radijalu (slika 32.d).



Slika 32. Prikaz pozicije zrakoplova u odnosu na VOR uz prikazivanje CDI

5. Aktivan dolet i odlet

Kad zrakoplov leti u uvjetima vjetra, što je gotovo uvijek, postoje dva načina kako parirati taj vjetar: pasivan let i aktivan let. U pasivnom letenju pilot ne postavlja nikakav kut ispravke nego samo kontinuirano održava zrakoplov usmjeren prema radio-navigacijskom sredstvu. Zbog toga se kurs zrakoplova cijelo vrijeme mijenja i zrakoplov na kraju dolazi na to sredstvo pod kutom različitim od prvotnog (slika 33.).



Slika 33. Primjer pasivnog doleta na NDB

Na ovoj se slici vidi primjer putanje zrakoplova u pasivnom letu pod utjecajem vjetra. Zrakoplov je započeo let u kursu 270° , a završio u kursu 225° . Isto tako, početni QDR je bio 090° , a završni 045° . Jasno je da ovakvim načinom letenja zrakoplov ne može pratiti zadane radio-smjerove i navigacijske procedure općenito.

Pasivan let nije prikladan za instrumentalno letenje, a i u vizualnom se smatra manje efikasnim od aktivnog, pa zato ovdje neće biti primjera u kojima se on upotrebljava. Svi će primjeri biti fokusirani na aktivan dolet i odlet od ZRNS-a.

U aktivnom letu, pilot postavlja ispravku kursa kojom parira bočni utjecaj vjetra, pa zrakoplov leti pravocrtno prema ili od ZRNS-a, iako uz otklon kursa zbog kojeg nos zrakoplova nije usmјeren ravno prema sredstvu nego malo u stranu.

Aktivan dolet i odlet od NDB-a

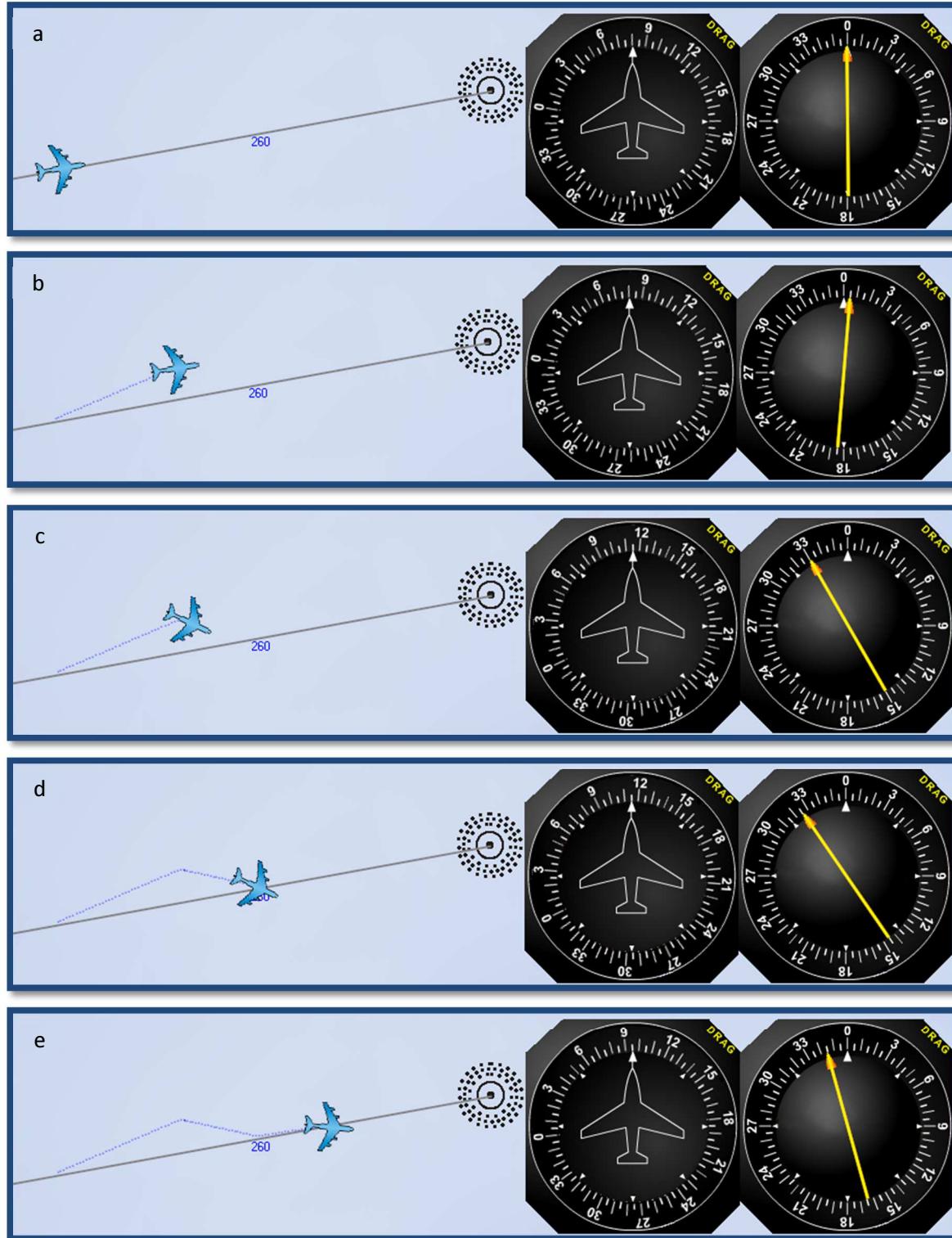
Primjer 12. Demonstriraj aktivan dolet prema NDB-u po QDR 260° .

U realnoj situaciji pilot bi odmah po izlasku na zadani QDR postavio ispravku kursa za pariranje vjetra i daljnji aktivan dolet prema NDB-u. Pošto su točan smjer i snaga vjetra u većini slučajeva nepoznati, pilot bi nakon uočenog odstupanja od QDR-a izvršio povratak na zadani crtu puta i modificirao ispravku kursa. Tijekom aktivnog doleta ili odleta, pilot bi ovaj postupak morao ponavljati više puta.

Zbog toga što je u ovoj aplikaciji od početka poznat smjer i snaga vjetra, u ovoj se vježbi traži da se demonstrira načelo aktivnog doleta na način da se dozvoli odstupanje od zadanih QDR-a za minimalno 5° i da se potom izvrši povratak na QDR i tek nakon toga postavi potrebna ispravka kursa za pariranje vjetra. Na taj se način djelomično simulira nepoznati vjetar dok se istovremeno uvežbava proračun ispravke kursa, što je korisnije od nasumičnog postavljanja ispravke.

Početna pozicija zrakoplova u ovoj vježbi je ne zadanim QDR-u 260° u kursu 080° (slika 34.a). Nakon nekog vremena vjetar je zanio zrakoplov u lijevo od zadanih QDR-a za 5° (slika 34.b). Za povratak na

zadani QDR izabrana je metoda $30^\circ + g$, a u ovom je slučaju greška $g=5^\circ$ što znači da je zrakoplov okrenut u kurs 115° (slika 34.c). Pri tome se kazaljka na RBI-u okrenula 30° u lijevo. Pošto je kut izlaska 35° potrebno je čekati dok kazaljka na RBI-u dođe do 35° u lijevo kako bi zrakoplov sigurno bio na zadanim QDR-u (slika 34.d).



Slika 34. Prikaz pozicije zrakoplova u odnosu na NDB uz prikazivanje DG i RBI

Neposredno pred dolazak na zadani QDR potrebno je uvesti u lijevi zaokret kako bi se zrakoplov okrenuo u kurs koji će ga zadržati na tom QDR-u (slika 34.e). Pri odabiru tog kursa potrebno je uzeti u obzir i vjetar kako se više ne bi dogodilo da zrakoplov bude zanesen van zadanog QDR-a. U ovom je zadatku zadan vjetar $170^\circ/30$ kn uz brzinu zrakoplova od 120 kn. Očigledno je da je upadni kut vjetra 90° što znači da je vjetar čisti desni bočni. Ispravka kursa se računa po formuli za izračun napamet:

$$WCA_{max} = \frac{W}{TAS} \cdot 60$$

$$WCA = WCA_{max} \cdot \sin \alpha$$

gdje je:

WCA_{max} – maksimalan kut ispravke

WCA – kut ispravke vjetra

W – brzina vjetra

TAS – stvarna zračna brzina zrakoplova

α – upadni kut vjetra

U ovom je primjeru upadni kut 90° što znači da je $WCA=WCA_{max}$ zato jer je $\sin 90^\circ=1$. Korisno je prvo izračunati maksimalan kut ispravke zato jer su česti slučajevi, kako u stvarnom životu tako i pri izvođenju ovih vježbi, da se let sastoji od više etapa u području gdje je vjetar relativno konstantan, pa je maksimalan kut ispravke također konstantan za cijeli let dok se upadni kut vjetra mijenja. S promjenom upadnog kuta vjetra mijenja se i stvarni kut ispravke vjetra, ali pri tom nije potrebno računati sve iznova nego samo uvrstiti novi upadni kut vjetra za koji se mogu koristiti i sljedeće približne vrijednosti:

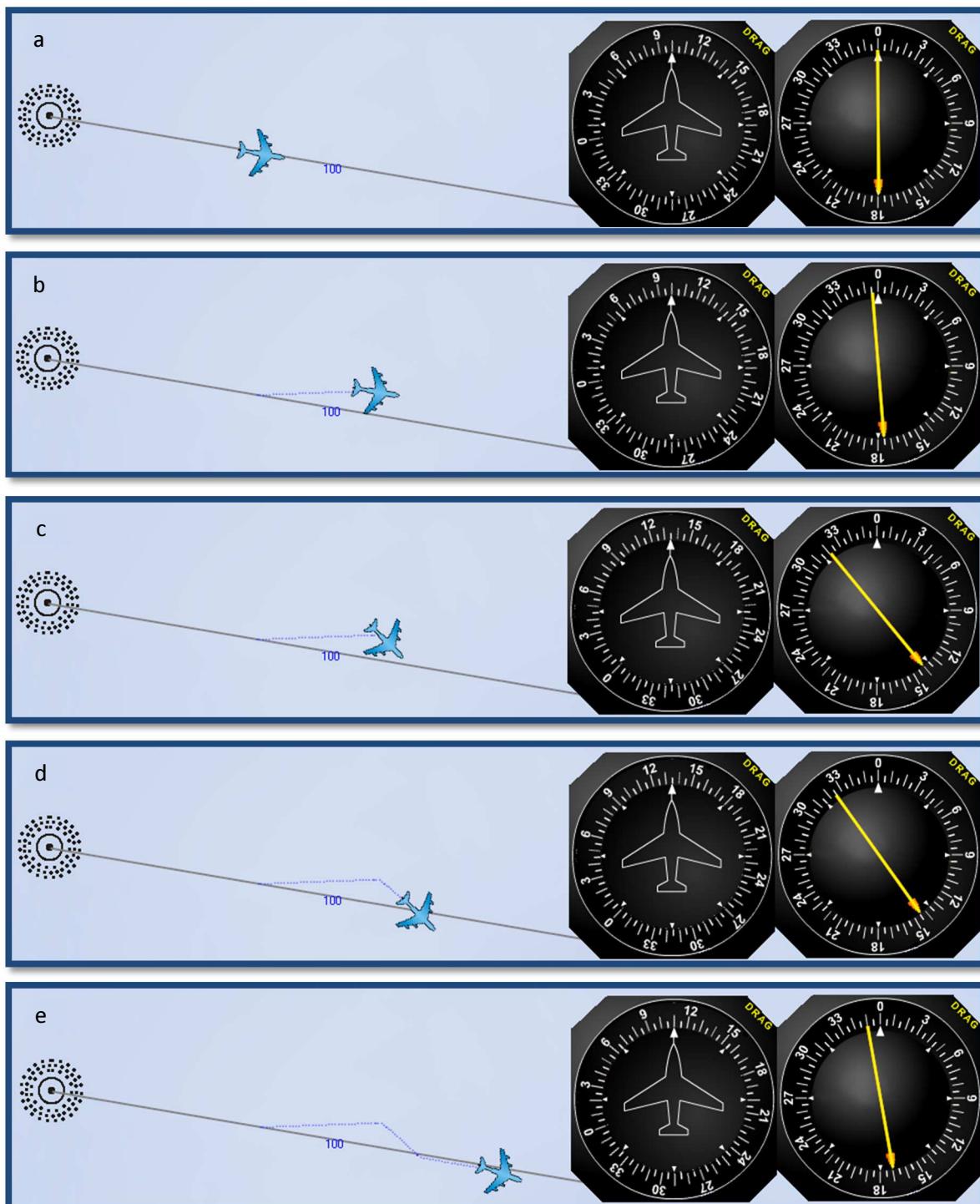
α	0°	15°	30°	45°	60°	90°
$\sin \alpha$	0	0,25	0,5	0,7	0,9	1

Kut ispravke vjetra, izračunat po gore navedenim formulama, u ovom je primjeru 15° . Zbog toga zrakoplov po dolasku na zadani QDR ne nastavlja let u smjeru 080° već u 095° . Na slici 34.e se vidi da je ta ispravka kursa dobro postavljena zato jer zrakoplov putanjom prati zadani QDR iako nije okrenut točno prema navigacijskom sredstvu.

Primjer 13. Demonstriraj aktivan odlet od NDB-a po QDR 100° .

Zrakoplov započinje let na zadanim QDR-u u kursu 100° (slika 35.a). U uvjetima bez vjetra zrakoplov bi nastavio let po zadanim QDR-u, no u ovom primjeru je postavljen vjetar iz 145° , brzine 35 kn, uz brzinu zrakoplova 140 kn. Vjetar puše s desne strane pod upadnim kutom od 45° zbog čega se zrakoplov odmiče u lijevo od zadanog QDR-a (slika 35.b). Nakon što se bočno skretanje poveća na 5° , što se može očitati s RBI-a, potrebno je inicirati povratak na zadani radio-smjer.

Za povratak na zadani QDR izabrana je metoda $30^\circ+g$, što u ovom slučaju iznosi 35° . Zrakoplov se okreće u kurs 135° i pri tom se kazaljka na RBI-u otklanja u smjer 140° što je 40° otklona od uzdužne osi zrakoplova (slika 35.c). Kad se kazaljka pomakne za 5° , u smjer 145° , zrakoplov se nalazi na zadanim QDR-u.



Slika 35. Prikaz pozicije zrakoplova u odnosu na NDB uz prikazivanje DG i RBI

U trenutku dolaska na zadani QDR kazaljka će biti otklonjena za onaj kut pod kojim se izvodi izlazak na taj QDR (slika 35.d.). Neposredno pred dolazak na zadani QDR, potrebno je inicirati zaokret u lijevo kako bi se zrakoplov okrenuo u kurs koji će mu jamčiti daljnji let po tom QDR-u. U ovom je slučaju ispravka kursa, po formulama za izračun napamet, $10,5^\circ$ što se može zaokružiti na 10° . Zbog toga je novi kurs zrakoplova 110° (slika 35.e).

Aktivan dolet i odlet od VOR-a

Primjer 14. Demonstriraj aktivan dolet na VOR po radijalu 280°.

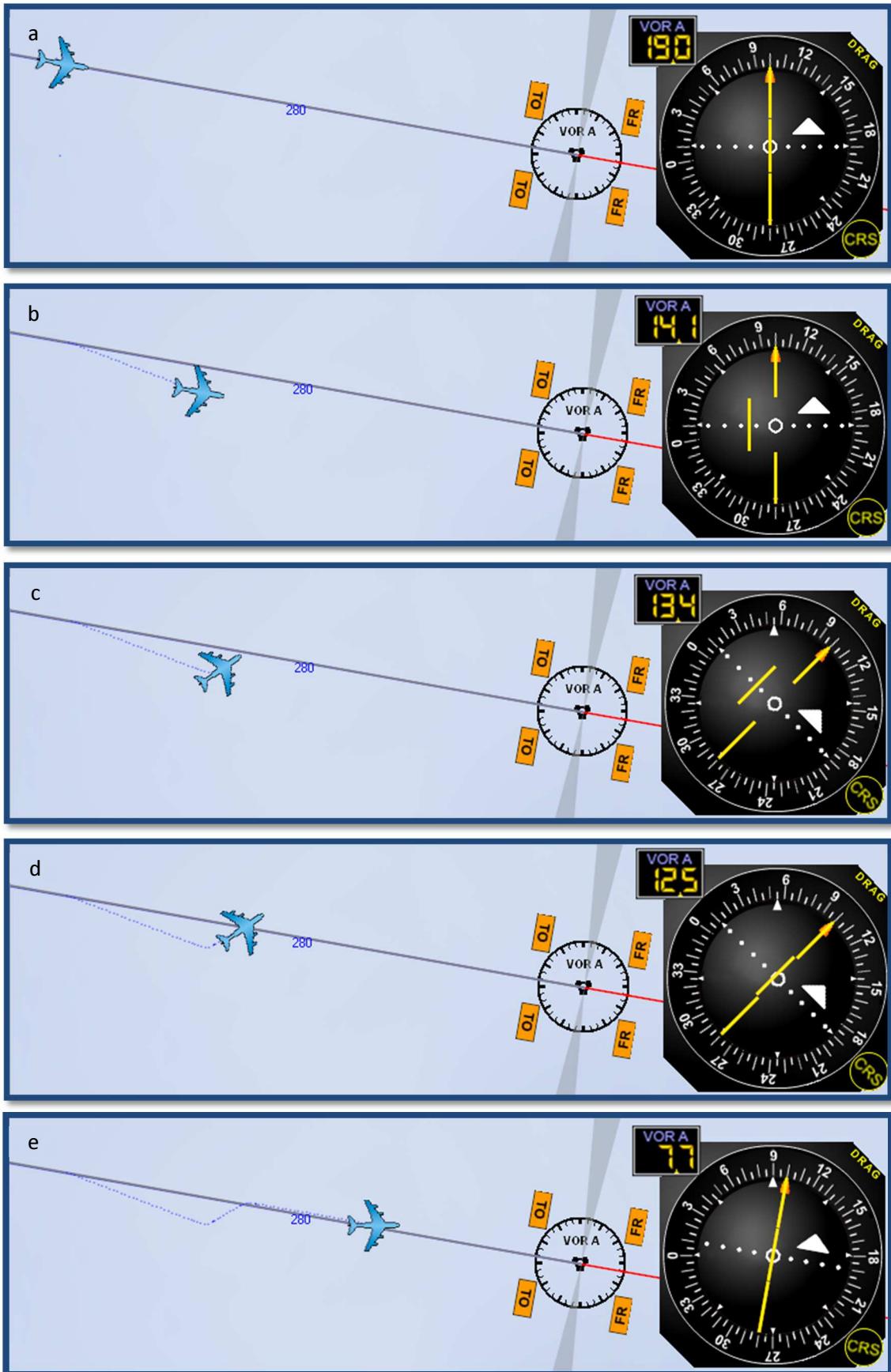
Vježba počinje sa zrakoplovom postavljenim točno na zadani radijal, u kursu 100° koji u uvjetima bez vjetra osigurava let po tom radijalu u doletu prema VOR-u (slika 36.a). Zbog vjetra koji puše iz smjera 040°, brzinom 30 kn, zrakoplov će u letu pod ovim uvjetima skretati u desno od zadane putanje (slika 36.b). U realnim uvjetima pilot će reagirati puno prije nego što greška postane značajna, ali u ovoj se vježbi traži demonstracija aktivnog doleta koji je lakše prikazati ako se koriste veći otkloni kazaljki. Stoga je dogovorenno da se dozvoli zrakoplovu skretanje sve dok bočna udaljenost ne bude 5° u odnosu na VOR.

Kao što je naznačeno u opisu rada HSI-a, skala indikacije devijacije od izabranog radijala ima raspon od -10° do +10°. Rub kružića na toj skali označava devijaciju od 2°, prva točka označava devijaciju od 4°, a svaka sljedeća točka dodaje po 2°. To znači da je zrakoplov skrenuo 5° onda kada se kazaljka devijacije (mala žuta kazaljka) nalazi između prve i druge točke. U tom je trenutku potrebno započeti povratak na zadani radijal. U ovom je primjeru odabrana metoda povratka pod 45°, pa zrakoplov mora skrenuti u kurs 055° (slika 36.c).

Neposredno pred sam dolazak na zadani radijal, potrebno je inicirati zaokret u desno kako bi se zrakoplov okrenuo u kurs potreban za let po tom radijalu (slika 36.d). Pri odabiru novog kursa potrebno je uračunati i ispravku vjetra. Zrakoplov leti brzinom 150 kn, što znači da mu je u ovim uvjetima potrebna ispravka kursa od 11°.

$$WCA = \frac{W}{TAS} \cdot 60 \cdot \sin \alpha = \frac{30}{150} \cdot 60 \cdot \sin 60^\circ = 10,8^\circ \cong 11^\circ$$

Zbog toga će zrakoplov, nakon povratka na zadani radijal, letjeti u kursu 089° (slika 36.e).



Slika 36. Prikaz pozicije zrakoplova u odnosu na VOR uz prikazivanje HSI

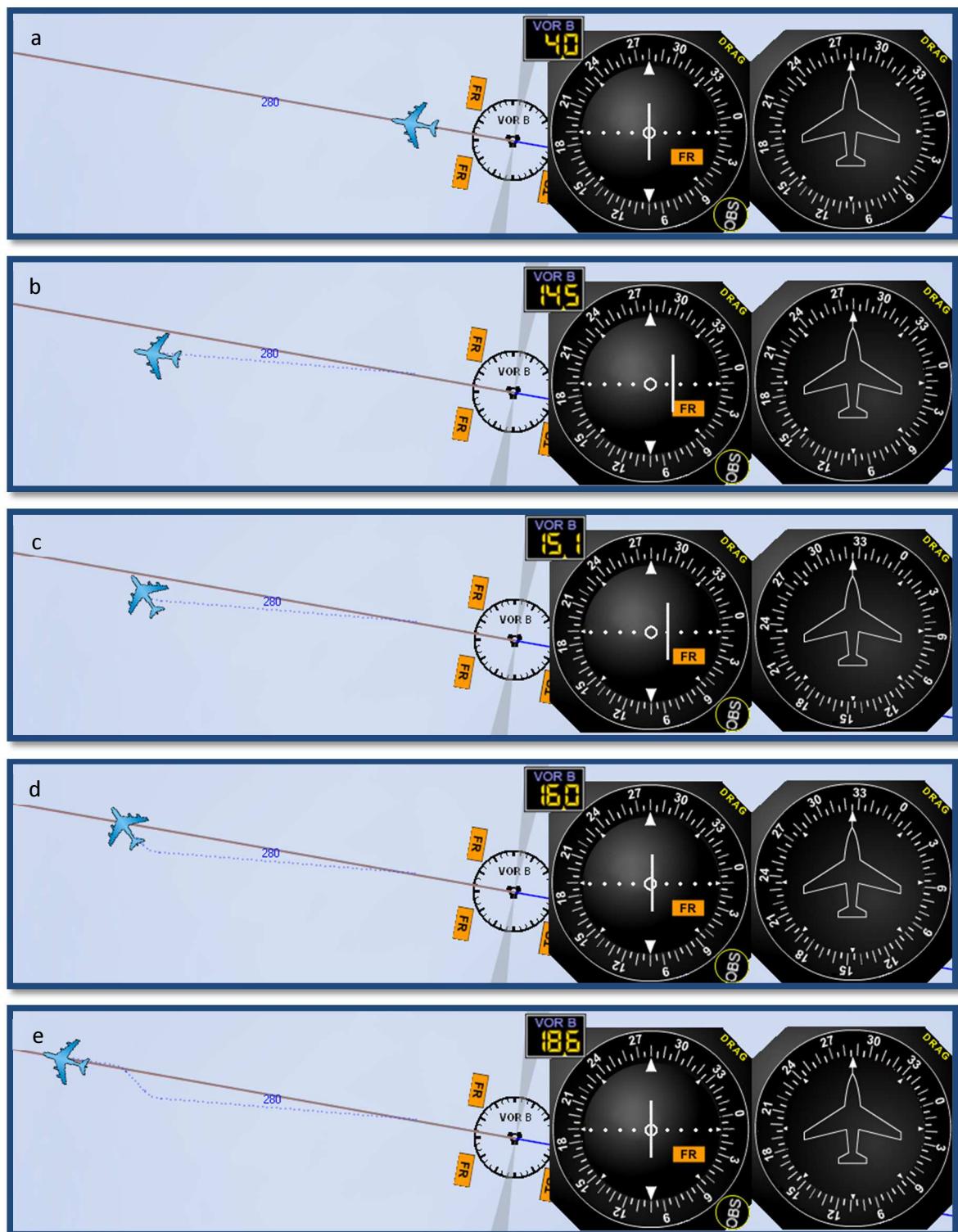
Primjer 15. Demonstriraj aktivan odlet od VOR-a po radijalu 280°.

Zrakoplov se nalazi na R 280°, u kursu 280°, a brzina mu je 150 kn (slika 37.a). Brzina vjetra je 25 kn, a vjetar puše iz smjera 055°, što znači da je vjetar desni bočni pa će zrakoplov zanositi u lijevo. Za ovakvu demonstraciju aktivnog odleta dogovoren je da se kurs ne ispravlja sve dok se greška u bočnom skretanju ne poveća na 5° (slika 37.b). Na taj se način bolje vide postupci potrebni za ispravljanje greške. Kada se bočno skretanje poveća na 5°, što se može očitati na kazaljci devijacije kao devijacija između prve i druge točke skale devijacije, potrebno je izvršiti povratak na zadani radijal. U ovom je primjeru korištena metoda povratka pod kutom od 45°, pa je zrakoplov skrenuo u kurs 325° (slika 37.c).

Neposredno pred sam dolazak na zadani radijal potrebno je inicirati lijevi zaokret kako bi se zrakoplov na vrijeme okrenuo u kurs potreban za nastavak leta po tom radijalu (slika 37.d). Ako se zaokret započne tek kada zrakoplov dođe na zadani radijal onda će zrakoplov po vađenju iz zaokreta biti bočno od tog radijala. Nakon povratka na radijal potrebno je postaviti pravilnu ispravku kursa za pariranje vjetra. U ovom slučaju ona iznosi 7°, a može se izračunati po formuli za proračun napamet:

$$WCA = \frac{W}{TAS} \cdot 60 \cdot \sin \alpha = \frac{25}{150} \cdot 60 \cdot \sin 45^\circ \cong 7^\circ$$

Uz ovu ispravku kursa, zrakoplov će let nastaviti po radijalu 280° u kursu 287° (slika 37.e).



Slika 37. Prikaz pozicije zrakoplova u odnosu na VOR uz prikazivanje CDI i DG

6. DME luk

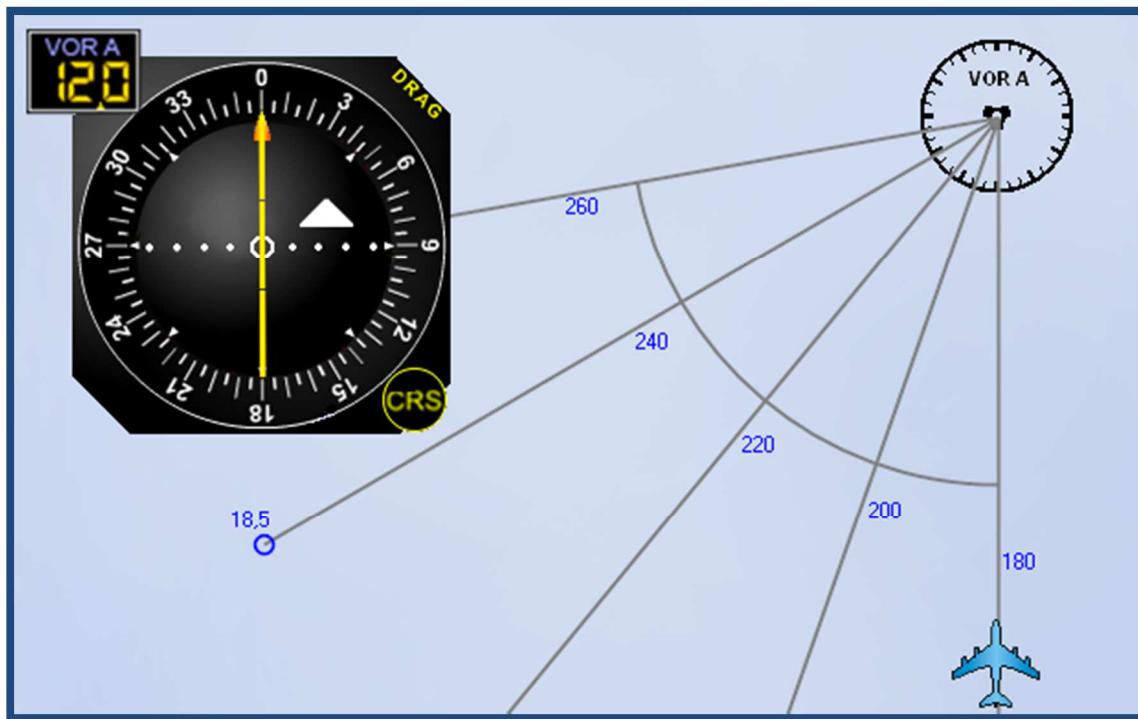
Zrakoplovi koji dolaze na slijetanje često dolaze iz smjera koji ne omogućuje izravan let na točku početka završnog prilaženja. Metoda koja se u takvim slučajevima ponekad primjenjuje je DME luk (*eng. Distance Measuring Equipment*). DME je zrakoplovno radio-navigacijsko sredstvo koje na temelju mjerena vremena potrebnog radio-signalu da dođe od zrakoplova do DME-a i natrag, određuje kosu udaljenost od DME-a do zrakoplova. DME luk je dio kružnice koju tvori određena fiksna udaljenost od DME uređaja, a izražava se u cijelim nautičkim miljama. Po tom je načelu DME luk potpuno definiran početnim i završnim radijalom luka te udaljenošću od DME-a. Za ovakvu upotrebu DME uređaja, on mora biti kolociran s VOR-om ili NDB-om.

U letu po DME luku, pilot neće održavati konstantni blagi nagib kako bi cijeli luk odletio kao blagi zaokret s velikim radijusom, nego će luk odletjeti u pravocrtnim segmentima. Ta će metoda biti korištena i objašnjena u sljedećim primjerima.

Primjer 16. Zrakoplov se nalazi na R 180° u doletu na VOR brzinom 150 kn. Izvrši ulazak u DME luk na 8 NM i prati ga do R 260° u doletu na VOR.

Kao što je rečeno u uvodu, DME luk se leti u pravocrtnim segmentima kako bi se smanjilo radno opterećenje pilota. Na ovaj način, pilot ne mora cijelo vrijeme podešavati nagib kako bi održavao konstantnu udaljenost od DME-a, već može svoju pažnju posvetiti i drugim aktivnostima u kokpitu. Posljedica ove tehnike je udaljavanje od zadanog luka, ali ono u normalnim okolnostima ne bi trebalo prelaziti 0,2 NM.

Prvi korak je dijeljenje DME luka u segmente. Ako je luk na većoj udaljenosti i/ili ako se zrakoplov kreće manjim brzinama, DME luk se dijeli u segmente od 10° , a u suprotnom se dijeli u segmente od 20° . U ovom je primjeru DME luk podijeljen u segmente od 20° , počevši od početnog radijala (slika 38.).



Slika 38. Prikaz DME luka za primjer 16.

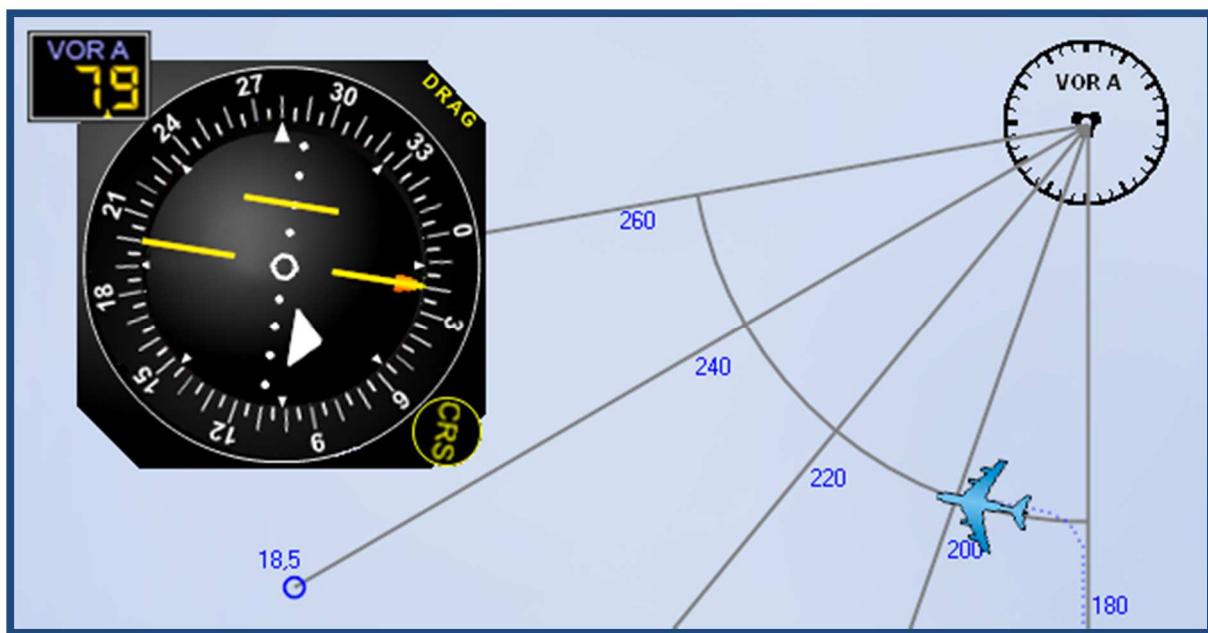
Zaokret za ulazak u DME luk je potrebno započeti prije samog dolaska na osmu milju kako bi se sprječilo prebacivanje zadane udaljenosti. Udaljenost na kojoj je potrebno inicirati zaokret može se izračunati po sljedećoj formuli za izračun napamet:

$$L = \frac{GS}{200}$$

U formulu se uvrštava putna brzina (*ground speed – GS*) u čvorovima, koja u ovom primjeru iznosi 150 kn, pa je $L = 0,75$. To znači da je u zaokret potrebnu uvesti 0,75 NM prije dolaska na zadani udaljenost, tj. na 8,75 NM po DME-u.

Kurs se u prvom zaokretu mijenja za 80° u lijevo zato jer se DME luk leti po pravocrtnim segmentima koji su tetive luka između odabralih radijala, pa zrakoplov nakon zaokreta leti u kursu 280° . Ovaj kurs osigurava izravan dolazak na R 200° na točno osam milja udaljenosti po DME-u. Kad je DME luk podijeljen u segmente od 10° , ova promjena kursa iznosi 85° .

Po izlasku iz prvog zaokreta potrebno je promijeniti izabrani radikal kako bi se mogao detektirati točan trenutak preleta. U ovom slučaju prvi sljedeći radikal je R 200° (slika 39.). U ovom dijelu leta, dok zrakoplov leti po tetivi luka, udaljenost od DME-a će biti manja od zadanih 8 NM, ali ta greška je zanemariva.

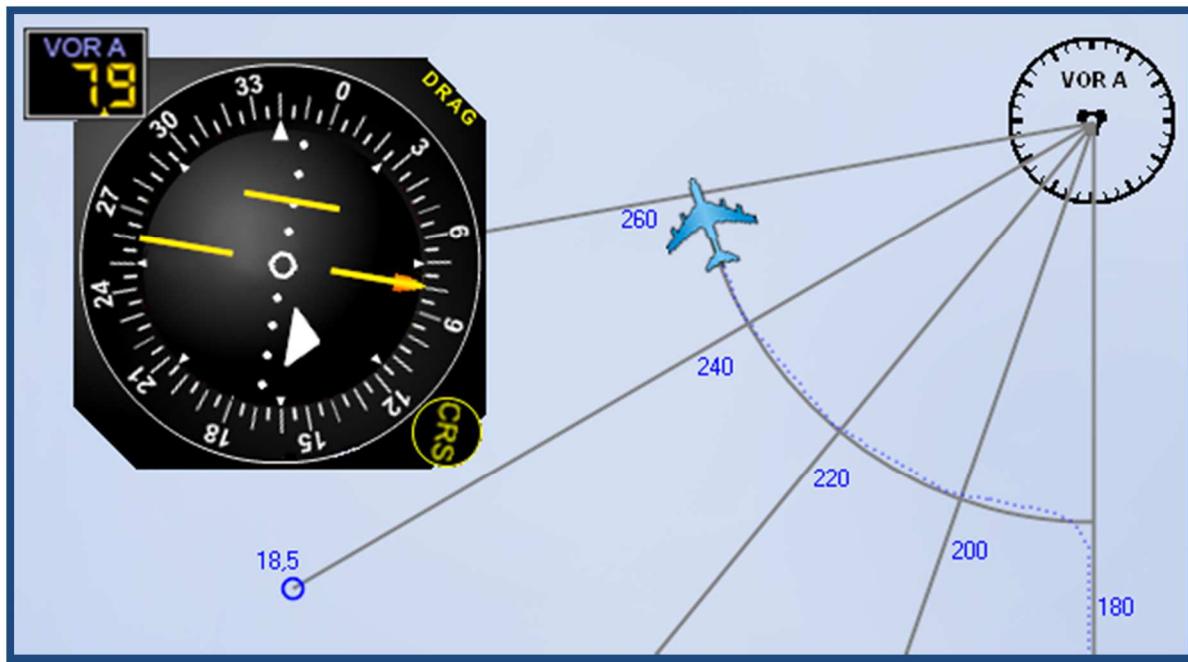


Slika 39. Prikaz leta po DME luku

Po dolasku na sljedeći izabrani radikal, potrebno je promijeniti kurs za 20° u desno, a na prikazniku izabrati radikal 220° . Na ovaj će način zrakoplov letjeti po DME luku prateći pravocrtnе segmente leta sve dok ne dođe do zadnjeg radijala.

Neposredno prije posljednjeg radijala, potrebno je uvesti u desni zaokret kojim se izlazi na zadani radikal. Početak uvođenja u zaokret ovisi o brzini zrakoplova i stvar je procjene tempa približavanja zadanom radijalu. Gruba se procjena može dobiti korištenjem pravila 1 u 60 po što je ranije izračunat radijus zaokreta od 0,75 NM, a poznata je i udaljenost od DME-a koja iznosi 8 NM. Pri tome se mora

voditi računa i o promjeni kursa koja iznosi 100° pa je i prostor potreban za zaokret nešto veći. Po takvoj, gruboj, procjeni, u zaokret je potrebno uvesti $6-8^\circ$ prije dolaska na zadani radijal (slika 40.). U uvjetima vjetra ovu je procjenu potrebno prilagoditi vjetru.



Slika 40. Dolet na posljednji radijal u letu po DME luku

Primjer 17. Zrakoplov se nalazi na R 270° u doletu na VOR brzinom 150 kn. Izvrši ulazak u DME luk na 10 NM i prati ga do R 020° u doletu na VOR. Vjetar puše iz smjera 090° , brzinom 30 kn.

Zbog čeonog vjetra u dolasku prema VOR-u, potrebno je prilagoditi trenutak ulaska u zaokret kako bi se iz zaokreta izvadilo na zadanoj udaljenosti. Pošto je vjetar potpuno čeoni, putna brzina je jednaka zračnoj brzini umanjenoj za puni iznos brzine vjetra, pa iznosi 120 kn. Pomoću formule za izračun napamet može se izračunati koliko je ranije potrebno uvesti u zaokret.

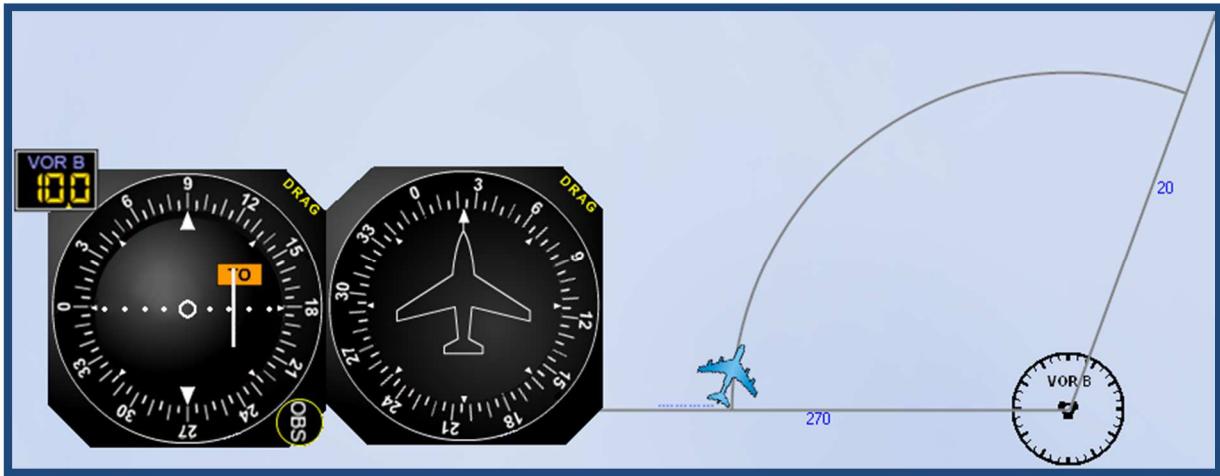
$$L = \frac{GS}{200} = \frac{120}{200} = 0,6 \text{ nm}$$

U zaokret je potrebno uvesti 0,6 NM prije dolaska na zadanu udaljenost, tj. na 10,6 NM od DME-a.

U ovom je primjeru DME luk podijeljen na segmente širine 20° stoga bi zrakoplov, u uvjetima bez vjetra, iz prvog zaokreta izašao u kursu 010° . Kako bi se uračunao utjecaj vjetra, potrebno je izračunati koliki je kut zanošenja, odnosno kut ispravke:

$$WCA = \frac{W}{TAS} \cdot 60 \cdot \sin \alpha = \frac{30}{150} \cdot 60 \cdot \sin 80^\circ \cong 12^\circ$$

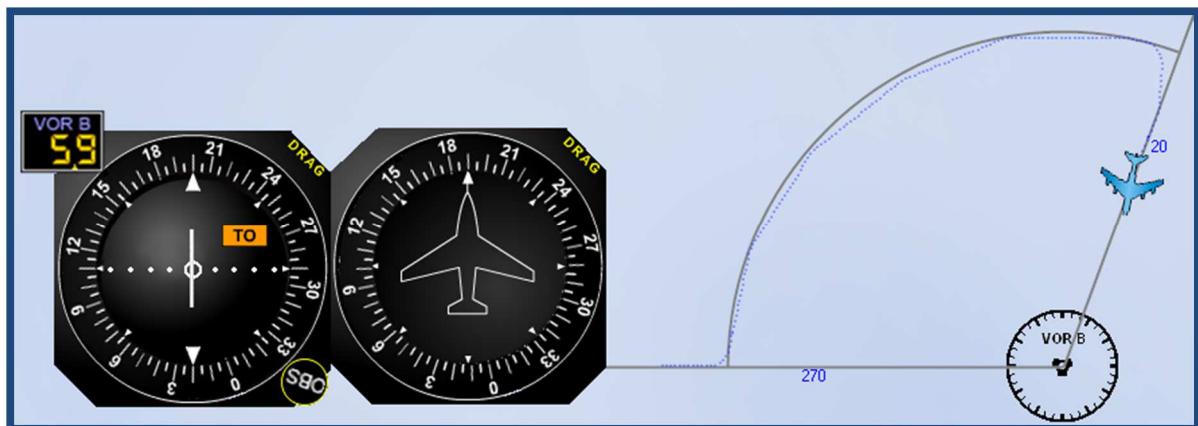
Zbog gotovo potpuno bočnog vjetra u prvom segmentu leta, kut ispravke je jednak maksimalnom kutu ispravke i iznosi 12° , pa će zrakoplov nakon vađenja iz prvog zaokreta nastaviti let u kursu 022° (slika 41.).



Slika 41. Prikaz DME luka za primjer 17.

Nakon što je zrakoplov postavljen u kurs 022° potrebno je namjestiti novi izabrani radijal, a u ovom primjeru to je R 290° . Zrakoplov će se, u letu po tetivi luka, privremeno približiti DME-u na udaljenost manju od 10 NM, no kako let napreduje zrakoplov dolazi na R 290° na udaljenosti od točno 10 NM. U slučaju manjih grešaka poput dolaska na zadani radijal na udaljenosti koja je unutar par desetinki nautičke milje različita od zadane vrijednosti (npr. $9,8 - 10,2$ NM), greška se ispravlja prilikom sljedeće promjene kursa kada se postavlja kurs za par stupnjeva prema unutrašnjosti luka (ako je udaljenost prevelika) ili prema vani (ako je udaljenost premala). Ako greška nastaje prebrzim tempom i očito je da će porasti iznad $0,5$ NM potrebno je odmah reagirati promjenom kursa na isti način, a pri tom se mora procijeniti situacija i odrediti zbog čega je greška nastala te utjecati na uzrok greške.

Po preletu R 290° zadani bi kurs u uvjetima bez vjetra bio 030° , ali zbog vjetra je potrebno zauzeti kurs 041° . Ispravka kursa se promjenila za 1° zato jer je kut upada vjetra sada manji. Sljedeći je zadani radijal R 310° . Po preletu njega postavlja se kurs 058° (050° je zadani kurs, plus 8° za pariranje vjetra). Ovakav se let, uz promjene radijala i kursa, nastavlja sve do završnog radijala R 020° gdje potrebno, uvezvi u obzir i utjecaj vjetra, procijeniti trenutak ulaska u zaokret za izlazak na taj radijal (slika 42.).



Slika 42. Izlazak iz DME luka

32 U ovom je primjeru došlo do blagog podbacivanja koje je lako ispravljeno privremenim zaustavljanjem zaokreta i čekanjem dok se kazaljka devijacije ne približi sredini skale. Po vađenju iz zaokreta postavljena je ispravka od 11° za pariranje vjetra u doletu prema VOR-u.

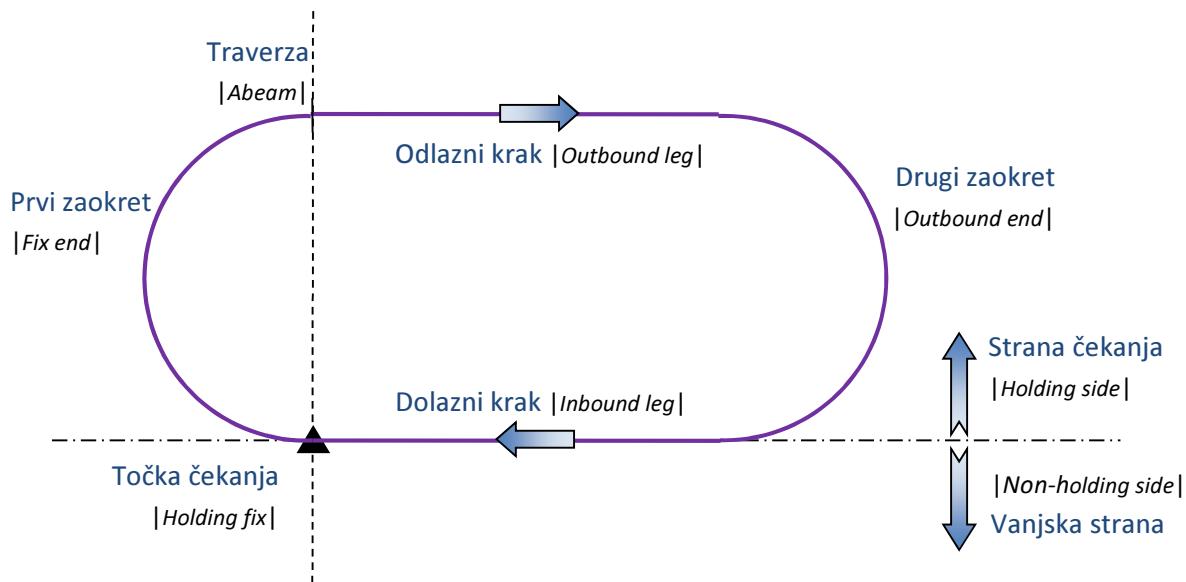
7. Krug čekanja

U svakodnevnom zračnom prometu često se događa da broj zrakoplova koji u određenom vremenu dolaze na slijetanje premašuje kapacitet odredišnog aerodroma. Također, ponekad zbog nepovoljnih vremenskih uvjeta zrakoplovi ne mogu sletjeti u planirano vrijeme, a ponekad, zbog nepredviđenih okolnosti poput nečistoća ili krhotina na stazi, zrakoplovi moraju privremeno odogoditi slijetanje. Zbog takvih i sličnih okolnosti u zračnom se prostoru predviđaju određena područja u kojima se zrakoplovi privremeno smještaju dok čekaju slijetanje. Kružni manevar koji zrakoplovi koriste kako bi se zadržali unutar granica područja čekanja, zove se krug čekanja (*eng. holding pattern*).

Nerijetko se u krugu čekanja nalazi više zrakoplova koji su vertikalno razdvojeni s minimalno 1000 ft. Kada najniži zrakoplov izđe iz kruga i krene na slijetanje, ostali se zrakoplovi, jedan po jedan, spuštaju za jedno mjesto dolje. Takvo se snižavanje u krugu čekanja zove '*shuttle*'.

Kad god je moguće, u krugu čekanja se parira vjetar kako bi se zrakoplov zadržao u području predviđenom za čekanje pošto mu je tu garantirano nadvisivanje prepreka od minimalno 1000 ft. Izvan prostora predviđenog za čekanje postoji još i sigurnosna zona u kojoj se zajamčeno nadvisivanje smanjuje s udaljavanjem od područja za čekanje (do 1 NM zajamčeno nadvisivanje je 1000 ft, do 2 NM 500 ft, do 3 NM 400 ft, do 4 NM 300 ft, te do 5 NM 200 ft).

Krug čekanja i pripadajuća terminologija mogu se vidjeti na sljedećoj slici 43.



Slika 43. Krug čekanja

Svojstva kruga čekanja se definiraju sljedećim podatcima: pozicijom točke čekanja, visinom, smjerom dolaznog kraka, smjerom skretanja (lijevi ili desni krug), te vremenom u kojem se očekuje nastavak leta. Ovisno o visini, definirane su i brzine kojima zrakoplov leti u krugu čekanja, ali ni visine ni brzine ovdje neće biti detaljno razrađene zato jer nisu od važnosti za rad na ovom simulatoru.

Duljina odlaznog kraka može biti definirana na više načina. Kada se duljina odlaznog kraka definira vremenom, onda ona iznosi 1 minuta za let na visini manjoj od 14 000 ft ili 1,5 minuta za let na većim visinama. Osim vremenom, duljina odlaznog kraka može biti definirana i odaljenošću od DME-a,

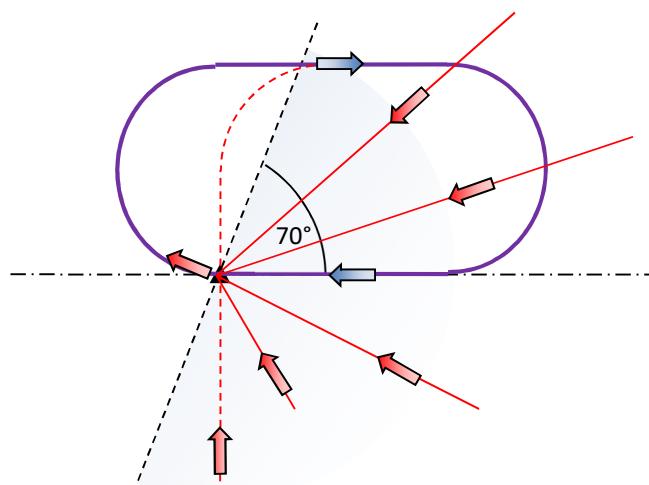
radijalom, QDR-om ili kombinacijom istih. Ako je duljina kraka definirana kombinacijom radijala i udaljenosti, onda zrakoplov mora krenuti u zaokret kada dođe do prve limitirajuće mjere.

Kad je duljina odlaznog kraka definirana vremenom, vrijeme se počinje mjeriti od trenutka kada zrakoplov dođe u traverzu točke čekanja, bez obzira je li u tom trenutku izašao iz zaokreta ili nije. U uvjetima vjetra, često će se dogoditi da zrakoplov završi zaokret prije ili poslije traverze, no mjereno vremena počinje točno u traverzi.

Načini ulaska u krug čekanja

Ovisno o smjeru iz kojeg zrakoplovi dolaze na točku čekanja, primjenjuju se različite metode ulaska u krug čekanja. Prostor oko kruga čekanja je podijeljen u tri sektora: izravan ulaz (*direct entry*), paralelan ulaz (*parallel entry*) i ulaz s otklonom (*offset entry, teardrop entry*). Sa svake strane granica ovih sektora postoji zona fleksibilnosti širine 5° unutar koje se može izabrati metoda ulaska.

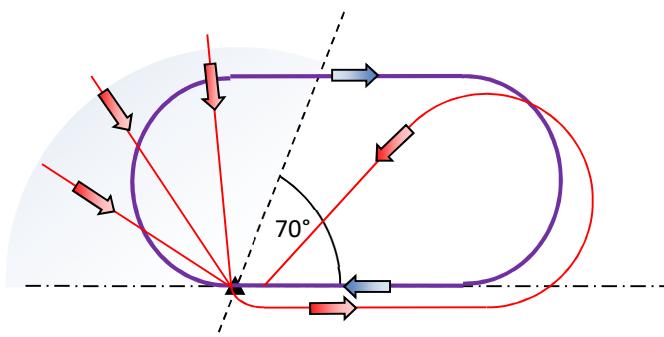
Izravan ulaz. Ovaj sektor je najveći i najjednostavniji za upotrebu zato jer se zrakoplov već kreće u smjeru približnom onom u kojem će se kretati nakon ulaska u krug čekanja. Nakon preleta točke čekanja zrakoplov samo nastavlja let po krugu čekanja (slika 44.).



Slika 44. Izravan ulaz u krug čekanja

U praksi postoji iznimka kod ove metode ulaska u slučajevima kada zrakoplov dolazi iz donjeg dijela ovog sektora. Zrakoplov koji dolazi, primjerice, u kursu 360° , ne može po preletu točke čekanja skrenuti u lijevo dovoljno naglo kako bi pratio predviđenu putanju prvog zaokreta (radijus zaokreta zrakoplova je jednak radijusu prvog zaokreta na gornjoj slici). Zbog toga će taj zrakoplov u praksi, nakon preleta točke čekanja, nastaviti let u smjeru okomitom na dolazni krak u trajanju od 19 sekundi (vrijeme potrebno za prelet jednog radijusa zaokreta) te potom zaokrenuti u odlazni krak (iscrtkana crvena crta na slici 44.).

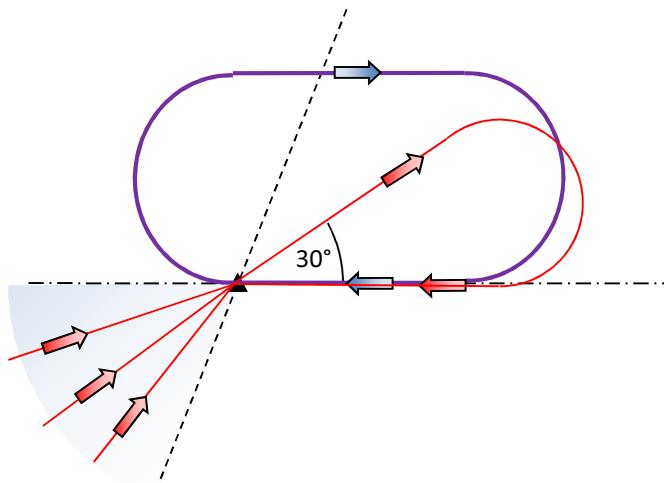
Paralelan ulaz. Kod ovog načina ulaska zrakoplov nakon preleta točke čekanja skreće u smjer paralelan ali suprotan smjeru dolaznog kraka kruga čekanja (slika 45.). Nakon jedne ili jedne i pol minute, ovisno o visini na kojoj se odvija letenje, zrakoplov skreće prema krugu čekanja i izlazi na dolazni krak prije no što dođe do točke čekanja.



Slika 45. Paralelan ulaz u krug čekanja

U praksi će zrakoplov nakon prvog preleta točke čekanja nastaviti u smjeru koji nije potpuno paralelan s dolaznim krakom već umjerenog skreće prema strani čekanja kako se ne bi predugo zadržavao na vanjskoj strani kruga čekanja gdje je sigurnosna zona dosta uža.

Ulas s otklonom. Kod ovog načina ulaska u krug čekanja zrakoplov će nakon preleta točke čekanja nastaviti let u smjeru koji je pod 30° u odnosu na dolazni krak (slika 46.). Nakon odgovarajućeg vremena (1 ili 1,5 minuta, ovisno o visini) ili po dolasku do graničnog radijala ili udaljenosti od DME-a, zrakoplov će inicirati zaokret u desno kako bi izašao na dolazni krak. Po drugom preletu točke čekanja, zrakoplov će nastaviti let po krugu čekanja.

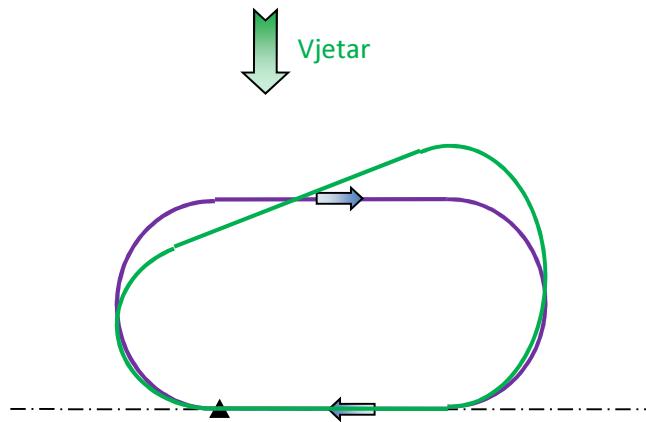


Slika 46. Ulas s otklonom

Pariranje vjetra po krugu čekanja

U letu po krugu čekanja pilot je dužan parirati vjetar korekcijama kursa i mjerjenja vremena. Ako se točka čekanja nalazi točno na nekom radio-navigacijskom sredstvu poput VOR-a ili NDB-a, pariranje vjetra je uvelike olakšano. U ostalim je slučajevima nerijetko potrebna kvalitetna pilotska procjena smjera i brzine vjetra. Dodatnu poteškoću stvara činjenica da se u zaokretima ne može parirati vjetar zato jer se zaokreti po krugu čekanja moraju izvoditi sa skretanjem od $3^\circ/s$ ili nagibom od 25° , što god zahtijeva manji nagib. Zbog toga je potrebno u pravocrtnim segmentima leta ispraviti greške nastale u zaokretima.

U dolaznom je kraku potrebno postaviti jednostruki kut ispravke vjetra (*eng. wind correction angle – WCA*) kako bi zrakoplov pratio željenu putanju. U odlaznom je kraku, ako isti traje jednu minutu, potrebno postaviti trostruki kut ispravke vjetra zato jer se tijekom leta po odlaznom kraku mora nadoknaditi greška nastala u prvom i drugom zaokretu koji također traju po jednu minutu. Ako je, primjerice, vjetar desni bočni u dolaznom kraku, prvi će zaokret imati manji, a drugi zaokret veći radijus od normalnog, pa je u odlaznom kraku potrebno postaviti trostruku ispravku vjetra (slika 47). Na taj se način, tijekom jedne minute nadoknadi utjecaj koji vjetar ima na putanju zrakoplova tijekom tri minute. Ako odlazni krak traje 1,5 minute, onda je potrebno postaviti približno dvostruki kut ispravke vjetra.



Slika 47. Pariranje bočnog vjetra u krugu čekanja

Zbog leđnog ili čeonog vjetra (u odnosu na dolazni krak), zrakoplov će iz prvog zaokreta izaći prije ili poslije traverze točke čekanja. Bez obzira o kojem se slučaju radi, mjerjenje vremena počinje od traverze točke čekanja pod uvjetom da je njenu poziciju moguće odrediti radio-navigacijskim uređajima. Ako je krug čekanja definiran mjerjenjem vremena u odlaznom kraku, potrebno je prilagoditi vrijeme leta kako bi se pozicija ulaska u drugi zaokret poklapala s onom pozicijom u kojoj bi zrakoplov započeo zaokret u uvjetima bez vjetra. Vrijeme leta u odlaznom kraku (t') u uvjetima vjetra, je lako izračunati, ako je poznata putna brzina zrakoplova, po formuli:

$$t' = \frac{TAS}{GS} \cdot t$$

U ovoj je formuli TAS stvarna zračna brzina zrakoplova, GS je putna brzina, a t je predviđeno vrijeme leta u odlaznom kraku u uvjetima bez vjetra (1 ili 1,5 min). Putnu brzinu se može izračunati na temelju proteklog vremena i prijeđene udaljenosti u letu po dolaznom kraku ako je dolazni krak okrenut točno prema ili od DME-a.

Ako nije poznata putna brzina zrakoplova, onda se procjena potrebnog produžavanja ili skraćivanja vremena u odletu može napraviti na temelju vremena potrebnog za let po dolaznom kraku. Nakon drugog zaokreta potrebno je uključiti štopericu i mjeriti vrijeme do točke čekanja. Za onoliko koliko je to vrijeme kraće ili duže od zadatog vremena leta u odlaznom kraku, za toliko je potrebno produžiti odnosno skratiti vrijeme leta u odlaznom kraku sljedećeg kruga.

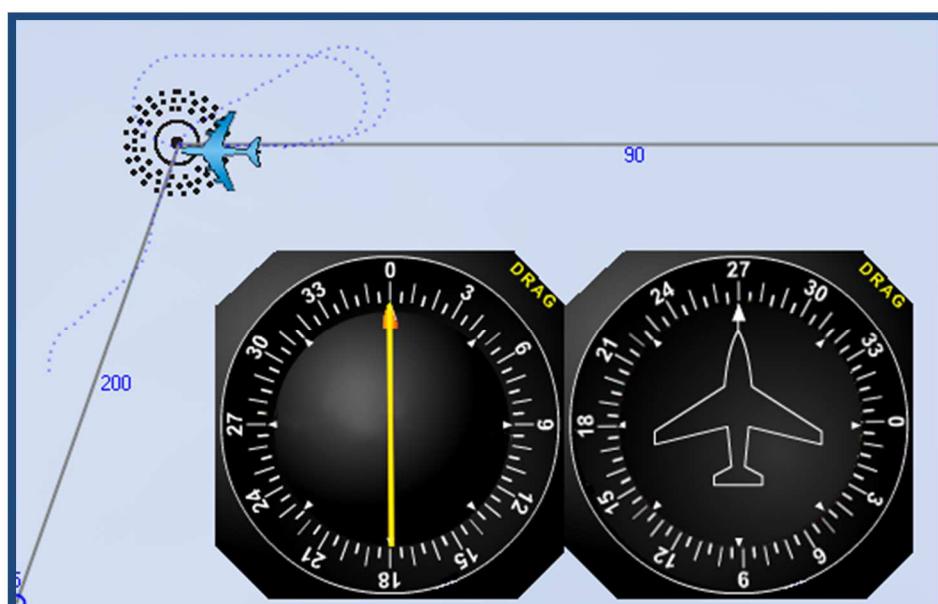
Krug čekanja na NDB-u

Primjer 18. Izvrši dolet na NDB po QDR-u 200° te uđi u desni krug čekanja kojem je točka čekanja NDB, smjer dolaznog kraka je 270° , a vrijeme trajanja odlaznog kraka 1 minuta. Brzina zrakoplova je 200 kn, vjetra nema (slika 48.).



Slika 48. Prikaz situacije za primjer 18.

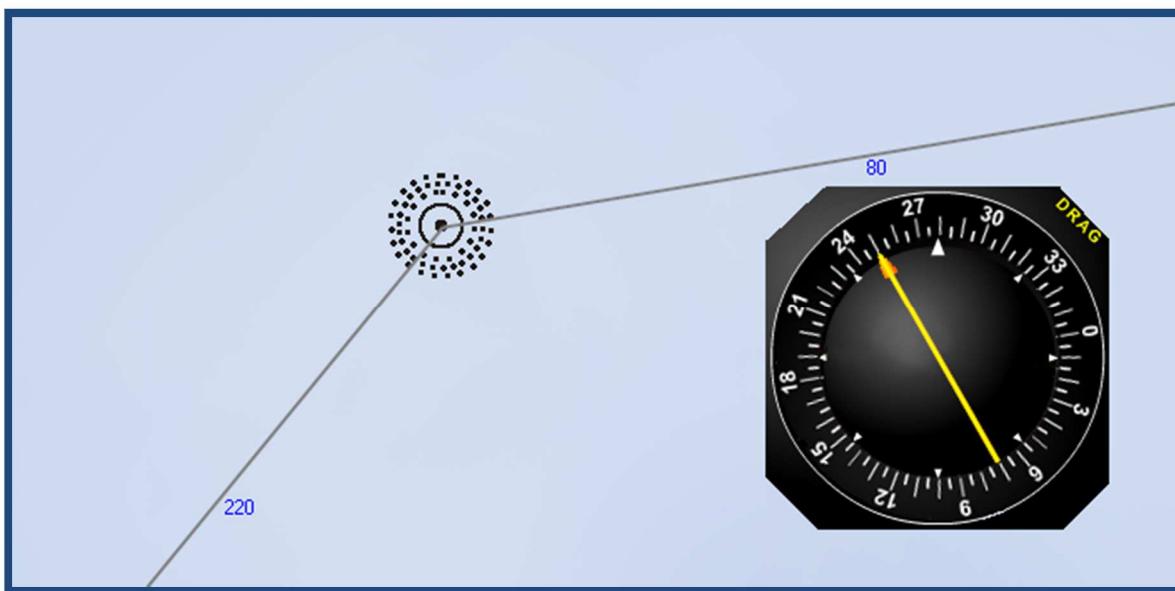
Prvo je potrebno odrediti poziciju zrakoplova, a u ovom je slučaju zrakoplov na QDR 210° , u kursu 360° , što znači da zrakoplov mora ići u desno kako bi izašao na zadani QDR. Nakon određivanja pozicije zrakoplova potrebno je odabrati metodu izlaska. U ovom je primjeru izabrana metoda izlaska na zadani QDR pod 30° , što znači da zrakoplov mora krenuti u kurs 050° . Nakon izlaska, potrebno je odrediti način ulaska u krug čekanja. Zbog toga što zrakoplov dolazi prema točki čekanja točno po granici između sektora izravnog ulaza i ulaza s odmakom, pilot može izabrati bilo koju od tih dvaju metoda ulaska. U ovom je primjeru izabrana metoda ulaska s odmakom (slika 49.).



Slika 49. Prikaz ulaza i prvog kruga čekanja

Kod ulaza s odmakom, zrakoplov nakon preleta točke čekanja nastavlja let u smjeru koji je pod 30° u odnosu na dolazni krak što u ovom slučaju iznosi 060° . Prelet NDB je indiciran na instrumentu kada stranski kut poraste preko 90° ili padne ispod 270° , ovisno s koje strane NDB-a zrakoplov prolazi. Zrakoplov leti u tom kursu jednu minutu nakon čega desnim zaokretom skreće prema dolaznom kraku. Na dolazni se krak izlazi u letu prema NDB-u. Nakon drugog preleta točke čekanja zrakoplov nastavlja let po krugu čekanja. Nakon prvog zaokreta zrakoplov leti u kursu 090° jednu minutu, a potom skreće za 180° i opet dolazi na dolazni krak. S trećim preletom točke čekanja smatra se da je vježba završena.

Primjer 19. Izvrši dolet na NDB po QDR-u 080° te uđi u desni krug čekanja kojem je točka čekanja NDB, smjer dolaznog kraka je 040° , a vrijeme trajanja odlaznog kraka 1 minuta. Brzina zrakoplova je 240 kn, vjetar puše iz smjera 130° brzinom 30 kn.



Slika 50. Prikaz situacije za primjer 19.

Kao i do sada, prvi je zadatak odrediti približnu poziciju zrakoplova. Na RMI-u se može očitati da je zrakoplov na QDR 070° (rep kazaljke) i da je okrenut u kurs 280° što znači da mora ići lijevo kako bi izašao na željeni QDR. U ovom je primjeru odabrana metoda izlaska pod 30° pa zrakoplov okreće u kurs 230° . U trenutku kada zrakoplov dođe na zadani QDR, rep kazaljke će pokazivati 080° , a kut između uzdužne osi zrakoplova i kazaljke će biti 30° .

Za aktivni dolet po QDR-u 080° potrebno je izračunati ispravku kursa za utjecaj vjetra. Upadni kut je 50° , a snaga vjetra 30 kn, pa se kut ispravke može izračunati po formuli za izračun napamet:

$$WCA_{max} = \frac{W}{TAS} \cdot 60 = \frac{30}{240} \cdot 60 \cong 8^\circ$$

$$WCA = WCA_{max} \cdot \sin \alpha = 8^\circ \cdot \sin 50^\circ \cong 6^\circ$$

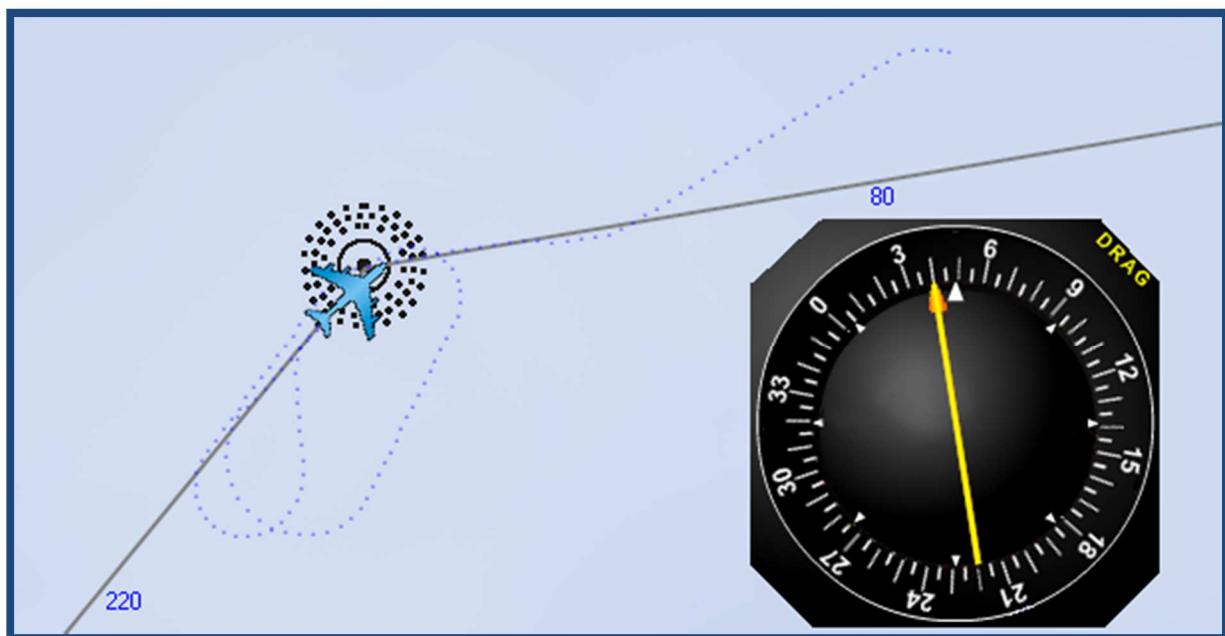
Vjetar puše s lijeve strane pa će kurs zrakoplova prilikom doleta na NDB po QDR 080° biti 254° .

38

Zrakoplov dolijeće prema krugu čekanja iz sektora paralelnog ulaska. Prateći tu metodu ulaska, zrakoplov će nakon preleta točke čekanja (NDB) nastaviti let po putanji paralelnoj s dolaznim krakom,

ali obrnutog smjera (slika 51.). U ovom je primjeru to smjer 220° , no zbog jakog bočnog vjetra potrebno je postaviti ispravku kursa koja je zbog upadnog kuta od 90° jednaka maksimalnoj ispravci od 8° , pa će zrakoplov letjeti u kursu 212° . Kako bi se izbjeglo predugo letenje po vanjskoj strani kruga čekanja (koja ima užu sigurnosnu zonu), u ovom dijelu leta je poželjno postaviti malo manji kurs. Na taj će se način zrakoplov polako vraćati na drugu stranu dolaznog kraka čime se povećava sigurnost i olakšava izvođenje zaokreta za izlazak na dolazni krak. U ovom je primjeru korištena dodatna ispravka od 5° .

Nakon jedne minute leta u paralelnom kursu zrakoplov skreće u lijevo kako bi izašao na dolazni krak kruga čekanja. Izabrana je metoda izlaska pod kutom od 45° kako bi se osigurao izlazak na dolazni krak prije dolaska do NDB-a. Za izlazak pod 45° nakon zaokreta je potrebno postaviti kurs 355° , no zbog vjetra, kojem je upadni kut u ovom slučaju 45° , postavlja se kurs 001° (6° ispravke kursa u desno).



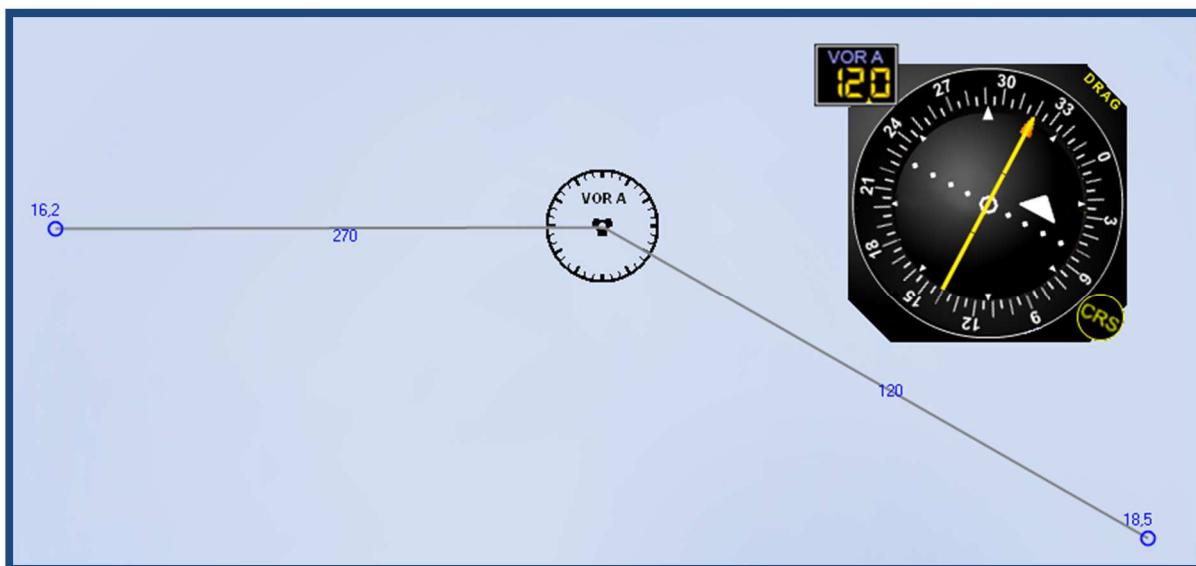
Slika 51. Prikaz ulaska i prvog kruga čekanja za primjer 19.

Nakon drugog preleta točke čekanja zrakoplov ulazi u krug čekanja izvođenjem prvog zaokreta za 180° . U odlaznom kraku se vjetar parira s trostrukom ispravkom kako bi se nadoknadio utjecaj vjetra kroz prvi i drugi zaokret gdje pariranje vjetra nije moguće. Trostruka ispravka iznosi $22,5^\circ$ (ranije izračunata ispravka kursa je bila $7,5^\circ$ ali je zaokružena na 8° radi lakšeg korištenja, no to zaokruživanje bi uvelo preveliku grešku kada se pomnoži s 3), pa će kurs u odlaznom kraku biti približno 198° . Nakon jedne minute leta po odlaznom kraku, zrakoplov uvodi u desni zaokret za 180° koji ga dovodi na dolazni krak. Po dolaznom kraku zrakoplov opet leti s jednostrukom ispravkom u kursu 048° . Nakon trećeg preleta NDB-a vježba se smatra završenom.

Kao što je vidljivo na slici 51, krug čekanja u uvjetima vjetra ne može zadržati potpuno simetričan oblik. Zaokret koji se izvodi u vjetarima ima manji radijus od zaokreta koji se izvodi niz vjetar pa krug čekanja ima karakterističan jajolik oblik.

Krug čekanja na VOR-u

Primjer 20. Izvrši dolet na VOR po radijalu 120° te uđi u lijevi krug čekanja kojem je točka čekanja VOR, smjer dolaznog kraka je 090° , a vrijeme trajanja odlaznog kraka 1 minuta (slika 52). Brzina zrakoplova je 240 kn , vjetar puše iz smjera 190° brzinom 40 kn .



Slika 52. Prikaz situacije za primjer 20.

Prvi korak u rješavanju ove vježbe je određivanje pozicije zrakoplova. Okretanjem OBS kotačića dok se kazaljka devijacije ne postavi u sredinu skale devijacije, dobije se mogućnost očitavanja trenutnog radijala na kojem se zrakoplov nalazi. U ovom se primjeru zrakoplov nalazi na R 140° na 12 NM od VOR-a (slika 52).

Sljedeći je korak određivanje kursa za izlazak na zadani radijal. U ovom je primjeru izabrana metoda izlaska pod 30° , pa je kurs izlaska 330° . Nakon okretanja zrakoplova u kurs 330° , na HSI-u se postavlja zadani radijal 120° . U trenutku kada se kazaljka devijacije gotovo potpuno približi sredini skale, inicira se zaokret u lijevo kako bi se izšlo na radijal 120° . Korištenjem formula za izračun napamet, dobije se maksimalni kut ispravke i kut ispravke za let po željenom radijalu (upadni kut vjetra 70°).

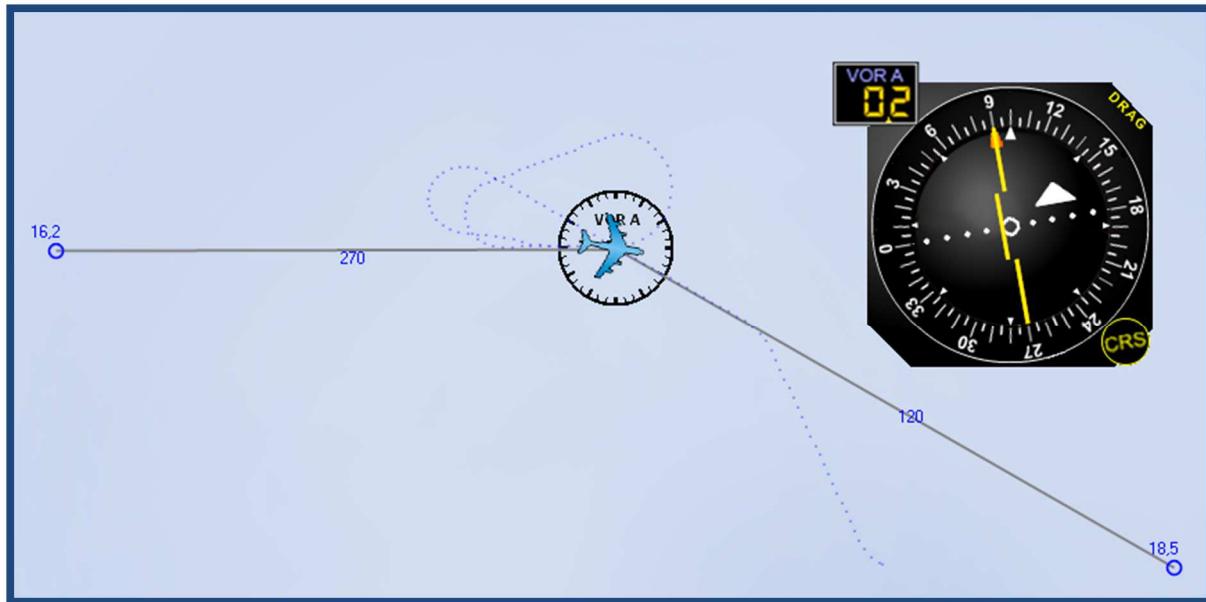
$$WCA_{max} = \frac{W}{TAS} \cdot 60 = \frac{40}{240} \cdot 60 = 10^\circ$$

$$WCA = WCA_{max} \cdot \sin \alpha = 10^\circ \cdot \sin 70^\circ \cong 9^\circ$$

Stoga će zrakoplov u letu prema VOR-u održavati kurs 291° . Lako bi bilo, u uvjetima rada u ovoj aplikaciji, parirati vjetar održavanjem kazaljke devijacije u sredini, no u realnim bi uvjetima to pilotu oduzimalo previše pažnje. Zbog toga se preporučuje uvijek izračunati približnu ispravku za vjetar te tek povremeno provjeravati kazaljku devijacije.

Dolazni krak je u smjeru 090° što znači da se nalazi na radijalu 270° , no u ovoj je vježbi potrebno uzeti u obzir da je zadan lijevi krug čekanja (slika 53). Metoda ulaska u ovaj krug čekanja je ulaz s odmakom. Nakon preleta VOR-a, što će biti indicirano promjenom TO/FROM zastavice, zrakoplov mora letjeti po

putanji koja je pod 30° u odnosu na dolazni krak, a to je u uvjetima bez vjetra kurs 300° . Zbog vjetra je taj kurs jednak kao i u letu prema VOR-u i iznosi 291° .



Slika 53. Prikaz ulaska i prvog kruga čekanja za primjer 20.

Nakon jedne minute leta u kursu 291° zrakoplov skreće u lijevo kako bi izašao na R 270° u doletu na VOR. U letu po radijalu 270° zrakoplov opet mora parirati vjetar koji u ovom slučaju upada pod 80° pa je ispravka kursa 10° u desno. Zbog toga zrakoplov po R 270° leti u kursu 100° . Poslije preleta VOR-a zrakoplov skreće u lijevo, a pošto je u odlaznom kraku potrebna trostruka ispravka kursa kako bi se nadoknadio neparirani utjecaj vjetra kroz prvi i drugi zrakoplov, novi kurs iznosi 240° . Poslije jedne minute leta u tom kursu, zrakoplov mora skrenuti u lijevo i izaći na radijal dolaznog kraka. U letu po dolaznom kraku opet se postavlja jednostruka ispravka (kurs 100°) sve do trećeg preleta VOR-a. U tom se trenutku vježba smatra završenom.

Na slici je vidljivo da je sam krug čekanja normalno oblikovan za ovaj smjer i jačinu vjetra, no uočava se i da je prilikom ulaska u krug čekanja, nakon zaokreta za izlazak na R 270° , zrakoplov podbacio za par stupnjeva. To nije greška zato jer se u tom zaokretu ne može parirati vjetar već je potrebno to odstupanje ispraviti nakon vađenja iz zaokreta.

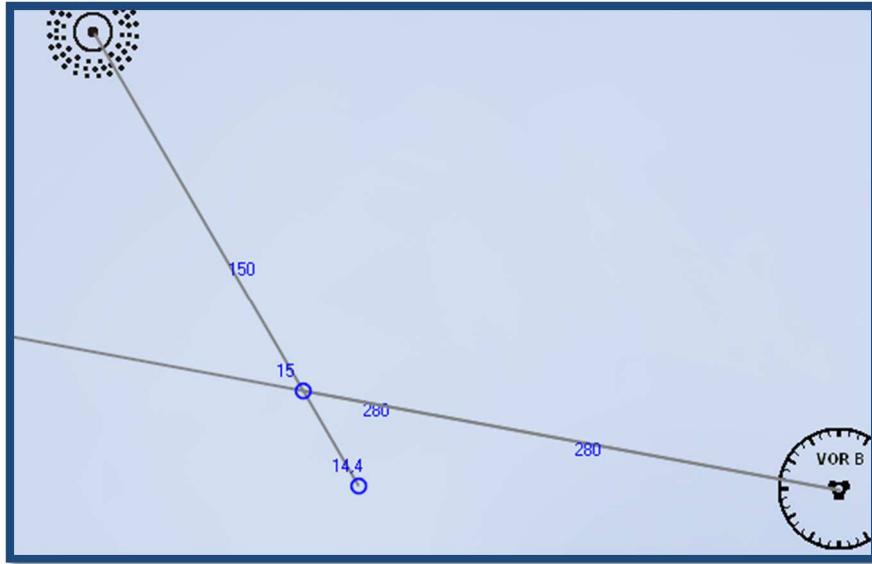
Primjer 21. Zrakoplov leti po QDR 150° u odletu od NDB-a. Tim se QDR-om točno stiže na točku čekanja koja se nalazi na R $280^\circ/15$ NM od VOR-a (slika 54). Uđi u desni krug čekanja kojem je smjer dolaznog kraka 280° , a odlazni je krak ograničen s minimalnom udaljenosću od 10 NM od VOR-a. Brzina zrakoplova je 240 kn, vjetar puše iz smjera 130° , brzinom 40 kn.

Za točan dolazak na točku čekanja potrebno je izvršiti kvalitetan aktivan odlet od NDB-a, a za to je potrebno parirati vjetar. Vjetar puše iz smjera 130° , brzinom od 40 kn, pa upadni kut vjetra za odlet od NDB-a po QDR-u 150° iznosi 20° . Ispravka kursa se računa po formulama za izračun napamet:

$$WCA_{max} = \frac{W}{TAS} \cdot 60 = \frac{40}{240} \cdot 60 = 10^\circ$$

$$WCA = WCA_{max} \cdot \sin \alpha = 10^\circ \cdot \sin 20^\circ \cong 3^\circ$$

Ispravka kursa se postavlja u lijevo zato jer vjetar puše s lijeva, pa je novi kurs 147° .



Slika 54. Prikaz situacije za primjer 21.

Zrakoplov dolazi na točku čekanja iz sektora paralelnog ulaska, što znači da će po preletu točke čekanja skrenuti u lijevo kako bi pratio putanju paralelnom kraku (slika 55). Prelet točke čekanja je prvenstveno definiran radijalom, što znači da zrakoplov kreće u zaokret tek po preletu radijala makar 15. milju dosegao i ranije. Takva definicija preleta točke čekanja se koristi zato jer male promjene u putanji zrakoplova dok slijedi zadani QDR mogu imati veliki utjecaj na varijaciju udaljenosti od VOR-a.

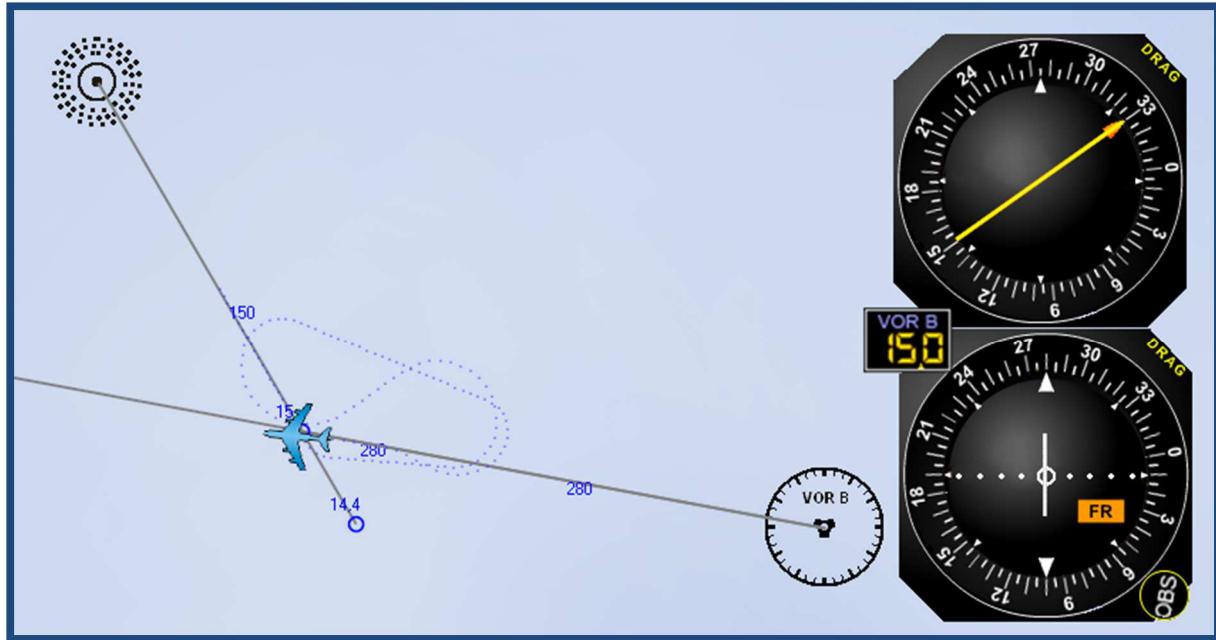
U uvjetima bez vjetra, zrakoplov bi nakon skretanja letio u kursu 100° , no zbog vjetra pod 30° potrebno bi bilo staviti ispravku kursa za 5° u desno ($\sin 30^\circ \cdot WCA_{max}$). Unatoč tome, preporučuje se da zrakoplov postavi dodatnu ispravku kako bi se što manje zadržavao na vanjskoj strani kruga čekanja koja ima manju sigurnosnu zonu. Ako se, kao i u prijašnjim primjerima, iznos te ispravke uzme kao 5° , onda je, zbrojeno s ispravkom vjetra, totalna ispravka jednaka nuli. To se može gledati i kao da zrakoplov nije postavio nikakvu ispravku vjetra već pušta vjetru da ga nosi na unutarnju stranu kruga čekanja.

Zrakoplov leti u kursu 100° sve dok ne dostigne 10 NM od VOR-a zato jer je tom udaljenošću definiran rub kruga čekanja. U tom trenutku se inicira zaokret u lijevo kako bi zrakoplov izašao na R 280° u odletu od VOR-a. Za izlazak je preporučljivo odabrati metodu pod 45° kako bi se stiglo vratiti na zadani radijal do točke čekanja.

Nakon drugog preleta točke čekanja, zrakoplov skreće u desno u prvi zaokret. U odlaznom kraku potrebno je postaviti trostruku ispravku kursa za vjetar, a to iznosi 15° u desno (kurs 115°). Zrakoplov nastavlja let do 10 NM kada započinje zaokret u desno kako bi izašao na R 280° u odletu od VOR-a. Trecim preletom točke čekanja vježba se smatra završenom.

42 Zbog toga što vjetar nije čisti bočni već ima i jako izraženu leđnu komponentu (čeonu u odletu), točka izlaska iz prvog zaokreta nije točno u traverzi točke čekanja. Da je, kojim slučajem, ovaj krug čekanja

bio definiran mjerjenjem vremena u odlaznom kraku, a ne udaljenošću od VOR-a, mjerjenje vremena bi trebalo započeti od trenutka kada je zrakoplov na 15. milji od VOR-a. Ta je točka u približnoj traverzi točke čekanja.



Slika 55. Prikaz ulaska i prvog kruga čekanja za primjer 21.

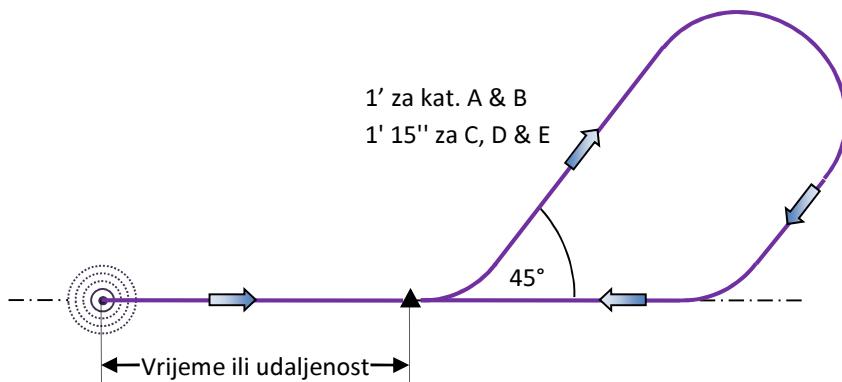
Na slici se također vidi i prebacivanje zadanog radijala u drugom zaokretu kruga čekanja. Uzrok tome je to što trostruka ispravka kursa u odlaznom kraku najbolje funkcioniра kada se po odlaznom kraku leti točno jednu minutu, a ovdje se letjelo duže zato jer je rub kruga čekanja bio definiran udaljenošću od VOR-a. Unatoč tome, trostruka je ispravka vrlo dobra aproksimacija koja solidno funkcioniра i u ovim uvjetima.

8. Proceduralni zaokreti

U prilaznim je procedurama često potrebno promijeniti smjer leta za 180° , pogotovo u slučajevima kada se temeljno radio-navigacijsko sredstvo za neku proceduru nalazi na samom aerodromu. U takvim slučajevima zrakoplov počinje prilaznu proceduru preletom tog sredstva, a potom se udaljava, smanjuje visinu i zaokreće natrag prema aerodromu. Zaokreti kojim zrakoplov mijenja smjer za 180° dijele se na tri vrste: $45^\circ/180^\circ$, $80^\circ/260^\circ$ i bazni zaokret. Osim ako je to u prilaznoj proceduri eksplicitno zabranjeno, zaokreti $45^\circ/180^\circ$ i $80^\circ/260^\circ$ su međusobno zamjenjivi.

Zaokret $45^\circ/180^\circ$ (slika 56). Započinje na radio-navigacijskom sredstvu ili preletištu i sastoji se od:

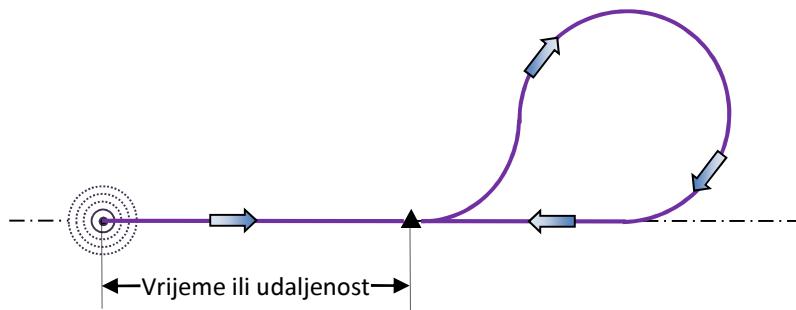
- ❖ Pravocrtnog kraka, s vođenjem po tragu, koji može biti ograničen mjerjenjem vremena, radijalom ili udaljenošću.
- ❖ Zaokreta za 45° .
- ❖ Pravocrtnog kraka bez vođenja po tragu. Ovaj krak je ograničen mjerjenjem vremena, a traje 1 minuta od početka zaokreta za A i B kategorije zrakoplova, te 1 minuta i 15 sekundi za ostale kategorije.
- ❖ Zaokreta za 180° , u stranu obrnutu od strane u koju se izvodio zaokret za 45° , kojim se zrakoplov dovodi na putanju za izlazak na dolazni krak prema preletištu.



Slika 56. Proceduralni zaokret $45^\circ/180^\circ$

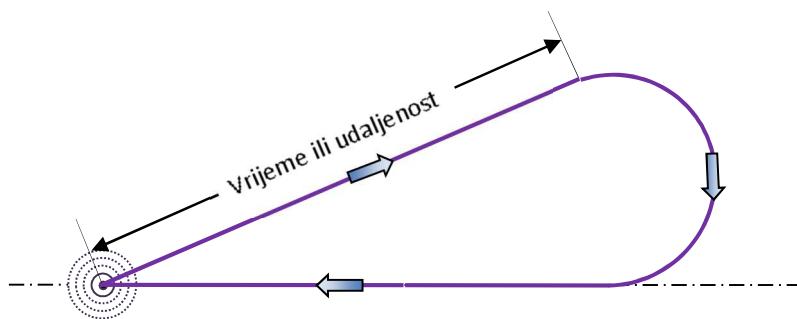
Zaokret $80^\circ/260^\circ$ (slika 57). Započinje na radio-navigacijskom sredstvu ili preletištu i sastoji se od:

- ❖ Pravocrtnog kraka, s vođenjem po tragu, koji može biti ograničen mjerjenjem vremena, radijalom ili udaljenošću.
- ❖ Zaokreta za 80° .
- ❖ Zaokreta za 260° , u stranu obrnutu od strane u koju se izvodio zaokret za 80° , kojim se zrakoplov dovodi na putanju za izlazak na dolazni krak prema preletištu.



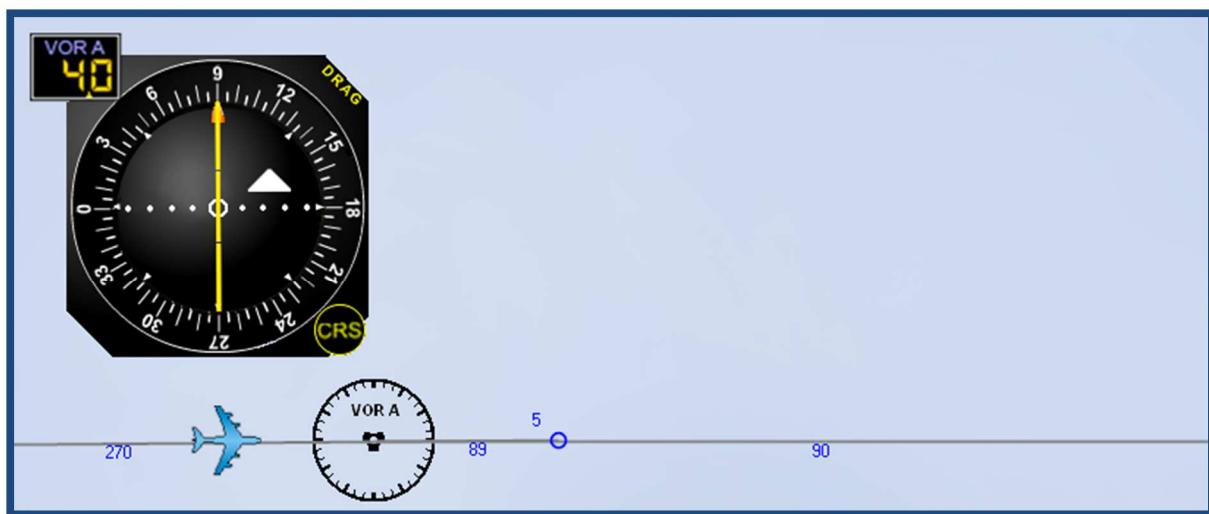
Slika 57. Proceduralni zaokret $80^\circ/260^\circ$

Bazni zaokret (slika 58). Sastoji se od odlaznog kraka, vođenog po tragu (obično od VOR-a), ograničenog vremenom letenja ili udaljenošću od DME-a. Nakon odlaznog kraka slijedi zaokret za izlazak na dolazni krak. Smjer odlaznog kraka ili vrijeme leta po njemu, mogu biti različiti ovisno o kategoriji zrakoplova.



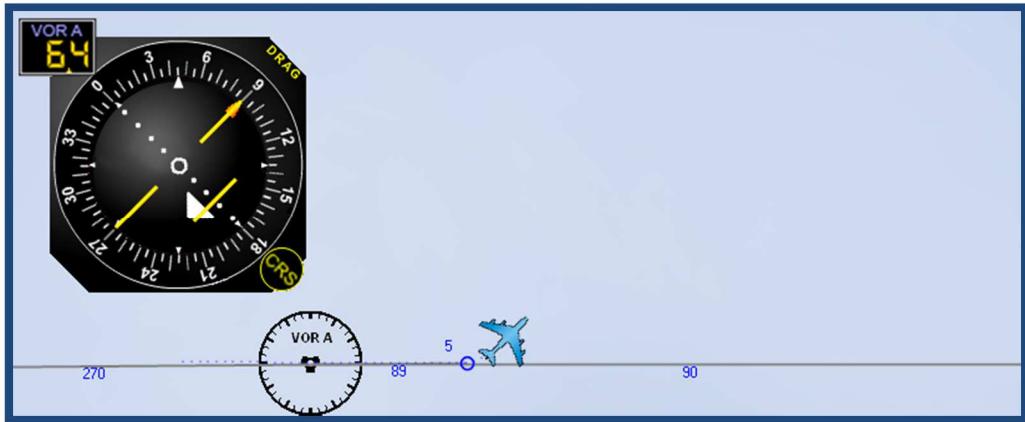
Slika 58. Bazni zaokret

Primjer 22. Zrakoplov leti prema VOR-u po radijalu 270° . Nakon preleta VOR-a, nastavi let po R 090° te na 5 NM izvrši lijevi proceduralni zaokret $45^\circ/180^\circ$ za kategoriju D (slika 59).



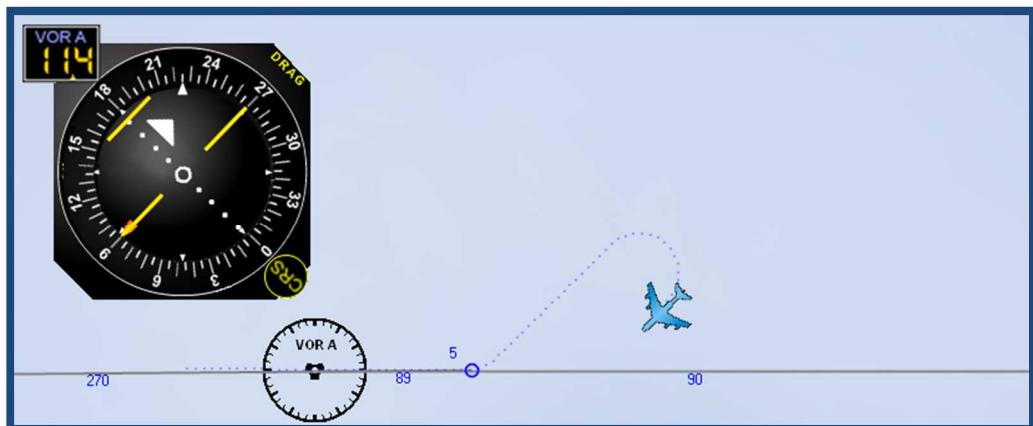
Slika 59. Prikaz situacije za primjer 22.

U ovom primjeru nije zadani vjetar pa zrakoplov nastavlja let u kursu 090° bez ikakvih korekcija sve do pete nautičke milje na radijalu 090° . Po preletu pete milje potrebno je napraviti prvi zaokret u ovom manevru, a to je skretanje za 45° u lijevo u kurs 045° (slika 60).



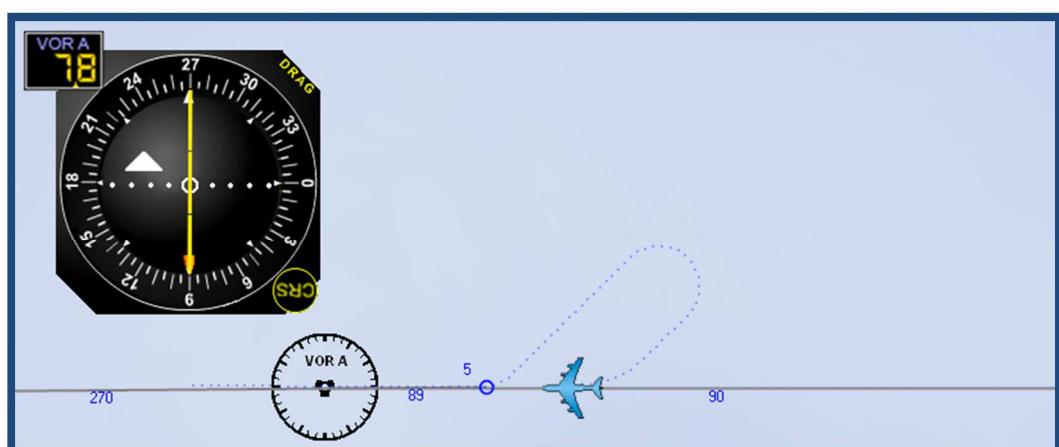
Slika 60. Prvi zaokret od 45°

U trenutku započinjanja zaokreta potrebno je pokrenuti štopericu za mjerjenje 1 minute i 15 sekundi leta u odlaznom kraku. Nakon isteka vremena potrebno je započeti drugi zaokret skretanjem u desno za 180° . Bitno je naglasiti da se drugi zaokret uvijek izvodi u stranu suprotnu prvom zaokretu (slika 61).



Slika 61. Drugi zaokret za 180°

Iz zaokreta se izvodi u kursu 225° i nastavlja let prema zadanom radijalu pod kutom od 45° (slika 62). Potom se vrši izlazak na radijal 090° u doletu prema VOR-u i time je vježba završena.



Slika 62. Povratak u recipročnom kursu

Primjer 23. Zrakoplov leti od VOR-a po radijalu 255° , brzinom 240 kn. Na 10 NM od VOR-a izvrši proceduralni zaokret $80^\circ/260^\circ$ u desno (slika 63). Vjetar puše iz 130° , brzinom 30 kn.



Slika 63. Prikaz situacije za primjer 23.

Na početku je potrebno izračunati ispravku kursa za vjetar kako bi se mogao nastaviti let po zadanoj radijalu. Upadni kut vjetra je 55° pa je ispravka kursa oko 6° u lijevo. Prema tome, zrakoplov se postavlja u kurs 249° .

Po doletu na 10 NM od VOR-a potrebno je inicirati desni zaokret. Čim zrakoplov promijeni kurs za 80° u desno započinje se skretanje u lijevo za 260° (slika 64). Pri izvođenju drugog zaokreta potrebno je uzeti u obzir i vjetar. U uvjetima bez vjetra tim bi se zaokretom izvelo točno na zadani radijal u doletu na VOR, no u ovim je uvjetima za očekivati da će zrakoplov tijekom zaokreta biti odnesen dalje od zadanog radijala pa će pri vađenju iz zaokreta doći do podbacivanja tog radijala. Zbog toga je potrebno iz zaokreta izvesti ranije kako bi zrakoplov nastavio s izlaskom na zadani radijal pod odabranim kutom. Problem pariranja vjetra se u tom slučaju svodi na običan izlazak na radijal.



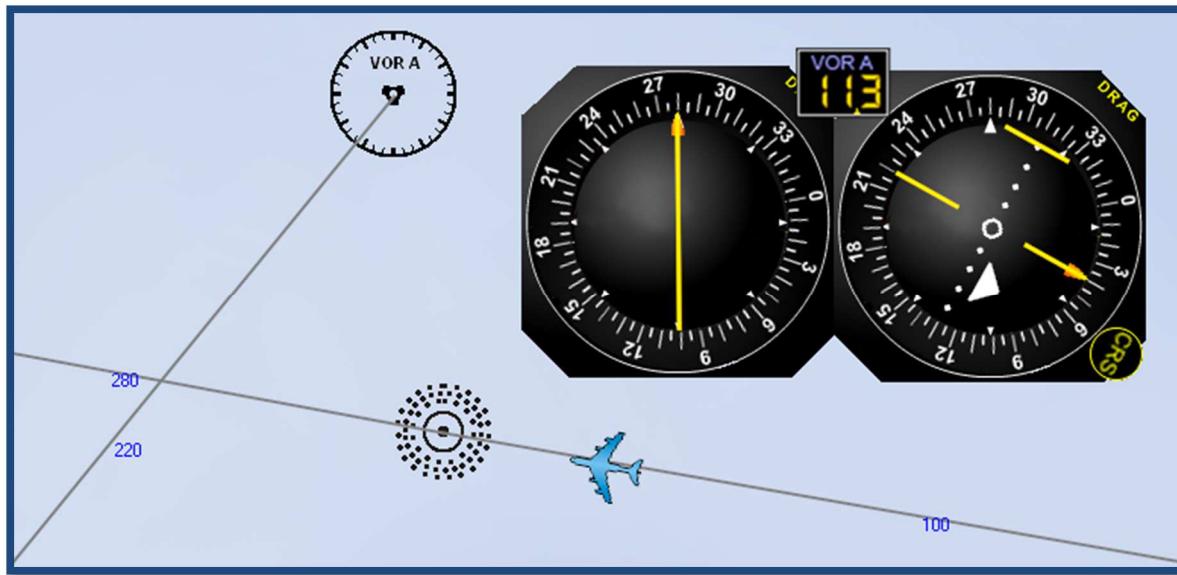
Slika 64. Proceduralni zaokret $80^\circ/260^\circ$ za primjer 23.

Primjer 24. Zrakoplov leti po QDR 100° u doletu na NDB, brzinom 240 kn. Na NDB-u izvrši bazni zaokret po QDR 300° s granicom na radijalu 220° od VOR-a A. U povratku na NDB zrakoplov leti po QDR 280° (slika 65). Vjetar puše iz 150° , brzinom 20 kn.

U ovom je primjeru bazni zaokret lociran na NDB-u, a limitiran je radijalom od VOR-a, pa su potrebni i RMI i HSI za izvođenje vježbe. Cilj manevra je okrenuti zrakoplov za 180° i nastaviti let prema NDB-u po istoj putanji po kojoj se do njega i došlo.

Za aktivan dolet i odlet od NDB-a potrebno je izračunati ispravku kursa za vjetar. Upadni kut vjetra je 50° pa je ispravka kursa oko 4° . Zbog toga zrakoplov leti prema NDB-u u kursu 276° . Po preletu NDB-a,

potrebno je nastaviti let po QDR 300° pa zrakoplov izvodi blagi desni zaokret u kurs 297° (ispravka vjetra oko 3°). HSI je potrebno postaviti na radijal 220° kako bi se mogao uočiti prelet tog radijala.



Slika 65. Prikaz situacije za primjer 24.

Nakon nekog vremena u aktivnom odletu od NDB-a, kazaljka se devijacije na HSI-u počinje pomicati. U trenutku kada zrakoplov preleti radijal 220° (kazaljka devijacije je u sredini skale), potrebno je započeti zaokret u lijevo za izlazak na QDR 280° u doletu na NDB (slika 66).



Slika 66. Prikaz baznog zaokreta za primjer 24.

Nakon izlaska na QDR 280° , postavlja se ispravka kursa za vjetar i nastavlja aktivovan dolet prema NDB-u.

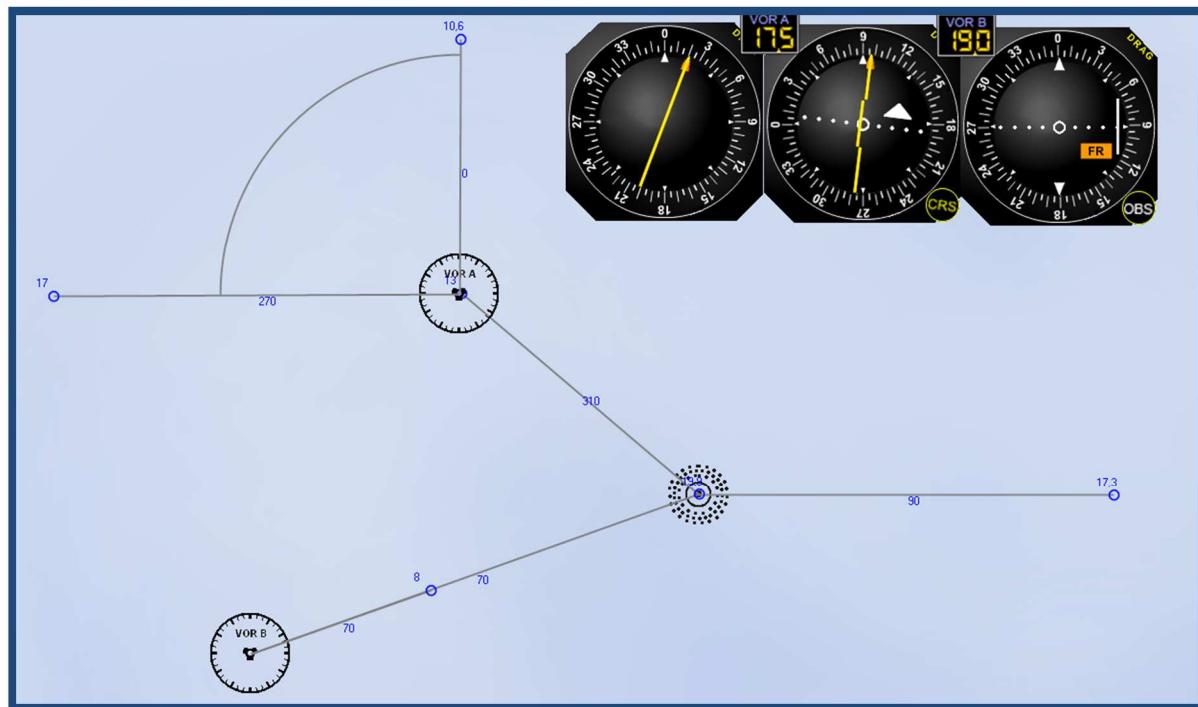
9. Složene vježbe

Složene vježbe se sastoje od kombinacije postupaka koji su opisani u prethodnim poglavljima. Pomoću složenih se vježbi uvježavaju prijelazi iz jednog manevra u drugi, dugotrajnije zadržavanje koncentracije i mentalne slike situacije u zračnom prostoru, primjena saznanja iz jedne etape leta na drugu (npr. procjena vjetra), te balansiranje radnim opterećenjem.

Tijekom izvođenja ovih vježbi potrebno je kontinuirano biti *ispred zrakoplova* – planirati sljedeći manevar tijekom pauza u izvođenju trenutnog. Bitno je iskoristiti vrijeme tijekom stabiliziranog leta za pripremu i proračun sljedećih postupaka u letu. Na taj se način smanjuje radno opterećenje i razina stresa tijekom leta.

Pošto su svi elementi jedne složene vježbe pojedinačno detaljno razrađeni kroz prethodna poglavlja, ovdje će biti prikazan samo jedan primjer koji sadrži većinu elemenata i dobro ilustrira razinu kompetencija potrebnih za izvođenje ovakvih vježbi. Zbog potrebe uključivanja što većeg broja elemenata u jednu vježbu, primjer koji će biti pokazan nema svoj ekvivalent među stvarnim procedurama.

Primjer 25. Odredi poziciju zrakoplova. Izađi na R 270° u doletu na VOR A te izvedi let po DME luku na udaljenosti od 10 NM do R 360°. Nastavi let prema VOR-u A te po preletu istoga izađi na, i nastavi let po QDR 310° u doletu na NDB. Na NDB-u uđi u desni krug čekanja kojem je točka čekanja NDB, dolazni krak 270°, a odlazni krak traje 1 minutu. Nakon ulaska i cijelog kruga po krugu čekanja, izađi iz istoga po R 070° u letu prema VOR-u B. Na 8 NM od VOR-a B izvrši desni proceduralni zaokret 45°/180° i vrati se na NDB (slika 67). Zrakoplov se kreće brzinom 240 kn, a vjetar puše iz 030°, brzinom 30 kn.



Slika 67. Prikaz situacije za primjer 25.

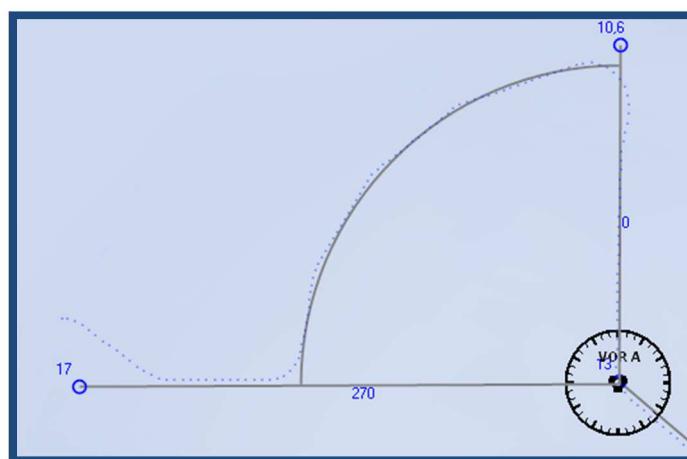
Okretanjem CRS kotačića na HSI-u može se odrediti radikal na kojem se zrakoplov trenutno nalazi, a to je približno R 280°. Za ovaj je primjer odabrana metoda izlaska na radikal pod 30° što znači da je kurs

izlaska 120°. Nakon podešavanja zrakoplova u taj kurs, potrebno je podesiti HSI na odabrani radijal (270°) i čekati približavanje kazaljke devijacije sredini skale. Neposredno prije dolaska na zadani radijal potrebno je započeti zaokret prema kursu 090°. Pošto je maksimalni kut zanosa zbog vjetra 7,5°, u letu prema VOR-u zbog upadnog kuta vjetra od 60°, ispravka kursa će iznositi 7° u lijevo. Zbog toga zrakoplov vadi iz zaokreta u kurs 083°.

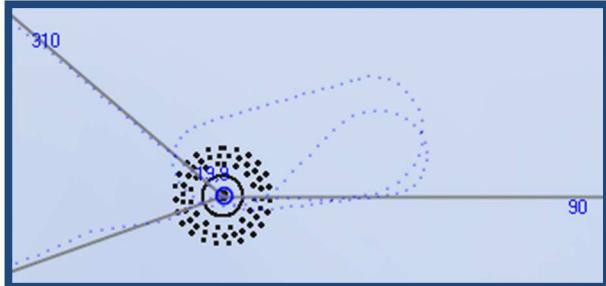
Trenutak uvođenja u DME luk ovisi o putnoj brzini, a računa se po formuli:

$$L = \frac{GS}{200} = \frac{225}{200} = 1,1 \text{ nm}$$

Na 11,1 NM udaljenosti od DME-a, zrakoplov započinje lijevi zaokret u kurs 012° (80° u lijevo u odnosu na dolazni putni kut plus 2° za pariranje vjetra). Kao što je detaljno opisano u prethodnim poglavljima, DME luk se leti u segmentima. U ovom su primjeru, zbog velike brzine zrakoplova, odabrani segmenti po 20°, pa sljedeći radijal na koji je potrebno podesiti HSI iznosi 290° (slika 68). Dolaskom na taj radijal (uz dobro pariranje vjetra, taj će radijal biti dostignut točno na 10. NM), zrakoplov mijenja kurs za 20° u desno, no zbog vjetra koji je sada čisti čeoni, nije potrebno postavljati nikakvu ispravku kursa pa zrakoplov može letjeti u kursu 030°. Na taj se način nastavlja let presijecanjem radijala svakih 20°, uz odgovarajuće pariranje vjetra, sve do R 350° kada je potrebno izaći na R 360° u doletu na VOR A.



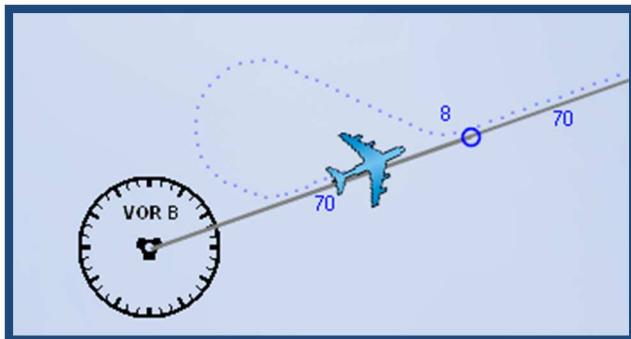
Slika 68. DME luk iz primjera 25.



Slika 69. Krug čekanja iz primjera 25.

Po doletu na VOR A, izlazi se na QDR 310° u aktivnom doletu na NDB. U ovoj je etapi leta, vjetar gotovo potpuno bočni (upadni kut vjetra je 80°) pa se koristi puna ispravka vjetra od, zaokruženo, 7°. Zrakoplov se približava točki čekanja iz sektora paralelnog ulaska, pa bi nakon preleta NDB-a bilo potrebno nastaviti let u kursu 090°, no zbog vjetra taj kurs iznosi 083° (slika 69). Također, zbog ranije opisanih razloga, poželjno je dodati još 5° ispravke u lijevo kako bi se zrakoplov vratio na stranu kruga čekanja.

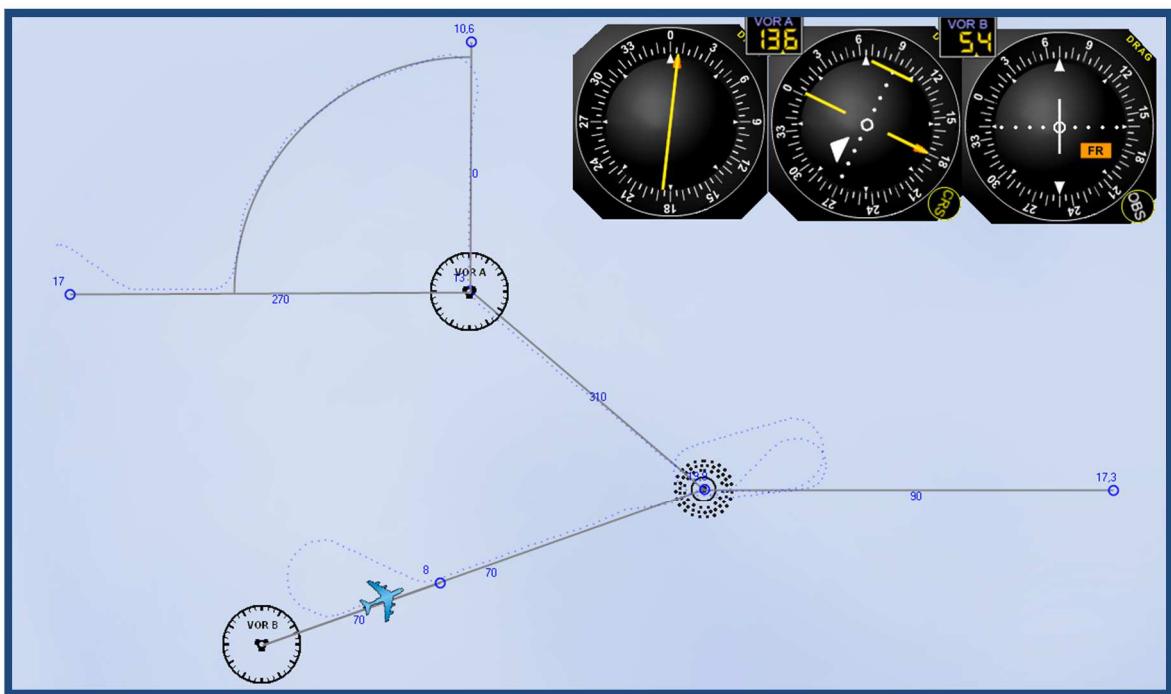
Nakon jedne minute leta, zrakoplov je potrebno okrenuti lijevim zaokretom u kurs 225° za izlazak na dolazni krak kruga čekanja. Nakon preleta NDB-a izvodi se prvi zaokret kruga čekanja. Zbog trostrukе ispravke vjetra u odlaznom kraku, iz zaokreta se vadi u kurs 069°. Nakon preleta traverze NDB-a, uključuje se štoperica i mjeri vrijeme leta u odlaznom kraku. Nakon jedne minute uvodi se u drugi zaokret. Po vađenju iz drugog zaokreta zrakoplov nastavlja let prema NDB-u po QDR 090°.



Slika 70. Proceduralni zaokret iz primjera 25.

Po preletu NDB-a potrebno je izaći na R 070° u letu prema VOR-u B. Nakon dolaska na 8 NM od VOR-a, uvodi se u desni zaokret za 45° kojim se započinje proceduralni zaokret 45°/180° (slika 70). U uvjetima bez vjetra to bi bio kurs 295°, no zbog gotovo čistog desnog bočnog vjetra, potrebno je održavati kurs 302°. Nakon jedne minute leta izvodi se lijevi zaokret za 180°, a zbog sada lijevog bočnog vjetra kurs nije 115° nego 108°.

Nastavlja se let sve dok se ne izađe na R 070° u odletu od VOR-a B, a pri tome je potrebno obratiti pažnju na moguće obrnuto pokazivanje CDI-a ako se na njemu ne podesi FROM zastavica u odletu po tom radijalu (slika 71).



Slika 71. Prikaz putanje zrakoplova nakon završetka vježbe iz primjera 25.

Ovakva vježba traje oko 25 minuta, a uvježbanom pilotu je potrebno svega par minuta za pripremu pošto je potrebno pripremiti samo prvi par minuta leta unaprijed, a ostatak se može rješavati u hodu. Neiskusnjem pilotu se ipak preporučuje detaljnija analiza vježbe prije samog početka izvođenja iste.

10. Uobičajene greške i kriteriji ocjenjivanja

U ovom su poglavlju opisane najčešće greške do kojih dolazi prilikom izvođenja vježbi, te njihovi uzroci i načini uočavanja tih grešaka prilikom ocjenjivanja. Dok su opisi grešaka od koristi svima koji koriste ovu aplikaciju za uvježbavanje novih vještina, kriteriji ocjenjivanja su prvenstveno namijenjeni studentima i nastavnicima kao vodič za samoevaluaciju odnosno ocjenjivanje. Mogućih grešaka ima vrlo mnogo pa će u ovom poglavlju pažnja biti pridana samo onim greškama koje su jako učestale.

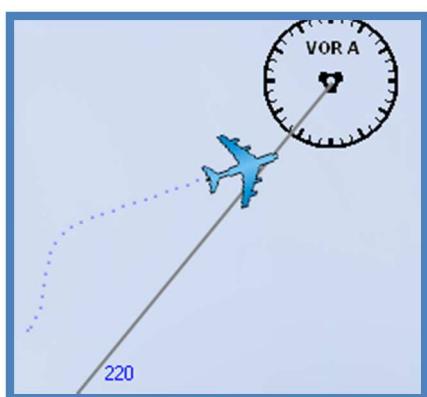
Glavni kriterij pri ocjenjivanju je utjecaj koji pojedina greška ima na sigurnost letenja, a tek se nakon sigurnosti pažnja okreće k efikasnosti i ekonomičnosti. Zbog toga se, bez obzira na možebitno pravilno izvođenje ostalih elemenata vježbe, **potpuni gubitak orientacije** u bilo kojem dijelu vježbe smatra najvećom greškom zbog koje cijela vježba dobiva ocjenu 0%.

Osim navedenih kriterija, ocjenjuje se i agilnost prilikom ispravljanja grešaka, pri čemu se višim vrednuje brzo otklanjanje grešaka, te proaktiv i asertivan pristup letenju. Ignoriranje grešaka koje se mogu ispraviti kažnjava se negativnim bodovima.

Za svaki element vježbe ovdje su opisani kriteriji ocjenjivanja kao postotci unutar samog tog elementa. Pošto se većina vježbi sastoji od više elemenata, na nastavniku je da odredi omjer vrijednosti pojedinih elemenata unutar vježbe. Tako će, primjerice, u vježbi koja se sastoji samo od jednog segmenta leta s aktivnim doletom i jednog kruga čekanja, u ukupnu ocjenu aktivan dolet pridonijeti samo 25%, a krug čekanja, zbog svoje veće kompleksnosti, ostalih 75% ocjene. U slučaju da u vježbi postoji još i proceduralni zaokret, ovisno o mišljenju nastavnika ili instruktora, omjeri mogu biti podijeljeni 15%-50%-35%.

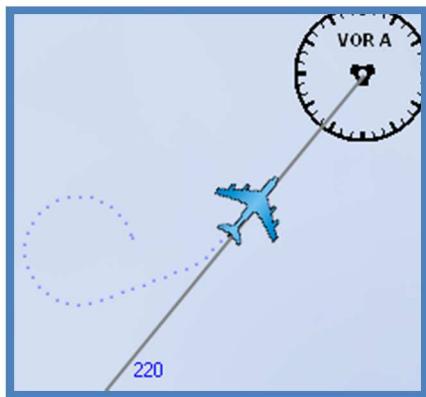
Određivanje pozicije zrakoplova

Određivanje pozicije zrakoplova je usko povezano s orientacijom u prostoru, odnosno s gubitkom iste. Potpuno krivo određena pozicija zrakoplova jednaka je potpunom gubitku orientacije pa se stoga tako i ocjenjuje. Do toga dolazi kada se krivo odredi QDR ili radikal na kojem se zrakoplov nalazi, a tome je često uzrok nedovoljno poznavanje prikaznika i njihovog funkcioniranja. Kod ove se greške uglavnom procijeni da se zrakoplov nalazi na suprotnom radio-smjeru od onoga stvarnoga.



Slika 72. Primjer greške netočno određene pozicije zrakoplova

Blaži oblik ove greške je djelomično krivo procijenjena pozicija ili položaj zrakoplova, a manifestira se tek u pokušaju izlaska na zadani radio-smjer. Na putanji zrakoplova se uočava nepotrebno skretanje u krivu stranu (slika 72) ili nepotrebno veliki zaokret za dolazak na kurs izlaska na zadani radio-smjer (slika 73). Ako se ne ispravi na vrijeme ove greške mogu izazvati potpuni gubitak orientacije. Ako se na vrijeme isprave, ocjena se za taj element smanjuje za 50%.

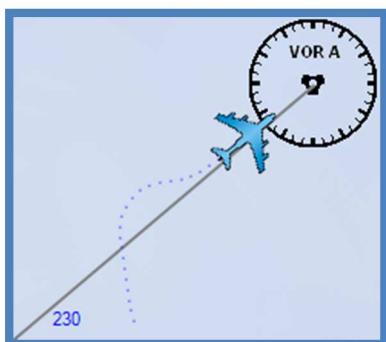


Slika 73. Primjer greške netočno određene strane skretanja

Zbog svoje je prirode ova greška uočljiva tek kada zrakoplov krene u neki od manevara, pa se zbog toga često vezuje uz taj manevar, ali bitno je razlučiti pravi uzrok greške, a to je krivo određena pozicija ili položaj zrakoplova.

Izlazak na radio-smjerove

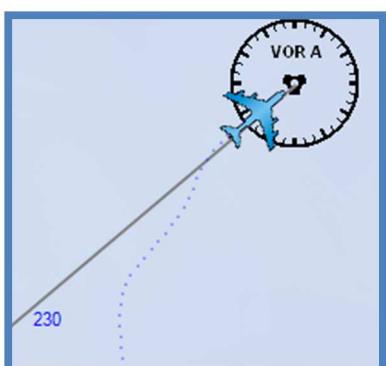
Kao što je već u ranijim poglavljima spomenuto, često nije moguće odrediti točan trenutak uvođenja u zaokret za izlazak na željeni radio-smjer. Zbog toga je jedna od najčešćih grešaka prebacivanje ili podbacivanje zadano radio-smjera (*eng. overshoot i undershoot*). Te greške su sastavni dio instrumentalnog letenja te same po sebi ne donose negativne bodove pri ocjenjivanju, no u nekim slučajevima ipak moguće indicirati grešku pilota.



Slika 74. Primjer greške kasnog uvođenja u zaokret

Prvenstveno se smatra greškom uvođenje u zaokret nakon dolaska na zadani radio-smjer (slika 74). Tu je jasno da nije riječ o običnom prebacivanju tog radio-smjera nego o općenitom kašnjenju s radnjama i postupcima u letu. Na crtežu putanje leta zrakoplova ta se greška uočava kao zakašnjeli zaokret koji počinje tek nakon prelaska crte koja definira radio-smjer. Ova se greška sankcionira oduzimanjem 25% ocjene za element izlaska na radio-smjer.

Druga vrsta greške je kasno uočavanje i ispravljanje prebacivanja ili podbacivanja, a ovisno o trajanju i učinku na sigurnost i efikasnost letenja, sankcionira se s 10-20% ocjene za taj element (slika 75).



Slika 75. Primjer greške ranog uvođenja u zaokret

Osim prebacivanja i podbacivanja, moguć je izlazak na krivi radio-smjer i/ili izlazak na zadani radio-smjer ali u krivom smjeru. Ova greška može uzrokovati potpuni gubitak orijentacije pa u tom slučaju cijela vježba postaje nevaljanom. U blažem slučaju, ako se hitro ispravi, ova se greška sankcionira oduzimanjem 50-100% bodova za ovaj element.

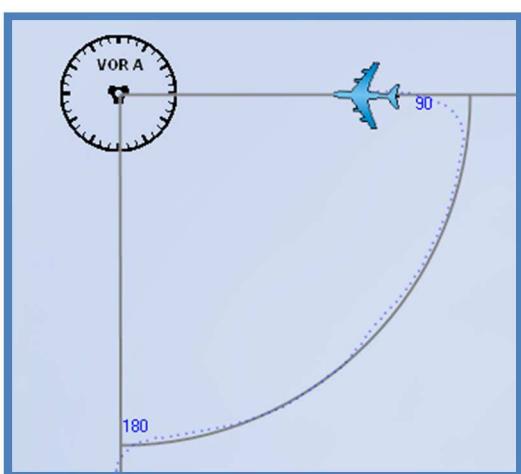
Aktivan dolet i odlet

Greške prilikom aktivnog doleta i odleta su puno češće u letu po NDB-u nego u letu po VOR-u, pogotovo ako se koristi RBI umjesto RMI-a, zbog toga što letenje po NDB-u postavlja na pilota puno veće radno opterećenje jer je interpretacija instrumenata razmjerno kompleksnija. Pri tome je, u usporedbi odleta i doleta, odlet malo zahtjevniji od doleta. Zbog toga se greške najčešće javljaju u aktivnom odletu od NDB-a uz upotrebu RBI-a.

Te se greške manifestiraju kao pretjerana odstupanja od zadanog radio-smjera. Zbog nepreciznosti samih instrumenata greške od $\pm 3^\circ$ se smatraju normalnim pa se ne sankcioniraju. Greške od $\pm 3^\circ$ do $\pm 5^\circ$ se sankcioniraju oduzimanjem 20% ocjene, greške od $\pm 5^\circ$ do $\pm 10^\circ$ oduzimanjem 50% ocjene, a greške preko $\pm 10^\circ$ oduzimanjem svih bodova za taj element. Greške koje nastaju unutar jedne milje od NDB-a ne ulaze u ocjenu zato jer je pokazivanje na tako maloj udaljenosti nepouzdano. Također, kao što je ranije navedeno, greške do kojih dolazi prilikom izlaska na radio-smjerove se ne ocjenjuju po ovom kriteriju.

U aktivnom letu po VOR-u, češće su greške u upotrebi CDI-a nego u upotrebi HSI-a, zbog obrnutog pokazivanja u slučaju loše podešenog instrumenta. Do obrnutog pokazivanja na CDI-u dolazi ako se TO/FROM zastavica ne poklapa sa stvarnim letom zrakoplova. Prilikom podešavanja instrumenta potrebno je izabrati radijal tako da bude prikazana TO zastavica ako se leti prema VOR-u, a FROM zastavica ako se leti od VOR-a. Kod obrnuto podešenog instrumenta dolazi do obrnutog pokazivanja u kojem ako se zrakoplov, primjerice, nalazi lijevo od odabranog radijala, kazaljka devijacije pokazuje da se odabrani radijal nalazi zrakoplovu s lijeve strane. Ako pilot nije svjestan obrnutog pokazivanja i kreće u lijevo prema odabranom radijalu, greška će se povećavati. Rano uočavanje obrnutog pokazivanja se lako ispravlja okretanjem ruže na CDI-u za 180° i prikazivanjem odgovarajuće TO/FROM zastavice. Ako se obrnuto pokazivanje ne primijeti, pilot će nastaviti povećavati grešku sve dok ne dođe do potpunog gubitka orientacije. Greške uzrokovane obrnutim pokazivanjem se vrednuju kao i sve ostale greške odstupanja od zadanog radio-smjera.

DME luk



Slika 76. Letenje po DME luku s približno konstantnom udaljenosti

Kod letenja po DME luku normalno je odstupanje od zadane udaljenosti zato jer se luk leti u pravocrtnim segmentima. Štoviše, održavanje konstantne udaljenosti od DME-a tijekom cijele dužine luka smatra se greškom zato jer takav način letenja po luku zahtijeva neprekidno podešavanje kursa i nadziranje udaljenosti od DME-a (slika 76). U kontekstu rada na ovoj aplikaciji, takav način letenja luka možda je naizgled i lakši, no u stvarnim uvjetima pilot ima još mnogo drugih obaveza u kokpitu na koje mora trošiti vrijeme i koje povećavaju radno opterećenje. Letenje po pravocrtnim segmentima ima tu prednost što pilot nakon promjene kursa ima vremena posvetiti se ostalim radnjama u kokpitu. Zbog navedenih će se

razloga održavanje konstantne udaljenosti od DME-a smatrati greškom koja se sankcionira oduzimanjem 75% bodova.

Jednokratna odstupanja do 0,5 NM od zadane DME udaljenosti se neće smatrati greškom, dok će se ustrajno letenje s takvom greškom sankcionirati oduzimanjem 20% bodova. Greške od 0,5 NM do 1 NM rezultirat će oduzimanjem 50% bodova, a više od 1 NM oduzimanjem svih bodova. Greške na ulazu i izlazu iz DME luka neće biti zahvaćene ovim kriterijima.

Krug čekanja

Kod kruga čekanja svako će nepotrebno zadržavanje na vanjskoj strani kruga čekanja biti smatrano ugrožavanjem sigurnosti, pa će tako izvođenje kruga čekanja u krivu stranu (lijevu umjesto desne ili obrnuto) ili u obrnutom dolaznom kraku, čime se zrakoplov zadržava na vanjskoj strani zadalog kruga čekanja, biti sankcionirano oduzimanjem 100% bodova.

Izvođenje krive metode ulaska, a u ovisnosti o proizašlim posljedicama, bit će sankcionirano oduzimanjem 50-100% bodova. Manje bodova će biti oduzeto ako ne bude izravnog ugrožavanja sigurnosti, a više ako bude.

Korištenje samo jednostrukе ispravke kursa u odlaznom kraku, sankcionirat će se oduzimanjem 20% bodova, a potpuno nepariranje vjetra oduzimanjem 50% bodova. Za neuspješan izlazak na dolazni krak prije dolaska na točku čekanja, a u situacijama poput paralelnog ulaska, oduzimat će se 25% bodova.

Ako je duljina odlaznog kraka definirana udaljenošću od DME-a ili radio-smjerom, zaokret mora biti iniciran točno na zadanoj poziciji. Odstupanje veće od 0,2 NM biti će sankcionirano oduzimanjem 20% bodova.

Proceduralni zaokreti

Kao i kod kruga čekanja, izvođenje proceduralnih zaokreta u krivu stranu biti će sankcionirano oduzimanjem svih bodova zbog ugrožavanja sigurnosti. Ako pak prvi zaokret, u proceduralnim zaokretima $45^\circ/180^\circ$ i $80^\circ/260^\circ$, bude u pravu stranu, a drugi u krivu, oduzimat će se 50% bodova. Nedovoljno ili preveliko pariranje vjetra u odlaznom ili dolaznom kraku proceduralnog zaokreta $45^\circ/180^\circ$, sankcionirat će se oduzimanjem 25% bodova.

Ako je duljina baznog zaokreta definirana udaljenošću od DME-a ili radio-smjerom, zaokret mora biti iniciran točno na zadanoj poziciji. Odstupanje veće od 0,2 NM biti će sankcionirano oduzimanjem 20% bodova.

Prebacivanje ili podbacivanje zadalog radio-smjera nakon baznog zaokreta, kao i kod bilo kojeg običnog izlaska na radio-smjer, neće se smatrati greškom pod uvjetom da se pravovremeno ispravi.