MAGNITUDA MJESECA

Rad izradio: Fabijan Čakanić, 8.razred
Osnovna škola Bogumila Tonija, Samobor

Mentor: Ivana Matić, prof., VII. stupanj
ivana.matic7@skole.hr

Samobor, šk.god.2013./2014.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mojoj mentorici prof. Ivani Matić, zatim, svojim roditeljima, sestri Evi, našim učiteljima, ravnateljici naše škole i svima koji su mi pružili pomoć i podršku pri izradi ovog rada.

SADRŽAJ

1. UVOD…….…….…..4

2. CILJ…….…...4

3. MJESEC…….……....…....5

3.1.Nastanak Mjeseca…….5
3.2. Sustav Zemlja-Mjesec……..5
3.3. Mjesečeve faze……6
3.4. Sinodički i siderički period Mjeseca……....8
3.5. Mjesečeva rotacija……...9
3.6. Mjesečeva libracija…….....9
3.7. Mjesečev utjecaj na Zemlju……...10
3.8 Mjesečeva površina.....12
3.9. Prividna i apsolutna magnituda nebeskih tijela kao što su planeti, sateliti i asteroidi.....14

4. MJERENJA I METODE…....…….....15

4.1. Određivanje Mjesečeve magnitude…….....17
4.1.1. Određivanje Mjesečeve faze i kuta elongacije……..……..... .17
4.1.2. Ucrtavanje položaja Mjeseca naputanji oko Zemlje……19
4.1.3. Izračunavanje starosti Mjeseca……19
4.1.4. Određivanje faznog kuta…….....…...20
4.1.5. Izračunavanje prividne magnitude Mjeseca……..…..21

5. RASPRAVA……...……23

6. ZAKLJUČAK……....28

7. LITERATURA……...29

8. BIOGRAFIJA……30

9. PRILOZI……...…….31

1. UVOD

Prije dvije godine radio sam radnju o Mjesečevoj stazi među zvijezdama dok sam prošle godine radio radnju Magnituda zvijezda pa sam odlučio spojiti svoja saznanja od prijašnjih godina i napraviti novu radnju o magnitudi Mjeseca.Tako sam za radnju odabrao naš prirodni satelit – Mjesec te odlučio odrediti njegovu fazu, elongaciju, starost te magnitudu.

2.CILJ

Cilj mog rada je iz fotografija izračunati fazu, elongaciju, fazni kut, starost i prividnu magnitudu Mjeseca u pojedinim fazama te dobivene vrijednosti usporediti s onima očitanim iz programa RedShift 4.0

3. MJESEC

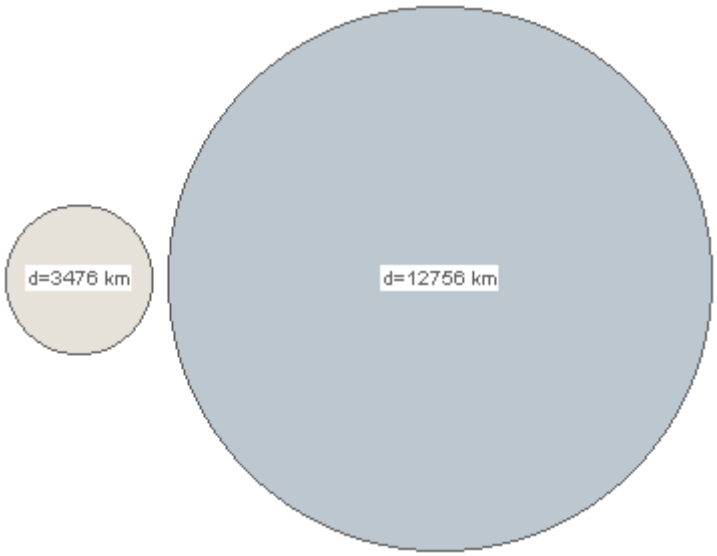
3.1. Nastanak Mjeseca

Starost Mjesečevog tla iznosi 3,5 do 4,6 milijardi godina.Postoji mnogo teorija o nastanku Mjeseca, a trenutno najprihvaćenija tvrdi da je nastao iz udara (kolizije) planetoida veličine Marsa i mlade Zemlje. Materijal iz kojeg je Mjesec nastao imao je manju gustoću nego materijal iz kojeg je nastala Zemlja. Ostaci planetoida ostali su u orbiti oko Zemlje zajedno sa dijelovima njene kore. S vremenom se taj prsten materijala okupio i formirao Mjesec. Vanjski slojevi bili su tekući, da bi se postepeno stvorila kora skrućene stijene. Slijedećih pola milijarde godina, površinu Mjeseca bombardiraju asteroidi, koji otvaraju bazene, a potisnuti materijal tvori planinske prstenove. Kora se hladi, a rastaljeni dio plašta probija se kroz raspukline do bazena i ispunjava ih. Hlađenjem magme nastaju mora. Lava u morima mlađa je milijardu do milijardu i pol godina od samog bazena. Plašt se nastavlja hladiti, pa lava pri daljnjim udarcima više ne može prodrijeti na površinu. Postupno u prostoru među planetima preostaju sve sitnija tijela, pa kasnijim manjim udarima nastaju sve manji krateri.

3.2. Sustav Zemlja - Mjesec

Mjesec je Zemlji najbliže nebesko tijelo i njen jedini prirodni satelit koji se okreće oko Zemlje na njenom putu oko Sunca. On je veći i sjajniji od bilo kojeg drugog objekta na nebu. Usporedimo li Zemlju i njen satelit, Mjesec sa ostalim planetima Sunčevog Sustava i njihovim satelitima, uočavamo da je Mjesec neobično masivan u odnosu na Zemlju (Slika 1.). Mjesečev polumjer je 3,5 puta manji od Zemljinog, a masa Mjeseca je 1/81 mase Zemlje. Mjesec je od Zemlje prosječno udaljen 384 000 km što je oko 60,3 promjera Zemlje. Kada je Zemlji najbliži kažemo daje u perigeju i tada je udaljen je 363 000 km, a kada je najdalji kažemo daje u apogeju i tada mu udaljenost iznosi 405 500 km.

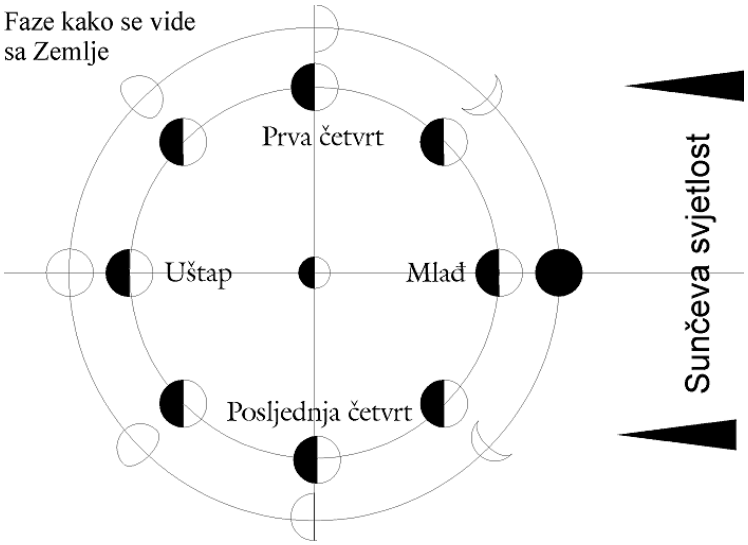
Mjesec obiđe Zemlju jednom u približno 29,53 dana. Međutim, Mjesec zapravo ne obilazi Zemlju, već oba tijela kruže oko zajedničkog težišta (centra mase) koje se nalazi unutar Zemlje, udaljeno od njena središta za oko 3/4 Zemljina polumjera. Zbog relativno malih razlika u dimenzijama, Zemlju i Mjesec se ponekad razmatra kao dvojni planet.



Slika1.: Odnos veličina Mjeseca (lijevo) i Zemlje (desno) u mjerilu

3.3. Mjesečeve faze

Mjesec nema vlastitu svjetlost nego on sjaji zrcaljenom svjetlošću Sunca. Dok kruži oko Zemlje vidimo ga osvijetljenog na različite načine što se očituje u izmjenama Mjesečevih faza (mijena). Četiri su glavne Mjesečeve faze: Mlađak (mladi mjesec), prva četvrt, uštap (puni mjesec) i treća (ili posljednja) četvrt (Slika 2.)



Slika 2.: Mjesečeve faze ili mijene *

*Slika je preuzeta iz D. Roša : Opća astronomija II dio, Zvjezdarnica Zagreb, Zagreb, 1996, str.10.

Linija što odvaja osvijetljenu površinu Mjeseca od površine koja je u sjeni zove se terminator. Veličina Mjesečeve površine koju vidimo osvijetljenu ovisi o kutu θ između smjera Zemlja – Mjesec i smjera Zemlja - Sunce ili kutu elongacije. Kada se Mjesec nalazi između Zemlje i Sunca, kažemo da je u fazi mlađaka (Slika 3.). Sunce tada obasjava nama zaklonjenu stranu dok nama vidljiva strana Mjeseca ostaje u sjeni, pa je Mjesec taman. Kut elongacije (θ) je tada 0° ili 360°. Mjesec je na nebu vrlo blizu Suncu, sa njim zajedno izlazi i zalazi, pa ga je tih dana nemoguće vidjeti. U vrijeme mlađaka može se dogoditi i pomrčina Sunca. Do pomrčine ne dolazi za vrijeme svakog mlađaka jer je Mjesečeva putanja nagnuta oko 5° u odnosu na ekliptiku, pa Mjesec najčešće prođe ispod ili iznad Sunca. Dva do tri dana nakon mlađaka, iako Sunce obasjava tek mali dio Mjesečevog diska, on nije taman jer ga obasjava svjetlost koju reflektira Zemlja. Ta se pojava zove pepeljasta svjetlost. Tada vidimo osvijetljenu desnu stranu Mjeseca i kažemo da mladi Mjesec raste. Promatračima na sjevernoj hemisferi ta obasjana strana Mjeseca nalikuje slovu "D" (kao "dobiva"). Kut između Mjeseca i Sunca na nebu je sve veći pa Mjesec zalazi sve kasnije. Nakon mlađaka Mjesec se pomiče prema istoku. Kako je izbočena strana Mjesečevog srpa okrenuta prema Suncu, njegovi rogovi su u toj fazi okrenuti prema istoku. On tada zalazi nakon zalaska Sunca, a njegov izlazak je slabo zamjetljiv jer se zbiva danju.

Slika 3.: a) Mlađak b) Prva četvrt

Otprilike sedam večeri nakon mlađaka biti će obasjana polovica Mjesečevog diska. Tada je Mjesec u fazi **prve četvrti** (Slika 3.b)**.** Kut elongacije (θ) u fazi prve četvrti je 90°. U toj fazi Mjesec je u vrijeme zalaska Sunca najbliže zenitu, a zalazi oko ponoći. Kada Mjesec dođe u položaj nasuprot Suncu ,a to je negdje 14 – 15 dana nakon mlađaka, Sunce obasjava cijelu nama vidljivu polovicu, te kažemo da je Mjesec u fazi **uštapa** (pun Mjesec) (Slika 4.a), a kut elongacije je tada180°. Pošto je Mjesec tada na suprotnoj strani neba u odnosu na Sunce, on izlazi u vrijeme zalaska Sunca, a zalazi kad Sunce izlazi. U vrijeme uštapa može doći do pomrčine Mjeseca, no to se ipak ne događa za vrijeme svakog uštapa i to iz istih razloga zbog kojih do pomrčine Sunca ne dolazi za svakog mlađaka, a to je nagnutost Mjesečeve ravnine gibanja prema ekliptici.

Slika 4.: a) Uštap b) Posljednja četvrt

Nakon uštapa, faza Mjeseca opet opada, a tada vidimo osvijetljenu lijevu stranu Mjeseca. Mjesec se na istoku pojavljuje iza zalaska Sunca i to svake večeri sve kasnije. Kada udio Mjesečeva diska koji je osvijetljen padne na polovicu kažemo je je Mjesec u fazi **treće četvrti** (Slika 4.b) i kut elongacije je tada 270°. Za promatrače na sjevernoj hemisferi, Mjesec iza faze treće četvrti ima oblik slova "C" (ili "G" kao "gubi").

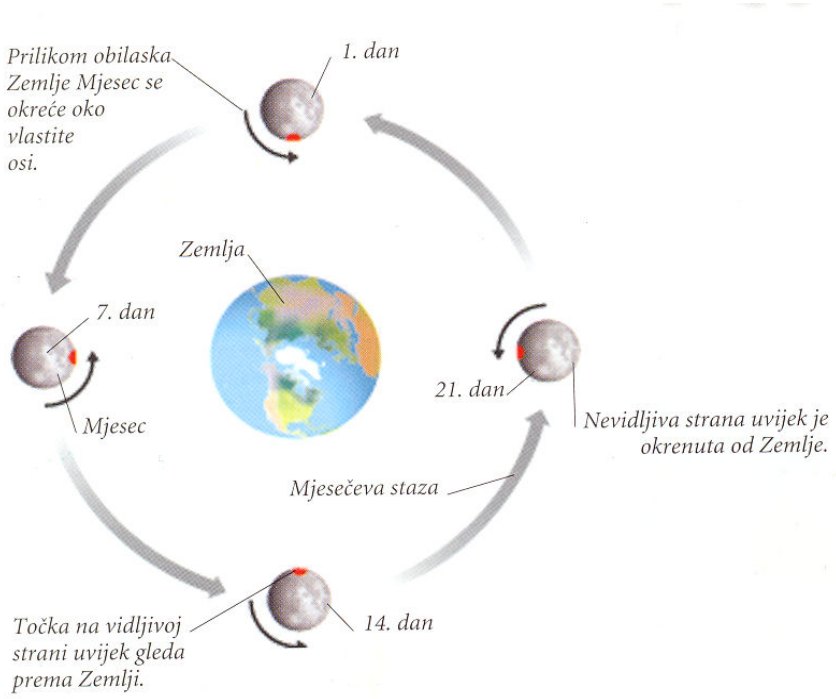
3.4. Sinodički i siderički period Mjeseca

Period između dvije faze mlađaka naziva se **sinodički** Mjesečev period (lunacija, lunarni Mjesec) i iznosi 29,53 dana te je temelj našeg kalendara. Mjesec nakon jednog sinodičkog perioda ponovno dolazi u isti položaj prema Suncu tj. kada bi živjeli na Mjesecu to bi bio jedan dan, odnosno vrijeme između dva izlaska ili zalaskaSunca.Vrijeme za koje Mjesec napravi puni krug oko Zemlje naziva se **siderički** Mjesečev period i iznosi 27, 322 dana. Mjesec u tom vremenu napravi jednu cijelu rotaciju te dođe u isti položaj u odnosu na zvijezde.

Smjer Mjesečevog gibanja oko Zemlje podudara se sa smjerom kojim Zemlje rotira oko svoje osi te sa smjerom kojim sustav Zemlja-Mjesec obilazi Sunce. Zbog toga Mjesec mijenja svoj prividni položaj među zvijezdama tako da svakog dana izlazi, zalazi te prolazi kroz meridijan malo kasnije nego prethodnog. S obzirom da se jedan Sunčev dan definira kao vrijeme između dva prolaska Sunca meridijanom, vrijeme između dva prolaska Mjeseca meridijanom nazivamo **Mjesečev dan**.

3.5. Mjesečeva rotacija

Sa Zemlje gledamo uvijek istu Mjesečevu stranu (Slika5.)



Slika 5.: Mjesečeva rotacija*

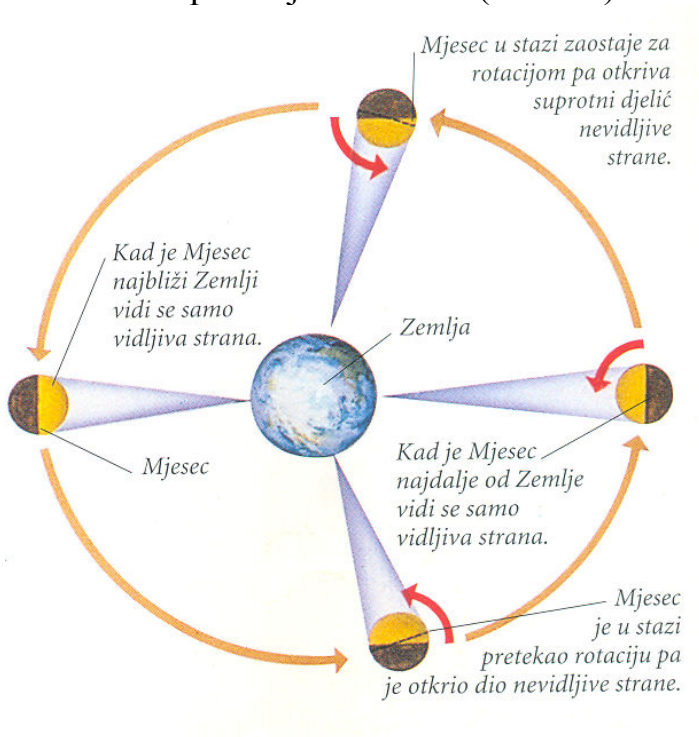
Mjesec se okrene oko svoje osi u istom smjeru i u isto vrijeme, u koje se okrene oko Zemlje. Zato mu vidimo uvijek istu stranu. Vrtnja Mjeseca usklađena je s njegovim obilaženjem oko Zemlje. Vrtnja se još zove **rotacija**, a obilaženje **revolucija**. Mjesec i Zemlja su dvojni sustav u kojemu je kao i kod nekih drugih sustava vrtnja pratioca vremenski izjednačena s obilaženjem što se naziva sinkronom rotacijom.

3.6. Mjesečeva libracija

Promatramo li Mjesec u dužem vremenskom periodu, možemo uočiti da izgled Mjesečevog diska nije uvijek u potpunosti jednak tj. da se Mjesec ponekad naginje po širini (pokazuje područja oko sjevernog ili južnog pola) ili duljini (pokazuje područja oko zapadnog ili istočnog ruba). Ove se pojave nazivaju libracijama u širini odnosno duljini i zahvaljujući njima možemo sveukupno vidjeti oko 59% Mjesečeve površine. Libracija u širini posljedica je nagnutosti (od oko 6°40') Mjesečeve osi rotacije prema osi njegove ravnine gibanja oko Zemlje.

* Slika preuzeta iz H Couper i N. Henbest: Enciklopedija svemira , Znanje, Zagreb, 2000.,str.95.

Ova je pojava analogna pojavi godišnjih doba na Zemlji koja je posljedica nagnutosti Zemljine osi rotacije (od 23,5°) prema osi njezine ravnine gibanja oko Sunca (ekliptičke ravnine). Kao što je sa Sunca moguće vidjeti i sjeverni (u ljeti) i južni (u zimi) pol, tako je i sa Zemlje moguće vidjeti Mjesečeve polove. Libracija u duljini posljedica je nejednolike brzine Mjesečeve revolucije oko Zemlje do čega, prema 2. Keplerovom zakonu, dolazi zbog eliptičnosti Mjesečeve putanje i iznosi oko 7°. Kad je Mjesec bliže Zemlji kreće se brže, a kad je dalje, sporije što znači da mu rotacija nije posve usklađena s položajem na stazi (Slika 6.)



Slika 6.: Mjesečeva libracija*

Nejednolika brzina obilaska Mjeseca oko Zemlje (revolucija) uz konstantnu brzinu okretanja oko svoje osi (rotacija) dovodi do prevage prvo jednog pa drugog efekta, zbog čega nam se čini da sa Mjesec "ljulja" lijevo - desno. Zbog toga u jednom periodu možemo zamijetiti područja iza istočnog odnosno zapadnog ruba Mjesečevog diska, gledano u odnosu na srednji položaj Mjeseca.

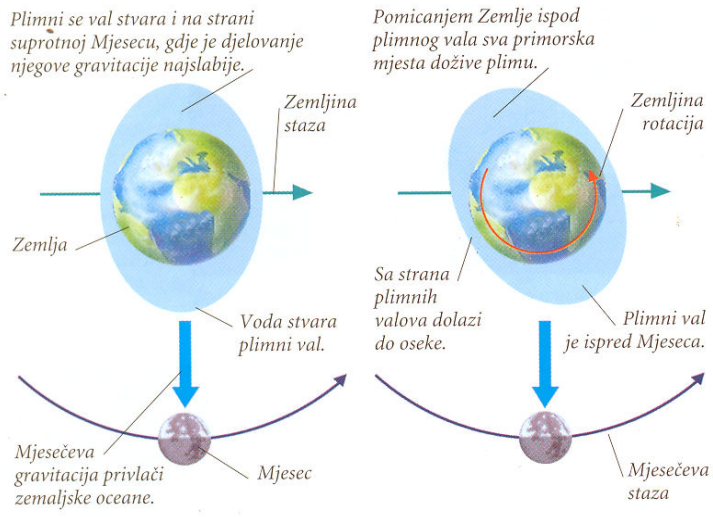
3.7. Mjesečev utjecaj na Zemlju

Iako je Mjesec mnogo manji od Zemlje on ipak utječe na nju. Kao što Zemljina gravitacija privlači Mjesec, tako i Mjesec privlači Zemlju i razvlači je u pomalo jajasti oblik. To izobličenje ne utječe značajno na kopnene mase, ali na oceanima Zemlje stvara zamjetljivo vodeno ispupčenje. Tako nastaje plima. Plima, pak, utječe na brzinu vrtnje Zemlje, te na udaljenost između Zemlje i Mjeseca.

Svakog dana razina mora se dva puta podiže i potom pada što je posljedica

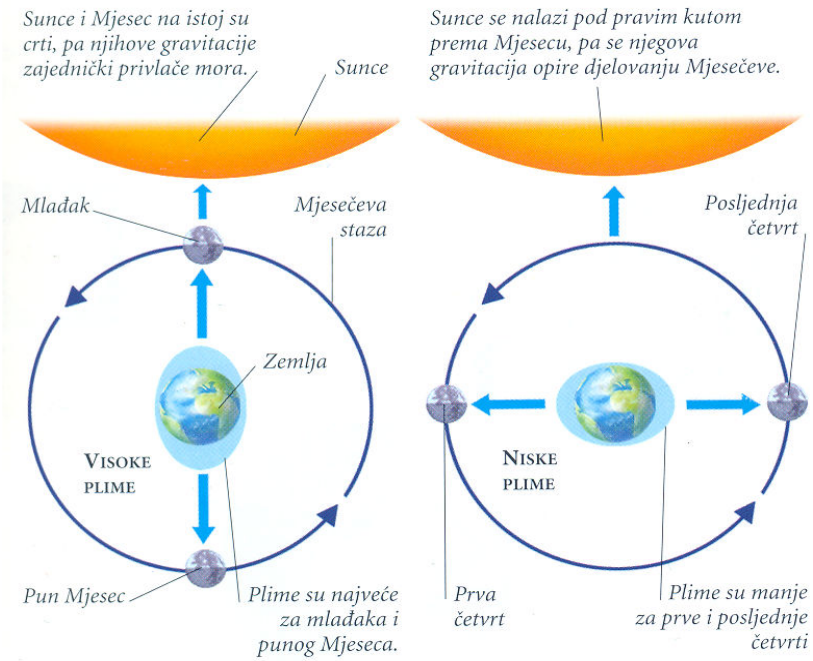
* Slika preuzeta iz H Couper i N. Henbest: Enciklopedija svemira , Znanje, Zagreb, 2000.,str.95.

plimnih valova na obje strane Zemlje uzrokovanih Mjesečevom gravitacijom (Slika 7.).



Slika 7.: Stvaranje plimnog vala*

Plimni ciklus ovisi o kretanju Mjeseca oko Zemlje te iznosi 24 sata i 50 minuta jer Mjesec svaki dan na isto mjesto neba stiže 50 minuta kasnije. Kod punog Mjeseca, Sunce, Mjesec i Zemlja su na istoj crti te Sunčeva i Mjesečeva gravitacija zajednički privlače vodu oceana te tako nastaju najviše plime i najniže oseke (Slika 8.a).



a) **b)**

Slika 8.: a) Stvaranje najviših plima i najnižih oseka **
b) Stvaranje najmanjih plima i najmanjih oseka**

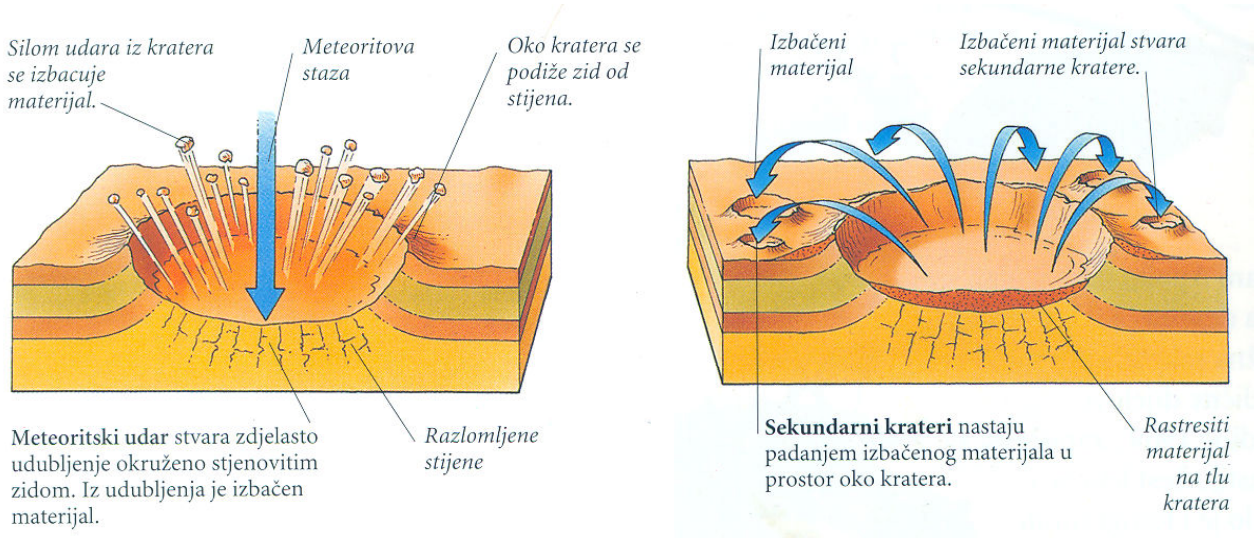
* i ** Slike preuzete iz H Couper i N. Henbest: Enciklopedija svemira , Znanje, Zagreb, 2000.,str.94.

Međutim, kad je Mjesec u prvoj ili posljednjoj četvrti, Sunce se prema Mjesecu nalazi pod pravim kutom te se Sunčeva gravitacija opire privlačnom djelovanju Mjeseca te tada dolazi do najmanjih plima i najmanjih oseka (Slika 8.b).

3.8. Mjesečeva površina

Prvi je crtež Mjeseca napravio Galilej 1609. godine. Mjesec se sa Zemlje čini vrlo siv. Na Mjesecu se mogu zapaziti dva različita oblika :tamnosive ravnice, mora i svjetlije povišene dijelove tla. Te ravnice je Giovanni Riccioli (1598-1671.) nazvao morima 1651. godine, iako u njima nema vode. Najstariji preživjeli dijelovi Mjesečeve kore su visoravni koje su prekrivene golemim brojem kratera. Glatke ravnice su veliki krateri ispunjeni lavom. U njima ima, mlađih kratera, a obično su okruženi planinskim lancima koji su nazvani po Zemljinim gorskim lancima: Alpe, Kavkaz, Apenini, Karpati. Najviša točka Mjeseca nalazi se na planinama Leibniz, koje su na Mjesečevom južnom polu, gdje neki vrhovi dosežu i 9000 metara.

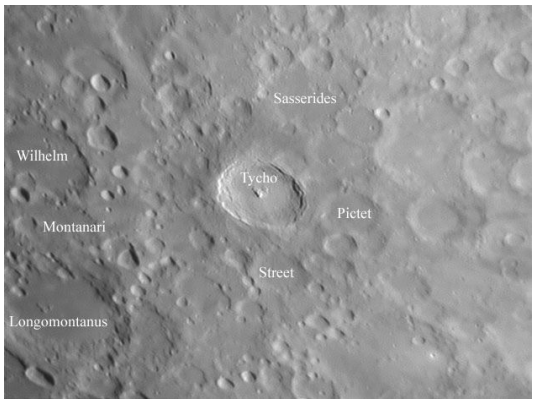
Mjesečevi krateri nastali su udarom stijena iz svemira (Slika 9 a) i b).). Sve što iz svemira krene prema Mjesecu past će na njegovu površinu jer on nema zaštitne atmosfere koja bi ga u tom slučaju zaštitila. Tu stijenu koja je došla iz svemira i udarila o tlo zovemo meteoritom. Dubina, promjer i svojstva kratera ovise o brzini i veličini meteorita.



a) **b)**

Slika 9.a) i b): Nastanak kratera na Mjesecu

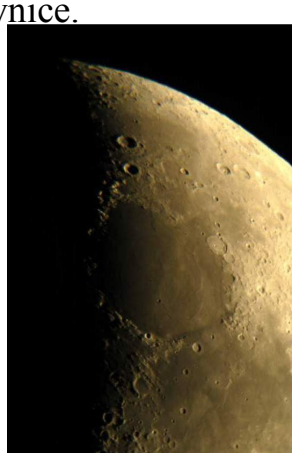
Krateri (Slika 10.) nose imena po najpoznatijim svjetskim znanstvenicima. Pojedini krateri imaju imena naših znanstvenika a to su: Bošković, Tesla, Mohorovičić i Brener (Gopčević). Najveći krateri imaju promjer do 300 km. Kratera većih od 1 km ima oko milijun. Najveći su Clavius, Ptolemej, Grimaldi i Platon na vidljivoj strani, te Ciolkovski, Joliot i Lomonosov na daljoj strani Mjeseca. Neki od kratera imaju središnje uzvisine, poput Kopernika i Tycha.



Slika 10.: Krateri na Mjesecu

Najdublji je Newtonov (Isaac Newton), oko 7250 m. Ti krateri su vrlo velikog promjera (do 300 km). Iako im rubovi izgledaju strmi, oni su vrlo malog nagiba. Kod pojedinih kratera su vidljive i uzdužne široke svijetle pruge (Kopernikov krater), za koje se smatra da su naslage pepela ili vulkanske materije nastale u vrijeme hlađenja Mjeseca.

Zbog pomanjkanja kisika i oksidacije, u usporedbi sa Zemljom, Mjesec ima mnogo manje vrsta minerala. Mjesečeva kora debela je od 60 do 100 km, ispod nje leži 1000 km debeo sloj hladne, guste stijene. Mjesec nema atmosfere ni tekuće vode Na njegovoj površini zamjećujemo svjetlija kopna i tamnija mora. Jedno od mora na vidljivoj strani Mjeseca je More vedrine (Slika 11a.). Kopna su za oko 1-2 km viša i na njima se nalazi više kratera nego na morima. Dijelovi mora nazivaju se i zaljevi, jezera, doline i ravnice.



a)

b)

Slika 11.:a) More vedrine (Mare Serenitatis) na vidljivoj strani Mjeseca
b) Planinski lanac Apenini na vidljivoj strani Mjeseca

Najveće more, Ocean Oluja (lat. Oceanus Procelarum), veliko je poput Sredozemnog mora. Sva ostala mora su kružnog oblika, od kojih je najveće More Kiša s promjerom većim od 1000 km. Na zapadnom rubu vidljive strane Mjeseca nalazi se More Kriza (Mare Crisium), do njega More Vedrine (Mare Serenitatis), More Tišine (Mare Tranquiotatis) i More Plodnosti (Mare Fecunditatis).

Kratere okružuju planine koje su nastale kad je meteorit koji je stvorio more udario o Mjesečevu površinu i podigao okolno tlo. Apenini su jedan od upečatljivijih Mjesečevih planinskih lanaca (Slika 11.b) Južno područje Mjeseca je povišeno i s mnogo kratera te nekoliko velikih obrubljenih ravnica. Ono je najneravniji dio vidljivog dijela Mjesečeve površine.

Nevidljiva strana Mjeseca uvijek je okrenuta od Zemlje te nam je tek 1959. sovjetska sonda Luna 3 koja je obišla Mjesec poslala prve fotografije nevidljive strane Mjeseca. Premda obje strane imaju sličnosti, na nevidljivoj strani ima manje mora jer je kora deblja, pa lava teže izlazi na površinu te ima više kratera, ali ta činjenica još uvijek nije pojašnjena.

Temperatura površine mjeseca kreće se od 130 °C danju do -170 °C noću. Mjesec nema ni atmosferu ni tekuću vodu. Mjesec je jedino svemirsko tijelo na koje su ljudi zakoračili.

3.9. Prividna i apsolutna magnituda nebeskih tijela kao što su planeti, sateliti i asteroidi

Za razliku od zvijezda, nebeska tijela kao što su planeti, sateliti, asteroidi vidimo zato što reflektiraju svjetlost Sunca. Sjaj planeta, satelita i asteroida nije konstantan. On ovisi o udaljenosti od Sunca, o njihovom promjeru i fazi. Osim toga na sjaj utječe i Sunčeva konstanta koja je jednaka ukupnoj količini energije Sunčevog zračenja koje padne u jediničnom vremenu na jediničnu površinu okomitu na Sunčeve zrake i veličina koju zovemo albedo. Na udaljenosti 1 a. j. od Sunca Sunčeva konstanta iznosi 1380 W/m^2. Albedo nam daje podatak o tome koliko će se upadnog svjetle reflektirati te zbog toga ovisi o strukturi atmosfere i površine planeta. Definira se kao faktor odraza svjetlosti od površine planeta ili bilo kojeg drugog tijela. Razlikujemo sferni ili Bondov od geometrijskog. Najčešće se navodi sferni koji je jednak omjeru svjetlosti primljene od Sunca i svjetlosti odbijene u svim smjerovima.

Apsolutna magnituda planeta, satelita, kometa i asteroida definirana je kao prividna magnituda koju bi taj objekt imao kad bi bio udaljen jednu astronomsku jedinicu od Sunca i od Zemlje pri faznom kutu od 0°. Apsolutna magnituda Mjeseca iznosi H = 0,21.

4. MJERENJA I METODE

Kako bi savladao tehniku obrade fotografija prvo sam iskoristio sliku Mjeseca koju je astronomska grupa načinila 30. 1. 2008.(Slika 12.) Nakon toga, napravili smo još tri nove fotografije 6.11.2013., 7.11.2013. te 16. 2.2014. (Slika13., 14. i 15.) fotografskim aparatom Canon PowerShot SD 400 na teleskop NexStar5.

Slika 12.: Mjesec,Samobor,30 1. 2008., 5:30 UT
Canon PowerShot SD400

Slika 13.: Mjesec, Samobor, 6. 11. 2013., 17:03 UT
Canon PowerShot SD400

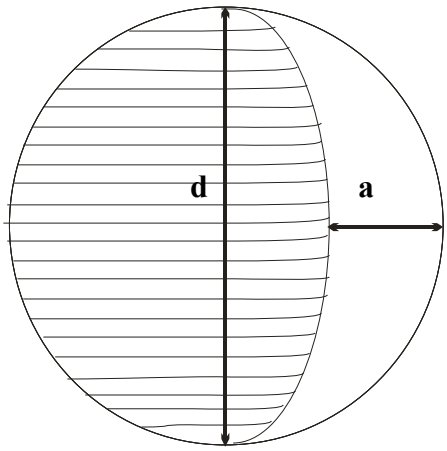
Slika 14.: Mjesec, Samobor, 7. 11. 2013., 17:24UT
Canon PowerShot SD 400

Slika 15.: Mjesec, Samobor, 16. 2. 2014. 20:43 UT
Canon PowerShot SD400

4.1. Određivanje Mjesečeve magnitude

4.1.1. Određivanje Mjesečeve faze i kuta elongacije (θ)

Prvo sam nacrtao Mjesec onako kako ga vidimo sa Zemlje tj. u fazi koja je snimljena na fotografiji, odredio promjer Mjeseca na fotografiji i zatim sam na promatrački obrazac nacrtao kružnicu tog promjera. Dio Mjeseca koji se na fotografiji nije vidio, na crtežu sam osjenčao olovkom. Fazu Mjeseca izračunavao sam tako da sam izmjerio vidljivi dio promjera Mjeseca sa crteža te ga podijelio s ukupnim promjerom Mjeseca s crteža (Slika 16.).



$$Faza = \frac{a}{d}$$, gdje je:

a **- vidljivi dio promjera Mjeseca na crtežu**

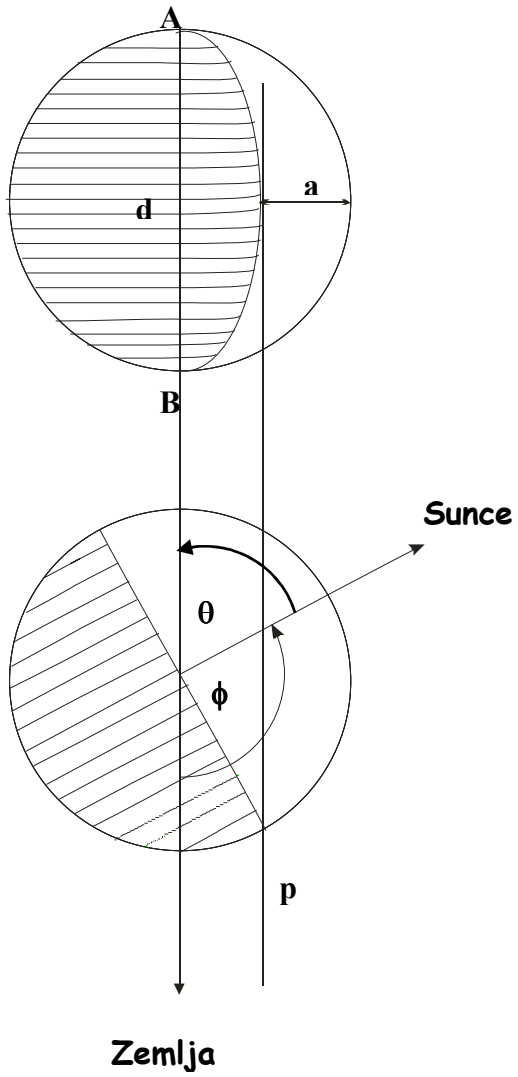
d **– ukupni promjer Mjeseca na crtežu**

Slika 16.: Izračunavanje Mjesečeve faze

Nakon toga određivao sam kut elongacije (θ) ili kut pod kojim sa Zemlje vidimo udaljenost između Sunca i Mjeseca.

Da bi odredio kut θ ispod crteža Mjeseca (kružnice) korištenog za izračunavanje faze, nacrtao sam kružnicu jednakog promjera sa središtem na produžetku spojnice vrhova terminatora (na produžetku dužine AB) (Slika 17.). Nakon toga sam povukao paralelan pravac p koji prolazi kroz najizbočeniju točku terminatora. Točka u kojoj taj pravac siječe donju kružnicu spojio sam sa središtem kružnice (to je smjer terminatora viđen iz okomitog smjera na ravninu u kojoj se Mjesec giba oko Sunca).

Dio kruga kružnice koji je u sjeni sam osjenčao (ovisno je o faza rastuća ili padajuća). Iz središta kruga, a okomito na terminator, povukao sam polupravac s (smjer prema Suncu) usmjeren na neosjenčanu stranu kruga. Iz te skice očitao sam kut θ kao kut između polupravca s i pravca p.



Slika 17.: Određivanje kuta elongacije sa fotografije Mjeseca

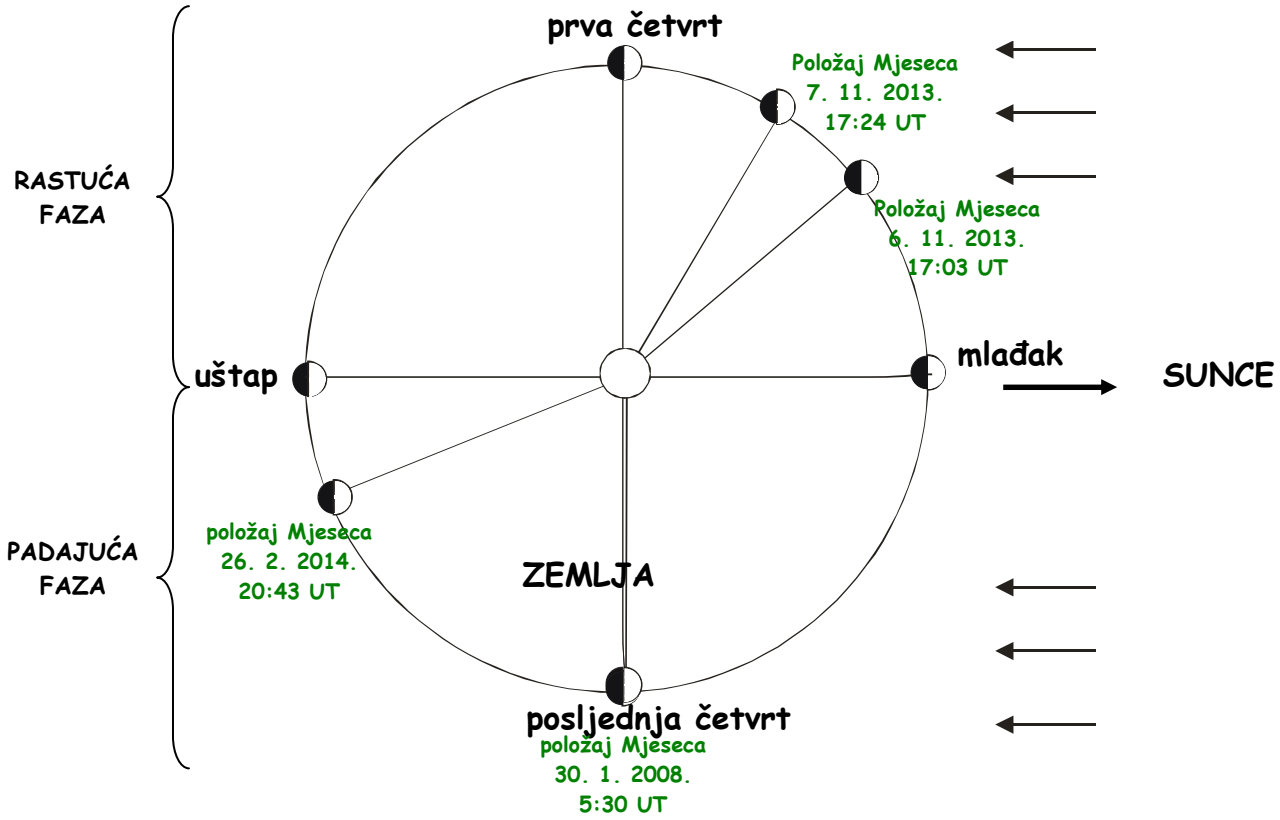
Rezultati mjerenja prikazani su u tablici 1.

Vrijednosti faze i kuta elongacije Mjeseca			
Nadnevak	UT	Faza	Elongacija (θ)
30. 1. 2008.	5:30	48,89% P	269° W
6. 11. 2013.	17:03	12,22% R	40° E
7. 11. 2013.	17:24	24,02% R	59° E
16. 2. 2014.	20:43	96,30% P	202° W

Tablica 1.: Rezultati određivanja faze i kuta elongacije Mjeseca (Fabijan Čakanić)

4.1.2. Ucrtavanje položaja Mjeseca na putanji oko Zemlje

Položaj Mjeseca na putanji oko Zemlje za dane promatranja prikazan je na slici 18.



Slika 18.: Položaj Mjeseca na putanji oko Zemlje za 30. 1. 2008., 6. 11. 2013., 7. 11. 2013., 16. 2. 2014. (Fabijan Čakanić)

4.1.3. Izračunavanje starosti Mjeseca

Starost Mjeseca (K) u danima izračunavao sam tako da sam kut elongacije (θ) pomnožio sa sinodičkim periodom Mjeseca (S) od 29,53 dana i podijelio ga sa 360° kao što se vidi iz ovog izraza:

$$K = \frac{\theta \cdot S}{360°}$$

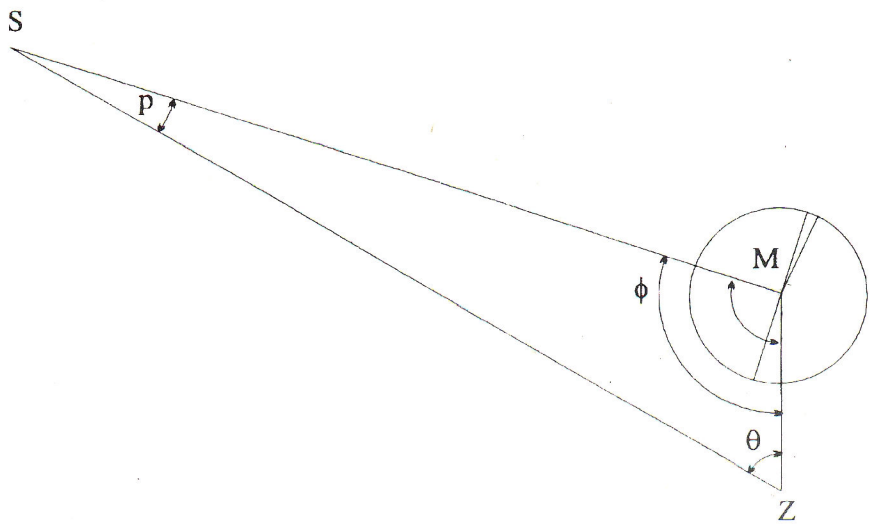
Rezultati mjerenja prikazani su u tablici 2., a originalni obrasci nalaze se u prilogu.

Starost Mjeseca dobivena iz fotografije			
Nadnevak	UT	Elongacija (θ) u (º)	Starost Mjeseca u danima, satima , minutama i sekundama
30. 1. 2008.	5:30	269° W	22d 5h 30min 31s
6. 11. 2013.	17:03	40° E	3d 6h 44min 48s
7. 11. 2013.	17:24	59° E	4d 20h 9 min 5s
16. 2. 2014.	20:43	202° W	16d 13h 40min 14s

Tablica 2: Rezultati izračunavanja starosti Mjeseca u danima, satima, minutama i sekundama (Fabijan Čakanić).

4.1.4. Određivanje faznog kuta

Nakon izračunavanja faze Mjeseca, određivanja kuta elongacije (θ), položaja na stazi oko Zemlje iskoristio sam te vrijednosti da bi izračunao fazni kut (ϕ) ili kut pod kojim sa Mjeseca vidimo udaljenost Zemlja – Sunce jer nam je on potreban za izračunavanje prividne magnitude Mjeseca.



Slika 19. Odnos faznog kuta (φ) i kuta elongacije(θ)*.

Kako je kut p u vrhu gdje je Sunce (Slika 19.) vrlo malen (najviše oko 10′) zbog velike udaljenosti Sunca od Mjeseca i Zemlje, zanemarujemo ga i vrijedi:

$$\phi + \theta = 180°$$

Zato što sam kut elongacije izražavao kao pozitivan, u rastućoj fazi kut ϕ sam računao iz sljedećeg izraza:

$$\phi = 180° - \theta,$$

a u padajućoj fazi on iznosi:

$$\phi = \theta - 180°.$$

* Slika je preuzeta iz D. Roša : Opća astronomija II dio, Zvjezdarnica Zagreb, Zagreb, 1993

Vrijednosti faznog kuta koje sam dobio nalaze se u tablici 3.

Vrijednosti faznog kuta Mjeseca (ϕ)		
Nadnevak	UT	Fazni kut (ϕ) u (°)
30. 1. 2008.	5:30	89°
6. 11. 2013.	17:03	140°
7. 11. 2013.	17:24	121°
16. 2. 2014.	20:43	22°

Tablica 3.: Vrijednosti faznog kuta Mjeseca (Fabijan Čakanić)

4.1.5. Izračunavanje prividne magnitude Mjeseca

Zbog toga što prividna magnituda ili prividni sjaj Mjeseca ovisi o faznom kutu (ϕ) iskoristio sam vrijednosti faznog kuta kako bi odredio prividnu magnitudu Mjeseca u pojedinim fazama s fotografija iz formule:

$$m = H + 2{,}5 \log\left(\frac{d^2_{Mje\sec - Zemlja} \cdot d^2_{Mje\sec - Sunce}}{f(\phi)} \right),$$

gdje je: - **H** – apsolutna magnituda (sjaj) Mjeseca

- $d_{Mjesec-Zemlja}$ – udaljenost između Mjeseca i Zemlje (opažača) u (a. j.)
- $d_{Mjesec-Sunce}$ – udaljenost između Mjeseca i Sunca u (a. j.)
- $f(\phi)$ – funkcija faznog kuta

Apsolutnu magnitudu (sjaj) Mjeseca očitao sam iz literature tj. iz astronomskog godišnjaka i ona iznosi: $H_{Mjeseca}$=0,21, dok sam vrijednosti udaljenost između Mjeseca i Zemlje (opažača) ($d_{Mjesec-Zemlja}$) u a.j. te udaljenost između Mjeseca i Sunca ($d_{Mjesec-Sunce}$) u a. j. za pojedini nadnevak očitao iz programa Redshift 4.0 (Tablica 3.)

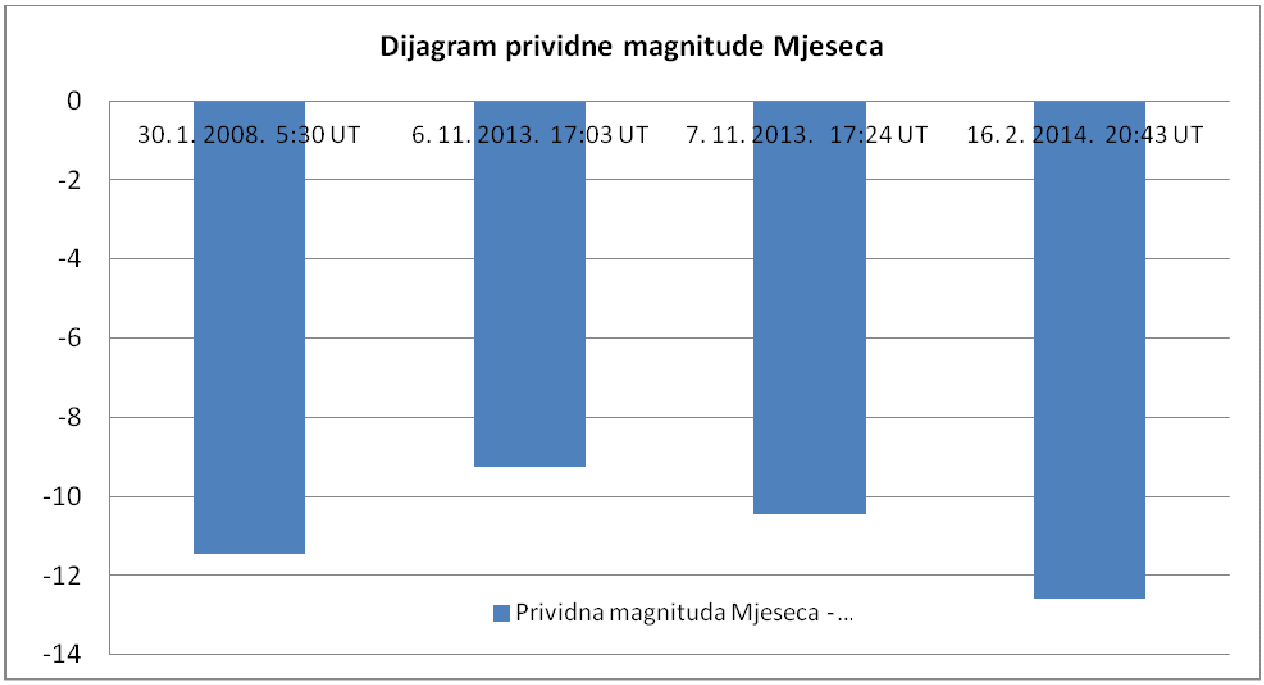
Funkciju faznog kuta, $f(\phi)$, izračunavao sam po formuli:

$$f(\phi) = \left[\left(1 - \frac{\phi}{\pi}\right) \cdot \cos(\phi) + \left(\frac{1}{\pi}\right) \cdot \sin(\phi) \right]$$

Vrijednosti dobivene prividne magnitude Mjeseca prikazani su u tablici 4. i u dijagramu na slici 20.

Vrijednosti prividne magnitude Mjeseca u pojedinim fazama						
Nadnevak	UT	$d_{Mjesec-Zemlja}$ očitana iz programa Redshift 4.0 u a.j.	$d_{Mjesec-Sunce}$ očitana iz programa Redshift 4.0 u a.j.	Fazni kut (ϕ) u °	Funkcija faznog kuta $f(\phi)$	Prividna magnituda Mjeseca (m)
30. 1. 2008.	5:30	0,0027	0,985	89°	0,32708	**-11,45**
6. 11. 2013.	17:03	0,0024	0,989	140°	0,03437	**-9,25**
7. 11. 2013.	17:24	0,0024	0,990	121°	0,10403	**-10,45**
16. 2. 2014.	20:43	0,0027	0,990	22°	0,9331	**-12,58**

Tablica 4.: Vrijednosti prividne magnitude Mjeseca u pojedinim fazama za 30. 1. 2008., 6. 11. 2013., 7. 11. 2013. i 16. 2. 2014. (Fabijan Čakanić)



Slika 20.: Dijagram prividne magnitude Mjeseca. (Fabijan Čakanić)

5. RASPRAVA

Nakon što sam izračunao fazu Mjeseca, odredio kut elongacije, starost Mjeseca te prividnu magnitudu za pojedinu fotografiju napravio sam usporedbu s podacima koje sam očitao s RedShift 4.0 programa.

Izračunao sam odstupanja tako da sam od vrijednosti dobivene mjerenjem sa fotografije oduzeo vrijednosti dobivene očitavanjem s RedShift 4.0 programa. Dobivene vrijednosti odstupanja faze, kuta elongacije, starosti Mjeseca te prividne magnitude Mjeseca prikazane su u tablicama 5., 6., 7. i 8. i u dijagramima na slikama 21., 22., 23. i 24.

Odstupanje faze izračunate s fotografije od faze očitane s RedShift 4.0 programa				
Nadnevak	**UT**	**Faza izračunata s fotografije**	**Faza očitana s RedShift programa**	**Odstupanje**
30. 1. 2008.	5:30	48,89% P	49%	**- 0,11%**
6. 11. 2013.	17:03	12,22% R	13%	**- 0,78%**
7. 11. 2013.	17:24	24,02% R	22%	**+2,02%**
16. 2. 2014.	20:43	96,30% P	96%	**+0,30%**

Tablica 5.: Odstupanje faze izračunate s fotografije od faze očitane s RedShift 4.0 programa (Fabijan Čakanić).

Odstupanje kuta elongacije (θ) određenog s fotografije od kuta elongacije (θ) očitanog s RedShift 4.0 programa				
Nadnevak	**UT**	**Kut elongacije (θ) određen s fotografije**	**Kut elongacije (θ) očitan s RedShift programa**	**Odstupanje**
30. 1. 2008.	5:30	269° W	269,7°W	**-0,7°**
6. 11. 2013.	17:03	40° E	42,3°E	**-2,3°**
7. 11. 2013.	17:24	59° E	56°E	**+3°**
16. 2. 2014.	20:43	202° W	201,8°W	**+0,2°**

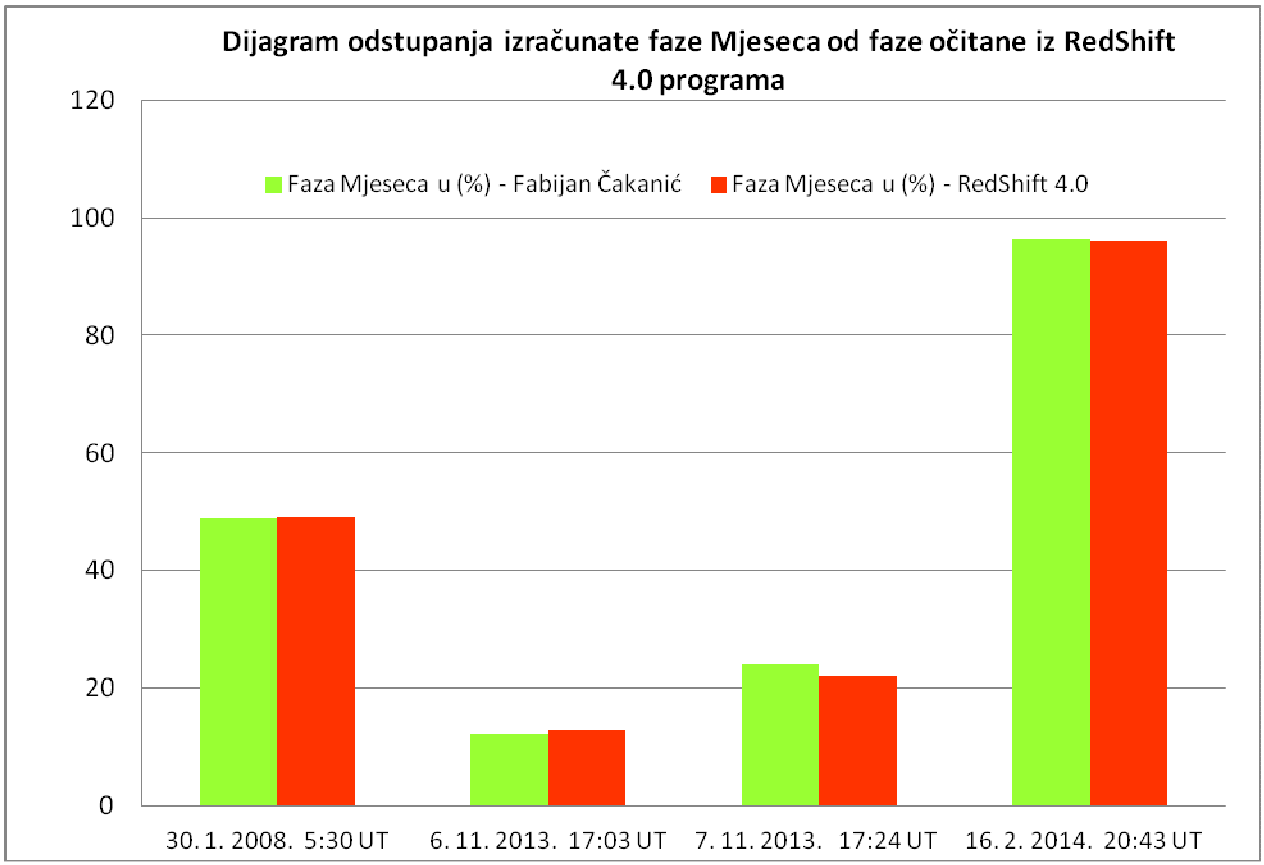
Tablica 6.: Odstupanje kuta elongacije (θ) određenog s fotografije od kuta elongacije (θ) očitanog s RedShift 4.0 programa (Fabijan Čakanić)

Odstupanje starosti Mjeseca određene pomoću fotografija odstarosti očitane iz RedShift 4.0 programa				
Nadnevak	**UT**	**Starost Mjeseca određena iz fotografije**	**Starost Mjeseca očitana iz RedShift 4.0 programa**	**Odstupanje**
30. 1. 2008.	5:30	22d 5h 30min 31s	22d 2h 56min 58 s	**2h 33min 33s**
6. 11. 2013.	17:03	3d 6h 44min 48s	3d 11h 16min 29s	**-4h 31min 41s**
7. 11. 2013.	17:24	4d 20h 9 min 5s	4d 14h 14min 43s	**5h 54min 22s**
16. 2. 2014.	20:43	16d 13h 40min 14s	16d 13h16min 37s	**23min 37s**

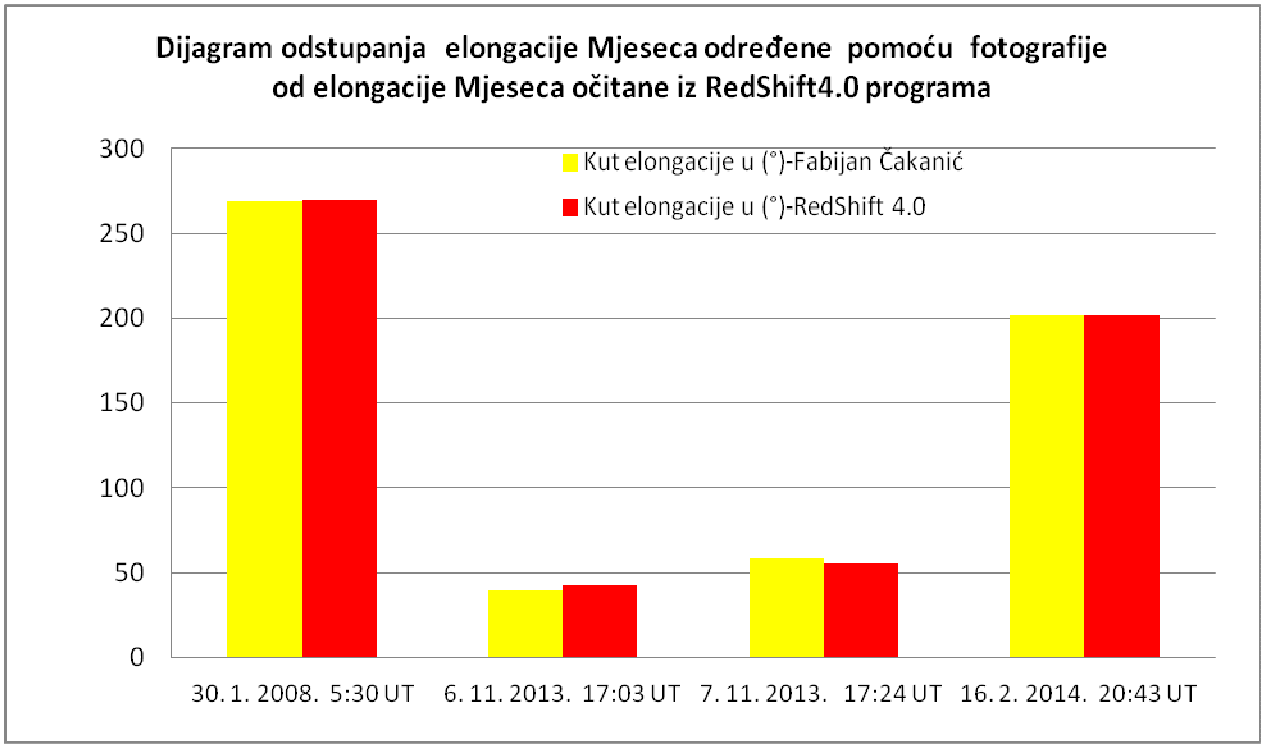
Tablica 8.: Odstupanje starosti Mjeseca određene pomoću fotografije od starosti Mjeseca očitane iz RedShift 4.0 programa. (Fabijan Čakanić)

Odstupanje prividne Mjesečeve magnitude određene s fotografije od od prividne Mjesečeve magnitude očitane s RedShift 4.0 programa				
Nadnevak	**UT**	**Magnituda Mjeseca izračunata s fotografije**	**Magnituda Mjeseca očitana s RedShift 4.0 programa**	**Odstupanje**
30. 1. 2008.	5:30	-11,45	-9,99	-1,46
6. 11. 2013.	17:03	-9,25	-7,88	-1,37
7. 11. 2013.	17:24	-10,45	-8,67	-1,78
16. 2. 2014.	20:43	-12,58	-12,07	-0,51

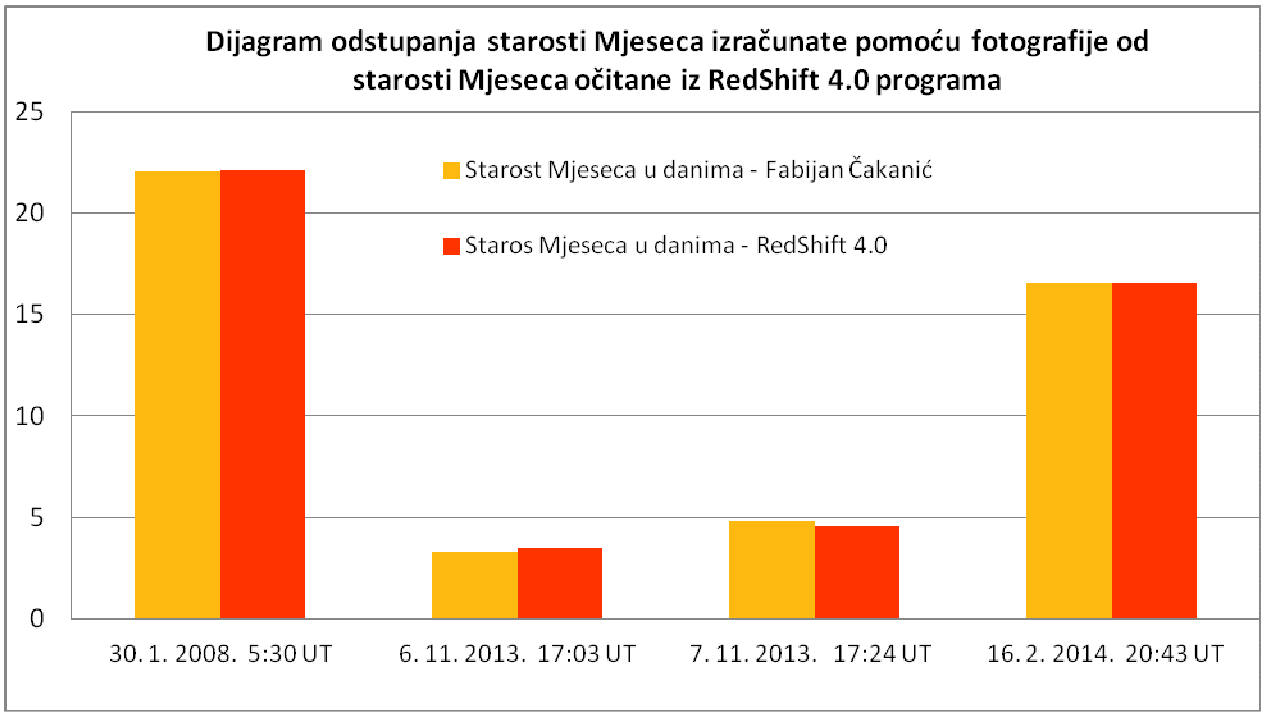
Tablica 8.: Odstupanje prividne Mjesečeve magnitude određene s fotografije od prividne Mjesečeve magnitude očitane s RedShift 4.0 programa. (Fabijan Čakanić)



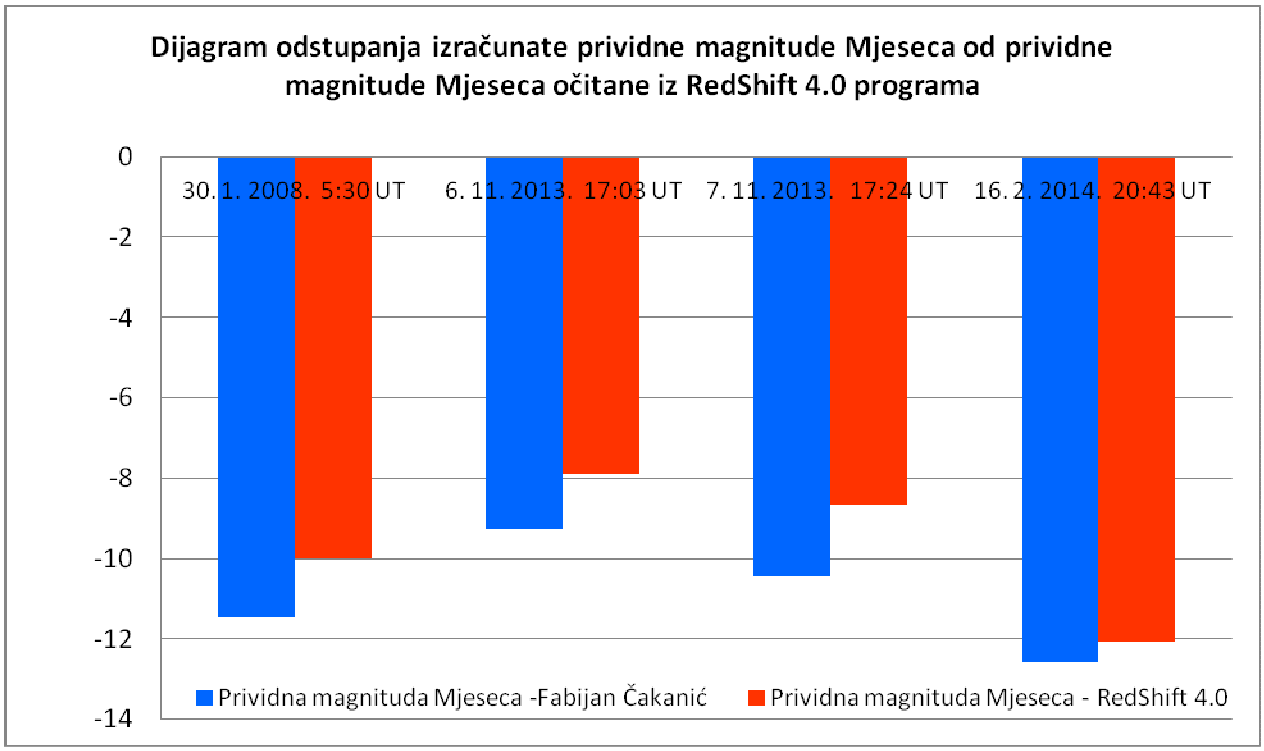
Slika 21.:Dijagram odstupanja izračunate faze Mjeseca od faze Mjeseca očitne iz programa Redshift 4.0. (Fabijan Čakanić)



Slika 22.:Dijagram odstupanja elongacije Mjeseca određene pomoću fotografije od elongcije Mjeseca očitne iz programa Redshift 4.0. (Fabijan Čakanić)



Slika 23.:Dijagram odstupanja starosti Mjeseca izračunate pomoću fotografije od starosti Mjeseca očitne iz Redshift 4.0 programa. (Fabijan Čakanić).



Slika 24.:Dijagram odstupanja izračunate prividne magnitude Mjeseca od prividne magnitude Mjeseca očitne iz programa Redshift 4.0 (Fabijan Čakanić).

Najveće odstupanje kod izračunavanja faze je 7. 11. 2013. od 2,02% vjerojatno zbog nepreciznosti u crtanju, a najmanje odstupanje je 30. 1. 2008. od -0,11%.

Kod izračunavanja starosti Mjeseca (K), najveće odstupanje bilo je 7. 11. 2013. od 5h 54min 22s, a najmanje 16. 2. 2014. od 23min 37s.

Najveće odstupanje kod izračunavanja elongacije (θ) bilo je 7.11.2013. od +3°. Najbolje rezultate dobio sam 16. 2. 2014. kad je odstupanje bilo 0,2°.

Kod izračunavanja magnitude Mjeseca najveće odstupanje bilo je 7. 11. 2013. od -1,78. Najmanje odstupanje je 16. 2. 2014. od -0,51.

Pozitivna odstupanja kod faze, elongacije i starosti Mjeseca znače da sam vrijednosti faze, elongacije i starosti Mjeseca odredio većima nego što one jesu, a negativna da sam iste vrijednosti odredio manjima nego što one jesu. Kod odstupanja magnitude Mjeseca ako sam dobio pozitivna odstupanja magnitude onda to znači da sam odredio prividni sjaj Mjeseca manji nego što je on bio toga dana, a negativna odstupanja magnitude znače da sam odredio prividni sjaj Mjeseca većim nego što je bio toga dana.

6. ZAKLJUČAK

U ovogodišnjoj radnji povezao sam neka prijašnja saznanja s novim saznanjima o prividnoj magnitudi. Zaključio sam da se prividna magnituda Mjeseca mijenja s obzirom na fazu i trenutnu udaljenost Mjeseca. Također sam zaključio da su nam se dobivena odstupanja pojavila zbog nepreciznosti u crtanju.

Sljedeće godine nastavit ću svoja istraživanja. Tijekom izrade radnje dobro sam se proveo i puno toga naučio.

7. LITERATURA

1. Ž. Andreić: Mala opažačka astronomija, Lumin, Zagreb,1994.

2. M. Berić, E. Frlež, S. Kovačić, E. Rabuzin, I. Tadej i B. Vršnak: Astronomija - metode promatranja i proučavanja Sunca, planeta, promijenljivih zvijezda i meteora, Narodna Tehnika Hrvatske, Zagreb, 1982.

3. H. Couper i N. Henbest: Enciklopedija svemira, Znanje, Zagreb,2000.

4. D. Roša: Opća astronomija I i II dio, Zvjezdarnica Zagreb, Zagreb, 1993.

5. V. Vujnović: Astronomija za učenike osnovne škole, Element, Zagreb,1997.

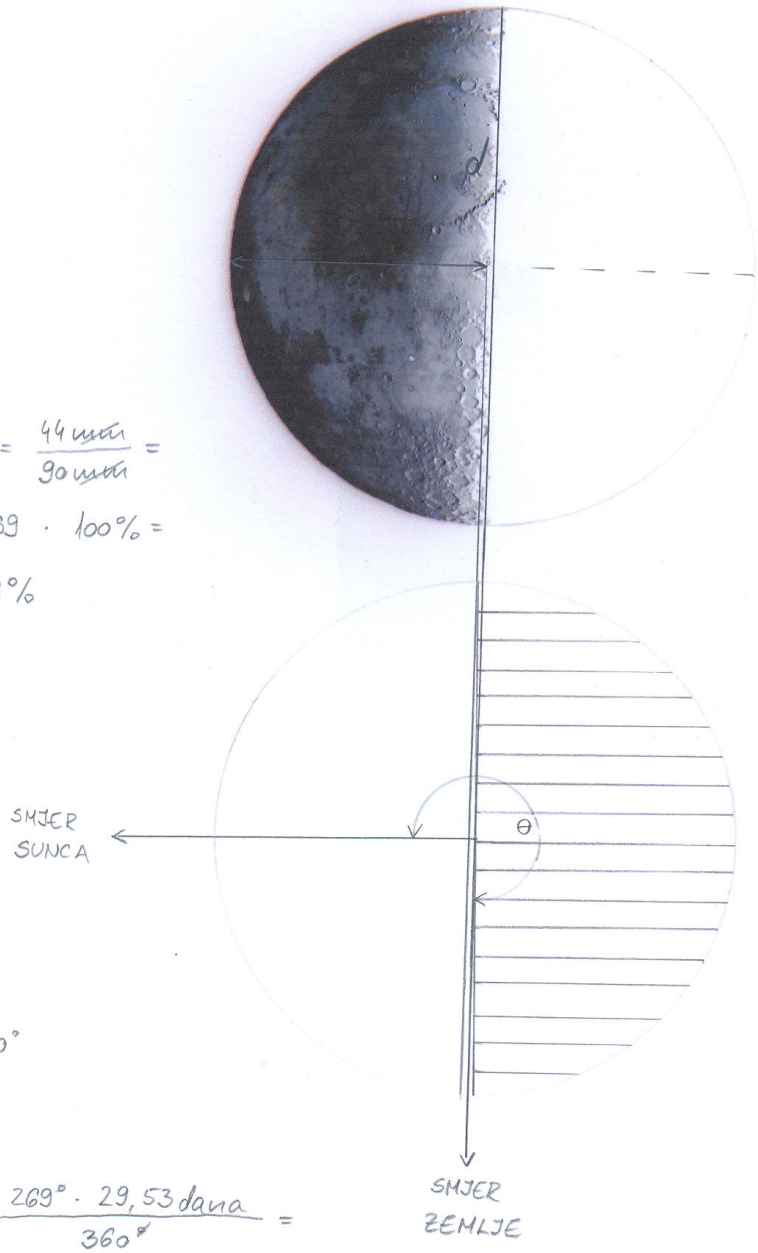
6. Web stranica e-škole za područje astronomije

8. BIOGRAFIJA

Zovem se Fabijan Čakanić, rođen sam 29.5.1999. u Zagrebu. Pohađam 8.b razred OŠ Bogumila Tonija u Samoboru. Astronomija me oduvijek zanima, njome se bavim od 5. razreda. U 5., 6. i 7. razredu sam na državnom Natjecanju osvojio 1. mjesto, te sam išao na Smotru učeničkih zadruga na kojoj sam osvojio 5. Mjesto.Također sam išao na državno natjecanje iz biologije gdje sam osvojio 2. mjesto iz istraživačkih radova.U slobodno vrijeme bavim se košarkom, učim njemački i engleski jezik, čitam i gledam televiziju.

9. PRILOZI

30. 1. 2008. 5 : 30 UT 6 : 30 SEV



$$faza = \frac{a}{d} = \frac{44\,min}{90\,min} =$$

$$= 0{,}48889 \cdot 100\% =$$

$$= 48{,}89\%$$

$$\theta = 269°$$

$$\phi = \theta - 180°$$

$$= 269° - 180°$$

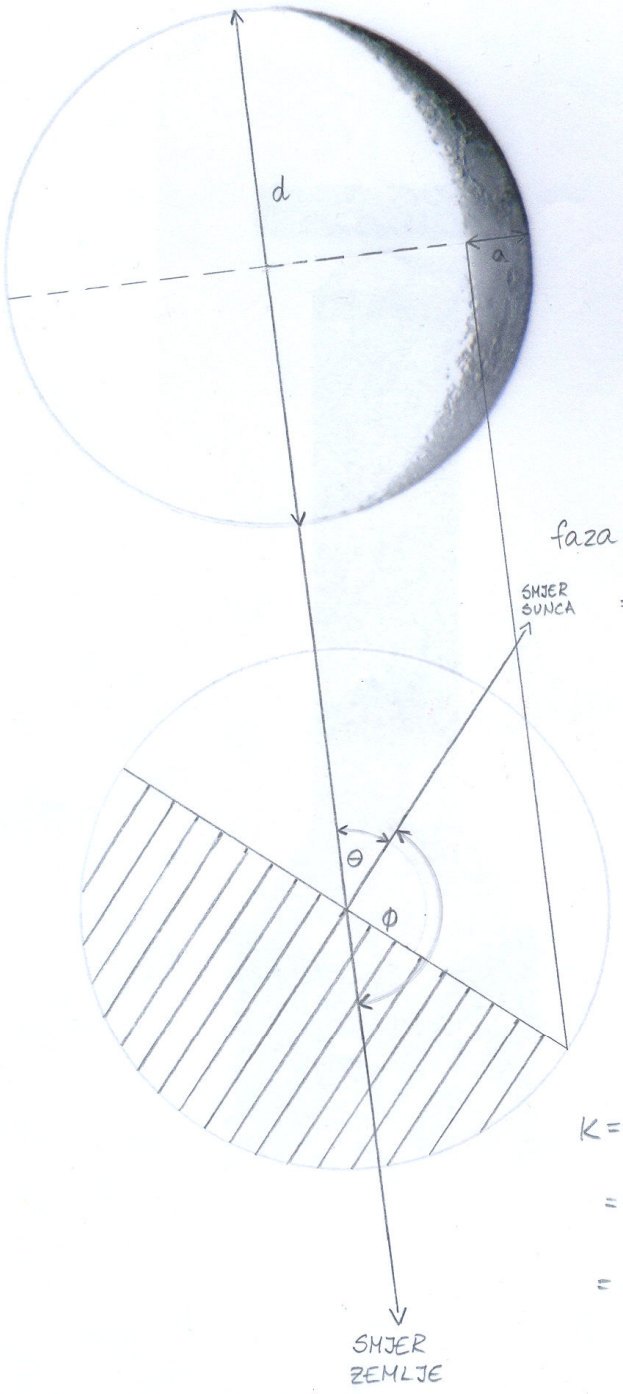
$$= 89°$$

$$K = \frac{\theta \cdot S}{360°} = \frac{269° \cdot 29{,}53\,dana}{360°} =$$

$$= \frac{7943{,}57\,dana}{360} =$$

$$= 22{,}0654722\,dana = 22d\ 1h\ 34min\ 17s$$

6. 11. 2013. 17:03 UT 18:03 SEV



$$faza = \frac{a}{d} = \frac{11\,mm}{90\,mm} = 0{,}1222 \cdot 100\% =$$

$$= 12{,}22\%$$

$$\theta = 40^\circ$$

$$\phi = 180^\circ - \theta$$

$$\phi = 180^\circ - 40^\circ$$

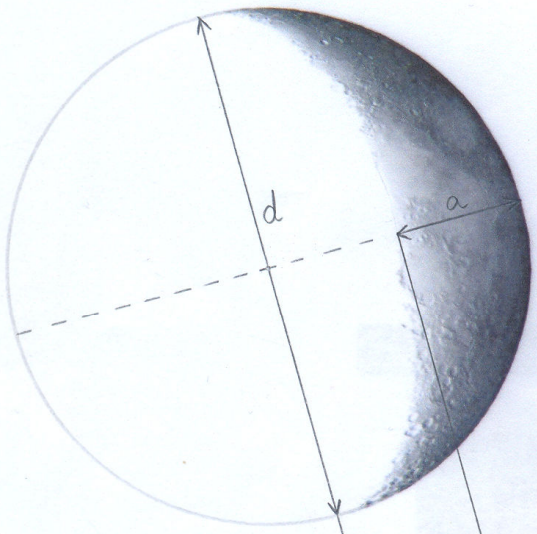
$$\phi = 140^\circ$$

$$K = \frac{\theta \cdot s}{360^\circ} = \frac{40^\circ \cdot 29{,}53\,dana}{360^\circ} =$$

$$= \frac{1181{,}2\,dana}{360} = 3{,}2811111\,d =$$

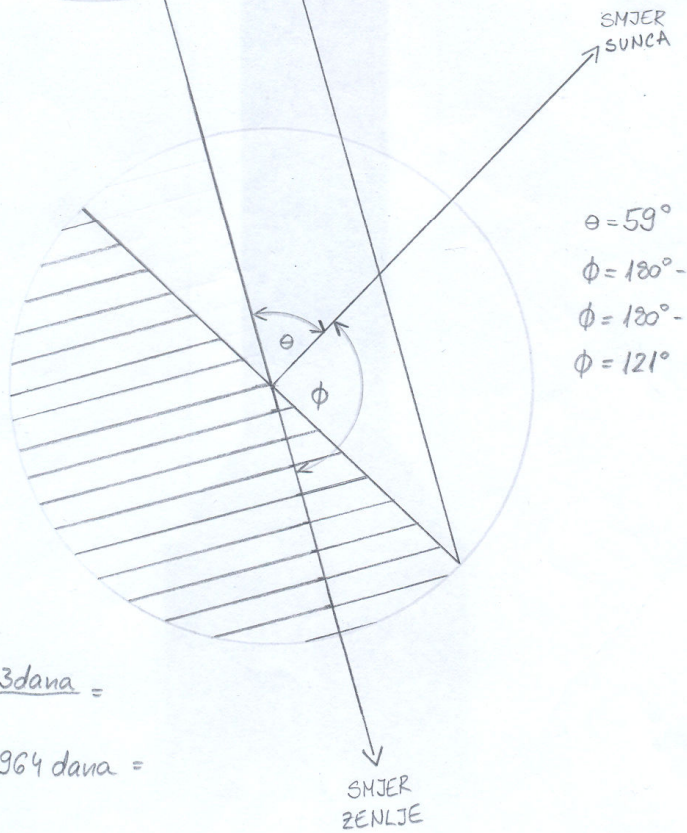
$$= 3d\ 6h\ 44\,min\ 48s$$

7. 11. 2013. 17: 24 UT 18 : 24 SEV



$$faza = \frac{a}{d} = \frac{21.5\,mm}{89.6\,mm} = 0{,}24022 \cdot 100\% =$$

$$= 24{,}022\ \%$$



$\theta = 59°$

$\phi = 180° - \theta$

$\phi = 180° - 59°$

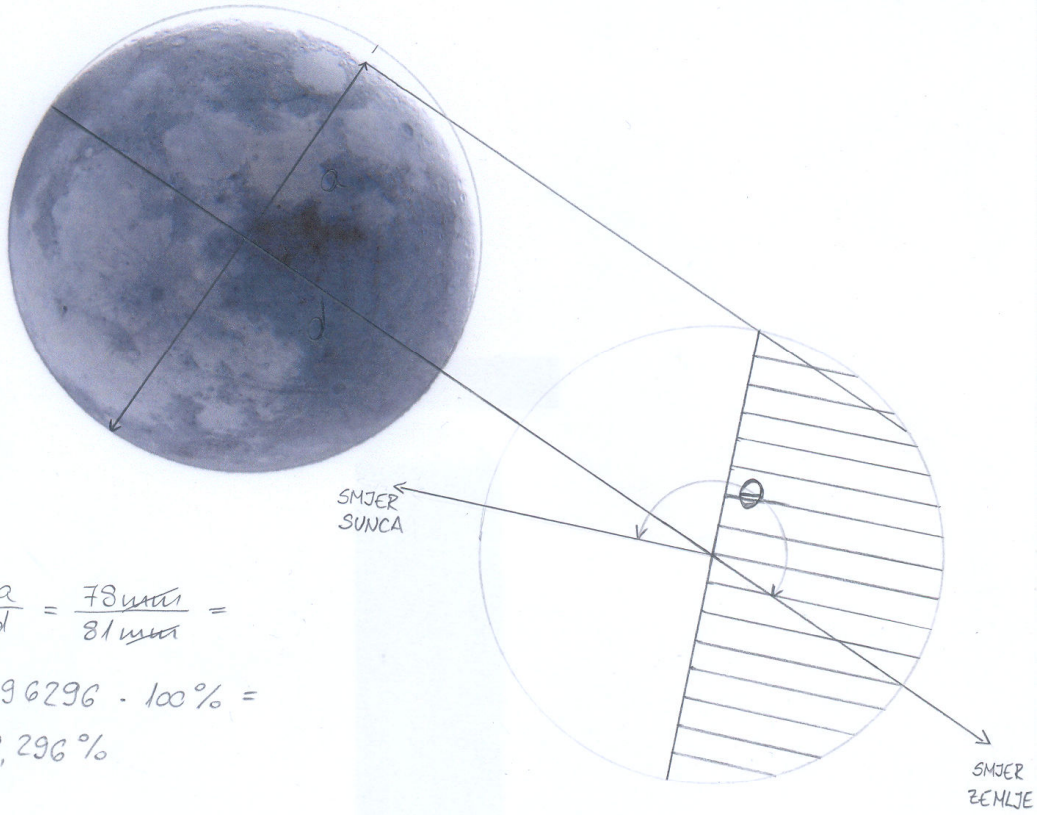
$\phi = 121°$

$$K = \frac{\theta \cdot S}{360°} = \frac{59° \cdot 29{,}53\,dana}{360°} =$$

$$= \frac{1742{,}27\,dana}{360} = 4{,}83964\ dana =$$

$$= 4d\ 20h\ 9min\ 5s$$

16. 2. 2014. 20:43 UT 21:43 SEV



$$faza = \frac{a}{d} = \frac{78\,\cancel{mm}}{81\,\cancel{mm}} =$$

$$= 0{,}96296 \cdot 100\,\% =$$

$$= 96{,}296\,\%$$

$$\theta = 202^\circ \ W$$

$$\phi = \theta - 180^\circ$$

$$= 202^\circ - 180^\circ$$

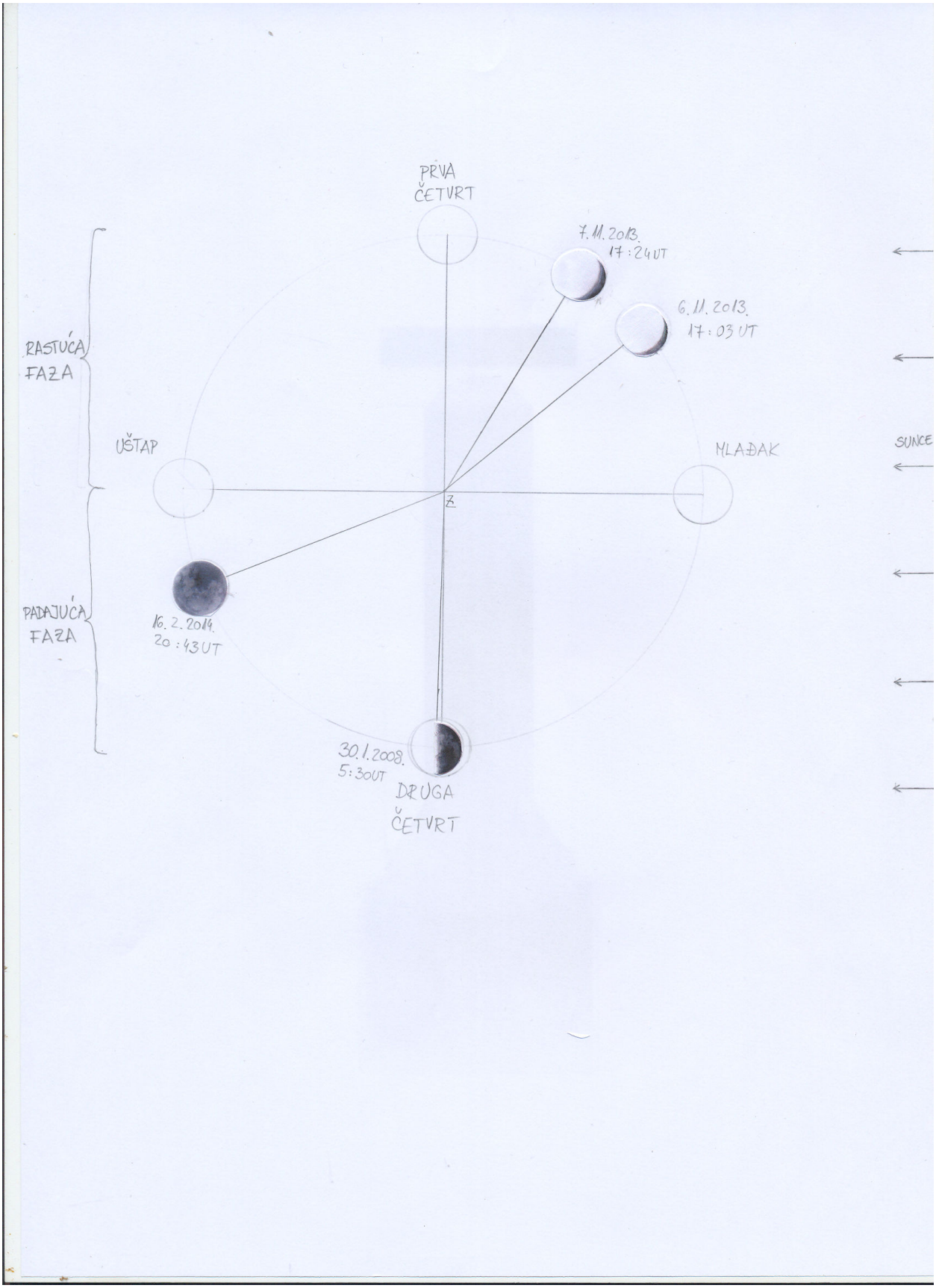
$$= 22^\circ$$

$$K = \frac{\theta \cdot S}{360^\circ} =$$

$$= \frac{202^\circ \cdot 29{,}53\,dana}{360^\circ} =$$

$$= \frac{5965{,}06\,dana}{360} =$$

$$= 16{,}569611\,dana = 16\,d\ 13\,h\ 40\,min\ 14\,s$$


PRVA
ČETVRT
7. 11. 2013.
17 : 24 UT
6. 11. 2013.
17 : 03 UT
RASTUĆA
FAZA
UŠTAP
MLAĐAK
SUNCE
Z
PADAJUĆA
FAZA
16. 2. 2014.
20 : 43 UT
30. 1. 2008.
5 : 30 UT
DRUGA
ČETVRT