

Prividno kretanje nebeskih tijela i identifikacija zvijezda

Kovačević, Zoran

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:463023>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-02**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

Zoran Kovačević

**PRIVIDNO KRETANJE NEBESKIH TIJELA I
IDENTIFIKACIJA ZVIJEZDA**

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**PRIVIDNO KRETANJE NEBESKIH TIJELA I
IDENTIFIKACIJA ZVIJEZDA
APPARENT MOTION OF CELESTIAL BODIES AND
IDENTIFICATION OF STARS**

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Astronomska navigacija

Mentor: Doc. dr. sc. Đani Šabalja

Student: Zoran Kovačević

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112079396

Rijeka, rujan 2022.

Student: Zoran Kovačević

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112079396

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom PRIVIDNO KRETANJE NEBESKIH TIJELA I IDENTIFIKACIJA ZVIJEZDA

Izradio samostalno pod mentorstvom doc. dr. sc. Đani Šabalja.

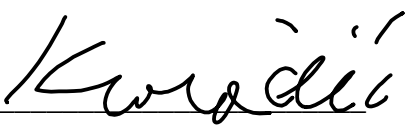
U radu sam primijenio/ metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan sam s trajnom pohranom završnog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:
(*zaokružiti jedan ponuđeni odgovor*)

- a) rad u otvorenom pristupu
- b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH
- c) pristup korisnicima matične ustanove
- d) rad nije dostupan

Student


(*potpis*)

Student: Zoran Kovačević

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

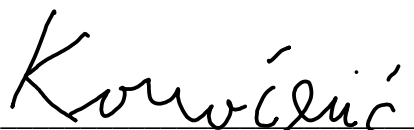
JMBAG: 0112079396

IZJAVA STUDENTA – AUTORA O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima Creative Commons licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student: Zoran Kovačević

Handwritten signature of Zoran Kovačević in black ink, written over a horizontal line.

(potpis)

SAŽETAK

Od samih početaka plovidbe, dok još nisu bili izumljeni razni navigacijski instrumenti, ljudi su se na razne načine snalazili, kako bi se orijentirali u prostoru, pa su počeli koristiti nebeska tijela.

Tijekom dana su koristili Sunce, a tijekom noći zvijezde i planete, kako su se tijekom određenog vremenskog perioda pojavljivali razni navigacijski uređaji, a pomorci su već znali identificirati odnosno prepoznati zvijezde na nebeskoj sferi, navigacija je postala znatno lakša.

Kasnije su počeli određivati udaljenost zvijezda i njihov položaj, te su na taj način uspjeli doći do vlastite pozicije. Za pronalaženje zvijezda su se koristile zamišljene linije i pravci, odnosno alignamenti.

Ključne riječi : nebeska sfera, identifikacija, zvijezde, Sunce, nebesko tijelo

SUMMARY

From the very beginnings of navigation, before various navigational instruments were invented, people found their way around in various ways in order to orient themselves in space, so they started using celestial bodies.

During the day they used the Sun, and during the night the stars and planets, as various navigation devices appeared over a certain period of time, and sailors already knew how to identify or recognize the stars on the celestial sphere, navigation became much easier.

Later, they began to determine the distance of the stars and their position, and in this way they managed to reach their own position. Imaginary lines and directions, or alignments, were used to find the stars.

Keywords: celestial sphere, identification, stars, Sun, celestial body

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SUMMARY	II
SADRŽAJ	III
1. UVOD	1
2. HELIOCENTRIČNI SUSTAV	2
3. <i>GEOCENTRIČNI SUSTAV</i>	4
4. KEPLEROVI ZAKONI.....	5
5. NEBESKA TIJELA	6
5.1. SUNCE.....	6
5.2. MJESEC	7
5.3. PLANETI.....	8
5.4. ZVIJEZDE.....	9
5.5. ASTEROIDI.....	9
6. PRIVIDNO KRETANJE NEBESKIH TIJELA.....	11
6.1. ORIJENTACIJA NA NEBESKOJ SFERI	11
6.1.1. <i>PARALELNA NEBESKA SFERA</i>	12
6.1.2. <i>OKOMITA NEBESKA SFERA</i>	13
6.1.3. <i>KOSA NEBESKA SFERA</i>	15
6.1.4. <i>EKLIPTIKA</i>	16
6.1.5. <i>SOLSTICIJ</i>	16
6.1.6. <i>EKVINOKCIJ</i>	16
6.1.7. <i>ZODIJAK</i>	17
7. PRIVIDNO KRETANJE NEBESKIH TIJELA GLEDANO SA ZEMLJE	18
7.1. KONJUKCIJA.....	18
7.2. OPOZICIJA I KVADRATURA.....	18
7.3. GORNJI PLANETI	19
7.4. DONJI PLANETI.....	19
8. ZVIJEZDE	20

8.1.	IMENOVANJE ZVIJEZDI	20
8.2.	KARAKTERISTIKA ZVIJEZDA.....	21
8.2.1.	<i>PRIVIDNA I APSOLUTNA VELIČINA SJAJA ZVIJEZDI.....</i>	<i>21</i>
8.2.2.	<i>BOJA I SPEKTAR ZVIJEZDA.....</i>	<i>21</i>
8.2.3.	<i>TEMPERATURA ZVIJEZDA</i>	<i>22</i>
8.2.4.	<i>H-R DIJAGRAM.....</i>	<i>23</i>
9.	ALIGNAMENTI	25
9.1.	ALIGNAMENTI UZ POMOĆ VELIKOG MEDVJEDA I MALOG MEDVJEDA	25
9.1.1.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE SJEVERNJAČE ILI POLARIS.....</i>	<i>25</i>
9.1.2.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE ARCTURUS.....</i>	<i>26</i>
9.1.3.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE ALPHECCA.....</i>	<i>26</i>
9.1.4.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE CASTOR</i>	<i>26</i>
9.1.5.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE REGULUS.....</i>	<i>26</i>
9.1.6.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE DENEbola</i>	<i>27</i>
9.1.7.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE CAPELLA.....</i>	<i>27</i>
9.1.8.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE DENEb.....</i>	<i>27</i>
9.1.9.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE KOCHAB</i>	<i>27</i>
9.2.	ALIGNAMENTI UZ POMOĆ ZVIJEŽDA LOVAC	27
9.2.1.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE SIRIUS.....</i>	<i>28</i>
9.2.2.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE PROCYON.....</i>	<i>28</i>
9.2.3.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE ALDEBARAN</i>	<i>29</i>
9.2.4.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE HAMAL</i>	<i>29</i>
9.3.	ALIGNAMENTI UZ POMOĆ ZVIJEŽDA KASIOPEJA.....	29
9.3.1.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEŽDA PEGAZUS I ANDROMEDE.....</i>	<i>30</i>
9.3.2.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE MIRFAK</i>	<i>30</i>
9.4.	ALIGNAMENTI UZ POMOĆ ZVIJEŽDA PEGAZUSA	31
9.4.1.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE DIPHDA.....</i>	<i>31</i>
9.4.2.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE FOMALHAUT</i>	<i>31</i>
9.4.3.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE ALTAIR.....</i>	<i>32</i>
9.5.	ALIGNAMENTI UZ POMOĆ ZVIJEŽDA JUŽNI KRIŽ	32
9.5.1.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE RIGIL KENTAURUS I HADAR</i>	<i>33</i>
9.5.2.	<i>IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE CANOPUS.....</i>	<i>34</i>
9.6.	IDENTIFICIRANJE RAZLIČITIH PREPOZNATLJIVIH OBLIKA ILI ASTERIZAMA NA NEBESKOJ SFERI.....	35

9.6.1.	<i>LJETNI TROKUT</i>	35
9.6.2.	<i>ZIMSKI TROKUT</i>	36
9.6.3.	<i>ZIMSKI ŠESTEROKUT</i>	37
10.	ZAKLJUČAK	38
	LITERATURA	39
	POPIS SLIKA	40

1. UVOD

Tema ovog završnog rada je, "Prividno kretanje nebeskih tijela i identifikacija zvijezda".

Cilj ovog završnog rada je prikazati povijest astronomije i njezine primjene u pomorstvu, odnosno kako se prividno kretanje nebeskih tijela po nebeskoj sferi koristilo za određivanje pozicije na zemlji.

Obrada same teme započinje nakon uvoda gdje je opisan heliocentrični sustav a nakon njega I geocentrični sustav. Nakon toga se opisuju Keplerovi zakoni. U petom poglavlju bliže se opisuju nebeska tijela, dok u šestom poglavlju se uže opisuje prividno kretanje već navedenih nebeskih tijela po nebeskoj sferi.

U sedmom poglavlju rada govori se o prividnom kretanju nebeskih tijela koje promatramo sa zemlje. Osmo poglavlje piše u o zvijezdama i njihovim karakteristikama, a u zadnjem poglavlju ovoga rada opisuje se način identifikacije zvijezda na nebeskoj sferi, te alingmenti na južnoj i sjevernoj hemisferi. Posljednje poglavlje ovoga rada je zaključak.

Prilikom pisanja ovog završnog rada korištena je desk research metoda, kojom su istraženi dostupni izvori koji su vezani uz ovu temu.

2. HELIOCENTRIČNI SUSTAV

Heliocentrični sustav je model sunčevog sustava u kojem se Sunce postavlja kao središte svijeta. Takav način viđenja potiče još iz antičke Grčke u kojoj je Aristarh sa Sama, grčki matematičar i filozof podržavao takav sustav.

U renesansno doba Nikola Kopernik¹ je detaljnije razradio heliocentrični sustav i utvrdio tri načina gibanja zemlje: rotaciju, revoluciju i precesiju.

U Kopernikovu sustavu za prikaz gibanja planeta korištena su kružna gibanja odnosno kružnice, koja su točnije pokazivala gibanja planeta bez obzira na smanjen broj kružnica u odnosu na geocentrični sustav. Kako Kopernik nije imao fizičkih dokaza za svoju tezu, znanstvenici toga vremena nisu prihvatili takav sustav.

Za prihvaćanje heliocentričnoga sustava prvo je bilo potrebno razviti znanstvenu metodu, mehaniku i teoriju gravitacije, što su učinili Galileo Galilei² i Isaac Newton³.

Kasnije je sustav značajno poboljšao Johannes Kepler⁴ uvodeći eliptične kružnice kojima je utvrdio da se planeti ne gibaju jednoliko odnosno da je gibanje brže kod perihela, a sporije kod ahela.

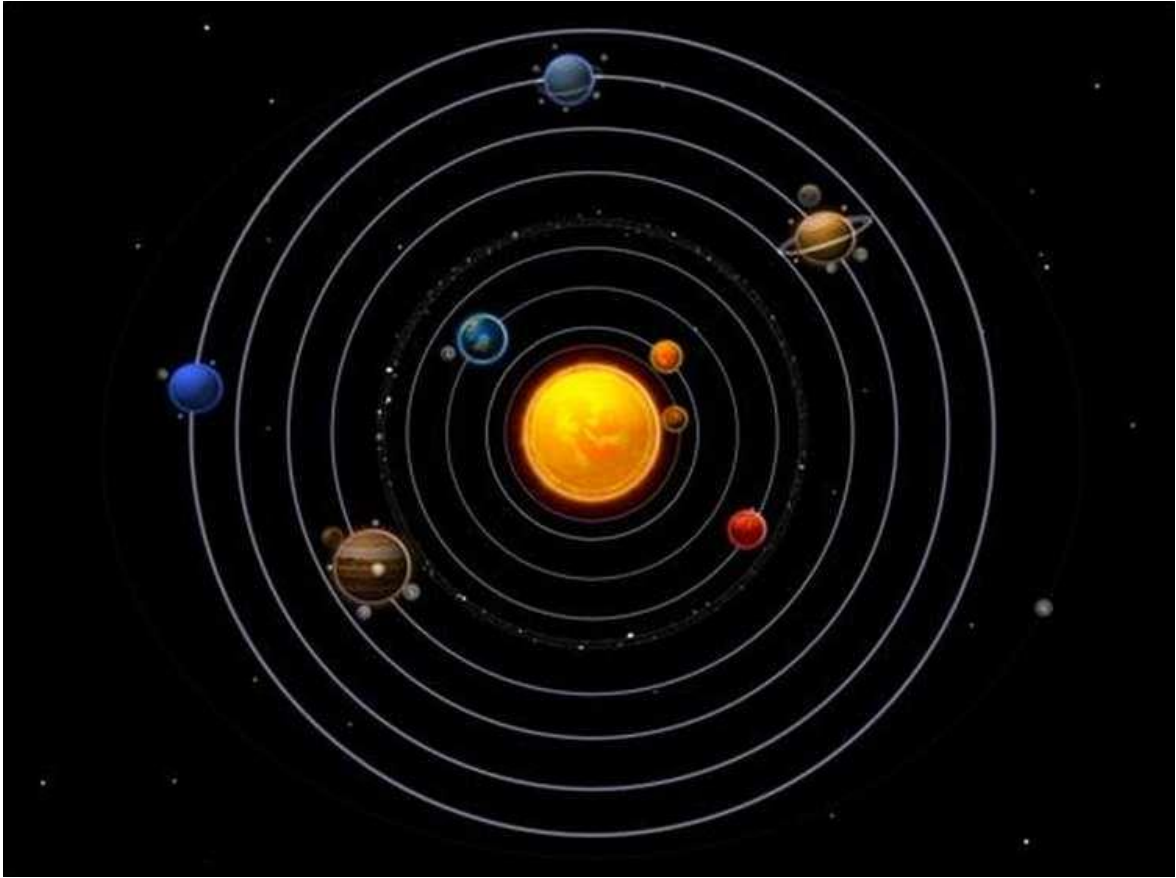
Razvijeni postupci u matematici kao što su računanja gibanja i sve točnija mjerenja astronomskim instrumentima te na kraju krajeva fizički dokazi, kojih nema niti bi ih bilo u geocentričnom sustavu (godišnja zvjezdana aberacija), potvrđuju točnost heliocentričnog sustava.

¹ Nikola Kopernik, poljski astronom (1473.g – 1543.g)

² Galileo Galilei, talijanski fizičar i astronom (1564.g – 1642.g)

³ Isaac Newton, engleski fizičar, matematičar i astronom (1642.g – 1717.g)

⁴ Johannes Kepler, njemački astronom, matematičar i astrolog (1571.g – 1630.g)



Slika 1 Heliocentrični sustav⁵

⁵ Izvor: <https://impulsportal.net/index.php/zanimljivosti/nauka-i-tehnologija/7797-heliocentricni-sistem>

3. GEOCENTRIČNI SUSTAV

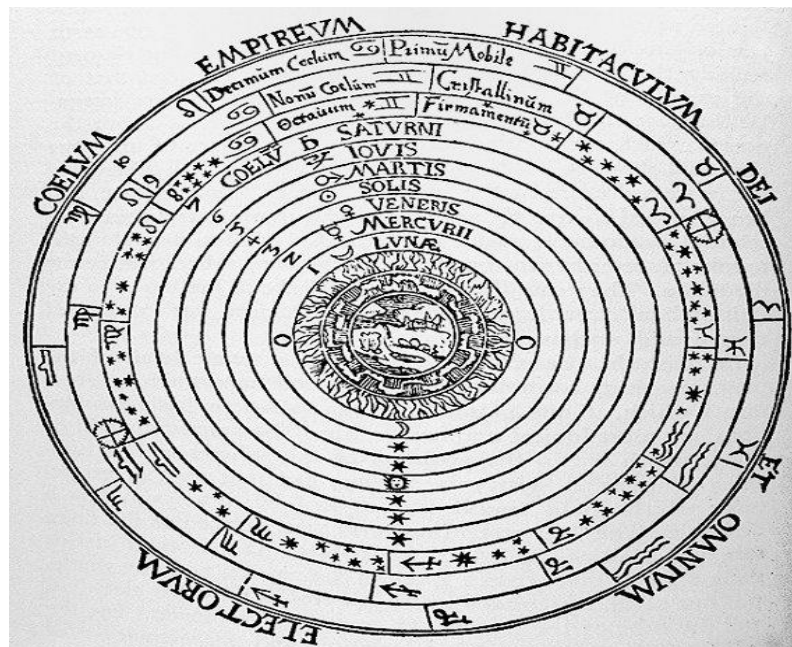
Geocentrični sustav je vrsta sučevog sustava u kojem se zemlja nalazi u središtu.

Razvio ga je Hiparh⁶ iz Nikeje, a završio ga je Klaudije Ptolomej⁷ u drugome stoljeću i takav model sustava je ostao prihvaćen sve do 16. stoljeća. Isprva je bilo smišljeno da se svaki planet nalazi na zasebnoj sferi, a zvijezde na zadnjoj. Zatim su nakon toga uvedene kružnice, deferent i epicikl. Vjerovalo se da svi planeti i nebeska tijela okrenu oko zemlje za jedan dan, Mjesec za mjesec dana, a Sunce jednom godišnje. Vidljiva gibanja planeta mogu biti direktna ili progradna. Direktno gibanje je kada se planet odnosno nebesko tijelo giba od zapada prema istoku.

Progradno odnosno retrogradno gibanje je kada se nebesko tijelo vraća te na taj način čini petlju i ponovno kreće prema istoku.

Takav način gibanja je rastumačen u Kopernikovom heliocentričnom sustavu projekcijom položaja nebeskih tijela zato što se svaki od tih planeta giba različitom brzinom oko Sunca.

Izvor: Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje



Slika 2 Geocentrični sustav

⁶ Hiparh, grčki astronom, geograf i matematičar. Obavljao je vrlo točna mjerenja položaja zvijezda i njihovih prividnih magnituda, koje je odredio u ljestvici od 1 do 6.

⁷ Klaudije Ptolomej, starogrčki matematičar, astronom i astrolog (100.god – 165 .god)

4. KEPLEROVI ZAKONI

Keplerovi zakoni su zakoni kojima je Johannes Kepler, njemački astronom, opisao gibanje planeta oko Sunca, uz pomoć tri zakona.

Prvi Keplerov zakon govori o tome kako se Sunce nalazi u središtu elipsa, po kojima se svi planeti po njima gibaju oko Sunca.

Drugi Keplerov zakon govori kako vektor između planeta i Sunca pređe jednake površine, odnosno planet se brže kreće kada se nalazi bliže Suncu, a sporije se kreće kad je udaljeniji od Sunca.

Treći Keplerov zakon opisuje da je omjer kuba i udaljenosti od Sunca i kvadrat vremena obilaska jednak za sve planete.

Kasnije je utvrđeno da svi ovi zakoni Johannesa Keplera se mogu primijeniti, s velikom točnošću, za proračun putanja kometa, prirodnih i umjetnih satelita, i drugoga.

Keplerovi zakoni poslužili su Isaacu Newtonu da otkrije temeljne zakone gibanja i opće zakone gravitacije.

5. NEBESKA TIJELA

Pod pojam nebeskih tijela spadaju svi objekti u svemiru kao što su: Sunce, Mjesec, planeti, zvijezde i asteroidi.

Neki od tih nebeskih tijela su bliže nama, dok su drugi udaljeniji od Zemlje.

Nebeska tijela koja možemo vidjeti golim okom sa Zemlje su: Sunce, Mjesec, planeti i zvijezde.

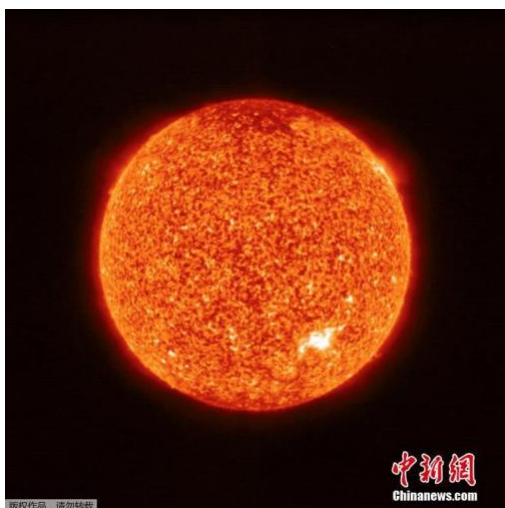
Sunce po definiciji spada u zvijezde, ali je nama za navigaciju od posebnog značaja, stoga ga izdvajamo od ostalih zvijezda.

5.1. SUNCE

Sunce je glavno i središnje tijelo sunčevog sustava. Nastalo je prije otprilike 4,5 milijardi godina, skupljanjem međuzvezdanih tvari, kojoj se gustoća povećala zbog udarnog vala koji je, smatra se, nastao od obližnje supernove. U vremenskom periodu od 4 do 5 milijardi godina, smatra se da će Sunce povećati svoj volumen i postati crveni div. Sunce ima oblik kugle, i volumen 1,3 milijuna puta veći od Zemlje, te se sastoji od ioniziranog plina.

Sunce se zbog svog sastava ne okreće kao cijelina, nego mu je rotacija diferencijalna, odnosno, period vrtnje ekvatora iznosi oko 26 dana, dok se u polarnim dijelovima period vrtnje produžuje i do 36 dana. Do Zemljine površine dopire samo mali dio energije koju Sunce emitira, dio površine koji svijetli naziva se fotosfera i ima približnu temperaturu od 6000 °C.

Slika 3 Sunce snimljeno satelitom Solar Orbiter



Izvor: <http://www.ecns.cn/hd/2020-07-17/detail-ifzyhpqw4005539.shtml#> , 2020

5.2. MJESEK

Mjesec je jedini zemljin prirodni satelit. Ako ga promatramo sa Zemlje on je drugo najsjajnije tijelo na nebeskoj sferi nakon Sunca. Mjesec i Zemlja okreću se u istu stranu a period obilaska im je jednak, što je utjecaj zemljine privlačne sile. Mjesečeve mijene, su promjene njegove osvjetljenosti u određenome periodu (približno 29,5 dana), a to su : prva i posljednja četvrt, mladać, i uštap. Onog trenutka kada se Zemlja nađe između putanje Sunca i Mjeseca nastaje pomračenje Mjeseca, a kada se Mjesec nađe između Zemlje i Sunca tada nastaje pomračenje Sunca.

Privlačne sile Sunca i Mjeseca uzrokuju na Zemlji morske mijene, odnosno plimu i oseku, također gravitacija Mjeseca, stabilizira os Zemljine rotacije, te zbog toga Zemlja ima manju precesiju.

Zbog utjecaja gravitacijskih sila Sunca i Zemlje, njegovo kretanje izloženo je raznim poremećajima. Udaljenost Mjeseca od Zemlje nije uvijek ista jer se kreće oko Zemlje po putanji u obliku elipse.



Slika 4Mjesec⁸

5.3. PLANETI

Planeti su nebeska tijela koja kruže odnosno, obilaze oko zvijezda, i koja imaju dovoljnu masu da ih vlastita gravitacija formira u oblik kugle, ali nemaju dovoljnu masu da bi postali zvijezde. Planeti mogu imati svoje prirodne satelite i svijetle odraženom svjetlošću koja ih osvjetljava sa obližnje zvijezde. U sunčevom sustavu nam je poznato osam planeta : Merkur, Venera, Zemlja, Mars, Jupiter, Saturn, Uran i Neptun. Prva četiri od navedenih se nazivaju unutarnjim planetima, dok se druga četiri nazivaju vanjskim planetima. Svi planeti koji se nalaze u sunčevom sustavu kreću se u istom smjeru oko Sunca.

⁸ Izvor : <https://hr.wikipedia.org/wiki/Mjesec>

5.4. ZVIJEZDE

Zvijezde su nebeska tijela u kojima se tijekom njihova razvoja odvija nuklearna reakcija, te na taj način oslobađa energija koja zrači u okolni prostor. Zvijezda koje imaju najveće mase imaju energiju zračenja tisuću puta jaču od Sunca, dok one manje, odnosno patuljaste zvijezde, imaju i do tisuću puta manju energiju zračenja. Sjaj zvijezde izražava se u magnitudama. Magnituda Siriusa, najsjajnije zvijezde iznosi -1,46.

5.5. ASTEROIDI

Asteroidi ili planetoidi su nebeska tijela koja su sačinjena od kamena ili metala, a veličina promjera im je veća od jednog metra. To su nebeska tijela koja samostalno ili u grupi kruže oko Sunca.

Danas je otkriveno da veliki broj asteroida ima promjer veći od 200 km, a čak 100.000 asteroida ima promjer veći od 20 km.

Prema sastavu asteroidi se mogu podijeliti na: ugljikove, metalne i silikatne.



Illustration

Slika 5 Asteroid⁹

⁹ Izvor: [https://bs.wikipedia.org/wiki/Datoteka:PSYCHE %28Asteroid%29.jpg](https://bs.wikipedia.org/wiki/Datoteka:PSYCHE_%28Asteroid%29.jpg)

6. PRIVIDNO KRETANJE NEBESKIH TIJELA

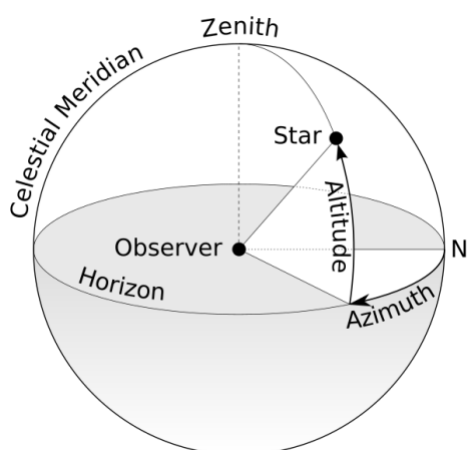
Nebeska se tijela prividno rotiraju zajedno sa nebeskom sferom, tako da zbog te prividne rotacije, nebeska se tijela nekada nalaze iznad a nekada ispod horizonta. Točke izlaza i zalaza su mjesta na nebeskoj sferi na kojima nebeska tijela izlaze na horizont, te izlaze sa njega.

Zemlja se oko svoje osi okreće od zapada prema istoku, te se zbog toga nebeska sfera okreće u suprotnom mjeru, odnosno od istoka prema zapadu (prividno kretanje). „Dnevna kružnica“ je kružnica koju opisuje nebesko tijelo prilikom svoga gibanja u ravnini sa nebeskim ekvatorom. Na istoku je točka izlaska nebeskih tijela, a na suprotnoj strani, zapada, njihova točka zalaska. Onaj dio kružnice koji se nalazi iznad horizonta zove se dnevni luk, a drugi dio kružnice koji je ispod horizonta naziva se noćni luk.

6.1. ORIJENTACIJA NA NEBESKOJ SFERI

Nebeska sfera je ukupni prikaz neba onako kako je vidi promatrač sa Zemlje. Ona se prividno okreće od istoka prema zapadu. Linija horizonta će se mijenjati ovisno o poziciji promatrača, a nebeska tijela izlaze, kulminiraju i zalaze ili neprekidno kruže na različitim visinama iznad horizonta. Jedino nebesko tijelo koje se prividno ne kreće na sjevernoj polutki je zvijezda Sjevernjača. Promatrač koji se nalazi na Zemlji kretanje nebeskih tijela vidi kao da Zemlja stoji u središtu sfere koja rotira u pravcu ucrtanih strelica.¹⁰

Slika 6 Nebeska sfera

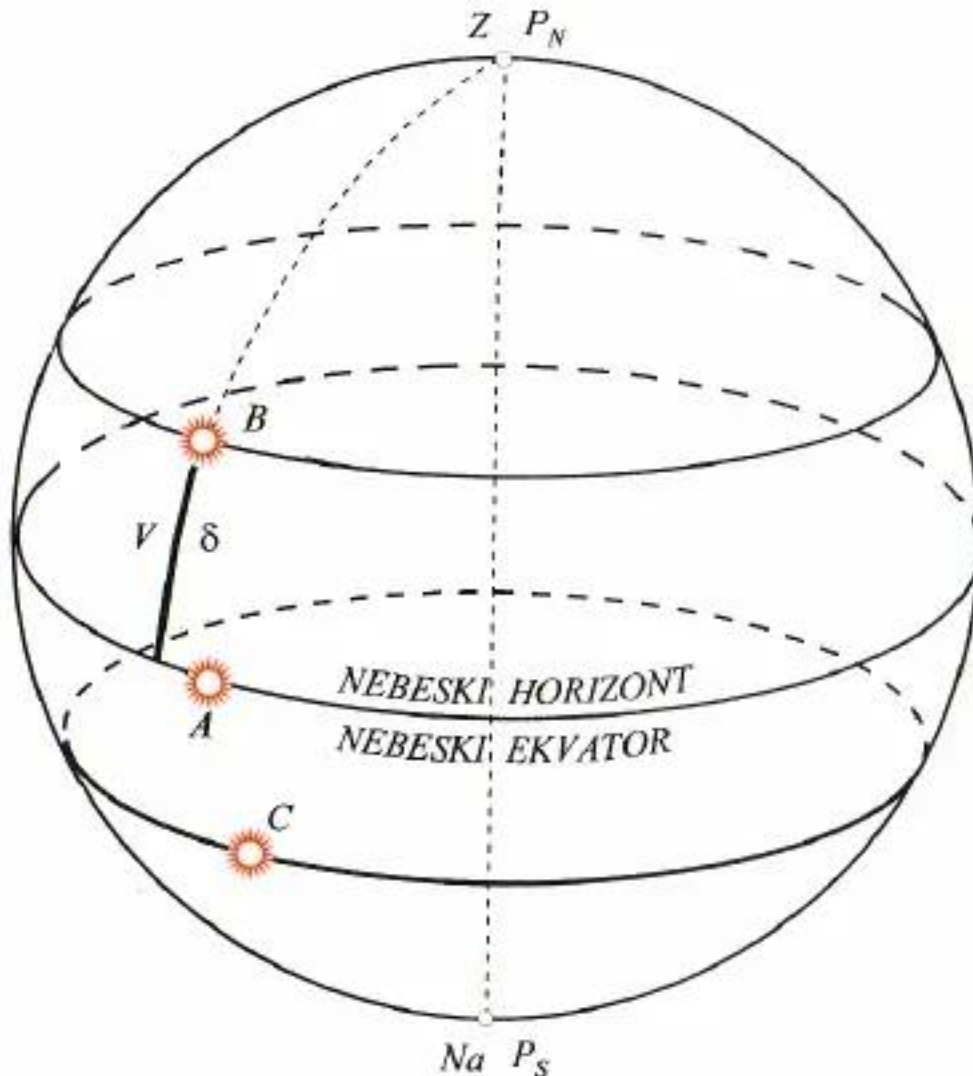


¹⁰ <https://www.scribd.com/doc/97593798/astronomska-navigacija-skripta>

6.1.1. PARALELNA NEBESKA SFERA

Paralelna nebeska sfera jest prividna slika nebeskog horizontala ako se opažač nalazi na Sjevernom ili Južnom polu. U tom slučaju nebski pol i zenit se poklapaju, a nebeski ekvator i ravnina nebeskog horizontala se nalaze u istoj ravnini.

Na slici možemo vidjeti tri nebeska tijela, koji se nalaze na nebeskoj sferi. Tijelo A ima deklinaciju koja iznosi 0° zato jer se nalazi na samoj ravnini horizonta odnosno u ravnini nebeskog ekvatora. Zatim možemo vidjeti tijelo B koje se nalazi iznad horizonta, i njegova



visina (V) i deklinacija imaju istu vrijednost upravo zato jer se ravnine horizontala i nebeskog ekvatora poklapaju. Tijelo C koje se nalazi ispod horizonta ima negativnu deklinaciju, te je i njegova visina iste vrijednosti kao i sama deklinacija što opažač ne vidi.

Slika 7 Paralelna nebeska sfera

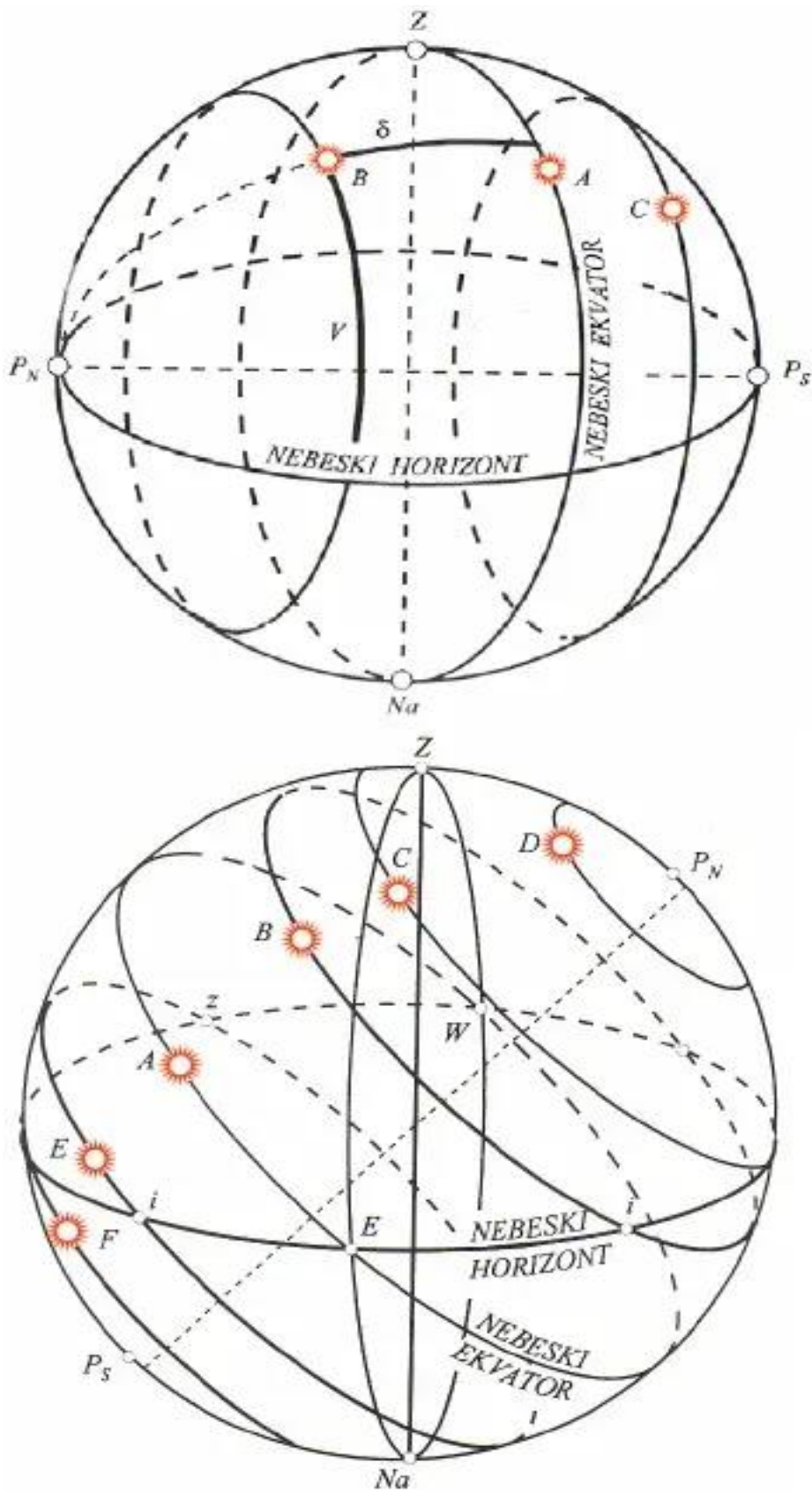
6.1.2. OKOMITA NEBESKA SFERA

Okomita nebeska sfera je prividni prikaz neba ako se opažač nalazi na ekvatoru. S obzirom da se u ovom slučaju opažač nalazi na ekvatoru njegov zenit se nalazi u ravnini nebeskog ekvatora dok se polovi nalaze u ravnini nebeskog horizonta.

Tijelo A ima deklinaciju 0° a azimut mu se ne mijenja sve dok ne dođe u zenit opažača, zatim se mijenja za 180° te u točki zalaza iznosi 270° .

Nebesko tijelo B izlazi sjevernije od točke istoka a sa druge strane zalazi sjevernije od točke zapada tako da njegovi azimuti iznose od 0° do 90° u točki izlaza i od 270° do 360° u točki zalaza. U ovakvom slučaju tijelo ne može imati azimut između 90° i 270° . Deklinacija ovoga tijela je negativna.

Tijelo C do prolaska kroz meridijan opažača ima azimut veći od 90° , a nakon prolaska, manji od 270° . Deklinacija ovoga tijela također je negativna.



Slika 8 Okomita i kosa nebeska sfera¹¹

¹¹ Izvor: <https://www.scribd.com/doc/97593798/astronomska-navigacija-skripta>

6.1.3. KOSA NEBESKA SFERA

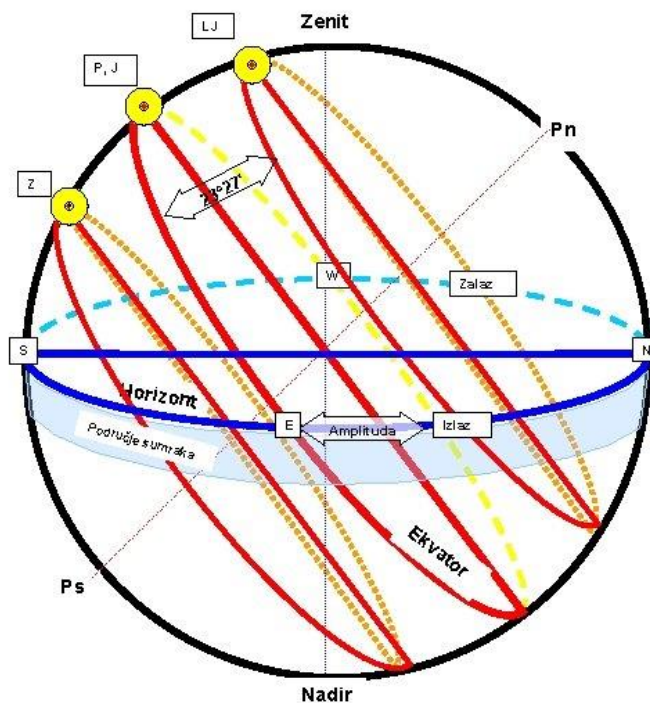
Kosa nebeska sfera je prividni prikaz neba kada se opažač nalazi na nekoj zemljopisnoj širini između ekvatora i polova.

Kada se opažač nalazi na nekoj od zemljopisnih širina tada se njegov zenit nalazi između ekvatora i pola. Ravnina nebeskog horizonta je nagnuta na ravninu ekvatora za određenu vrijednost koja se dobija izrazom $(90^\circ - \varphi)$.

Ravnine ekvatora i horizonta sijeku se u točkama istoka i zapada. Luk nebeskog horizonta od točke istoka do točke izlaza nebeskog tijela i od točke zapada do točke zalaza nebeskog tijela zove se amplituda nebeskog tijela.¹²

U slučaju da se deklinacija i zemljopisna širina ne poklapaju, odnosno imaju suprotne predznake, i ako je vrijednost deklinacije veća od vrijednosti zemljopisne širine po formuli $(|\delta| > 90^\circ - |\varphi|)$ tada nebesko tijelo neće izaći na horizont, odnosno neće biti vidljivo oku opažača. Na slici 9 je prikazana slika sferi te je kosa sfera označena crvenom bojom.

Slika 9 Slika okomite, paralelne i kose sfere



¹² <https://www.scribd.com/doc/97593798/astronomska-navigacija-skripta>

6.1.4. EKLIPTIKA

Ekliptika je velika kružnica na nebeskoj sferi po kojoj se Sunce prividno kreće oko zemlje. Naziv je dobila po tome što do pomrčine Sunca dolazi samo kada je Mjesec u njenoj blizini. Nakrivljena je na ravninu ekvatora za $23^{\circ} 27'$ i sječe sa istom ravninom u proljetnoj i jesenskoj točki (21. ožujka i 23. rujna). Onoga trenutka kada je Sunce najudaljenije od ekvatora, te pozicije se nazivaju ljetnom i zimskom točkom (22. Lipnja i 22. prosinca). Ekliptika je ustvari ravnina kojom se Zemlja, točnije baricentar sustava Mjesec Zemlja, giba oko Sunca.

Ostali planeti kreću se po ravninama koje su za neku malu vrijednost nakrivljeni na ravninu ekliptike, stoga se uvijek nalaze u njenoj blizini.

6.1.5. SOLSTICIJ

Solsticij odnosno suncostaj je pojava kada Sunce u svom prividnom kretanju oko zemlje dosegne svoju maksimalnu pozitivnu, odnosno negativnu, deklinaciju.

22. lipnja Sunce se nalazi u ljetnoj solsticijskoj točki, tada je na sjevernoj polutki dan najduži, i kalendarski počinje ljeto, dok se 22. prosinca Sunce nalazi u zimskoj solsticijskoj točki i počinje zima, a tada je dan na sjevernoj hemisferi najkraći.

Prilikom ljetnog solsticija Sunce ulazi u astronomski znak raka, a prilikom zimskog u znak Jarca.

6.1.6. EKVINOKCIJ

Ekvinokcij odnosno ravnodnevnica je trenutak kada Sunce dođe u poziciju proljetne ili jesenske točke, tada je dnevni luk kružnice jednak noćnome, pa noć i dan traju jednak vremenski period odnosno 12 sati. To se događa dvaput godišnje na prvi dan proljeća (21. 3) i prvi dan jeseni (23. 9).

Proljetna i jesenska točka nisu uvijek na istoj poziciji nego se svake godine pomiču za 50,25 sekundi bliže Suncu, a glavni razlog tomu je precesija Zemlje, odnosno njezine osi.

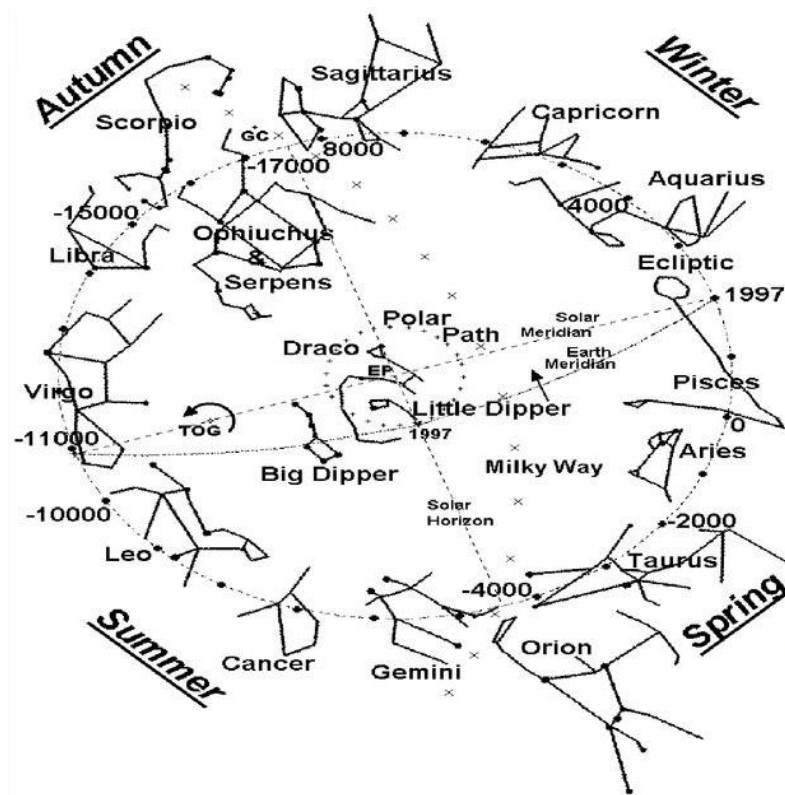
6.1.7. ZODIJAK

Zodijak je područje na nebeskoj sferi sačinjeno od zvijezda kroz koje prolazi kružnica po kojoj se Sunce prividno giba oko zemlje odnosno ekliptika.

Zodijak se sastoji od 13 zvijezda a to su: Ovan, Ribe, Vodenjak, Jarac, Strijelac, Zmijonosac, Škorpion, Vaga, Djevica, Lav, Rak, Blizanci i Bik.

Koristio se kao prvi sustav za bilježenje pojava na nebu, u zvijezdu Ribe nalazi se proljetna, a u zvijezdu Djevice jesenska točka.

Slika 10 Zvijezda zodijska



7. PRIVIDNO KRETANJE NEBESKIH TIJELA GLEDANO SA ZEMLJE

Najveća i najbitnija tijela koja se gibaju oko Sunca su planeti. Godinama unazad drevni astronomi su primjetili da se ne nalaze uvijek na istome mjestu nego da se kreću između zvijezda te su ih zbog toga nazvali zvijezdama lutalicama

Od 8 glavnih planeta koji se nalaze u Sunčevom sustavu samo četiri od njih koristimo za navigaciju a to su: Mars, Venera, Saturn i Jupiter. Planete možemo podijeliti u dvije skupine na gornje i donje.

Gornji su oni koji imaju veću orbitu od zemlje, a donji su oni koji imaju manju orbitu u odnosu na zemaljsku.

Planete je na nebeskoj sferi lakše prepoznati od zvijezda jer imaju jači sjaj i ne trepere.

7.1. KONJUKCIJA

Konjukcija je položaj i situacija u kojem neko nebesko tijelo koje se nalazi u sunčevom sustavu ima istu ekliptičku dužinu kao i Sunce. Takvo se tijelo onda nalazi na istoj dužini kao i Sunce i Zemlja, stoga može doći do pomrčine, ali i ne mora.

7.2. OPOZICIJA I KVADRATURA

Opozicija je položaj nebeskog tijela na nebeskoj sferi kada se nalazi na suprotnoj strani od Sunca. U tom slučaju kut elongacije iznosi 180° između tog nebeskog tijela i Sunca.

U položaju opozicije mogu se naći samo ona tijela koja se nalaze dalje od Sunca u odnosu na Zemlju.

Kvadratura je položaj nebeskih tijela kada njihova elongacija iznosi 90° , i u takvom položaju mogu biti samo vanjski planeti.

7.3. GORNJI PLANETI

Gornji planeti su oni planeti koji imaju orbitu veću od zemljine, te njihova kutna brzina kretanja oko Sunca je manja od kutne brzine Zemlje.

Nakon što prođu položaj konjukcije, gornji planeti se tada ako promatramo sa zemlje prividno kreću prema Zapadu, sve dok ne dođu u položaj opozicije. Mars se uglavnom prepoznaje po svojoj narančastoj boji. Njegova prividna magnituda može iznositi i do -2.8. Planet se može vidjeti golim okom 330 dana s obje strane opozicije. Jupiter je najveći planet koji poznamo u sunčevom sustavu, vrlo lako nadjačava Mars po prividnoj magnitudi koja iznosi 2,0, a za vrijeme opozicije je čak i svjetliji. Planet je vidljiv oko 180 dana prije i poslije opozicije. Saturn je naj dalji planet koji se koristi za navigaciju. Za vrijeme opozicije Saturnova prividna magnituda iznosi od +0,8 do -0,2, i to je vrijeme kada je najsjajiji.

7.4. DONJI PLANETI

Merkur i Venera imaju znatno manju orbitu od Zemljine, i njihovoj položaj u sunčevom sustavu je bliže Suncu, te se tako uvijek nalaze u njegovoj blizini.

Tijekom vremenskog perioda od nekoliko tjedana, čini se da se kreću unaprijed i unazad od jedne strane Sunca do druge. Ovi planeti mogu biti vidljivi na zapadnom dijelu neba samo nakon zalaska Sunca ili na istočnom dijelu neba prije izlaza Sunca, te neko vrijeme nestaju jer ih zasjeni Sunčeva svjetlost. U onom slučaju kada ih ne možemo, tada se oni nalaze između Sunca i Zemlje (donja konjukcija) ili kada se nalaze na drugoj strani Sunca sa Zemlje (gornja konjukcija). Venera i Merkur se nalaze na najvećoj udaljenosti od Sunca u vrijeme istočne elongacije, a to se može vidjeti na večernjem nebu. Svake noći, planet će se približavati Suncu sve dok na kraju ne nestane u sjaju njegova sumraka. Nekoliko dana kasnije, planet će se pojaviti, otprilike u zoru, a zatim se kreće polako udaljavati od Sunca do njegove najveće zapadne elongacije, te se nakon toga ponovo vraća prema Suncu. Merkur se uglavnom neće koristiti za navigaciju jer njegova elongacija nikada ne iznosi preko 28 stupnjeva. Njegova maksimalna elongacija javlja se blizu zapadnog horizonta, nakon što zađe Sunce ili blizu istočnog horizonta prije nego što Sunce izađe. Venera se uglavnom pojavljuje na večernjem i jutarnjem nebu te njezina maksimalna elongacija može doći čak do 47 stupnjeva.. Za vrijeme njenog najjačeg sjaja, Njezina prividna magnituda iznosi -4,4 te u tom periodu sjaji jače od bilo kojeg drugog nebeskog tijela na nebeskoj sferi, izuzevši Mjesec i Sunce.

8. ZVIJEZDE

Zvijezde su nebeska tijela u kojima se tijekom njihova razvoja odvija nuklearna reakcija, te na taj način oslobađa energija koja zrači u okolni prostor. Zvijezda koje imaju najveće mase imaju energiju zračenja tisuću puta jaču od Sunca, dok one manje, odnosno patuljaste zvijezde, imaju i do tisuću puta manju energiju zračenja. Većina zvijezda ili grupa zvijezda imaju imena iz drevnih vremena kada su tek otkrivene od strane tadašnjih astronoma, stoga i dan danas veće ili sjajnije zvijezde nose stara latinska ili arapska imena. Današnje razvrstavanje zvijezda započeto je 1600. godine dodavanjem grčkog slova, a kasnije još dodatno razvijeno uvođenjem rimskih slova i brojeva.

8.1. IMENOVANJE ZVIJEZDI

Zvijezde koje se nalaze u nautičkom godišnjaku uključujući i zvijezdu Sjevernjaču uz ostalih 57 zvijezda, nose imena koja su uglavnom arapska, dok nekolicina njih ima latinske i starogrčke nazive. Samo jedna zvijezda ima babilonski naziv a to je Nunki, s obzirom na veliki broj zvijezda koje možemo vidjeti na noćnom nebu neke od njih nisu imale svoj naziv sve do 1953. godine. 1603. godine Nijemac po imenu Johannes Bayer predložio je sustav u kojem će se zvijezde koje pripadaju nekome zviježđu imenovati slovima grčkog alfabeta, a u nastavku, latinskim slovima ispred imena zviježđa. Slova alfabeta dodijelila su se ovisno o jačini sjaja zvijezda, tako da najsjajnija zvijezda koja se nalazi u određenom zviježđu ima oznaku α , druga je β i tako dalje.

Zvijezde se također mogu označavati i brojem po sustavu Johna Flamsteeda¹³. Broje se od zapadne strane prema istočnoj počevši od satne kružnice koja prolazi proljetnom točkom. Pomorci odnosno navigatori ne koriste ovaj sustav.

¹³ John Flamsteed (1646. god – 1719.god) engleski astronom

8.2. KARAKTERISTIKA ZVIJEZDA

Zvijezde osim po položaju možemo razlikovati i po njihovim karakteristikama. Kako bi sigurno mogli identificirati neku zvijezdu, moramo znati barem jednu njezinu karakteristiku pored njezinog položaja na nebeskoj sferi. Pod karakteristike spadaju: magnituda sjaja, temperatura, boja i spektar i položaj u h-r dijagramu.

8.2.1. PRIVIDNA I APSOLUTNA VELIČINA SJAJA ZVIJEZDI

U astronomiji razlikujemo više vrsta magnituda. Zvijezde koje vidimo na nebeskoj sferi nisu jednako udaljene od zemlje pa se tako može činiti da zvijezda koja je udaljenija ima slabiji sjaj od zvijezde koja je bliže Zemlji. Zato je uvedena apsolutna zvjezdana veličina koja služi za određivanje stvarnog sjaja neke zvijezde, ta apsolutna veličina prikazuje koliku bi veličinu sjaja imala zvijezda kada bi se prividno nalazila na udaljenosti od 10pc¹⁴.


8.2.2. BOJA I SPEKTAR ZVIJEZDA

Promatrajući sa zemlje opažatelj može golim okom primjetiti razliku u boji i magnitudi zvijezde, ali golim ljudskim okom ne možemo primjetiti razlike u nijansama boje. Točna klasifikacija zvijezda po boji i spektru omogućena je spektroskopom, nakon opažanja zvijezda kroz navedeni uređaj utvrđeno je da 99% zvijezda ima spektar sličan Suncu. Zvijezde su po spektru svrstane u jedanaest razreda koji se označavaju slovima: O, B, A, F, G, K, M, W, C, D i S.

¹⁴ Parsek – mjerna jedinica za prividnu udaljenost u astronomiji između zvijezda i galaksija.

Temperatura i boja zvijezda

A Colorful Universe: Star Color and Temperature Spring/Summer

Color	Example	Surface Temperature (°C)
	Spica (Virgo)	28,000–11,000
	Vega (Lyra)	11,000–7,500
	Sun	6,000–5000
	Arcturus (Boötes)	5,000–3,600
	Antares (Scorpius)	3,600–2,000

Slika 11 Boja i spektar zvijezda¹⁵

8.2.3. TEMPERATURA ZVIJEZDA

Temperatura zvijezda se izračunava uređajem koji se naziva spektrograf, a istim tim uređajem se mogu dobiti podatci o udaljenosti zvijezda, odnosno da li se te zvijezde približavaju ili udaljavaju od Zemlje. Boja zvijezde ovisi o njezinoj temperaturi, stoga uz pomoć spektralnih razreda, odnosno spektra zvijezdi, možemo približno točno odrediti njihovu temperaturu.

¹⁵ Izvor: <https://www.slideserve.com/gilda/z-v-i-j-e-z-d-e-2-dio>

8.2.4. H-R DIJAGRAM

H-R dijagram ili Herzprung-Russell-ov dijagram je dobio ime po osobama koje su ga napravile, Einaru Herzsprungu¹⁶ i Henry Norris Russellu¹⁷. To je „alat“ koji pokazuje efektivnu temperaturu i svjetlinu zvijezde. U ovome dijagramu zvijezde nisu nasumično raspoređene, nego svaka od njih ima svoju posebnu poziciju. Kako bi određenu zvijezdu svrstali u H-R dijagram moramo poznavati njezinu magnitudu i spektralni tip. U dimenzije zvijezda su uključene u takozvani MK luminozitetnoj klasifikaciji zvijezda, koja sadrži sedam zvjezdanih tipova, označenih rimskim slovima:

I – naddivovi

II – sjajni divovi

III – (normalni) divovi

IV – poddivovi

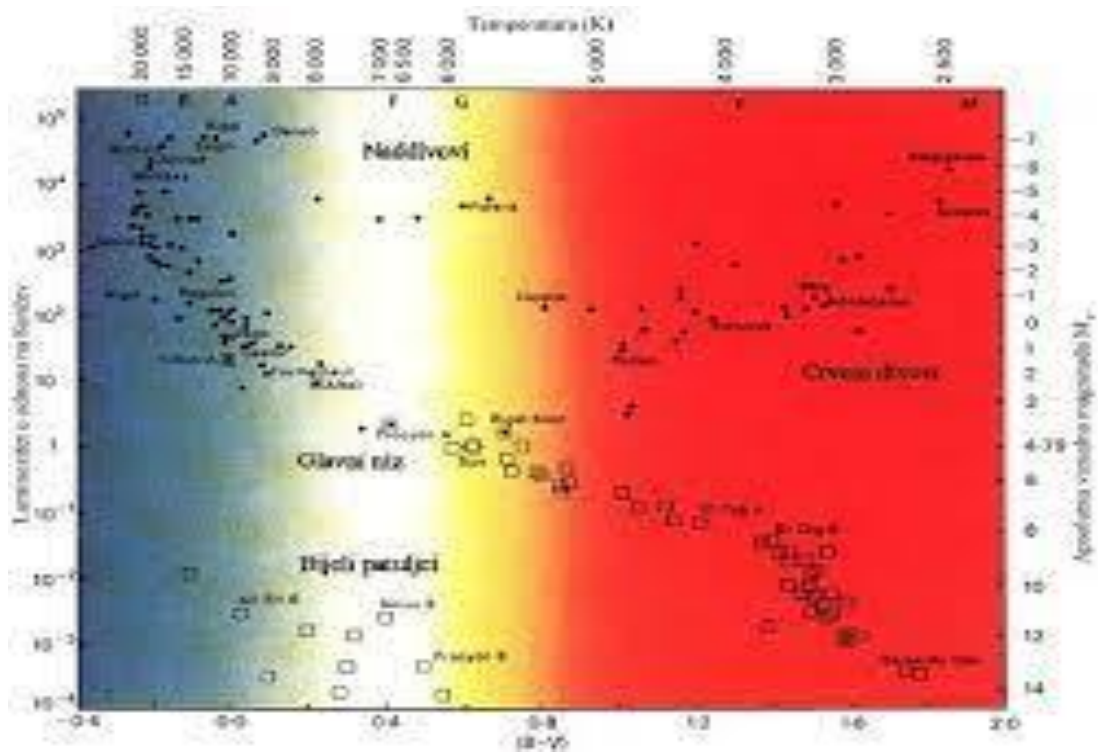
V – zvijezda glavnog niza (patuljaste zvijezde)

VI – podpatuljci

VII – bijeli patuljci

¹⁶ Einar Herzprung (1873.god - 1967.god) danski kemičar i astronom

¹⁷ Henry Norris Russell (1877.god – 1957.god) američki astronom



Slika 12 H-R dijagram¹⁸

¹⁸ Izvor : <https://eskola.zvezdarnica.hr/osnove-astronomije/zvijezde-i-zvezdani-sustavi/temeljne-osobitosti-zvijezda/h-r-dijagram-i-temeljne-osobitosti-zvijezda/>

9. ALIGNAMENTI

Alignamenti su zamišljeni pravci ili linije koji služe kako bi s njima povezali zvijezde radi lakše identifikacije na nebeskoj sferi, a mogu tvoriti različite geometrijske likove.

9.1. ALIGNAMENTI UZ POMOĆ VELIKOG MEDVJEDA I MALOG MEDVJEDA

Veliki medvjed je jedan od najprepoznatljivijih zviježđa koje se nalaze na sjevernoj hemisferi. Isto tako je vrlo jednostavno prepoznati dio toga zviježđa koji se naziva Velika kola i sastoji se od sedam zvijezda, a četiri od njih se koriste za navigaciju. Tri zvijezde čine rep tih Velikih kola a to su: Alkaid, Mizar i Alioth, dok košaru čine zvijezde: Megrez, ispod nje se nalazi Phecda, zatim Merak i na kraju Dubhe.



Slika 13 Velika kola¹⁹

9.1.1. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE SJEVERNJAČE ILI POLARIS

Zvijezda Sjevernjača je zvijezda koja se nalazi najbliže polu i skoro da ne mijenja svoj položaj na nebeskoj sferi, te je zbog toga vrlo pogodna za navigaciju. Njezina magnituda iznosi 1,9 i ona je najsjajnija zvijezda u zviježđu maloga medvjeda. Sjevernjaču možemo identificirati tako da zamišljenim pravcem spojimo zvijezde Merak i Dubhe i produžimo u tom smjeru na otprilike 5 dužina doći ćemo do Sjevernjače. Ne možemo je zamjeniti sa nekom drugom zvijezdom jer se oko nje ne nalaze naročito sjajne zvijezde.

¹⁹ Izvor: <http://static.astronomija.org.rs/razno/kurs/2/2.htm>

9.1.2. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE ARCTURUS

Arcturus je zvijezda koja se nalazi u zviježđu Volar i uz to je i najsjajnija u tome zviježđu. Njezina prividna magnituda iznosi -0,04 i ona je 4 najsjajnija zvijezda na noćnom nebu, a smještena je u produžetku repa Velikog medvjeda. Arcturus možemo identificirati tako da u zviježđu Velikog medvjeda od zvijezde Mizar u smjeru zvijezde Alkaid povučemo zamišljenu liniju i na otprilike tri dužine nailazimo na zvijezdu Arcturus. Može se vidjeti i sa sjeverne i s južne polutke ovisno o položaju opažača i godišnjem dobu.

9.1.3. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE ALPHECCA

Alphecca je najsjajnija zvijezda koja je smještena u zviježđu Sjeverna kruna, njezina prirodna magnituda iznosi 2,33, nalazi se od zemlje na oko 75 svjetlosnih godina. Alpheccu možemo identificirati na način da povučemo zamišljenu liniju kroz zvijezdu Megrez pa kroz zvijezdu Alkaid i u tom pravcu na otprilike dvije dužine vidjeti ćemo zviježđe Sjeverna kruna, i najsjajnija zvijezda u tome zviježđu jest Alphecca.

9.1.4. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE CASTOR

Castor je zvijezda koja je smještena u zviježđu Blizanaca, i druga je najsjajnija u tome zviježđu, njezina prividna magnituda iznosi 1,93. Identifikaciju zvijezde Castor dobijemo tako što povučemo zamišljenu liniju od zvijezde Megrez pa preko zvijezde Merak nastavimo u tom smjeru i na četiri duljine dolazimo do zviježđa Blizanaca. Ovu zvijezdu ćemo prepoznati tako što se pored nje nalazi zvijezda Pollux te jedna pored druge stoje kao blizanci, a Castor je ona koja ima manji prividni sjaj.

9.1.5. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE REGULUS

Regulus je najsjajnija zvijezda u zviježđu Lava, a njezina prividna magnituda iznosi 1,4 i nalazi se na udaljenosti od otprilike 80 svjetlosnih godina od Zemlje. Zvijezdu Regulus identificiramo tako da povučemo zamišljenu liniju od zvijezde Megrez preko zvijezde Phecda i na otprilike 11 dužina vidjet ćemo zvijezdu Regulus.

9.1.6. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE DENEbola

Denebola je zvijezda koja se također nalazi u zviježđu Lava, ali je ona treća najsjajnija. Njezina prividna magnituda iznosi 2,1, a nalazi se na nekih 36 svjetlosnih godina od zemlje. Denebolu možemo identificirati tako da povučemo zamišljeni pravac od Polaris a do zvijezde Phecda i ako nastavimo u tom smjeru na takvih 7 dužina doći ćemo do Denebole.

9.1.7. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE CAPELLA

Capella je zvijezda koja je po svome sjaju šesta po redu na noćnome nebu, a nalazi se u zviježđu Kočijaša. Njezina prividna magnituda iznosi 0,08, a udaljenost od zemlje iznosi 43 svjetlosne godine. Nju možemo identificirati u produžetku preko zvijezde Polaris, a drugi način je da povučemo zamišljeni pravac preko zvijezda Megrez i Dubhe i nakon otprilike 6 dužina dolazimo do zvijezde Capella.

9.1.8. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE DENEb

Deneb je 20. Zvijezda po sjaju na nebu, a uz to je i najsjajnija zvijezda u zviježđu Labuda, a njezina magnituda iznosi 1,25. To je žutobijeli div koji ima masu dvadeset puta veću od Sunčeve. Deneb ćemo identificirati tako da povučemo zamišljenu liniju od zvijezde Merak pa preko zvijezde Kochab in a otprilike 1,5 dužinu dolazimo do Deneba. Zviježđe Labuda se još zove i Sjeverni križ, a u njemu je Deben na vrhu križa.

9.1.9. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE KOCHAB

Kochab je druga najsjajnija zvijezda u zviježđu Malog medvjeda. Nakon što identificiramo Sjevernjaču, silaženjem po repu malih kola doći ćemo do dna košare i tamo se nalazi zvijezda Kochab. Bez obzira na to da ne postoji način da se Kochab identificira uz pomoć alingamenta iz zviježđa Velikog medvjeda, njezin je položaj izuzetno bitan za identifikaciju drugih zvijezda uz pomoć nje.

9.2. ALIGNAMENTI UZ POMOĆ ZVIJEŽĐA LOVAC

Orion je isto kao i zviježđe Velikog medvjeda vrlo lako uočljivo i prepoznatljivo, nalazi se na nebeskom ekvatoru, pa se tako vidi sa bilo koje točke na Zemlji. Nazvan je po Posejdonovu sinu, lovcu Orionu.

Ako se zviježđe Orion uzme u obzir četverokut, tada je njegovo desno rame zvijezda Betelgeuse, a lijevo rame čini zvijezda Bellatrix, lijevo Orionovo stopalo čini zvijezda Rigel, dok desno stopalo Orion je zvijezda Saiph. Orionov pojas čine zvijezde: Alnitak, Alnilam i Mintaka.



Slika 14 Orion²⁰

9.2.1. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE SIRIUS

Sirius je zvijezda sa najvećim sjajem kako na nebeskoj sferi tako i u zviježđu Velikog psa, dok njezina prividna magnituda iznosi -1,47. Udaljena je od zemlje otprilike 5,6 svjetlosnih godina a masa joj je 2 puta veća od Sunčeve. Sirius možemo identificirati tako što uz pomoć Orion a odnosno njegovog pojasa povučemo zamišljeni pravac od Mintaka preko zvijezdi Alnilam i Alnitak, i nakon toga nailazimo na zvijezdu Sirius.

9.2.2. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE PROCYON

Procyon se za razliku od Siriusa nalazi u zviježđu Malog psa i tamo je najsjajnija zvijezda, dok je na noćnom nebu tek osma. Njezina prividna magnituda iznosi 0,34 i udaljena je od

²⁰ Izvor: <https://astroportal.in/sirius-i-orion-zvijeзде-koje-donose-cast-ugled-i-velike-pothvate/30632>

zemlje 11,34 svjetlonsih godina. Nju možemo identificirati na način da povučemo zamišljenu liniju od zvijezde Bellatrix pa preko zvijezde Betelgeuse, i nakon tri dužine doći ćemo do zvijezde Procyon.

9.2.3. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE ALDEBARAN

Aldebaran se nalazi u zviježđu bika i tamo je najsjajnija zvijezda, Ima nepravilno promjenljiv sjaj a njezina prividna magnituda iznosi od 0,75 do 0,95. Na ovim prostorima je vidljiva navečer po zimi ili u proljeće. Identifikaciju Aldebarana dobijamo tako da povučemo zamišljenu liniju od zvijezde Alnitak preko zvijezde Alnilam i Mintaka, te ćemo onda naići na Aldebaran, odnosno crvenog diva koji je 44 puta promjerom veći od Sunca.

9.2.4. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE HAMAL

Hamal je najsjajnija zvijezda smještena u zviježđu bika, također je i crveni div koji je promjerom 15 puta veći od Sunca. Njezina prividna magnituda iznosi 2,00. Ovu zvijezdu ćemo identificirati tako što povučemo zamišljeni pravac iz zvijezde Betelgeuse preko zvijezde Aldebaran in a jednoj dužini dalje doći ćemo do zvijezde Hamal.

9.3. ALIGNAMENTI UZ POMOĆ ZVIJEŽĐA KASIOPEJA

S obzirom da zvijezdu Sjevernjaču možemo identificirati preko zvijezdi Merak i Dubhe uz pomoć zamišljenog pravca, onog trenutka kad dođemo do Sjevernjače taj pravac blago zakrivimo i produžimo u istom smjeru doći ćemo do zvijezde Caph to jest do zviježđa pod imenom Kasiopeja. Zviježđe Kasiopeja je vrlo lako prepoznati jer ima oblik slova W ili slova M, što ovisi od poziciji zvijezde Caph odnosno o trenutnom godišnjem dobu.



Slika 15 Kasiopeja²¹

9.3.1. IDENTIFICIRANJE ZVIJEŽDA PEGAZUS I ANDROMEDE

Pegaz je zviježđe koje se nalazi na sjevernom dijelu neba između zviježđa: Dupina, Labuda, Ribe, Lisice, Andromeđe, Ždrjebeta i Vodenjaka. Andromeda je također zviježđe sjevernog neba koje se nalazi između: Trokuta, Gušterice, Ribe, Perzeja, Pegaza i Kasiopeje. Identifikaciju ovih dvaju zviježđa možemo dobiti uz pomoć Kasiopeje, odnosno ako povučemo zamišljenu liniju iz zvijezde Navi pa preko zvijezde Shedar, i nakon pet dužina doći ćemo do velikog četverokuta, a taj četverokut jest zviježđe Pegaz.

9.3.2. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE MIRFAK

Mirfak je zvijezda koja se nalazi u zviježđu Perzej i njezina prividna magnituda iznosi 1,806, nju ćemo identificirati tako da povučemo pravac kroz zvijezde Navi i Ruchbah i na otpilike pet dužina nailazimo na zvijezdu Mirfak.

²¹ Izvor: <https://hr.earthgeology.com/category/cassiopeia>

9.4. ALIGNAMENTI UZ POMOĆ ZVIJEŽDA PEGAZUSA



Slika 16 Pegaz²²

9.4.1. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE DIPHDA

Diphda je najsjajnija zvijezda u zviježđu Kita, njezina prividna magnituda iznosi 2,02, a u ovim područjima na nebu se može vidjeti od listopada do prosinca. Identificiramo je na način da povučemo zamišljeni pravac iz zvijezde Alheratz do zvijezde Algenib i produžimo ga te nakon dvije i pol dužine dolazimo do zvijezde Diphda.

9.4.2. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE FOMALHAUT

Fomalhaut je zvijezda koja se nalazi u zviježđu Južne ribe i najsjajnija je u tome zviježđu, njezina prividna magnituda iznosi 1,16, a na ovome području može se vidjeti ljeti navečer. Fomalhaut identificiramo tako da povučemo pravac kroz zvijezde Scheat i Markab i nakon otprilike 3 dužine nailazimo na Fomalhaut.

²² Izvor <https://www.wikiwand.com/sh/Astrognozija>

9.4.3. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE ALTAIR

Altair je najsjajnija zvijezda zviježđa Orao, a njezina prividna magnituda iznosi 0,77 i udaljenja je od zemlje otprilike 13 svjetlosnih godina. Smještena je u ljetnome trokutu sa Vego mi Denebom. Ovu zvijezdu možemo identificirati na način da povučemo zamišljenu liniju iz zvijezde Algenib prema zvijezdi Markab i na dvije pol udaljenosti dolazimo do zvijezde Altair.

9.5. ALIGNAMENTI UZ POMOĆ ZVIJEŽĐA JUŽNI KRIŽ

Južni križ je vrlo jasno uočljiv opažaču koji se nalazi na južnoj hemisferi, a opažaču koji se nalazi na ekvatoru Južni križ vidljiv je u blizini horizonta. Acrux je zvijezda u dnu križa koja je najbliža polu, na vrhu križa nalazi se Gacrux, dok se na zapadnom i istočnom dijelu nalaze Delta Crucis i Mimoza.



Slika 17 Južni križ²³

9.5.1. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE RIGIL KENTAURUS I HADAR

Rigil Kentaur je najsjajnija zvijezda koja se nalazi u zviježđu Centaur, njezina prividna magnituda je -0,27, a sa ovih područja je ne možemo vidjeti. Hadar je druga najsjajnija zvijezda u istoimenom zviježđu, njezina prividna magnituda je 0,6 i promjenjivog je sjaja.

²³ Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Alfa_Ju%C5%BEnog_kri%C5%BEa

Identifikaciju ovih dvaju zvijezda možemo dobiti na način da kroz dvije vrlo sjajne zvijezde, koje se nalaze u blizini Južnog križa, povučemo pravac prema križu, i onda zvijezda koja je udaljenija od križa je Rigil Kentaur, a bliža je Hadar.

9.5.2. IDENTIFICIRANJE ZVIJEZDE CANOPUS

Canopus je najsjajnija zvijezda zviježđa Kobilica, njezina prividna magnituda iznosi $-0,74$ i udaljena je od zemlje otprilike 310 svjetlosnih godina. Ova zvijezda se također ne može vidjeti sa ovih područja. Canopus identificiramo tako da produžimo zakrivljenu zamišljenu liniju iz zvijezde Acrux, te ćemo nakon toga naći na tri zvijezde koje su na sličnoj udaljenosti, a te tri zvijezde su: Acrux, Miaplacidus i Canopus.

9.6. IDENTIFICIRANJE RAZLIČITIH PREPOZNATLJIVIH OBLIKA ILI ASTERIZAMA NA NEBESKOJ SFERI

9.6.1. LJETNI TROKUT

Ljetni trokut je ustvari astronomski asterizam koji je sastavljen od tri zvijezde kao što su: Altair, Deneb i Vega.

Za opažača ljetni trokut se nalazi na najvišoj točki nebeske sfere za vrijeme ljetnog solsticija, kada se opažač nalazi na sjevernoj hemisferi, točnije na srednjim sjevernim širinama. U doba zimskog solsticija, isti taj trokut je vidljiv z opažača na južnoj hemisferi. Ljetni trokut nalazi se na ekvatoru Mliječne staze.

Slika 18 Ljetni trokut²⁴

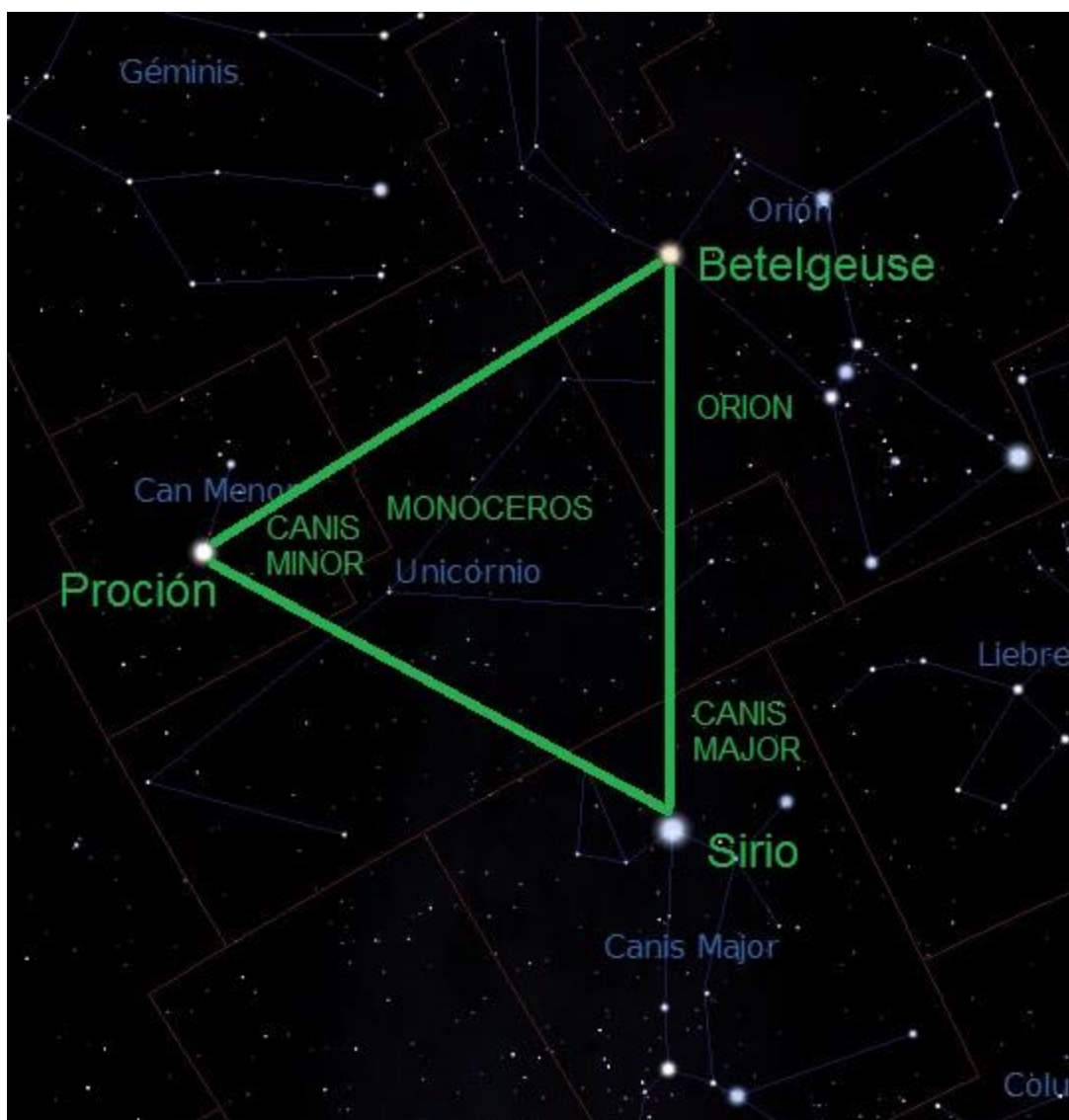


²⁴ Izvor: https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/e9dc6e73-a21d-4877-9db6-295c4f5880a3/html/4839_Definicije_trigonometrijskih_vrijednosti_siljastog_kuta.html

9.6.2. ZIMSKI TROKUT

Zimski trokut je također asterizam kojega čine zvijezde: Procyontri, Betelguese i Sirius, Na sjvernoj hemisferi može se vidjeti tijekom perioda zime, a tijekom ljeta je vidljiv za opažača na južnoj hemisferi.

Slika 19 Zimski trokut²⁵



²⁵ Izvor:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Tri%C3%A1ngulo_de_invierno_asterismo.jpg

9.6.3. ZIMSKI ŠESTEROKUT

Zimski šesterokut je isto asterizam koji se sastoji od zvijezda: Capella, Aldebaran, Rigel, Sirius, Pollux i Betelgeuse. Na sjevernoj polutci Zemlje se nalazi na nebu od prosinca od ožujka.



Slika 20 Zimski šesterokut²⁶

²⁶ Izvor: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Astrognozija>

10. ZAKLJUČAK

Zbog velike zainteresiranosti drevnih astronoma i općenito znanstvenika koji su u prošlim godinama proučavali nebeski svod i raspored nebeskih tijela na njemu, ljudi su astronomiju počeli koristiti u svakodnevnom životu, a ponajviše u navigaciji odnosno pomorstvu. Za navigaciju najviše se koristi Sunce, u slučaju dana, dok se tokom noći najviše koriste zvijezde i planeti, ali samo četiri planeta od ukupno osam u sunčevom sustavu, se koristi za potrebe navigacije. Planete je vrlo lako prepoznati na nebeskoj sferi tijekom noći jer imaju jači sjaj od zvijezda a i ne trepere, dok su zvijezde sačinjene od raznih plinova te zbog toga imaju svoje različite karakteristike kao što su: temperatura, boja i veličina.

Za svrhe navigacije dovoljno je biti upoznat zvijezdima Velikog medvjeda, malog medvjeda, zvijezde Oriona, Pegaza, Kasiopeje i Južnog križa, a također poželjno je poznavati i zvijezde koje im pripadaju, kako bih mogli odrediti vlastiti kurs i poziciju prilikom plovidbe.

Zbog mogućnosti kratkotrajnog ili čak dugotrajnog gubitka suvremenih navigacijskih instrumenata tokom plovidbe, ljudi i dalje koriste nebeska tijela za orijentaciju i navigaciju.

LITERATURA

1. <https://hr.wikipedia.org/>
2. <https://enciklopedija.hr/>
3. <https://www.scribd.com/doc/97593798/astronomska-navigacija-skripta>
4. Jugoslavenski leksikografski zavod: Pomorska enciklopedija, Zagreb, 1972
5. P. Čumbelić: Astronomska navigacija 2, Dubrovnik, 1990.

POPIS SLIKA

Slika 1 Heliocentrični sustav	3
Slika 2 Geocentrični sustav	4
Slika 3 Sunce snimljeno satelitom Solar Orbiter	6
Slika 4 Mjesec	8
Slika 5 Asteroid	10
Slika 6 Nebeska sfera	11
Slika 7 Paralelna nebeska sfera	12
Slika 8 Okomita i kosa nebeska sfera	14
Slika 9 Slika okomite, paralelne i kose sfere	15
Slika 10 Zvijezda zodijska	17
Slika 11 Boja i spektar zvijezda	22
Slika 12 H-R dijagram	24
Slika 13 Velika kola	25
Slika 14 Orion	28
Slika 15 Kasiopeja	30
Slika 16 Pegaz	31
Slika 17 Južni križ	33
Slika 18 Ljetni trokut	35
Slika 19 Zimski trokut	36
Slika 20 Zimski šesterokut	37