

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za *matematiko in fiziko*



ASTRONOMIJA
Projektna naloga

LASTNO GIBANJE ZVEZD

Avtorji: Peter Lukan, Maja Požar, Katja Kadunc, Julija Zavadlav

Mentor: prof. dr. Andrej Čadež

Ljubljana, maj 2010

KAZALO

1. NALOGA.....	3
2. TEORIJA.....	3
3. PRIPRAVE NA MERITEV.....	5
4. OPAZOVANJE LASTNEGA GIBANJA ZVEZD NA GOLOVCU	5
5. RAZBIRANJE PODATKOV.....	6
6. IZRAČUNI IN PRIMERJAVE/ REZULTATI.....	7
6.1 LHS3318.....	7
6.2 LHS446.....	11
6.3 LHS402.....	14
6.4 LHS296.....	17
6.5 WOLF424	20
7. ZAKLJUČEK.....	24
8. VIRI.....	24

1. NALOGA

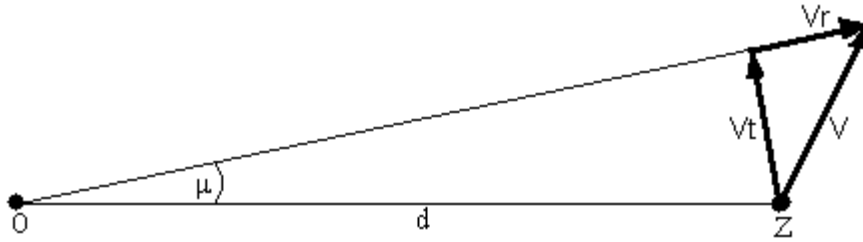
Izmerite lastno gibanje 10 bližnjih zvezd. V zvezdnih katalogih poiščite 10 bližnjih zvezd in jih posnamite. Na posnetkih naredite astrometrijo kandidatov – natančno določite njihove položaje. Iz baz podatkov potegnite ustrezne slike in izmerite položaje teh zvezd ter izračunajte njihova lastna gibanja. Primerjajte s Proper Motion katalogom. Če zvezda doslej še ni bila znana kot zvezda z velikim lastnim gibanjem, jo posebej označite.

2. TEORIJA

Lastno gibanje zvezde je sprememba njene lege na nebu v nekem časovnem obdobju. Skozi stoletja se zdi, da so zvezde skoraj v enakih legah druga glede na drugo – zato so različne civilizacije opirale potek svojega vsakdanjega življenja glede na položaj ozvezdij, ki so se zdela ves čas nespremenjena. Natančna merjenja v sodobnem času so pokazala, da tudi ozvezdja spreminjajo svojo obliko, čeprav počasi, in da se zvezde gibljejo neodvisno. V ozvezdijih so zvezde samo na videz blizu druga drugi, v resnici pa so zelo oddaljene od nas in druga od druge.

Premike zvezd na nebesni krogli lahko opazimo, če primerjamo fotografije istega koščka neba, slikanega v različnih časih. Po daljših časovnih obdobjih so ti premiki zvezd precej veliki in opazni na fotografijah. Ta premik merimo v kotnih sekundah na leto.

Radialno hitrost zvezde določimo s premikom spektralnih črt v njenem spektru. Tangencialno komponento hitrosti zvezde (pravokotno na smer opazovanja) pa lahko določimo, če izmerimo lastno gibanje zvezde, torej njen premik na nebesni krogli. Tangencialno hitrost zvezde lahko zapišemo kot $v_t = \mu d$, kjer je μ premik zaradi lastnega gibanja zvezde, d pa oddaljenost zvezde.



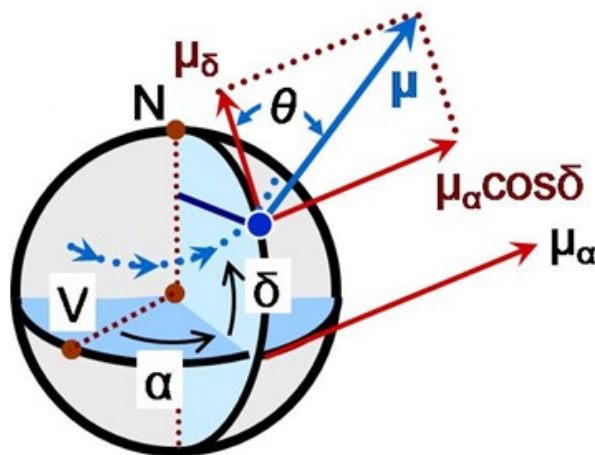
Slika 1: Povezava med lastnim gibanjem in komponentami hitrosti zvezde.

Hitrost zvezde glede na Zemljo dobimo, če vektorsko seštejemo komponenti v_r in v_t :

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_t^2}$$

kjer je v_r radialna hitrost zvezde, v_t pa tangencialna hitrost zvezde.

Položaj zvezde lahko v ekvatorialnem sistemu opišemo z deklinacijo δ in rektascenzijo α . Njen premik lahko podamo s spremembo deklinacije μ_δ in rektascenzije μ_α .



Slika 2: Vektor lastnega gibanja zvezde [3].

Vzemimo, da se v enem letu zvezda premakne iz položaja s koordinatami (α, δ) , v položaj (α_1, δ_1) .

Potem bo sprememba v kotnih sekundah na leto:

$$\mu_\alpha = \alpha_1 - \alpha$$

$$\mu_\delta = \delta_1 - \delta$$

Celoten premik μ bo vektorska vsota obeh komponent:

$$\mu^2 = \mu_\delta^2 + \mu_\alpha^2 \cdot \cos^2 \delta$$

(Faktor $\cos \delta$ dobimo zaradi projekcije na sfero). Največje lastno gibanje ima Barnardova zvezda, ki se v 200 letih premakne za kotni premer Lune [1].

3. PRIPRAVE NA MERITEV

Pred opazovanjem smo iz baze podatkov (katalog Hipparchos) poiskali najbolj primerne zvezde za opazovanje lastnega gibanja zvezd. Zaradi lažjega opazovanja smo iskali zvezde z velikim lastnim gibanjem. Pozorni smo morali biti na to, da bo izbrana zvezda ob času opazovanja takrat vidna na nebu in visoko nad obzorjem (vsaj kakšnih 20°), kar se da izračunati iz podatkov za koordinate zvezd. Zvezde ob horizontu je namreč na Golovcu težko opazovati zaradi tamkajšnjih dreves. Poleg tega je morala imeti izbrana zvezda navidezno magnitudo manjšo od približno 13, ker smo potrebovali nekoliko daljši ekspozicijski čas, da bi posneli več okoliških zvezd, s pomočjo katerih se nato lahko primerja lege naših izbranih zvezd. Če bi zvezde imele večjo magnitudo, bi slika postala saturirana.

4. OPAZOVANJE LASTNEGA GIBANJA ZVEZD NA GOLOVCU

Opazovanje na Golovcu je potekalo dne 7. 5. 2008 in je trajalo samo približno dve uri, saj je naše opazovanje prekinilo slabo vreme. V tem času nam je vendarle uspelo pregledati naslednjih pet zvezd:

- LHS3318
- LHS446
- LHS402 ¹
- LHS296
- WOLF424

Za vsako zvezdo smo posneli najmanj tri slike pri čemer nismo uporabili nobenega filtra. Ekspozicijski časi slik so bili 8, 10 in 20 sekund. Za nekatere slike se je izkazalo, da bi morda potrebovale več ekspozicijskega časa. Naše slike smo shranili za nadaljno obdelavo.

¹ Ta zvezda je v bistvu dvojni sistem z velikim lastnim gibanjem

5. RAZBIRANJE PODATKOV

V našem primeru kakšna posebna obdelava slik ni bila potrebna, ker je šlo samo za merjenje položajev zvezd. Naši posnetki, ki smo jih pobrali s strežnika na Golovcu, so bili že opremljeni s koordinatami v rektascenziji in deklinaciji. Za primerjavo smo morali poiskati kakšne starejše posnetke istih območij neba, kar smo napravili s pomočjo spletne aplikacije Aladin. Našli smo več posnetkov iz treh prejšnjih raziskovalnih projektov: 2MASS, POSS I in POSS II.

2MASS je bil opazovalni projekt izveden med letoma 1997 in 2001 na observatoriju Fred Lawrence Whipple v Arizoni. 2MASS je kratica za '2 Micron All Sky Survey', kar pomeni, da je šlo za opazovanje v infrardečem spektru svetlobe. Opazovanje je potekalo že s CCD detektorji. Projekta POSS I in POSS II sta potekala na observatoriju v Palomarju v južni Kaliforniji (POSS pomeni 'Palomar Observatoy Sky Survey'), prvi med letoma 1948 in 1957, drugi pa od poznih 1980-ih nekje do srede 1990-ih let. Obe opazovanji sta potekali v vidnih valovnih dolžinah in še s pomočjo fotografskih plošč.

Za vsako izmed petih zvezd smo tako poleg našega posnetka imeli na voljo še tri posnetke iz preteklih raziskav. S pomočjo programa Aladin smo arhivske posnetke neposredno primerjali z našimi, saj program omogoča prekrivanje slik. Tako zvezde z lastnim gibanjem sploh ni težko opaziti, saj se okoliške zvezde dobro prekrivajo, zvezda z lastnim gibanjem pa ne in je zato takoj opazna. Posameznim posnetkom smo priredili različne barve, da smo lažje razločili zvezdo z velikim lastnim gibanjem. Program omogoča tudi odčitavanje razdalj, tako da tudi odčitek ni bil problematičen. Na ta način se ni bilo potrebno sklicevati na nobeno referenčno mrežo nebesnih koordinat, torej ni bilo potrebno odčitavati koordinat posameznih zvezd, zanimala nas je le njihova medsebojna razdalja. Tako smo se izognili nepotrebim dodatnim napakam.

Pri meritvah smo imeli več izvorov napak. En vir je bil odčitavanje razdalj s posnetkov, na katerih – kot bo kasneje vidno – so že same naše zvezde bile manjše; to napako smo ocenili na 0,5". Drugi vir je bil približni izračun z leti; tu smo računali na 0,5 leta natančno. Tretji in glavni prispevek je bila napaka zaradi seeinga. To napako imajo vsi posnetki, narejeni z zemeljskega površja; ocenili smo jo na 0,5" za posamezen posnetek, bodisi da je šlo za posnetek z Golovca bodisi za arhivski posnetek.

6. IZRAČUNI IN PRIMERJAVE/ REZULTATI

Odčitavanju so sledili izračuni hitrosti in pregled ujemanj s pričakovanimi vrednostmi iz baze SIMBAD. Hitrosti smo izračunali glede na vsa tri prejšnja merjenja. Rezultate smo prikazali v spodnjih tabelah in grafih. Skupno napako smo dobili tako, da smo sešteli relativno napako zaradi seeinga in odčitavanja ter relativno napako zaradi časovne nenatančnosti. Za vsako zvezdo smo tudi odčitali lege in narisali graf premika, vendar smo hitrosti, kot že omenjeno, računali brez odčitavanja koordinat posameznih zvezd. Za vsako zvezdo smo narisali tudi grafe časovne odvisnosti oddaljenosti zvezde od njenega položaja iz prve meritve iz projekta POSS I.

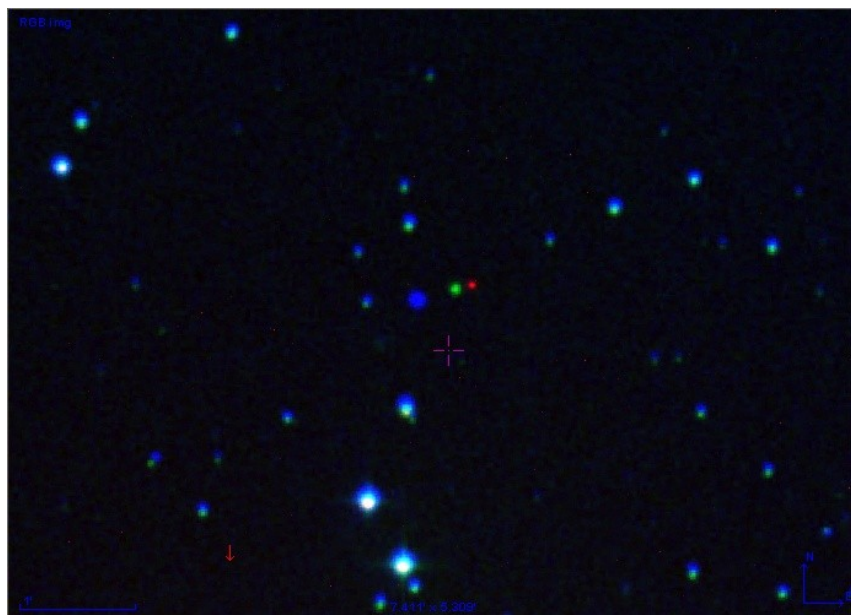
6.1 LHS3318

Spodaj je naš posnetek z Golovca. Zvezde so manjše kot na arhivskih posnetkih, ker smo imeli pri posnetku premajhen ekspozicijski čas.

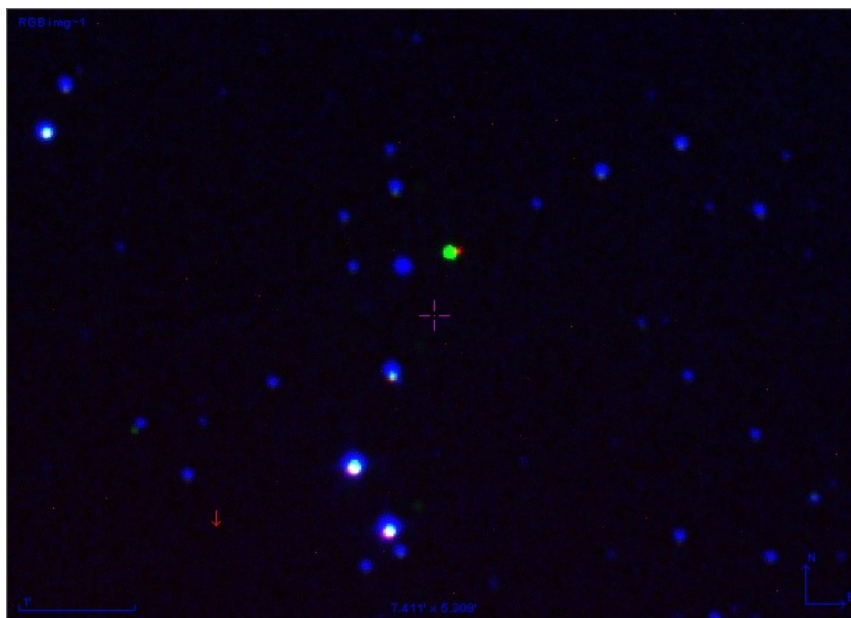


Slika 3: Zvezda LHS3318 (opazovanje na Golovcu, 2008)

Na spodnjih dveh posnetkih imamo vsakič prekrivanje po treh posnetkov zvezde LHS3318. Vseh štirih ni bilo mogoče dati na eno sliko, ker sta si posnetka iz misij POSS II in 2MASS časovno zelo blizu in ju zato praktično ni mogoče ločiti.



Slika 4: Izstopajoče rdeča, zelena in modra pika so zvezda LHS3318 v treh različnih obdobjih. Vse tri ležijo v isti liniji. Premik zvezde je lepo viden. Rdeča zvezda je naš posnetek z Golovca, zelena iz misije POSS II in modra iz misije POSS I. Bele pike v sredinah zvezd pomenijo prekrivanje vseh treh posnetkov. Zgolj pike dobimo, ker so na našem posnetku (slika 3) zvezde opazno manjše zaradi manjšega ekspozicijskega časa.



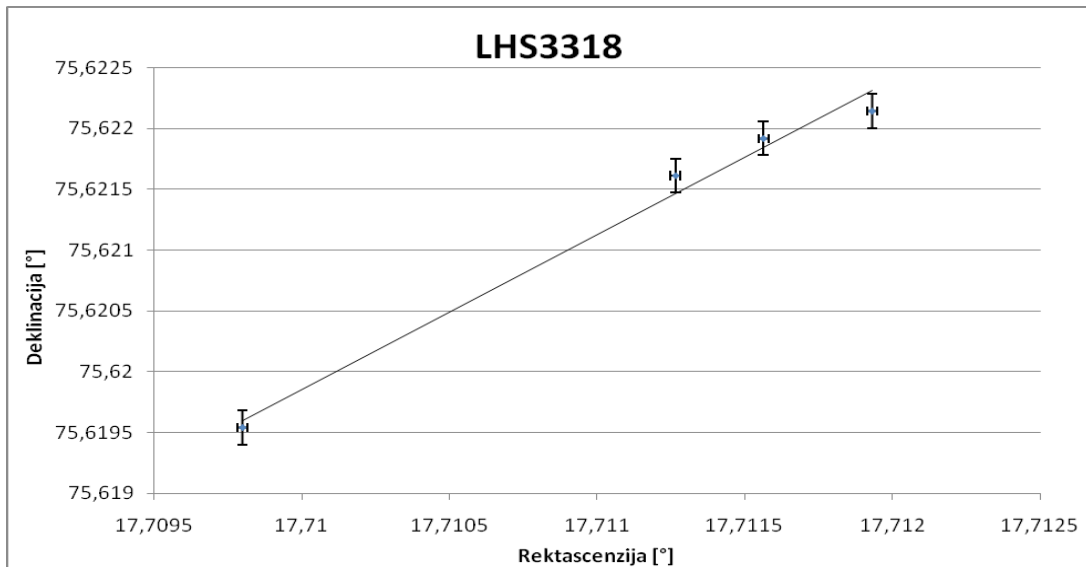
Slika 5: Tu je prekrivanje še treh posnetkov zvezde LHS3318. Rdeča zvezda je še vedno naš posnetek z Golovca, modra iz misije POSS I, zelena pa je tokrat posnetek iz misije 2MASS. Premik do današnjega stanja je izredno majhen in komaj zaznaven, zato pričakujemo tudi večjo napako meritve. Nekatere zvezde so brez belih pik, ker na našem posnetku sploh niso bile vidne.

Opazovanje	Leto meritve	Odčitana razdalja ["]	Izračunana hitrost ["/leto]	Relativna napaka	Relativna napaka glede na bazo SIMBAD
POSS I	1953	29,84	0,5426	5,9%	2,0%
POSS II	1993	8,96	0,5974	20,0%	7,8%
2MASS	1999	4,32	0,4802	40,3%	13,2%

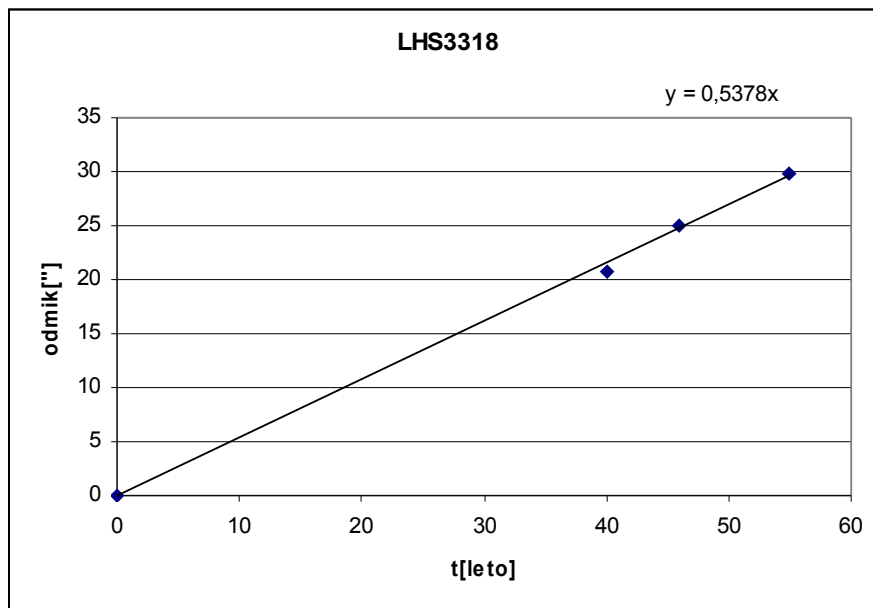
V spodnji tabeli so izračunane hitrosti lastnega gibanja zvezde LHS3318 glede na različna opazovanja. Referenčna hitrost iz baze SIMBAD je bila $v = 0.5536$ "/leto.

Tabela 1: Primerjava iz meritev izračunanih hitrosti lastnega gibanja z referenčno hitrostjo iz baze SIMBAD za zvezdo LHS3318.

Vidimo, da so vsa odstopanja znotraj okvira merskih napak. Vendar takoj pade v oči velikanska relativna napaka naše meritve. Zvezda LHS3318 ima kar majhno lastno gibanje – od vseh petih opazovanih zvezd najmanjšo – zato so tu relativne napake pričakovano velike. Pri izračunu hitrosti s pomočjo misije 2MASS imamo poleg tega majhno časovno oddaljenost, kar nam napako dodatno poveča. Zadnji dve meritvi sta s takšnima napakama že zelo nezanesljivi in bi jima lahko tudi odrekli verodostojnost. Spodaj imamo še graf premikov zvezde glede na isti referenčni koordinatni sistem.



Graf 1: Prikaz spreminjanja koordinat s časom za zvezdo LHS 3318. Časovno zaporedje meritev gre od leve proti desni: POSS I (1953), POSS II (1993), 2MASS (1999), Golovec (2008). Na grafu je vidno, da so ujemanja z domnevnim linearnim gibanjem bolj slaba. Ne bi torej mogli trditi, da se ta zvezda giblje premo. Tega sicer iz samih posnetkov nismo mogli razbrati.



Graf 2: Prikazana je časovna odvisnost premika zvezde LHS3318 glede na koordinato prve meritve (projekt POSS I) Dobljena povprečna vrednost hitrosti vseh meritev za 2,8% odstopa od referenčne iz baze SIMBAD.

6.2 LHS446

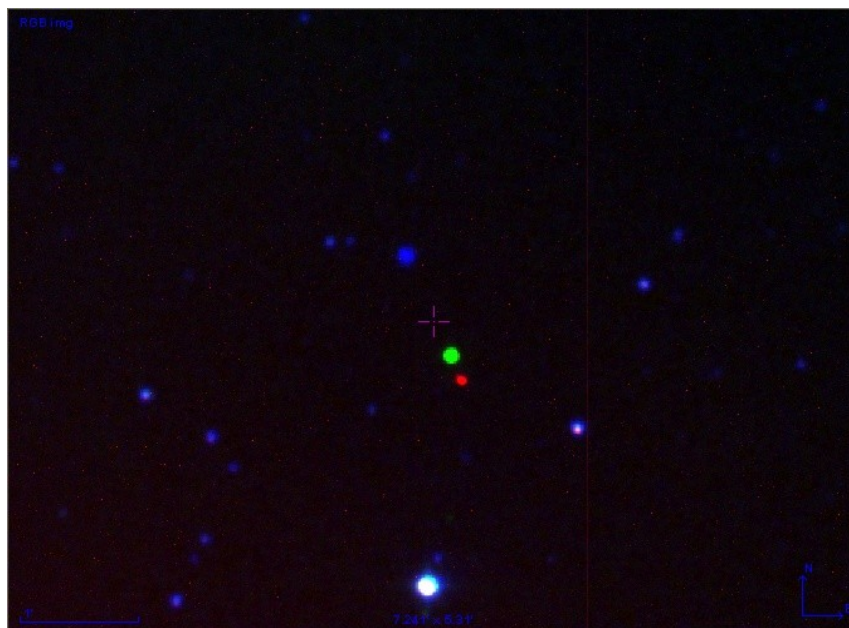
Spodaj imamo posnetek zvezde z Golovca, nato pa dve sliki s prekrivanji posnetkov.



Slika 6: Zvezda LHS446 (opazovanje na Golovcu, 2008)



Slika 7: Izstopajoče rdeča, zelena in modra pika so zvezda LHS446 v treh različnih obdobjih. Vse tri ležijo v isti liniji. Premik zvezde je zelo lepo viden in je dokaj velik. Rdeča zvezda je naš posnetek z Golovca, zelena iz misije POSS II in modra iz misije POSS I.



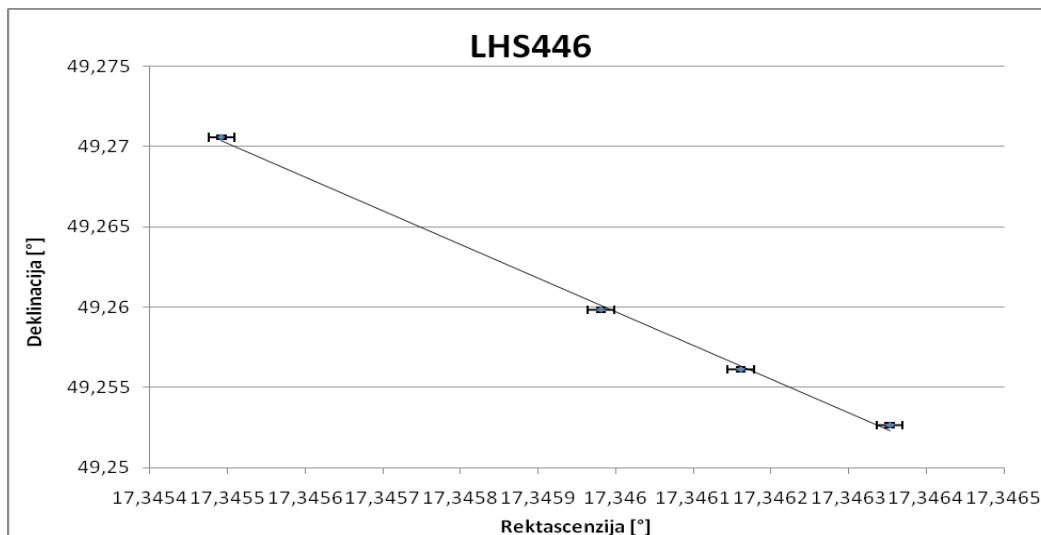
Slika 8: Tu je prekrivanje še treh posnetkov zvezde LHS446. Rdeča zvezda je še vedno naš posnetek z Golovca, modra iz misije POSS I, zelena pa je tokrat posnetek iz misije 2MASS. Očitno je, da je časovni razmik med našim posnetkom in posnetkom iz misije 2MASS manjši.

V spodnji tabeli so prikazane izračunane vrednosti hitrosti za zvezdo LHS446 in primerjane z referenčno vrednostjo iz baze SIMBAD $v = 1,3041$ "/leto.

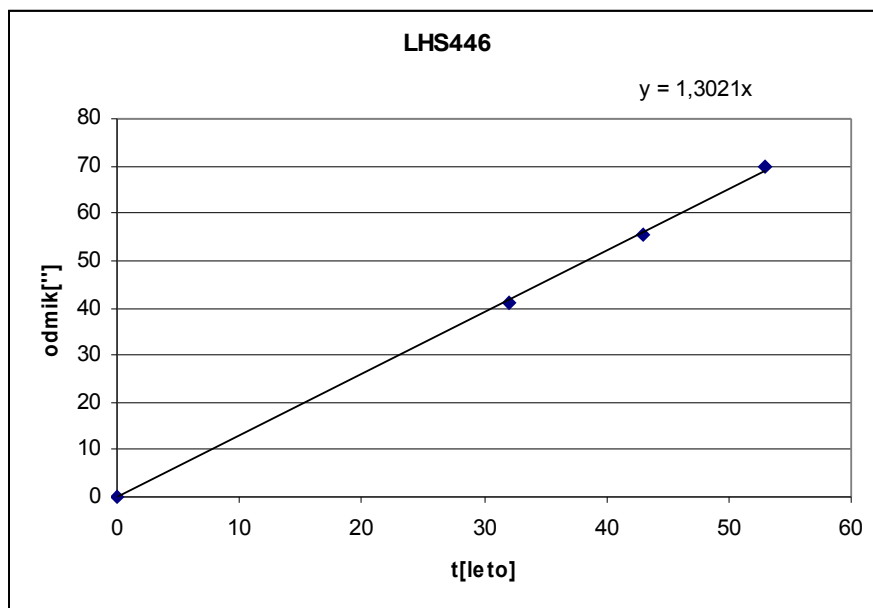
Opazovanje	Leto meritve	Odčitana razdalja ["]	Izračunana hitrost ["/leto]	Relativna napaka	Relativna napaka glede na bazo SIMBAD
POSS I	1955	69,9	1,3189	3,0%	1,1%
POSS II	1987	27,89	1,3281	7,8%	1,8%
2MASS	1998	13,26	1,3260	16,3%	1,6%

Tabela 2: Primerjava iz meritev izračunanih hitrosti lastnega gibanja z referenčno hitrostjo iz baze SIMBAD za zvezdo LHS446. Vsa odstopanja so v okviru napak meritve.

Zvezda LHS446 ima veliko lastno gibanje in zato so v tem primeru tudi napake manjše. Najslabše je seveda ujemanje s hitrostjo, dobljeno z meritvijo iz projekta 2MASS. Ujemanje je sicer dobro, z meritvijo smo lahko zadovoljni.



Graf 3: Prikaz spreminjanja koordinat s časom za zvezdo LHS446. Časovno zaporedje meritev gre od leve proti desni: POSS I (1955), POSS II (1987), 2MASS (1998), Golovec (2008). Ujemanje napak kaže na premo gibanje.



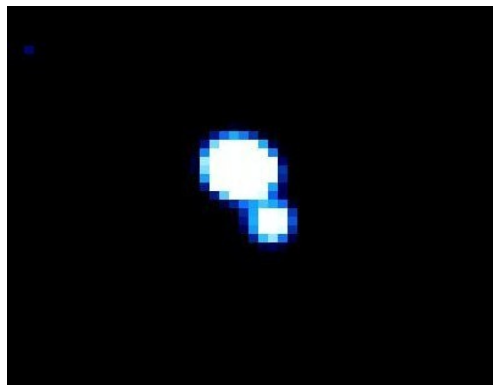
Graf 4: Prikazana je časovna odvisnost premika zvezde LHS446 glede na koordinato prve meritve (projekt POSS I). Povprečna hitrost, dobljena iz meritev, se na 0,2% ujema z vrednostjo iz baze SIMBAD.

6.3 LHS402

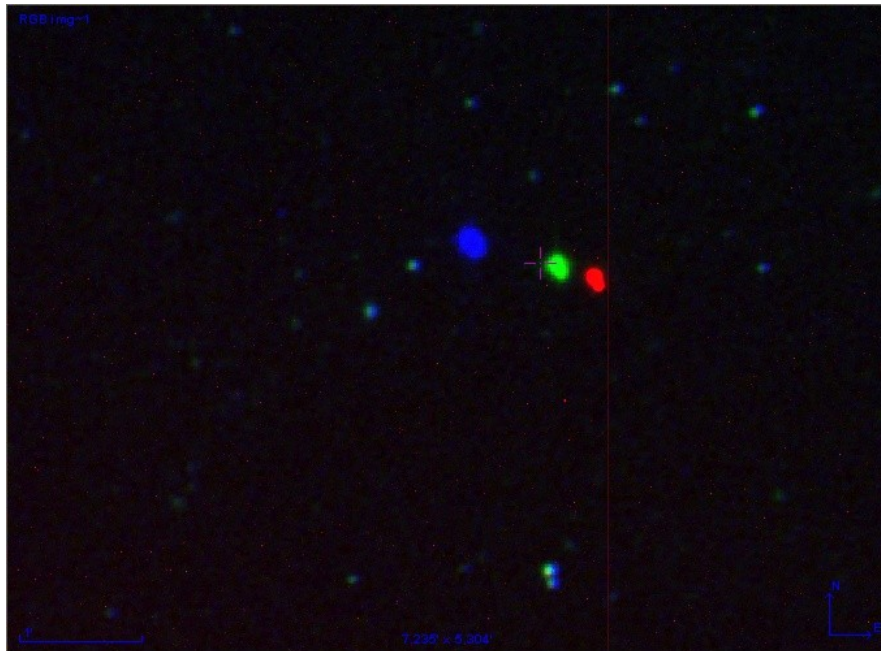
Spodaj je posnetek zvezde z Golovca in dve sliki s prekrivanjem po treh posnetkov. Že na prvem posnetku je vidno, da je zvezda v resnici dvojni sistem, ker je jajčasto razpotegnjena.



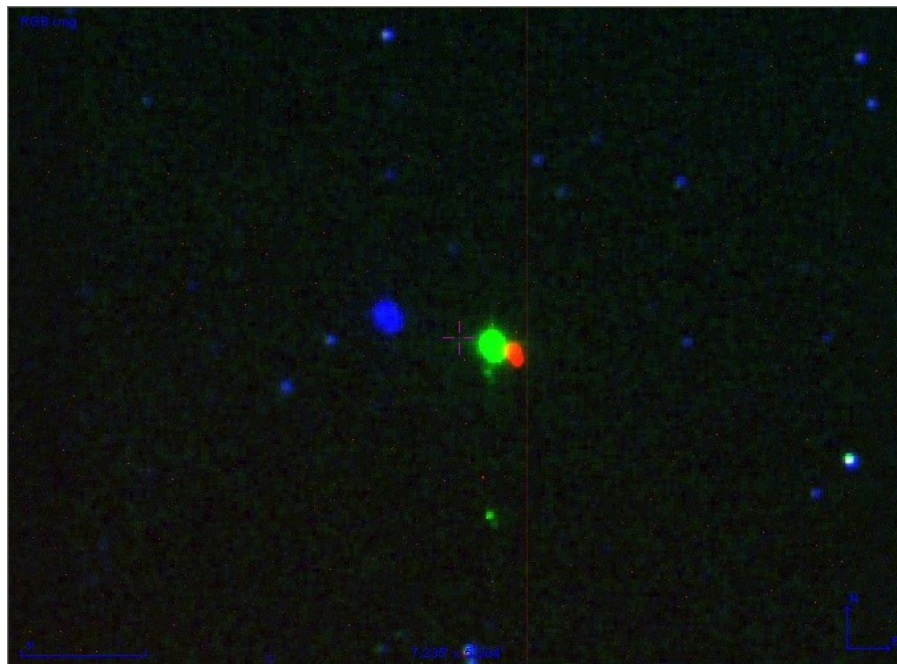
Slika 9: Zvezda LHS402 (opazovanje na Golovcu, 2008)



Slika 10: Zvezda LHS402 je v resnici dvojni sistem in sicer vizualna dvojnica.



Slika 11: Izstopajoče rdeča, zelena in modra pika so dvojni sistem LHS402 v treh različnih obdobjih. Lepo je videti, da se premika celoten dvojni sistem, da sta si zvezdi torej fizično blizu. Rdeča zvezda je naš posnetek z Golovca, zelena iz misije POSS II in modra iz misije POSS I.



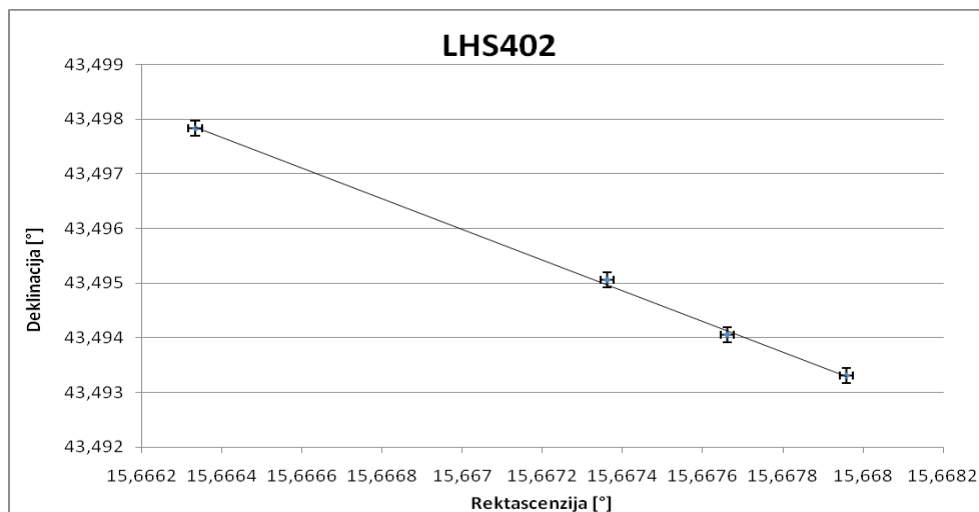
Slika 12: Tu je prekrivanje še treh posnetkov zvezde LHS446. Rdeča zvezda je še vedno naš posnetek z Golovca, modra iz misije POSS I, zelena pa je tokrat posnetek iz misije 2MASS. Očitno je, da je časovni razmik med našim posnetkom in posnetkom iz misije 2MASS kar majhen. Zelena pika spodaj je zvezda, ki očitno seva močneje v infrardečem kot v vidnem delu spektra, sicer ne bi bila tako čisto zelena.

V spodnji tabeli so prikazane izračunane hitrosti lastnega gibanja za dvojni sistem, ki smo jih dobili z meritvami. Referenčna hitrost iz baze SIMBAD je bila $v = 1.2132$ "/leto.

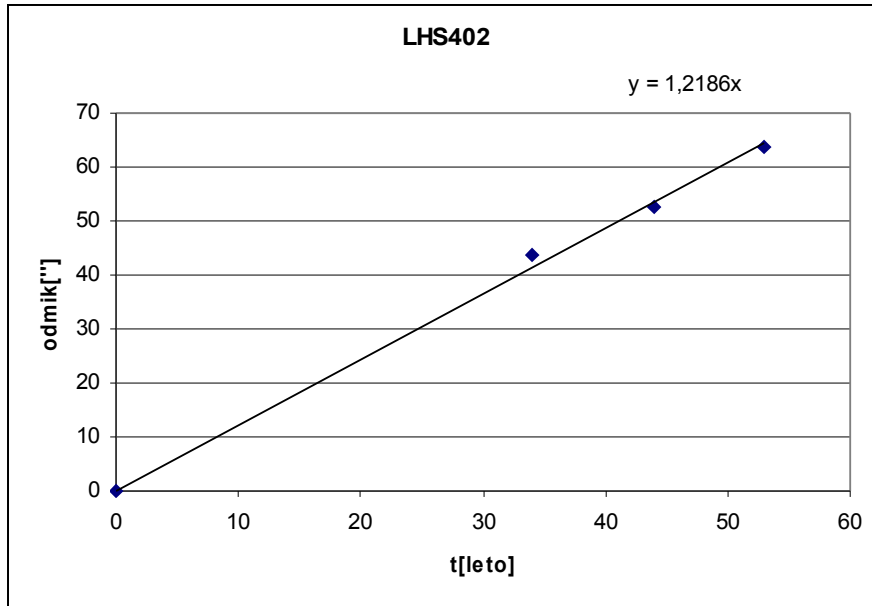
Opazovanje	Leto meritve	Odčitana razdalja ["]	Izračunana hitrost ["/leto]	Relativna napaka	Relativna napaka glede na bazo SIMBAD
POSS I	1955	63,84	1,2045	3,2%	0,7%
POSS II	1989	21,21	1,1163	9,7%	8,7%
2MASS	1999	11,07	1,2300	19,1%	13,7%

Tabela 3: Primerjava iz meritev izračunanih hitrosti z referenčno hitrostjo za zvezdo LHS402. Relativne napake meritve pokrijejo odstopanja od referenčne vrednosti hitrosti.

Pri zvezdi LHS402 se izračunane vrednosti dobro ujemajo s pričakovano, napake so tudi v razumnih mejah z izjemo izračunane hitrosti iz projekta 2MASS. Ta napaka je seveda velika, vendar je to pričakovati zaradi majhne časovne razdalje med meritvama, ki znaša tu 10 let. Spodaj je še graf položajev dvojnega sistema po obdobjih.



Graf 5: Prikaz spreminjanja koordinat s časom za zvezdo LHS402. Časovno zaporedje meritev gre od leve proti desni: POSS I (1955), POSS II (1989), 2MASS (1999), Golovec (2008). Ujemanje kaže na linearno gibanje.



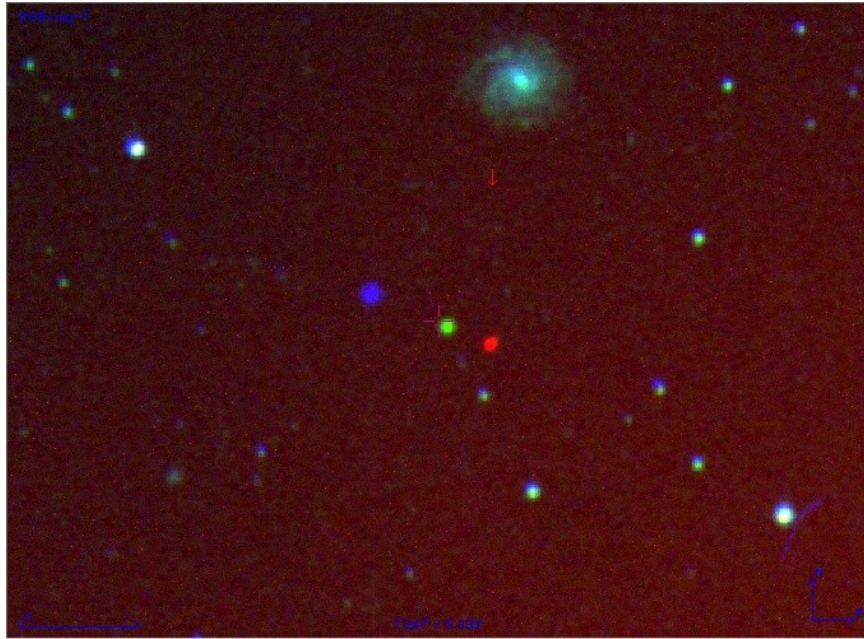
Graf 6: Prikazana je časovna odvisnost premika zvezde LHS402 glede na koordinato prve meritve (projekt POSS I). Povprečna vrednost iz meritev se na 0,4% ujema s tisto iz baze SIMBAD.

6.4 LHS296

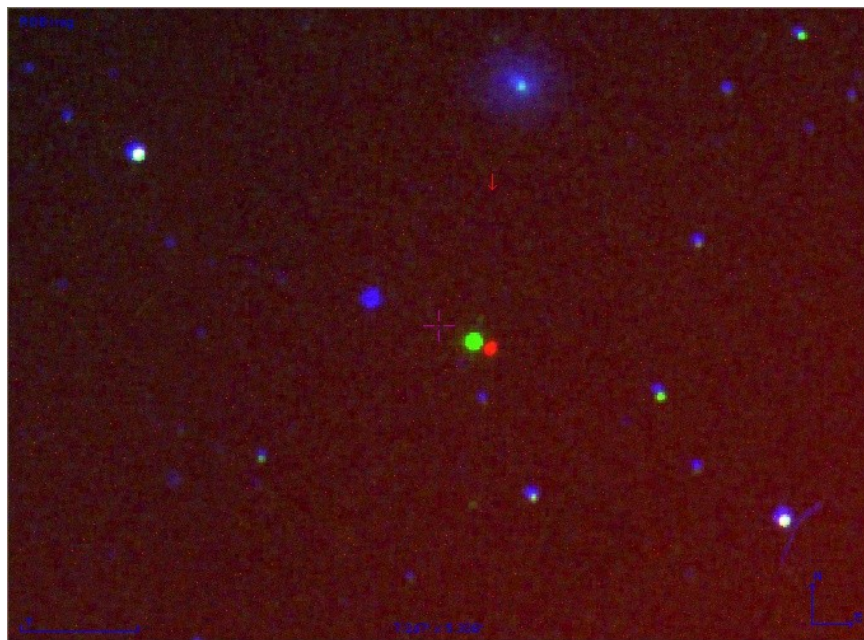
Spodaj je posnetek zvezde z Golovca in še dve sliki s prekrivanjem po treh posnetkov.



Slika 13: Zvezda LHS296 (opazovanje na Golovcu, 2008)



Slika 14: Izstopajoče barvne pike so zvezda LHS296 v treh različnih obdobjih. Rdeča zvezda je naš posnetek z Golovca, zelena iz misije POSS II in modra iz misije POSS I.



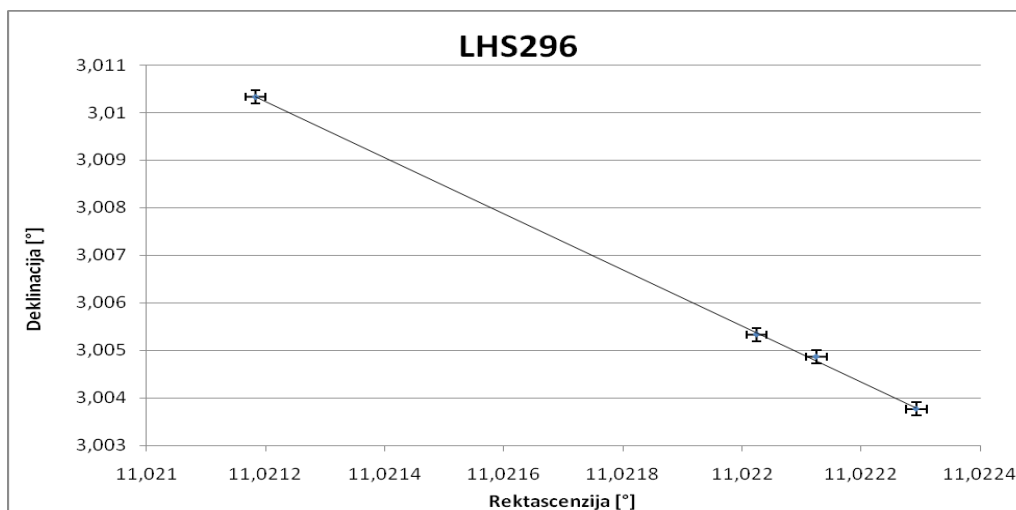
Slika 15: Tu je prekrivanje še treh posnetkov zvezde LHS296. Rdeča zvezda je še vedno naš posnetek z Golovca, modra iz misije POSS I, zelena pa posnetek iz misije 2MASS.

Spodaj je tabela, v kateri so navedene izračunane hitrosti lastnega gibanja za zvezdo LHS296 ter odstopanja od pričakovane referenčne vrednosti iz baze SIMBAD, ki je $v = 1,1411$ "/leto.

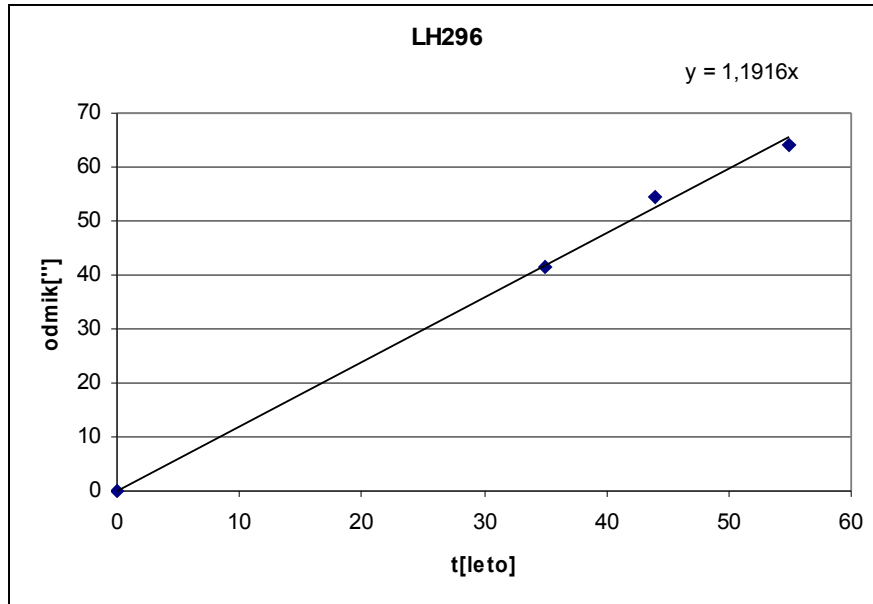
Opazovanje	Leto meritve	Odčitana razdalja ["]	Izračunana hitrost ["/leto]	Relativna napaka	Relativna napaka glede na bazo SIMBAD
POSS I	1953	63,96	1,1629	3,9%	1,9%
POSS II	1988	21,52	1,0760	10,8%	6,0%
2MASS	1997	10,38	0,9436	19,0%	17,3%

Tabela 4: Primerjava iz meritev izračunanih hitrosti z referenčno hitrostjo za zvezdo LHS296. Relativne napake meritve pokrijejo odstopanja od referenčne vrednosti hitrosti.

Pri zvezdi LHS296 so ujemanja kar dobra, močnejše izstopa le izračun hitrosti s podatki iz projekta 2MASS. Tam je odstopanje od pričakovane vrednosti res veliko. Morda je to malce nepričakovano, glede na to, da je lastna hitrost zvezde kar velika, vendar to očitno ne kompenzira majhne časovne oddaljenosti obeh meritev. Pri ostalih dveh izračunih se vrednosti ujemajo in tudi napaki sta zmerni.



Graf 7: Prikaz spreminjanja koordinat s časom za zvezdo LHS296. Časovno zaporedje meritev gre od leve proti desni: POSS I (1955), POSS II (1995), 2MASS (1997), Golovec (2008). Pri tej zvezdi imamo najboljše ujemanje in gibanje je precej jasno premo.



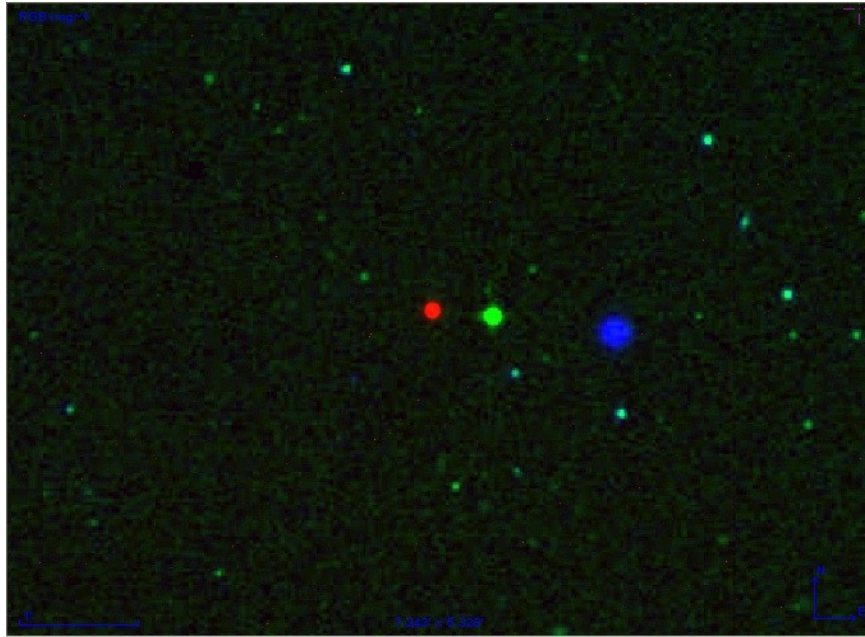
Graf 8: Prikazana je časovna odvisnost premika zvezde LHS296 glede na koordinato prve meritve (projekt POSS I). Povprečna hitrost se le na 4,2% ujema s tisto iz baze SIMBAD.

6.5 WOLF424

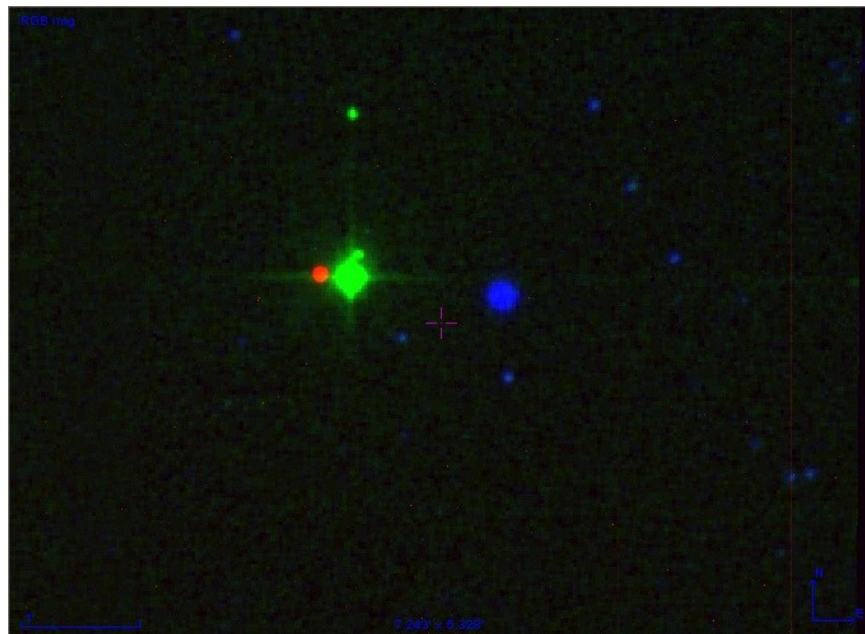
Spodaj so posnetek z Golovca in dve sliki s prekrivanji po treh posnetkov.



Slika 16: Zvezda WOLF424 (opazovanje na Golovcu, 2008)



Slika 17: Tri izstopajoče barvne pike so lege zvezde Wolf424 v različnih obdobjih. Rdeča je naš posnetek z Golovca, zelena je posnetek z misije POSS II in modra z misije POSS I.



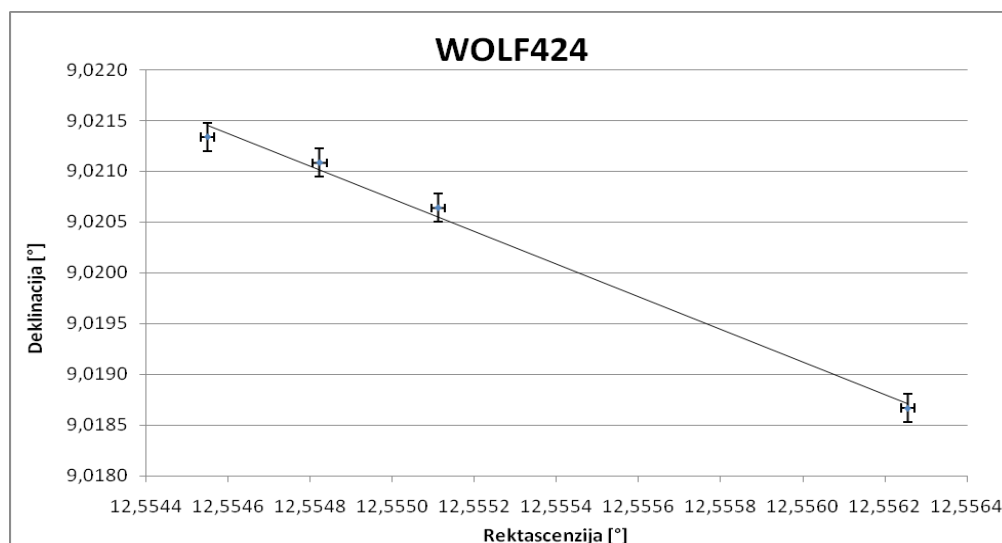
Slika 18: Tri izstopajoče barvne pike so lege zvezde Wolf424 v različnih obdobjih. Rdeča je naš posnetek z Golovca, zelena je posnetek z misije 2MASS in modra z misije POSS I. Tukaj vidimo še dve drugi izrazito zeleni zvezdi, čemur je vzrok slikanje v infrardečem območju: ti dve zvezdi očitno močneje sevata v infrardečem območju kot v vidnem.

Spodaj je tabela z izmeritvami izračunanimi vrednostmi hitrosti lastnega gibanja. Referenčna hitrost iz baze SIMBAD je bila $v = 1.7419$ "/leto.

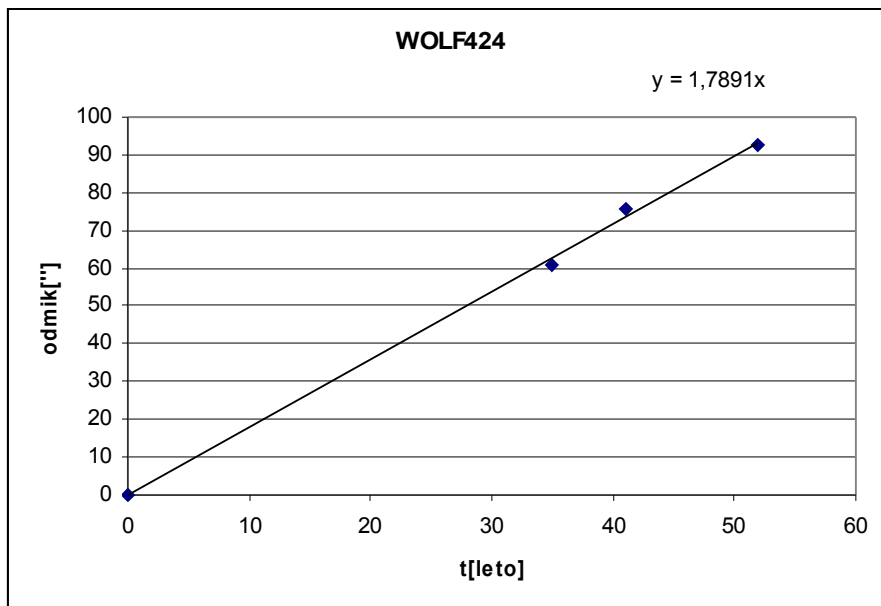
Opazovanje	Leto meritve	Odčitana razdalja ["]	Izračunana hitrost ["/leto]	Relativna napaka	Relativna napaka glede na bazo SIMBAD
POSS I	1956	92,76	1,7839	2,6%	2,4%
POSS II	1991	30,57	1,7982	7,8%	3,2%
2MASS	1997	16,30	1,4818	13,7%	14,9%

Tabela 5: Primerjava iz meritev izračunanih hitrosti z referenčno hitrostjo za zvezdo Wolf424. Vidimo, da v primeru izračuna s pomočjo podatka iz baze 2MASS napaka ne pokrije odstopanja od referenčne vrednosti.

Meritve so dobre, težavo imamo le pri rezultatu, dobljenim s posnetkom iz misije 2MASS. V tem primeru napaka ne pokrije odstopanja od referenčne vrednosti, kar je edini takšen primer med našimi zvezdami. Napaka sama sicer ni tako velika, ker ima Wof424 največjo hitrost izmed vseh zvezd, ki smo jih posneli. Hipoteza, ki jo tu lahko poskušamo postaviti bi bila, da so slike pri projektu 2MASS narejene v infrardečem (pri 2 μm) in je napaka zaradi seeinga pri njih večja kot pri posnetkih v vidnem območju spektra.



Graf 9: Prikaz spreminjanja koordinat s časom za zvezdo WOLF424. Časovno zaporedje meritev gre od leve proti desni: POSS I (1956), POSS II (1991), 2MASS (1997), Golovec (2008). Tukaj spet zaradi odstopanja ne moremo z veliko gotovostjo trditi, da gre za premo gibanje.



Graf 10: Prikazana je časovna odvisnost premika zvezde WOLF424 glede na koordinato prve meritve (projekt POSS I). Odstopanje povprečne hitrosti od tiste iz baze SIMBAD je 2,6%.

7. ZAKLJUČEK

Za meritve lahko rečemo, da so v skoraj vseh primerih prinesle dobro ujemanje s pričakovanimi vrednostmi hitrosti iz baze SIMBAD. Najboljša ujemanja so bila s podatki iz projekta POSS I, kar je bilo pričakovati, saj so ti posnetki na največji časovni oddaljenosti od naše meritve, zaradi česar dobimo manjše relativne napake. Glavni prispevek k napaki vedno prinaša seeing, zaradi katerega dobimo na posnetkih potem določeno ločljivost. Ugotovili smo tudi, da je 10 let prekratko obdobje za določitev lastne hitrosti zvezde na nekaj odstotkov natančno, kar zgovorno dokazujejo izračuni s slikami iz projekta 2MASS. V celotnem projektu imamo enosamo neujemanje in sicer za vrednost, izračunano s pomočjo projekta 2MASS. Podali smo domnevo, da so napake pri tem projektu v resnici večje, kot smo jih pripisali, saj so posnetki napravljeni v infrardečem področju, kjer je ločljivost slabša.

Grafi položajev zvezd kažejo pri treh zvezdah na premo gibanje, izračuni za te zvezde pa potrjujejo, da gre za enakomerno gibanje. Pri dveh zvezdah verjetno ne gre za premo gibanje, to pa običajno odpira možnosti za raziskovanje kakšne prikrite zvezde dvojnice. Za zvezdo Wolf424 to potrjuje tudi baza SIMBAD, za zvezdo LHS3318 pa ne.

8. VIRI

1. France Avsec, Marijan Prosen: *Astronomija*; DMFA Ljubljana 2006
2. Dinah L. Moche: *Astronomy*; John Wiley & Sons; 5th edition (June 15, 2000)
3. <http://en.wikipedia.org>