

Gimnazija Andrije Mohorovičića Rijeka

Frana Kurelca 1, 5100 Rijeka

# ALGOL

(  $\beta$  Persei )

IZRADILA: Matea Mašinović 2.3

MENTOR: Petar Jelača, prof.

[pjelaca01@gmail.com](mailto:pjelaca01@gmail.com)

# SADRŽAJ:

<b>1. UVOD .....</b>	<b>3</b>
1.1. CILJ I OPIS RADA.....	3
<b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>4</b>
2.1. OPĆENITO.....	4
2.2. KLASIFIKACIJA PROMJENJIVIH ZVIJEZDI.....	4
2.3. ALGOL .....	5
<b>3. PROMATRAČKI DIO .....</b>	<b>6</b>
3.1. WILLIAM HENRY PICKERING.....	6
3.2. PICKERINGOVA METODA.....	6/7/8
<b>4. ASTROFOTOGRAFIJA .....</b>	<b>9</b>
<b>5. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>10</b>
5.1. REZULTATI PICKERINGOVE METODE.....	10
5.2. ZAKLJUČAK .....	10
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>11</b>

# 1.UVOD

## 1.1. CILJ I OPIS RADA

Za ovogodišnje natjecanje iz astronomije odlučila sam pisati o tajnama svemira. Od malih nogu upiremo oči u nebo razmišljajući o tajnama svemira i sjajnim zvijezdama. Od početka čovječanstva ljudi su zainteresirani za te male svjetleće baklje na nebu, povezuju ih u zvijezda i smišljaju priče. Zvijezda koja je mene zainteresirala je Algol ili Vražja zvijezda u zvijezdu Perzeja. Zbog poteškoća s vremenom i radi lakšeg izračunavanja odabrala sam za temu ipak uzeti Algola umjesto *W UMa* u Velikom Medvjedu.

Pri određivanju teme i vrste ovoga rada odlučila sam se pozabaviti ne samo teorijskim radom već i promatračkim, te i samom astrofotografijom. Slike na kojima sam obradila fotografirali smo s Riječkog Astronomskog Centra pod vodstvom Zlatka Ciglja koji se profesionalnije bavi astrofotografijom. S iste lokacije vršila sam sva svoja promatranja. Jedine probleme koje sam imala tijekom izvođenja rada bili su vremenski uvjeti. Riječko nebo je poznato po naglim vremenskim promjenama. Kako nemam vlastite opreme morala sam posuditi fotoaparat od Zlatka Ciglja uz stručne savjete.

Pri fotografiranju koristili smo fotoaparat Canon EOS 350D, s objektivom EF-S 18-55 mm i ekspozicijom od 42 sekunde, ISO 1600.



SLIKA 1:

CANON EOS350D

LINK:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Canon\\_EOS\\_350D#/media/File:Canon\\_EOS\\_Rebel\\_XT.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Canon_EOS_350D#/media/File:Canon_EOS_Rebel_XT.JPG)

Fotografije koje sam dobila, priložila sam u radu. Zbog nedovoljnog broja fotografija za softversku analizu, odlučila sam se za bilježenje promjena sjaja Algola golim okom te uporabom Pickeringove metode.

# 2. TEORIJSKI DIO

## 2.1. OPĆENITO

Postoje zvijezde kojima u (ne)pravilnim intervalima pokazuju promjene svoga sjaja, a koje nisu pod utjecajem atmosfere, i takve zvijezde nazivamo – promjenjivima.

( Domagoj Petrić, <http://www.zvezdarnica.com/astronomija/zanimljivosti/promjenjive-zvijezde/2506> )

## 2.2. KLASIFIKACIJA PROMJENJIVIH ZVIJEZDI

Dve osnovne kategorije su: Intrinzične i ekstrinzične zvijezde:

1. Intrinzične ili fizičke promjenjive zvijezde mijenjaju svoju magnitudu zbog fizičkog promjena u zvijezdi od kojih možemo saznati od čega se sastoji i evoluciju te zvijezde. Fizičke promjenjive zvijezde još detaljnije možemo svrstati u tri podgrupe:

1.1. **PULSIRAJUĆE** – šire se i stižu (pulsiraju) u određenom vremenu ( cefeide )

1.2. **ERUPTIVNE** – svoju magnitudu mijenjaju pri izbacivanju materije što ih čini sjajnijima

1.3. **KATAKLIZMIČKE** – zvijezde koje su povećale svoju magnitudu nakon nagle i velike promjene u razvoju (nove i supernove)

2. ekstrinzične promjenjive zvijezde svoju magnitudu mijenjaju ovisno o vanjskim uzrocima kao što su tranziti planeta ili drugih zvijezda i rotaciji

2.1. **POMRČINSKE/ EKLIPSNE** – mijenjaju magnitudu zbog neposrednog gibanja drugog planeta ili zvijezde, pod određenim kutem pod kojim vidimo dotičnu zvijezdu ( Algol )

2.2. **ROTIRAJUĆE/ VRTEĆE** – zbog ne ravnomjerno raspoređenih površinskih pjega, magnituda im opada

## 2.3. ALGOL

U samom početku čovječanstva ljudi su bili fascinirani Algolovom pojavom na nebu. Grčka, Indijska i Kineska mitologija spominju Algola kao promjenjivu zvijezdu, većinom su ga opisivali kao Vražju zvijezdu i asociirali je za lošu sreću.

Pomoću razvoja astronomskih pomagala moglo se razaznati da je „zvijezda“ Algol zapravo trostruki zvjezdani sustav. Algol A i Algol B rotiraju se jedan oko drugoga te je Algol C udaljeniji od druge dvije zvijezde te je njegova promjena magnituda skoro zanimariva te nije predmet promatranja u mom radu.

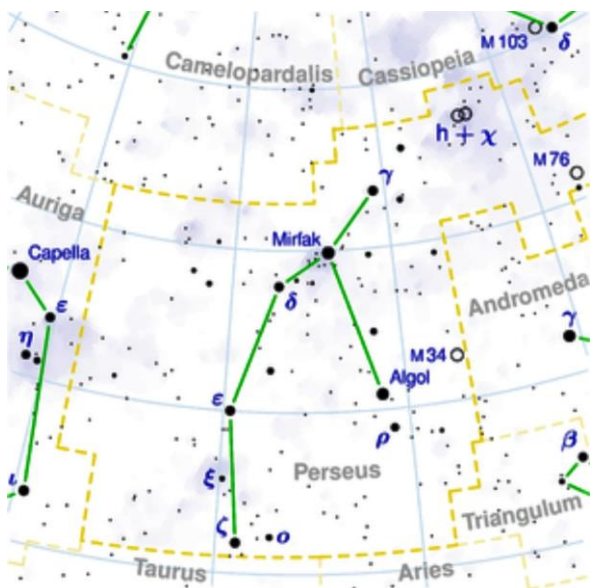
Daljnijim istraživanjima i promatranjem Algola primjetili smo da su mase i starosti Algola A i B različite. Od Zemlje udaljena su 92,8 svjetlosne godine ili 28.5 parseka. Promjena magnituda odvija se pravilno u razmaku od 68 sati i 29 minute ili svaka 2, 86 dana.

1881. godine Edward Charles Pickering predstavio je svoje saznanje da je binarni sustav Algol zapravo ekliptični binarni zvjezdani sustav, tj. zvjezdani sustav je pod određenim kutom koji je skoro savršeno usporedan sa zamišljenim pravcem iz očiju promatrača. Pickeringova teorija je prihvaćena par godina poslije nakon dodatnih istraživanja. Također je važno napomenuti da je Edward Charles Pickering stariji brat Williama Henria Pickeringa s čiju ću metodom kasnije koristiti.

Algol A puno je masivnija zvijezda za koju se smatra da će jednoga dana postati supernovom. Zanimljivost u ovom slučaju što je Algol A mlađi od Algola B koji je vidljivo manji, no stariji.

Algolov Paradoks je teorija zvjezdane evolucije gdje će manja zvijezda u ovom slučaju Algol B pokupiti masu masivnije zvijezde (Algol A), te će se njihova magnituda povećati kao i rotacija jedna oko druge. Nagađa se da će na kraju svog životnog vijeka eksplodirati u supernove.

(Youtube video- Algol Paradox and Mysteries – The story of the Demon Star – Anton Patrov:  
<https://www.youtube.com/watch?v=97JjZzQsi9M> )



SLIKA 2:

ZVIJEŽĐE PERZEJA

IZVOR:

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Perzej\\_\(zvije%C5%BE%C4%91e\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/Perzej_(zvije%C5%BE%C4%91e))

# 3. PROMATRAČKI DIO

## 3.1. WILLIAM HENRY PICKERING



William Henry Pickering rođen je 15. veljače 1858 godine u Bostonu u Sjedinjenim Američkim Državama.

Američki je astronom koji je 1899. godine otkrio PHOEBE, Saturnov satelit, te da se satelit okreće u suprotnom smjeru od ostalih. 1881. godine osmislio je svoju metodu mjerenja magnituda promjenjivih zvijezdi.

SLIKA 3:

WILLIAM HENRY PICKERING

LINK: [https://en.wikipedia.org/wiki/William\\_Henry\\_Pickering](https://en.wikipedia.org/wiki/William_Henry_Pickering)

## 3.2. PICKERINGOVA METODA

Algolova promjena magnitudi varira između 2,12 i 3,39. Pri Pickeringovoj metodi morala sam odabrati dvije zvijezde, jednu jačeg i jednu slabijeg sjaja od Algola. Moji odabiri su bili Mirfak (  $\alpha$  Persei ) s magnitudom od 1,75, te Menkib (  $\zeta$  Persei) magnitude 4,06.

a – zvijezda manjeg sjaja ( Menkib )

p – razlika sjaja između Menkiba i Algola

v – Algol

q – razlika sjajaj između Mirfaka i Algola

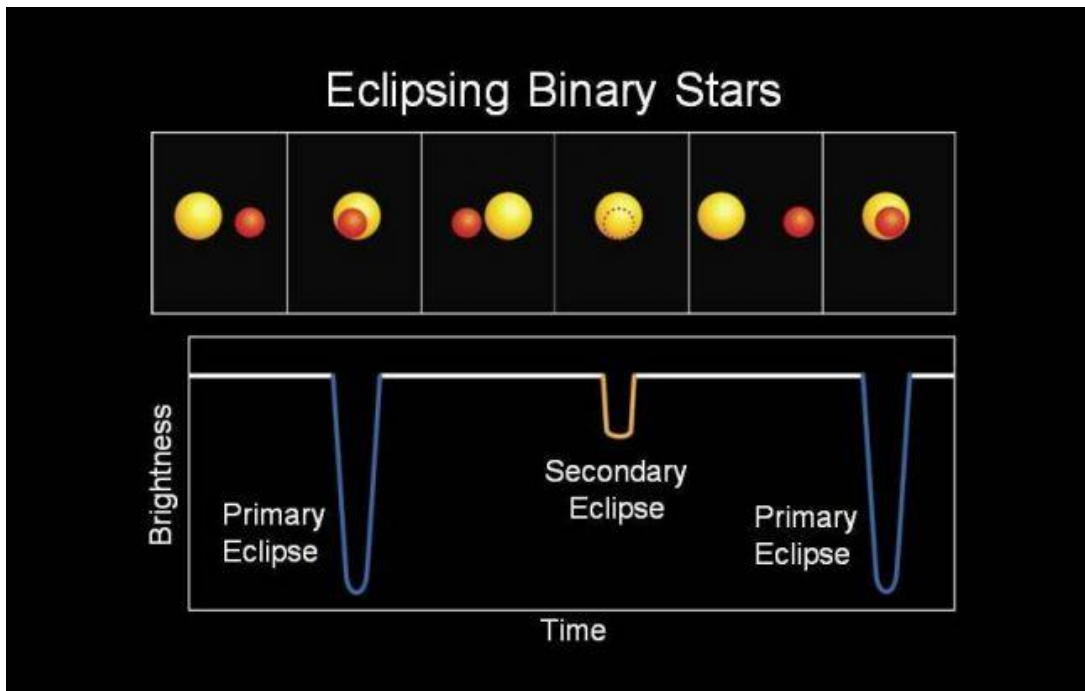
b – zvijezda većeg sjaja (Mirfak)

Magnituda se račina po formuli:  $m = a + p ( b - a ) / 10$

Mjerenja sam izvodila od 3. – 14. ožujka 2019. godine. Nažalost zbog kišovitog i oblačnog vremena nisam bila u stanju procijeniti razilke u sjaju svaki dan.

Bitno je imati dobro promatračko oko. Svake vedre večeri izašla bi van do Astronomskog Centra, pokušavajući izbjeći svjetlosno onečišćenje. Pri određivanju razlike u sjaju odredila bi koliko je Algol sjajniji ovisno o Mirfaku i Menkibu.

Razlika se zapisuje u obliku: „a p v q b“ u kojem bi zbroj p i q iznosio 10. ovinso što je p veći, znači da je prividno Algol svjetliji, i obratno.



SLIKA :  
 SVJETLOSNA  
 KRIVULJA  
 ALGOLA

LINK:  
<https://www.howknowledgeworks.com/articles/2018/6/29/cosmic-staircase-eclipsing-binary-stars>

Algolova promjena sjaj uzrokovana je prolaskom Algola B oko Algola A. Ako bi promatrali simulaciju rotiranja zvijezdi jedan oko druge primjetili bi smo da će u jednome okretu dva puta promjeniti magnitudu. Prilikom položaja gdje jedna zvijezda ( Algol B ) prikriva drugu ( Algol A ) magnituda od 2,12 pasti će na brojčanu vrijednost od 3,39. Drugi pomak magnitute dešava se tijekom tranzicije gdje se Algol B „skriva“ iza Algola A.

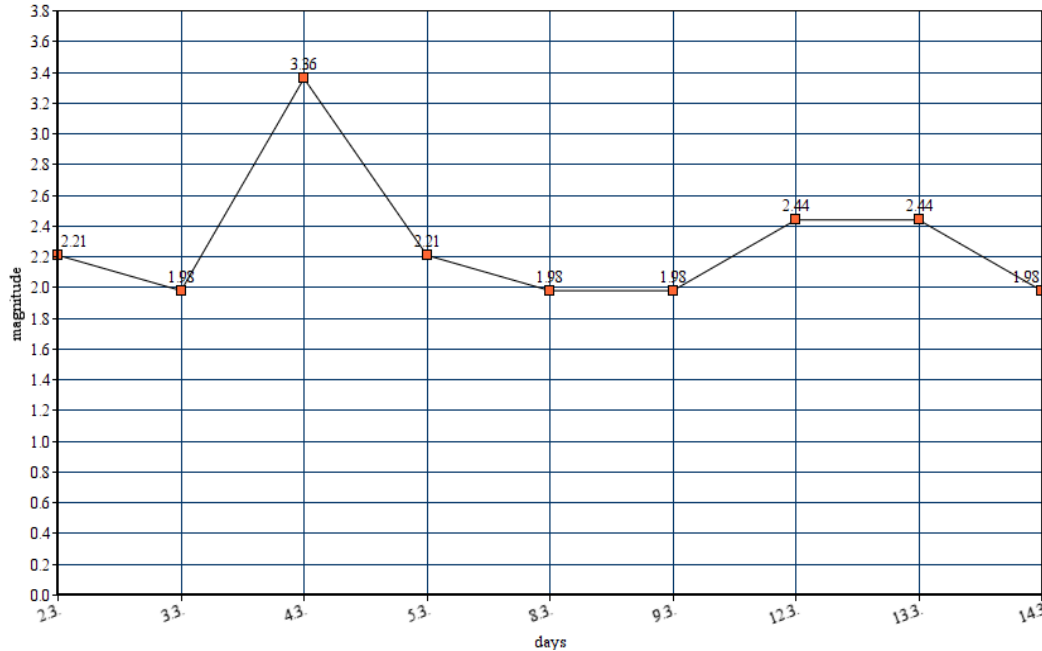
Obradila sam svoje podatke te ih svrstala u tablicu zajedno sa datumom, vremenom, razlikom u sjaju te magnitudom. Već pri samom mjerenju uočila sam da sam počela dobivati netočne podatke. Vjerujem da je „krivac“ za netočne rezultate moj nedostatak iskustva kao i svjetlosno onečišćenje koje dolazi iz grada i okolice. Promatranja sam održavala u slično vrijeme pri dolasku iz škole. Na moju sreću Perzej je u to doba bio pretežito na istom mjestu te sam svoje poznavanje zviježđa Perzej usavršila. Moram napomenuti da je 12. i 13. ožujka u isto vrijeme Mjesec bio u neposrednoj blizini što je utjecalo na moje promatračke sposobnosti

DATUM	VRIJEME	RAZLIKA U SJAJU	MAGNITUDA
2.3. 2019	21:36	a8v2b	2,21
3.3. 2019	21:55	a9v1b	1,98
4.3. 2019	21:23	a3v7b	3,36
5.3. 2019	21:20	a8v2b	2,21
8.3. 2019	21:41	a9v1b	1,98
9.3. 2019	21:40	a9v1b	1,98
12.3. 2019	21:40	a7v3b	2,44
13.3. 2019	21:35	a7v3b	2,44
14.3. 2019	21:20	a9v1b	1,98

TABLICA 1:  
 MOJI  
 REZULTATI  
 PICKERINGOVE  
 METODE

Određenim danima iz tablice očitavam da magnituda koju sam dobila s Pickeringovom metodom je nemoguća i iznosi 1,98 dok magnituda Algola može iznositi maksimalnih 2,12.

Prebacivši podatke u graf očitavam da sam dobila donekle sličnu liniju kao i u predlošku. Jedini nedostatak u grafu je taj kao što sam i napomenula 12. i 13. ožujka mi magnituda činila manjom zbog utjecaja Mjeseca. Nažalost sekundarne padove na sjetlosnoj krivulji nisam mogla dobiti jer su najaktivniji u ovo doba promatranja bili tijekom dana.



GRAF 1:  
SVJETLOSNA  
LINIJA ALGOLA  
Aplikacija

Izračunom prividne magnitude izračunala sam i apsolutni sjaja uz pomoć formule:

$$m - M = 5 \log (d/10)$$

DATUM	PRIVIDNA MAGNITUDA	APSOLUTNA MAGNITUDA
2.3.2019	2,21	-0,064
3.3.2019	1,98	-0,29
4.3.2019	3,36	1,086
5.3.2019	2,21	-0,064
8.3.2019	1,98	-0,29
9.3.2019	1,98	-0,29
12.3.2019	2,44	0,16
13.3.2019	2,44	0,16
14..3.2019	1,98	-0,29

TABLICA 2:  
PRIVIDNA I  
APSOLUTNA  
MAGNITUDA  
  
APSOLUTNA  
MAGNITUDA  
ALGOLA:  
-0,11



# 4. ASTROFOTOGRAFIJA



ASTROFOTOGRAFIJA 1:

8. ožujka 2019 u 23:56 iz Riječkog  
Akadenskog Astronomskog Društva



ASTROFOTOGRAFIJA 2:

12. ožujka 2019 u 22:36 iz Riječkog  
Akadenskog Astronomskog Društva

# 5. REZULTATI I ZAKLJUČAK

## 5.1. REZULTATI PICKERINGOVE METODE

Iznimno sam zadovoljna sa izgledom grafa te i samim rezultatima koje sam dobila. Iako Pickeringovu metodu koristim prvi put u životu kao amater, mogu reći da daju pouzdane informacije. Svoje rezultate kada nastupaju minimumi, usporedila sam sa stranicom ( <https://freestarcharts.com/algol-eclipse-dates-times-march-2019?fbclid=IwAR3unaszdM1cMfBPqG3wHzX2YWzD2Td-QSIIKzeOfySMIFOKI0obey9xIIM>) te uspjela zabilježiti prvi pad sjaja Algolu. Sekundarni minimum nažalost nisam uspjela zabilježiti zbog prethodno navedenih razloga.

## 5.2. ZAKLJUČAK

Pickeringova metoda je iznimno jednostavna za korištanje i izračunavanje. Da bi podaci bili što točniji vjerujem da sam trebala imati mnogo više promatranja tijekom noći, vedro nebo kroz noć bez vanjskih čimbenika (Mjeseca). Uz više iskustva i više vrememena uspjela bi dobila realniji graf i točnije podatke. Nažalost sekundarne padove na svjetlosnoj krivulji nisam mogla dobiti jer su najaktivniji u ovo doba promatranja bili tijekom dana.

# 6. LITERATURA

- [www.zvezdarnica.com](http://www.zvezdarnica.com) i  
<http://www.zvezdarnica.com/astronomija/zanimljivosti/promjenjive-zvijezde/2506>
- zvezdarnica Zagreb
- RACS Calgary Centre – Minima of Algol
- [www.britannica.com](http://www.britannica.com)
- Youtube video- Algol Paradox and Mysteries – The story of the Demon Star – Anton Patrov

