

Šolski center Celje  
Srednja šola za storitvene dejavnosti in logistiko

---

Šolski center Celje  
Srednja šola za storitvene dejavnosti in logistiko

# NAVIGACIJA V LETALSKEM PROMETU

Avtorice:  
Janja TOMAN  
Nives STROPNIK  
Laura SKORNŠEK

Mentor:  
Jože GAJŠEK dipl.ing. pro.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje  
Celje, 2009

## KAZALO

1. UVOD .....	5
1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA .....	5
Kot problem smo si zadale: .....	5
1.2 PREDSTAVITEV HIPOTEZE .....	5
1.3 RAZISKOVALNE METODE .....	5
1.4 STRUKTURA NALOGE .....	6
2. SPLOŠNO O NAVIGACIJI .....	6
2.1 ASTRONOMSKA NAVIGACIJA .....	6
2.2 BARIČNA NAVIGACIJA .....	6
2.3 RAČUNSKA NAVIGACIJA .....	6
2.4 VIZUALNA NAVIGACIJA .....	7
2.5 RADIONAVIGACIJA .....	7
2.6 INERCIALNA NAVIGACIJA .....	7
2.7. GPS .....	7
2.7.1 Delovanje .....	8
2.7.2 Nekaj primerov uporabe .....	9
3. OSNOVNI POJMI O ZEMLJI .....	10
3.1 POLDNEVNIKI IN VZPOREDNIKI .....	10
3.2 STRANI NEBA .....	12
4. POJMI SMERI .....	12
4.1 KOT AZIMUT .....	12
4.2 KURZ .....	13
4.3 POT .....	13
4.4 STRANSKI KOT .....	14
4.5. ORTODROMA in LOKSODROMA .....	14
4.6 KONVERGENCA POLDNEVNIKOV .....	15
5. LETALSKE KARTE .....	16
5.1 VALJNA .....	16
5.2 STOŽČASTA .....	17
5.3 AZIMUTNA: .....	17
5.4 VRSTE LETALSKIH KART .....	18
6. OSNOVNI NAVIGACIJSKI POJMI IN ELEMENTI .....	18
6.1 KURZ IN KOMPAS .....	18
6.2 MAGNETNI KOMPAS IN NJEGOVA SESTAVA .....	19
6.2.1 Odnos med pravim, magnetnim in kompasnim kurzom .....	21
6.2.2 Magnetni kompas in njegove napake .....	21
6.3 VIŠINOMER .....	22
6.4 HITROST IN MERILEC HITROSTI .....	24
6.5 ČAS .....	27
6.6 VETER V NAVIGACIJI .....	28
6.7. MERSKE ENOTE .....	30
7. POLET OD TOČKE A – B .....	31
7.1 IZGUBA ORIENTACIJE .....	35
8. INTERVJU .....	36
9. ANKETA .....	38
10. ZAKLJUČEK .....	41
VIRI .....	42

#### KAZALO SLIK

Slika 1: satelit sistem NAVSTAR-GPS .....	7
Slika 2: GPS primeren za popotnike, voznike, jadralce.....	8
Slika 3: Zemlja .....	10
Slika 4: poldnevnik .....	10
Slika 5: vzporedniki .....	11
Slika 6: strani neba .....	12
Slika 7: azimut.....	12
Slika 8: potovalni kot .....	13
Slika 9: stranski kot.....	14
Slika 10: ortodroma in loksodroma.....	14
Slika 11: konvergenca poldnevnikov .....	15
Slika 12: valjna projekcija.....	16
Slika 13: stožčasta projekcija .....	17
Slika 14: azimutna projekcija .....	17
Slika 15: pravi kurz .....	18
Slika 16: magnetni kompas .....	19
Slika 17: magnetna deklinacija .....	19
Slika 18: zemeljski magnetizem.....	20
Slika 19: odnosi med pravim, magnetnim in kompasnim kurzom.....	21
Slika 20: višinomer in presek .....	22
Slika 21: višine .....	23
Slika 22: merilec hitrosti .....	24
Slika 23: variometer .....	25
Slika 24: prikaz vzpenjanja in spuščanja.....	26
Slika 25: časovni pasovi.....	27
Slika 26: trikotnik vetra.....	28
Slika 27: način reševanja na navigacijskem računalu .....	29
Slika 28: vrisana pot od Celja - Portoroža.....	31
Slika 29: navigacijsko računalno in razlaga le tega .....	32
Slika 30: plan leta .....	33
Slika 31: navigacijski plan .....	34
Slika 32: zemljevid z vrisanimi potmi.....	36

#### KAZALO GRAFOV

Graf 1: razmerje med tistimi, ki so s peljali z zrakoplovom in tistimi, ki se še niso.....	38
Graf 2: seznanjenost z letalsko navigacijo .....	38
Graf 3 : seznanjenost z vrsto navigacij.....	39
Graf 4: poznanstvo navigacijskih naprav .....	39
Graf 5: zaupanje pilotu in v naprave, ki so namenjene navigaciji .....	40
Graf 6: seznanjenost s teorijo navigacije.....	40

## POVZETEK

Navigacija v letalskem prometu je ena od najpomembnejših veščin in tudi znanosti, ki imajo odločilen vpliv na vodenje letal in varnost v zračnem prostoru. Brez navigacijskih sredstev bi nadzor letenja letal in kontrola zračnega prostora postala nevzdržna. Letalska navigacija zavzema zelo širok spekter zahtevnih metod in sredstev, ki jih uporabljamo za nadzor letenja od točke vzleta do točke pristanka letala.

Zaradi omenjenih razlogov smo se pri izdelavi naloge omejile samo na vizualno letenje. Problem, ki smo ga postavile je povezan z konkretno načrtovano potjo letala in uporabljenimi navigacijskimi sredstvi. Naša radovednost pri raziskavi je bila večplastna, zato smo na pomoč poklicale profesionalnega pilota.

Z njim smo analizirale vse možne situacije, ki se na prevoznih poti lahko zgodijo. Nalogo smo vsebinsko razdelile na več tematsko zaokroženih delov. V uvodnem delu smo predstavile različne vrste navigacije, ki so danes v uporabi. Pri razlagi teoretičnih izhodišč se nismo mogle izogniti tudi osnovnim geografskim zakonitostim.

V osrednjem delu naloge smo analizirale osnove navigacije vizualnega letenja letal in predstavile osnovne smernice vodenja letala.

Opravile smo tudi anketo in intervju s pilotom, ki ima na področju vizualnega letenja in navigacije ogromno izkušenj.

V zaključnem delu smo na osnovi spoznanj simulirale let letala na relaciji Celje Portorož, pri tem pa uporabile vsa nova znanja, ki smo jih z raziskavo pridobile.

## **1. UVOD**

Dobro stoletje je minilo od prvih pionirskih poletov letalcev in konstruktorjev, ki niso slutili veličine svojih odkritij in dejanj. Ne sluten razvoj podsistema letalskega prevoza je prinesel tudi vzporedni razvoj navigacije, ki je kmalu prerasla osnovne okvirje veččin.

Za pisanje raziskovalne naloge s področja letalske navigacije smo se odločile, ker nas zanima vse kar je običajnemu potniku v letalu skrito in nedostopno.

Nekdaj je to potekalo povsem drugače kot danes. Raziskale bomo, kako poteka nadzor nad nebom in kako posadka letala upravlja smer letenja. Vse to bomo ugotovile s pomočjo raziskovalnih metod, ki smo jih uporabile. Problem, ki ga bomo reševale je povezan z vizualnim letenjem in uporabo sredstev navigacije, ki jih bomo podrobno predstavile. Torej lahko rečemo, da nas k cilju "žene" žeja po spoznanju tistega, kar nam do sedaj še ni znano. Glavni problem je povezan z navigacijo pri vizualnem letenju letala od točke vzleta do varnega pristanka. Hipotetično trdimo, da je navigacija pri takšnem letu odločilnega pomena za vse faze poleta. S praktičnim primerom organizacije leta bomo trditve tudi praktično dokazale in preizkusile.

### **1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA**

Kot problem smo si zadale:

- Kako se pilot pripravi na let
- Kakšni so osnovni-temeljni pripomočki za navigacijo
- Kako varno in z vso potrebno navigacijo priti od točke A do točke B

### **1.2 PREDSTAVITEV HIPOTEZE**

Kvalitetno predvsem pa natančno načrtovanje prevoza v zračnem prometu je odvisno, od navigacije. Navigacija ima zelo pomembno vlogo. Vse navigacijske naprave, ki so v letalu so zelo pomembne za varen let. Saj nam naprave kažejo smer leta in pa seveda višino leta.

### **1.3 RAZISKOVALNE METODE**

Za nastanek raziskovalne naloge so bile uporabljene znanstvene metode kot so :

- metode raziskovanja,
- analiziranja,
- anketiranja ,
- sinteze in metode splošnega h konkretnemu.

## 1.4 STRUKTURA NALOGE

Raziskovalna naloga zajema 8 poglavij. Najprej smo napisale nekaj o splošni navigaciji. Naprej pa smo opisale osnovne pojme o Zemlji, pojme o smeri, opisale smo tudi različne letalske karte, osnovne navigacijske pojme in elemente. Nato smo same opravile načrtovanje poleta od točke A-B. Za na konec smo intervjujale gospoda Petra Karnerja in izvedle anketo med dijaki.

## 2. SPLOŠNO O NAVIGACIJI

Letalska navigacija je znanost in hkrati večina vodenja zrakoplova od ene do druge točke. Njena osnovan naloga je, da z zrakoplovom pridemo v predvidenem času, po odrejeni poti na želeno mesto. Hiter razvoj letalske tehnike in potreba po letenju v vseh meteoroloških pogojih sta bila osnova za njen razvoj. Prav zaradi tega nam danes omogoča varno vodenje zrakoplova podnevi in ponoči na vse oddaljenosti, v vseh meteoroloških pogojih. Osnovni elementi navigacije so: hitrost, smer, višino in čas letenja. Za lažje določanje in vzdrževanje elementov, letalska navigacija uporablja sredstva in metode. V Praksi se uporabljajo naslednje metode: vizualna, računska, radionavigacija, astronomska, barična in najnovejša GPS navigacija.

### 2.1 ASTRONOMSKA NAVIGACIJA<sup>1</sup>

Astronomska navigacija je veda, s pomočjo katere lahko določamo pozicijo letala s opazovanjem nebesnih teles- Sonca, Lune, planetov in zvezd..

Osnovni inštrument za opazovanje je sekstant, kateri nam služi za merjenje višine nebesnih teles nad horizontom. Pri vsakem merjenju zabeležimo točen čas. Tak postopek imenujemo odčitavanje. Čas in višina sta glavna podatka na osnovi katerih iz specializiranih publikaciji (Navtični Almanak in Navtične tablice), dobimo informacijo za vrisovanje pozicije letala na letalski karti.

### 2.2 BARIČNA NAVIGACIJA<sup>2</sup>

Je vodenje zrakoplova z odrejanjem vpliva vetra na elemente leta zrakoplova iz podatkov o barometriškem pritisku na višinskih kartah enakega pritiska. Ta metoda se koristi za planiranje letov na velikih višinah.

### 2.3 RAČUNSKA NAVIGACIJA

Je metoda, pri kateri se navigacijske naloge rešujejo računsko na osnovi merjenj kurza, hitrosti, časa in višine ter s pomočjo navigacijskih instrumentov (kompasa, merilca hitrosti, ure in višinomera).

---

<sup>1</sup> Navigacija s pomočjo nebesnih teles

<sup>2</sup> Navigacija s pomočjo pritiska

## 2.4 VIZUALNA NAVIGACIJA<sup>3</sup>

Je metoda, pri kateri pilot vizualno primerja karto z zemljiščem nad katerim leti. Pri tem uporablja že prej omenjeni sredstva, karto in kompas.

## 2.5 RADIONAVIGACIJA<sup>4</sup>

Je metoda navigacije, zasnovana na vodenju zrakoplova s pomočjo radijskih naprav na zemlji in v zrakoplovu. Letenje samo z vizualno navigacijo je nemogoče, kadar se zemeljski orientira ne vidijo. Zato si letenja v težkih meteoroloških pogojih - ponoči, na velikih višinah, nad morjem in predeli, kjer ni karakterističnih orientirov - ne moremo zamisliti brez pomoči radionavigacijskih naprav. Razvoj teh naprav je omogočil niz sistemov, ki s zahtevali posebne navigacijske metode.

## 2.6 INERCIALNA NAVIGACIJA

Je metoda, ki omogoča vodenje zrakoplova s pomočjo instrumentov, ki merijo inercialne sile, povzročene iz pospeškov zrakoplova. Ti instrumenti stalno dajejo koordinate pozicije, kurz, hitrost in preleteno razdaljo brez pomoči zunanjih objektov in naprav.

## 2.7. GPS

Je kratica za **Global Positioning System** (sistem globalnega določanja položaja). GPS je satelitski navigacijski sistem, ki se uporablja za določanje natančnega položaja in časa kjerkoli na Zemlji ali v zemeljski tirnici. Njegovi sateliti na potovanju okrog Zemlje uporabljajo srednjo krožno tirnico.



Slika 1: satelit sistem NAVSTAR-GPS  
Viri: internet

---

<sup>3</sup> Navigacija s pomočjo kart med letom

<sup>4</sup> Navigacija s pomočjo radijskih valov



Slika 2: GPS primeren za popotnike, voznike, jadrance...

Viri: internet

### **2.7.1 Delovanje**

Sistem sestavlja najmanj 24 satelitov v 6 ravninah tirnic. Vsak od njih Zemljo obkroži dvakrat dnevno na višini 20200 km in ima nameščeno atomsko uro. Satelit neprestano oddaja čas (po svoji uri) in podatke o tirnici gibanja, ki jih določajo zemeljske opazovalnice.

Za pridobitev podatkov o zemljepisni dolžini in širini, nadmorski višini ter točnem času potrebujemo signale štirih satelitov. Iz razlike med časom sprejema signala in časom njegove oddaje lahko določimo razdaljo med sprejemnikom in satelitom.

Nato iz njihovih signalov in notranje baze podatkov ugotovimo mesta satelitov. Sprejemnik se torej nahaja na sferi, katere središče je satelit in katere polmer je določen z razdaljo, ki jo premagajo radijski signali v času od trenutka oddaje do trenutka sprejema signala. Ker sprejemnik hkrati sprejema signale iz več satelitov je mogoče določiti položaj sprejemnika na osnovi presečišča sfer s posameznih satelitov. Praviloma je za določitev položaja v tridimenzionalnem prostoru dovolj poznavanje treh sfer, zato bi bilo tudi za določitev položaja sprejemnika dovolj sprejemati signale s treh satelitov. Ta postopek zahteva velika natančnost ure v sprejemniku. Praviloma bi morala biti tako natančna kot ure v satelitih, kar praktično ni izvedljivo. Zahteve po natančnosti ure v sprejemniku lahko zmanjšamo tako, da uporabimo časovni signal z dodatnega satelita, kar nam omogoča da merimo le razlike med časi sprejemov signalov s posameznih satelitov. Ker se pri tej metodi nenatančnost ure ne akumulira, je lahko ura v sprejemniku manj natančna. V sprejemnikih se zato lahko uporabljajo kvarčne ure.

Natančnost določitve položaja se lahko še poveča z diferenčno metodo, ki temelji na uporabi signalov z dodatnih virov. Te signale lahko oddajajo oddajniki na geostacionarnih satelitih. V Evropi je tako poznan sistem EGNOS v Združenih državah Amerike pa WAAS. Pri delu geodetov se za uporabo diferenčne metode uporabljajo tudi oddajniki nameščeni na znani lokaciji v bližini sprejemnika.



### ***2.7.2 Nekaj primerov uporabe***

- Osnovna funkcija GPS sprejemnika je prikaz točne lokacije (geografskih koordinat), na kateri je sprejemnik.
- Pot k določeni točki. V sprejemnik vnesemo koordinate cilja in sprejemnik prikaže v kateri smeri je cilj in koliko je oddaljen. Da najdemo pot do cilja potrebujemo tako še kompas. Smer se po izbiri prikaže kot azimut ali kot odstopanje od trenutne smeri gibanja.
- Vodenje po poti. V sprejemnik vnesemo koordinate več točk in jih med seboj povežemo. Ko dosežemo prvo točko začne sprejemnik prikazovati smer k naslednji točki in tako naprej.
- Povezava z zemljevidi. Naprednejši sprejemniki imajo naložene zemljevide (predvsem avtocestne ali pomorske) in na zaslonu je prikazan trenutno aktualni izrez iz zemljevida, položaj in ostale zgoraj opisane informacije. Možna je tudi povezava s prenosnim računalnikom v katerem programska oprema omogoča prikaz in ovrednotenje položaja na vektorskih ali skeniranih zemljevidih.
- Povezava z avtopilotom. Posebna strojna in programska oprema omogoča povezavo z avtopilotom (na primer na plovilu) in sprejemnik po vnešeni poti krmili avtopilota in s tem plovilo.
- Pogosto se uporablja signal iz sistema GPS tudi le za zelo natančno določitev lokalnega časa

### **3. OSNOVNI POJMI O ZEMLJI**

Zemlja ima obliko krogle in je tretji planet sončnega sistema, za Merkurjem in Venero, ki sta bliže Soncu. Zemlja se po ekliptiki skupaj z Luno giblje okoli Sonca. Le-to ne leži v žarišču ampak v geometrijskem središču ekliptike. Zaradi tega ima Zemlja različno oddaljenost od Sonca.

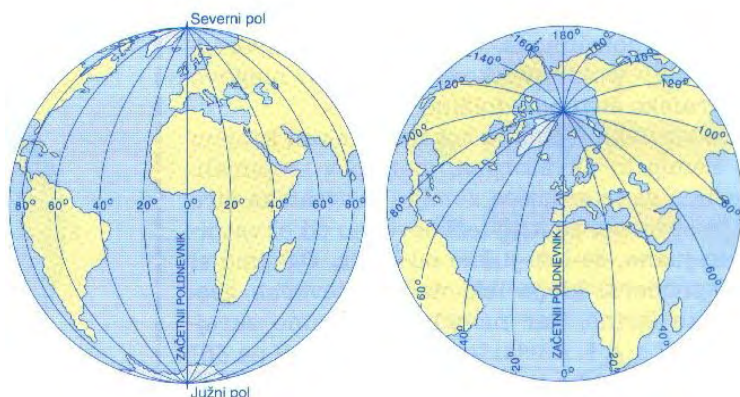


**Slika 3: Zemlja**  
Vir: internet

Točke, kjer zemeljska os prebada zemeljsko površino imenujemo pole. Poznamo severni in južni pol. Če zemeljsko kroglo presekamo z ravnino skozi njeno središče, razdelimo Zemljo na dva enaka dela. Največji veliki krog je ekvator. Vsi ostali krogi, ki jih dobimo so mali krogi in so vzporedni z ekvatorjem.

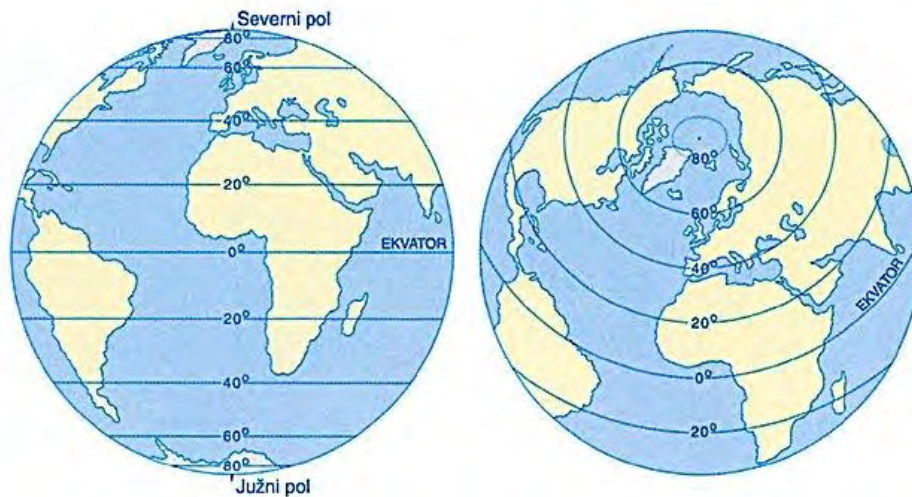
#### **3.1 POLDNEVNIKI IN VZPOREDNIKI**

Veliki krog, ki poteka skozi zemeljska pola imenujemo poldnevnik ali meridian. Poldnevnik služijo kot orientacijske linije, saj ima vsak kraj na zemeljski obli svoj poldnevnik. Kot začetni poldnevnik se uporablja tisti, ki gre skozi observatorij v Greenwichu blizu Londona. 180 poldnevnik je datumsko meja, kjer moramo, če potujemo proti vzhodu, en dan preskočiti, če pa potujemo proti zahodu, en dan ponovimo. To je posledica vrtenja Zemlje od vzhoda proti zahodu.



**Slika 4: poldnevnik**  
Vir: internet

Imenujemo jih vzporedniki ali kar paralele. Vsaka točka na zemeljski površini ima svoj vzporednik. Določa se po svoji kotni vrednosti in se računa severno ali južno od ekvatorja. Ekvator, vzporedniki in poldnevnik oblikujejo geografski koordinatni sistem, s pomočjo katerega lahko vsakemu kraju na zemeljski obli določimo pozicijo.



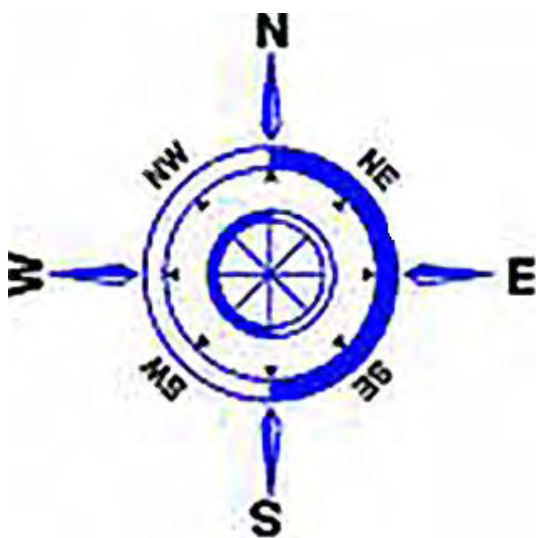
---

**Slika 5: vzporedniki**  
Vir: internet

Geografska širina nekega kraja je lok poldnevnik, merjen od ekvatorja do vzporednika določenega kraja. Je oddaljenost od ekvatorja, merjena v stopinjah severno in južno. Ekvator ima geografsko širino  $0^\circ$ .

Geografska dolžina je lok na vzporedniku od začetnega poldnevnik do poldnevnik določenega kraja. Meri se v stopinjah od  $0^\circ$  do  $180^\circ$  vzhodno ali zahodno od začetnega poldnevnik. Vsi kraji, ki leže na istem poldnevniku imajo tudi isto geografsko dolžino.

## 3.2 STRANI NEBA



Slika 6: strani neba  
Vir: internet

Zaradi lažje orientacije v prostoru delimo horizont na štiri glavne in štiri vmesne smeri.

**Jug** je ena od štirih glavnih strani neba. Južna smer vedno kaže proti južnemu polu zemlje. Strani neba služijo za navigacijo in podajanje koordinat.

**Sever** je stran neba, določena je s presekom opazovalčevega obzorja v smeri, v kateri je senca navpičnega stebra podnevi najkrajša.

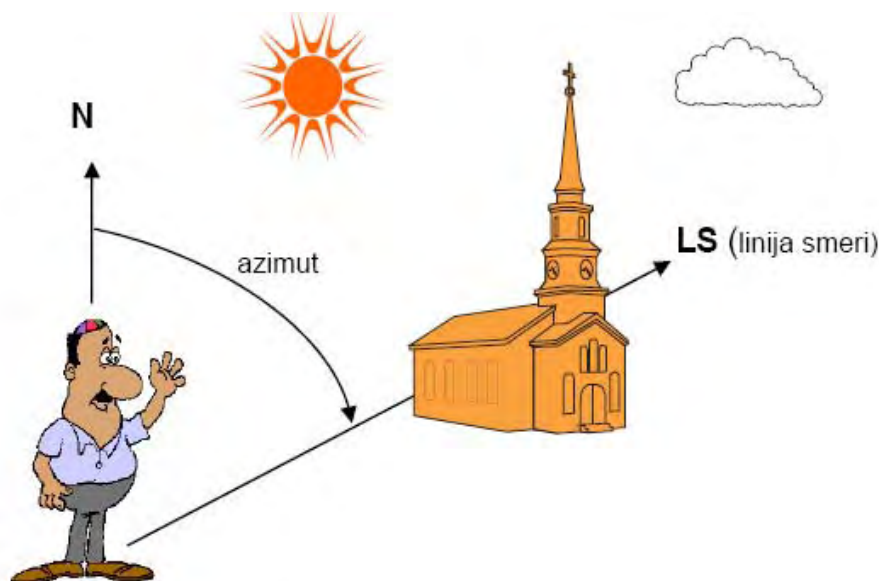
**Vzhod** je ena od štirih glavnih strani neba. Na kompasu je vzhod  $90^\circ$  urno od severa. Ime vzhod pomeni, da na tem mestu vzhaja Sonce.

**Zahod** je ena od štirih glavnih strani neba. Na kompasu je zahod  $90^\circ$  protiurno od severa. Ime zahod pomeni, da na tem mestu zahaja sonce.

## 4. POJMI SMERI

### 4.1 KOT AZIMUT

Je namišljena navigacijska smer, ki gre od opazovalca k nekemu objektu ali obratno. Grafično se nariše z linijo smeri in kotom med severom in linijo smeri. Kot imenujemo azimut.



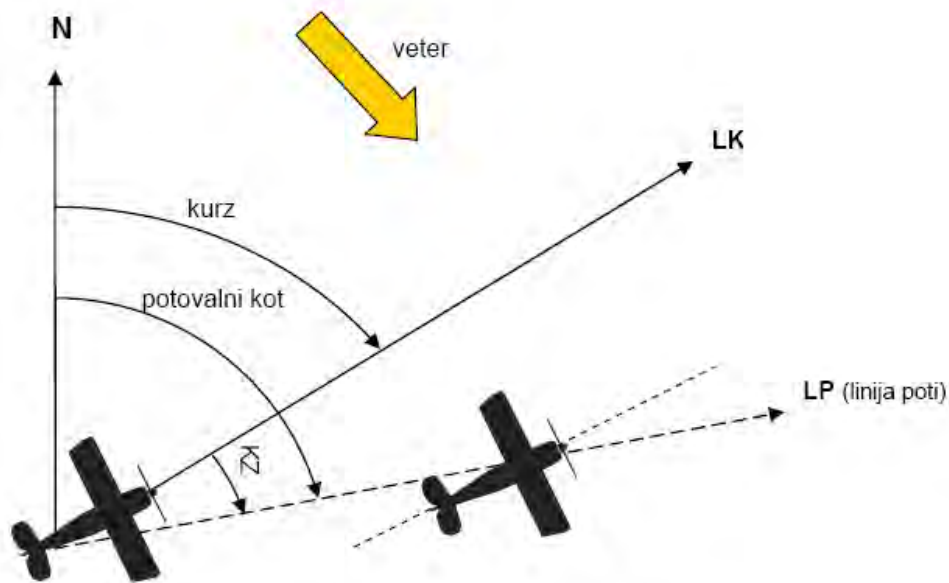
Slika 7: azimut  
Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

## 4.2 KURZ

Je kot med smerjo severa in vzdolžno osjo zrakoplova.

## 4.3 POT

Je smer po kateri se zrakoplov giblje v odnosu na zemeljsko površino. Zaradi vetra se zrakoplov nikoli ne giblje v smeri njegove vzdolžne osi. Linija kurza ni nikoli enaka liniji poti ampak se razlikujeta za kot zanosa. Le-ta je odvisen od hitrosti in vpadnega kota vetra ter hitrosti zrakoplova.

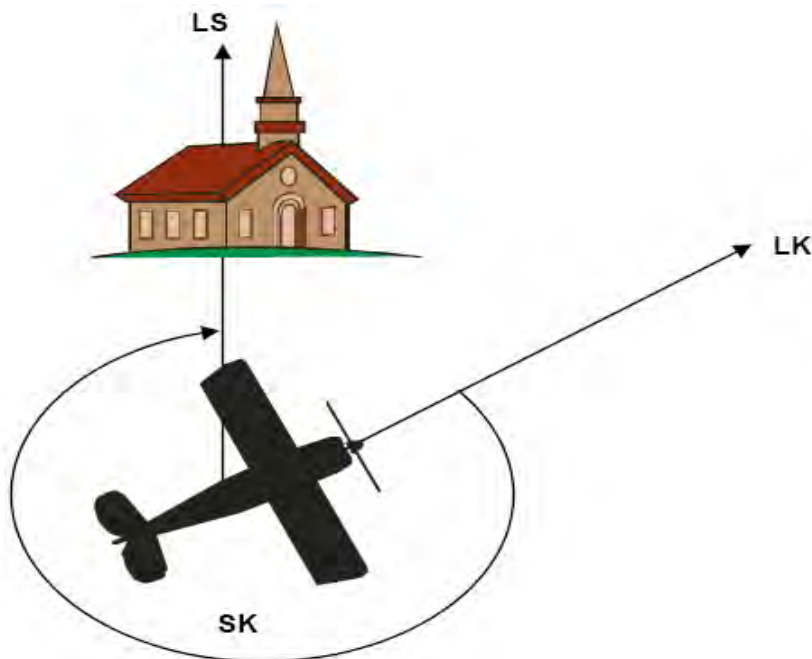


Slika 8: potovalni kot

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

#### 4.4 STRANSKI KOT

Je kot med vzdolžno osjo zrakoplova in smerjo od zrakoplova do objekta.

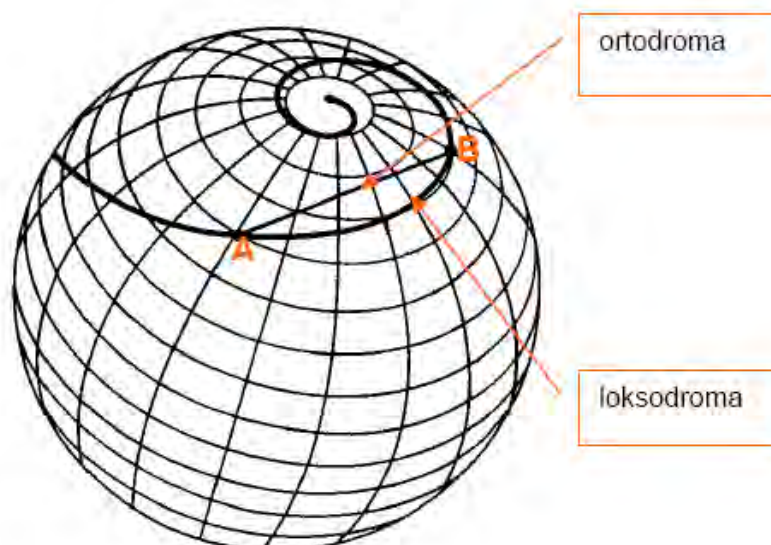


Slika 9: stranski kot

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

#### 4.5. ORTODROMA in LOKSODROMA

- **Ortodroma**- Je najkrajša razdalja med dvema krajema na zemeljski površini. Dobimo jo, če Zemljo presekamo z ravnino, ki gre skozi dve točki in središče Zemlje. Ortodroma seka poldnevniko pod različnim kotom.
- **Loksodroma**- Je krivulja, ki povezuje dva kraja na zemeljski površini in poldnevniko seka pod istim kotom. Ekvator, vzporedniki in poldnevniko so tudi loksodrome.



Slika 10: ortodroma in loksodroma

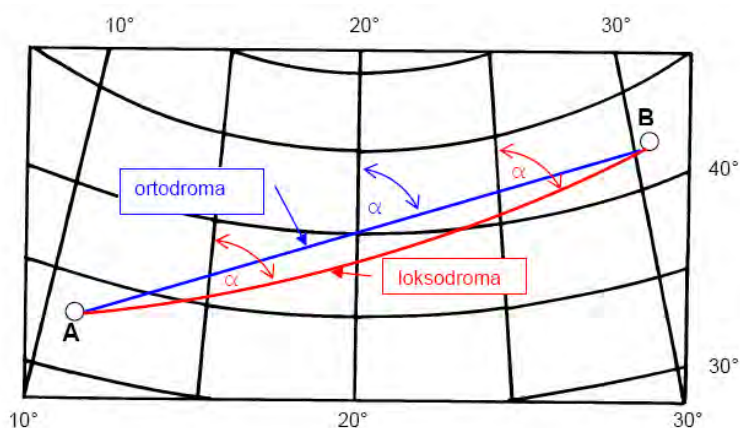
Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner



Na krajših razdaljah je razlika med ortodromo in loksodromo zelo majhna, zato se vedno leti po loksodromi. Največja razlika med njima nastane, če kraja ležita na ekvatorju in sta za  $180^\circ$  vsak sebi.

#### 4.6 KONVERGENCA POLDNEVNIKOV

Konvergenca poldnevnikov je kot pod katerim sta dva poldnevnika nagnjena drug proti drugemu. Na ekvatorju so poldnevniki paralelni, na polih pa se združujejo. Konvergenca v bistvu predstavlja razliko med koti pod katerimi ortodroma in loksodroma sekata poldnevnike začetne in končne točke rute.



Slika 11: konvergenca poldnevnikov

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

## **5. LETALSKE KARTE**

Karta je zmanjšana slika zemeljske površine. Zemeljska površina je ukrivljena, zato jo je nemogoče brez deformacij in pomanjkljivosti prikazati na ravni površini. Sestavljajo jo matematični in geografski elementi. Med matematične elemente prištevamo: merilo, kartografsko mrežo, projekcijo in trigonometrične točke. Geografski elementi karte so: relief, naselja, mesta, prometnice, vodno omrežje, državne meje itd. Merilo karte je razmerje, ki pove kolikokrat je ena dolžina na karti manjša od horizontalne projekcije te dolžine v naravi.

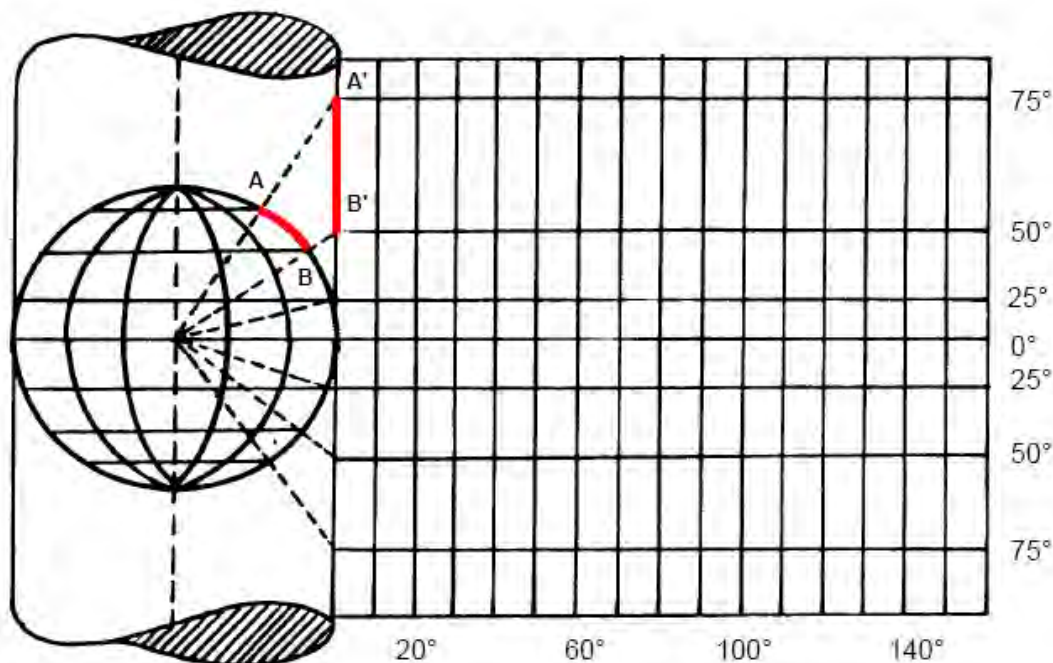
PO MERILU LOČIMO: karte velikega merila ( do 1 : 100 000), na karte srednjega merila ( od 1 : 200 000 do 1 : 500 000) in karte z malim merilom ( od 750 000 naprej).

### **Kartografske projekcije**

Na kakšno površino prenašamo zemeljsko površje, ločimo:

- **valjno** (cilindrično) projekcijo (površino prenašamo na plašč valja)
- **stožčno** (konično) projekcijo (površino prenašamo na plašč stožca)
- **azimutno** projekcijo (površino prenašamo na ravno površino)

### **5.1 VALJNA**



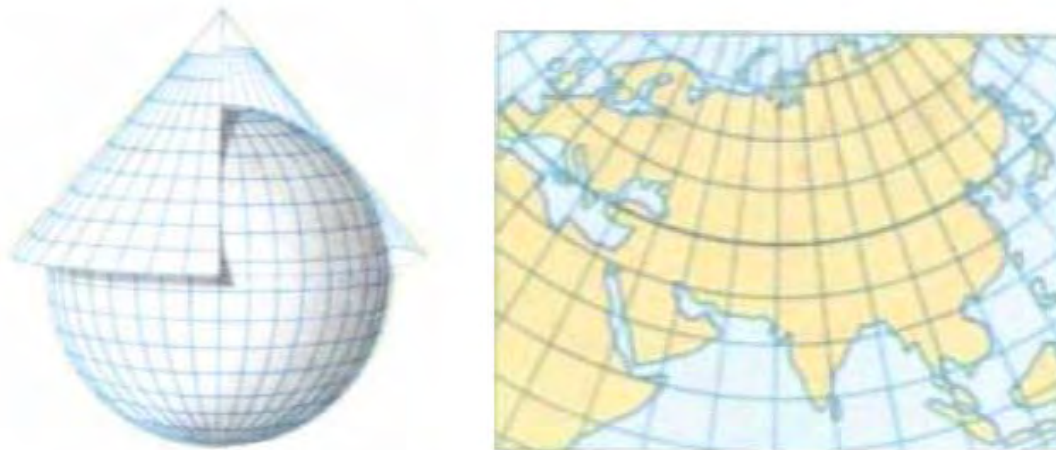
Slika 12: valjna projekcija

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner



## 5.2 STOŽČASTA

Pri stožčni projekciji se zemeljska površina prenaša na površino stožca. Stožec se Zemlje dotika na vzporedniku, kjer imamo pravilne kote in površine. Bolj ko se oddaljujemo od dotikališča, večja nastaja napaka. Poldnevnik se pri tej projekciji združujejo v eno točko, medtem ko so vzporedniki koncentrični krogi. V letalski navigaciji koristi le Lambertova konformna projekcija. Bistvo te projekcije je, da stožec preseka Zemljo na dveh vzporednikih.

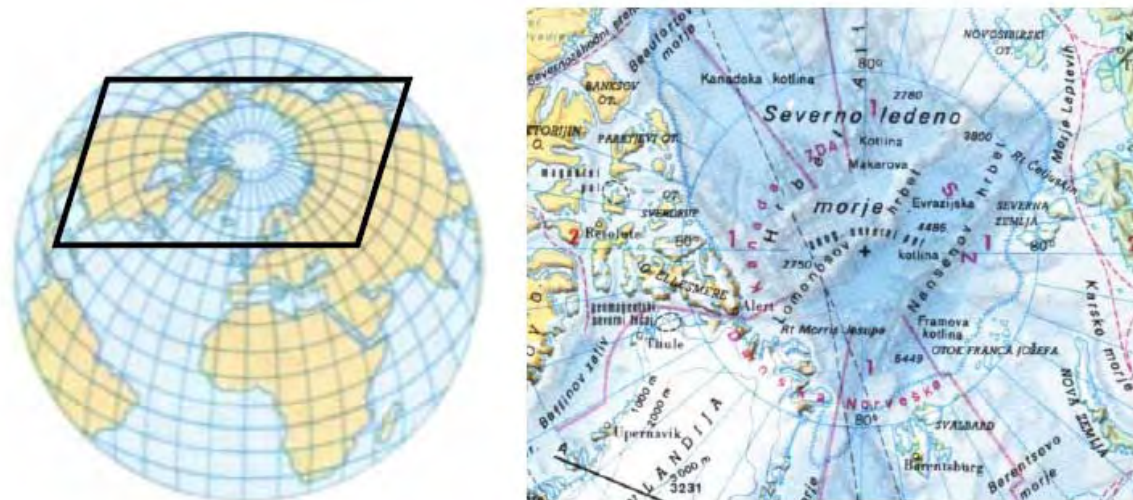


Slika 13: stožčasta projekcija

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

## 5.3 AZIMUTNA:

Pri azimutni projekciji se zemeljska površina prenaša na ravnino. Te projekcije so imenovane po dotikališčih (ekvatorialna, polarna projekcija) ravnine z globusom.



Slika 14: azimutna projekcija

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

## 5.4 VRSTE LETALSKIH KART

Po namenu letalske karte delimo na:

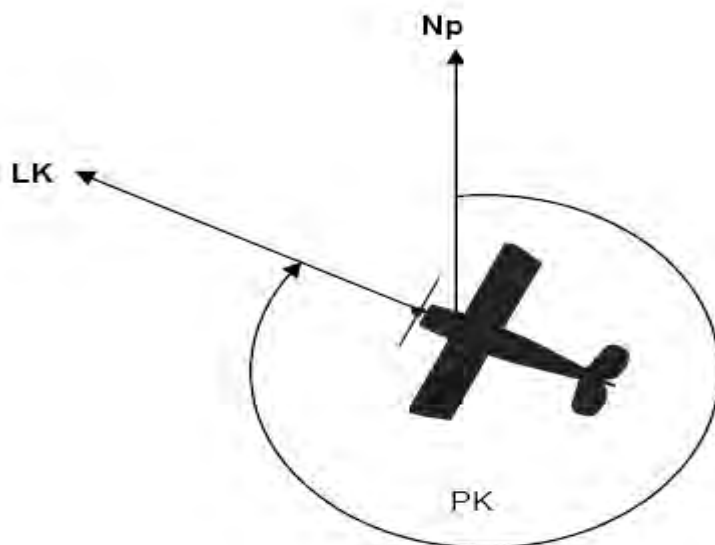
- splošno letalsko navigacijske karte, ki služijo za pripravo navigacijskih letov in vizualno orientacije. Najpogosteje se uporabljata Lambertova konformna projekcija v merilu 1 : 500 000 in Merkatorjeva projekcija v merilu 1 : 1 000 000!
- karte za natančno orientacijo (običajno v Gaus–Krügerjevi projekciji v merilu od 1 : 25 000 do 1 : 300 000)
- specialne letalske karte – uporabljajo se za vodenje računske navigacije za letenje v polarnih predelih, za astronomsko navigacijo, radionavigacijo, karte zračnih poti, itd.

## 6. OSNOVNI NAVIGACIJSKI POJMI IN ELEMENTI

### 6.1 KURZ IN KOMPAS

Smer, v katero je usmerjena vzdolžna os zrakoplova in v kateri zrakoplov leti, se imenuje kurz. Odrejen je s kotom med vzdolžno osjo zrakoplova in severnim poldnevnikom. Meri se v smeri urnega kazalca, pišemo pa ga s trimestno številko od 000° do 360°.

Od pravega (geografskega) severa imenujemo pravi kurz (PK).

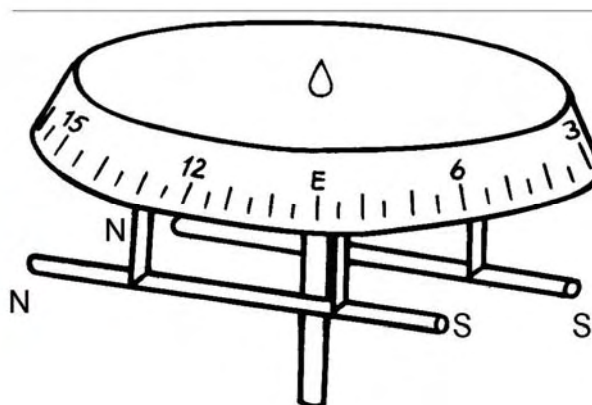


Slika 15: pravi kurz

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

## 6.2 MAGNETNI KOMPAS IN NJEGOVA SESTAVA

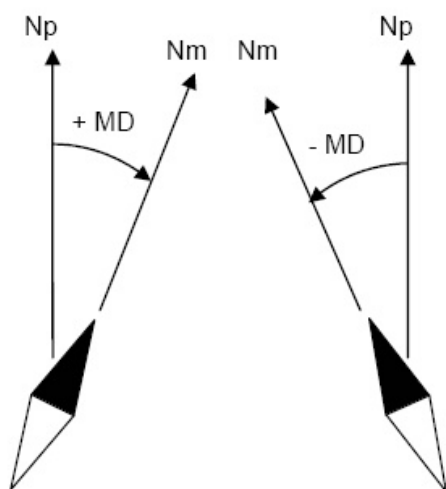
Magnetni kompas pilotu omogoča, da leti po zelenem kurzu. Poznamo več vrst kompasov, na zrakoplovu pa je obvezen le magnetni kompas. Sestavljen je iz ohišja, v katerem se na posebnem podstavku v alkoholni tekočini vrti kompasna roža. Pod magnetno rožo sta vgrajena dva magneta, s katerima kompenziramo kompas s smeri N – S in E – W. Na kompasni roži je napisana stopinjska skala, na kateri se odčita kurz.



Slika 16: magnetni kompas

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

Zaradi zemeljskega magnetizma, se kompasna igla, v našem primeru kompasna roža, postavlja v smer N – S. Zemeljska magnetna pola ne ležita na istih pozicijah kot geografska pola, ampak se položaj spreminja. Zaradi tega magnetna roža ne kaže pravo smer N – S, ampak je za določen kot odmaknjena od te smeri. Ta kot imenujemo magnetna deklinacija (variation).

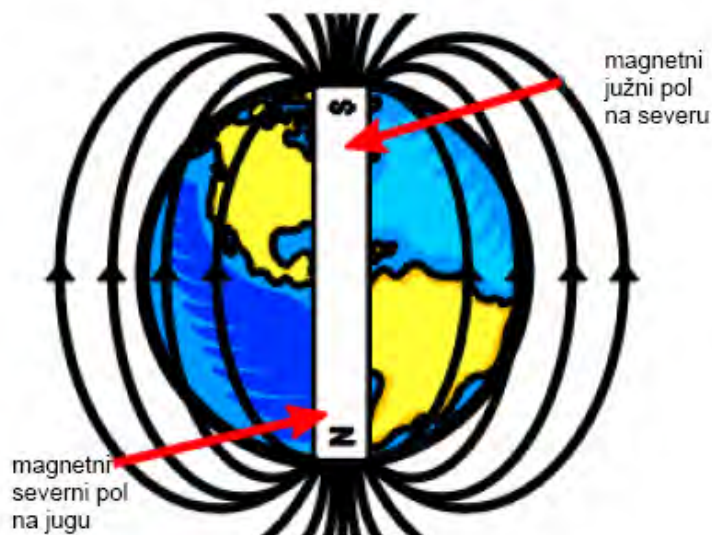


Slika 17: magnetna deklinacija

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

Če se obrača proti zahodu je negativna, če pa proti vzhodu, je pozitivna. Smer, v katero se postavlja magnetna roža, imenujemo magnetni poldnevnik. Iz navedenega lahko zaključimo, da je magnetna deklinacija kot med pravim in magnetnim poldnevnikom. Da bi bil pilotov kurz natančen, mora poznati vrednost magnetne deklinacije na odrejenem mestu in času. Črte, ki vežejo kraje z isto magnetno deklinacijo, imenujemo izogone. Na vsaki izogoni je vpisana njena vrednost. Letna sprememba magnetne deklinacije je podana tekstovno pod karto izogon ali nekje na robu karte. Magnetna igla spreminja svojo smer tudi po vertikali. Ta odklon od horizontalne ravnine, imenujemo inklinacija. Na ekvatorju inklinacije ni. Bolj ko gremo proti poloma, večja je. Na polih je inklinacija največja in znaša  $90^\circ$ . Aklina (magnetni ekvator) je črta, kjer je inklinacija  $0^\circ$ . Pri magnetnih nevihtah se magnetna deklinacija spreminja za  $10^\circ$  do  $30^\circ$ , včasih celo za več. Pojav polarne svetlobe in povečano sončno sevanje, spodbujata nastanek magnetnih neviht.

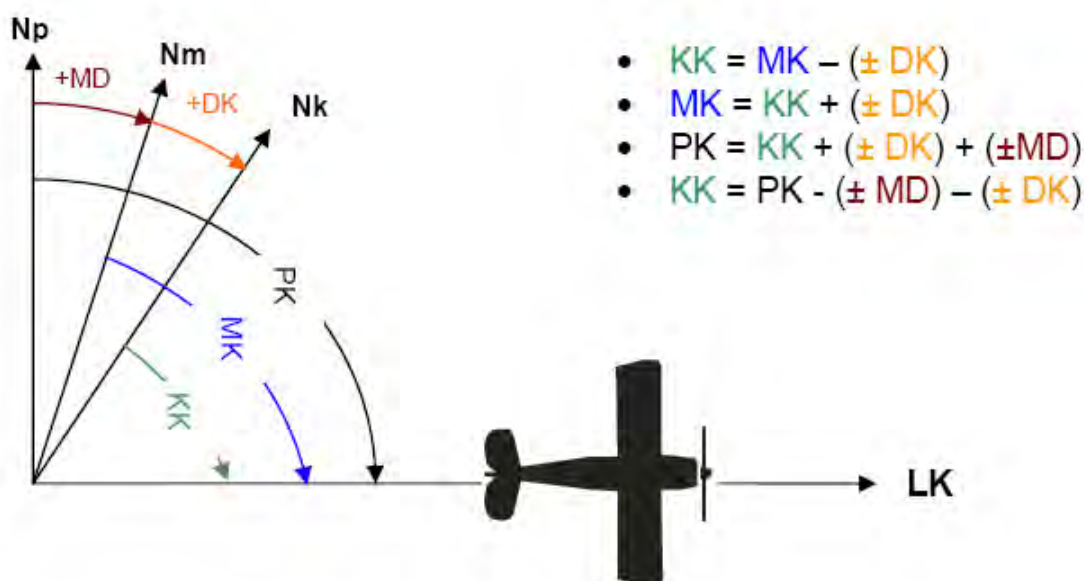
Posledica vgrajenih železnih delov v zrakoplov je, da se kompasova roža odmika od smeri magnetnega poldnevnika v novo smer, smer kompasovega poldnevnika. Ta kot imenujemo devijacija kompasa. Tudi ta je lahko pozitivna ali negativna. Kurz merjen od kompasovega severa imenujemo kompasni kurz (KK).



**Slika 18: zemeljski magnetizem**

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

### 6.2.1 Odnos med pravim, magnetnim in kompasnim kurzom



Slika 19: odnosi med pravim, magnetnim in kompasnim kurzom

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

### 6.2.2 Magnetni kompas in njegove napake

Da bi lahko zanesljivo uporabljali magnetni kompas, se moramo seznaniti še z njegovimi napakami.

1. Montažna napaka nastane, če kompas ni bil natančno nameščen na zrakoplov. Pri tem je treba biti še posebno pazljiv, da se ne namesti ob izvoru magnetnega delovanja.

2. Nagibna napake je posledica gibanja zrakoplova okoli svoje vzdolžne osi. Najbolj je izražena v smeri N – S, medtem ko je v smeri E – W ni. V zavojih v severnih smereh, je potrebno zavoj prekiniti za 20° do 30° pred zelenim kurzom, medtem ko se v južnih smereh to napravi 10° do 20° kasneje.

3. Napaka pospeševanja ali pa zaviranje je najbolj izražena v smeri E – W pri vzpenjanju ali spuščanju zrakoplova. Pri spuščanju v vzhodnih smereh se magnetna roža premakne tako, da pokaže manjši kurz, pri dviganju v isti smeri pa večjega. Pri spuščanju v zahodnih smereh magnetna roža kaže večji kurz, medtem ko pri vzpenjanju manjši kurz.

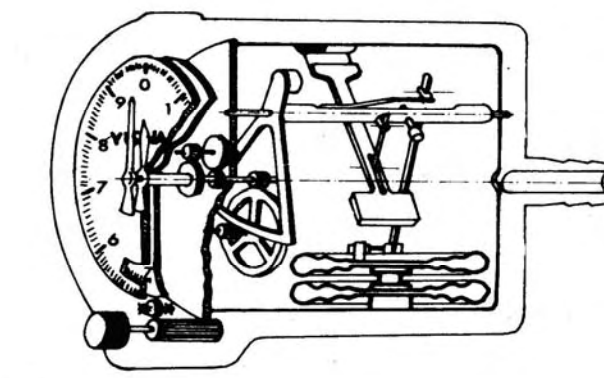
Enak premik magnetne rože nastane, če se v horizontalnem letu hitro doda ali odvzame plin. Ko pospeški ali pojemki prenehajo delovati, magnetni kompas kaže normalne vrednosti.

4. Napaka trenja je posledica upora, ki ga magnetni roži povzroča alkoholna tekočina v kateri se vrti. Zaradi tega se magnetna roža rada obrne v smer začetega zavoja. Ta napaka se pojavlja skupaj s severno napako. V severnih kurzih se seštevata, zato je napaka večja, medtem ko si v južnih kurzih nasprotujeta, zato je napaka manjša.



### 6.3 VIŠINOMER

Višina leta je element varnosti hkrati pa navigacijski element, ki vpliva tudi na ostale elemente, predvsem pa na hitrost leta. Višina leta se meri z vertikalno razdaljo od zrakoplova do neke točke na površini pod njim. Inštrument, s katerim to merimo se imenuje barometrski višinomer ali krajše kar višinomer. Deluje na osnovi zmanjševanja statičnega pritiska z višino enako kot barometer. Glavni del višinomera je aneroid, ki se z višino širi. To širjenje se preko mehanizma prenese na skalo v bralno obliko. Obstajajo pa tudi radarski višinomeri, ki delujejo na načelu merjenja časa, ki ga porabi oddani radijski val do površine in nazaj. Na podlagi tega časa instrument izračuna *relativno* višino (višino nad tlemi), ki pa ni odvisna od zračnega tlaka in temperature. Po navadi je ta instrument v uporabi pri nizkem letenju.

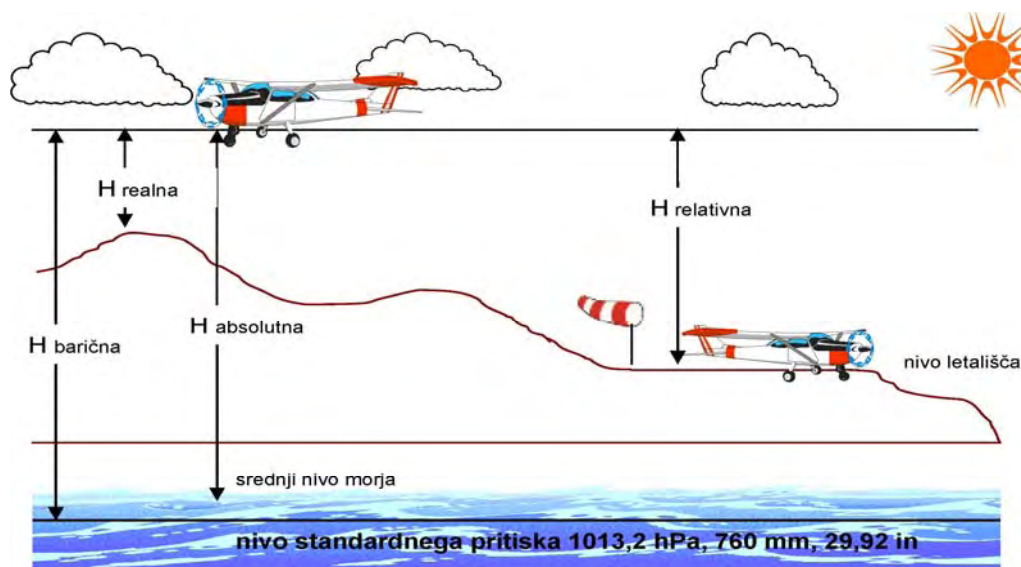


Slika 20: višinomer in presek

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

Višino, ki jo kaže višinomer nastavljamo na različne načine:

- **Relativna višina** (QFE - Height) je višina, ki se meri od letališča ali druge površine na pritisk katere je višinomer nastavljen,
- **absolutna višina** (QNH - Altitude) je višina, ki se meri od srednjega morskega nivoja. Ta nastavev se uporablja za prelete.
- **dejanska višina** (elevation) je vertikalna razdalja do točke, ki jo zrakoplov preleta; merjena je od srednjega morskega nivoja.,
- **barometrska višina** (QNE - Flight level) se meri od nivoja standardnega pritiska.



Slika 21: višine

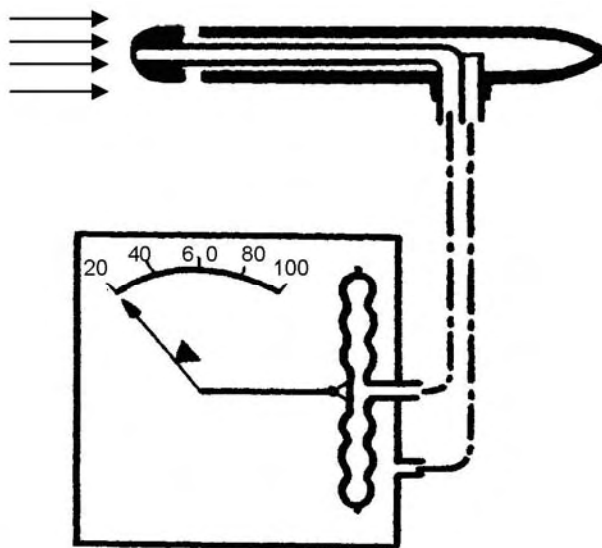
Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

Napake višinomera so:

- **Instrumentalna napaka** je konstrukcijska napaka, ki se kaže v kasnitvi višinomera in jo je potrebno upoštevati pri zelo strmem spuščanju. To napako še povečujejo različno reagiranje materiala, iz katerega je narejen instrument, na spremembe temperature, obrabljenost mehanizma in podobno. Instrumentalna napaka se s kontrolo vpiše v posebno listo.
- **Metodične napake** nastajajo zaradi tega, ker višinomer ne meri direktno višino, temveč zračni tlak. Temperaturna napaka nastane, ker je instrument nastavljen na mednarodno standardno atmosfero. Iz prakse pa vemo, da temperatura in pritisk ne upadata po dogovorjenem standardu. To napako popravimo z navigacijskim računarjem, kjer instrumentalno višino pretvorimo v stvarno. Med časovno daljšimi leti se zračni pritisk spremeni, tako da po pristanku na letališču vzleta ne kaže več iste višine. Barična napaka je posledica razporeditve visokega in nizkega pritiska. Pri letih iz področja visokega pritiska v področje z nizkim pritiskom, se nivo leta spušča, dejanska višina pa se zmanjšuje. Če ne bi upoštevali te napake, bi v danih okoliščinah lahko bila vzrok za nesrečo.

## 6.4 HITROST IN MERILEC HITROSTI

Hitrost zrakoplova je preletena razdalja v časovni enoti. Merimo jo v km/h, m/s, STM/h (MPH), ali NM/H (KNOTS).



Slika 22: merilec hitrosti

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

Za reševanje navigacijskih problemov se uporabljajo naslednje hitrosti:

- **instrumentalna hitrost** (IAS - Indicated Air Speed), ki se prečita z instrumenta
- **dejanska hitrost** (TAS - True Air Speed), ki je hitrost zrakoplova, s katero leti skozi zrak,
- **potovalno hitrost** (GS - Ground Speed), ki jo ima zrakoplov glede na površino zemlje. Odvisna je od dejanske hitrosti in od vetra.

Instrumentalna in dejanska hitrost se merita z merilcem hitrosti (brzinomerom), potovalno hitrost pa dobimo z izračunom.

Zrakoplov ki stoji, je izpostavljen atmosferskemu pritisku. Imenuje se statični pritisk. Posledica trkov molekul zraka z zrakoplovom je dinamični pritisk, ki je večji od statičnega. Dinamični pritisk je pri isti gostoti zraka večji, kolikor je večja hitrost zrakoplova. Z merjenjem dinamičnega pritiska se posredno meri hitrost zrakoplova skozi zrak. Za to opravilo se potrebuje pito cev, ki je nameščena na zunanji del. Instrument ima dva priključka, na enega se priključi celotni tlak, na drugega pa statičnega. Širjenje aneroida je odvisno izključno od spremembe dinamičnega pritiska. Ker je gostota zraka z višino manjša, tudi merilec hitrosti z višino greši. Instrumentalne hitrosti so manjša od stvarnih. Pri velikih hitrostih pride do stiskanja zraka. To stiskanje je odvisno od hitrosti zrakoplova in gostote zraka. Zaradi tega merilec hitrosti ne daje zanesljivih podatkov.



Instrument ima dva priključka, na enega se priključi celotni tlak, na drugega pa statičnega. Širjenje aneroida je odvisno izključno od spremembe dinamičnega pritiska. Ker je gostota zraka z višino manjša, tudi merilec hitrosti z višino greši. Instrumentalne hitrosti so manjša od stvarnih. Pri velikih hitrostih pride do stiskanja zraka. To stiskanje je odvisno od hitrosti zrakoplova in gostote zraka. Zaradi tega merilec hitrosti ne daje zanesljivih podatkov o hitrosti. Za takšne pogoje leta so izdelali merilec, ki avtomatsko popravlja spremembe stiskanja zraka in gostote.

Napake merilca hitrosti:

- **Instrumentalna napaka** nastane zaradi pomanjkljivosti v konstrukciji instrumenta. Po izdelavi instrument testirajo in odstopanja vpišejo v listo napak.
- **Napaka vgraditve pito cevi** nastane takrat, ko le-ta ni vgrajen v smeri vzdolžne osi zrakoplova. To je napaka dinamičnega pritiska, ki je zaradi tega manjši od realnega.
- **Napaka stisljivosti zraka** nastane pri velikih hitrostih, zaradi katere merilec hitrosti daje večjo hitrost od realne. Ta napaka se določa za vsak tip zrakoplova posebej in se prikaže v tabeli.
- **Metodična napaka** nastane zaradi spremembe gostote zraka. Merilec hitrosti je umerjen na mednarodno MSA. To napako enostavno rešimo na navigacijskem računalu ali pa na pamet

Vertikalna hitrost zrakoplova predstavlja spremembo višine v časovni enoti. Meri se s pomočjo variometra v m/s ali ft/min.

Variometer je instrument, ki kaže hitrost dviganja ali spuščanja letala.



Slika 23: variometer

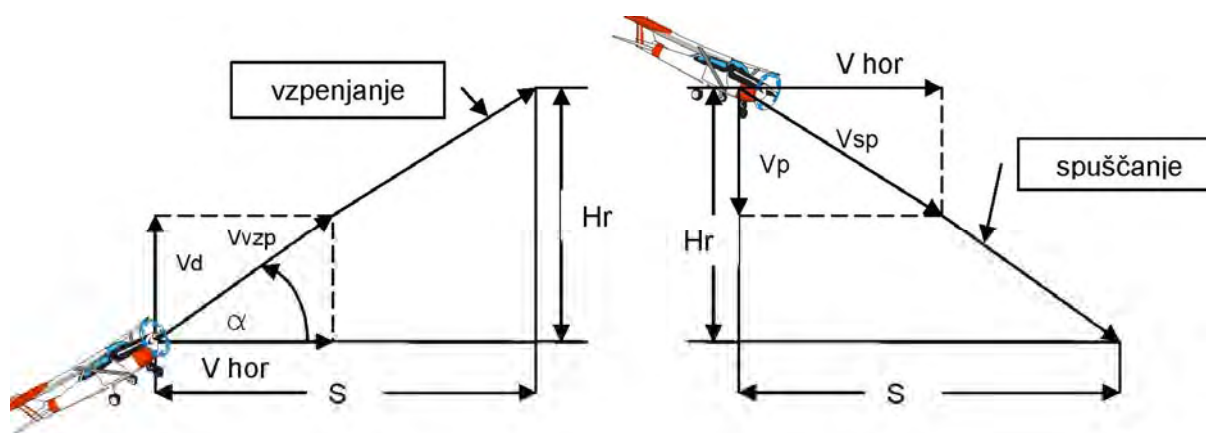
Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

Pri vzpenjanju ali spuščanju se pojavljajo naslednji navigacijski elementi:

- **hitrost vzpenjanja (spuščanja)**, s katero zrakoplov leti skozi zrak in se odčita na merilcu hitrosti,
- **hitrost dviganja ali padanja** v m/s ali ft/min se odčita na variometru,
- **čas vzpenjanja (spuščanja)** (t),
- **višinska razlika**, ki jo zrakoplov ustvari v času vzpenjanja ali spuščanja ( $H_r$ ),
- **dolžina poti (S)**, ki jo zrakoplov opravi v času vzpenjanja ali spuščanja.

Čeprav se zrakoplov vzpenja (spušča) pod določenim kotom (pri kotih do  $18^\circ$ ), se le-ta v izračunih zanemari in se pot vzpenjanja enači s horizontalnim letom.

Pri daljših vzpenjanjih ali spuščanjih je vertikalno hitrost zrakoplova, potrebno upoštevati kot navigacijski element. Ti izračuni so pomembni takrat, ko mora zrakoplov v določenem času, na določeni višini, preleteti odrejeno točko.

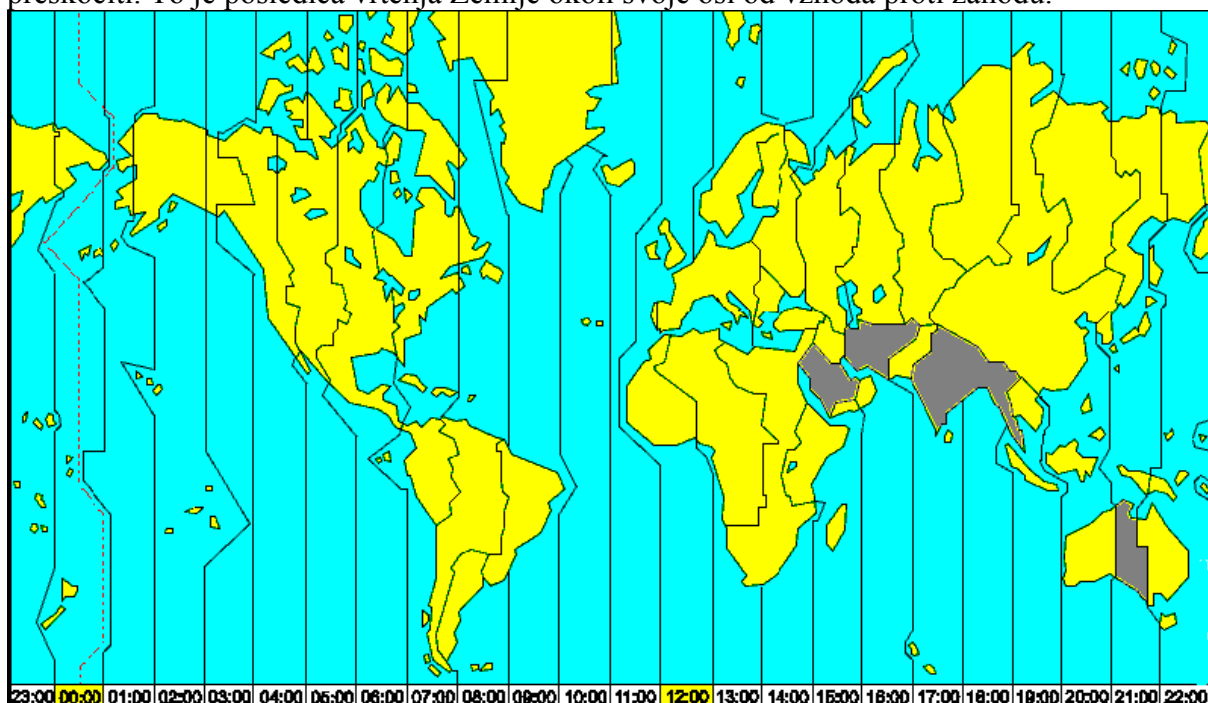


Slika 24: prikaz vzpenjanja in spuščanja

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

## 6.5 ČAS

Osnova za merjenje časa sta vrtenje Zemlje okoli svoje osi in njena pot okoli Sonca. Posledica prvega sta dan in noč, drugega pa letni časi. Ljudje so od nekdaj merili čas po Soncu. Po njegovem navideznem dnevnem gibanju so določali jutro, poldne, večer in polnoč. Taka groba delitev kmalu ni več zadoščala. Zato so sončno navidezno pot razdelili na 24 enakih delov. Šteti so začeli od polnoči (00h 00min 00s), ko je Sonce prešlo nasprotni poldnevnik mesta in ga končali, ko se je vrnilo na isto pozicijo. Tako so dobili sončni čas. Ker tak način merjenja časa velja samo za kraje, ki leže na istem poldnevniku, so Zemljo razdelili na 24 časovnih pasov. Vsak pas je širok po  $15^\circ$  geografske dolžine, kar predstavlja 1 časovno uro. Od poldavnika, ki gre skozi observatorij v Greenwichu, si z enournim razmakom do datumske meje, časovni pasovi sledijo proti vzhodu in zahodu. Proti vzhodu je potrebno eno uro prišteti, proti zahodu pa odšteti. Datumaska meja je nasprotni poldnevnik Greenwichu. Na datumski meji je pri potovanju proti zahodu, potrebno dan ponoviti, proti vzhodu pa preskočiti. To je posledica vrtenja Zemlje okoli svoje osi od vzhoda proti zahodu.



Slika 25: časovni pasovi

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

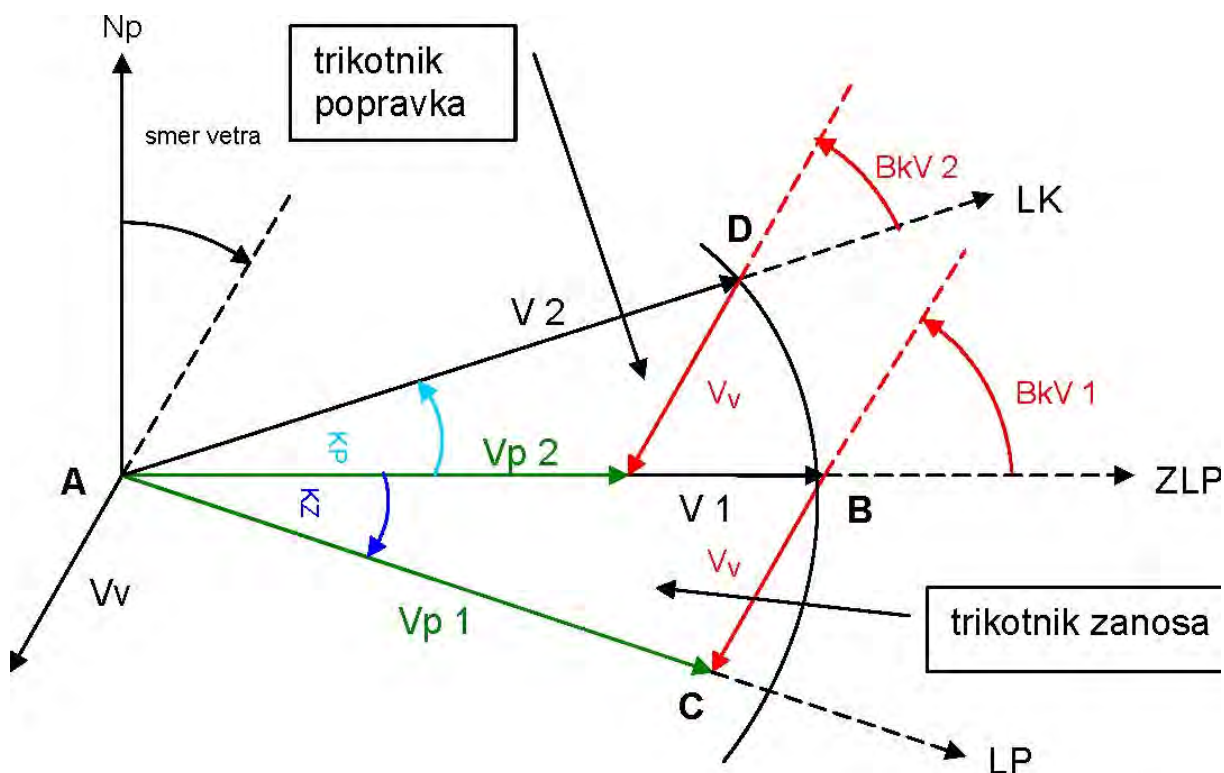
## 6.6 VETER V NAVIGACIJI

Veter je premikanje zračne mase od visokega k nizkem zračnem pritisku. Ima svojo smer od koder piha in hitrost, s katero se zračna masa giblje v odnosu na zemeljsko površino.

Smer vetra se meri v stopinjah od geografskega severa v smeri urnega kazalca od  $000^\circ$  do  $360^\circ$ , medtem ko se hitrost meri v km/h, m/s in v knotih (navtična milja/uro). Običajno se poda v obliki ulomka in sicer  $120^\circ/30$  km/h, kar pomeni, da veter piha iz smeri  $120^\circ$  s hitrostjo 30 km/h.

Grafično se smer in hitrost vetra prikazujeta vektorsko.

Vpliv vetra na zrakoplov, ki je nameraval od točke A k točki B. Ker je na njegov let vplival veter s svojo smerjo in hitrostjo, se je namesto v točki B, znašel v točki C. Njegov let ni bil več v smeri linije kurza ampak po liniji poti. Pri tem sta se pojavila dva nova pojma, kot sta kot zanosa in hitrost potovanja.



Slika 26: trikotnik vetra

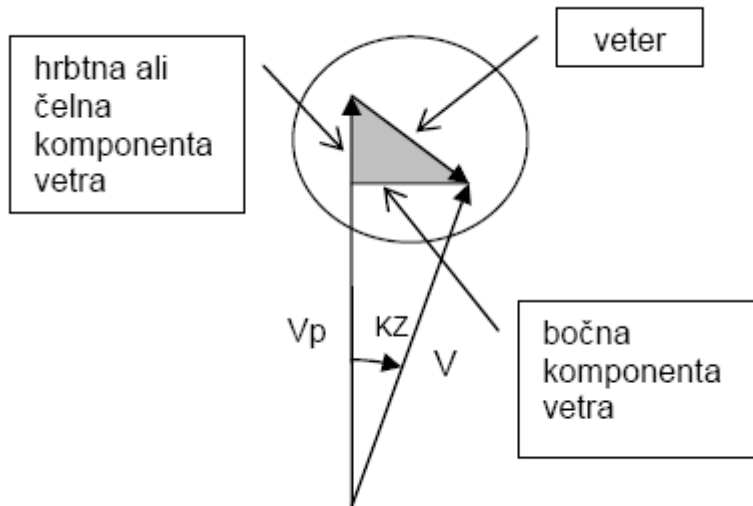
Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

Kot zanosa je kot med linijo kurza in linijo poti.

- Kot zanosa je odvisen od hitrosti vetra. Bolj ko se hitrost veča, večji je kot zanosa.
- S povečanje hitrosti se kot zanosa zmanjša.
- S spremembo bočnega kota vetra, se spremeni tudi kot zanosa.
- Kot zanosa je največji pri bočnem kotu vetra  $90^\circ$ .

Kot popravka je premo sorazmeren s hitrostjo vetra in obratno sorazmeren z hitrostjo zrakoplova. Če se hitrost vetra in zrakoplova ne menjata, je kot zanosa premo sorazmeren z sinusom kota vetra.

Na navigacijskem računalu se problem kota zanosa in potovalne hitrosti rešuje.



Slika 27: način reševanja na navigacijskem računalu

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

## 6.7. MERSKE ENOTE

Včasih je uporabljala vsaka država, pokrajina in mesto različni merski sistem. Danes sta ne svetu najbolj razširjena metrski in anglosaški merski sistem, ki se uporabljata tudi v navigaciji. Zato je prav, da se s temi enotami seznanimo.

Anglosaške statutna milja 1,61 km (1609,3 m)  
navtična milja 1853 m

Mere za volumen :

- Metrične liter [ l ] 1 dm<sup>3</sup> deciliter dl 10 centilitrov (0,1 l)
- Anglosaške inperjalna galona gal. 45,5 dl US galona US gal. 37,9 dl

Mere za maso:

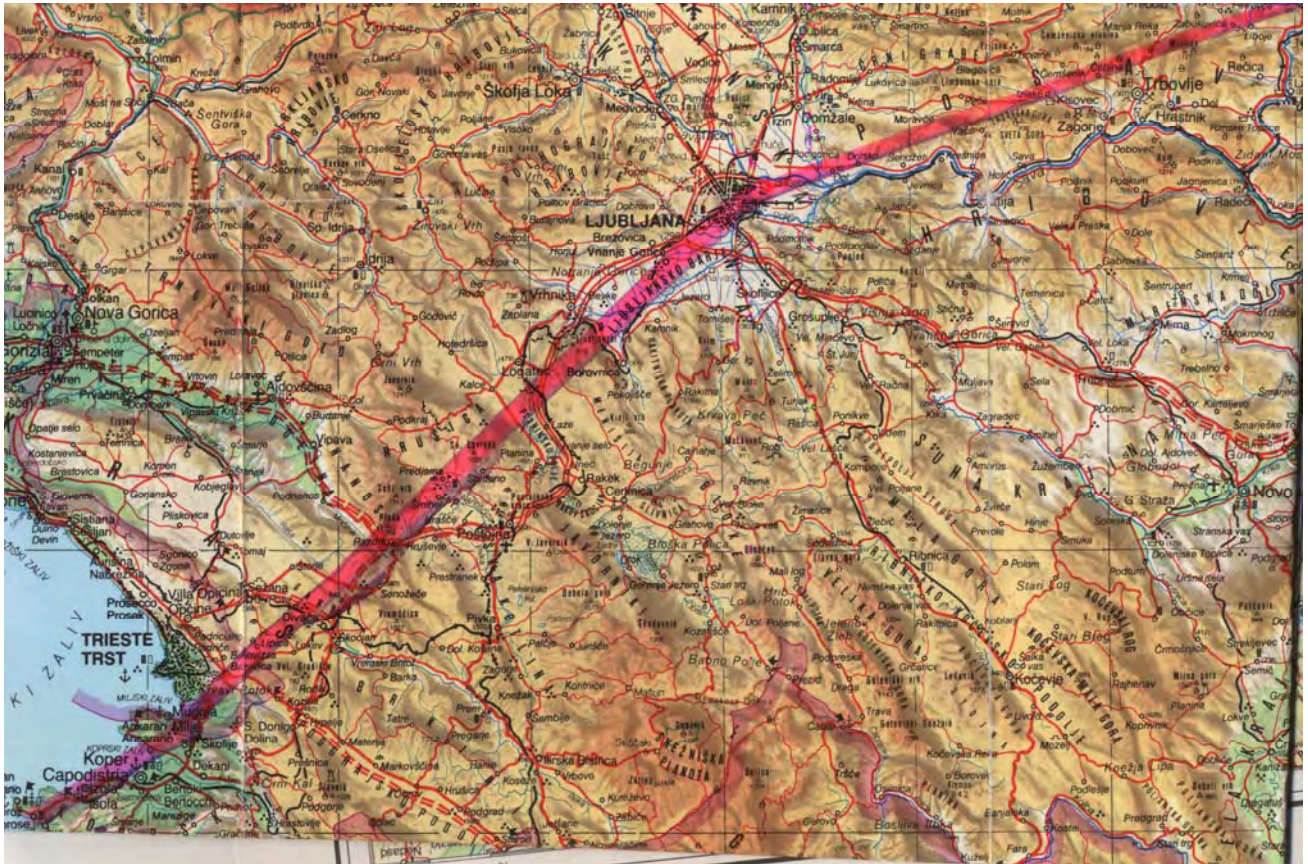
- Metrične tona t 1000 kg metrski cent (kvintal) q 100 kg kilogram kg 1000 g
- Anglošaške libri (Imp.US) lb 453,59 g

Ker so zrakoplovi opremljeni z instrumenti, ki uporabljajo anglosaški merski sistem, je potrebno včasih pretvarjati enote. To lahko približno napravimo na pamet ali bolj natančno z navigacijskim računarjem. Za približen izračun se lahko uporablja naslednja tabela zaokroženih vrednosti merskih enot.



## 7. POLET OD TOČKE A – B

Najprej moramo vedeti ,kam bomo leteli. Za našo raziskovalno nalogo smo si izbrale vizualni polet iz Celja do Portoroža. Najprej smo si pripravile zemljevid Slovenije na katerega smo vrisale začetno in končno točko rute in jo izmerile. Izbrale smo najkrajšo in najbolj varno. (merilo zemljevida:1:500000, kar pomeni 162,5km zračne linije).



Slika 28: vrisana pot od Celja - Portoroža  
Vir: lasten

Izračunale smo potrebni kurz, ki je za Portorož 250. Potem smo preračunale čas leta [formula  $t = s : v$ ]. Letalo ima predvideno hitrost 150 km/h. Prepričane smo, da navigacijsko računalno poleg ravnila, razmernika, kotomera, šestila, svinčnika, navigacijske karte in ure, spada med navigacijski pribor vsakega pilota.



Vir: lasten

**Slika 29: navigacijsko računalno in razlaga le tega**

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

Letele bomo nad višino :

- od Celje do Ljubljane 1516m (saj je najvišji vrh Kum-1216m)

- od Ljubljane do Portoroža 1569m (najvišji vrh je Veliki Javornik-1269m)


Zaradi varnosti letimo 300m nad najvišjim vrhom.

Za pilota pa je zelo pomemben podatek tudi vreme, zato smo si ga ogledale na ARS- u. Najbolj natančna napoved oziroma najbolj natančna napoved so depeše za pilote, ki so zapisane v šifrah.

Na dan poleta je bil napovedan veter, kar je eden bistvenih podatkov lahko bi rekli da skoraj najpomembnejši. Veter je tisti dejavnik zaradi katerega nas zanaša iz smeri leta ali celo pri pristanku privede do sunkov, ki lahko povzročijo katastrofo. Pihal je jugozahodnik 240 / 30, zato je bila naša potovalna hitrost manjša in sicer za 30 km/h, tako da se bomo do Portoroža vozili z hitrostjo 120 km/h.

Na koncu je bilo potrebno še let javiti v Ljubljano na ARO in povedati naš plan leta. Potovali smo po ortodromi.





REPUBLIKA SLOVENIJA  
REPUBLIKA UPRAVA ZA ZRAČNO PLOVBO

REPUBLIC OF SLOVENIA  
CIVIL AVIATION AUTHORITY

### PLAN LETA FLIGHT PLAN

OZNAKA PREDNOSTI PRIORITY ←≡ FF →		NASLOV / ADDRESSEE(S)	
CAS IZPOLNJEVANJA FILING TIME		POŠILJATELJ ORIGINATOR	
TOČNE OZNAKE NASLOVNIKA IN/ALI ODHODNIH KRAJEV SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR			
3 VRSTA SPOROČILA MESSAGE TYPE ←≡ ( FPL	7 OZNAČBA LETALA AIRCRAFT IDENTIFICATION SSD1C	8 PRAVILA LETENJA FLIGHT RULES - V	VRSTA LETA TYPE OF FLIGHT S
9 ŠTEVILKA NUMBER 01	TIP ZRAKOPLOVA TYPE OF AIRCRAFT C172	KATEGORIJA TURBULENCE WAKE TURBULENCE CAT / L	10 OPREMA EQUIPMENT S/C
13 ODHODNO LETALIŠČE DEPARTURE AERODROME LJCL	CAS TIME 1200		
15 HITROST KRIZARJENJA CRUISING SPEED NO100	NIVO LEVEL A0060	RUTA ROUTE LJCL → Teharje → Trebnje → V. Lašče → S1 → S3 → LJLJ	
16 NAMEBNO LETALIŠČE DESTINATION AERODROME LJLJ	SKUPNO PREDVIDEN CAS TOTAL EET 0100	ALTERNATIVNO LETALIŠČE ALTN AERODROME LJNM	2 ALTERNATIVNO LETALIŠČE 2ND. ALTN AERODROME
18 OSTALA OBVESTILA OTHER INFORMATION			
DODATNA OBVESTILA (SE NE DAJO Z OBVESTILI V PLANU LETA) SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES)			
19 AVTONOMIJA ENDURANCE E / 0400	OSEBE V ZRAKOPLOVU PERSONS ON BOARD P / 004	RADIO ZVEŽA V SILI EMERGENCY RADIO UHF VHF ELBA R / <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
OPREMA ZA PREŽIVETJE SURVIVAL EQUIPMENT POLARNA POLAR P PUŠČAVSKA DESERT D POMORSKA MARITIME M DŽUNGLA JUNGLE J		VARNOSTNI PAS JACKETS LUC LIGHT L FLUOR FLUORES F UHF U VHF V	
COLNI DINGHIES STEVILO NUMBER 8		NOSILNOST CAPACITY POKRIVALO COVER BARVA COLOUR	
BARVA IN OZNAKE ZRAKOPLOVA AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS A / bela			
PRIPOMBE REMARKS N /			
VOĐJA LETALA PILOT-IN-COMMAND c / Peter Karner			
IZPOLNIL FILED BY <i>[Signature]</i>		REZERVIRANO ZA DODATNE ZAHTEVE SPACE RESERVED FOR ADDITIONAL REQUIREMENTS	

Slika 30: plan leta

Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner



## NAVIGACIJSKI PLAN



Pilot:	Karner Peter		Pa38	Smer	Hitrost	fit/min	Polet.	8:00			
Spemljevalec:			Mot. letalo	0°	Kts	400	QNH	1018			
Motorno letalo:	Tomahawk S5-DDJ		Veter:	0	0	Alternacija	LJAJ	123,500			
Datum:	21.9.2004		Hitrost na ruti	Kts	90	h:min:sec	h:min	h:min			
Ruta	H	S	PK	MK	KK	KP	KK	GS	Čas leten.:	Pričak. čas	Real. čas
1 Ad Celje	801	5,3	59	59,8	59,8	0	060	70	0:04:33	8:12	
VALLU	4000	VAR	1,0	0,0	DEV						
2 VALLU	4000	4,5	87	88,4	88,4	0	088	90	0:03:01	8:15	
MB MS2		VAR	1,0	0,0	DEV						
3 MB MS2	4000	20,2	72	73,4	73,4	0	073	90	0:13:27	8:29	
MB ME1		VAR	1,0	0,0	DEV						
4 MB ME1	4000	17,9	39	39,6	39,6	0	040	90	0:11:56	8:40	
Ad M. Sobota		VAR	1,0	0,0	DEV						
5 Ad M. Sobota	4000	14,6	257	258,0	258,0	0	258	90	0:09:42	8:50	
Lenart		VAR	1,0	0,0	DEV						
6 Lenart	4000	8,3	226	226,9	226,9	0	227	90	0:05:30	8:56	
Ad Maribor		VAR	1,0	0,0	DEV						
7 Ad Maribor	4000	8,1	144	145,5	145,5	0	145	90	0:05:23	9:01	
NDB MR		VAR	1,0	0,0	DEV						
8 NDB MR	4000	15,6	253	253,2	253,2	0	253	90	0:10:23	9:11	
MB MS2		VAR		0,0	DEV						
9 MB MS2	4000	9,5	252	251,9	251,9	0	252	90	0:06:21	9:18	
Ad Celje		VAR		0,0	DEV						
10		0,0	0	0,0	0,0	0	000	90	0:00:00	9:18	
		VAR		0,0	DEV						
11		0,0	0	0,0	0,0	0	000	90	0:00:00	9:18	
		VAR		0,0	DEV						
SKUPAJ		103,9							1:10:16	9:18	

10,01  
11,05  
11,08  
11,21  
11,33  
10,38

Čas dviganja do ZTM	0:08	
Potrebno gorivo:	Čas	Litri
Gorivo v litrih/h		24
Na ruti:	1:10	28
Alternacija:	0:20	8
Rezerva	0:45	18
SKUPAJ	2:15	54

Letališče:	COMM	Steza	VIŠINA	Veter	VOR	NDB	ILS

Slika 31: navigacijski plan  
Vir: splošna navigacija; avtor: Peter Karner

## 7.1 IZGUBA ORIENTACIJE

Izguba orientacije je situacija, ko ne moremo prepoznati nobenega orientira v vidnem obsegu, niti nismo v stanju prepoznati nobenega točkovnega orientira in ne vemo v katerem kurzu bi leteli, da bi prišli na cilj. Izguba orientacije je lahko posledica:

- nepoznanega terena,
- navigacijska priprava je bila slabo opravljena,
- odstopanje od osnovnih pravil navigacije,
- pomanjkljivosti v navigacijski opremi zrakoplova,
- slabo raziskani meteorološki pogoji za let.

Pri ponovnem vzpostavljanju orientacije, je potrebno upoštevati:

- ostati je treba hladnokrven, kajti nervoza je vzrok za marsikatero napačno
- odločitev,
- zabeležiti je treba čas, prekontrolirati ostanek goriva in določiti koliko časa se
- s tem gorivom lahko ostane v zraku,
- povečati je treba višino leta (seveda, če to dopuščajo meteorološki pogoji),
- če je za izgubo orientacije krivo vreme, je najbolje, če sami nismo sposobni
- oceniti nadaljnega razvoja le-tega, da to stori kontrola letenja,
- od zadnje znane pozicije računskim putem določimo možno pozicijo in
- poiščemo markantne orientire.

## **8. INTERVJU**

### **1. Kako ste postali pilot?**

Navdušenje sem dobil že kot otrok. Saj je moja teta stanovala v bližini letališča Lesce in ker tam ni bilo veliko otrok sem dolge čase preganjal z gledanjem letal. Navdušenje je bilo tako veliko, da sem postal modelar in se s tem ukvarjal 11 let. Leta 1964 sem opravil prvi polet z jadrilico. Poklicni pilot pa sem postavljal leta 1974.

### **2. Polet od točke A do točke B z vso razpoložljivo navigacijo (potrebni dokumenti)!**

Najprej moramo vedeti kam bomo leteli, potem si pripravimo letalsko karto, ki jo bomo uporabili. Na karti z ravnilom označimo kam bomo šli, potem zmerimo kurz. Ko imamo vse označeno nastavimo formulo in izračunamo koliko časa bomo potovali in kolikšno predvideno hitrost bomo imeli. Ko imamo to vse narišemo na karto. Predvideti moramo tudi vse višine na poti. Ko smo to vse postorili nas čaka še meteorološka priprava, ki nam pove kakšne so splošne napovedi in kakšne so napovedi za pilote. Pri vsem tem pa je najbolj pomemben veter! Na koncu še preverimo zakonodajo in to javimo na kontrolo letenja.



Slika 32: zemljevid z vrisanimi potmi

Vir: Peter Karner

### **3. Kako pilot kontrolira smer leta?**

S kompasom, GPS navigacijo, radio navigacijo, žiro direcional (nastavimo po magnetnem kompasom).

#### **4. Kako pristati v ekstremnih vremenskih pogojih?**

Zelo malo je verjetno, da bi se v zrak podali ob slabih vremenskih napovedih. Če pa se vremenske razmere poslabšajo med letom, je potrebno pristati na najbližjem letališču. Vsekakor ne smemo z glavo skozi zid!

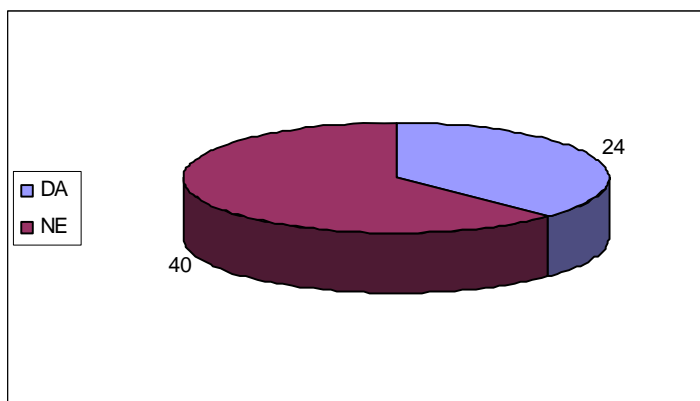
#### **5. Kaj narediti v primeru odpovedi instrumentov v letalu?**

Že na letališču pred vzletom si zbereš orientir. Ampak zelo malo verjetnosti je, da odpovedo vsi instrumenti. Če se že pa to zgodi nam pomaga radijsko vodenje.

## **9. ANKETA**

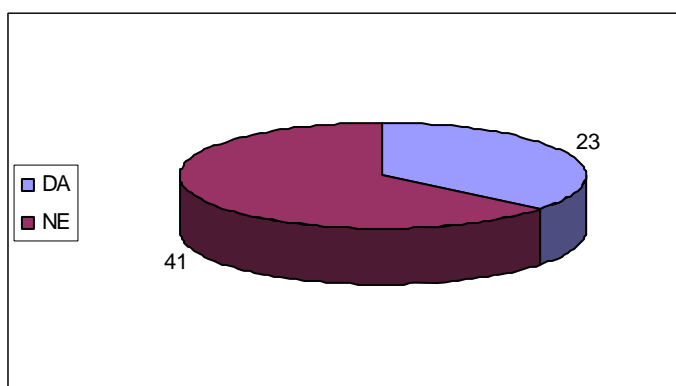
V anketi je sodelovalo 64 dijakov iz srednje šole za storitvene dejavnosti in logistiko (smer prometni tehnik) v starostnem razponu od 15 do 19 let.

1. Ali ste se že peljali, z kakršnim koli zrakoplovom?



Graf 1: razmerje med tistimi, ki so s peljali z zrakoplovom in tistim, ki se še niso

2. Ali veste kaj o letalski navigaciji?

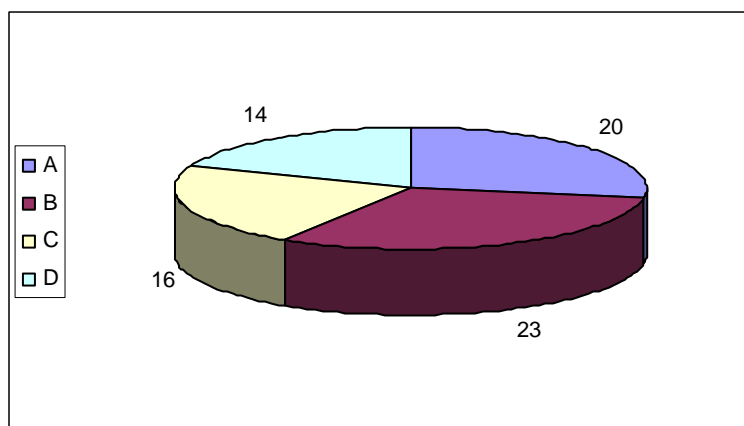


Graf 2: seznanjenost z letalsko navigacijo



3. Ali poznaš katero od naštetih navigacij?

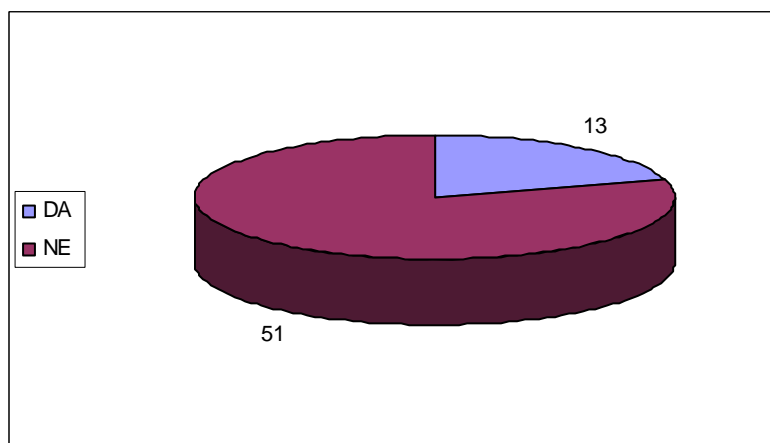
- A. Vizualna navigacija
- B. Radionavigacija
- C. Računska navigacija
- D. Astronomska navigacija



Graf 3 : seznanjenost z vrsto navigacij

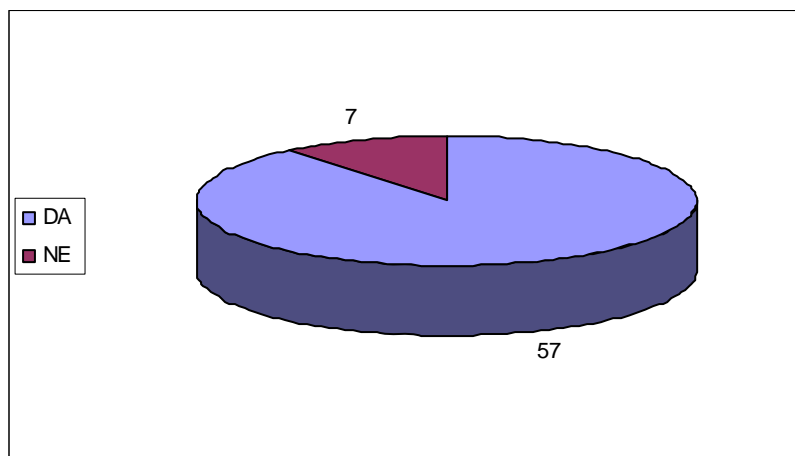
14 anketirancev pa ni odgovorilo na vprašanje

4. Ali veste katere naprave so nujne za varno letenje?



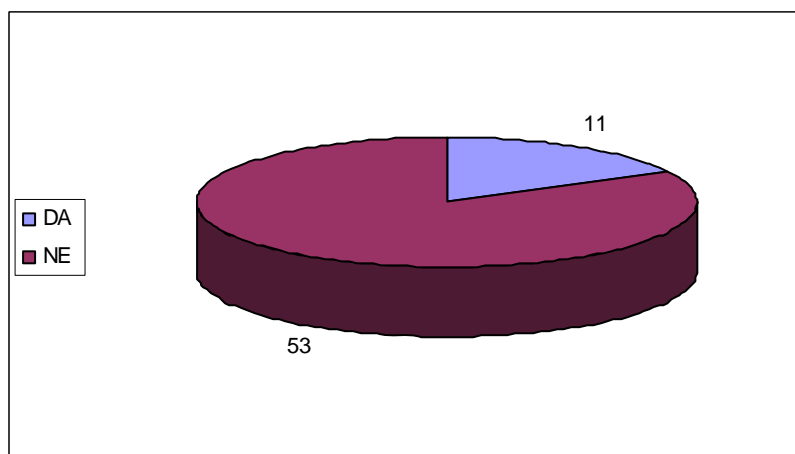
Graf 4: poznanstvo navigacijskih naprav

5. Ali zaupate pilotu in v naprave, ki so namenjene navigaciji?



Graf 5: zaupanje pilotu in v naprave, ki so namenjene navigaciji

6. Ali ste dovolj seznanjeni s teorijo navigacije?



Graf 6: seznanjenost s teorijo navigacije



## **10. ZAKLJUČEK**

Pri izdelavi raziskovalne naloge smo naleteli na različne probleme, ki jih same nismo uspele rešiti, zato smo navezale stik z nekdanjim upravnikom letališča Levec, ki nam je z veseljem priskočil na pomoč.

Razložil nam je teoretične osnove vseh vrst letalske navigacije, osnovne zemljepisne pojme, osnove zemeljskega magnetizma, ipd.

Na osnovi analize in sinteze smo ugotovile, da je postavljena hipoteza realna. Kljub modernim sredstvi smo ugotovile, da v ekstremnih primerih lahko letalo izgubi smer in višino.

Zato predlagamo določene spremembe in izboljšave, ki bi jih lahko uporabili tudi v meglenem, oblačnem in vetrovnem vremenu. Pri tem se nagibamo predvsem k uporabi dodanega instrumentalnega letenja-instrumentalne navigacije, ki nam omogoča slepo vzletanje in pristajanje in tudi letenje.

Skozi raziskovalno nalogo smo pridobile znanje o navigaciji, vremenu, osnovne geografske pojme in na osnovi teh znanj smo same organizirale let iz Celja do Portoroža. Naučile smo se, da ima navigacija zelo pomembno vlogo. Vse navigacijske naprave, ki so v letalu so zelo pomembne za varen let, saj na le-te kažejo smer leta in višino.

Menimo, da ni naprava tista, ki dela napako, ampak je človek tisti, ki jo naredi!

## VIRI

Slike internet:

- <http://www.talti.com/>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/>
- <http://www.google.si/>

Slike iz skripte:

Peter Karner, Celje 2006: Skripta o Letalski navigaciji. Samozaložba

Literatura:

1. Peter Karner, Celje 2006: Skripta o Letalski navigaciji. Samozaložba
2. <http://sl.wikipedia.org/wiki/>
3. Ian Graham, Ljubljana 2001: Najlepša knjiga o letalih. Založba Učila
4. Ustni vir gospod Peter Karner