

**OSNOVNA ŠOLA ŽIRI**

# **ANALEMA**

astronomija in fizika  
raziskovalna naloga

Avtorji:

Nika DOLENEC  
Jerica JESENKO  
Urh MUR

Mentorica: Petra NOVAK, prof.

Žiri, 2020

# Kazalo vsebine

<b>1 UVOD</b> .....	1
<b>2 TEORETIČNI DEL</b> .....	2
2.1 ASTRONOMIJA.....	2
2.1.1 SPLOŠNO O ASTRONOMIJI.....	2
2.1.2 ZGODOVINA IN POMEMBNEJŠI DOGODKI ASTRONOMIJE .....	2
2.1.3 SONCE .....	8
2.1.4 SENCA .....	10
2.2 NAVIDEZNO GIBANJE NEBESNIH TELES .....	11
2.2.1 SONCE .....	11
2.2.2 LUNA .....	11
2.2.3 PLANETI.....	11
2.2.4 ZVEZDE.....	11
2.2.5 ANALEMA.....	12
2.3 FOTOGRAFIJA/OBDELAVA FOTOGRAFIJ .....	13
<b>3 EKSPERIMENTALNI/ EMPIRIČNI/ RAZISKOVALNI DEL</b> .....	14
3.1 METODOLOGIJA .....	14
3.1.1 Opis vzorca raziskave .....	14
3.1.2 Opis merskega instrumenta .....	14
3.1.3 Opis postopka zbiranja podatkov .....	18
3.1.4 Obdelava podatkov .....	21
3.2 REZULTATI.....	22
3.2.1. Rezultati ankete .....	22
3.2.2. Rezultati poskusa – fotografiranja .....	35
<b>4 POGOVOR Z DOC. DR. DUNJO FABJAN</b> .....	37
4.1 NASTANEK OSMICE .....	37
4.2 UPORABA OSMICE ZA IZRAČUNE IN MERITVE .....	37
4.2.1 IZRAČUN NAGNjenosti ZEMELJSKE OSI .....	37
4.2.2 IZRAČUN GEOGRAFSKE ŠIRINE KRAJA FOTOGRAFIRANJA .....	40
4.2.3 ENAČBA O ČASU.....	40
4.3 OBISK AGO GOLOVEC .....	41
<b>5 RAZPRAVA</b> .....	43
<b>6 ZAKLJUČEK</b> .....	45
<b>7 VIRI IN LITERATURA</b> .....	46
<b>8 PRILOGE</b> .....	47

## Kazalo slik

Slika 1: Osončje .....	2
Slika 2: Geocentrični sistem .....	3
Slika 3: Heliocentrični sistem .....	4
Slika 4: Sputnik .....	7
Slika 5: Sončeve pege .....	9
Slika 6: Nastanek sence .....	10
Slika 7: Sledi zvezd .....	12
Slika 8: Merski instrumenti .....	15
Slika 9: Ena od tedenskih fotografij Sonca .....	15
Slika 10: Fotografija brez sivinskega filtra .....	16
Slika 11: Celotna postavitvev za fotografiranje .....	16
Slika 12: Aplikacija GPS-test .....	17
Slika 13: Označba mesta postavitve .....	18
Slika 14: Nastavitve fotoaparata .....	19
Slika 15: Ena izmed kontrolnih slik .....	19
Slika 16: Nastavitve fotoaparata in filtra pri kontrolni sliki .....	20
Slika 17: Nastavljanje fotoaparata .....	21
Slika 18: Združevanje slik v Photoshopu .....	21
Slika 19: Dopoldanska analema .....	35
Slika 20: Opoldanska analema .....	36
Slika 21: Popoldanska analema .....	36
Slika 22: Sprememba lege Sonca v eni uri ( $15^\circ$ ) .....	38
Slika 23: Merjenje velikosti spremembe lege Sonca v eni uri .....	38
Slika 24: Merjenje kotne velikosti analeme .....	39
Slika 25: Izračuni na sliki .....	40
Slika 26: Solarni teleskop .....	41
Slika 27: Teleskop Vega .....	42

## Kazalo grafov

Graf 1: Vas zanima astronomija? .....	22
Graf 2: Če da, kaj počnete na tem področju? .....	23
Graf 3: Ste že kdaj opazovali/fotografirali astronomske objekte/pojave? .....	24
Graf 4: Če da, katere? .....	25
Graf 5: Ste opazovali v okviru šole ali samostojno? .....	26
Graf 6: Spremljate astronomske novice, raziskovanja, dogajanja? .....	26
Graf 7: Ali veste, kaj je analema? .....	27
Graf 8: Kaj po vašem mnenju prikazuje slika? .....	28
Graf 9: Kako mislite, da je nastala fotografija? .....	29
Graf 10: Kako bi opazovali planete? .....	30
Graf 11: Kako bi opazovali Sonce? .....	31
Graf 12: <i>Katera dva elementa pretežno sestavljata Sonce?</i> .....	32
Graf 13: Koliko km meri astronomska enota? .....	33
Graf 14: kaj nam povejo Sončeve pege? .....	33
Graf 15: Katera je nam najbližja zvezda? .....	34
Graf 16: Razlika med sončnim in srednjim časom .....	41

## **Povzetek**

Raziskovalna naloga v teoretičnem delu predstavi astronomijo, natančneje Sonce in njegovo navidezno gibanje na nebu. V nadaljevanju so prikazani rezultati z anketo pridobljenih odgovorov v zvezi s poznavanjem astronomije in analeme v Žireh. Sledi prikaz eksperimentalnega dela. To je fotografiranje analeme ob treh različnih časih ter meritveni izračuni, pri katerih smo si pomagali s fotografijami. Pri slednjem nam je pomagal tudi obisk na Fakulteti za matematiko in fiziko v Ljubljani.

Ključne besede: astronomija, analema, Sonce, izračuni, enačba o času, fotografija, anketa

## **Abstract**

Our research in the theoretical part presents astronomy, more specifically the Sun and its apparent movement in the sky. Empirical part presents results of the survey and answers regarding the knowledge of astronomy and analemma in Žiri. This is followed by the introduction of our experimental work, which includes photographing the analemma at three different times and calculations concerning the photos. That last part was supported by the Faculty of mathematics and physics in Ljubljana.

Key words: astronomy, analemma, Sun, calculations, equation of time, photography, survey

## **Zahvala**

Zahvaljujemo se našim staršem za pomoč pri fotografiranju, izdelavi grafa enačbe o času, njihovim zamislim in vso spodbudo. Prav tako se zahvaljujemo doc. dr. Dunji Fabjan s Fakultete za matematiko in fiziko za razširjen pogled na analemo in astronomijo na splošno.

Zahvaljujemo se mentorici za ves vložen trud pri izdelavi raziskovalne naloge.

# 1 UVOD

Za raziskovalno nalogo iz astronomije (analeme) smo se odločili, ker nas to področje zanima; prav tako pa radi opazujemo nebesne pojave in telesa. Analemo ali osmico smo izbrali, ker se nam zdi, da je morda med ljudmi še manj znana in bi jim jo radi predstavili, v prvi vrsti pa bi se s tovrstnim načinom opazovanja radi seznanili tudi sami.

Prav tako želimo raziskati medgeneracijsko poznavanje analeme in astronomije nasploh v Žireh.

Radi se ukvarjamo s fotografijo, predvsem nam je zanimivo fotografiranje nevsakdanjih stvari. Zato smo se odločili, da bomo tudi sami ob opazovanju fotografirali osmico, kar je bil glavni namen samega dela.

Ob osrednjem raziskovalnem vprašanju, če lahko nekdo z amaterskim fotografskim znanjem uspešno fotografira osmico, smo si postavili šest hipotez.

Hipoteza 1: Analema in astronomija nasploh ljudem nista preveč znani.

Hipoteza 2: Nad astronomijo so bolj navdušeni mlajši.

Hipoteza 3: Brez natančne tehnike fotografiranja analeme ne bi mogli razbrati.

Hipoteza 4: Osmice, slikane ob različnih časih, so različno usmerjene.

Hipoteza 5: Meritvena izračuna nagnjenosti Zemeljske osi in geografske širine se od v virih dobljenih podatkov ne razlikujeta.

Hipoteza 6: Meritveni izračun enačbe o času se od v virih dobljenih podatkov ne razlikuje.

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 ASTRONOMIJA

#### 2.1.1 Splošno o astronomiji

Astronomija ali z drugim imenom zvezdoslovje je veda, ki se ukvarja z opazovanjem in razlaganjem zunajzemeljskih pojavov v vesolju in nebesnimi telesi. Tematsko zajema različne teme, kot so Osončje, njegovi planeti, naravni sateliti, zvezde, galaksije.

Posebna veja astronomije je teoretična astronomija, ki povezuje znanstvena dejstva v matematične enačbe, fizikalne modele, prav tako s simulacijami prikazuje razvoj različnih nebesnih teles (Zemlja, zvezde ...).

Astrofizika je novejša veda, ki uporablja fizikalne zakone pri astronomskih pojavih. Predvsem zajema področje zvezd (zvezdna astronomija) in se ukvarja z razlago pojavov, ki so bistvenega pomena za nastanek posameznih objektov in skuša iz dejstev sestaviti enostavne fizične enačbe ([www.wikipedia.si](http://www.wikipedia.si)).



Slika 1: Osončje

#### 2.1.2 Zgodovina in pomembnejši dogodki astronomije

Prvi viri o astronomskem opazovanju<sup>1</sup> prihajajo iz pribl. leta 3000 pr. n. št., in sicer iz njih izvemo, da so se z opazovanjem nebesnih teles v tistem času najverjetneje ukvarjali že v Babiloniji, Egiptu in na Kitajskem.

Babilonci so poleg Sonca in Lune opazovali še pet planetov (Merkur, Venera, Mars, Jupiter, Saturn), ki so jih častili kot božanstva. Po njih so poimenovali tudi dneve v tednu.

Starogrški filozof Aristotel je okoli leta 330 pr. n. št. že trdil, da je Zemlja okrogla. Glede na takratna opazovanja je sklepal, da je Zemlja pri miru.

---

<sup>1</sup> Podatki in fotografije v tem poglavju so pridobljeni na: [http://www2.arnes.si/~gljsentvid10/zgo\\_ast2.html](http://www2.arnes.si/~gljsentvid10/zgo_ast2.html), druge so bile prosto dostopne preko iskalnika google (images).

Okoli 260 pr. n. št. je Aristarh preprosto razložil gibanje nebesnih teles in postavil teorijo, da se Zemlja in drugi planeti gibljejo okoli Sonca. S pomočjo Luninega mrka je določil razmerje med velikostjo Zemlje in Lune. Večinoma so ga zavračali, tudi knjige nima - nauk je ohranil Arhimed v svojih delih.

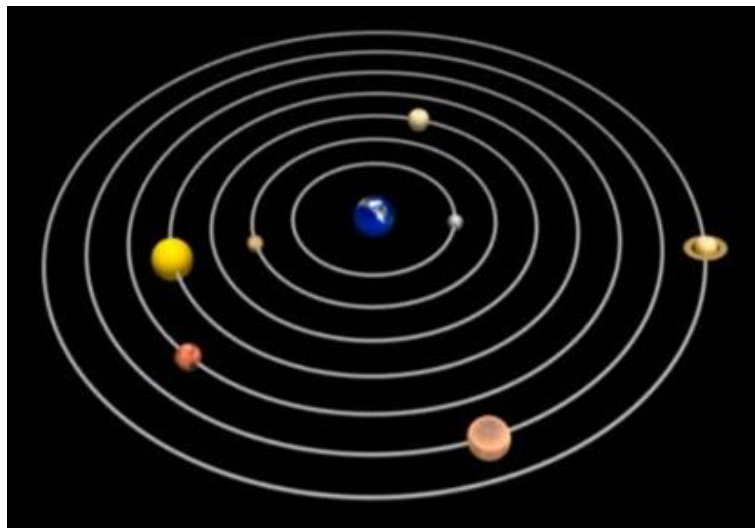
Eratosten (pribl. 240 pr. n. št.) je natančno izračunal velikost Zemlje, a so jo njegovi sodobniki zavrnil, saj se jim je iz neznanega vzroka zdela prevelika. Prav tako je želel uveljaviti leto s 365,25 dni, kar so spet zavrnil.

150 pr. n. št. - Hiparh sestavi katalog zvezd, ki jih razdeli po siju na 6 magnitud, izračuna tudi oddaljenost Lune od Zemlje.

150. leta našega štetja je Ptolemaj z združenjem astronomskega znanja iz antike postavil geocentrični sistem, ki je nato veljal 15 stoletij.

V jamah Dunhuanga so v 20. stoletju našli karto ozvezdij severnega neba, kot so ga videli Kitajci v zgodnjem 7. stoletju.

Leta 1054 Kitajci zabeležijo pojav zelo svetle supernove, ki je bil viden celo čez dan - eksplozija zvezde v Biku. Ostanek supernove je zdaj zelo znana in raziskana meglica Rakovica M1.



Slika 2: Geocentrični sistem

V prvi polovici 12. stoletja je Herman iz Karantanije (prvi znanstvenik slovenskega rodu) prevedel več astronomskih zapisov in knjig, med njimi najbolj znan je prevod Ptolemajovega Planispheriuma, ki se je ohranil le po tem prevodu.

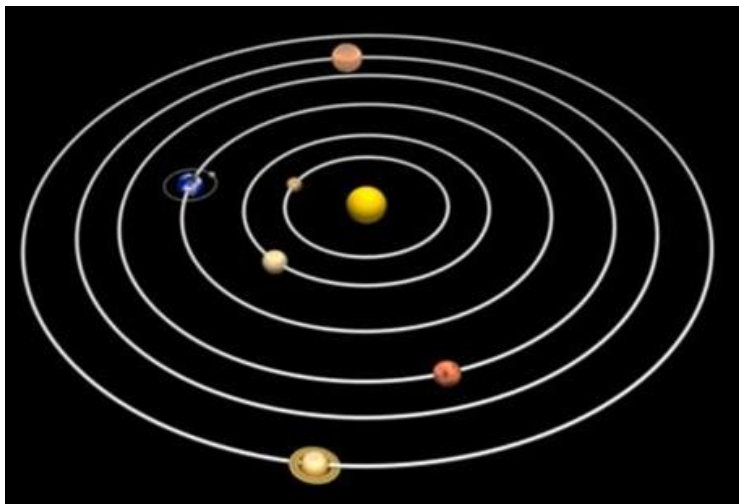
Prva nam znana mehanska astronomska ura je bila postavljena v Padovi leta 1344.

V svoji knjigi leta 1440 nemški kardinal Nikolaj Kuzanski (Krebs) trdi, da se Zemlja vrti okoli svoje lastne osi in hkrati okoli Sonca, da so zvezde sonca in da je prostor brezmejen. Prvi je tudi uvedel konkavne leče, ki so pomagale slabovidnim, kombinacije leč pa kasneje uporabijo v teleskopih. Kuzanski je verjetneje manj znan kljub vsem svojim trditvam, saj so menili, da zanje nima dokazov. Kepler pa ga je v svoji knjigi označil kot "božansko navdahnjenega".

Leta 1515 je slikar in matematik Albrecht Dürer izdal prvo tiskano zvezdno karto.

Prelomnica v razvoju človekove misli se zgodi 1543, ko Nikolaj Kopernik objavi svoj heliocentrični sistem.

1608 nizozemski optik Hans Lippershey predstavi prvi daljnogled (ki je pomemben pri razvoju teleskopa).



Slika 3: Heliocentrični sistem

Galileo Galilei leta 1610 prvič opazuje nebo z daljnogledom. Z ugotovitvami potrdi trditve Kuzanskega in Kopernikove nauke. Na Luni vidi relief, okoli Jupitra opazi štiri naravne satelite, odkrije Venerine mene, na Soncu je opazil lise – pege; ugotovil je, da je Rimska cesta sestavljena iz množice zvezd. Izumil je prvi teleskop z 32-kratno povečavo.

V začetku 17. stoletja Kepler odkrije tri zakone gibanja planetov (prvi zakon: Planet se giblje okoli Sonca po elipsi, Sonce je v njenem gorišču).

Leta 1675 Römer izračuna hitrost svetlobe.

Isaac Newton leta 1687 razkrije zakon o gravitaciji.

John Harrison je leta 1736 predstavil prvi natančni ladijski kronometer, ki je imel velik pomen za določanje lege na Zemlji in merjenje paralakse Lune in planetov.

Leta 1781 Charles Messier zbere več kot 1000 megličastih objektov in jih zbere v katalogu. Messierjev katalog M-objektov je nastal z namenom, da ti objekti ne bi zavajali in motili iskalcev kometov.

Istega leta W. Herschel odkrije planet Uran. Prispeval je tudi k poznavanju naše galaksije Rimske ceste, kot skupek gibajočih zvezd, kjer Sonce nima dominante lege, saj se samo premika med ostalimi zvezdami.



1783. leta baron Jurij Vega izda knjigo tabel logaritmov in trigonometričnih funkcij, ki so bile pomemben matematični pripomoček vsej znanosti.

John Michell se leta 1784 sprašuje, če gravitacija vpliva na svetlobo, ali imajo nekatere zvezde tako veliko maso, da svetloba ne more pobegniti z njih. Njegovo razmišljanje je osnova za Einsteinove izračune mnogo let pozneje in za teorijo črnih lukenj.

Leta 1801 je bil odkrit prvi planetoid Ceres (odkril ga je Piazzi).

V letih med 1835 in 1840 Struve, Bessel in Henederson s pomočjo paralakse določijo razdalje do zvezd.

Christian Andreas Doppler opiše Dopplerjev pojav leta 1842.

Planet Neptun izsledi Galle leta 1846.

Leta 1850 pa so v astronomijo uvedli fotografijo.

Kirchhoff in Bunsen leta 1859 postavita princip spektralne analize.

Jožef Stefan, fizik slovenskega rodu, je leta 1879 sevanje zvezd povezal z njihovo temperaturo v preprostem zakonu, ta se imenuje Stefan-Boltzmanov zakon.

Leta 1886 Ciolkovski Konstantin utemelji raketno dinamiko, leta 1926 izumi rakete na tekoče gorivo in izračuna geostacionarno orbito.

Od leta 1896 naprej je Annie Jump Cannon razvrstila s pomočjo prizme preko 500 000 zvezd v spektralne razrede, zbrane so v Henry Draper katalogu, kjer so označene s kratico HD (H. Draper je bil mecen tega projekta).

Albert Einstein leta 1905 vpelje teorijo relativnosti, kjer najde povezavo med energijo, maso in svetlobno hitrostjo ( $E = mc^2$ ). Deset let kasneje (1915) Splošno teorijo relativnosti objavi.

Leta 1911 in 1912 Hertzsprung in Russel vpeljeta zvezdni diagram (H-R diagram), na katerega se vnašajo povezave med spektralnim tipom zvezd in izsevom zvezd (absolutna magnituda).

Henrietta Leavitt leta 1912 najde povezavo med periodo kefeid in izsevom.

S kefeidami, povezavo med masami zvezd, tlakom, temperaturo in izsevom se je ukvarjal Eddington Arthur Stanley leta 1914.

Istega leta Shapley Harlow izračuna oddaljenosti kroglastih kopic in ugotovi, da so posejane v kroglu s središčem v ozvezdju Strelca, določi pravo oceno velikosti Rimske ceste. Soncu je odvzel domnevno središčno lego v Galaksiji.

Leta 1916 Schwarzschild poda enačbo za mejo črne luknje (Schwarzschildov radij).

Pease in Albert Abraham Michelson leta 1920 izmerita prvi premer zvezde. Konec 19. stoletja je Michelson tudi pokazal, da hitrost svetlobe ni odvisna od hitrosti svetila ali opazovalca in s tem zavrnil hipotezo, da se svetloba giblje le po snovi "eter".

E. Hubble s pomočjo kefeid v megličastem objektu leta 1925 dokaže, da je to galaksija podobna naši in da je oddaljena več kot milijon let - s tem pokaže, da je vesolje veliko večje od Rimske ceste. Leta 1929 ugotovi, da je hitrost oddaljevanja galaksij premo sorazmerna z oddaljenostjo, kar izrazi z enačbo (Hubbllov zakon).

Vrtenje naše galaksije odkrije Oort leta 1927.

A. Friedmann uporabi spoznanje o širjenju vesolja v teoriji o nastanku vesolja z velikim pokom, ki jo je leta 1940 dopolnil njegov učenec G. Gamov.

Leta 1929 izide knjiga Hermana Potočnika - Problem vožnje po vesolju, ki je ključno delo začetka astronautike, pripisujejo mu tudi načrtovanje geostacionarnega umetnega satelita.

Po letu 1930 se pojavi teorija o nastanku nevtronske zvezde po eksploziji supernove, ki jo pripisujemo F. Zwickyju, Volkovu, J. R. Openheimerju, Landauu.

Tombaugh leta 1930 odkrije Pluton.

Jansky leta 1931 sprejme radijske valove iz vesolja.

Teorijo o jedrskih reakcijah, iz katerih črpajo zvezde svojo energijo, izda Bethe Hans Albrecht leta 1938.

Med 1941 in 1945 odkrijejo radijsko sevanje Sonca.

Wernher Magnus Maximilian von Braun konstruira in izstrelji prvo pravo raketo leta 1942.

Kant-Laplaceovo teorijo o nastanku Sončevega sistema izpopolni Weizsacker Carl Friedrich leta 1944.

Leta 1946 odkrijejo prve diskretne radijske vire na nebu.

Z radijskimi opazovanji leta 1951 ugotovijo spiralno zgradbo naše galaksije.

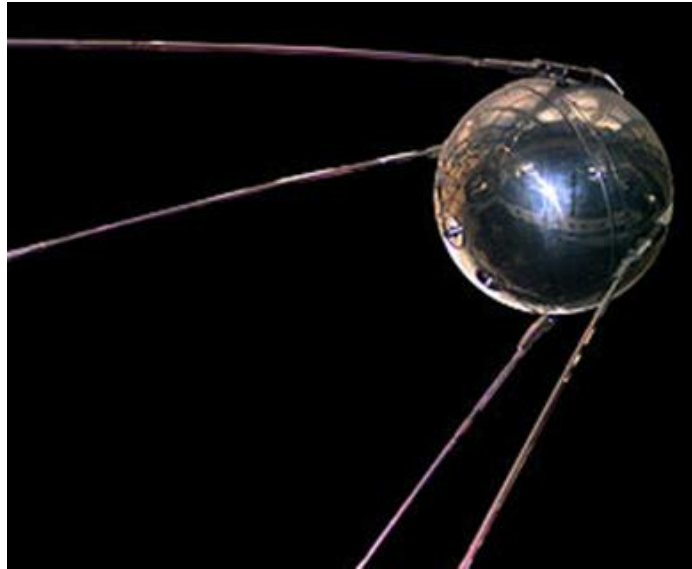
4. oktobra 1957 v Sovjetski zvezi izstrelijo prvi umetni satelit Sputnik 1. S tem se začne doba astronautike.

Leta 1958 odkrijejo Zemljin radiacijski pas.

Kvazarje odkrijejo leta 1960.

Kot prvi astronaut v vesolju Jurij Gagarin v vesoljski ladji Vostok 1 prvi obleti Zemljo 12. aprila 1961.

28. novembra 1964 Mariner 4 posreduje posnetke Marsovega površja.



Slika 4: Sputnik

R. Wilson in A. Penzias leta 1965 zaznata radijski signal in odkrijeta prasevanje, s čimer sta še dodatno podkrepila teorijo velikega poka.

Rotirajoče nevtronske zvezde - pulzarje odkrijejo leta 1968.

21. julija 1969 sta na Luno stopila Neil Armstrong in Edwin "Buzz" Aldrin.

Na Luni pristane leta 1970 avtomatska postaja Luna 16, ki na Zemljo prinese vzorce Luninih tal.

Po letu 1970 ugotovijo, da najbrž okoli 90 % mase sploh ne vidimo. To je tako imenovana temna snov.

Sondo Pioneer 10 so izstrelili leta 1972. Leto kasneje je postala prva sonda, ki je zapustila Osončje.

Leta 1977 so izstrelili sonde Voyager 1 in 2, ki sta poleteli proti zunanjim planetom in jih skupaj s sateliti tudi posneli.

Vesoljski čolniček Space Shuttle so prvič izstrelili leta 1981.

Leta 1983 so izstrelili satelit IRAS, da bi odkril vire sevanja. Detektiral je kar 350 000 virov, kot so kometi in prah, mlade zvezde, ki so nastale v oblakih prahu in plina, galaksije z veliko mladih zvezd ...

V orbiti okrog Zemlje začne leta 1986 delovati sovjetska (ruska) vesoljska raziskovalna postaja Mir.

Leta 1989 so izstrelili sondo Galileo, da bi dosegla Jupiter in njegove lune. Svoj cilj je dosegla leta 1995.

Z namenom detekcije nehomogenosti v kozmičnem mikrovalovnem sevanju ozadja so leta 1989 izstrelili satelit COBE, ki je potrdil veliki pok.

Leta 1990 Space Shuttle transportira in utiri v orbito 600 km nad Zemljo vesoljski teleskop Hubble, ki ima ločljivost 0,1 ločne sekunde, kamera pa zazna telesa vsaj 29 magnitude.

Ruski Mir zamenja leta 2000 mednarodna vesoljska postaja z znanstveniki.

Naslednik satelita COBE, satelit WMAP izstrelijo 30. junija 2001. Njegove meritve so potrdile, da je vesolje staro 13,7 milijarde let, ravno, sestavljeno iz 4,6 % navadne, 23 % temne snovi, 72 % temne energije in manj kot 1 % nevtrinov. Določi Hubblovo konstanto, mero za razširjanje vesolja. WMAP leta 2009 nadomesti Planckov satelit.

Pred nekaj leti so izmerili, da se vesolje ne le napihuje, ampak se napihuje vedno hitreje, za kar dobi energijo iz "temne" energije.

Za iskanje planetov, primernih za življenje, so leta 2009 izstrelili vesoljski teleskop Kepler.

### **2.1.3 Sonce**

Nam najbližja zvezda v vesolju je Sonce. Je tudi edina zvezda v našem osončju; s tem predstavlja tudi glavno telo. Galileo Galilei je v svoji izjavi o Soncu rekel, da Sonce ob vseh planetih, ki se vrtijo okoli njega in so odvisni od njega, lahko še vedno pozori grozdje, kot da ne bi imelo pametnejše naloge v vsem vesolju. Galilejeva trditev nas pripelje do tega, zakaj je Sonce za nas sploh pomembno - ker oddaja svetlobo in toploto (Velika ilustrirana otroška enciklopedija, 2012).

#### **SESTAVA**

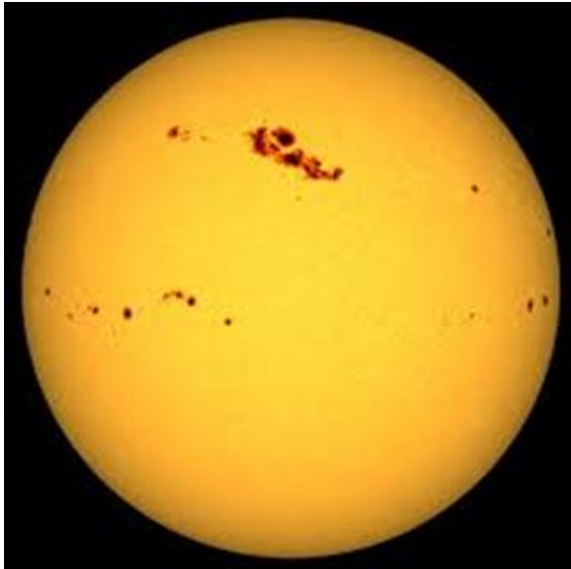
Ni narobe, če Sonce poimenujemo krogla žarečih plinov, saj ga sestavlja približno tri četrtine vodika in ena četrtna helija ter sledovi drugih elementov.

Sončevo jedro se razteza okoli 175 000 km od središča Sonca. Njegovo površje pa se imenuje fotosfera, kar pomeni krogla svetlobe. Globoka je okoli 400 km. Nad njo leži žareča rdeča plast vodika, imenovana kromosfera, kar pomeni krogla barv. Njena debelina je nekaj tisoč km.

Na površju Sonca se razvijajo relativno hladna, temna območja, imenovana Sončeve pege. Nastajajo zaradi velikih sprememb v Sončevem magnetnem polju.

Ogromne eksplozije na Sončevem površju, imenovane Sončevi blišči, povzročajo tudi magnetne viharje, zaradi katerih pride do motenj v radijskem sprejemu.

Iz Sonca se pogosto dvignejo veliki plameni žarečega vodika, imenovani protuberanca. Dostikrat so dolge tudi več kot 60 000 km.



Slika 5: Sončeve pege

## POLOŽAJ V VESOLJU

Iz Zemlje je viden pod 0,5 kotne stopinje (enako kot Luna, kar je lepo vidno ob Sončevem mrku). Od nas je oddaljen 1 astronomsko enoto (150 000 000 km), njemu najbližja zvezda Proksima Kentavra pa je od njega oddaljena 4,2 svetlobni leti.

## SPLOŠNI PODATKI

V Soncu je zbrane 99,8 % vse mase osončja. Njegova masa je kar  $1,989 \times 10^{30}$  kg. Sončev premer je 1 390 000 km, kar je 109-krat večje od premera Zemlje. V Sonce bi lahko spravili več kot 1 300 000 krogel velikosti Zemlje. Tudi temperatura je nepredstavljiva - na površju meri temperatura 5800 kelvinov, v jedru pa kar 15 600 000 kelvinov. Sonce se vrti okrog svoje osi. A ker je velika plinasta kroglja, se njegovi deli vrtijo različno hitro. Na ekvatorju naredi en obrat v 25,4 dneva, na polih pa na vsakih 36 dni. Svetloba od Sonca do Zemlje potrebuje 500 sekund (približno 8 minut).

## ŽIVLJENJSKA ZGODBA SONCA

Sonce se je rodilo pred 5 milijardami let iz oblaka vodika in helija, pomešanega s prahom. Tak oblak imenujemo nebula ali meglenica. Oblak se je krčil zaradi lastne gravitacije. Zaradi krčenja se je segreval, dokler se niso začele jedrske reakcije, pri katerih se vodik spreminja v helij. Od takrat naprej Sonce stalno sije. Znanstveniki menijo, da bo Sonce sijalo še 5 milijard let, dokler mu ne bo zmanjkalo vodikovega goriva in bo začelo umirati.

## NASTANEK ENERGIJE

V njegovem vročem in silno gostem jedru privlačna sila stiska atome vodika. Zaradi tega prihaja do jedrskih reakcij, kjer iz vodika nastane helij, pri čemer se sproščajo velika energija in hkrati močna vročina in svetloba. Energijo, nastalo v teh reakcijah, oddaja Sonce v obliki

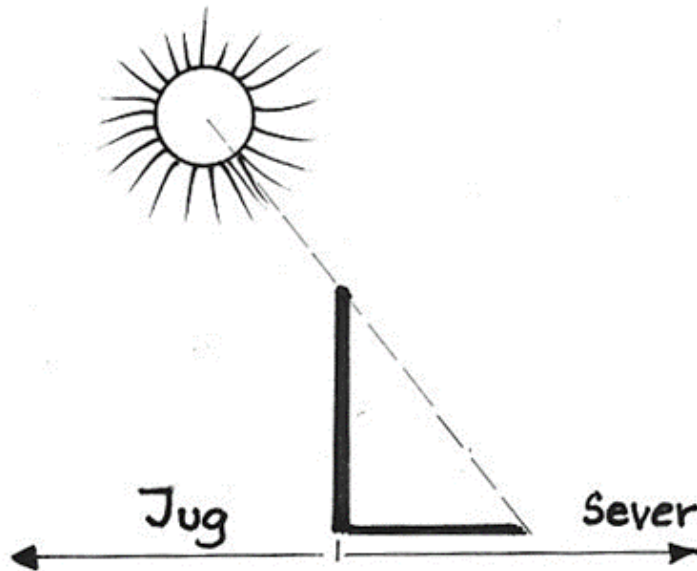
žarkov. Energija potuje v obliki elektromagnetnih valov, kot so toplota, svetloba in radijsko valovanje. Sončne celice pretvarjajo sončno energijo v električno. Z njo tudi napajajo umetne satelite (prav tam).

#### 2.1.4 Senca

Za nastanek sence potrebujemo svetlobo in oviro. Znano je, da se svetloba širi oziroma potuje po prostoru. Ko pa svetloba naleti na oviro, ne more skozi. Za nastanek sence mora biti ovira neprosojna. Senca nastane za oviro. Lahko jo obravnavamo tudi kot črno ali sivo razmeroma temno ploskev. Daje pravilen, enak, pomanjšan ali povečan obris osvetljenega telesa. Nekoliko spominja na sliko predmeta v zrcalu, saj "zamenja" levo in desno stran, vendar ne pokaže vseh podrobnosti predmeta. Oblika sence je odvisna od oblike telesa. Velikost sence je odvisna od medsebojne lege svetila, telesa in ravnine.

Ravninska senca nastane na ravnini za predmetom, kamor ne pade direktna svetloba. Čim bolj je svetilo oddaljeno oziroma točkasto, tem bolj ima senca oster rob in je jasno vidna. Čim bolj je predmet osvetljen, tem bolj temna senca pade na ravnino.

Senca predmeta je vedno na nasprotni strani od Sonca. Dolžina sence, ki jo meče predmet, je odvisna od lege Sonca.



Slika 6: Nastanek sence

Dolžina sence se spreminja tudi z letnimi časi. Poleti se Sonce giblje nad ekvatorialno ravnino, zato je takrat opoldanska senca v naših krajih veliko daljša kot pozimi, saj je Sonce nižje na nebu. Tudi pri svetlobi svetilke je senca vedno nasproti svetilke. Če uporabimo več svetilk, to pomeni, da bomo imeli več senc. Senca je odvisna tudi od tega, kako močna svetloba pada na oviro oziroma predmet. Bolj kot je svetlo, temnejša bo senca predmeta. Prav tako bo senca manjša, če bo svetilka bolj oddaljena. Večje kot je svetilo, večja bo plosenca in bolj kot je svetilo točkasto, bolj jasen bo obris sence predmeta.

Sonce zjutraj vzide na vzhodu, kar pomeni, da je senca obrnjena proti zahodu. Zjutraj je senca zaradi majhnega kota sončnih žarkov zelo dolga in se tekom dopoldneva krajša z večanjem kota sončnih žarkov. Ko je Sonce najvišje na nebu, je senca najkrajša, in ker je Sonce na južni strani neba, je senca obrnjena proti severu. Senca se zopet daljša, ko se Sonce spušča proti zahodu. Ker je Sonce tedaj na zahodni strani, je senca obrnjena proti vzhodu ([www.wikipedia.si](http://www.wikipedia.si)).

## **2.2 NAVIDEZNO GIBANJE NEBESNIH TELES**

Navidezno gibanje nebesnih teles ni njihovo pravo gibanje. Tako jih le vidimo z Zemlje.

### **2.2.1 Sonce**

Sonce na nebu navidezno vzhaja in zahaja. Ta pojav nastane zaradi vrtenja Zemlje okoli lastne osi. Na spomladansko (21. marec) in jesensko enakonočje (23. september) vzhaja točno na vzhodu in zahaja točno na zahodu, saj je Sonce pravokotno na ekvator. Medtem ko poleti (na naši polobli - severni polobli) vzhaja in zahaja nekoliko bolj proti jugu (na poletni solsticij, 21. junij, je Sonce pravokotno na severni tečajnik), pozimi pa proti severu (na zimski solsticij, 21. december, je Sonce pravokotno na južni tečajnik). Vse to je posledica nagnjenosti Zemljine osi, okoli katere se Zemlja vrti. Zato ima Sonce različne položaje na nebu ob istem času skozi celo leto.

### **2.2.2 Luna**

Luno lahko vidimo vzhajati in zahajati, kar je posledica vrtenja Zemlje okoli svoje osi. To pa se glede na lunino meno dogaja ob različnem času, saj tudi Luna kroži okoli Zemlje. Polna Luna (ščip) vzhaja ob 18ih in je v zenitu ob polnoči, zadnji krajec vzhaja ob polnoči in je najvišje na nebu ob 6ih zjutraj, mlaj vzhaja ob 6ih zjutraj in je najvišje ob 12ih, prvi krajec pa vzhaja ob 12ih in je najvišje na nebu ob 18ih.

### **2.2.3 Planeti**

Planeti krožijo v napredni smeri okoli Sonca. So vesoljska telesa brez lastne svetlobe. Na nočnem nebu jih vidimo zato, ker odbijajo svetlobo, ki pada nanje s Sonca. Navidezno ali kotno razdaljo planeta od Sonca imenujemo elongacija (iz latinske besede *elongo* – oddaljiti). Navidezno gibanje v eni noči je posledica rotacije Zemlje, sprememba položaja planeta na nebu v daljšem časovnem obdobju pa revoluciji (kroženju) planetov. Tako kot Luno lahko notranje planete opazujemo v različnih menah.

### **2.2.4 Zvezde**

Zvezde na našem nebu navidezno krožijo okoli zvezde Severnice, ki kaže proti severu. Severnica pa je vedno pri miru. Zvezde se ponoči navidezno premikajo zaradi vrtenja Zemlje okoli svoje osi.



Slika 7: Sledi zvezd

### 2.2.5 Analema

Kot že omenjeno, ima Sonce različne položaje na nebu ob istem času skozi celo leto, ker Zemlja kroži okoli njega. Če ob enakem času skozi eno leto opazujemo njegovo lego, bi opazili, da se tvori nekakšna osmica. Temu pojavu pravimo tudi analema.

#### 2.2.5.1. Načini opazovanja

##### OPAZOVANJE ANALEME NA NEBU

Ob opazovanju Sonca vsak dan (ob istem času, na istem mestu) hitro ugotovimo, da se sprememba ne naredi čez noč. Lahko pa s pomočjo opazovanj predmetov iz okolice primerjamo položaj Sonca tedensko. Vendar še nihče nikoli ni izmeril popolnoma natančno s prostim očesom, zato je fotografiranje najbolj priročen in natančen način opazovanja.

Pri fotografiranju je nujno, da fotografijo Sonca vedno posnamemo ob točno istem času in z istega mesta opazovanja, drugače ne bi na koncu dobili pravilne osmice.

Prvo uspešno fotografijo analeme je med letoma 1978 in 1979 naredil ameriški ljubiteljski astronom Dennis di Cicco nad Watertownom v Massachusettsu. Ne da bi premikal svoj fotoaparatus, je naredil 44 posnetkov istega okvirja filma ob istem času dneva v razmiku vsaj enega tedna. Sliko v ospredju in tri posnetke z dolgo osvetlitvijo je tudi vključil v isti okvir, tako da je bilo skupno število posnetkov 48.

##### OPAZOVANJE VODORAVNE ANALEME NA TLEH

Opazujemo lahko tudi vodoravno analemo, to je analema, ki nastane na tleh po enem letu odčitavanja sence količka ob isti uri. V tla zapičimo palico, katere senco označimo s količki vsak teden ob točno isti uri. Po enem letu zapičeni količki tvorijo obliko osmice (Prosen, 2000).



## 2.3 FOTOGRAFIJA/OBDELAVA FOTOGRAFIJ

Beseda fotografija izhaja iz grškega jezika – ‘photos’ in pomeni svetloba in ‘graphis’ risanje. Je tehnika trajnega zapisovanja slike, bodisi na digitalni, kemični ali mehanski način. Nastala je že leta 1519, ko so izumili camera obscura, fotografijo, kot jo poznamo danes pa 1827 (izum materiala, ki se strdi ob stiku svetlobe, potrebna je bila kar 8-urna osvetlitev).

Od začetka fotografije pa velja, da se le ta ne konča s pritiskom na prožilec. Z njim samo prožimo zaklop in ustavimo trenutek, ter ga preneseno na medij, kot je danes tipalo. Nato je treba zajeto svetlobo, t. j. našo latentno sliko na filmu ali numerične podatke na pomnilni enoti, razviti. Naj bo to analogno z razvijanjem na svetlobo občutljivih plasti s kemikalijami, ali digitalno s preračunavanjem zajetih podatkov na posamezno točko (piksel).

Po razvijanju latentne (nevidne) slike, ki jo danes opravi procesor v kameri (format JPEG, TIFF), ali preko računalniških RAW pogramov, če fotografiramo v »surovem« formatu, pridemo do prvega vidnega rezultata zajetega trenutka (<http://www.e-fotografija.si/obdelava-in-predelava-fotografij-da-ali-ne-koliko-,1509.html>).

Danes je digitalna fotografija zelo razširjena, zato so se razvili tudi razni programi za obdelavo fotografij, med najbolj priljubljenimi sta Photoshop in Lightroom.

Poznamo dve vrsti obdelave fotografij. Prva je osnovna, kjer vplivamo na izrez, tonske korekture, manjše napake leč, šum, ostrino ... Druga je predelava, ki pa že vpliva na višjo vsečnost fotografije s pomočjo večjih popravkov določenih delov fotografije. Le-ta je v času družabnih omrežij vse bolj pogosta ([www.wikipedia.si](http://www.wikipedia.si)).

Tudi za fotografijo analeme je potrebna določena obdelava slik, ki jih je potrebno združiti ter nekoliko poravnati.

## **3 EKSPERIMENTALNI DEL**

### **3.1 METODOLOGIJA**

V sledečem poglavju predstavljamo metode, s katerimi smo pridobili informacije in podatke, prikazane v raziskovalni nalogi.

#### **3.1.1 Opis vzorca raziskave**

Za izvedbo poskusa smo vzeli tri različne poti Sonca na nebu, kot so vidne v Žireh, in sicer dopoldne, opoldne in popoldne. Sledi Sonca smo pridobili s fotografiranjem preko celega leta.

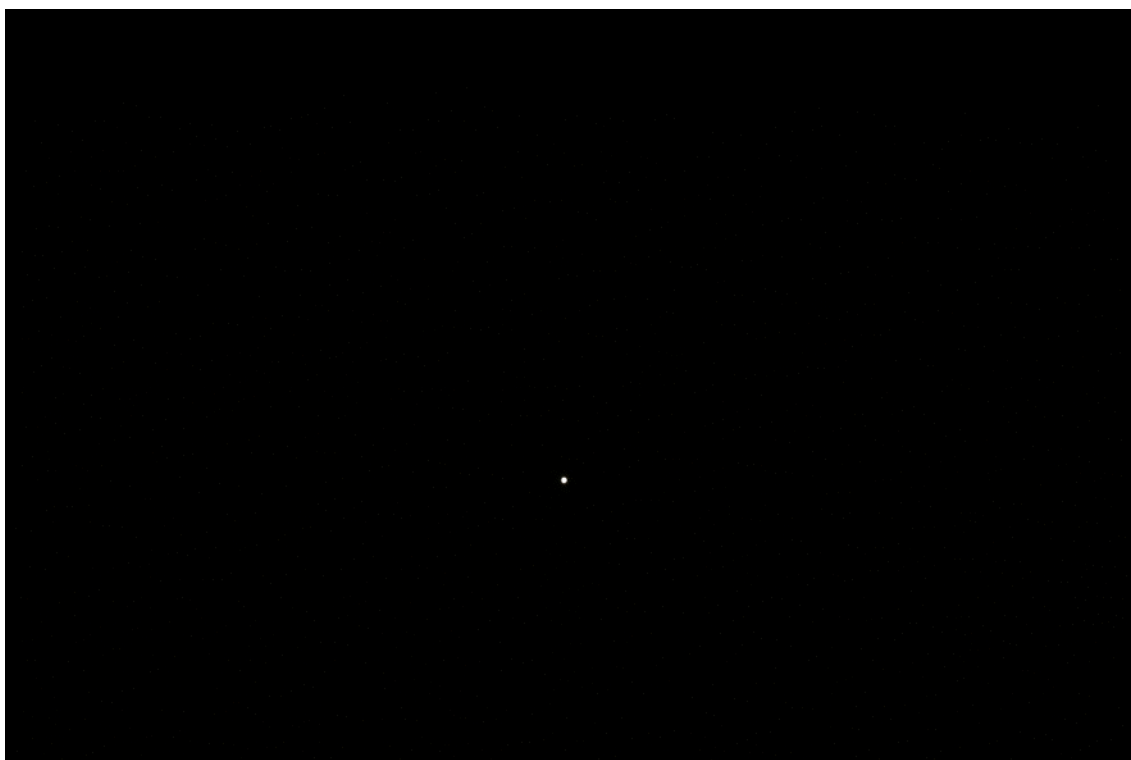
Drugi del raziskave pa predstavlja anketa, ki smo jo razdelili med 25 učencev zadnje triade Osnovne šole Žiri in 25 starejših Žirovcev. Glede na spol rezultatov nismo ločevali, razmerje med moškimi in ženskami je bilo enakovredno. Z anketo smo poskušali ugotoviti, kakšno je zanimanje za astronomijo in kakšno je njihovo teoretično znanje.

#### **3.1.2 Opis merskega instrumenta**

Kot že omenjeno, smo sled Sonca pridobili s fotografiranjem. Uporabili smo zrcalno-refleksni digitalni fotoaparati Canon EOS 70D (Slika 9) s širokokotnim objektivom Canon EFS 10-18mm, na katerega smo pritrdili variabilni ND-filtr podjetja Marumi, model ND2-ND400, to je sivinski filter nevtralne gostote s faktorjem od 0 do 400, kar pomeni izgubo svetlobe zaslonk. Ta filter se navadno uporablja za upočasnjevanje hitrosti zaslonke npr. pri fotografiranju premikajočih objektov (long time exposure fotografiranje) ali za nadziranje globine polja ostrine - uporabimo lahko precej bolj odprto zaslonko kot sicer podnevi, s čimer dosežemo zelo plitvo polje ostrine in ločimo subjekt od ozadja (Slika 8). Mi smo ga uporabili za zaščito fotoaparata pred močnim Soncem in da smo lahko dobili fotografijo, ki je povsem črna, razen na področju, kjer se nahaja Sonce (Slika 9). Če ne bi uporabili tega filtra, bi bilo prepoznavanje sledi Sonca bistveno oteženo, saj bi težje določili točen položaj Sonca (Slika 10).



Slika 8: Merski instrumenti



Slika 9: Ena od tedenskih fotografij Sonca



Slika 10: Fotografija brez sivinskega filtra

Fotoaparar skupaj z objektivom in ND-filtrom (na trinožnem fotografskem stativu) je na Sliki 11.



Slika 11: Celotna postavitev za fotografiranje

Za merjenje točnega časa smo uporabili aplikacijo GPS-test (Slika 12)



Slika 12: Aplikacija GPS-test

### 3.1.3 Opis postopka zbiranja podatkov

Da dobimo celotno osmico, je potrebno fotografirati vse leto, vedno ob točno istem času in na istem mestu. Za lažjo postavitve smo na podlagi z barvo označili mesta trinožnega fotografskega stativa (Slika 13).

Namen je bilo fotografirati vsak teden, vendar zaradi oblačnega vremena to ni bilo vedno mogoče, kar je opazno na končnih fotografijah.

Dopoldanska fotografija je nastajala vsak teden ob 8.41 (9.41), opoldanska ob 12.00 (13.00) in popoldanska ob 15.15 (16.15) na treh različnih mestih, ki so bila izbrana glede na lego Sonca ob določenem času.

Vedno so se uporabile iste nastavitve fotoaparata, to so: ISO=100, f=14, t=1/4000s, ND-filter pa na maksimumu, torej 400 (v primeru meglic ali slabših svetlobnih pogojev, se je čas (t) ustrezno podaljšal) – Slika 14.



Slika 13: Označba mesta postavitve



Slika 14: Nastavitve fotoaparata

Po vsakem fotografiranju se je naredila kontrolna slika (Slika 115), na kateri je zakrito Sonce, s sivinskim filtrom na minimumu in  $f=5,6$  (Slika 16), da lahko pri obdelavi popravimo napako zamaknitve (idealna bi bila postavitev fotoaparata, ki bi bil vse leto pritrjen na istem mestu, a zaradi očitnih vremenskih razmer to ni mogoče). Slika 17 prikazuje nastavljanje fotoaparata pri fotografiranju.



Slika 15: Ena izmed kontrolnih slik





Slika 16: Nastavitve fotoaparata in filtra pri kontrolni sliki

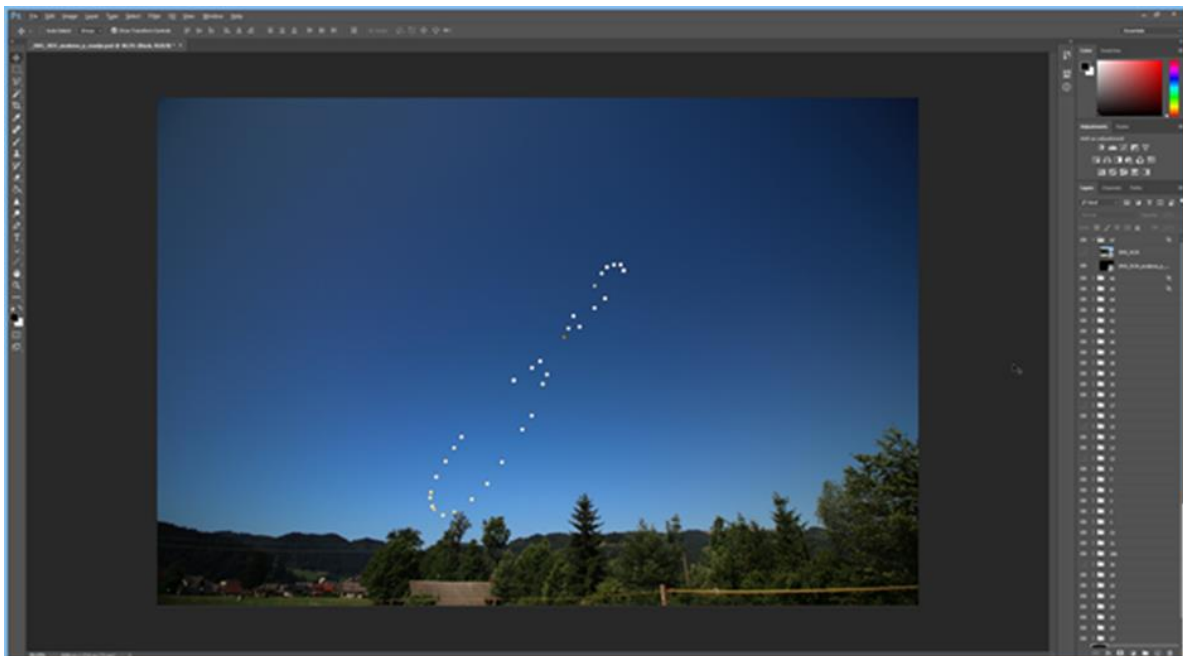




Slika 17: Nastavljanje fotoaparata

### 3.1.4 Obdelava podatkov

Vse dobljene fotografije se je nato v računalniškem programu Photoshop (Slika 18) združilo ter poravnalo na podlagi ozadja, kar se je ponovilo trikrat (za dopoldansko, opoldansko in popoldansko fotografijo).



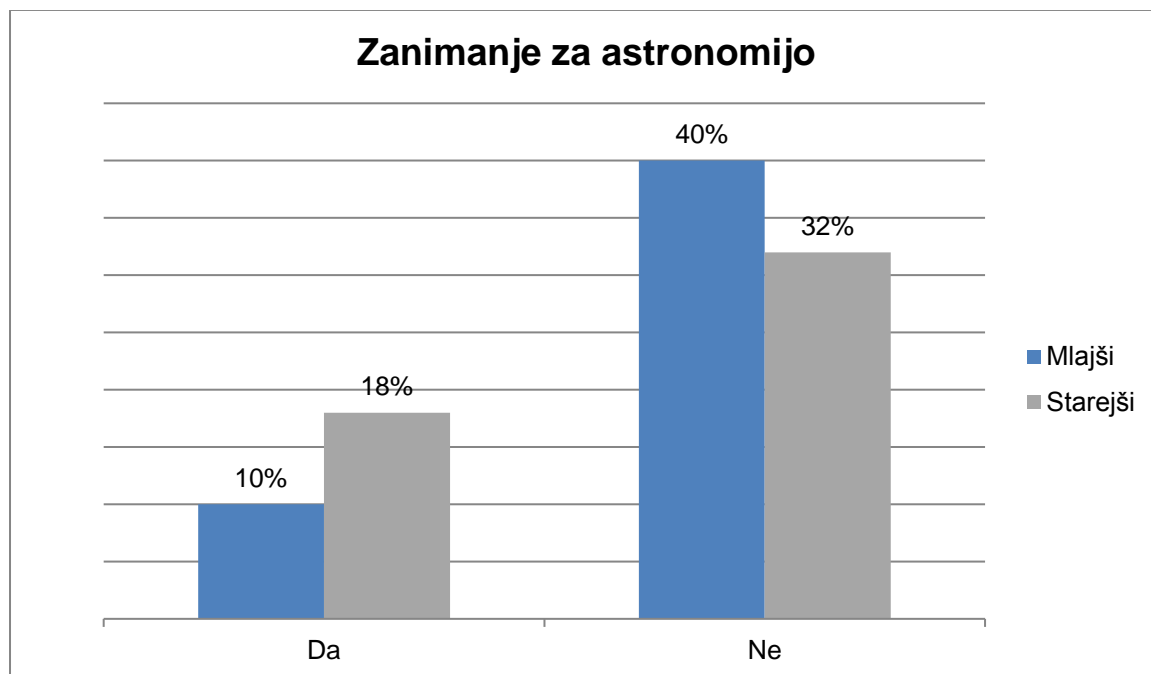
Slika 18: Združevanje slik v Photoshopu

Dobili smo tri končne fotografije s celoletnimi sledmi Sonca na eni sami sliki (glej 3.2.2 Rezultati poskusa – fotografiranja).

## 3.2 REZULTATI

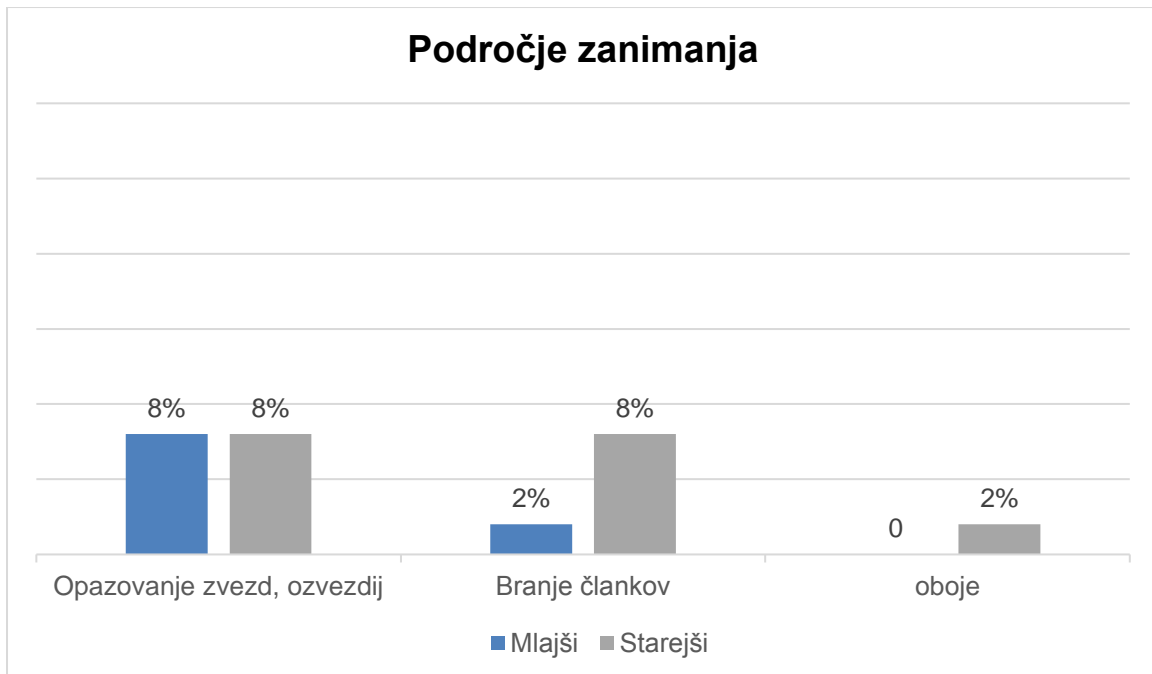
### 3.2.1. Rezultati ankete

V nadaljevanju predstavljamo rezultate anket o poznavanju astronomije in navdušenosti nad njo. Za boljšo primerjavo smo ankete razdelili 25 mlajšim (zadnja triada OŠ) ter 25 starejšim (med 20 in 50 let) anketirancem. Rezultatov med seboj nismo ločevali glede na spol.



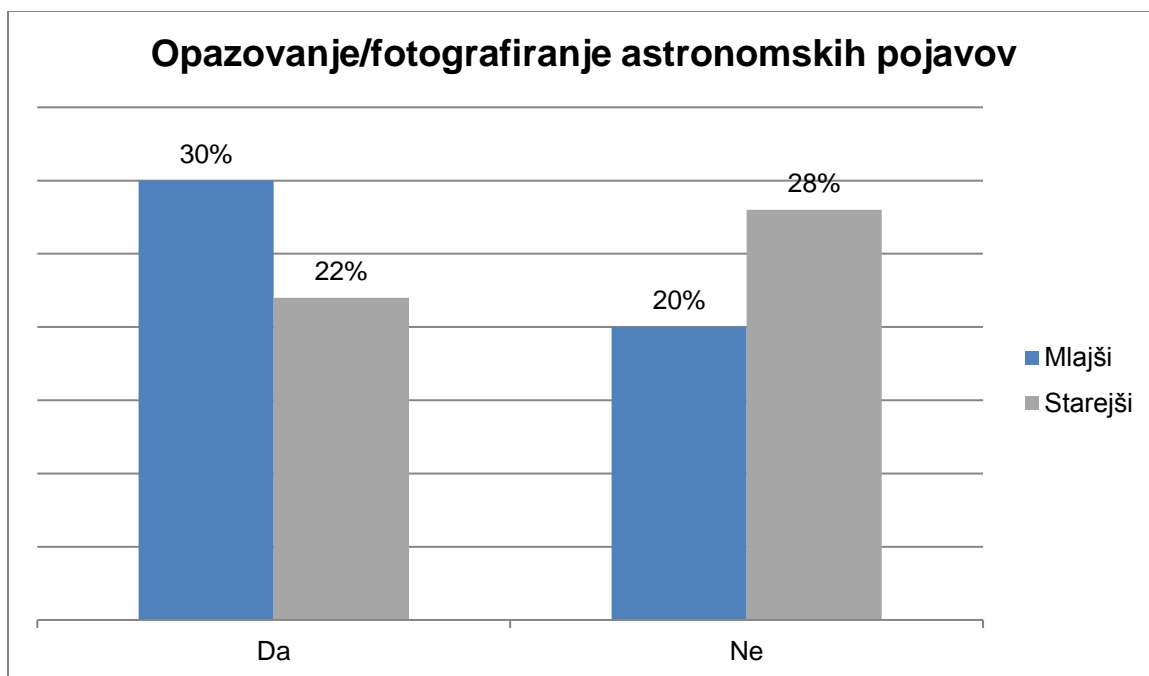
Graf 1: Vas zanima astronomija?

Zanimanje za astronomijo je večje med starejšimi (18 %). Najverjetneje je tako zaradi večje strokovne podkovanosti starejših anketirancev, predvsem strokovnega znanja na področju fizike in matematike. Tako lahko starejši prebirajo in razumejo članke v poljudnoznanstvenih revijah, ki po našem mnenju mlajše bralce odbijajo zaradi preveč zapletenih pojmov. Tudi avtorjev takšnih člankov mlajši ne interesirajo, saj so njihovi ciljni bralci predvsem odrasli.



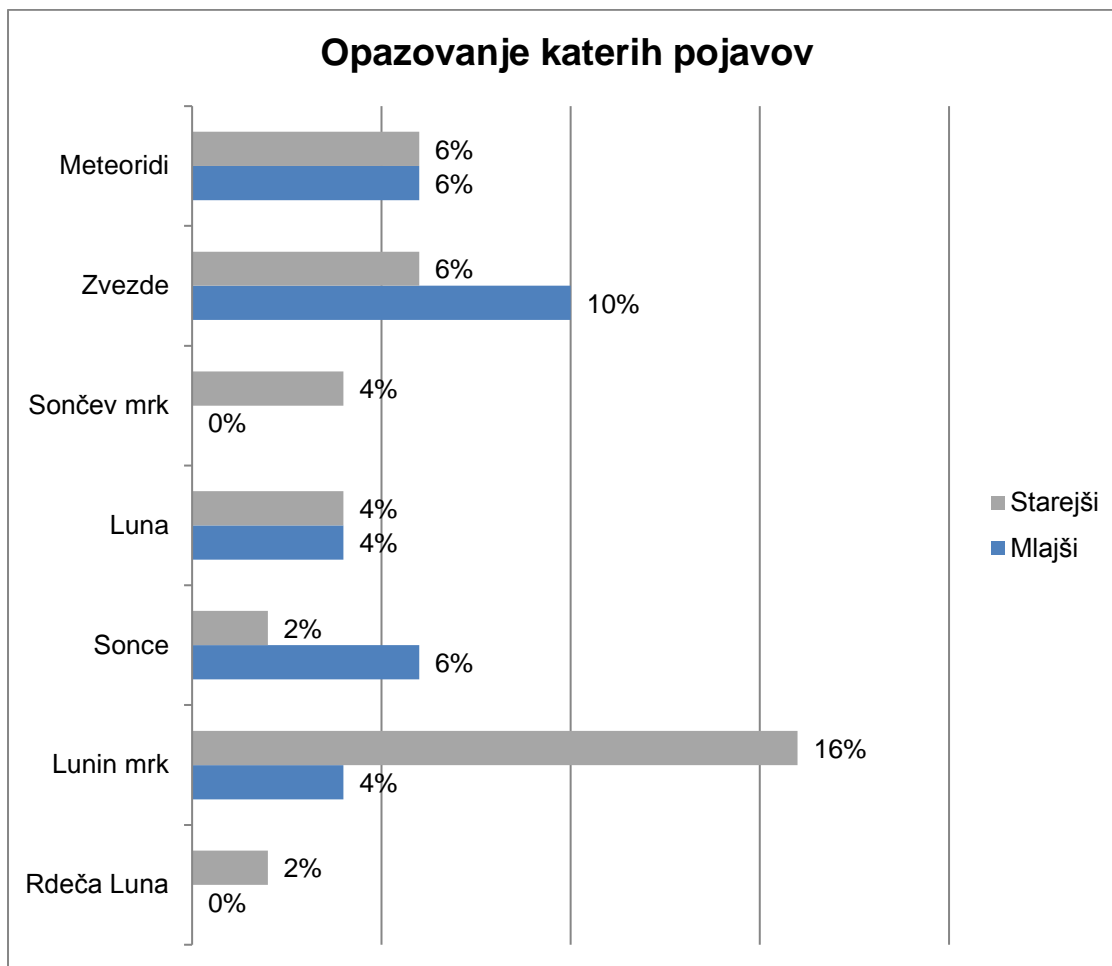
Graf 2: Če da, kaj počnete na tem področju?

Vsi anketiranci na tem področju ali berejo članke ali opazujejo zvezde ali pa oboje. Čeprav je opazovanje enako zanimivo mlajšim in starejšim, mlajši veliko manj pozornosti posvečajo člankom. Bi pa lahko mlajše razdelil na bolj teoretične in eksperimentalne ljubitelje astronomije, saj nobeden od mlajših ne bere člankov in opazuje skupaj. Ali opazujejo ali berejo članke.



Graf 3: Ste že kdaj opazovali/fotografirali astronomske objekte/pojave?

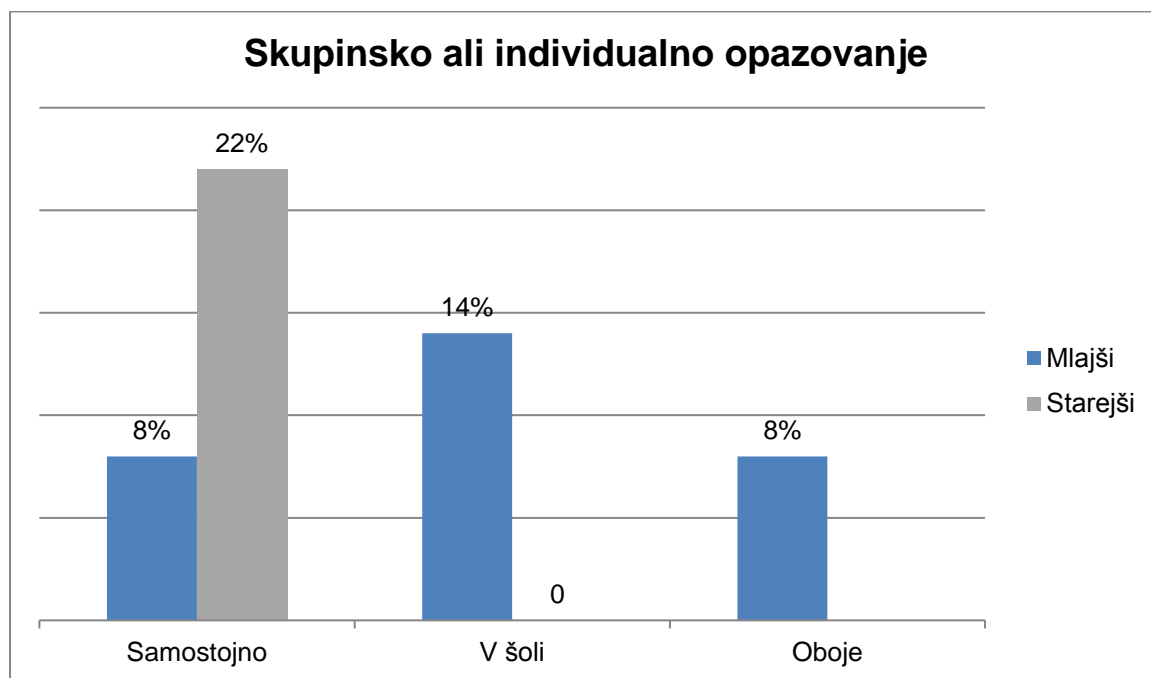
Večina mlajših (30 %) je že fotografirala oz. opazovala astronomske objekte/pojave, medtem ko jih več starejših anketirancev še ni. Verjetno je to zaradi same težavnosti astrofotografije, ki velja za eno najtežjih fotografskih zvrsti. Zato se nam dozdeva, da so mlajši bolj dovzetni za fotografiranje neba, ker se hitreje naučijo uporabe opreme, ki je dandanes večinoma digitalna in neznana starejšim, ki so še vajeni fotografiranja na film, s katerim pa je še težje ujeti nebesne pojave. Kar se tiče opazovanja, pa mlajše bolj zanima nočno nebo, predvsem zato, ker šele spoznavajo osnovne mehanizme delovanja vesolja.



Graf 4: Če da, katere?

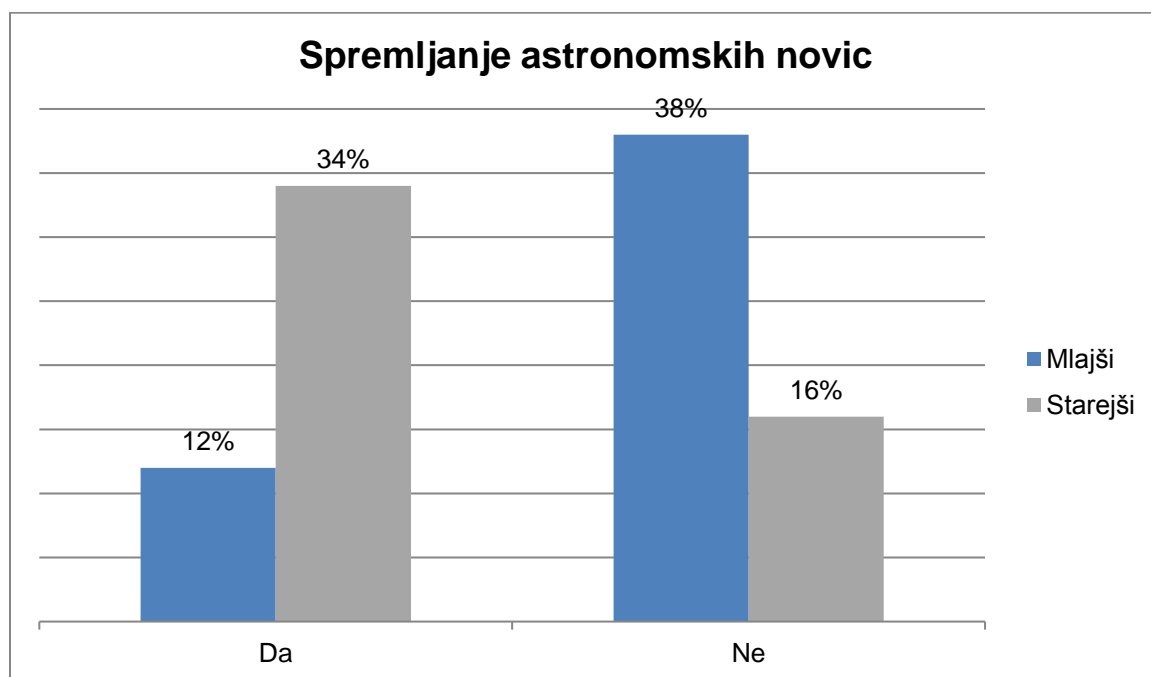
Največ anketirancev je že opazovalo Lunin mrk (20 %), dva starejša (4 %) tudi Sončevega. Mlajši v največjem številu opazujejo zvezde (10 %), starejši pa že omenjen Lunin mrk. Meteoride oz. zvezdne utrinke v obeh kategorijah so že opazovali trije. Pojavov, kot so mrki in rdeča luna, mlajši ne opazujejo, ker zanje večinoma ne vedo. Predvsem zaradi po našem mnenju premalo branja člankov, ki napovedujejo razne zanimive pojave. Tako zanje sploh ne vedo, tudi če so dobro vidni. Sončev mrk so opazovali samo starejši, ker v naših krajih že dolgo ni bilo popolnega Sončevega mrka ali vsaj primernih razmer za opazovanje delnega.

Druga težava s Sončevim mrkom je oprema (zaščita oči), ki je pogosto draga. Zvezde pa mlajši lahko opazujejo vsakič, ko je zunaj ponoči jasno.



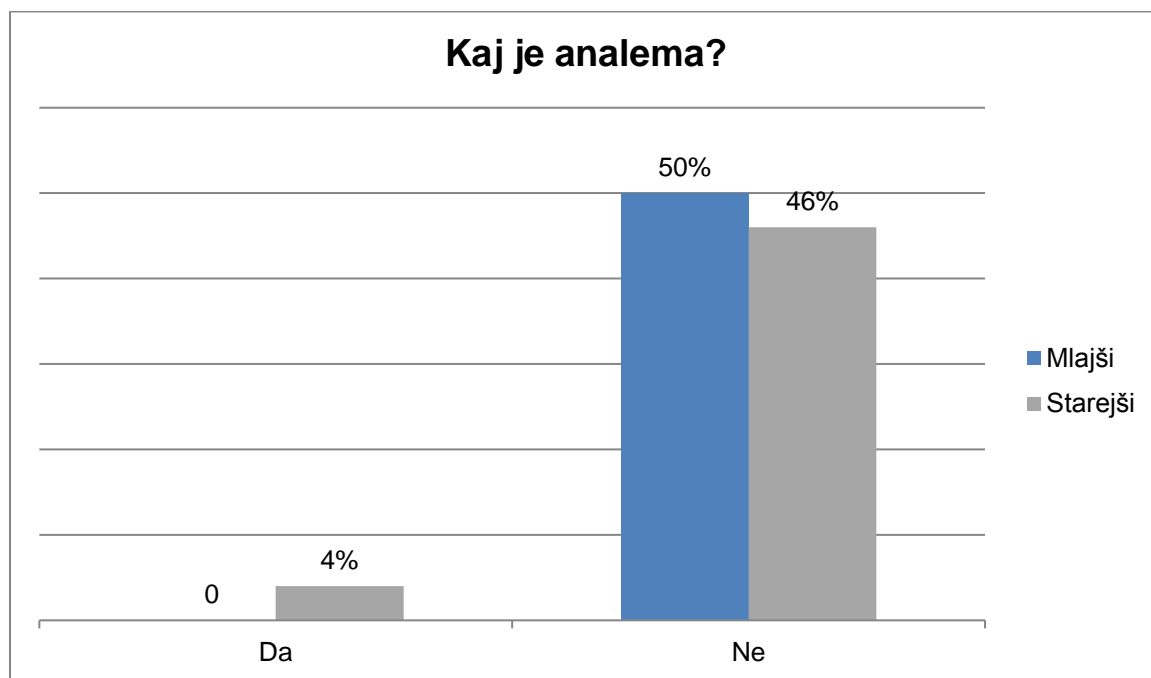
Graf 5: Ste opazovali v okviru šole ali samostojno?

Vsi starejši anketiranci so opazovali samostojno, največ mlajših pa v okviru šole (14 %). Največ k temu prispevajo astronomske noči na šolah. Bilo pa bi bolje, če bi astronomiji v šolah posvečali več pozornosti, predvsem z vidika astronomije kot znanosti in nočnega opazovanja. Starejši na drugi strani opazujejo bolj sami, najbrž zato, ker so njihovi šolski dnevi že dolgo za njimi, astronomskih noči pa povečini niso imeli.



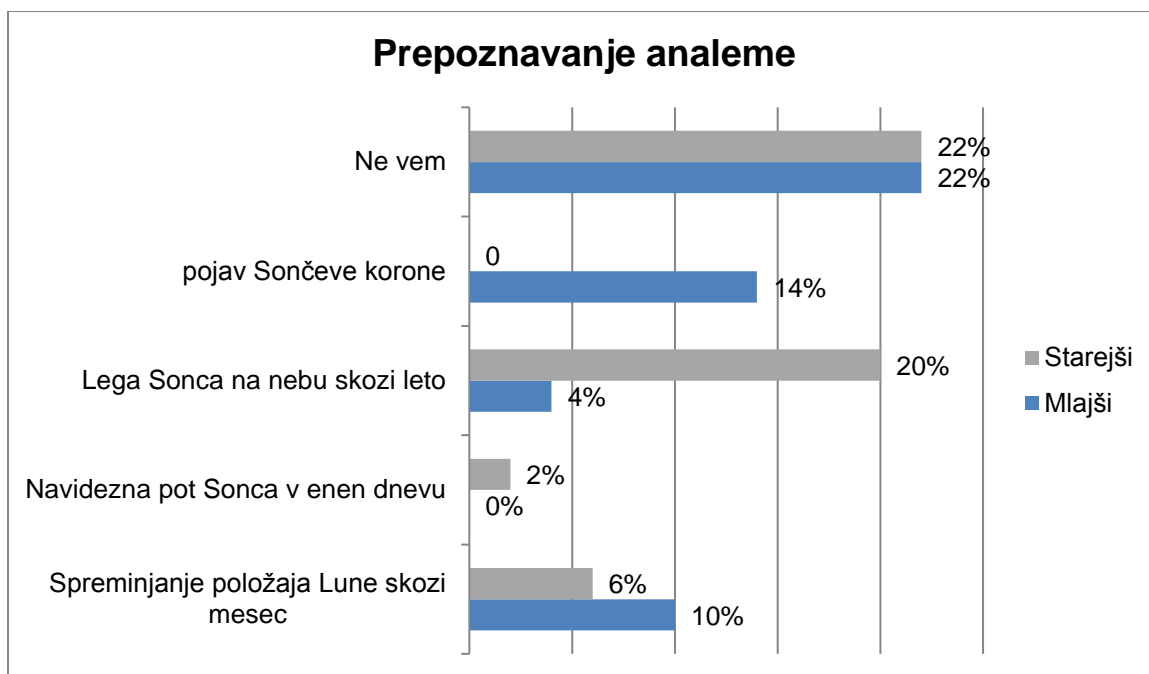
Graf 6: Spremljate astronomske novice, raziskovanja, dogajanja?

Pri spremljanju astronomskih novic prevladujejo starejši (34 %), mlajših le 6. Po našem mnenju gre za podobno stvar kot pri prvem grafu/vprašanju.



Graf 7: Ali veste, kaj je analema?

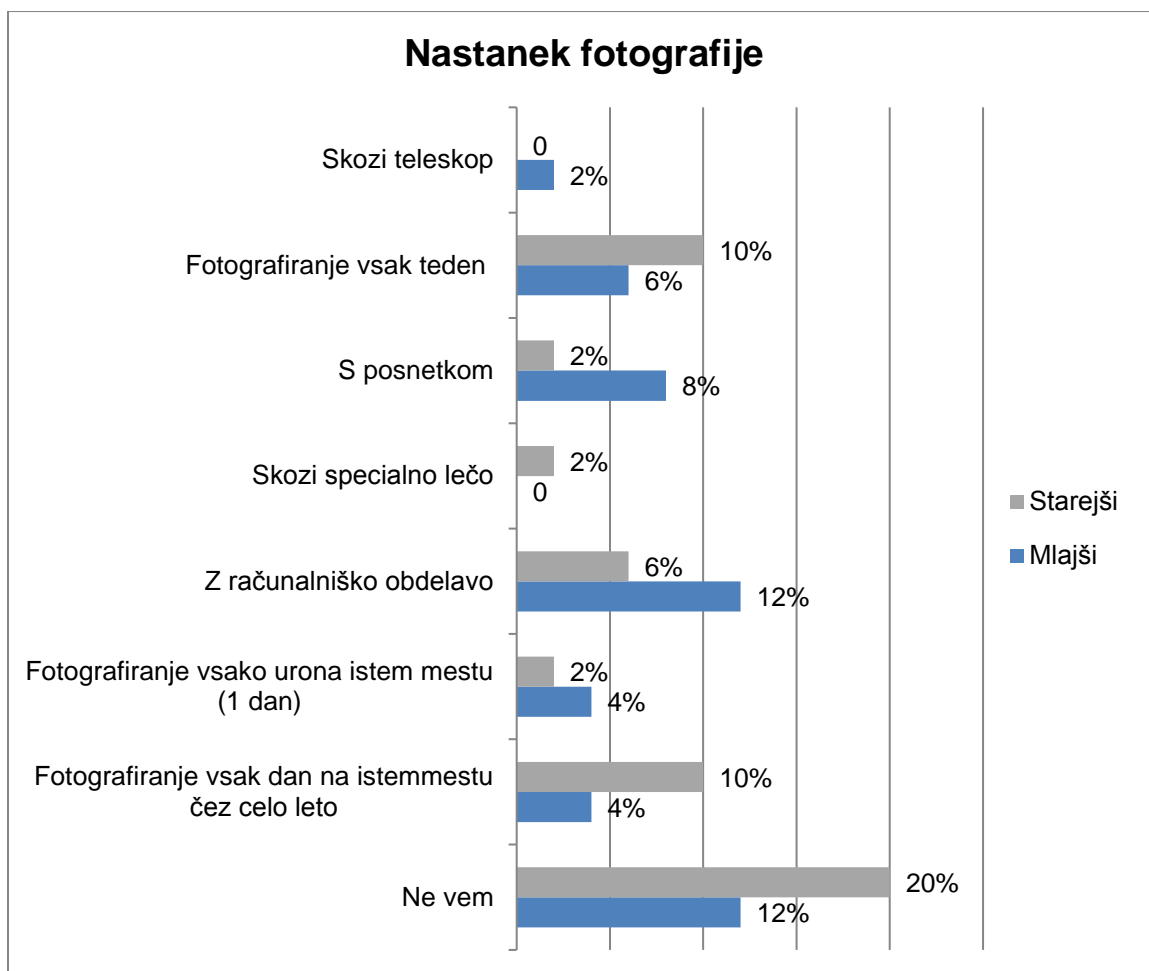
Nihče izmed mlajših anketirancev ne ve, kaj je analema, pri starejših pa le dva (4 %). Njun odgovor je bil pravilen, saj sta napisala, da je analema navidezna lega Sonca. Besedo poznajo predvsem ljubiteljski astronomi, ki se ukvarjajo z opazovanji. Mlajši o navidezni legi Sonca ne vedo veliko, saj jih tega v osnovni šoli drugje kot pri izbirnih vsebinah (astronomski krožki, dodatni pouk iz fizike, priprave na tekmovanje iz astronomije) ne učijo, saj učni načrt tega ne predvideva. Zagotovo je analema težja tema, ki jo mlajši slabše razumejo, a to ne pomeni, da jih o tem ne bi smeli učiti v šoli.



Graf 8: Kaj po vašem mnenju prikazuje slika?

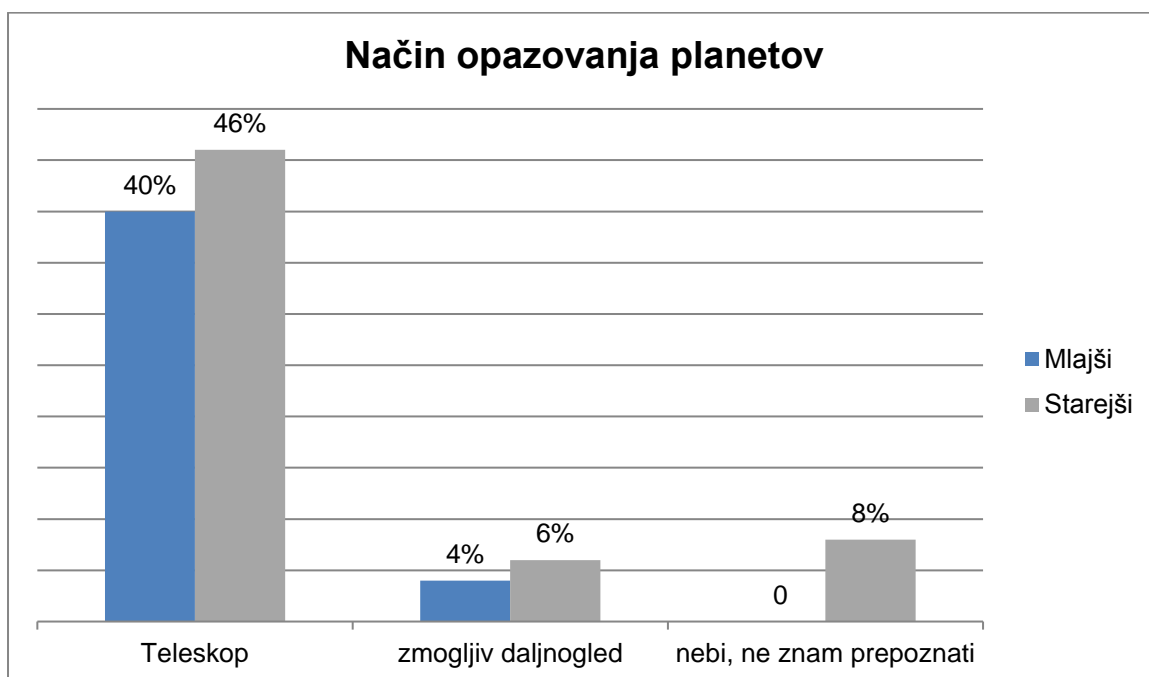
Največ anketirancev ni vedelo, kaj je prikazovala slika, 10 starejših (20 %) in le 2 mlajša (4 %) so na sliki pravilno prepoznali lego Sonca na nebu skozi leto. Pogost odgovor je bil pri mlajši še pojav Sončeve krone, 8 starejših in mlajših skupaj (16 %) pa je obkrožilo, da slika prikazuje spreminjanje položaja Lune skozi mesec.





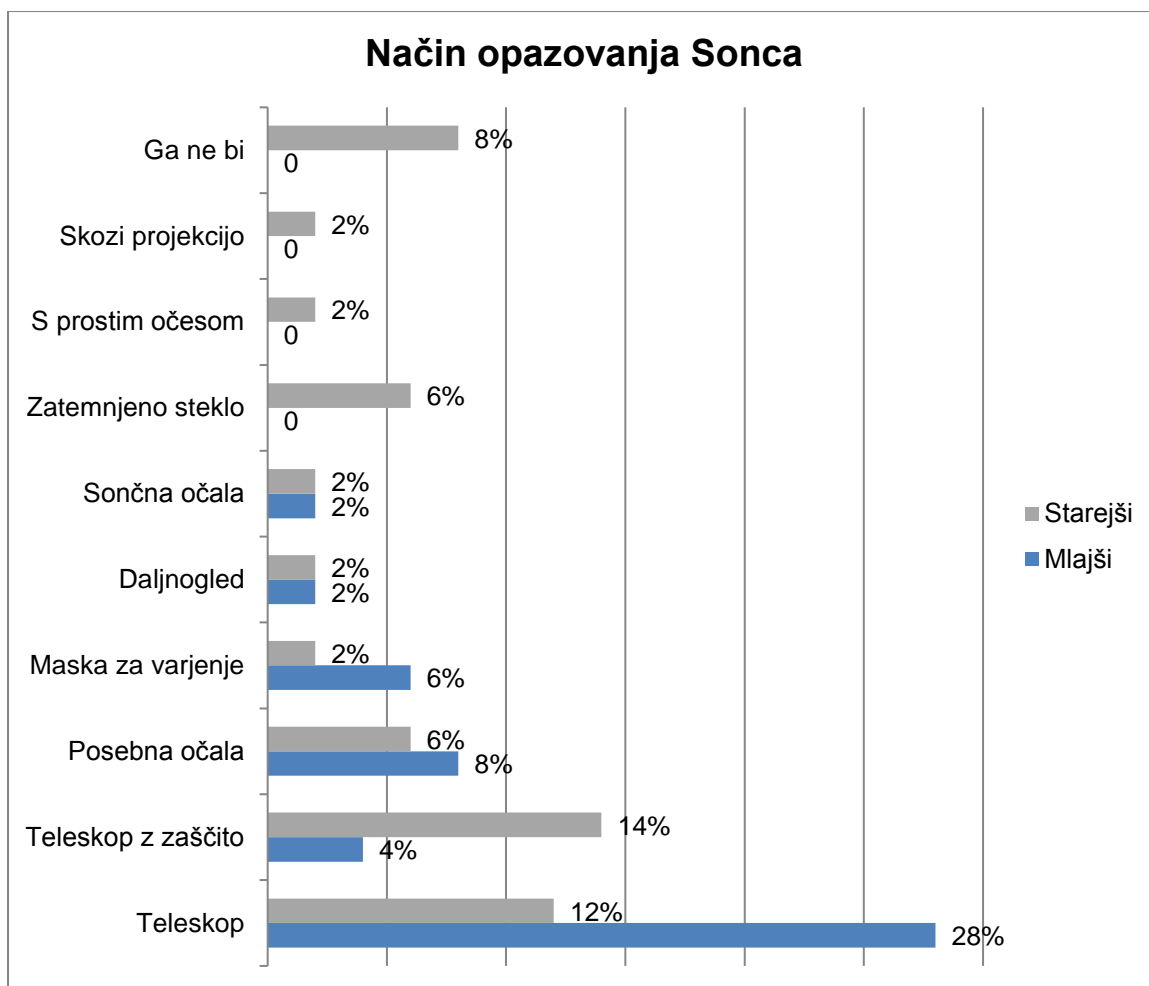
Graf 9: Kako mislite, da je nastala fotografija?

10 starejših anketirancev (20 %) ni vedelo, kako je nastala fotografija, 5 (10 %) pa jih meni, da s fotografiranjem vsak dan in vsak teden. Tudi 6 mlajših (33 %) ni poznalo nastanka fotografije, enako število pa so dosegli tudi tisti, ki so na fotografiji prepoznali računalniško obdelavo. Nekako pričakovano je, da so mlajši poznali nastanek fotografije, saj se pogosteje ukvarjajo z astrofotografijo kot starejši. Računalniške obdelave v sliki niti ni tako težko prepoznati, saj tako veliko različnih položajev Sonca ni lahko ujeti na samo eno fotografijo. Skozi teleskop pa bi tako širok kot pokrajine zelo težko posnel. Posnetek tudi ne bi prišel prav, saj potrebujemo ogromno spominskega prostora za fotoaparatus, izrezovanje posameznih fotografij s posnetka pa je zamudno in težavno.



Graf 10: Kako bi opazovali planete?

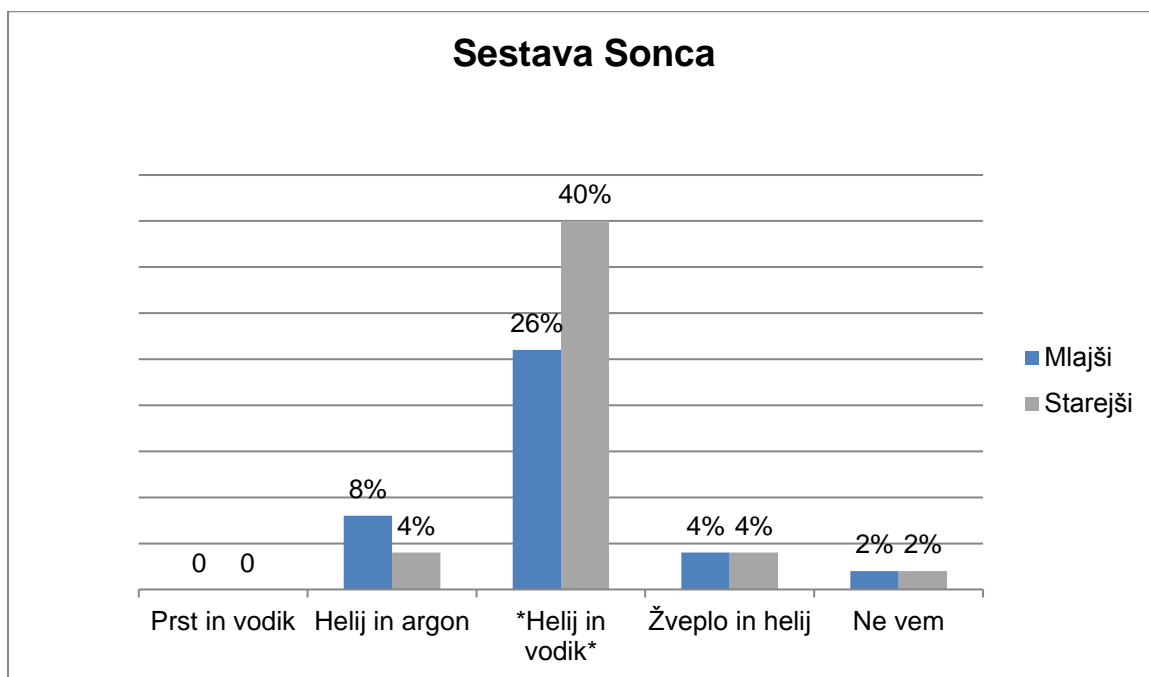
Večina anketirancev (86 %) bi planete opazovala s teleskopom, nekateri (10 %) bi uporabili zmogljiv daljnogled, kar štirje (8 %) izmed starejših pa jih sploh ne bi opazovali oz. so napisali, da jih ne znajo prepoznati. Čeprav se izmed vseh zdi najbolj logičen teleskop, se tudi z dovolj zmogljivim daljnogledom da opazovati nekatere bližnje planete, npr. Mars in Venero. Zanimivo je, da štirje, ki sodijo med starejše anketirance, sploh ne bi opazovali planetov oz. ne znajo prepoznati teleskopa ali daljnogleda.



Graf 11: Kako bi opazovali Sonce?

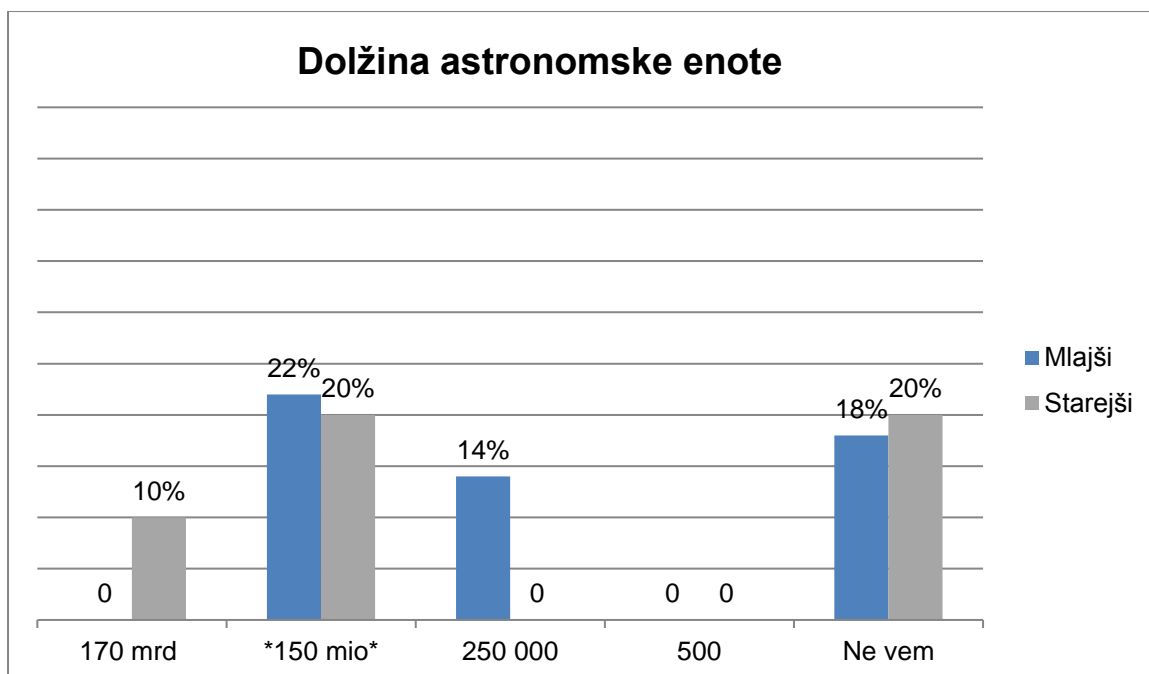
Za opazovanje Sonca so navedli mnoge načine, mlajši so z veliko večino (28 %) predlagali teleskop, največ starejših (14 %) pa teleskop z zaščito, filtri. Zanimivo je, da skupaj kar 46 % anketirancev ni pomislila na potrebno zaščito (teleskop, daljnogled, ga vidijo s prostimi očmi). Pojavijo se tudi predlogi za posebna zaščitna očala (14 %), masko za varjenje (8 %), sončna očala (4 %), zatemnjeno steklo (6 %), opazovanje skozi projekcijo (2 %). 4 starejše osebe (8 %) Sonca ne bi opazovale. Ponavadi tisti, ki opazujejo Sonce s teleskopom, ne uporabljajo svojega, ampak od nekoga drugega, ki ima zaščito (folijo ali filtrirane okularje/objektive/oboje) že nameščeno na teleskopu. Maska za varjenje je sicer uporabna, a samo, če ima steklo zaščito za UV-žarke in je dovolj zatemnjena (vsaj 12, priporočena je zatemnjenost stopnje 13). Sicer ni veliko takih, ki Sonce gledajo z masko za varjenje, poznana je bolj kot urbana legenda. Tako kot tudi zatemnjeno steklo, ki ga ponavadi ljudje zatemnijo doma s sajami sveče. Poleg sončnih očal je to najbolj nevarna metoda za opazovanje Sonca, zato se je bolje izogibati, če ni nuje. Najbolje bi izbrali tisti, ki bi Sonce opazovali skozi projekcijo, saj tako v najslabšem primeru poškodujemo le opremo in ne svojih oči.

V nadaljevanju ankete smo zastavili teoretična vprašanja. Pravilen odgovor je na grafičnih prikazih označen z zvezdicami.



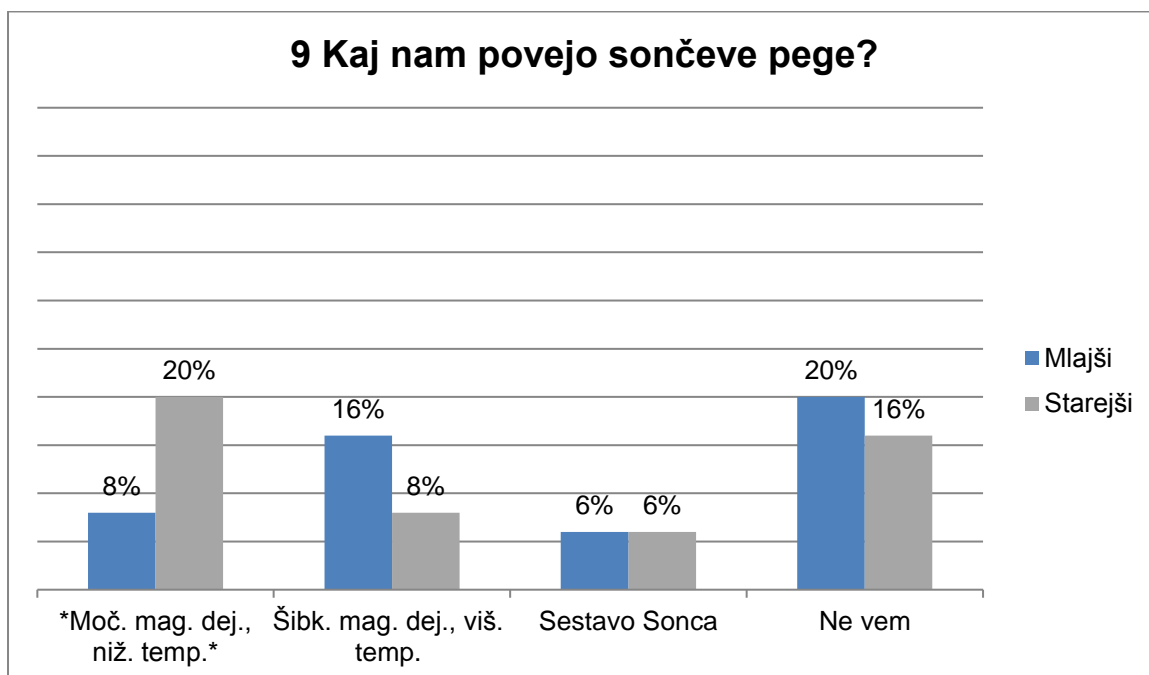
Graf 12: Katera dva elementa pretežno sestavljata Sonce?

Velika večina anketirancev (76 %) ve, da Sonce pretežno sestavljata helij in vodik, nekateri (24 %) pa so obkrožili odgovor helij in argon, žveplo in helij ali ne vedo. Helij in vodik sta sicer znana tudi kot izvorna elementa vesolja, prva spojina v vesolju naj bi bila helijev hidrid. Vsemirje sestavljata predvsem zaradi svoje zelo preproste zgradbe, predvsem majhnosti svojih atomov, ki omogoča lažjo fuzijo jeder in pri tem manjšo porabo energije, za razliko od energije, ki je pri tem proizvede.



Graf 13: Koliko km meri astronomska enota?

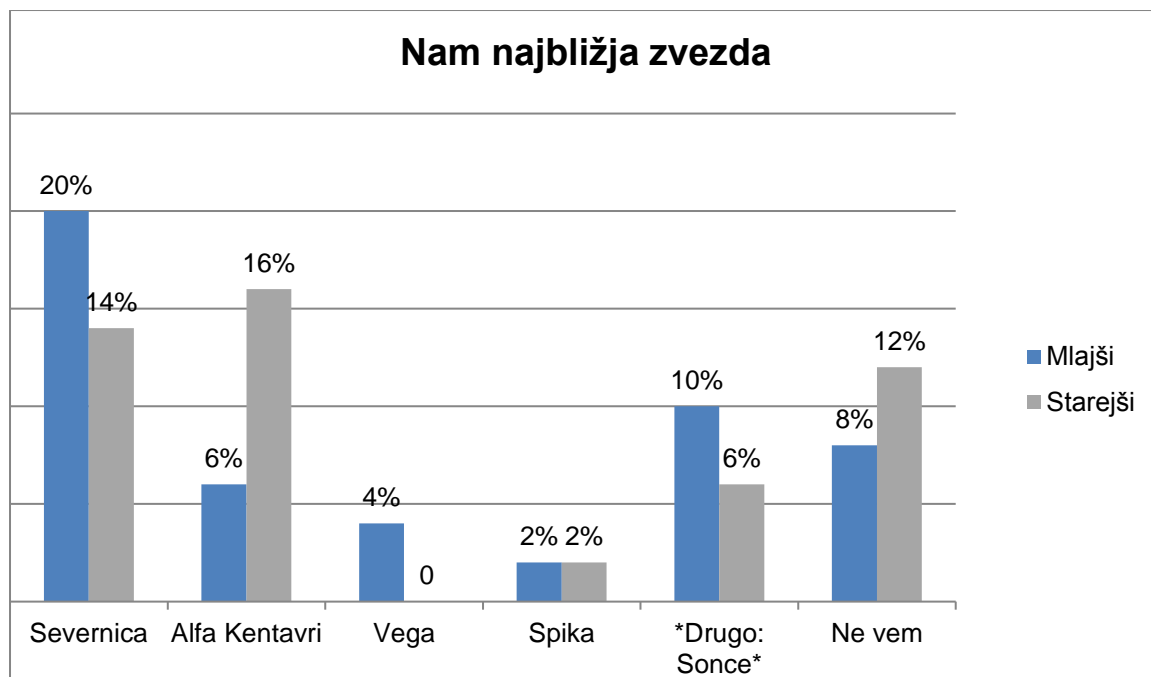
42 % anketirancev je pravilno odgovorilo o velikosti astronomske enote, kar je 150 mio km. Skoraj toliko – 38 % pa je obkrožilo možnost ne vem. 20 % mlajših je odgovorilo z manjšo številko (250 tisoč), prav toliko starejših z večjo (170 mrd). Astronomska enota je drugače kot večina drugih enot za merjenje razdalje definirana z neko realno razdaljo v vesolju. Astronomska enota je določena kot povprečna razdalja med Zemljo in Soncem.



Graf 14: Kaj nam povejo Sončeve pege?

Na vprašanje, kaj nam povedo Sončeve pege, je največ anketirancev odgovorilo z *ne vem*. Petina starejših in le 8 % mlajših je pravilno odgovorila (močnejša magnetna dejavnost, nižja temperatura), skupaj 24 % anketirancev pa je odgovorila ravno obratno. 12 % meni, da nam

Sončeve pege povedo o sestavi Sonca. Sončeva pega, čeprav ima vseeno izredno visoko temperaturo, izgleda zaradi nižje temperature črno. Povišana magnetna dejavnost moti konvekcijo toplote med jedrom Sonca in njegovo površino, zato se toplota preusmeri na druge strani, tam pa postane »mrzlo«.

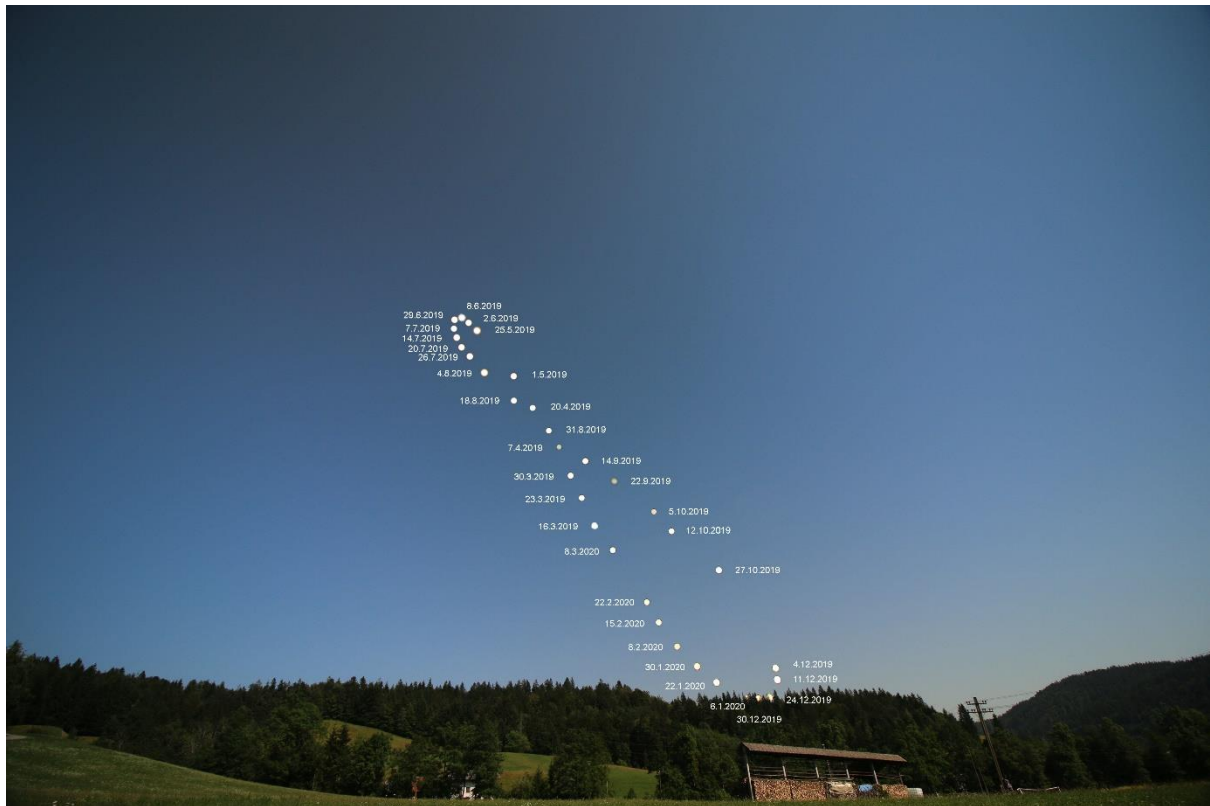


Graf 15: Katera je nam najbližja zvezda?

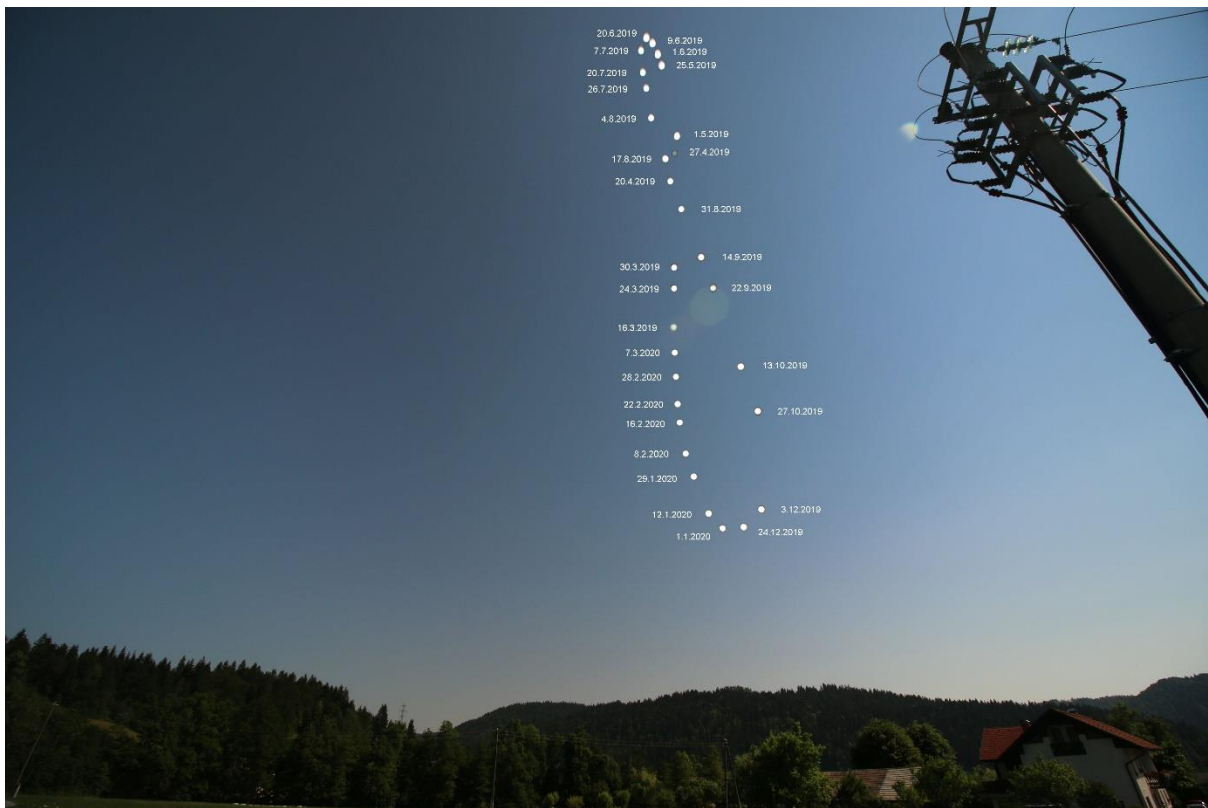
Samo 16 % anketirancev ve, da je Sonce nam najbližja zvezda, od tega le ena ženska. Največ mlajših pravi, da je to Severnica, medtem ko starejši menijo, da je Alfa Kentavra. Petina jih je odgovorila z ne vem, drugi z Vego ali Spiko. Mlajši mislijo, da je nam najbližja zvezda Severnica, saj jih že od malega prepričujejo o njeni pomembnosti, za Alfo Kentavri so mogoče že slišali, pa se jim zdi, da je blizu nas. Na Sonce pa nihče ne pomisli, ker se ljudem zdi preveč vsakdanje, zato pri takšnih vprašanjih ljudje nanj pozabijo, kar je drugače še kar pogosto.

### 3.2.2. Rezultati poskusa – fotografiranja

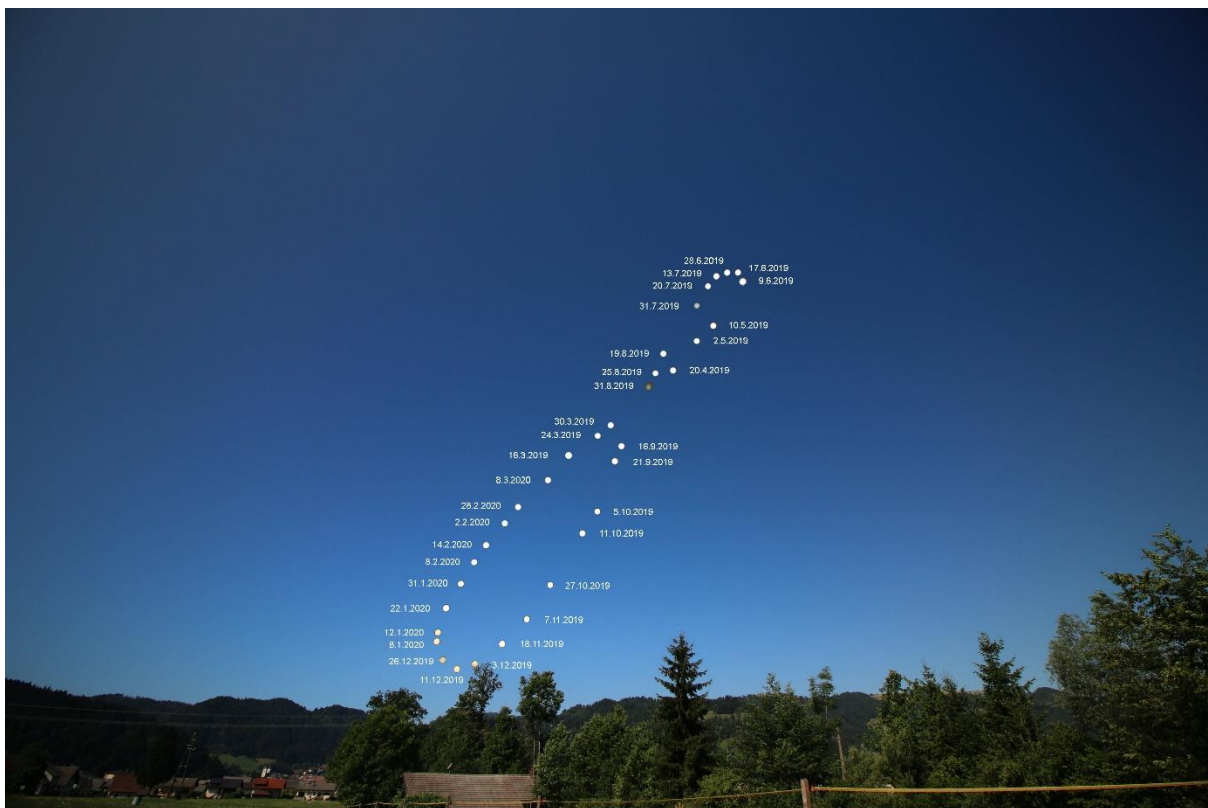
V tem podpoglavju predstavljamo vse tri končne fotografije, ki so nastale skozi celo leto. Fotografirati smo pričeli marca 2019, končali pa smo marca 2020. Kot prikazujejo fotografije, na katerih so označeni datumi fotografiranja, smo le-to počeli v razmaku enega tedna oz. smo se morali prilagoditi vremenu.



Slika 19: Dopoldanska analema



Slika 20: Opoldanska analema



Slika 21: Popoldanska analema



## 4 POGOVOR Z DOC. DR. DUNJO FABJAN

V okviru naše raziskovalne naloge smo se odpravili tudi na Fakulteto za matematiko in fiziko v Ljubljani, da bi izvedeli več o nastanku analeme in kako jo lahko uporabimo za natančne meritve in izračune, predvsem v odnosu med Zemljo in Soncem. Na FMF-u smo se srečali z astronomko doc. dr. Dunjo Fabjan. Z njo smo opravili izčrpen pogovor o osmici. Naš pogovor smo razdelili na tri dele. V prvem delu smo se pogovarjali večinoma o nastanku osmice, v drugem o tem, kaj lahko z osmico naredimo oz. zakaj je uporabna, v tretjem delu pa smo si individualno ogledali največji teleskop v Sloveniji, astronomsko-geofizikalni observatorij na Golovcu (AGO Golovec), spotoma pa smo si še ogledali Sonce skozi poseben solarni teleskop.

### 4.1 NASTANEK OSMICE

Kmalu po začetku pogovora smo doumeli, zakaj osmica sploh nastane. Če pogledamo orbito Zemlje okrog Sonca, vidimo, da ta orbita ni povsem krožna. Če bi bila krožna, ne bi nastala osmica, ampak navadna dvojna črta. Za nastanek pa eliptičnost same orbite ni dovolj. Orbita mora biti tudi nagnjena glede na eno od vodoravnih osi, če gledamo Sonce kot središče nekega kartezičnega sistema – osončja.

Na nek način pa ta osmica ni osno simetrična, to pomeni, da vozeli ni na geometrični sredini. Je pa Sonce na geometrični sredini ob enakonočjih. Takšna nesimetričnost nastane zaradi tega, ker Sonce ni na sredini orbite, ampak je v enem od gorišč elipse. Ker je Zemlja pozimi bližje Soncu kot poleti, se zaradi Sončeve privlačne sile Zemlja giblje hitreje (tretji Keplerjev zakon). Zato na nebu naredi daljšo zanko kot poleti, medtem ko se takrat, ko je Zemlja bolj oddaljena od Sonca, giblje počasneje.

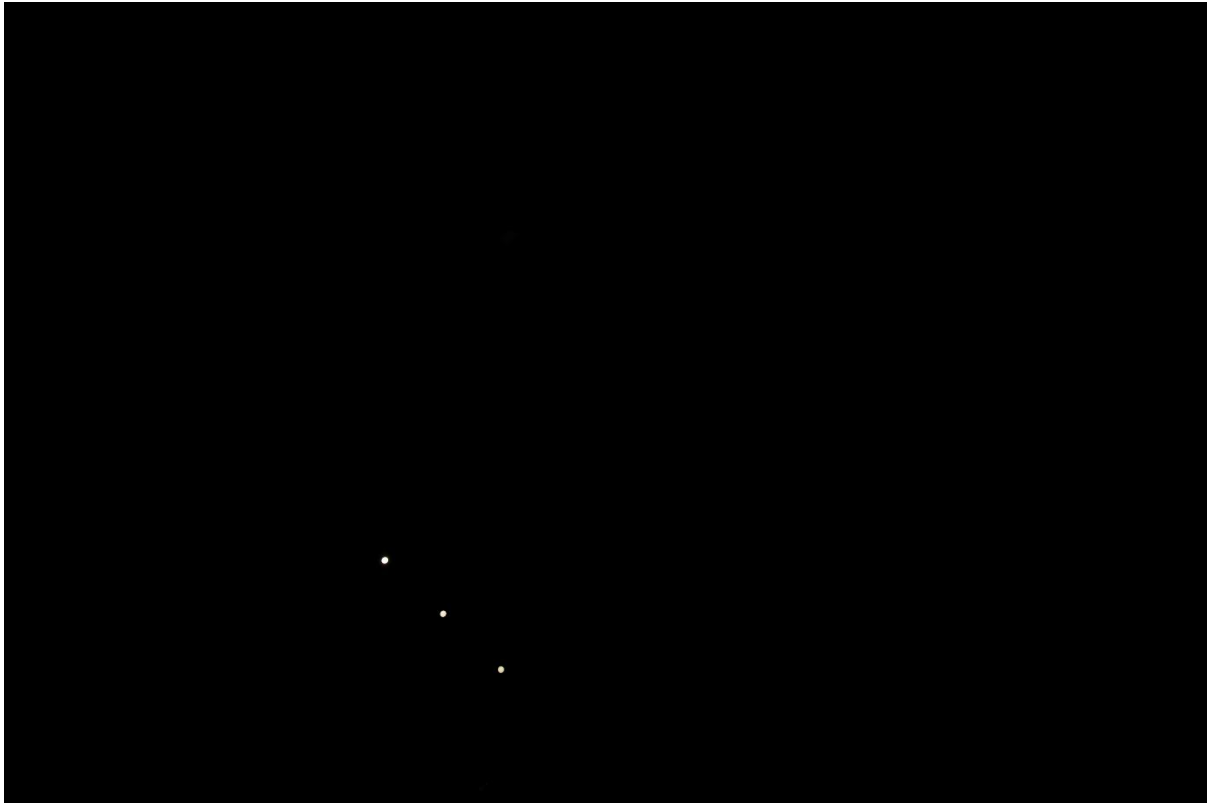
### 4.2 UPORABA OSMICE ZA IZRAČUNE IN MERITVE

Vsem amaterskim in profesionalnim astronomom, pa tudi nekaterim tistim, ki se ukvarjajo z astronomijo bolj malo, je znana kotna velikost Sonca na nebu. To je  $0,5^\circ$  (ločne stopinje). Če imamo lepo, dovršeno sliko analeme, z njo lahko izračunamo dva podatka in narišemo še graf oddaljenosti Sonca od simetrale analeme po času – enačba o času.

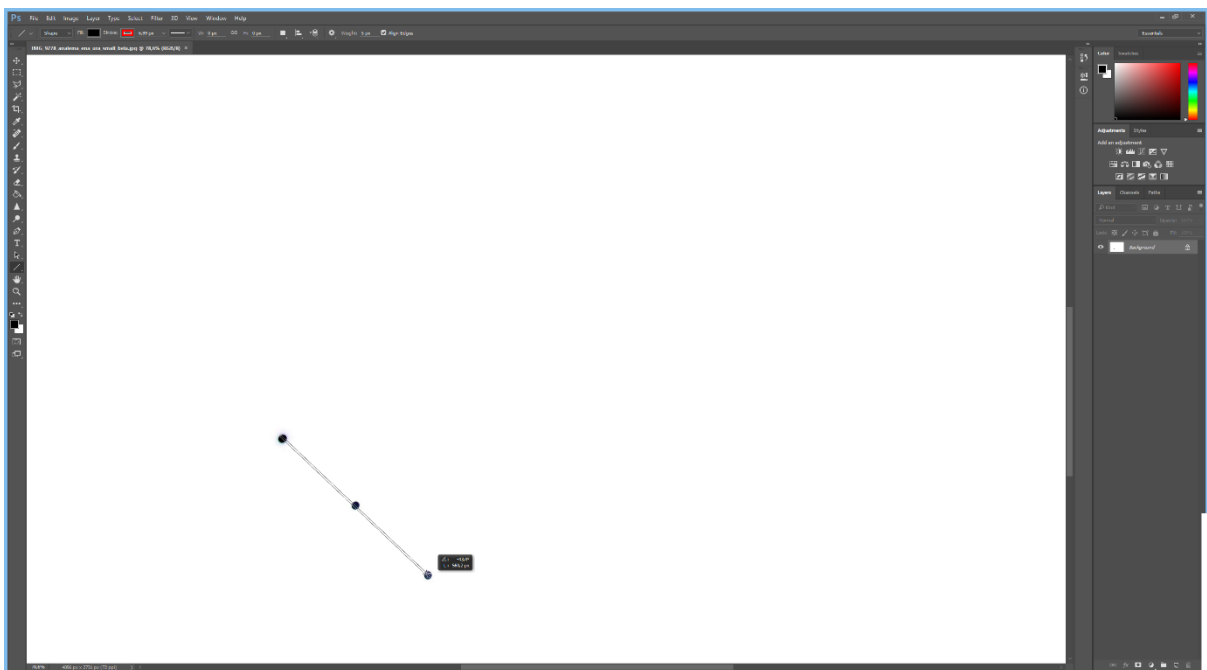
#### 4.2.1 Izračun nagnjenosti zemeljske osi

Če izračunamo kotno velikost celotne analeme in potem ta podatek delimo z dva, dobimo točno nagnjenost Zemljine osi.

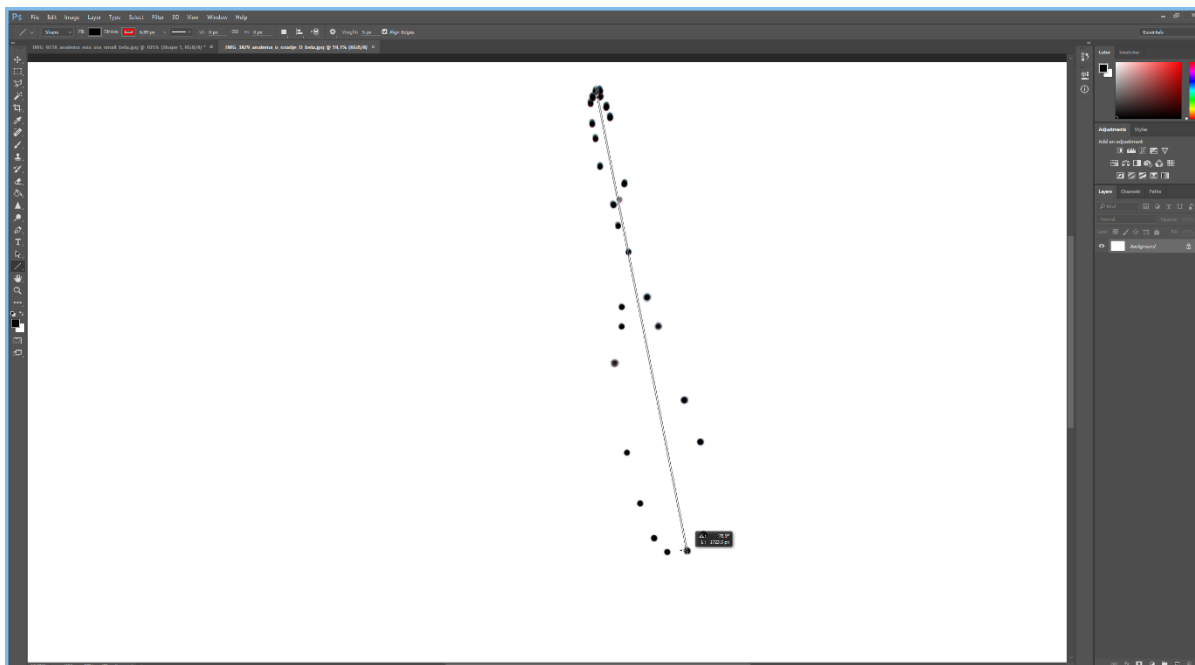
Kotno velikost celotne analeme smo izračunali po naslednjem postopku: fotografirali smo dve legi Sonca, s časovno razliko ene ure, ne da bi vmes prestavljali fotoaparati. Vemo, da se Sonce v eni uri navidezno premakne za  $360^\circ / 24 = 15^\circ$  (zaradi vrtenja Zemlje okoli svoje osi). Tako lahko dobimo merilo in z razmerjem izračunamo kotno velikost osmice.



Slika 22: Sprememba lege Sonca v eni uri ( $15^\circ$ )



Slika 23: Merjenje velikosti spremembe lege Sonca v eni uri



Slika 24: Merjenje kotne velikosti analeme

V programu Photoshop smo tako izmerili spremembo lege Sonca v eni uri –  $15^\circ$  in velikost celotne analeme. Ugotovili smo, da je dolžina kotne velikosti  $15^\circ$  enaka 560,2px in dolžina analeme 1723,5px.

Z razmerjem izračunamo kotno velikost analeme:

$$15^\circ : 560,2px = x^\circ : 1723,5px$$

$$x = 15^\circ \cdot 1723,5px : 560,2px$$

$$x = 46,15^\circ$$

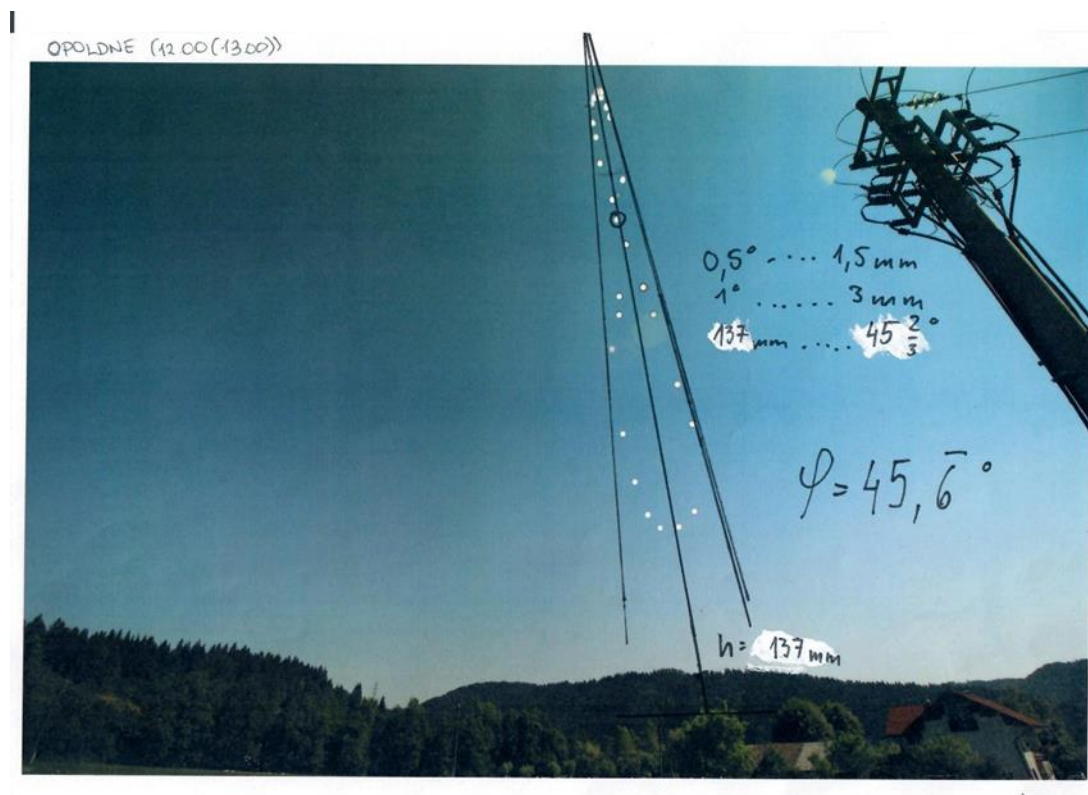
Če dobljen rezultat delimo z dve, dobimo nagnjenost Zemljine osi:

$$\text{nagnjenost zemljine osi} = \frac{46,15^\circ}{2} = 23,075^\circ$$

Vemo, da ta podatek v resnici meri  $23,44^\circ$ , odstopanje si razlagamo z merskimi napakami.

#### 4.2.2 Izračun geografske širine kraja fotografiranja

Če izračunamo kotno višino vozla osmice od tal astronomskega obzorja (hribi v okolici niso pravo obzorje, ker pravo obzorje je tisto, ki je pravokotno na navpičnico pri tleh), dobimo točno geografsko višino, na kateri se nahajamo. Črta, ki povezuje obzorje in vozle osmice, pa ni pravokotna na obzorje zaradi napake leče – objektiva. Tudi opoldanska analema (ki je na sliki) bi morala biti pravokotna na obzorje, a prav zaradi takšne napake leče ni.



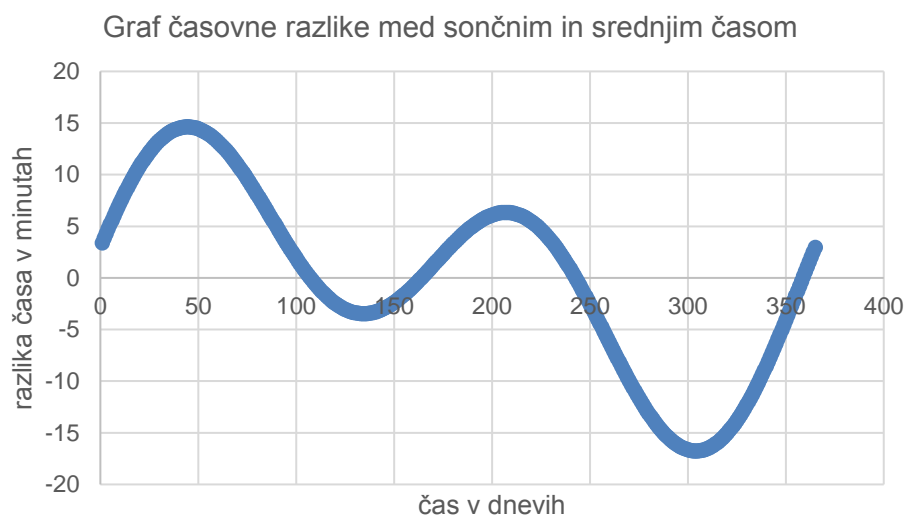
Slika 25: Izračuni na sliki

#### 4.2.3 Enačba o času

V astronomiji sta poznani dve Sonci – pravo in navidezno. Pravega Sonca ne moremo videti, zaradi atmosfere, ki prestavi njegovo lego – lom svetlobe. Navidezno Sonce pa je tisto, ki ga vidimo. Tako se mehanske ure ravnaajo po navideznem (srednjem) sončnem času, sončne ure pa po pravem sončnem času. Če pogledamo grafa navideznega in pravega sončnega časa ugotovimo, da sta to dve različni sinusoidni krivulji. Ko pa ti dve krivulji združimo v eno, nastane krivulja, ki je enaka analemi (Lynch, 2012). Za izdelavo tega grafa smo uporabili naslednjo enačbo:

$$E = 7,9 \sin\left(\frac{2\pi(D - 3)}{365}\right) + 9,9 \sin 2\left(\frac{2\pi(D - 355)}{365}\right)$$

Pri tem je E razlika v času,  $\pi=3,141592654$ , D pa zaporedno število dne. Za obdelavo podatkov smo uporabili Excelovo tabelo, v katero smo vnesli enačbo ter potrebne podatke.



Graf 16: Razlika med sončnim in srednjim časom

### 4.3 OBISK AGO GOLOVEC

Poleg našega pogovora smo se z doc. dr. Dunjo Fabjan odpravili tudi na Golovec, kjer stoji največji slovenski teleskop – teleskop Vega. Zgrajen je bil leta 2003 in je nadomestil prejšnjega. Premer primarnega zrcala je 70 cm, uporabljajo pa ga večinoma za opazovanje nov in supernov, pulzarjev, črnih lukenj, pa tudi optične pojave žarkov gama. Večinoma ga uporabljajo študenti astronomije, ki se učijo upravljanja računalniško vodenih teleskopov. Poleg teleskopa Vega imajo na AGO Golovec še več manjših teleskopov, še enega manjšega, ki je tudi voden računalniško, spektroskop in več manjših teleskopov za ročna opazovanja. Naš glavni namen pa tu ni bil ogled observatorija ampak Sonca, saj tam hranijo tudi poseben solarni teleskop. Z njim smo si lahko ogledali Sonce, ne da bi si poškodovali oči.



Slika 26: Solarni teleskop



Slika 27: Teleskop Vega

## 5 RAZPRAVA

V času našega raziskovanja smo ugotavljali, kakšno je poznavanje astronomije in analeme v Žireh. Ugotovili smo, da je oboje bolj slabo poznano, tako med mlajšimi kot med starejšimi. To lahko pripišemo manjšemu posvečanju astronomskim temam v šolah oz. na splošno prezapletenosti poljudnoznanstvene literature o tej temi. Najbolj nas je presenetilo, kaj vse lahko s fotografijo analeme naredimo (razni izračuni, grafi) ter slabo poznavanje astronomije na splošno.

Med drugim smo tudi sami fotografirali analemo ob treh različnih časih. S fotografiranjem in obdelavo fotografij s posebnimi računalniškimi programi v razmaku marec 2019–marec 2020 smo dokazali, da tudi v Žireh lahko, če povežemo vse lege, dobimo krivuljo, ki ima obliko zelo ozke osmice z različno velikima ovaloma. Dobili smo letno osmico. Navpična razpotegnjenost analeme je nastala zaradi nagnjenosti Zemljine vrtilne osi proti ravnini Zemljinega gibanja okrog Sonca, vodoravna razpotegnjenost pa zaradi gibanja Zemlje okrog Sonca po elipsi, zaradi česar pride do razlike med trajanjem pravega in srednjega Sončevega dne oziroma časa.

Iz dobljenih fotografij smo naknadno lahko izračunali kotno velikost osmice ter kotno višino vozla nad obzorjem. S tem smo prek izračunov dobili nagnjenost Zemljine osi ter našo geografsko širino. Izdelali smo tudi graf enačbe o času. Pri tem smo prišli do dveh različnih sinusoidnih krivulj. Ko pa smo ti dve krivulji združili v eno, je nastala krivulja, enaka analemi.

Kot pričakovano, je Sonce najnižje na nebu pozimi in najvišje poleti. Ob enakonočjih je Sonce na geometrični sredini osmice, le-ta pa se seka (vozel) sredi poletja in pomladi. Spodnja zanka (ki je nastala pozimi) je večja, s tem lahko potrdimo, da je Zemlja pozimi bližje Soncu in okoli njega kroži hitreje. Nasprotno velja za zgornjo (poletno) zanko.

Opazimo lahko tudi, da niso prav vse pike (Sonca) enako velike. Namreč, ko je bilo vreme megleno ali oblačno, so nastale večje pike, ki so tudi manj intenzivne barve.

Pred fotografiranjem smo pričakovali, da bo opoldanska analema povsem navpična, vendar ni zaradi dveh razlogov - popačenje zaradi širokokotnega objektiva ter fotografiranje ob uri, ki ni točno lokalno poldne. Fotografirali smo namreč ob 12. (oz 13.) uri in ne ob povprečnem času, ko je Sonce v najvišji kulminaciji nad krajem opazovanja.

S pomočjo raziskovanja in dela, ki smo ga v tem času opravili, smo prišli tudi do odgovorov, s katerimi lahko potrdimo ali ovržemo na začetku postavljene hipoteze.

### **Analema in astronomija nasploh ljudem nista preveč znani.**

Potrjena, to je pokazala naša anketa. Menimo, da k temu botrujeta predvsem nepoznavanje strokovnih pojmov, opreme ter metod v astronomiji.

### **Nad astronomijo so bolj navdušeni mlajši.**

Ovržena, naša anketa je pokazala prav nasprotno. Verjetno zato, ker imajo starejši vseeno več (pred)znanja kot mlajši in zato lažje prebirajo članke in strokovno literaturo.

**Brez natančne tehnike fotografiranja analeme ne bi mogli razbrati.**

Potrjena, saj se je že ob natančni tehniki fotografiranja poznala napaka, ki jo je bilo treba odpraviti v računalniškem programu.

**Osmice, slikane ob različnih časih, so različno usmerjene.**

Potrjena, vse tri analeme, slikane ob različnih časih, so usmerjene v različne smeri (dopoldanska je nagnjena v levo, opoldanska navpično in popoldanska v desno).

**Meritvena izračuna nagnjenosti Zemeljske osi in geografske širine se od v virih dobljenih podatkov ne razlikujeta.**

Ovržena, saj so se pojavila odstopanja tudi pri najbolj natančnih načinih merjenja (merjenje nagnjenosti Zemeljine osi v Photoshopu).

**Meritveni izračun enačbe o času se od v virih dobljenih podatkov ne razlikuje.**

Potrjena. Graf enačbe o času je enak, kot ga lahko najdemo v drugih virih, le rotiran je za 180° po vodoravni osi.



## 6 ZAKLJUČEK

Čeprav smo se vsi že srečali s fotografijo, smo se s tako zapletenim fotografskim projektom soočili prvič. Znašli smo se pred ogromnim kupom informacij, med katerimi smo morali razločiti med uporabnimi in neuporabnimi. Menimo, tudi po rezultatih sodeč, da nam je kar dobro uspelo.

Ko razmišljamo, kako bi lahko naredili še več, se spomnimo na analemo, vidno na tleh. To bi dosegli z označevanjem sence preko zabitega količka (gnomona), kot smo večino brali v slovenskih strokovnih člankih, ki opisujejo beleženje tega pojava. Vendar smo izbrali težji projekt, da smo izzvali tudi sami sebe. S tem smo lahko opravili natančnejše izračune.

Seznanitev z rezultati te raziskovalne naloge bi lahko privedla do večjega zanimanja med ljudmi za astronomijo ali celo analemo. Prav zato jo imamo namen tudi objaviti na Portalu v Vesolje ter po možnosti celo v astronomski reviji Spika.

Z anketo smo ugotovili, da je astronomija (med žirovskimi prebivalci) podcenjena tema, v šoli/pri pouku pa na njej ni poudarka, kar je pa verjetno odvisno od učnih načrtov.

S to raziskovalno nalogo se (nam) odpira še veliko drugih poglavij, ki bi jih lahko raziskali, vendar nimamo prave opreme in bi zato morali sodelovati z višjimi institucijami (univerze). Že izpeljava zastavljene in predstavljene raziskave nam je uspela ob pomoči naših staršev ter s pogovorom z doc. dr. Dunjo Fabjan. Oprema, ki smo jo že imeli doma, je zadoščala, in dokup ni bil potreben. Raziskovanje pa nam je otežilo slabo vreme, za samo raziskavo smo porabili kar nekaj časa – morali smo namreč žrtvovati veliko sončnih dni.

Če uporabimo Einsteinovo trditev, da kot je neskončno vesolje, je neskočna tudi možnost raziskav, ki nam jih le-to ponuja. Upamo, da bomo v nadaljevanju našega šolanja ter predvsem z lastnim zanimanjem odgovorili na še katero od neskončnih astronomskih vprašanj.

## 7 VIRI IN LITERATURA

*Astronomija*, pridobljeno na: [www.wikipedia.si](http://www.wikipedia.si), 28. 11. 2018.

Fabjan, Vanja. *Pogovor*. Ljubljana, FMF, februar 2020.

*Fotografski filtri*, pridobljeno na: <https://www.foto-klik.si/sl/foto-oprema/filtri/sivinski-nd-filtri-267>, 7. 5. 2019.

Intihar, M. *Obdelava in predelava fotografij*, pridobljeno na: <http://www.e-fotografija.si/>, 7. 1. 2019.

Lynch, P. *The equation of time and the analemma*. Irish Math. Soc. Bulletin, št. 69, 2012, str. 47–56.

*Osončje*, pridobljeno na: <https://skupnost.sio.si>, 12. 3. 2019

Prosen, M. Osmica. V: *Presek*, letn. 27, št. 4., str. 206–207.

*Senca*, pridobljeno na: <https://o-4osce.edus.si>, 14. 12. 2018.

Vičar, Z. *Kratka zgodovina astronomije*, pridobljeno na: [http://www2.arnes.si/~gljsentvid10/zgo\\_ast2.html](http://www2.arnes.si/~gljsentvid10/zgo_ast2.html), 10. 12. 2018.

*Velika ilustrirana otroška enciklopedija*. Ljubljana, Mladinska knjiga, 2003.

## 8 PRILOGE

### Priloga 1: Anketa

#### ANKETA

Smo Nika, Jerica in Urh iz devetega razreda in izdelujemo raziskovalno nalogo iz analeme. Želimo raziskati tudi poznavanje astronomije ter navdušenje nad njo med ljudmi, zato vas prosimo, da si vzamete nekaj minut za to anketo. Hvala!

SPOL: \_\_\_\_ STAROST: \_\_\_\_

1. Vas zanima astronomija?    DA    NE  
Če DA, kaj počnete na tem področju? \_\_\_\_\_
2. Ste že kdaj opazovali/fotografirali astronomske objekte/pojave?    DA    NE  
Če DA, kaj? \_\_\_\_\_  
V okviru šole, drugih dejavnosti ali samostojno? \_\_\_\_\_
3. Spremljate astronomske novice, raziskovanja, dogajanja?    DA    NE
4. Ali veste, kaj je analema?    DA    NE  
Če DA, kaj? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5.1. Kaj po vašem mnenju prikazuje slika?



- a. spreminjanje položaja Lune skozi mesec
  - b. navidezna pot Sonca v enem dnevu
  - c. lege Sonca na nebu skozi leto
  - d. pojav Sončeve korone
  - e. gibanje asteroida po nebu
  - f. ne vem
  - g. drugo: \_\_\_\_\_
- 5.2. Kako mislite, da je nastala fotografija? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Kako bi opazovali planete ter kako Sonce? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Katera dva elementa pretežno sestavljata Sonce?

- a) prst in vodik    b) helij in argon    c) helij in vodik    d) žveplo in helij

8. Sonce je od nas oddaljeno 1 astronomsko enoto. Koliko to prb. znaša v kilometrih?

- a) 170 mrd    b) 150 mio    c) 250 tisoč    d) 500    e) ne vem    f) drugo: \_\_\_\_\_

9. Kaj lahko izvemo iz Sončevih peg?

- a. dejavnost Sonca – močnejša magnetna dejavnost, nižja temperatura
- b. dejavnost Sonca – šibkejša magnetna dejavnosti, višja temperatura
- c. sestava Sonca

d. ne vem

e. drugo: \_\_\_\_\_

10. Katera je nam najbližja zvezda?

a) Severnica b) Alfa Kentavra c) Vega d) Spika e) ne vem f) Drugo: \_\_\_\_\_