



Osnovna šola KIDRIČEVO
s podružnico Lovrenc na Dravskem polju
in enoto Vrtec Kidričevo



SIMBIOZA



ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

ASTRONOMIJA ALI FIZIKA

Raziskovalna naloga

Avtorji: Tobija Lakić
Jakob Jože Suhadolnik
Filip Vidovič

Mentorice: Nataša Brodnjak
Jana Jerenec
Sonja Lenarčič

Kidričevo, 2022

Leonardo da Vinci: "Poskus ne vara, varljiva je lahko le naša sodba o njem."

ZAHVALA

Pri izdelavi raziskovalne naloge se za pomoč, strokovno usmerjanje in nasvete zahvaljujemo mentoricam Nataši Brodnjak, Sonji Lenarčič in Jani Jerenec. Iskreno se zahvaljujemo tudi učitelju Tomažu Klajdariču za angleški povzetek naloge.

Zahvaljujemo se tudi OŠ Kidričevo, vsem sodelujočim anketirancem ter vsem, ki so nas spodbujali (starši, stari starši, sorodniki ...) in nam pomagali pri nastanku raziskovalne naloge.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	10
1.1	Opredelitev področja in opis problema.....	10
1.2	Cilji naloge in namen	11
1.3	Raziskovalne hipoteze	11
1.4	Raziskovalne metode	11
2	TEORETIČNI DEL	12
2.1	Zemlja	12
2.1.1	Velikost Zemlje	12
2.1.2	Zunanja zgradba Zemlje.....	12
2.1.3	Atmosfera.....	13
2.2	Oblika Zemlje.....	13
2.2.1	Zemlja kot ravna plošča.....	13
2.2.2	Zemlja kot krogla	14
2.2.3	Zemlja kot elipsoid.....	18
2.2.4	Zemlja kot geoid	19
2.3	Teorije zarote.....	19
2.3.1	7 načinov, s katerimi lahko dokažemo, da Zemlja ni ploščata	22
2.3.2	Je Zemlja res okrogla? 10 krajev, ki so bolj ravni kot palačinka	23
3	RAZISKOVALNI DEL.....	25
3.1	Metode dela	25

3.2	Poskusi.....	25
3.2.1	Dokaz ukrivljenosti Zemljinega površja z meritvijo dolžine sence enakega objekta na dveh lokacijah ob istem trenutku	25
3.2.2	Dokaz ukrivljenosti zemeljskega površja z opazovanjem plovil na morju.....	28
3.2.3	Dokaz ukrivljenosti zemeljskega površja z opazovanjem vidnega polja na Dravskem polju	30
3.2.4	Dokaz ukrivljenosti Zemeljskega površja z opazovanjem sončnega zahoda.....	32
3.3	Analiza anketnega vprašalnika	33
4	RAZPRAVA.....	45
5	ZAKLJUČEK.....	46
6	LITERATURA IN VIRI	47
6.1	Internetni viri.....	47
6.2	Monografsko gradivo	47
6.3	Slikovno gradivo	47
7	PRILOGE	49
	Priloga 1.....	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Zemlja je naš dom	12
Slika 2: Zgradba Zemlje	13
Slika 3: (a) Primerjava Ptolomejevega in (b) Kopernikovega sistema sveta	16
Slika 4: Zemlja - ravna plošča	20
Slika 5: Postavljanje lesenega objekta	25
Slika 6: (a) Domače dvorišče v Apačah in (b) Mariborski park.....	26
Slika 7: (a) Točka A (b) Točka B	27
Slika 8: Senci na ravni plošči.....	28
Slika 9: Delovanje senc na ukrivljeni plošči	28
Slika 10: Različno oddaljena plovila	29
Slika 11: (a) Plovilo 1 (b) Plovilo 2 (c) Plovilo 3	29
Slika 12: Opazovanje plovila na ploščati površini.....	30
Slika 13: Opazovanje plovila na ukrivljeni površini	30
Slika 14: Pogled iz točke B.....	31
Slika 15: (a) Pogled na objekt iz točke A (b) Pogled na objekt iz točke B	31
Slika 16: Opazovanje sončnega zahoda v ležečem položaju.....	32
Slika 17: Opazovanje sončnega zahoda v ležečem položaju.....	32
Slika 18: 22. april - DAN ZEMLJE.....	35
Slika 19: Posnetek Zemlje iz vesolja	37
Slika 20: Modri planet	38
Slika 21: Sončni sistem	39
Slika 22: Sferoid.....	41
Slika 23: Eratosten.....	42
Slika 24: Oj, ta fizika	44

KAZALO TABEL

Tabela 1: Obkroži spol.....	33
Tabela 2: kateri razred obiskuješ?	33
Tabela 3: Ali to anketo rešuješ s starši?	34
Tabela 4: Koliko je star naš planet Zemlja?	34
Tabela 5: Kdaj praznuje svoj praznik (dan Zemlje)? Napiši datum.	35
Tabela 6: Koliko približno meri Zemlja okoli pasu (okoli ekvatorja)?	36
Tabela 7: Koliko dreves raste na Zemlji?	36
Tabela 8: Koliko procentov vode na Zemlji je pitne?	37
Tabela 9: Katera celina ima največ pitne vode?	38
Tabela 10: Zapiši, kateri planet je Zemlja po oddaljenosti od Sonca?	39
Tabela 11: Zapiši, katera je Zemlja po velikosti v Sončevem sistemu?	40
Tabela 12: Po obliki je Zemlja:	40
Tabela 13: Kdo je prvi izračunal, da je Zemlja »okrogla«?	41
Tabela 14: Zemlja se okoli Sonca vrti s hitrostjo.....	42
Tabela 15: Zemlja kroži okoli Sonca s hitrostjo:	43
Tabela 16: Kako bi ocenil šolski predmet "Fizika" glede na snov, ki se jo učiš?	43

POVZETEK

Že kot majhni otroci smo se spraševali, kaj drži sonce na nebu, kam zaidejo oblaki, kaj stoji za naslednjim hribom, zakaj luna potuje z nami, ko se vozimo, zakaj so planeti okrogli, zakaj krožijo okrog Sonca, kako je nastalo vesolje in ali je Zemlja ravna ali okrogla.

»Zemlja je ravna«, bi se verjetno glasil odgovor vsakega Zemljana, če bi ga vprašali o obliki Zemlje v srednjem ali v zgodnjem novem veku. Tako mnogi mislijo še danes.

Raziskovalno nalogo smo razdelili na dva dela. V prvem, teoretičnem delu, smo si obzorja pomagali razjasniti s pomočjo literature ter spletnih virov. V raziskovalni nalogi smo opisali zgodovino predstave o obliki Zemlje, ki se je skozi zemeljsko zgodovino spreminjala. Tako so Asirci in Babilonci Zemljo označevali kot ravno ploščo, ki jo podpirajo kamniti stebri. Zamisel o kroglasti obliki Zemlje so razvili antični Grki, ki so trdili, da je Zemlja okrogle oblike, ker ob Luninem mrku na slednjo pade lokasta senca Zemlje, kakršno lahko vrže le krogla. V letih 1519 do 1522 je Ferdinand Magellan opravil prvo pot okoli sveta in s tem dokazal, da Zemlja okrogla. V teoretičnem delu bomo torej predstavili obliko in velikost Zemlje.

V drugem, empiričnem delu, smo se osredotočili na področje fizike, znanosti, ki je zadolžena za računanje hitrosti, temperature, gravitacijske sile in veliko slabih ocen v šoli. S pomočjo fizike smo izvedli nekaj poskusov, s katerimi smo potrdili tezo, da je Zemlja okrogla. Prav tako smo izvedli tudi anketo, v kateri smo učence povprašali, ali vedo, koliko let je star planet Zemlja, koliko meri Zemlja, kakšne oblike je, kdo je prvi izračunal, da je Zemlja okrogla, kakšno je njihovo mnenje o fiziki kot predmetu v šoli, o pomembnosti fizike za naše vsakdanje življenje ...

Cilj naše naloge je torej potrditi tezo »Ali je Zemlja okrogla?«. Hkrati smo želeli predstaviti, kako so si ljudje Zemljo predstavljali nekoč in kako danes; teorije zarot; kaj o našem planetu vedo učenci od 7. do 9. razreda ...

Ključne besede: geoid, elipsoid, atmosfera, troposfera, stratosfera

ABSTRACT

As children, we wondered what holds the sun in the sky, where the clouds go, what stands behind the next hill, why the moon travels with us as we ride, why the planets are round, why they orbit the sun, how the universe came into being, and whether the Earth is flat or round.

"The earth is flat" would probably be the answer of every Earthling, if asked about the shape of the Earth in the Middle Ages or early New Age. So many still think today.

We divided our research paper into two parts. In the first, theoretical part, we helped to clarify the horizons with the help of literature and online sources. In the research paper, we described the history of the notion of the shape of the Earth, which has changed throughout Earth history. Thus, the Assyrians and Babylonians marked the Earth as a flat plate supported by stone pillars. The idea of a spherical shape of the Earth was developed by the ancient Greeks, who claimed that the Earth is round in shape, because during a lunar eclipse the latter is covered with an arcuate shadow of the Earth, which only a sphere can cast. Between 1519 and 1522, Ferdinand Magellan made his first trip around the world, proving that the Earth is round. In the theoretical part, we will therefore present the shape and size of the Earth.

In the second, empirical part, we focused on the field of physics, a science that is in charge of calculating speed, temperature, gravitational force, and a lot of bad grades in school. With the help of physics, we performed some experiments to confirm the thesis that the Earth is round. We also conducted a survey in which we asked students if they know how old the planet Earth is, how much the Earth measures, what shapes it is, who first calculated that the Earth is round, what is their opinion about physics as a subject in school, about the importance of physics for our daily lives, etc.

The goal of our task is therefore to confirm "Is the Earth round?" At the same time, we wanted to present how the Earth was imagined in the past and how it is today; conspiracy theories; what students from 7th to 9th grade know about our planet, etc.

Keywords: geoid, ellipsoid, atmosphere, troposphere, stratosphere

1 UVOD

1.1 Opredelitev področja in opis problema

Že kot majhni otroci smo se spraševali, kaj drži sonce na nebu, kam zaidejo oblaki, kaj stoji za naslednjim hribom, zakaj luna potuje z nami, ko se vozimo, zakaj so planeti okrogli, zakaj krožijo okrog Sonca, kako je nastalo vesolje in ali je Zemlja ravna ali okrogla.

»Zemlja je ravna«, bi se verjetno glasil odgovor vsakega Zemljana, če bi ga vprašali o obliki Zemlje v srednjem ali v zgodnjem novem veku. Tako mnogi mislijo še danes.

Raziskovalno nalogo smo razdelili v dva dela. V prvem, teoretičnem delu, smo si obzorja pomagali razjasniti s pomočjo literature ter spletnih virov. V raziskovalni nalogi smo opisali zgodovino predstave o obliki Zemlje, ki se je skozi zemeljsko zgodovino spreminjala. Tako so Asirci in Babilonci Zemljo označevali kot ravno ploščo, ki jo podpirajo kamniti stebri. Zamisel o kroglasti obliki Zemlje so razvili antični Grki, ki so trdili, da je Zemlja okrogle oblike, ker ob Luninem mrku na slednjo pade lokasta senca Zemlje, kakršno lahko vrže le krogla. V letih 1519 do 1522 je Ferdinand Magellan opravil prvo pot okoli sveta in s tem dokazal, da je Zemlja okrogla. S pomočjo literature smo pridobili naslednja zanimiva dejstva. Zemlja »okoli pasu« meri 40.075 kilometrov. Najvišje ležeča prestolnica na svetu je prestolnica Bolivije La Paz, ki leži na nadmorski višini 3.640 m. Prebivalci Kitajske in Indije skupaj tvorijo približno 35 odstotkov vsega svetovnega prebivalstva. Na Zemlji raste več kot tisoč milijard dreves, Antarktika ima skoraj tri četrtine vseh zalog pitne vode na Zemlji. Tu se nahaja tudi 90 odstotkov vsega ledu. Samo tri odstotke vode je pitne, preostanek je slane. Od teh treh odstotkov je več kot dva odstotka v trdnem stanju. Preostali odstotek pitne vode predstavljajo reke, jezera in podzemna voda. Po oddaljenosti od Sonca je Zemlja tretji planet, po velikosti pa peti planet Sončevega sistema. Zemlja v resnici ni povsem okrogla. Pa tudi ravna ni. Zemlja ima obliko sferoida (prerez prek njenih polov ima obliko elipse) oz. geoida (gre za matematično obliko). Zemlja se na ekvatorju vrti s hitrostjo preko 1.600 km/h. Zemlja je edini planet v našem Osončju, ki ni poimenovan po rimskih bogovih. Zemlja je najgostejši planet Osončja. Povprečna gostota Zemlje znaša pribl. 5,52 grama na kubični centimeter oz. 5.515 kg/m³. 70 odstotkov Zemlje prekriva voda, zato se je upravičeno drži vzdevek Modri planet, ki so mu ga nadedli astronomi, ko so prvič poleteli v vesolje in videli eno samo modrino. Zemljo glede na vsebnost po masi tvori 32,1 odstotka železa, 30,1 odstotka kisika, 15,1 odstotka silicija in 13,9 odstotka magnezija. Večina železa se nahaja v jedru, ki je v 88 odstotkih iz tega elementa. 47 odstotkov Zemljine skorje zastopa kisik, zato so pretežno vsi ostali sestavni deli oksidi (aluminijevi, železovi, silicijevi, magnezijevi, kalcijevi, natrijevi in kalijevi). Izjeme so klor, žveplo in fluor ter nekateri drugi elementi. Zemlja se okoli svoje osi zavrti v 23 urah, 56 minutah in 4,099 sekundah in ne v 24 urah. Temu v astrologiji pravijo srednji sidersk oz. zvezdni dan. Leto na Zemlji ne traja 365 dni, kolikor naj bi Zemlja potrebovala, da opravi en obhod okrog Sonca, ampak 365.2564 dneva. Zaradi tega imamo vsake štiri leta prestopno leto in dodaten dan v mesecu februarju – leto je prestopno, če je deljivo s 4. Zemlja okoli Sonca kroži s hitrostjo 30 kilometrov na sekundo oz. 107.000 km/h. Osončje pa se okrog središča naše galaksije premika s hitrostjo približno 220 kilometrov na sekundo oz. 800.000 km/h. V teoretičnem delu bomo torej predstavili obliko in velikost Zemlje.

V drugem, empiričnem delu, smo se osredotočili na področje fizike, znanosti, ki je zadolžena za računanje hitrosti, temperature, gravitacijske sile in veliko slabih ocen v šoli. S pomočjo fizike smo izvedli nekaj poskusov, s katerimi smo potrdili tezo, da je Zemlja okrogla. Prav tako smo izvedli tudi anketo, v kateri smo učence povprašali, ali vedo, koliko let je star planet Zemlja, koliko meri Zemlja, kakšne oblike je, kdo je prvi izračunal, da je Zemlja okrogla, kakšno je njihovo mnenje o fiziki kot predmetu v šoli, o pomembnosti fizike za naše vsakdanje življenje ...

Cilj naše naloge je torej potrditi »Ali je Zemlja okrogla?«. Hkrati smo želeli predstaviti, kako so si Zemljo predstavljali nekoč in kako danes; teorije zarot; kaj o našem planetu vedo učenci od 7. do 9. razreda ...

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

Upamo, da bo naša raziskovalna naloga bralcem zanimiva, ko jo bodo prebirali. Menimo, da bi bilo potrebno več časa nameniti znanju o Zemlji, saj je zaradi svojih značilnosti in naravnih virov edini planet v vesolju, ki omogoča življenje. Zato naj bo naše vodilo naslednje: znižujmo, ugašajmo, recikliramo, hodimo. Postanimo odgovorni, saj bi se morali zavedati, da je prihodnost sveta odvisna od ravnanja vsakega izmed nas. Zemlja je naš skupni dom!

1.2 Cilji naloge in namen

- ohraniti pozitiven odnos do Zemlje;
- vrstnike spodbuditi k temu, da bi spoznali čim več o našem planetu in s tem sprejeli odgovornost do našega planeta;
- pojasniti dejstva in ovreči neresnice o našem planetu;
- s pomočjo poskusov/eksperimentov dokazati, da je Zemlja »okrogla« in ni ravna ploskev;
- s pomočjo ankete ugotoviti, kaj o Zemlji vedo naši sovrstniki.

Glavni namen naloge je potrditi, da je Zemlja »okrogla« in s tem argumentirano ovreči prepričanje teoretikov zarot, ki verjamejo, da je zemlja ravna plošča. Zato smo si zastavili naslednje raziskovalno vprašanje: Ali je Zemlja Okrogla?

1.3 Raziskovalne hipoteze

Predpostavljamo, da:

- **Hipoteza 1:** Učenci poznajo osnovne informacije o Zemlji.
- **Hipoteza 2:** Učenci vedo, da je Zemlja »okrogla«.
- **Hipoteza 3:** S pomočjo poskusov lahko dokažemo »okroglo« obliko Zemlje.

1.4 Raziskovalne metode

Teoretični del raziskovalne naloge je nastal na podlagi deskriptivne in komparativne metode, s pomočjo katerih smo predstavili obliko in velikost Zemlje, teorije zarot.

V raziskovalnem delu naloge smo za pridobivanje podatkov uporabili metodo anketiranja ter praktičnega dela. Metodo anketiranja smo uporabili v spletni obliki. S pomočjo anketnega vprašalnika smo pridobili informacijo, kaj o Zemlji vedo naši sovrstniki kot tudi odrasli. Odgovore smo statistično obdelali in prikazali v empiričnem delu naloge. Prav tako smo izvedli nekaj poskusov, s katerimi smo dokazali obliko Zemlje in s tem ovrgli teorijo zarote, da je Zemlja ravna plošča.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Zemlja

Skozi zemeljsko zgodovino so se razvila različna menja o obliki, velikosti in notranji zgradbi Zemlje. Največje in najzanesljivejše podatke smo pridobili v zadnjem stoletju, ob visokih tehnoloških napredkih, kot so potovanje v vesolje, potovanje proti središču Zemlje (Vodušek in Klemenčič, 2009).

Zemlja je tretji planet od Sonca, od katerega je oddaljena 150 milijonov kilometrov. V premeru meri 12 750 km. Za pot okoli Sonca potrebuje 365 dni. Je edini planet, ki ima na površju vodo. Njegova površinska plina pa sta za življenje potrebna dušik in kisik. Temperature na Zemlji se gibljejo od $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ do več kot $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Bojc, 2019).

Pred 4,56 milijardami let je iz oblaka plinov in prahu nastal sončni sestav. Zemlja je edini planet z ozračjem, v katerem je veliko kisika, površinske vode in temperaturami, primernimi za preživetje (Bojc, 2019).



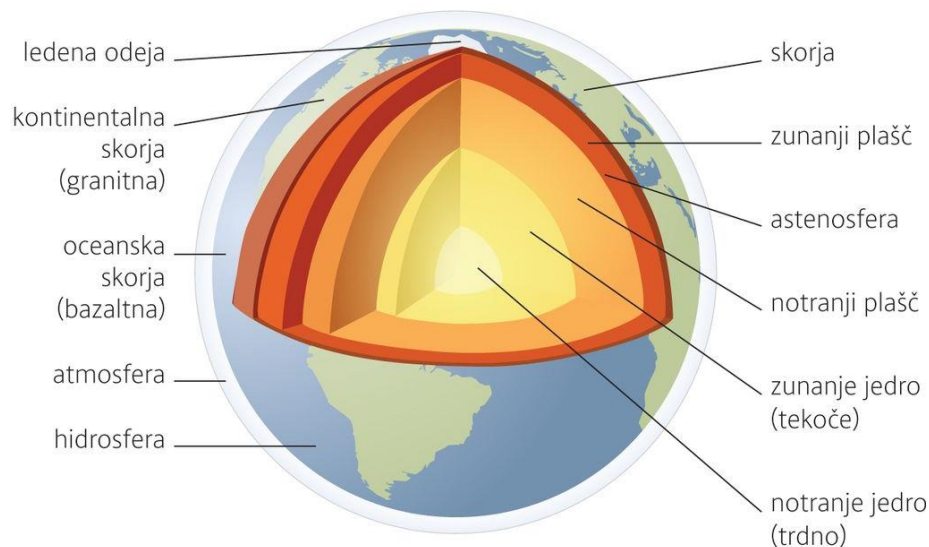
Slika 1: Zemlja je naš dom (Rojo, 2019)

2.1.1 Velikost Zemlje

Zemlja je po oddaljenosti od Sonca tretji planet in po velikosti peti največji planet v našem osončju. Obseg Zemlje na ekvatorialni ravnini znaša 40.076,5 km. Razdalja med ekvatorjema skozi središče je 12.756,34 km. Razdalja med poloma skozi središče je 12.713,54 km. Površina Zemlje meri 510.100.000 m² (Vodušek in Klemenčič, 2009).

2.1.2 Zunanja zgradba Zemlje

Zemljo sestavlja več sfer. Zunanjo sfero predstavljata atmosfera in hidrosfera. Površino Zemlje predstavlja zemeljska skorja. Notranji zemeljski sferi pa sta zemeljski plašč in zemeljsko jedro (Vodušek in Klemenčič, 2009).



Slika 2: Zgradba Zemlje (Rogelj Petrič, 2015)

2.1.3 Atmosfera

Atmosfera predstavlja plinasti ovoj, ki ovija Zemljo. Oblika atmosfere je podobna obliki Zemlje in se skupaj z njenim gibanjem neprestano premika. Znanost, ki proučuje strukturo atmosfere, njeno obnašanje, nastanek, lastnosti, se imenuje meteorologija. Če proučujemo spremembo temperature po višini v vertikalni smeri, atmosfere delimo v več sfer:

- troposfera (800 km),
- stratosfera,
- mezosfera.

Največje temperature v plasti mezosfere so na višini okoli 60 km, višje pa naglo padajo. Na povišane temperature na višini okoli 60 km vpliva prisotnost ozona, ki absorbira Sončeve žarke. V termosferi temperatura narašča z naraščajočo višino. Med posameznimi sferami se nahajajo:

- tropopavza (med troposfero in stratosfero)
- stratopavza (med stratosfero in mezosfero)
- mezopavza (med mezosfero in termosfero)

Te medsfere nimajo točno določenih meja (Vodušek in Klemenčič, 2009).

2.2 Oblika Zemlje

Oblika Zemlje je bila skozi zgodovino od antike dalje in je v določenem obsegu še vedno predmet mnogih razprav in znanstvenih preučevanj. Danes je za obliko Zemlje glede na naravo preučevanja moč navesti več različnih oblik. Planetova dejanska oblika, poimenovana geoid, ki je približek elipsoida, lasten samo obliki Zemlje, pa tudi kardiod, ki je na severnem tečaju izbočeno, na južnem pa vbočeno telo, veljata za najnatančnejši poimenovanji oblike Zemlje, a za vse namene nista primerni. Zato se za večino kartografskega dela in za druge na matematiko navezane raziskave uporablja oblika referenčnega ali Zemljinega elipsoida, ki ima geoidu enako prostornino, geometrično središče, kratko oziroma vrtilno os ter čim manjšo razliko med vsotama kvadratov razdalj (Bojc, 2019).

2.2.1 Zemlja kot ravna plošča

Predstave o obliki Zemlje so se skozi zemeljsko zgodovino spreminjale. Znano je, da so Asirci in Babilonci Zemljo označevali kot ravno ploščo, ki jo podpirajo kamniti stebri. Obdajal naj bi jo ocean z vseh strani, preko nje pa je čez vrhove gora razpeto nebo. Indijci so verjeli, da je Zemlja ploščata in da

stoji na dvanajstih velikanskih stebrih. Hindujci so Zemljo obravnavale kot ploščo, slonečo na hrbtu treh, po nekaterih podatkih, štirih slonov. Sloni naj bi stali na vrhu želve, ta pa na kači. Egipčani so menili, da je Zemlja ravna ploščad, ki ima obliko pravokotne škatle. Pri Indijancih je vsako četrtno Zemlje ponazarjala mavrica, sveta gora in sveta oseba. Zemlja Majev je ležala na veliki piramidi, ki je ležala na krokodilu v kozmičnem morju (Vodušek in Klemenčič, 2009).

2.2.2 Zemlja kot krogla

Antični Grki pred prihodom naprednih misli so jo označili kot okroglo ravnino. Okrogla ravnina naj bi plavala po morju, na njeni sredini pa naj bi se vzdigovala pobočja Olimpa z bogovi. Zamisel o kroglasti obliki Zemlje so po do današnjega časa znanih podatkih prvi razvili antični Grki oziroma njihovi filozofi. Tako je Anaksimander dognal, da bi Zemlja bila valj, ki se nahaja znotraj kroglastega neba. Pitagora s svojimi učenci v Krotonu (današnje italijansko mesto Croton) pa je že razmišljal, da je krogla najpopolnejše naravno telo in kot tako tudi najprimernejše za obliko Zemlje, drugih nebesnih teles ter neba. Prve stvarne dokaze o takšni obliki Zemlje pa je prispeval Evdoks, ki je menil, da bi oddaljene zvezde v primeru ravne Zemlje videl na vedno istem mestu, tako pa se te premikajo po nebu. Aristotel je trdil, da je Zemlja okrogle oblike zaradi dejstva, da ob Luninem mrku na slednjo pade lokasta senca Zemlje, kakršno lahko vrže le krogla. Da bi zaradi dejstva, da je vsaka mirujoča tekočina izbočena, tudi morje bilo kroglaste oblike, je trdil Arhimed. Aristotel je trdil, da je Zemlja okrogle oblike, ker ob Luninem mrku na slednjo pade lokasta senca Zemlje, kakršno lahko vrže le krogla (Vodušek in Klemenčič, 2009).

Polmer Zemlje je prvi izmeril starogrški matematik, geograf, astronom, knjižničar, pesnik, zgodovinar, muzikolog, Eratosten (3. stoletje pr. n. š.), ki je delal v Aleksandriji in bil Arhimedov prijatelj. Njegov način merjenja in dobljeni rezultat, ki se le malo razlikuje od današnje vrednosti za polmer Zemlje, še danes občudujemo. Eratosten je opazil, da je bilo najdaljšega dne (okoli 21. 6.) Sonce v mestu Asuan natančno nad glavo. Sončevi žarki so padali navpično na tla in predmeti niso imeli senc. V Aleksandriji ob Sredozemskem morju pa so istega dne predmeti metalo senco na tla. To pomeni, da Sonce ni natančno nad glavo. Eratostenova meritev je bila tako dobra, da so njegovo vrednost za polmer Zemlje upoštevali vse do 16. stoletja (Vodušek in Klemenčič, 2009).

Za polmer Zemlje, ki ga je izmeril Eratosten, različni avtorji navajajo različne vrednosti, tudi takšne z relativno napako manjšo od 1 %, kar je praktično nemogoče (pretiravanje), saj ni niti natančno znano, kakšno dolžinsko enoto je Eratosten sploh uporabil pri merjenju razdalje med Asuanom in Aleksandrijo. Eni govorijo o egipčanskem stadiju (stadionu; okoli 158 m), drugi o atiškem (okoli 185 m; ali tudi okoli 190 m) in še ti so samo povprečne vrednosti. Znanih je vsaj osem vrst stadijev (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Eratostenov je na primer meril okoli 230 m. Stadioni za atletska tekmovanja so bili različno razsežni. Čim bolj gremo proti jugu, tem manj razsežni so bili, tem krajšo razdaljo so tekači tekli (morda je to povezano z vročino) (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Predstavljanje o okrogli Zemlji se je, kot se zdi, rodilo v Stari Grčiji približno ob koncu 6. stol. pr. n. š.. Filozofi pitagorejske šole – pitagorejci – so imeli Zemljo za kroglo kot protiutež starejše slike sveta, po kateri so si Zemljo predstavljali kot ravno okroglo ploščo (ploščat disk). Mnenje o okrogli Zemlji je zraslo iz dejstev, ki jih ni bilo mogoče pojasniti na osnovi starega predstavljanja. To ni bila osamljena ideja, ampak del splošnih načel tedanje znanstvene teorije ali sistema oz. pogleda na svet. V tem sistemu je bila Zemlja opredeljena kot nepremično središče vesolja (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Obkrožajo jo sfere s skupnim središčem, ki sovпада s središčem Zemlje. Sfere se vrtijo z različnimi hitrostmi, vendar posamezna s stalno. V prvotni primitivni shemi je bilo sedem takih sfer. Na Zemlji najbližji notranji sferi se je gibala Luna, na naslednji Merkur, dalje Venera, Sonce, Mars, Jupiter in Saturn. Osmo - zadnja sfera je bila zasedena z zvezdami. Da bi se ta shema čim bolj ujemala s podatki opazovanj, je grški filozof 4. stol. pr. n. š., Evdoks iz otoka Knida, vsakemu planetu in Soncu in Luni

priredil še nekaj sfer, ki se vrtijo okrog različnih osi, vse pa gredo skozi središče Zemlje. Z izbiro smeri osi in hitrosti vrtenja sfer je Evdoksu uspelo sestaviti take kombinacije gibanja sfer, ki so zadovoljivo ustrezale opazovanim gibanjem planetov. Evdoksova shema vesolja je vključevala 27 sfer, po tri za Sonce in Luno, po štiri za vsakega od pet planetov in eno sfero za vse zvezde skupaj. Ta sistem je sprejel med svoje spise in ga pozneje izpopolnil Aristotel, ki je uvedel že 55 sfer. Poznejša natančnejša opazovanja so pokazala, da je bilo celo 55 sfer premalo za pojasnitev navideznega gibanja planetov (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Okoli leta 240 pr. n. š. je Aristarh z otoka Samosa predlagal sistem, v katerem se giblje Zemlja. Menil je, da ima Zemlja dve gibanji: kroženje okrog Sonca s periodo enega leta in vrtenje okrog svoje vrtilne osi s periodo enega dne. Toda ta sistem so v tistem času odklonili kot heretičnega. Tako je bilo potrebnih skoraj 1800 let za uveljavitev genialne Aristarhove misli (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Kako pojasniti, da je ideja o gibanju Zemlje okrog Sonca takrat naletela na tako oster odpor, medtem ko je ideja o okrogli Zemlji razmeroma hitro postala lastnina znanosti? V glavnem gre za preveč osamljeno idejo, nasprotno s tezami prvotnega svetovnega nazora tedanjega časa. Antična mehanika ni poznala vztrajnostnega načela. Zato se je ideja o gibanju Zemlje pokazala kot nasprotje temu, da z visokega stolpa prosto spuščeno telo pade v smer gibajoče se Zemlje, ampak v točko pod mestom, iz katerega je bilo spuščeno. Razen tega so antični astronomi že vedeli, da bi z gibanjem Zemlje okrog Sonca morali tekom leta zaznati spremembe v navideznih legah zvezd, torej zaznati paralakso zvezd. V tistem času pa astronomska opazovanja še daleč niso dosegla takšne ravni natančnosti, da bi mogli ugotoviti ta učinek (ki je bil, mimogrede rečeno, ugotovljen šele okoli leta 1840) in bi tako lahko zagovarjali nov predlog, namreč, da so zvezde na izredno velikih, celo neskončnih oddaljenostih od Zemlje. To mnenje pa je bilo v nasprotju z obstoječimi predstavljani in bi ga bilo treba še odkriti in izkustveno potrditi (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Zdi se, da so grški astronomi, ko so želeli doseči soglasje teoretičnega sistema s prakso, to je z opazovanji, znanstveno slepo sledili drug drugemu. Končno je dobil priznanje Ptolemajev sistem (2. stol. n. š.), v katerem je mirujoča okrogla Zemlja obdana z zvezdami "narisano" nebesno sfero, ki se vrti okrog nepremične osi in zaključi svoj obrat v 24 urah. Po Ptolemajevem sistemu se Zemlja od zdavnaj nahaja v središču nebesne sfere. Navidezno gibanje Sonca in planetov se ne opisuje več z nekaj geocentričnimi sferami, ampak nekoliko preprosteje, z enakomernimi gibanji po krožnici in v boljšem soglasju s podatki opazovanj kot prej (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Ptolemaj je uporabil v 2. stol. pr. n. š. izrečeno Hiparhovo mnenje (predlog), da središče krožnice, po kateri se "enakomerno" giblje Sonce, ne sovпада s središčem Zemlje, ampak je nekoliko (za določeno razdaljo) odmaknjeno v stran. To je bilo treba upoštevati, da so lahko pojasnili opazovane spremembe v hitrosti navideznega gibanja Sonca tekom leta. Za mnenje, da se nebesna telesa gibljejo neenakomerno, v tem času ni bilo osnove. Teorija je pač zahtevala enakomerno gibanje po krožnici, torej enakomerno kroženje in konec (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Vendar pa Ptolemajev sistem opisuje gibanje planetov še vedno precej zamotano. Ptolemaj je predstavil navidezno in neenakomerno gibanje vsakega planeta kot vsoto nekaj enakomernih krožnih gibanj. Vsak planet se giblje enakomerno po mali krožnici - epiciklu, katerega središče enakomerno kroži po veliki krožnici - deferentu, ki ima središče v središču Zemlje. (Opomba: Za boljše sovpadanje teorije z opazovalnimi podatki je moral celo predložiti, da je središče deferenta nekoliko premaknjeno glede na središče Zemlje v točko, imenovano ekvant, a zaradi preglednosti prispevka to 'podrobnost' tukaj lahko izpustimo ali kar pozabimo.) (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Planet se torej giblje na koncu epiciklovega radija, ki enakomerno kroži okrog središča epicikla, ki spet enakomerno kroži okrog središča deferenta. Tako shemo je Ptolemaj sestavil za vsak planet. Pri tem je izbral radije, hitrosti in razmike od središč tako, da bi dobil čim boljše ujemanje teorije z opazovanji. V končni obliki se je celo pokazala možnost, da ta sistem ne pojasnjuje samo opazovane situacije na nebu, ampak lahko tudi napove lege planetov. Starogrški astronom, matematik, fizik in geograf Klavdij

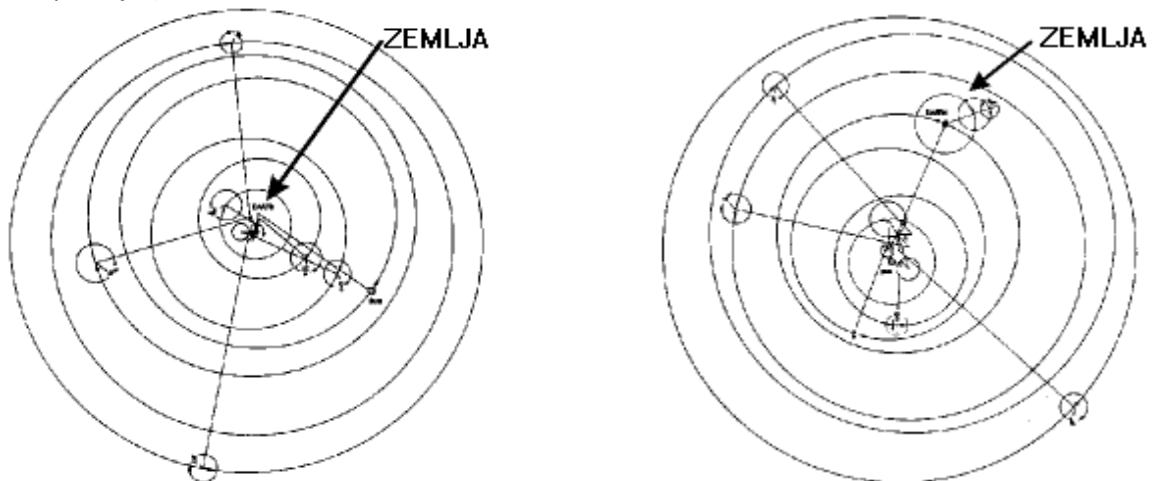
Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

Ptolemaj (ok. 85– ok. 170), je utemeljitelj geocentričnega svetovnega sistema (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Nesmiselno bi bilo razpravljati o Ptolemajevem sistemu zgradbe Osončja z današnjega gledišča znanstvenih dosežkov, da bi ga na primer imeli za znanstveno zablodo. Ker niso poznali preprostega načina opisa gibanja planetov po heliocentričnem sistemu, so ga grški astronomi pač približno opisovali kot vsoto krožnih gibanj. S povečanjem uporabljanega števila epiciklov je bilo tako možno obravnavati opazovano gibanje planetov s poljubno natančnostjo (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Ptolemajev sistem ni zabloda. Je resničnost, ki se je pojavila kot prvi korak oz. približek na poti k ugotavljanju zakonov o gibanju planetov. Današnji, večkrat negativni odnos do geocentričnega sistema, ne označuje povsem negativne zgodovinske vrednosti Ptolemajevega nauka, ampak je večinoma izraz odločne obsodbe dogmatizma, slepe vere v avtoritete, brezmejne oblasti cerkve itn. V sredini srednjega veka je ta sistem postal velika cokla na poti napredka znanosti. Šele v 16. stoletju je Nikolaj Kopernik (1473-1543) uspel s svojimi dovolj prepričljivimi dokazi v prid heliocentričnemu sistemu nasprotovati Ptolemajevemu (Prosen, b. d.; Vodušek in Klemenčič, 2009).

Po Kopernikovem heliocentričnem sistemu so Sonce in zvezde nepremične. Sonce stoji v središču vesolja (torej Osončja). Kopernik predstavi Zemljo kot planet, ki se giblje po krožnici okrog Sonca, kakor se gibljejo tudi vsi ostali planeti. Kopernikov sistem je natančno pojasnil, zakaj z Zemlje opazujemo navidezno gibanje planetov, ki nastopa zaradi hkratnega njihovega lastnega gibanja v prostoru okrog Sonca in gibanja Zemlje okrog Sonca. Prvič je jasno pokazal, da Merkur in Venera krožita bližje Soncu kakor Zemlja; Mars, Jupiter in Saturn pa dlje in podal tudi izračunane relativne radije planetnih tirov, to je radije krožnic, po katerih krožijo planeti (glede na radij krožnice, po kateri kroži Zemlja). Posebno pomembno je, da je po Kopernikovem sistemu možno pojasniti vrsto dejstev, ki jih v Ptolemajevem sistemu ni bilo mogoče. Med te spada na primer spreminjanje Marsovega sija (magnituda) med letom, kar nastane zaradi spreminjanja medsebojne oddaljenosti med Zemljo in Marsom (v mejah od vsote radijev tirov Zemlje in Marsa do razlike teh radijev). Pojasnimo lahko tudi naslednje: opazovalec na Zemlji ugotovi, da poljubni zunanji planet (Mars, Jupiter in Saturn) pri svojem navideznem gibanju opisuje pentljo vedno tisti čas, ko na nebu leži na nasprotni strani kot Sonce, to je okoli opozicije (Uredništvo, 2016).



Slika 3: (a) Primerjava Ptolomejevega in (b) Kopernikovega sistema sveta (Kvarkadabra.net, 2000)

Zgodovinski pomen Kopernikovega nauka pa je v njegovem revolucionarnem vplivu, ki se je pokazal v znanosti in tudi na splošno. Njegov nauk je nakazal pot k novim, spet revolucionarnim drugim razmišljanjem, v katerih so celo zanikali vloga Sonca kot središča vesolja. V razmišljanjih Giordana Bruna (1548-1600) je Sonce nenadoma postalo le središče Osončja, torej le ena od brezmejnih števil zvezd v vesolju, vesolje pa neskončno velik razsežen prostor (Uredništvo, 2016).

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

Kopernikov heliocentrični sistem, da se planeti gibljejo po krožnicah okrog Sonca, pa se ni povsem ujemal z rezultati opazovanj. Tega se je dobro zavedal že Kopernik. Ko je želel, da bi se njegova teorija natančneje ujemala z opazovanji, je Kopernik pri svojih razmišljanjih celo malo zašel na napačno pot, namreč, pomaknil je središče krožnega planetnega tira nekoliko vstran od Sonca in celo uvedel epicikle. (To izjavo bi tukaj lahko zamolčal, a jo navajam zato, da se vidi, da tudi pri Koperniku ni bilo vse "čisto in gladko".) Resnično oziroma pravilno obliko planetnih tirov in zakone spreminjanja hitrosti planetov na njih je z genialno mislijo ugotovil šele Johannes Kepler (1571-1630) (Uredništvo, 2016).

Kepler je natančno analiziral rezultate dolgoletnih opazovanj leg planetov, posebno Marsa, ki so jih opravili Tycho Brahe in njegovi vrli številni asistenti, vsi perfektni opazovalci. Odkril je, da se vsak planet giblje po elipsi, v enem od njenih gorišč pa leži Sonce (I. Keplerjev zakon). Hitrost gibanja planeta na tiru se spreminja (Uredništvo, 2016).

Tega leta se je začela tridesetletna vojna na območju Svetega rimskega cesarstva med protestanti in katoličani, Kepler pa je odkrival zakone vesolja (Uredništvo, 2016).

Keplerjevi zakoni so preprosti in kar natančni. Njihovo odkritje predstavlja nov, velik in zelo pomemben korak na poti k boljšemu razumevanju zgradbe Osončja in dinamičnih značilnosti planetov. Prednosti Keplerjevega sistema pred Kopernikovim so nesporne (Uredništvo, 2016).

Drugi Keplerjev zakon (1609): zveznica Sonce – planet popiše v enakih časih enake ploščine. Mar so Keplerjevi zakoni posledica bolj splošnih zakonov (Uredništvo, 2016)?

Že pri samemu Keplerju se je pojavila misel o vplivu Sončevega »magnetizma« na hitrost gibanja planetov (2. Keplerjev zakon). Francoski filozof Rene Descartes (1596-1650) je iskal vzrok za gibanje planetov v nekakšnih vrtincih, ki naj bi napolnjevali prostor in za seboj vlekli planete. Vendar pa je ta problem rešil šele znameniti fizik in matematik Isaac Newton (1642-1727). Pokazalo se je, da so Keplerjevi zakoni res posledica bolj splošnega Newtonovega zakona gravitacije, ki ne velja samo za medsebojno delovanje planetov in Sonca, ampak tudi za padanje teles na Zemljo, plimo in oseko itn., torej splošno velja v vesolju (Uredništvo, 2016).

Da bi izpeljali Keplerjeve zakone iz gravitacijskega, moramo upoštevati tudi vse tri temeljne Newtonove zakone o gibanju teles. Izkaže se, da je prvi Keplerjev zakon posledica tega, da je privlačna sila obratno sorazmerna s kvadratom oddaljenosti med vesoljskima telesoma, drugi zakon pa je posledica zakona ohranitve vrtilne količine za središčno silo (Uredništvo, 2016).

Šele Newtonova dela so dokončno potrdila davno Aristarhovo misel o Zemljinem gibanju okrog Sonca, čemur se je tako krčevito upirala antična mehanika in kar še za časa Kopernika in deloma tudi Keplerja ni bilo povsem zadovoljivo rešeno. Toliko glede Zemlje in njenega gibanja (Uredništvo, 2016).

Zemlji in petim planetom so se potem pridružili naključno odkrit planet Uran, velikanska množica planetoidov, z računi po gravitacijskem zakonu napovedan in odkrit planet Neptun, številna druga odkrita vesoljska telesa z najrazličnejšimi lastnostmi itn. Tako zdaj dobro poznamo zgradbo Osončja, njegove značilnosti in lego v prostoru. Nova odkritja v njem se nadaljujejo (Uredništvo, 2016).

Da je Zemlja okrogla, so mislili že starogrški misleci (5. stoletje pr. n. š.). Ker se videz zvezdnega neba dosti ne spremeni, če se iz kakega kraja na Zemlji nekoliko premaknemo proti severu ali proti jugu, so sklepali, da je Zemlja zelo majhna glede na ogromno vesolje. Niso se motili. Dokončno je misel o okrogli Zemlji potrdila Magellanova odprava, ki je med letoma 1519 in 1522 obplula Zemljo s potovanjem proti zahodu.

Ferdinand Magellan je ena največjih pustolovskih in morjeplovskih legend. V letih 1506–1512 je raziskal Dišavne otoke (Moluki), leta 1517 pa se je Španiji ponudil, da odpluje do teh otokov z zahodne smeri. Španijo je z ladjo Viktorija zapustil leta 1519 in preplul preliv, ki se danes imenuje po njem, nato ga je čakala več kot trimesečna težavna pot preko Tihega oceana, preden je prišel do Filipinov, kjer je bil v spopadu z domorodci ubit. Njegov suženj Enrique, doma s Filipinov, je prvi dojel, da so pluli po

krogli, ne pa po ploskvi, ki se bo končala s prepadom, saj se je ladja, ki je venomer plula proti zahodu, na koncu svoje poti vrnila v izhodiščno lukko. Tako so dokazali, da je Zemlja okrogla (Zlobec, 2018).

2.2.3 Zemlja kot elipsoid

Po antičnem obdobju je prišlo do splošnega zatona znanosti. Raziskave, po katerih je bilo sklepati, da je Zemlja ne le približno okrogla, pač pa nekoliko bolj elipsoidne oblike, so izvedli šele v 17. stoletju. Prvo pomembnejše odkritje je najavil francoski astronom Jean Richer v letih 1672 in 1673. Francoska akademija znanosti ga je zaradi meritev sončne paralakse poslala v Cayenne, glavno mesto Francoske Gvajane, ki leži v bližini ekvatorja. Tam je ugotovil, da njegova ura na nihalo dnevno zaostane za 2,5 minute. Po vrnitvi v Pariz se je pojavil problem v obratni smeri, odpraviti pa ga je bilo moč z vnovičnim podaljšanjem nihala. Po razpravah, kaj je vzrok tega pojava, je najbolj obveljala domneva, da Zemlja nima popolno okrogle oblike, saj so na takšnem telesu vse točke enako oddaljene od središča in se zato sila teže ne more spreminjati. Temu je sledil sklep, da je Zemlja izbočena na ekvatorju in sploščena na svojih tečajih, kar je značilno za elipsoid. Razlog, da je Zemlja pridobila obliko elipsoida, se skriva v njenem vrtenju. Centrifugalna sila je zaradi vrtenja na ekvatorju razmeroma velika, medtem ko je na polih ni. Ker centrifugalna sila nasprotuje sili teže, imajo predmeti na ekvatorju manjšo maso kot na obeh polih ali v njuni bližini: zemeljski pospešek na ekvatorju meri $978,049 \text{ cm/s}^2$, medtem ko je njegova vrednost na polih $983,221 \text{ cm/s}^2$. Tako izbrano telo, katerega masa na 90° geografske širine znaša 1005 kg, na ekvatorju tehta le 1000 kg. Zaradi zmanjšanja privlačne sile jedra, ki ga tako povzroča centrifugalna sila vrtenja, so tudi snovi v notranjosti Zemlje bolj oddaljene od središča v bližini ekvatorja. Teoretsko je to utemeljil nizozemski astronom, fizik in matematik Christiaan Huygens s svojim zakonom o centrifugalni in centripetalni sili, ki sta odvisni od hitrosti vrtenja (hitrost vrtenja na polih je namreč ničelna), kasneje pa še Isaac Newton s svojim splošnim gravitacijskim zakonom. Sploščenost Zemlje, ki znaša 0.00335, je leta 1743 izračunal francoski matematik in astronom Alexis Claude Clairaut. Obliko Zemlje so v tem in kasnejših časih preverjali tudi z merjenjem stopinj zemljepisne širine. Dolžine teh stopinj se na elipsoidu namreč razlikujejo od ekvatorja proti polu, medtem ko so na pravilni krogli vedno enake dolžine. Tako je leta 1700 Giovanni Domenico Cassini izmeril dolžino loka poldnevniške stopinje, ki je potekala od Pariza na jug. Njegove meritve so pokazale, da je bila daljša od stopinje, ki je potekala na sever od Pariza. Dolžino slednje je izmeril njegov sin Jacques Cassini II., in sicer med mestoma Pariz in Dunkerque. Po takšnih podatkih bi šlo sklepati, da je Zemlja izbočena na polih in ima torej obliko, podobno jajcu. Ker je to zavračalo vse poprejšnje teorije, ki jih je postavil med drugimi Newton, se je francoska znanstvena srenja odločila, da bo opravila natančnejše meritve na nekoliko skrajnejših točkah. V ta namen so poslali dve odpravi v letih 1735 in 1736, izmed katerih je prva izmerila dolžino loka ene stopinje 110,576 km v perujskih Andih, tj. blizu ekvatorja, druga pa na Laponskem dolžino 111,948 km. Ti razmeroma natančni izmeri sta ovrgli Cassinijeve meritve stopinj ter potrdili, da je Zemlja bolj podobna mandarini kot jajcu. Zatem so strokovnjaki različnih narodnosti merili te dolžine na več različnih legah, med njimi tudi Ruđer Josip Bošković iz Dubrovnika, ki je 1750. leta precej natančno izmeril širinski lok med Rimom in Riminijem. Za razvoj merskega sistema pa so pomembne meritve francoskih strokovnjakov, opravljene med letoma 1792 in 1799. To je bil čas po francoski revoluciji, ko je bila v ljudski skupščini ob vsem drugem predlagana tudi menjava dolžinskih merskih enot. Charles de Talleyrand je tako osnoval enoto, ki bi bila 40-milijonski del poldnevniškega kroga ter bi se imenovala meter, nadomestila pa bi staro mero toise.

Zakaj Zemlja ni okrogla? Nadaljnje meritve so se odvijale skozi 18. in 19. stoletje, kar je prineslo nova vedenja tudi glede vzporednikov. Meritve dolžinskih stopinj so pokazale, da njihovi loki niso enako dolgi niti na stopinjah istega vzporednika, iz česar se je porodil sklep o tem, da vzporedniki niso krogi, pač pa ravno tako nekoliko sploščene ploskve, tj. elipse. Ruski kartograf Theodor Friedrich von Schubert je to domnevo dovršil do leta 1859 in obliko Zemlje označil za troosni sferoid. Poznejše meritve na Zemlji in meritve novejšem času so pokazale, da se oblika Zemlje razlikuje tudi od elipsoida, vendar so

te razlike majhne, nepravilnosti pa so neenakomerno razporejene. Tako so leta 1873 za edinstveno obliko Zemlje uvedli naziv geoid (Vodušek in Klemenčič, 2009).

2.2.4 Zemlja kot geoid

Geoid je krogli podobno telo, katerega ploskve so povsod pravokotne na smer sile teže, ta ni vedno usmerjena povsem v središče Zemlje. Znanstveniki, ki so znova in znova raziskovali velikost in obliko Zemlje, so do 19. stoletja dognali, da se njihove meritve na različnih koncih zemeljskega površja ne ujemajo niti ob upoštevanju tolerance napake. Tako je prišlo do nejasnosti zaradi različno hitrega nihanja nihal vzdolž istih vzporednikov, katerih težnost bi bila po zakonitostih elipsoida po celotnem krogu enaka. Takšna neskladja si je bilo moč razlagati edino z domnevo, da je sila teže na različnih točkah iste zemljepisne širine različna, slednje pa zaradi dejstva, da je razporeditev mas v Zemljini notranjosti neenakomerna. Leto 1842 je prineslo ugotovitev, da nihalo niha hitreje na obalah oceanov ali na otokih kot v notranjosti celin, kar pomeni tudi večjo silo teže na oceanskih območjih kot na območjih celin; to pa nadalje pomeni, da je gostota snovi v notranjosti planeta večja pod oceani kot pod celinami. Površina oceana na njegovem osrednjem območju je tako zaradi večje sile teže bližje središču Zemlje kot površina ob obalah. To kaže na neskladje razporeditve sile teže po Zemljinem površju, zaradi česar črte, ki povezujejo kraje z enako težo, ne potekajo kot pričakovano po vzporednikih, pač pa so naključno ukrivljene (Vodušek in Klemenčič, 2009).

Zaradi naštetih odkritij izraz elipsoid v tem času ni bil več najprimernejši, zato je po Listingu leta 1873 v uporabo prišel pojem geoid. To je telo, omejeno s ploskvijo, ki je povsod pravokotna na smer sile teže; površina geoida po celinah poteka pretežno nad površino sferoida, na oceanih pa pod njo. Je razmeroma nepravilne oblike in ga znanost do danes še ni definirala z matematično enačbo. Oblika najbolj izstopa na območju Indijskega oceana južno od Indije, kjer je najti depresijo z globino -113 metrov od površja sferoida, ter na območju severno od avstralske celine, kjer najvišji vrh geoida meri 81 metrov. Geoid je neprimeren oziroma izjemno težaven za risanje kart, zato se v kartografski in več drugih znanostih dela navezujejo na obliko referenčnega ali Zemljinega elipsoida, ki je najboljši matematično izračunljiv približek geoida. Zemljin elipsoid se uporablja kot podlaga za izdelavo zemljevidov velikih meril, astronomska preučevanja idr., večkrat pa se za potrebe različnega dela poenostavi tudi ta oblika, in sicer na obliko pravilne kroglice, saj je razlika med referenčnim elipsoidom in pravilno kroglo majhna (Vodušek in Klemenčič, 2009).

2.3 Teorije zarote

Ali je 2000 let prepričan lažno? Nenadoma še vedno živimo na disku in ne na žogici? Presenetljivo je, da bo eden od predstavnikov Društva Flat Earth, Mike Hughes, zgradil svojo raketo, da bi zagotovil, da ne bo prevaran. Ogromno ljudi verjame, da svetovna elita laže o našem planetu. Ameriškemu vozniku limuzine Miku Hughesu je spodletel polet z doma narejeno raketo, med katerim se je želel prepričati, ali je Zemlja res okrogla, kot zagotavljajo znanstveniki, in ne ravna, v kar verjame sam. Šlo je še za en poskus dokazovanja nešteto krat ovržene teorije zarote, da je naš planet v resnici ploščat krožnik, svetovna elita pa nam to iz neznanega razloga prikriva (Tomšič, 2020).

Med branjem komentarjev znanstvenih člankov o vesolju, ki jih številni mediji objavljajo na svojih spletnih straneh ali pa na družbenih omrežjih, je mogoče zelo pogosto zaslediti opazke, da gre za laži. Mnogo bralcev namreč trdi, da astronomi in znanstveniki zavajajo javnost, saj služijo višjim silam, ki želijo skrito ohraniti zelo pomembno informacijo: Zemlja je v resnici ravna plošča, ne kroglasto vesoljsko telo (Tomšič, 2020).

Tako imenovana teorija zarote o ploščati Zemlji ("flat Earth" po angleško) ima korenine v religiji, ki je skozi stoletja zagovarjala model ploščatega oziroma ravnega sveta (Tomšič, 2020).

Sodobni podporniki teorije o ploščati Zemlji sicer niso nujno verni, temveč, kot navaja uradno stališče mednarodnega združenja za ploščato Zemljo (Flat Earth Society), zaupajo zgolj lastnim čutom. To

pomeni, da v ukrivljenost Zemlje ne verjamejo, ker je ne morejo videti od tam, kjer stojijo (Tomšič, 2020).



Slika 4: Zemlja - ravna plošča (Bizjak, 2020)

Znanstveniki so že nešteto krat dokazali, da teorija ne drži vode. Nenazadnje je "okroglost" našega planeta že pred 2.300 leti potrdil starogrški matematik Eratosten z merilno metodo, za katero je sodobna znanost pozneje pokazala, da je bila pravilna, da vseh fotografij in videoposnetkov Zemlje, ki so jih posneli sateliti in astronauti, sploh ne omenjamo (Tomšič, 2020).

Večina satelitskih fotografij Zemlje so sestavljenke oziroma so skupaj zlepljene iz več različnih fotografij, saj so sateliti, ki so jih posneli, preblizu Zemlji, da bi jo v fotografski objektiv lahko ujeli v celoti. To je izvrsten argument za podpornike teorije o ploščati Zemlji ("Saj vendar tudi astronomi priznavajo, da so fotografije Zemlje iz vesolja predelane!") ki, to sicer velja pri vseh podobnih teorijah zarot, določene informacije zelo radi vzamejo iz konteksta. Tole je sicer fotografija Zemlje v "enem kosu", posnel pa jo je satelit DISCOVER, ki ni v Zemljini orbiti, temveč je zasidran v eni od tako imenovanih Lagrangejevih točk 1,5 milijona kilometrov stran in Zemljo vidi v celoti (Tomšič, 2020).

A fotografije, meritve in celo fizikalne zakonitosti za zagovornike ploščate Zemlje niso argumenti v podporo okroglosti planeta. Takšne dokaze namreč zavračajo, saj z izjemo ene študije, ki je bila narejena daljnega leta 1838 in podpira teorijo o ploščati Zemlji, pa čeprav jo je pozneje zaradi kritičnih napak več znanstvenikov ovrгло, ne verjamejo v sodobno znanstveno metodo (Tomšič, 2020).

Po prepričanju Flat Earth Society je edina mogoča razlaga, da večina ljudi še vedno verjame v okroglo, ne ploščato Zemljo, velikanska zarota vesoljskih agencij, predvsem ameriške Nase, znanstvene stroke, svetovnih vlad in neznanih elit, ki iz ozadja vlečejo vse niti. Kakšna je njihova motivacija za to, ni znano (Tomšič, 2020).

Kako pa je potem torej videti Zemlja, če ni kroglja, temveč velik krožnik? Nekako takole. Severni pol je v sredini ploščate Zemlje, južnega ni. Celine so razporejene tako, kot jih vidimo tukaj, Antarktika pa pravzaprav ni samostojna celina, temveč izjemno visok zid iz ledu, ki obdaja celotno ploščato Zemljo in skrbi za to, da se oceani preprosto ne zlijejo "čez rob". Roba Zemlje še nikoli nihče ni videl ali ga celo prečkal, trdijo zagovorniki ploščate Zemlje. V nekaterih različicah teorije "antarktični zid" varujejo oboroženi vladni agenti. Tako Sonce in Luna sta medtem zelo blizu ravni Zemlji, od površja sta oddaljena okrog pet tisoč kilometrov (to lahko vidimo na prvi sliki v tem članku, ki ponazarja ploščato Zemljo). Sonce je v resnici veliko, veliko manjše, kot trdijo znanstveniki, še zagotavljajo podporniki teorije.

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

Podporniki ploščate Zemlje priznavajo, da tudi sami ne vedo, kako natanko je videti, saj je namreč nihče ne more videti od zgoraj, ker je potovanje v vesolje po njihovem prepričanju nemogoče (Tomšič, 2020).

Na sliki zgoraj je najpogosteje sprejet model ravne Zemlje, ki, mimogrede, temelji na logotipu organizacije Združenih narodov. Da, tudi ta naj bi bila vpletena v zaroto: to dokazuje ravno logotip, trdijo tako imenovani "flateartherji" (Tomšič, 2020).

Oglejte si odličen videoposnetek kanala Vsauce o tem, kako bi bilo živeti na ploščati Zemlji: Kdo je kriv, da ljudje verjamejo v ploščato Zemljo?

Krivdo za to, da imajo neuradne organizacije in iniciative v podporo dogmi o ploščati Zemlji na desettisoče članov in sledilcev, večina znanstvenikov pripisuje svetovnemu spletu, predvsem Facebooku in YouTubeu.

Gre za medija z globalnim dosegom, kjer lahko vsak zapiše ali pove, kar ga je volja. Ker ne gre za znanstveni publikaciji, kjer resničnost navedb v študijah pred objavo preverijo drugi znanstveniki, si lahko dokaze za svoje trditve vsak tudi izmisli ali pa preprosto zanika obstoj naravnih zakonitosti, na primer gravitacije, kar se v primeru zagovarjanja ploščate Zemlje zgodi kar pogosto (Tomšič, 2020).

Psihologi so medtem ugotovili tudi, da teorijam zarot, ki temeljijo na neiskrenosti "svetovnih elit", pogosto verjamejo tisti, ki ne zaupajo svoji vladi. Ploščata Zemlja je zanje torej idealna, saj domneva, da nam lažejo vsi, od Nase do politikov (Tomšič, 2020).

Del krivde nosijo tudi nekatere slavne osebe, ki javno oznanjajo svoje prepričanje o ploščati Zemlji in po katerih se morda zgleduje marsikdo. Med bolj znanimi sta ameriška košarkarja Kyrie Irving (na fotografiji), ki je lani dejal, da "ne obstaja niti ena fotografija vse Zemlje", in Shaquille O'Neal, ki je izjavil, da "Zemlja mora biti ravna, ker cesta ne gre gor in dol, ko se vozim po njej" (O'Neal je kasneje zatrdil, da se je šalil). V svoj ploščati prav trdno verjame tudi ameriški raper B.o.B (Tomšič, 2020).

Ena od zanimivosti teorije o ploščati Zemlji je, kako skupnost podpornikov zavrača vsakršne dokaze o okroglosti našega planeta, pridobljene z znanstveno metodo (in kamerami na satelitih), obenem pa je kriterij za dokaze, ki bi potrjevali ploščatost Zemlje, izredno nizek (Tomšič, 2020).

Ogromno podpore je tako dobil uvodoma omenjeni ameriški voznik limuzine Mike Hughes, ki se je doma odločil izdelati raketo na parni pogon, s katero bi sam poletel dovolj visoko, da bi videl ukrivljenost Zemlje. Prvo izstrelitev je napovedal že za november, a so mu jo preprečile oblasti v Kaliforniji. (Tomšič, 2020).

Hughes na Facebooku, kjer je sicer zelo aktiven, tudi ni povedal, kaj se je zgodilo.

Saj ne, da bi Hughes iz svoje rakete resnično lahko videl ukrivljenost Zemlje, saj ne bi dosegla niti višine enega kilometra, v načrtu pa je bil manj kot 2,5 kilometra dolg polet. V zadnjih tednih je Hughes sicer tudi zelo omilil svoje širokoustenje o tem, da bo zaroti o okrogli Zemlji enkrat za vselej prišel do dna, pa čeprav na njegovi raketi piše FLAT EARTH (Tomšič, 2020).

Nekateri so poudarili tudi, da bi Hughes ukrivljenost Zemlje lahko videl veliko ceneje, raketa ga je stala 20 tisoč ameriških dolarjev, če bi kamero pripel na vremenski balon (Tomšič, 2020).

Da je Zemlja v resnici ploščata, je na YouTube objavil uporabnik D. Marble. Ploščatost našega planeta je "izmeril" tako, da je na polet s potniškim letalom vzel vodno tehtnico oziroma "vaservago" po domače in poskusil ugotoviti, ali bo pilot na neki točki "nagnil" nos letala in sledil ukrivljenosti Zemlje. Pozabil je seveda na upoštevanje pomembnega dejavnika, ki mu pravimo gravitacija, a njegov videoposnetek ima vseeno več kot milijon ogledov (Tomšič, 2020).

Slovenci smo glede na zanimanje za ploščato Zemljo v svetovnem vrhu. Slovenske uporabnike svetovnega spleta teorija o ploščati Zemlji zanima kar precej. Po pogostosti iskanja izraza "flat earth" z Googlom smo v svetovnem merilu na 13. mestu, kaže analitično orodje Google Trends. Na prvem in

drugem mestu so ZDA oziroma Kanada, kjer je sicer tudi največ organizacij in združenj podpornikov ploščate Zemlje (Tomšič, 2020).

2.3.1 7 načinov, s katerimi lahko dokažemo, da Zemlja ni ploščata

Čeprav se zdi, da je vsem znano, da je Zemlja okrogla, se manjšina ljudi še vedno oklepa nerazumljive ideje, da je ploščata. Morda je pravi čas, da nanizamo načine, s katerimi lahko dokažemo nasprotno – Zemlja je zanesljivo okrogla (Govori.se, 2018).

1. Poglejte navzgor

To je zelo preprosto. Zazrite se v nočno nebo in z določenih točk na planetu boste videli določena sozvezdja. Nekdo v Avstraliji bo gledal drugačno razporeditev zvez kot nekdo v Franciji, zvezde Severnice na primer ne morete videti z južne hemisfere. Ko bi bila Zemlja ploščata, bi vsi videli enako zvezdnato nebo (Govori.se, 2018).

2. Poglejte navzdol

Enako preprost dokaz za okrogline planeta je merjenje sence. Senci dveh oseb, ki se ob istem času postavita različno daleč od ekvatorja, nista enako dolgi. Na ravni ploščadi bi bili senci iste dolžine. To je vedel Eratosten že pred tremi tisočletji (Govori.se, 2018).

3. Stehtajte se

Zaradi gravitacije, ki vse vleče k središču planetarne mase, tehtnica na katerikoli točki na svetu pokaže enako težo. Na ploščatem planetu bi nas zaradi oddaljenosti od središča vleklo na stran, v središču pa navzdol. Zagovorniki ploščatosti zato zanikajo gravitacijo, a če bi imeli prav, se sploh ne bi mogli stehtati. Pa ne samo to, brez gravitacije bi bili mrtvi (Govori.se, 2018).

4. Poletite na Antarktiko

Neverni Tomaži trdijo, da je Antarktika le ogromna ledena stena okrog ploščate Zemlje. A če bi to držalo, bi letala, ki preletavajo najbolj južno celino, padla s planeta, mar ne (Govori.se, 2018)?

5. Poglejte na uro

Za razlago letnih časov pristaši ploščate Zemlje pravijo, da sonce kroži nad ploščo, toda ta trditev ne pojasni časovnih pasov. »Neverniki« skušajo menjavo dneva in noči razložiti z naslednjo teorijo: sonce ne sije v vseh smereh, ampak lebdi nad nami kot ogromen žaromet in se vrtili okrog severnega tečaja. Na nebu je ves čas in ko niste pod njim, je noč, ko pa ste, je dan (Govori.se, 2018).

Poglejmo njihove trditve z znanstvenimi očmi. Namesto pravih odgovorov imajo kup na hitro skrpanih misli brez celovite, argumentirane slike. Njihovi forumi so pravzaprav polni takih »zakladov«. Če potegnemo črto, ugotovimo, da se nihče ni lotil matematike. Doslej še niso izdelali modela ploščate Zemlje, s katerim bi z matematičnimi enačbami razložili premike na nebu in napovedali gibanje planetov. Niso izračunali, kolikšen naj bi bil polmer tira, po katerem se giblje sonce, niti kolikšna je površina, ki jo sonce osvetljuje (Govori.se, 2018).

Za konec še to: vsakdo, ki si je kdaj ponoči svetil z baterijo, ve, da lahko snop svetlobe vidimo tudi s strani. Enako bi veljalo tudi za ploščato Zemljo (Govori.se, 2018).

6. Pograbbite kompas

Naš planet ima magnetno polje, ki ga ustvarja tekoče železo v jedru Zemlje. Če bi bila Zemlja ploščata, ne bi imela jedra. Četudi bi namesto jedra imela sloj tekoče kovine, se planet ne bi vrtel tako, da bi ustvaril magnetno polje (Govori.se, 2018).

7. Foucaultovo nihalo

Francoski fizik Leon Foucault je leta 1851 javnosti predstavil svoj eksperiment z nihalom. Danes si lahko v muzejih po vsem svetu sami ogledate njegov preizkus. Nihalo se na oko giblje enakomerno naprej in

nazaj, v resnici pa se ravnina gibanja spreminja, kar potrjuje, da se planet pod našimi nogami vrti (Govori.se, 2018).

Proučevanje različnih teorij in modelov, njihovih medsebojnih odvisnosti in osnovnih načel je v zgodovini znanosti zelo pomembno. Samo s temeljitimi in poglobljenimi, upornimi in vztrajnimi raziskavami je mogoče priti do pomembnega odkritja, morda celo do naravnega zakona. Pri tem se je včasih treba odreči tudi kaki ideji, ki se je v začetku zdela sprejemljiva. Tu se lahko spomnimo besed Leonarda da Vinci: "Poskus ne vara, varljiva je lahko le naša sodba o njem."

2.3.2 Je Zemlja res okrogla? 10 krajev, ki so bolj ravni kot palačinka

Se ti zdi, da je Zemlja ploščata? Če se znajdeš na enem od teh desetih krajev, se to hitro lahko zgodi. Hitro se smejimo našim prednikom, ki so verjeli, da je zemlja ploščata. Vendar če pogledaš te ravne kraje, ki smo jih našli spodaj, potem ni nič čudno, da so naši predniki dvomili v okroglost našega planeta. Ravnine so enostavno tako dolge, da obzorje pred nami sploh ne izgine. Če pa potujemo počasi, sploh nimamo občutka, da smo se kaj premaknili. Spodaj si oglej 10 izmed najbolj ravnih krajev na Zemlji (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

Blatne ravnice v deželi Schleswig-Holsetin na severu Nemčije so največje zaporedne blatne ravnice, ki jih najdemo svetu. Nahajajo se v narodnem parku Schleswig Holstein Wattenmeer. Blato se razteza vse od obale Severnega morja pa do Danske. Le del ravnice sega iz morja, večina se jih skriva v objemu morja. Obisk narodnega parka ne moremo primerjati z obiskom tropov, kljub temu pa še vedno privabijo veliko sonca potrebnih Nemcev (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

Več kot 10.500 kvadratnih kilometrov in okoli 100 kilometrov po dolžini so velike soline Salar de Uyuni v Boliviji. Je največja slana ravnina, ki je velika skoraj toliko kot Jamajka. Solna skorja se giblje v debelini od 3 do 10 metrov, kar v celoti predstavlja 10 milijard ton soli. Ravno dovolj, da lahko posolimo ves pomfrit na svetu, kajne?

Puščavo Danakil domačini imenujejo kar »Vhod v pekel«, saj to res ni primeren kraj za nabiranje rjave polti. Temperatura se čez dan v puščavi dvigne tudi čez 50 stopinj Celzija. Češnje na vrhu torte pa predstavljajo starodavna plemena, ki imajo sovražen odnos do popotnikov. Puščava se nahaja severovzhodno od Etiopije (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

Prvotni prebivalci imajo za Everglades na Floridi dve imeni. Nekateri temu delu pravijo "grassy waters/travnate vode", drugi pa "River of Grass/Reka trave". Oba dobro opišeta Everglades, ki se nahaja na južnem delu Floride in je eden najbolj ravnih predelov Amerike (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

Če se odpraviš v Everglades, doma nikakor ne smeš pozabiti sredstva proti pikanju komarjev. Izlet tukaj zna biti neprijeten. Komarji so namreč hrana za ribe, z ribami se prehranjujejo ogromni aligatorji, brez težav pa kje na poti srečaš tudi orjaškega pitona. Zato na pot raje pojdi s kakšnim domačinom, ki te bo varno prepeljal skozi zanimivo območje Floride (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

Maldivi so veriga otokov sredi Indijskega oceana. So ena sama ravnina. Vsi otoki se nahajajo med enim in enim in pol metra nadmorske višine. Žal pa obstoj 1192 koralnih otokov, ki tvorijo Maldive, ogroža stalno se dvigajoča gladina morja (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

Bajkalsko jezero na jugu Sibirije ni zgolj najstarejše in najgloblje jezeru na svetu. V hladnih zimskih mesecih njegovo površje tudi zamrzne in postane eno najbolj ravnih površij na Zemlji. V času ruske civilne vojne leta 1920 je ruska bela armada prečkala zamrznjeno jezero in s tem zbežala pred svojimi zasledovalci (rdeči armadi) (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

Cloncurry, v notranjosti Avstralije, slovi po svojih obsežnih in skoraj neskončnih ravninah. Da prideš iz enega konca do drugega, se moraš voziti po nepredstavljivo dolgih asfaltnih cestah, ki so na prvi pogled neskončne. Voziš se tako dolgo, da se na poti večkrat vprašaš, če se avto sploh premika. Pokrajina je ves čas enaka in resnično ne veš, ali si kaj bližje končnemu cilju (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

Slane ravnine Bonneville v Utahu gre za 121 kvadratnih kilometrov same ravnine, ki se nahaja v severozahodnem Utahu v Severni Ameriki, že od leta 1912 velja za idealen kraj za podiranje hitrostnih rekordov z avtomobilom. In ko je govora o "raketah" na štirih kolesih, govorimo o hitrosti krepko preko 300 kilometrov na uro. Tukaj dirkači preizkušajo avtomobile na reaktivni pogon. V Bonnevilleju pa se je do sedaj najhitreje peljal dirkač Craig Breedlove, ki je že leta 1965 tukaj avto spravil do neverjetnih 966 km/h. To pa je danes že več kot 200 km/h počasneje od svetovnega rekorda, ki znaša 1228 km/h (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

16.000 kvadratnih kilometrov velike soline Makgadikgadi v severovzhodni Bocvani so sezonsko poplavljene. Njihova značilnost pa je ta, da to ni ena sama solina, vendar je celotna ravnina razdeljena s peščeno puščavo. Vseeno pa se najde veliko neumnih voznikov, ki se odpravijo na izlet z avtomobilom po neskončni ravnini, ki ima veliko pasti. Kaj zlahka lahko pride do nesreče ali pa do izgube orientacije. Zato raje dvakrat premisli, preden se odpraviš v Makgadikgadi. V primeru, da se izgubiš, ni veliko možnosti, da boš uspešno zapustil ogromne soline (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

Če bi se jutri zbudil sredi Wadi Ruma, Jordana, bi morda za trenutek pomislil, da si se zbudil na Marsu. Wadi Rum prav zaradi svoje pokrajine imenujejo tudi Dolina lune. 720 kvadratnih kilometrov velika puščava namreč spominja na površje lune oziroma Marsa. Tukaj je moč najti zgolj velike peščene sipine in nekaj granitnih hribov, ki se dvigajo iz popolne ravnine (UredništvoDOSTOP.si., 2020).

3 RAZISKOVALNI DEL

3.1 Metode dela

V empiričnem delu smo s pomočjo poskusov ugotavljali, ali je Zemlja okrogla. Izvedli smo štiri poskuse, s katerimi bi dokazali, da je zemeljsko površje ukrivljeno in ne ploščato.

Da bi pridobili podatke o tem, ali učenci vedo, koliko je star planet Zemlja, koliko meri Zemlja, kakšne oblike je, kdo je prvi izračunal, da je Zemlja okrogla, kakšno je njihovo mnenje o fiziki kot o predmetu v šoli, o pomembnosti fizike za naše vsakdanje življenje ..., smo izvedli še anketni vprašalnik, ki smo ga zaradi epidemije novega koronavirusa pripravili preko spleta. Vzorec anketiranih so bili učenci od 7. do 9. razreda. Na anketni vprašalnik je odgovorilo 99 učencev in učenek (Priloga 1).

3.2 Poskusi

3.2.1 Dokaz ukrivljenosti Zemljinega površja z meritvijo dolžine sence enakega objekta na dveh lokacijah ob istem trenutku

Namen poskusa je pokazati, da je na različnih krajih na Zemlji ob istem času vpadni kot sončnih žarkov različen, kar lahko preverimo s tem, da je ob istem času senca enako visokega predmeta v enem kraju na Zemlji daljša kot senca enako visokega predmeta v drugem kraju na Zemlji. V primeru, če bi bili dve senci enako dolgi, pomeni, da je vpadni kot sončnih žarkov v obeh krajih enak, kar bi pomenilo, da sta oba kraja na ravni plošči in zato nanju pada sončna svetloba pod istim kotom. Če poskus pokaže, da sta dolžini senc različni, lahko sklepamo, da kraja ležita na ukrivljeni površini Zemlje.

HIPOTEZA 1: Dolžini sence v dveh različnih krajih, ki se nahajata na različni zemljepisni širini, sta različni.

Če na dveh med sabo odmaknjenih točkah Zemljinega površja (točki A in B) postavimo enak pokončni objekt, bo dolžina sence, ki jo izmerimo ob istem trenutku dneva na obeh lokacijah, različna.

HIPOTEZA 2: Dolžina sence v kraju bolj severno je daljša kot dolžina sence v kraju bolj južno.

Razliko med sencama v dveh različnih krajih ob istem času lahko dosežemo, če je točka B odmaknjena od točke A v smeri vzporedni s smerjo sončnih žarkov. Če meritev opravljamo sredi dneva, ko Sonce sije z južne smeri, je idealna lokacija točke B postavljena severno od točke A. Kot tangentne ravnine, na katero pada senca, se s premikanjem okrog krivulje površja spreminja. Bolj gremo proti severu, manjši je kot med tangentno ravnino in smerjo sončnih žarkov in daljša je senca, ki jo meče objekt na površje.

HIPOTEZA 3: Kot med vpadanjem sončnih žarkov na zemeljsko površje ter tangentno ravnino na zemeljsko površje v točki, kjer sončni žarki padajo na površje, je v dveh krajih, ki se nahajata na različni zemljepisni širini, različen.

PRIPOMOČKI:

- leseni objekt,
- merilni trak,
- vodna tehtnica,
- fotoaparati.



Slika 5: Postavljanje lesenega objekta (Lakić, 2022)

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

Objekt je sestavljen tako, da je lesena plošča privijačena na podstavek tako, da je pravokotna na podstavek.

Višina celotnega objekta (podstavek in lesena plošča) je 103 cm.

OPIS POSTOPKA:

Na obeh izbranih lokacijah je objekt postavljen na ravna tla (preverjeno z vodno tehtnico), ki omogočajo dobro vidnost padajoče sence, plošča je natančno umerjena v pokončni položaj.

- Točka A: domače dvorišče v Apačah
- Točka B: mariborski park, paviljon Pri treh ribnikih

Razdalja v severni smeri med izbranimi točkama je približno 21 km.



Slika 6: (a) Domače dvorišče v Apačah in (b) Mariborski park (Vidovič, in Lakić, 2022)

Meritev dolžine senc je bila izvedena 19. 01. 2022 ob 13.00.

Kraj merjenja	Višina objekta	Dolžina sence	Kot med tangentno ravnino in sončnimi žarki
Točka A: domače dvorišče v Apačah	103 cm	246 cm	22,72°
Točka B: mariborski park, paviljon Pri treh ribnikih	103 cm	249 cm	22,47°

Rezultati meritev:

- Točka A: $a = 246$ cm
- Točka B: $b = 249$ cm

V točki B je senca objekta za 3 cm daljša kot v točki A.

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

S pomočjo kotnih funkcij lahko izračunamo kot med tangentno ravnino in sončnimi žarki:

$$\tan \alpha = \frac{\text{višina objekta}}{\text{dolžina sence}}$$

Rezultati izračuna:

- Točka A: $\alpha \doteq 22,72^\circ$
- Točka B: $\beta \doteq 22,47^\circ$



Slika 7: (a) Točka A (b) Točka B (Vidovič, in Lakić, 2022)

UGOTOVITEV:

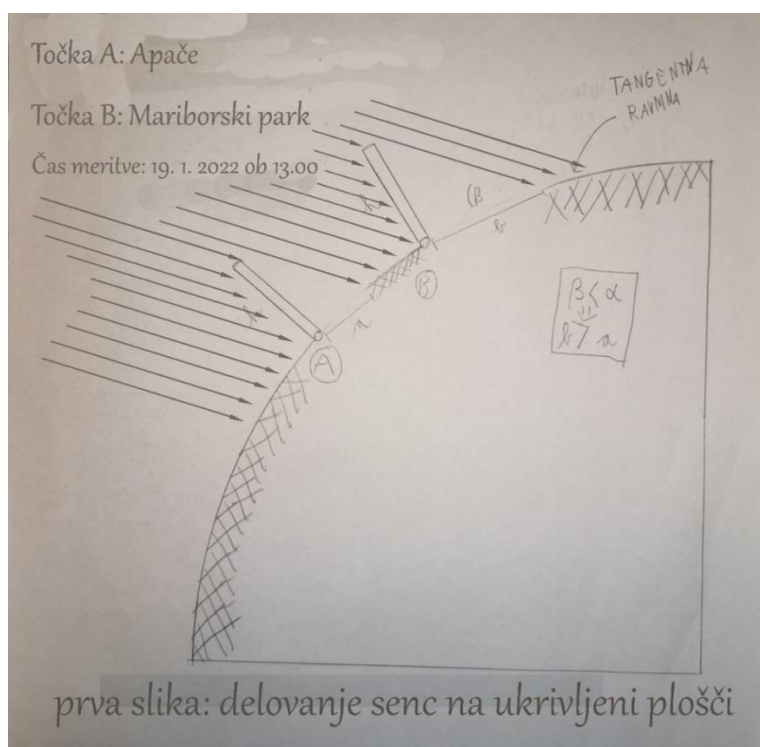
Iz rezultatov poskusa ugotovimo, da je bila v dveh različnih krajih z različno zemljepisno širino na Zemlji izmerjena senca različno dolga. Ugotovimo, da je bila senca v kraju bolj severno daljša in posledično je bil kot med tangentno ravnino v kraju merjenja in sončnimi žarki manjši, kar pomeni, da sončni žarki padajo na severu pod manjšim kotom kot na jugu. Vse tri hipoteze so se v tem poskusu izkazale za resnične.

Če bi bili rezultati meritev (dolžina sence) v obeh primerih enaki, bi pomenilo, da je Zemlja ploščata, saj bi bil vpadni kot sončnih žarkov na Zemljo povsod enak (Slika 8). Ker to ne velja, lahko sklepamo, da je Zemljina površina ukrivljena (Slika 9).

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?



Slika 8: Senci na ravni plošči (Suhadolnik, 2022)



Slika 9: Delovanje senc na ukrivljeni plošči (Suhadolnik, 2022)

3.2.2 Dokaz ukrivljenosti zemeljskega površja z opazovanjem plovil na morju

Namen opazovanja plovil na morju, ki plujejo proti obzorju, je dokazati, ko je plovilo dovolj oddaljeno od človeka, ki jo opazuje, se ne vidi celoten trup plovila, ki se nahaja nad gladino morja, ampak samo zgornji del plovila. Pri plovilih, ki so dovolj blizu opazovanemu telesu, vidimo, da plujejo po gladini morja, torej vidimo ves del plovila, ki je nad gladino morja, tudi del, ki se nahaja tik nad gladino morja. Ker svetloba od ladje do očesa potuje premočrtno, spodnjega dela plovila, kjer se le- to stika z morjem, ne vidimo samo v primeru, ko je gladina morja ukrivljena. Če Zemlja ni ukrivljena, potem tudi morska gladina ni ukrivljena, kar pomeni, da dokler vidimo plovilo, vidimo celi del plovila, ki se nahaja nad morsk gladino.

HIPOTEZA 1: Ko je plovilo, ki pluje po morju, dovolj blizu telesu, ki jo opazuje, vidimo celoten del plovila nad gladino vode.

Pri plovilih, ki se nahajajo dovolj blizu opazovanega telesa, se vidi celoten del plovila, ki se nahaja nad gladino morja. Vidi se tudi del plovila, ki je tik nad gladino morja.

HIPOTEZA 2: Ko je ladja, ki pluje po morju, zelo oddaljena od telesa, ki jo opazuje, ne vidimo dela ladje tik nad gladino morja.

Pri plovilih, ki se nahajajo daleč od opazovanega telesa, ne vidimo celotnega dela plovila, ampak se del plovila tik nad gladino morja nahaja za obzorjem, zato vidimo samo zgornji del plovila. V tem primeru izgleda, kot da bi se plovilo potopilo.

PRIPOMOČKA:

- fotoaparati,
- daljnogled.

OPIS POSTOPKA:

Opazovanje je potekalo ob morski obali, kjer na površju ni nobenih ovir in se vidi zelo daleč. Opazovalo se je plovila na morju, saj se morje enakomerno razliva ter tvori gladino v obliki zemeljskega površja, kar pomeni, da če je Zemlja ravna, je morska gladina ravna (z izjemo valov), če je Zemlja ukrivljena, je tudi morska gladina ukrivljena. Opazovana so bila tri različna plovila, ki so se nahajala v različni oddaljenosti od obale in opazovanega telesa, ki se je nahajalo na obali. Plovilo 1 se je nahajalo blizu obale in blizu opazovanega telesa, plovilo 2 je bilo zelo oddaljeno od opazovanega telesa, plovilo 3 pa je bilo najbolj oddaljeno od opazovanega telesa, zato se tudi slabše vidi. Slabšo vidljivost prikažejo predvsem fotografije, medtem ko je bilo s pomočjo daljnogleda in s prostim očesom veliko bolj jasno vidno.



Slika 10: Različno oddaljena plovila (Brodnjak, 2022)



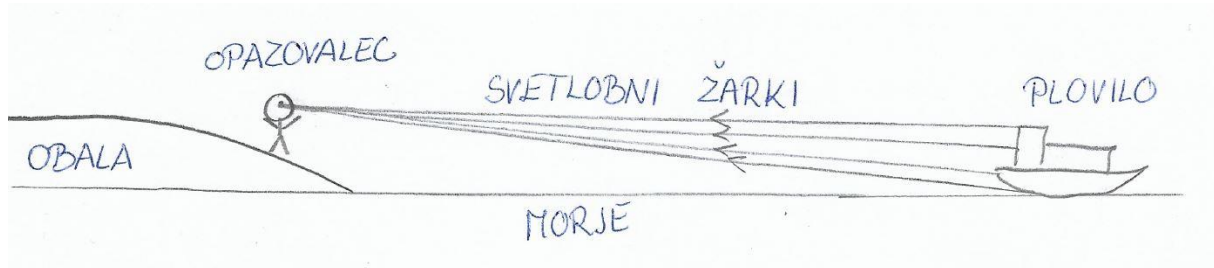
Slika 11: (a) Plovilo 1 (b) Plovilo 2 (c) Plovilo 3 (Brodnjak, 2022)

UGOTOVITEV:

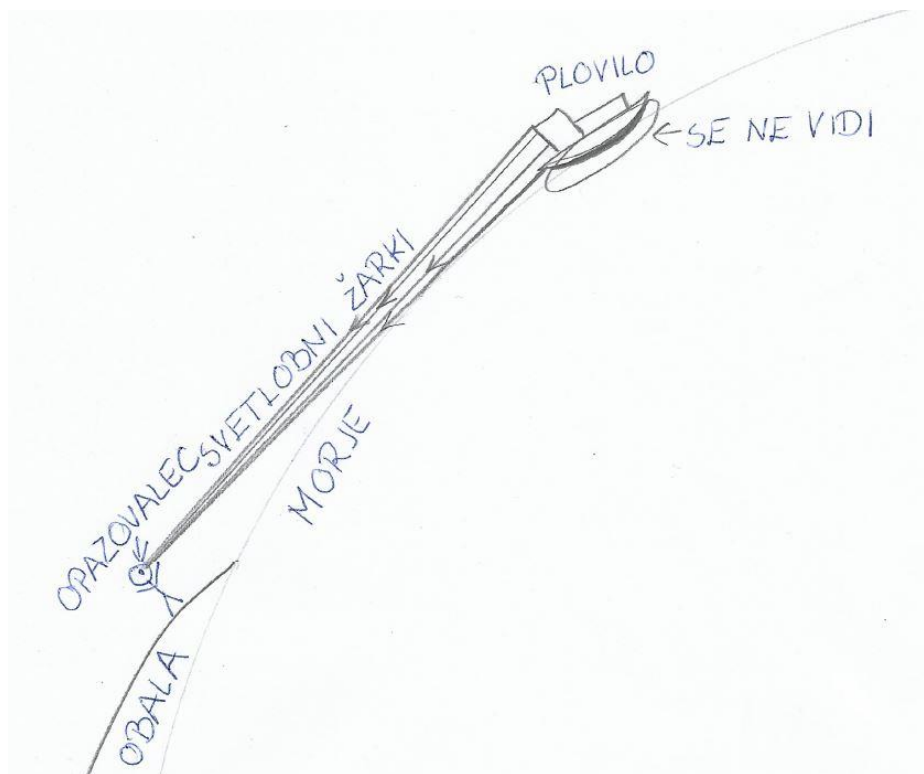
Iz rezultatov poskusa ugotovimo, da se plovilom, ki so blizu opazovanemu telesu, vidi, kje se plovilo potopi v morje, kateri del pa se nahaja nad morsk gladino. Iz slike 11 lahko ugotovimo tudi, da se pri plovilih, ki so zelo oddaljene, ne vidi stik plovila z morjem. Opazimo lahko, da se pri plovilu 2 še vedno vidi skoraj celoten trup plovila nad gladino morja, ne vidi pa se več stik ladje z morsk gladino. Lahko

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

sklepamo, da je to zato, ker je plovilo preveč oddaljeno, da bi to videli ali zaradi ukrivljenosti morske gladine. Najbolj nazorno pa ukrivljenost morske gladine pokaže plovilo 3, saj izgleda, kot da je potopljeno v morje in ven gleda samo del plovila. Vidimo samo zgornji del plovila 3. Ker svetloba do telesa potuje premočrtno, lahko sklepamo, da je morska gladina ukrivljena, kar je prikazano na sliki 13. Tako sta obe postavljeni hipotezi v tem poskusu potrjeni.



Slika 12: Opazovanje plovila na ploščati površini (Suhadolnik, 2022)



Slika 13: Opazovanje plovila na ukrivljeni površini (Suhadolnik, 2022)

3.2.3 Dokaz ukrivljenosti zemeljskega površja z opazovanjem vidnega polja na Dravskem polju

Namen opazovanja vidnega polja na Dravskem polju je preveriti, kako se objekti, ki so zelo oddaljeni, vidijo, če jih opazujemo nad višino krošenj dreves in vmes ni ovir, ter kako se vidijo objekti, ki jih opazujemo na višji nadmorski višini. Če bi ugotovili, da se objekti, ki so zelo oddaljeni iz točke z nižjo nadmorsko višino, ne vidijo, iz točke z višjo nadmorsko višino pa, brez vmesnih ovir, pomeni, da je zemeljsko površje v tem delu Dravskega polja ukrivljeno.

HIPOTEZA 1: Predmeti blizu opazovanega telesa se vidijo v obeh točkah na različnih nadmorskih višinah

Kadar opazujemo objekte, ki se nahajajo blizu opazovanemu telesu, jih vidimo v celoti, če jih opazujemo iz točke, ki se nahaja na nadmorski višini nad višino krošenj, v kateri se nahaja opazovana nižina in če jih opazujemo iz točke, ki se nahaja na višnji nadmorski višini, če vmes ni vidnih ovir.

HIPOTEZA 2: Predmeti, zelo daleč od opazovanega telesa, se vidijo samo v točki, ki se nahaja na višji nadmorski višini, v točki z nižjo nadmorsko višino pa ne

Kadar opazujemo objekte, ki se nahajajo daleč od opazovanega telesa, jih iz nižje točke ne vidimo, medtem ko jih iz točke, ki se nahaja na višji nadmorski višini, vidimo.

PRIPOMOČKA:

- fotoaparati,
- daljnogled.

OPIS POSTOPKA:

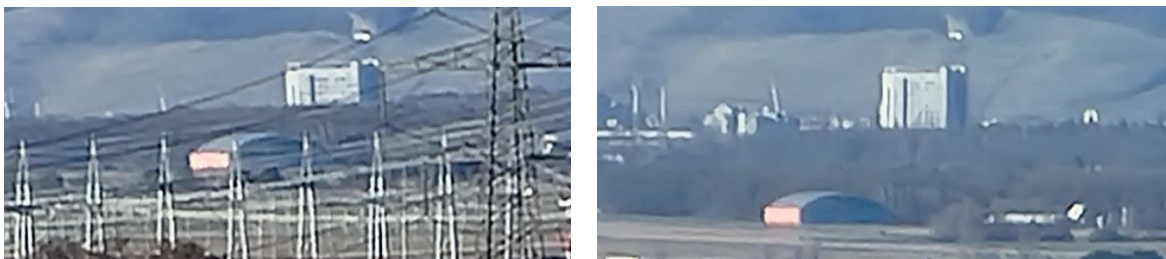
Opazovanje je potekalo v dveh točkah v kraju Ptujška Gora s pogledom na okolico z vznožja in vrha Ptujške Gore. Opazovali smo je objekte, ki so blizu hriba, in objekte, ki so od hriba zelo oddaljeni in se nahajajo ob vznožju Pohorja. Ta lokacija je bila izbrana zato, ker na Dravskem polju med Ptujško Goro in Pohorjem ni večjih ovir, saj gre za ravnino. Iskali smo objekte, ki so bili vidni iz obeh točk, in objekte, ki se iz katerekoli točke niso dobro videli. Pogled smo usmerili proti severu čez Dravsko polje. Posneli smo nekaj fotografij v veliki povečavi in poskušali najti razlike.



Slika 14: Pogled iz točke B (Lakić, 2022)

Točka A: Ptujška Gora – približno 20 m nad vznožjem hriba

Točka B: Ptujška Gora – približno 90 m nad vznožjem hriba



Slika 15: (a) Pogled na objekt iz točke A (b) Pogled na objekt iz točke B (Lakić, 2022)

UGOTOVITEV:

Pri opazovanju smo prišli do ugotovitve, da ne moremo trditi, da se objekti, ki jih na višji nadmorski višini vidimo, na nižji pa ne, ne vidijo samo zaradi ukrivljenosti Zemlje. Ta nevidnost je lahko posledica

ovir v vidnem polju. To so bila predvsem drevesa, ki so ovirala pogled na določene objekte. Niti ne moremo trditi, da se celotna nižina Dravskega polja nahaja na isti nadmorski višini, kar nam lahko ponovno da lažen občutek ukrivljenosti.

3.2.4 Dokaz ukrivljenosti Zemeljskega površja z opazovanjem sončnega zahoda

Zanimivo je opazovati sončni zahod in se nato v trenutku, ko sonce na neki točki zaide, kolikor hitro je to mogoče, povzpeti na višjo točko. Če v točki z višjo nadmorsko višini ponovno vidimo sončni zahod, ki je v točki z nižjo nadmorsko nižino že zašel, lahko sklepamo, da je zemeljsko površje ukrivljeno.

HIPOTEZA 1: Če opazujemo sončni zahod v ležečem položaju in v trenutku, ko sonce zaide, vstanemo, ponovno vidimo sončni zahod.

PRIPOMOČEK:

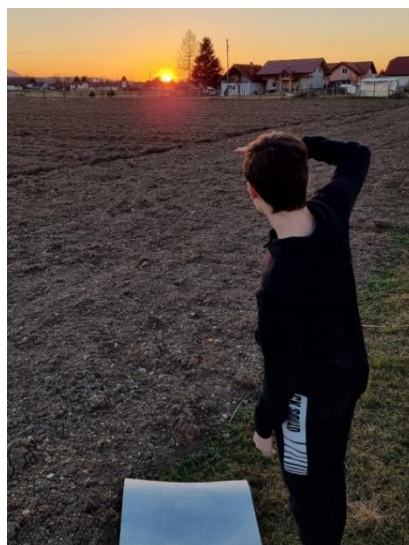
- fotoaparata.

OPIS POSTOPKA:

Sonce se nam, ko zahaja, pravzaprav skriva za obzorje. Ker domnevamo, da z višine vidimo dlje, lahko opazujemo sončni zahod v ležečem položaju in v trenutku, ko sonce izgine, skočimo na noge in pogledamo "čez obzorje" in še enkrat opazujemo zadnji del sončnega zahoda.



Slika 16: Opazovanje sončnega zahoda v ležečem položaju (Lakić, 2022)



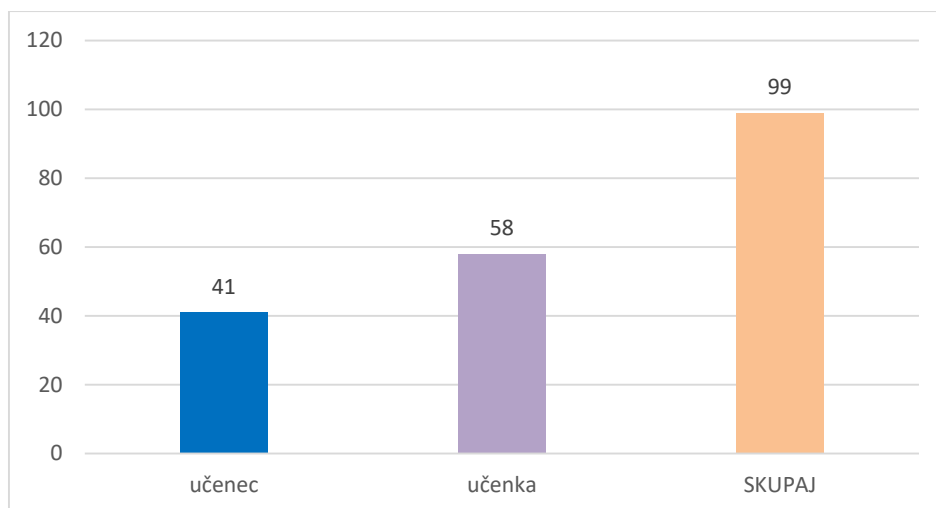
Slika 17: Opazovanje sončnega zahoda v ležečem položaju (Lakić, 2022)

UGOTOVITEV:

V obeh položajih se je videl sončni zahod. Čeprav je sonce, ko smo bili v ležečem položaju, že zašlo, se je zahod sonca videl še enkrat, ko smo vstali. Če bi bila Zemlja ploščata, bi sonce zašlo na vseh nadmorskih višinah skoraj hkrati, saj sončni žarki potujejo premočrtno. Ugotovitve potrjujejo našo hipotezo.

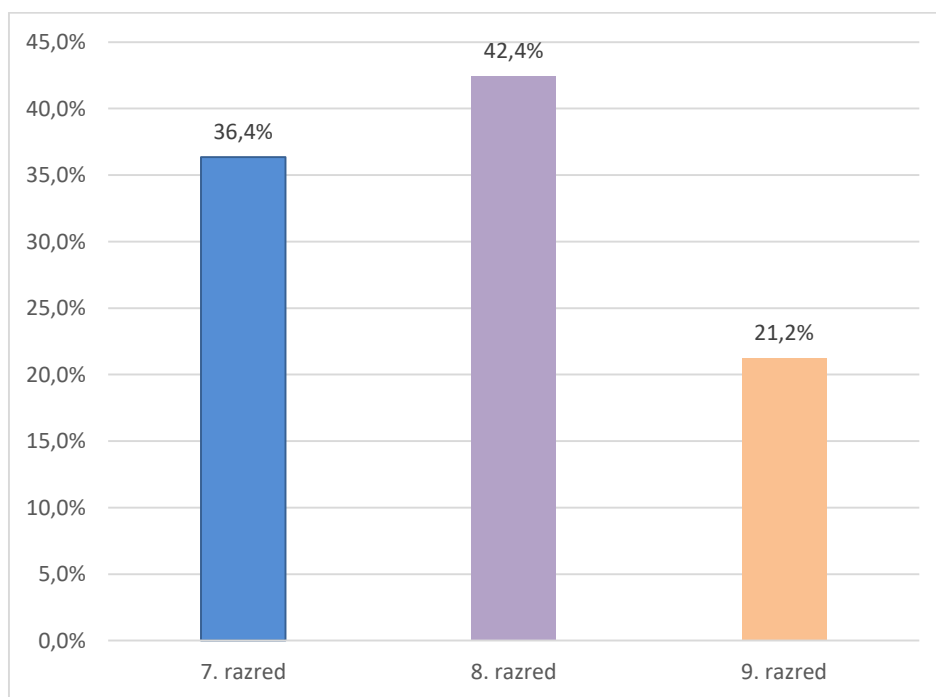
3.3 Analiza anketnega vprašalnika

Tabela 1: Obkroži spol.



Na anketni vprašalnik je odgovarjalo 99 učencev in učenk naše šole. Od tega je na vprašalnik odgovarjalo 41 učencev in 58 učenk.

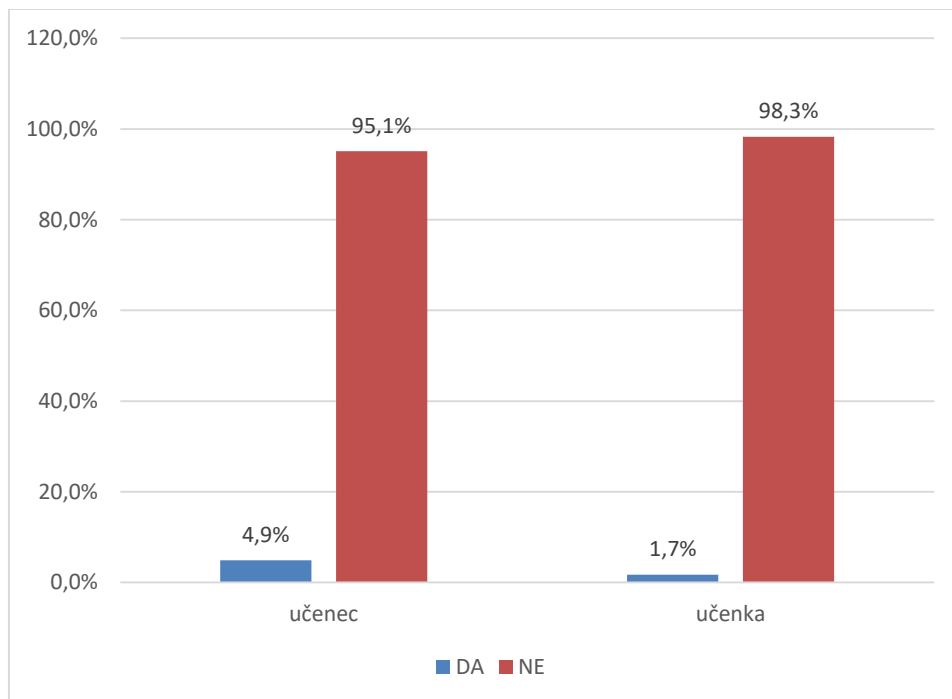
Tabela 2: Kateri razred obiskuješ?



Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

Na anketni vprašalnik je odgovorilo 36 oz. 36,4 % sedmošolcev, 42 oziroma 42,4 % osmošolcev ter 21 oziroma 21,2 % devetošolcev.

Tabela 3: Ali to anketo rešuješ s starši?

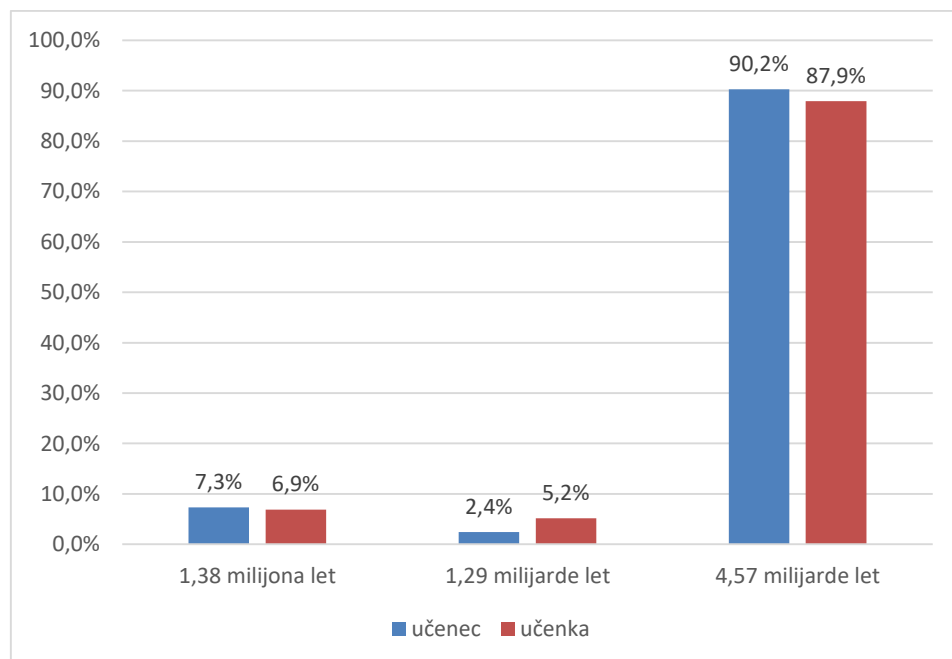


95,1 % anketiranih učencev je na vprašanje z odgovorili z ne ter 4,9 % z da.

98,3 % anketiranih učenk je odgovorilo z ne ter 1,7 % z da.

Tako visok podatek pri odgovoru ne ni presenetljiv, saj so učenci na anketni vprašalnik odgovarjali v šoli. Manjši odstotek učencev, ki so odgovorili z da, pa so bili tisti učenci, ki so na vprašalnik odgovarjali, ko so bili odsotni od pouka in so se odzvali naši prošnji, da vprašalnik rešijo.

Tabela 4: Koliko je star naš planet Zemlja?



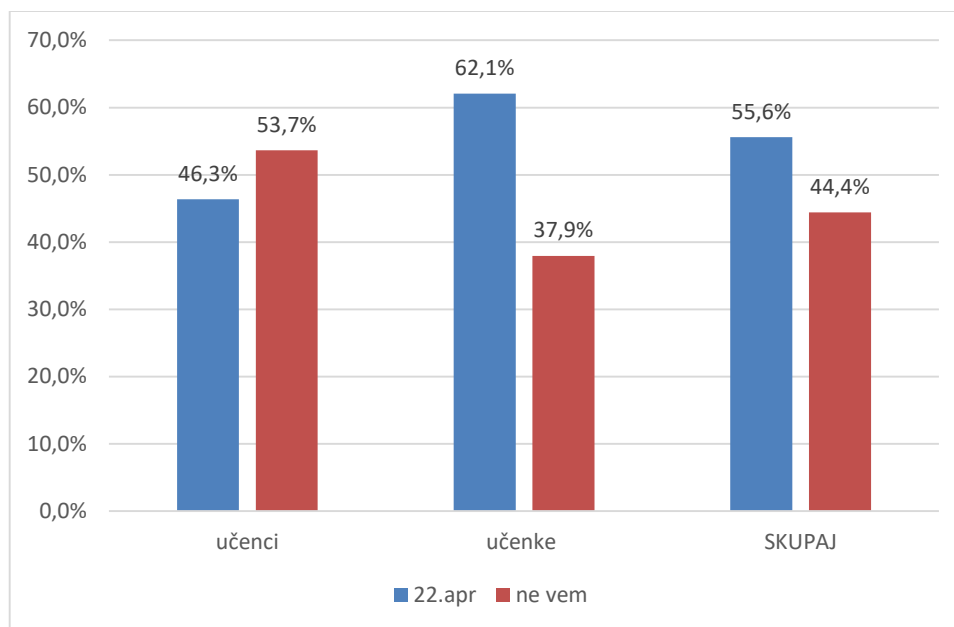
Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

90,2 % učencev in 87,9 % učenk je izbralo odgovor 4,56 milijarde let, kar je tudi pravilen odgovor.

7,3 % učencev ter 6,9 % učenk je izbralo možnost 1,38 milijona let ter 2,4 % učencev oz. 5,2 % učenk je izbralo možnost 1,29 milijarde let.

Večina učencev, ki je izbrala neustrezno možnost, prihaja iz 7. razreda. Razlogi so verjetno v tem, da so podatek, ki so se ga naučili v 6. razredu, pri geografiji pozabili.

Tabela 5: Kdaj praznuje svoj praznik (dan Zemlje)? Napiši datum.



53,7 % učencev je na vprašanje odgovorilo z ne vem ter 46,3 % je zapisalo, da Zemlja praznuje svoj praznik 22. aprila, kar je tudi pravilen podatek.

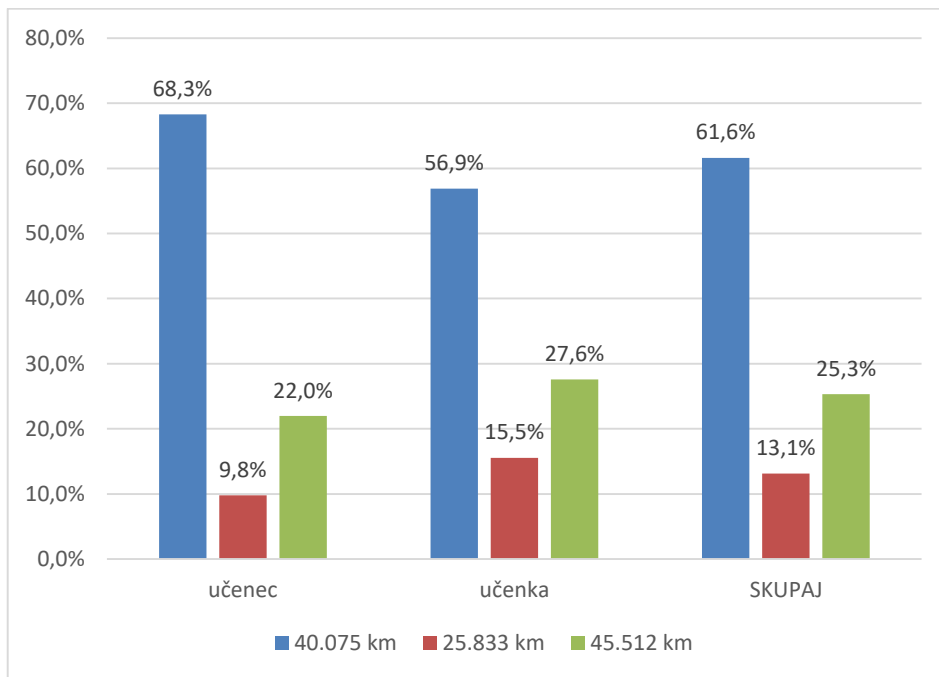
62,1 % učenk je na vprašanje odgovorilo, da dan Zemlje obeležujemo 22. aprila. 37,9 % pa je na vprašanje odgovorilo z ne vem.

Presenetil nas je podatek, da le 55,6 % učencev ve, da Zemlja praznuje svoj dan 22. aprila, saj smo ta podatek velikokrat slišali tako pri geografiji, naravoslovju kot tudi v različnih medijih. 44,4 % učencev tega podatka ne ve. Razlika med fanti in dekleti niti ni tako presenetljiva, saj fantom običajno datumi ne ostanejo v spominu ali pa nam niso pomembni.



Slika 18: 22. april - DAN ZEMLJE (Qarehgozlou, M., 2017)

Tabela 6: Koliko približno meri Zemlja okoli pasu (okoli ekvatorja)?

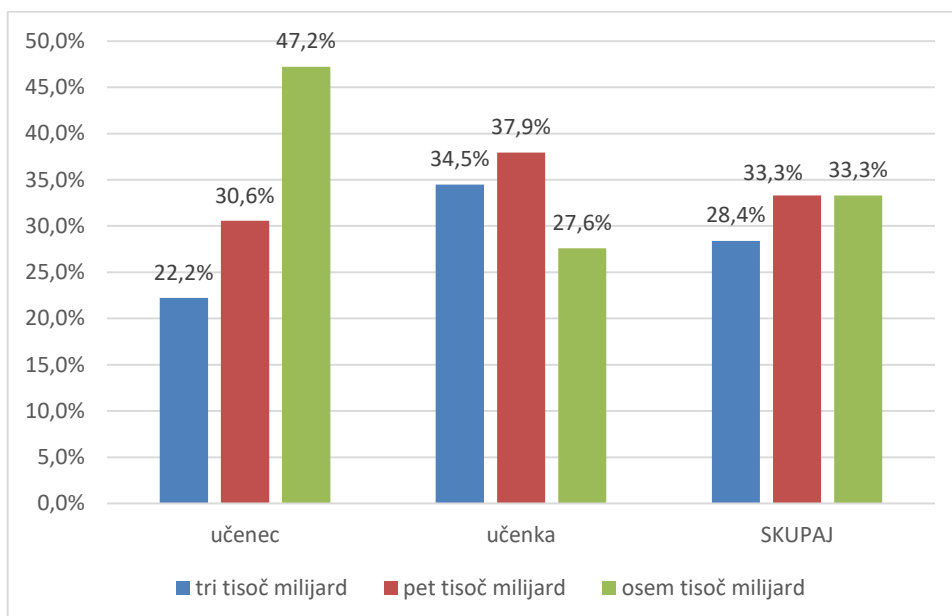


68,3 % fantov je na vprašanje odgovorilo 40 075 km, 22,0 % jih je odgovorilo, da meri Zemlja 45 512 km ter 9,8 %, da meri obseg Zemlje 25,833 km.

56,9 % deklet je odgovorilo na vprašanje 40 075 km, 27,6 %, da meri 45 512 km ter 15,5 %, da meri Zemlja 25,833 km.

61,6 % anketiranih učencev je na vprašanje odgovorilo pravilno, medtem ko je preostali del učencev, torej 38,4 %, odgovora na vprašanje ni vedelo. Na to vprašanje je pravilno odgovorilo več fantov kot deklet. Verjetno si je ta podatek zapomnilo več fantov, ker je podatek enostavno zapomljiv.

Tabela 7: Koliko dreves raste na Zemlji?



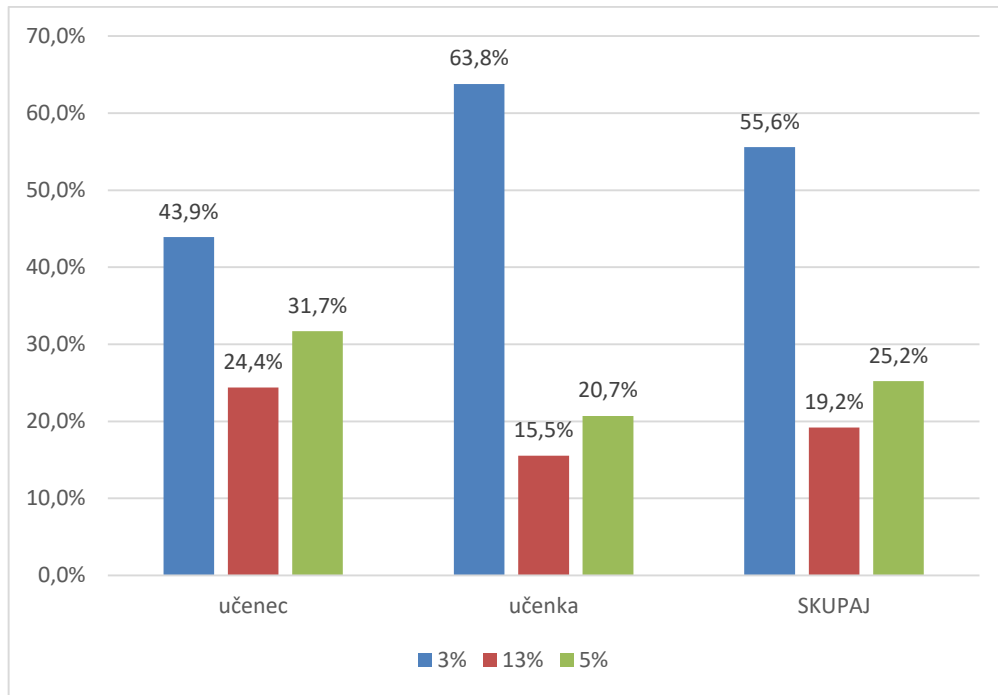
Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

47,2 % učencev je odgovorilo, da na Zemlji raste osem milijard dreves, medtem ko je 30,6 % anketirancev odgovorilo, da je le- teh pet tisoč milijard ter 22,2 %, da jih je tri tisoč milijard.

37,9 % učenk je odgovorilo s pet tisoč milijardami, 34,5 % je odgovorilo, da je dreves na Zemlji tri tisoč milijard ter 27,6 %, da jih je osem tisoč milijard.

Preseneča nas podatek, da je le 28,4 % učencev odgovorilo pravilno, medtem ko je 66,6 % na vprašanje odgovorilo napačno.

Tabela 8: Koliko procentov vode na Zemlji je pitne?



43,9 % fantov je na vprašanje odgovorilo s 3 %, 31,7 % s 5 % ter 24,4 % s 13 %.

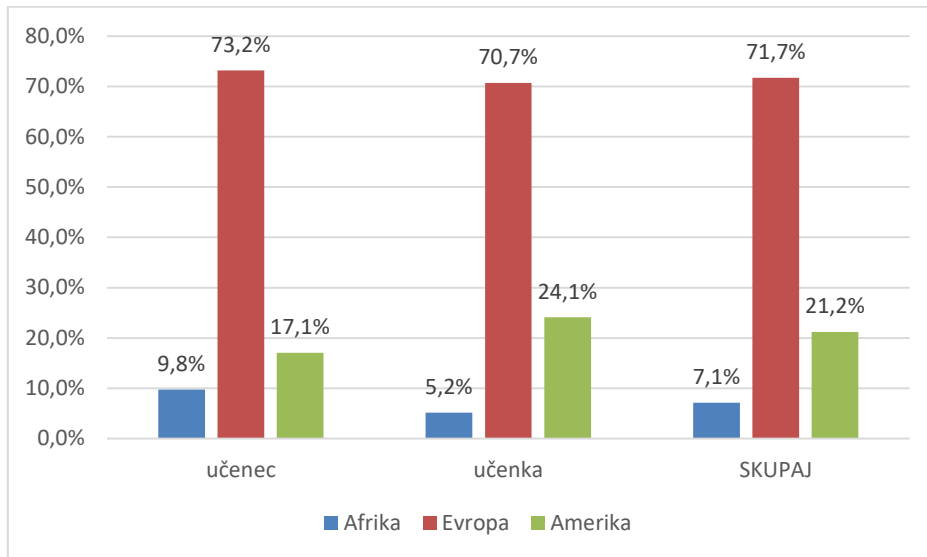
63,8 % deklet je odgovorilo s 3 %, 20,7 % s 5 % ter 15,5 % je odgovorilo na vprašanje s 13 %.

Torej je 55,6 % fantov in deklet na vprašanje odgovorilo pravilno, preostali del, 44,4 %, pa je odgovorilo napačno. Preseneča nas podatek, da na to vprašanje ni odgovorilo več učencev pravilno, saj bi znanje lahko šteli med splošno znanje. Prav tako pa smo ta podatek obravnavali že na razredni stopnji kot tudi pri predmetnem pouku geografije, fizike ter naravoslovja oz. biologije.



Slika 19: Posnetek Zemlje iz vesolja (STA, 2002)

Tabela 9: Katera celina ima največ pitne vode poleg Antarktike, ki je ima največ?



73,2 % učencev je na vprašanje odgovorilo, da je največ pitne vode v Evropi, medtem ko je 17,1 % odgovorilo, da je največ vode v Ameriki in 9,8 %, da je največ vode v Afriki.

70,7 % učenk se je prav tako odločilo, da je največ vode v Evropi, 24,1 %, da je je največ v Ameriki in 5,2 %, da je vode največ v Afriki.

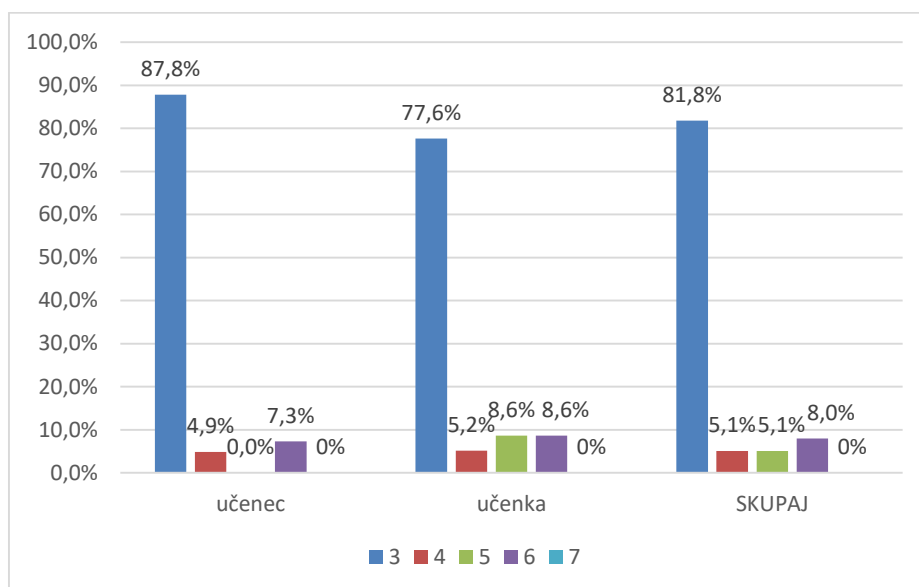
Le 21,2 % učencev je na vprašanje odgovorila točno, velika večina 78,8 % pa je na vprašanje odgovorila napačno. Odstotek učencev, ki ne poznajo odgovora, je izredno visok. Vzroke za nepoznavanja lahko povežemo s tem, da so učenci znanja o Zemlji ali pozabili, jih niso ponovili, utrdili ...

Na vprašanje, ki je sledilo temu, »Zakaj pravimo Zemlji modri planet?« so učenci večinoma odgovorili, da ima veliko vode, da 70 % Zemlje pokriva voda, da je do sedaj edini odkriti planet v našem osončju, ki ima vodo, zato ker je na Zemlji več vode kot kopnega ...



Slika 20: Modri planet (Anchy, 2018)

Tabela 10: Zapiši, kateri planet je Zemlja po oddaljenosti od sonca?



87,8 % učencev je na vprašanje odgovorilo, da je Zemlja tretji planet od Sonca, medtem ko je 7,3 % učencev odgovorilo, da je šesta od Sonca in 4,9 % anketiranih učencev je prepričanih, da je Zemlja četrti planet od Sonca. Nihče od fantov ni odgovoril, da je peta oz. sedma.

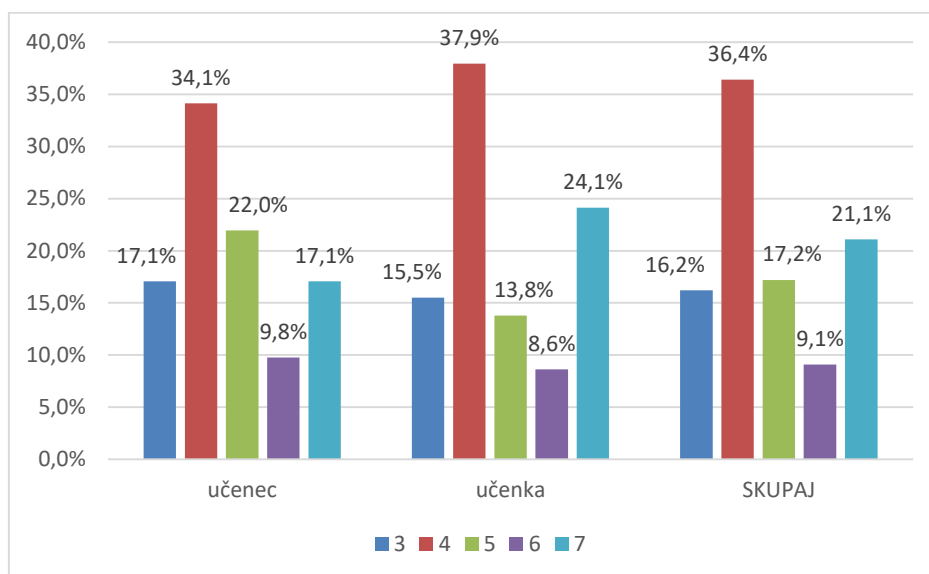
77,6 % deklet je na vprašanje odgovorilo, da je tretja po vrsti. 8,6 % jih je odgovorilo, da je peta oziroma šesta ter 5,2 % jih je prepričanih, da je Zemlja četrta po vrsti. Nobeno dekle ni odgovorilo, da je Zemlja sedma po oddaljenosti od Sonca.

81,8 % anketiranih učencev je na vprašanje odgovorilo pravilno, preostali pa so zapisali napačno.



Slika 21: Sončni sistem (Arnes, b. d.)

Tabela 11: Zapiši, katera je Zemlja po velikosti v Sončevem sistemu?

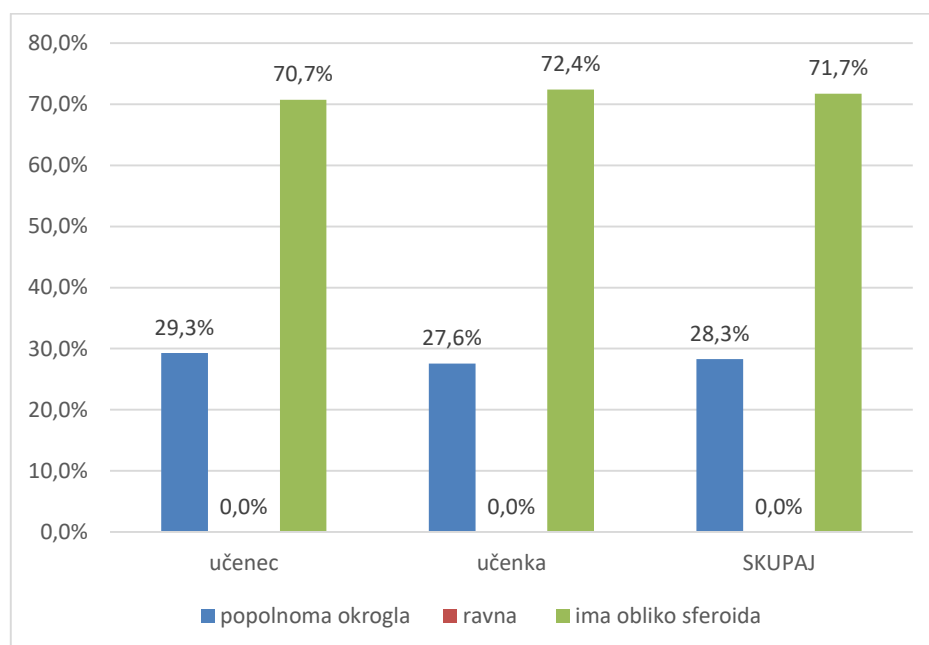


34,1 % učencev je na vprašanje odgovorilo, da je Zemlja četrta po velikosti, 22,0 %, da je peta, 17,1 %, da je tretja oz. sedma ter 9,8 %, da je šesta.

37,9 % deklet je odgovorilo, da je Zemlja četrta, 24,1 %, da je sedma, 15,5 %, da je tretja, 13,8 %, da je peta in 8,6 % je prepričanih, da je šesta.

Glede na podatke ugotavljamo, da učenci tega podatka ne poznajo, saj je 36,4 % učencev na vprašanje odgovorilo, da je Zemlja četrta po velikosti. Glede na to, da je pravilen podatek peta, ugotavljamo, da učenci pri pouku tega znanja niso usvojili.

Tabela 12: Po obliki je Zemlja:

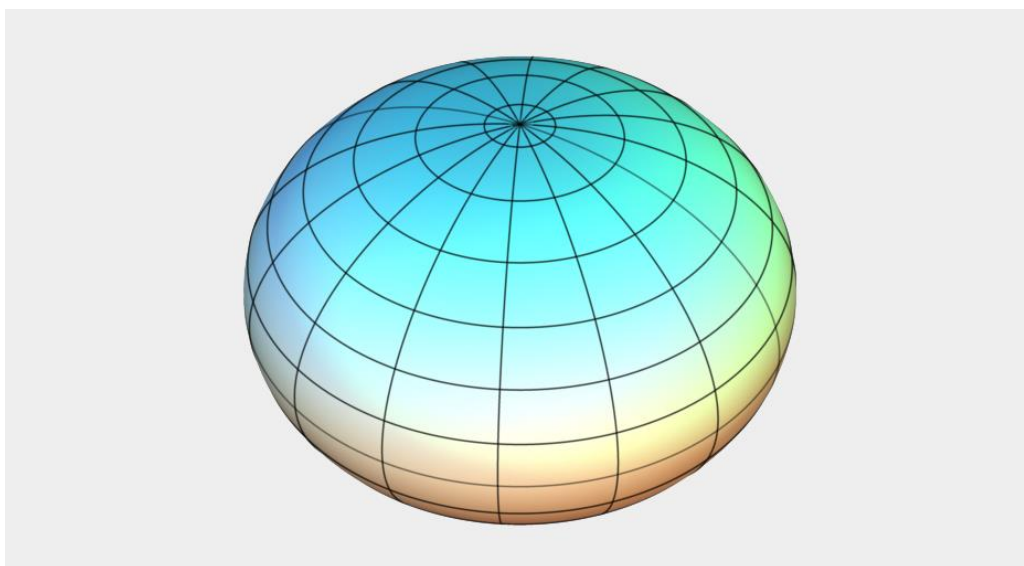


70,7 % učencev je na vprašanje odgovorilo, da ima Zemlja obliko sferoida ter 29,3 %, da je popolnoma okrogla.

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

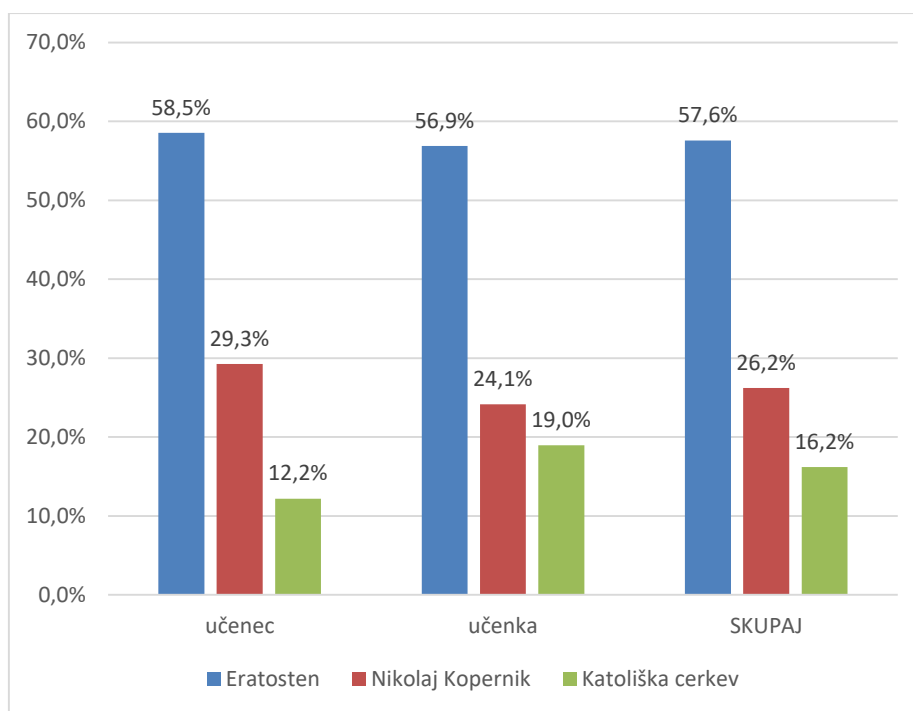
Prav tako je večina deklet, 72,4 %, odgovorilo, da ima obliko sferoida ter 27,6 %, da je popolnoma okrogla.

Iz podatkov, ki smo jih pridobili, ugotavljamo, da večina oz. 71,7 % učencev ve, da ima Zemljo obliko sferoida in da ni ne ravna ne popolnoma okrogla.



Slika 22: Sferoid (GISGeography, 2021)

Tabela 13: Kdo je prvi izračunal, da je Zemlja »okrogla«?

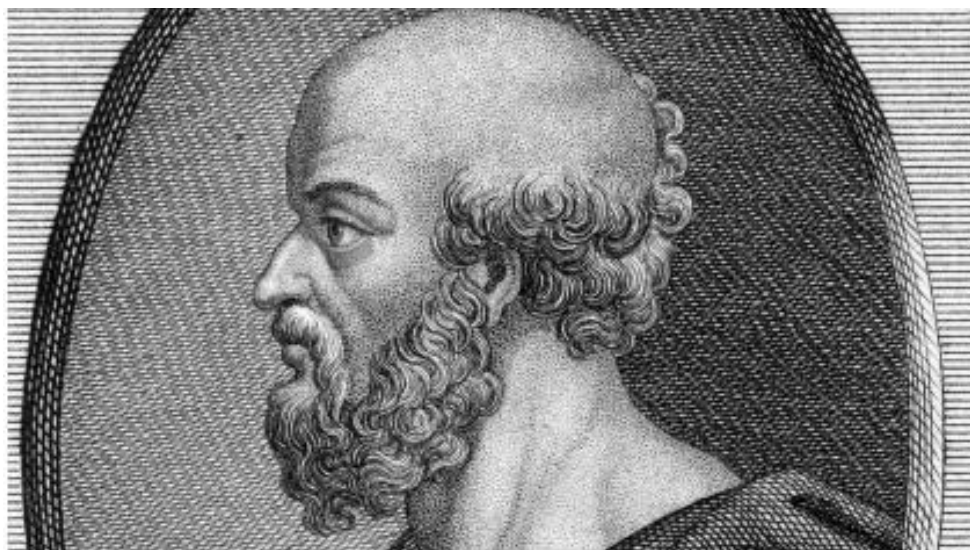


58,5 % učencev je na vprašanje odgovorilo, da je Eratosten tisti, ki je prvi izračunal, da je Zemlja »okrogla«. 29,3 % učencev je prepričanih, da je bil to Nikolaj Kopernik in 12,2 %, da je katoliška cerkev tista.

56,9 % učenk je odgovorilo, da je Eratosten tisti, ki je prvi izračunal, da je Zemlja okrogla, 24,1 %, da je bil to Nikolaj Kopernik ter 19,0 %, da je bila to katoliška cerkev.

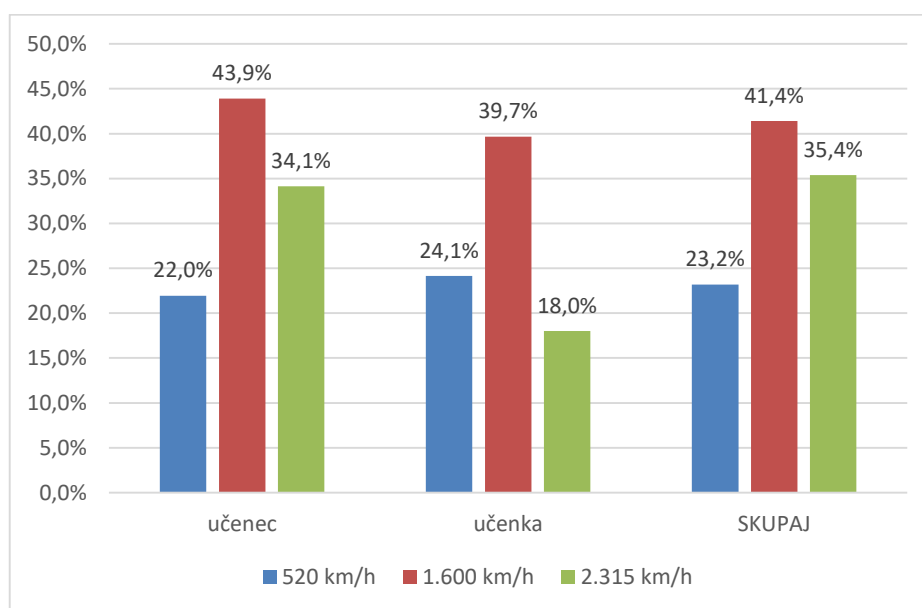
Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

Večina učencev, 57,6 %, je na vprašanje odgovorila pravilno. To, da so učenci na vprašanje odgovorili pravilno niti ni presenetljivo, saj smo o Eratostenu govorili pri zgodovini, geografiji ter fiziki.



Slika 23: Eratosten (Prosen, 2016)

Tabela 14: Zemlja se okoli Sonca vrti s hitrostjo ...

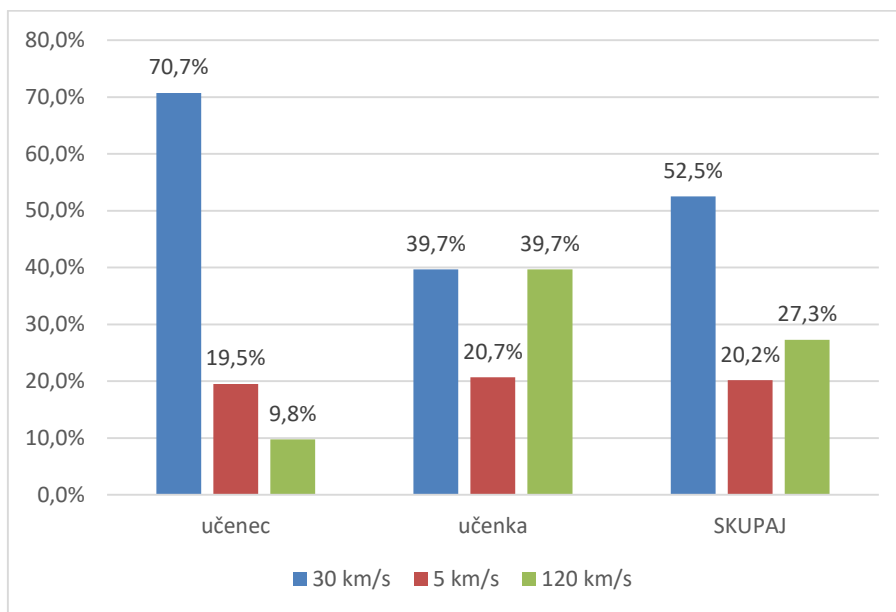


43,9 % anketirancev je na odgovor odgovorilo s 1.600 km/h, 31,1 % je odgovorilo s 2.315 km/h ter 22,0 % je na vprašanje odgovorilo s 520 km/h.

39,7 % anketirank je na vprašanje odgovorilo z 1.600 km/h, 35,4 % z 2.315 km/h ter 23,2 %, da se Zemlja vrti okoli Sonca s hitrostjo 520 km/h.

Na vprašanje je torej pravilno odgovorilo 41,4 % anketiranih učenk. Podatek, da je pravilno na vprašanje odgovorilo manj kot polovica vprašanih, niti ni presenetljiv, saj sedmošolci še nimajo fizike, kjer smo spoznali ta podatek.

Tabela 15: Zemlja kroži okoli Sonca s hitrostjo:



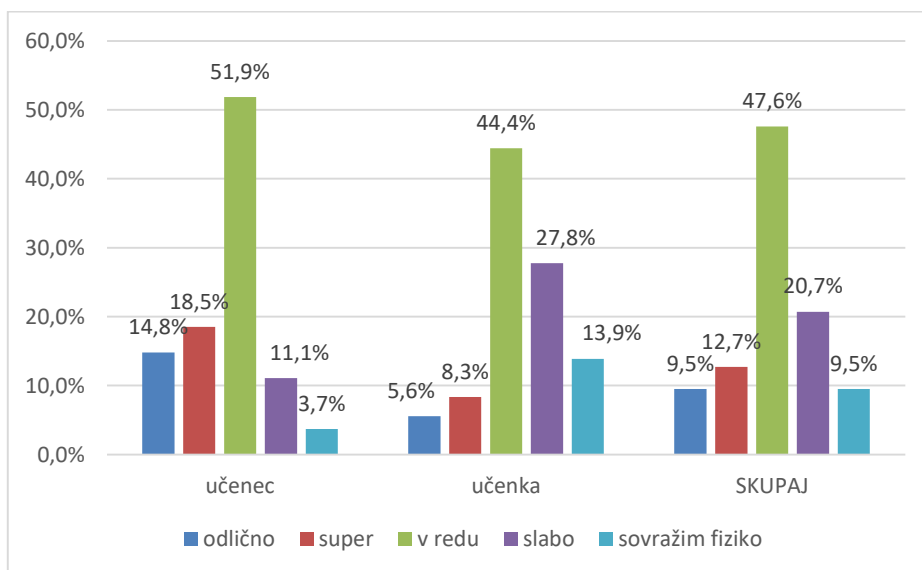
70,7 % anketiranih anketirancev je odgovorilo, da Zemlja kroži okoli Sonca s 30 km/s, 19,5 %, da kroži s 5 km/s ter 9,8 km/s, da kroži s 120 km/s.

39,7 % anketirank je odgovorilo, da kroži s 30 km/s oz. s 120 km/s ter 20,7 %, da kroži s hitrostjo 5 km/s.

Pravilno je tako odgovorilo 52,5 % anketirancev. Veliko razliko je opaziti med fanti in dekleti.,

Fantje so večinoma na vprašanje odgovorili pravilno, medtem ko je pravilen odgovor med dekleti zelo nizek. Razlog je verjetno v tem, da deklet fizika/naravoslovje oz. teme, povezane s to tematiko, ne zanimajo preveč.

Tabela 16: Kako bi ocenil šolski predmet "Fizika" glede na snov, ki se jo учиš?



51,9 % fantov iz 8. oz. 9. razreda je odgovorilo, da jim je predmet v redu, 18,5 % je fizika super, 14,8 % je predmet odličen, 11,1 %, da jim je predmet slab ter 3,7 % fiziko sovraži.

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

44,4 % deklet iz 8. oz. 9. razreda je odgovorilo, da jim je predmet v redu, 27,8 % jim je predmet slab, 13,9 % jih predmet sovraži, 8,3 % je fizika super in 5,6 %, da je predmet odličen.

Če primerjamo odgovore fantov in deklet, lahko opazimo, da dekleta večinoma ne marajo fizike, saj je kar 41,7 % deklet odgovorilo, da jim je predmet slab oz. da fiziko sovražijo. Medtem ko je fantov, ki fizike ne marajo, le 14,8 %.

Na naslednje vprašanje, ki se je glasilo »Katero znanje pri fiziki ti bo po tvojem mnenje najbolj pomagalo v življenju?«, so tisti, ki ne marajo fizike odgovorili, da nič, ne vedo, kaj oz. morajo predelati še več, da bi na vprašanje lahko odgovorili. Tisti, ki jim je fizika blizu, pa so odgovorili, da jim bodo pomagale pretvorbe, znanje o svetlobi, sile, gibanje, vse ...



Slika 24: Oj, ta fizika (Vukotič, J., 2021)

4 RAZPRAVA

Planet Zemlja je naše življenje, saj je eden izmed planetov Osončja, na katerem se nahajajo življenje, tekoča voda in človeštvo. Naš planet je čudovit planet – iz vesolja je videti modre barve. Barvo našemu domu dajejo oceani, morja in reke, saj kar tri četrtine zemeljske površine prekriva voda.

Pred pričetkom raziskovanja smo si zastavili tri hipoteze, ki jih bomo v nadaljevanju potrdili oz. ovrgli. Rezultati anketnega vprašalnika med učenci kažejo, da je naše znanje o našem planetu prešibko. Posledično je to vzrok, da prevečkrat pozabimo na spoštovanje do našega planeta, ne ohranjamo narave, živimo v zmoti, da naše početje ne vpliva na kvaliteto življenja na Zemlji ...

½ **Hipoteza 1:** Učenci poznajo osnovne informacije o Zemlji.

To hipotezo smo delno potrdili, saj so učenci na vprašanja odgovarjali mešano. Na nekatera vprašanja, kot so vprašanja o tem, koliko je star naš planet Zemlja, koliko meri Zemlja okoli pasu, kateri planet je Zemlja od Sonca, kakšne oblike je, s kakšno hitrostjo se vrti okoli Sonca, so odgovorili pravilno. Medtem so pri nekaterih drugih vprašanjih, kot so: kdaj praznuje svoj praznik Zemlja, koliko dreves raste na Zemlji, katera celina ima poleg Antarktike največ pitne vode, s kakšno hitrostjo kroži okoli Sonca, odgovorili napačno. Ugotovili smo, da učenci na nekatera vprašanja poznajo odgovore, pri drugih ne. Prav tako je pri nekaterih vprašanjih odstotek učencev, ki so odgovorili pravilno, prestopil dobro polovico, kar pa je tudi premalo, da bi lahko trdili, da učenci poznajo osnovne informacije o Zemlji.

√ **Hipoteza 2:** Učenci vedo, da je Zemlja »okrogla«.

To hipotezo smo potrdili, saj je večina učencev odgovorila, da ima Zemlja obliko sferoida, torej da vzporedniki niso krogi, pač pa nekoliko sploščene ploskve t.i. elipse. Njegova realna oblika se lahko obravnava kot rotacijski elipsoid. To je zato, ker je zaradi stalnega vrtenja na svoji osi naš planet zdrobljen na dveh polih in je viden v Ekvadorju.

√ **Hipoteza 3:** S pomočjo poskusov lahko dokažemo »okroglo« obliko Zemlje.

To hipotezo smo potrdili, saj smo s poskusi ugotovili zaobljenost Zemlje.

5 ZAKLJUČEK

Danes lahko celo otroci v šolah dokažejo zemeljsko zaobljenost, a nekoč temu ni bilo tako. Oblika je bila skozi zgodovino predmet mnogih razprav in znanstvenih preučevanj, saj so se razvila različna mnenja o obliki, velikosti in notranji zgradbi Zemlje. Zgodovinsko gledano je bila površina Zemlje ena izmed najbolj vročih vprašanj med znanstveniki. To vprašanje je izhajalo iz dejstva, da se znanstveniki niso mogli strinjati glede natančne oblike Zemlje.

Že dolgo, preden je Kristof Kolumb preplul oceane, so Aristotel in drugi antični grški znanstveniki predlagali, da je Zemlja okrogla.

To je temeljilo na številnih opažanjih, kot je dejstvo, da se čolni niso zdeli samo manjši, ko so se premaknili, ampak se je zdelo tudi, da potonejo na obzorju.

Toda Isaac Newton je bil prvi, ki je predlagal, da Zemlja ni popolnoma okrogla. Namesto tega je Newton predlagal, da je to steznik. Krožena krogla je krogla, ki je zdrobljena na svojih polih in otečena v ekvatorju. Newton je imel prav in zaradi te izbokline je razdalja od središča Zemlje do morske gladine v ekvatorju približno 21 km širša kot v polih ...

Največje in najzanesljivejše podatke o obliki smo pridobili v zadnjem stoletju ob visokih tehnoloških napredkih, kot so potovanje v vesolje, potovanje proti središču Zemlje ...

»Naš modri planet je najbolj čudovito možno naravno okolje. Njegovo življenje je naše življenje, njegova prihodnost je naša prihodnost.«

(Dalaj Lama)

6 LITERATURA IN VIRI

6.1 Internetni viri

Bojc, K. (2019). *Predstave predšolskih otrok o planetu Zemlja*. Diplomsko delo. Ljubljana: Pedagoška fakulteta. Pridobljeno 5. februarja 2022.

Govori.se. (17. februar 2018). *7 načinov, s katerimi lahko dokažemo, da Zemlja ni ploščata*. . Pridobljeno 30. novembra 2021 s <https://govorise.metropolitan.si/zanimivosti/7-nacinov-s-katerimi-lahko-dokazemo-da-zemlja-ni-ploscata/>.

Tomšič, M. (23. februar 2020). *V tragični nesreči je umrl znani teoretik zarot #video*. Pridobljeno 30. novembra 2021 s <https://siol.net/digisvet/novice/v-tragicni-nesreci-je-umrl-znani-teoretik-zarot-video-519311>.

Uredništvo. (27. december 2016). *Johannes Kepler*. Pridobljeno 30. novembra 2021 s <http://zgodovina.si/8499-2/>.

UredništvoDOSTOP.si. (19. april 2020). *Je Zemlja res okrogla? 10 krajev, ki so bolj ravni kot palačinka*. Pridobljeno 30. novembra 2021 s www.dostop.si/je-zemlja-res-okrogla-10-krajev-ki-so-bolj-ravni-kot-palacinka/.

Vodušek, T. in Klemenčič, M. (junij 2009). *Eksogena dinamika Zemlje*. Pridobljeno 30. novembra 2021 s <https://munus2.scng.si/files/2016/01/M4urejena.pdf>.

Zlobec, M. (30. junij 2018). *Enrique, prvi človek, ki je obšel svet in dokazal, da je zemlja okrogla*. Pridobljeno 30. novembra 2021 s <https://marijanzlobec.wordpress.com/2018/06/30/enrique-prvi-clovek-ki-je-obsel-svet-in-dokazal-da-je-zemlja-okrogla/>.

6.2 Monografsko gradivo

Bojc, K. (2019). *Predstave predšolskih otrok o planetu Zemlja*. Diplomsko delo. Ljubljana: Pedagoška fakulteta. Pridobljeno 5. februarja 2022 s Bojc_Klara_Diplomsko_delo.pdf.

Prosen. M. (b. d.). *Nek astronomski esej*. Raziskovalne naloge. Pridobljeno 5. februarja 2022 s Nek-astronomski-esej.pdf.

6.3 Slikovno gradivo

Anchy. (10. september 2018). *10 zanimljivosti o Planeti Zemlji*. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://joomboos.24sata.hr/prvi/10-zanimljivosti-o-planeti-zemlji-8588>.

Arnes. (b. d.) *Solarni sistem*. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://astronomskipojavi.splet.arnes.si/osoncje/>.

Bizjak, V. (14. avgust 2020). *20.000 dolarjev so zapravili, da bi dokazali, da je Zemlja ravna...* Ekodežela. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://www.ekodezela.si/eko-zanimivo/20-000-dolarjev-so-zapravili-da-bi-dokazali-da-je-zemlja-ravna/>.

GISGeography. (29. oktober 2021). *Elipsoid/Spheroid – Our Oblate Spheroid Planet Earth*. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://gisgeography.com/ellipsoid-oblate-spheroid-earth/>.

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

- Kvarkadabra.net. (april 2000). *O življenju in delu Nikolaja Kopernika*. Številka 4. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://kvarkadabra.net/2000/04/kopernik-zivljenjepis/>.
- Vukotič, J. (2021). *Kaj je kvantna fizika?* Mladinska knjiga. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://www.mladinska-knjiga.si/dobrezgodbe/prosti-cas/kaj-je-quantna-fizika>.
- Prosen, M. (27. april 2016). *Prva meritev polmera Zemlje*. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://www.rad.sik.si/wp-content/uploads/2016/05/Polmer-Zemlje-RAD.pdf>.
- Rojo, D. (22. aprila 2019). *Zemlja je naš dom*. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://www.student.si/izpostavljeno/druzba/zemlja-je-nas-dom/>.
- Rogelj Petrič, S. (10. december 2015). *Geologi spet poskušajo predreti Zemljino skorjo*. Delo. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://old.delo.si/znanje/znanost/geologi-spet-poskusajo-predreti-zemljino-skorjo.html>.
- STA. (22. april 2002). *Svetovni dan Zemlje*. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://www.24ur.com/ekskluziv/zanimivosti/svetovni-dan-zemlje-2.html>.
- Qarehgozlou, M. (23. april 2017). *Together towards clean planet: Iran marks Earth Day*. Tehran Times. [Fotografija s spleta]. Pridobljeno 5. februarja s <https://www.tehrantimes.com/news/412819/Together-towards-clean-planet-Iran-marks-Earth-Day>.

7 PRILOGE

Priloga 1

Anketa za raziskovalno za raziskovalno nalogo z naslovom ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

Smo učenci 8. a-razreda. Lotili smo se večno aktualne teme o tem, ali je Zemlja okrogla, in koliko sploh vemo o našem planetu. Zato vas vljudno prosimo, da odgovorite na spodnja vprašanja.

1. Obkroži spol: M Ž

 2. Kateri razred obiskuješ?
 7. razred
 8. razred
 9. razred

 3. Ali to anketo rešuješ s starši?
 DA
 NE

 4. Koliko let je star naš planet Zemlja? Označi.
 1,38 milijona let
 1,29 milijarde let
 4,57 milijarde let

 5. Kdaj praznuje svoj praznik (dan Zemlje)? Napiši datum.

 6. Koliko približno meri Zemlja okoli pasu (okoli ekvatorja)? Označi.
 40.075 km
 25.833 km
 45.512 km

 7. Koliko dreves raste na Zemlji?
 tri tisoč milijard
 pet tisoč milijard
 osem tisoč milijard

 8. Koliko procentov vode na Zemlji je pitne? Označi.
 3 %
 13 %
 5 %

 9. Katera celina ima največ pitne vode poleg Antarktike, ki je ima največ? Označi.
 Afrika
 Evropa
 Amerika

 10. Zakaj pravimo Zemlji modri planet? Napiši svojo trditev.
-

Raziskovalna naloga: ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

11. Zapiši, kateri planet je Zemlja po oddaljenosti od Sonca?

12. Zapiši, katera je Zemlja po velikosti v Sončevem sistemu?

13. Označi trditev. Po obliki je Zemlja:

- popolnoma okrogla
- ravna
- ima obliko sferoida

14. Kdo je prvi izračunal, da je Zemlja okrogla? Označi.

- Eratosten
- Nikolaj Kopernik
- Katoliška cerkev

15. Zemlja se okoli Sonca vrti s hitrostjo ... Označi.

- 520 km/h
- 1.600 km/h
- 2.315 km/h

16. Obkroži trditev. Zemlja okoli Sonca kroži s hitrostjo:

- 30 km/s
- 5 km/s
- 120 km/s

17. Vprašani za 8. in 9. razred: Kako bi ocenil šolski predmet „Fizika“ glede na snov, ki se jo učiš? Označi.

- Odlično
- Super
- V redu
- Slabo
- Sovražim fiziko
- Drugo

18. Katero znanje pri fiziki ti bo po tvojem mnenju najbolj pomagalo v življenju?

Hvala za sodelovanje.

Tobija, Jakob, Filip