

Mladi za napredek Maribora 2015
32. srečanje

SONČEVE PEGE

Raziskovalno področje: Astronomija

Raziskovalna naloga

Avtor: ANA TUŠEK

Mentor: ZLATKA FERLINC, NATAŠA PETELIN

Šola: OŠ BOJANA ILICHA MARIBOR

Maribor, februar 2015

Mladi za napredek Maribora 2015
32. srečanje

SONČEVE PEGE

Raziskovalno področje: Astronomija

Raziskovalna naloga

Maribor, februar 2015

KAZALO

1. POVZETEK	5
2. ZAHVALA.....	6
3. UVOD	7
4. TEORETIČNI DEL.....	8
4.1 Portret Sonca.....	8
4.2 Zgradba Sonca	8
4.2.1 Notranja zgradba Sonca	8
4.2.2 Površje-fotosfera	9
4.2.3 Atmosfera in pojavi na Soncu.....	10
4.3 Sončeve pege.....	11
4.3.1 Opis in zgradba Sončevih peg.....	11
4.3.2 Skupine Sončevih peg.....	12
4.3.3 Nastanek Sončevih peg	12
4.3.4 Kratka zgodovina	14
5. RAZISKOVALNO DELO	15
5.1 Življenska doba peg.....	16
5.2 Izračun Wolfovega števila	18
5.3 Züriška klasifikacija	20
5.4 Položaj Sončevih peg.....	26
5.5 Določanje hitrosti gibanja peg v posameznih heliografskih širinah.....	29
6. ZAKLJUČEK.....	32
7. DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	33
8. Viri	34
9. PRILOGE	35

Kazalo slik:

Slika 1: Zgradba Sonca (8).....	8
Slika 2: Sončeve pege (9).....	9
Slika 3: Bakla in Sončeva pega (10)	9
Slika 4: Granule na Soncu (6).....	9
Slika 5: Pojavi na Soncu (11).....	10
Slika 6: Sončeva pega - umbra in penumbra (12)	11
Slika 7: Unipolarna pega (6)	11
Slika 8: Bipolarna pega (6).....	11
Slika 9: Multipolarna pega (6)	11
Slika 10: Ciklusi Sončevih peg (5)	12
Slika 11: Magnetne silnice(5)	13
Slika 12: Ciklusi Sončevih peg (13)	13
Slika 13: Primer fotografije iz spletne strani http://www.spaceweather.com/ (14).....	15
Slika 14: Primer fotografije Sonca na mreži (14).....	20
Slika 15: Züriška klasifikacija skupin Sončevih peg Z (15).....	22
Slika 16: Razvoj pege 2192 v prvem obhodu od 19. do 29.10.2014	24
Slika 17: Razvoj pege 2209 (2192) v drugem obhodu od 14. do 25.11.2014	25
Slika 18: Prikaz premikanja pege.....	28

Kazalo grafov:

Graf 1: Življenska doba peg	17
Graf 2: Wolfovo število - primerjava mojega izračuna in uradno objavljenega podatka	19
Graf 3: Spreminjanje položaja pege 2218	21
Graf 4: Spreminjanje položaja pege 2248	21
Graf 6: Skupno število Sončevih peg na določenih pasovih heliografskih širin	26
Graf 7: Število pojavov peg glede na Sončev ekvator	27
Graf 8: Prikaz obhodnih časov za posamezno severno heliografsko širino	30
Graf 9: Prikaz obhodnih časov za posamezno južno heliografsko širino	31

Kazalo tabel:

Tabela 1: Züriška klasifikacija pege 2192 za prvi in drugi obhod	23
Tabela 2: Podatki za pege na severnih heliografskih širinah	30
Tabela 3: Podatki za pege na južnih heliografskih širinah	31

1. POVZETEK

Sonce je naš vir energije in svetlobe na Zemlji. Zanimalo me je, katere aktivnosti na Soncu potekajo. Najbolj so me pritegnile Sončeve pege, zato sem se odločila raziskati ta pojav. Preko spletne strani www.spaceweather.com in astronomskega društva Orion Maribor sem dnevno beležila nastajanje Sončevih peg in njihov trenutni položaj na Soncu. Seznanila pa sem se tudi, kako se s pomočjo teleskopa lahko opazujejo pege. S pomočjo pridobljenih podatkov sem ugotavljala velikost in obliko (Züriška klasifikacija) ter življenjsko dobo Sončevih peg. Določila sem tudi Wolfovo število ter ocenila hitrost s katero se Sonce giblje na različnih heliografskih širinah. Zanimalo me je tudi ali Sončeve pege ostanejo na enem mestu ali se premikajo po Sončevi površini ter v katerem obdobju 11-letnega ciklusa se nahajamo sedaj.

2. ZAHVALA

Zahvaljujem se mentoricama za zanimiva predavanja na izbirnem predmetu Astronomija, saj sta me tako navdušili za raziskovalno nalogo. Pomagali sta mi z nasveti in me usmerjali pri iskanju literature in pisanju naloge. Zahvaljujem se tudi članom astronomskega društva Orion Maribor za nekatere podatke in razlage.

3. UVOD

Pri prebiranju literature iz področja Sonce in naše osončje so me pritegnili številni pojavi in nemir, ki se dogaja na našem Soncu. Na spletu sem začela prebirati članke objavljene na straneh astronomskih društev in raziskovalne naloge drugih učencev in dijakov. Odločila sem se podrobneje raziskati pojav Sončevih peg. Zato sem v obdobju od 5. septembra 2014 do 12.1.2015 spremljala Sončeve pege. V ta namen sem shranjevala fotografije Sonca in jih uporabila za pridobivanje podatkov. Med opazovanjem sprememb sem si začela zastavljati različna vprašanja na katera sem želela odgovoriti.

Hipoteza 1: Oblika, velikost in življenska doba različnih Sončevih peg se spreminjajo.

Hipoteza 2: Položaj Sončeve pege se v opazovanem času spreminja.

Hipoteza 3: Sonce se na različnih širinah vrti z različno hitrostjo.

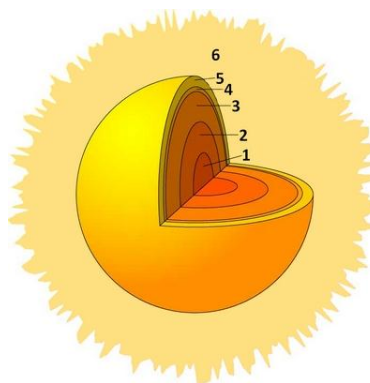
4. TEORETIČNI DEL

4.1 Portret Sonca

Sonce je 4,6 milijarde let stara zvezda v centru našega sončnega sistema. Je kroglja grajena iz vroče plazme ioniziranih plinov, prepletena z magnetnimi polji. $\frac{3}{4}$ mase predstavlja vodik, ostali del v glavnem helij, manj kot 2% pa predstavljajo ogljik, kisik, neon, železo in drugi elementi. (7)

4.2 Zgradba Sonca

- 1- Jedro ali sredica
- 2- Sevalna plast
- 3- Konvekcijska plast
- 4- Fotosfera
- 5- Kromosfera
- 6- Korona



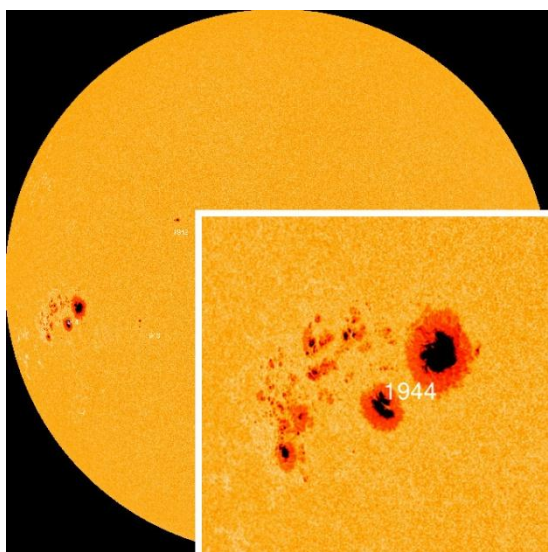
Slika 1: Zgradba Sonca (8)

4.2.1 Notranja zgradba Sonca

Notranjost Sonca je sestavljena iz treh plasti. V jedru poteka jedrska fuzija. Pri tem prihaja do silovitih trkov vodikovih jeder (protonov), pri čemer nastaja helij, sprošča pa se energija v obliki elektromagnetnega sevanja (to je fotonov). V sevalnem območju se ta energija prenaša navzven. V konvekcijskem območju prihaja do mešanja ali dvigovanja vroče plazme in do spuščanja bolj hladne proti notranjosti Sonca. (7)

4.2.2 Površje-fotosfera

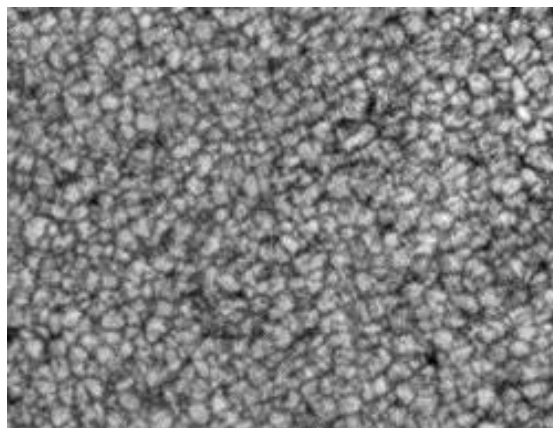
Zatem sledi fotosfera ali tako imenovano vidno površje Sonca. To je približno 100 kilometrov debela plast sončeve atmosfere. V njej se vroča plazma iz notranjosti Sonca stalno dviguje, ohlajena pa se vrača v globlje plasti. Zato ima fotosfera zrnat izgled. Granule (zrna) so premera okoli 1000 kilometrov lahko tudi do 30.000 kilometrov (supergranule). V tem območju nastajajo Sončeve pege in vidne svetle lise – bakle. Bakle so za okoli 200° bolj vroče od sosednjih področji in zato videti svetlejše. (7, 2)



Slika 2: Sončeve pege (9)



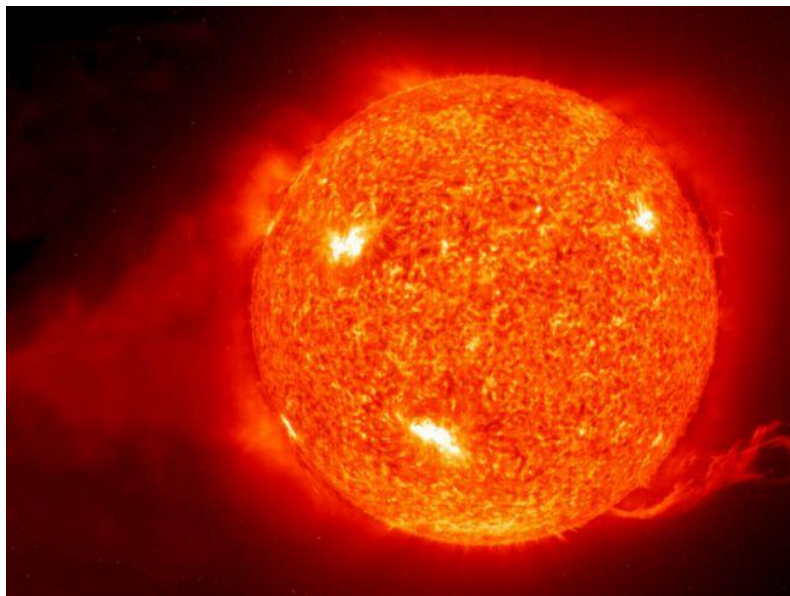
Slika 3: Bakla in Sončeva pega (10)



Slika 4: Granule na Soncu (6)

4.2.3 Atmosfera in pojavi na Soncu

Nad fotosfero sledijo še 3 plasti: oranžno-rdeča približno 2000 kilometrov debela kromosfera, ki je mnogo redkejša od fotosfere in kjer se temperatura od 4500°C poveča do 20.000°C. V kromosferi se dogajajo izbruhi plinov, ki jim pravimo Sončevi vodometi ali spikule. Lahko se dvignejo do višine 10.000 kilometrov in živijo le nekaj minut. Od časa do časa se lahko dvignejo tudi oblaki razbeljenega plina imenovani protuberance, ki jih lahko ob popolnem Sončevem mrku, ko je Luna med Zemljo in Soncem, vidimo tudi s prostim očesom. Včasih se lahko del plina odtrga od Sonca in leti v razne smeri. Razen protuberanc poznamo tudi oblake svetlih vročih plinov-flokule. Kadar se plin zaradi magnetnega polja močno stisne, lahko del flokule močno zasveti in nastane blišč. V naslednji prehodni plasti se temperatura dvigne še na milijon stopinj Celzija, vendar je razlaga tega nenadnega skoka temperature še neznana. Zadnja plast je korona, kjer pa je temperatura še dvakrat večja. To je zelo redka vroča plazma, ki se na večji oddaljenosti od Sonca razblinja v medplanetarni prostor in je izvor Sončevega vetra (tok naelektrenih delcev, pretežno elektronov in protonov). (7, 2)



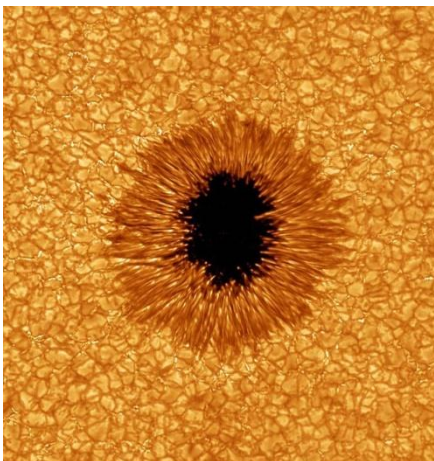
Slika 5: Pojavi na Soncu (11)

4.3 Sončeve pege

4.3.1 Opis in zgradba Sončevih peg

V področju fotosfere nastajajo Sončeve pege, ki so glavna tema moje naloge. Sončeve pege so videti kot temnejša območja na površini Sonca, kjer je zaradi močnejše magnetne aktivnosti temperatura nižja, kot drugod. Večje pege sestavljata temnejša senca (umbra) s temperaturo 4500°C in svetlejša polsenca (penumbra) s temperaturo 5000°C . Za primerjavo temperatura Sonca v tem področju je 5778°C . (3)

Pege se navadno pojavljajo v skupinah. Običajno se pojavljajo v bipolarnih skupinah. Tipična skupina je sprva kot dve majhni pori, ki ponavadi v dveh tednih dosežeta največjo velikost. Skupino sestavljata vodilna pega in sledilna pega ali pa še nekaj manjših peg. Ko se začne upadanje, ostane vodilna pega vidna najdlje časa. Velikost peg je zelo različna. Od tistih, ki so na meji vidnosti, pa do tistih, ki dosežajo dvajsetkratne velikosti Zemlje. Večina peg ima premer od 2000 do okoli 20.000 kilometrov, nekatere pa dosežejo tudi do 160.000 kilometrov (premer Zemlje je 12.756 kilometrov). Včasih so pege vidne tudi brez teleskopa. Največja do sedaj znana pega se je na Soncu pojavila 8. Aprila 1947 in je merila 1,2% Sončeve površine. Nastanek, razvoj in razpadanje Sončevih peg lahko traja nekaj tednov, redkeje pa nekaj mesecev. (7, 2, 6)



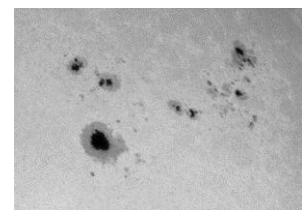
Slika 6: Sončeva pega - umbra in penumbra (12)



Slika 7: Unipolarna pega (6)



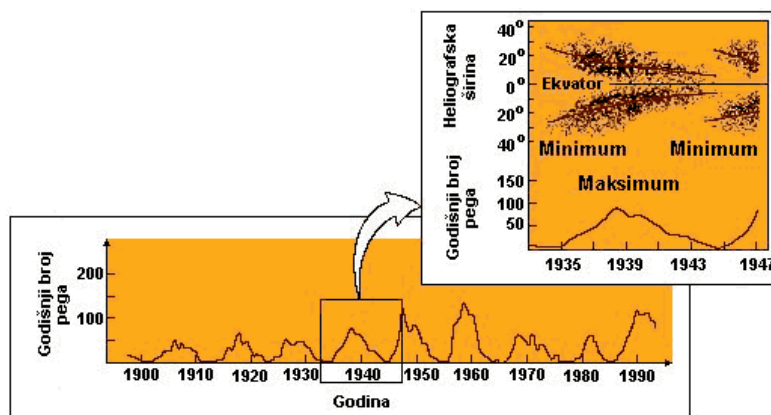
Slika 8: Bipolarna pega (6)



Slika 9: Multipolarna pega (6)

4.3.2 Skupine Sončevih peg

Skupine sončevih peg so različne po svoji strukturi. Delimo jih na: unipolarne (8.6%), bipolarne (91%) in multipolarne (0.4%). Najpogostejše so bipolarne skupine, z eno vodilno in z ostalimi pegami spremljevalkami. Če je vodilna pega ene polarnosti, so vse ostale pege v njeni bližini druge polarnosti. Linija magnetnega polja izvira iz notranjosti Sonca skozi eno pego, naredi lok skozi atmosfero in potone nazaj v drugo pego. Smeri magnetnih silnic so na severni polobli Sonca (glede na ekvator) nasprotno orientirane kot na južni. To traja enajst let, po tej periodi, pa se polarnost zamenja. Zato celotna perioda magnetne aktivnosti Sonca traja približno 22 let. Polarnost se menja takrat, ko je na Soncu najmanjše število peg (minimum). (2, 5)

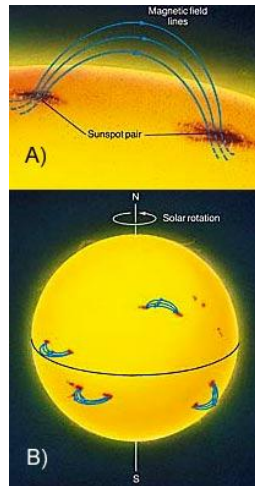


Slika 10: Ciklusi Sončevih peg (5)

4.3.3 Nastanek Sončevih peg

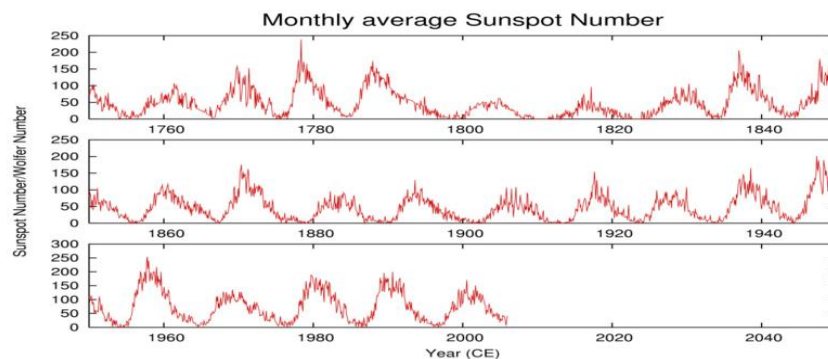
Sončeve pege so, tako kot drugi siloviti izbruhi na Soncu, povezane z magnetnim poljem in motnjami v njem. Magnetno polje nastane zaradi vrtenja Sonca, ki je sestavljeno iz električno nabitih delcev. Nepravilnosti pa nastanejo, ker se na polih Sonce vrtili počasneje, kot na ekvatorju. To magnetno polje ovira topli tok iz notranjosti, zato je na mestu pege fotosfera hladnejša. V umbri, kjer je magnetno polje najmočnejše, je konvekcija skoraj popolnoma preprečena. Nekoliko drugače pa je v penumbri, kjer je magnetno polje bolj vodoravno in je

pretok materiala radialen. Področja, ki so blizu Sončevim pegam so najbolj vroča in najbolj aktivna. Mnenja, zakaj je temu tako, so za enkrat deljena. (5)



Slika 11: Magnetne silnice(5)

Zaradi močnih magnetnih pojavov so Sončeve pege povezane s Sončevimi baklami in koronalnimi izbruhi. Vse to se dogaja tudi na nekaterih drugih zvezdah, kjer jih imenujemo zvezdne pege. Število Sončevih peg hitro raste in se počasi zmanjšuje v nepravilnem ciklusu, ki traja približno enajst let. Nekateri ciklusi imajo manjše drugi pa večje število Sončevih peg. Vsak ciklus ima svoj minimum in svoj maksimum. V začetku ciklusa se pege pojavijo na 30° do 45° heliografske širine, se zatem pomikajo proti ekvatorju do približno 15° ob Sončevem maksimumu, nato se spustijo še bližje ekvatorju. Cikle štejemo od leta 1749 naprej, čeprav opazovanje Sončevih peg sega že daleč nazaj v zgodovino. (5, 4)



Slika 12: Ciklusi Sončevih peg (13)

4.3.4 Kratka zgodovina

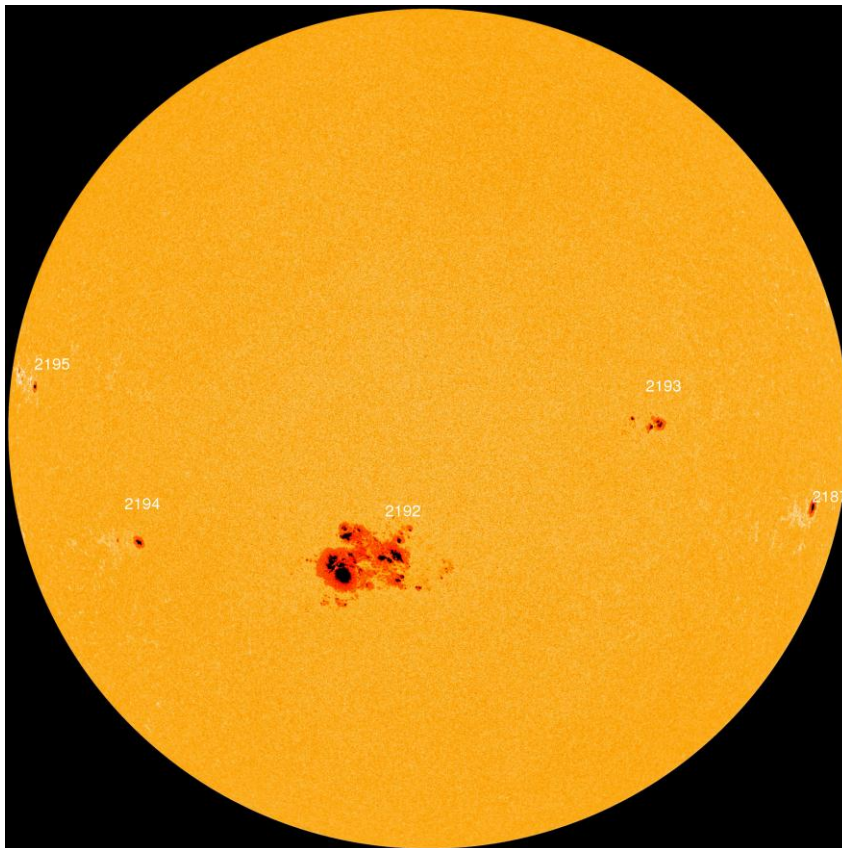
Prvi zapisi o Sončevih pegah so že od leta 364 pr. Kr. Redno so jih spremljali kitajski astronomi že leta 28 pr. Kr. V zgodovini Evrope so prvi zapisi iz leta 807 (duhovnik Adelmus). Leta 813 jih je opazoval Karel Veliki, leta 1610 pa jih je s teleskopom opazoval angleški astronom Thomas Harriot. 1612 je skušal pojav razložiti Galileo Galilei. V istem obdobju je o njih pisal C. Schreiner. Leta 1859 je Henrick Schwabe ugotovil periodičnost pojavljanja peg na vsakih 10 let (danes je veljaven podatek 11,04 leta). Kasneje so znanstveniki potrdili, da obstajajo odnosi med Sončevimi pegami in spremembami Zemljinega magnetnega polja. Cikle so začeli šteti in arhivirati od leta 1749 naprej, vendar kljub stalnemu opazovanju velikosti in števila, ne moremo natančno določiti števila Sončevih peg, točnega časa, začetka in konca Sončevega ciklusa, njegovega minimuma in maksimuma znotraj njegovega cikla. Na osnovi statističnih podatkov lahko te podatke samo ocenjujemo. (4)

Dokumentirani in domnevni minimumi:

- 1010-1050 je Oortov minimum
- 1280-1340 je Wolfov minimum
- 1420-1530 je Spoererjev minimum
- 1645-170 je Maunderjev minimum

5. RAZISKOVALNO DELO

V obdobju od 5.9.2014 do 12.1.2015 sem vsak dan shranjevala fotografije Sonca iz spletne strani www.spaceweather.com in astronomskega društva Orion Maribor. Na osnovi teh slik sem izvedla nekatere analize in tako določila življenjsko dobo, izračunala Wolfovo število in ga primerjala z uradno objavljenim podatkom, izvedla klasifikacijo peg po Züriški klasifikacijski metodi, določila položaj sončevih peg in njihovo število v posameznih heliografskih širinah. Na koncu sem še določila hitrost gibanja Sonca v različnih heliografskih širinah.

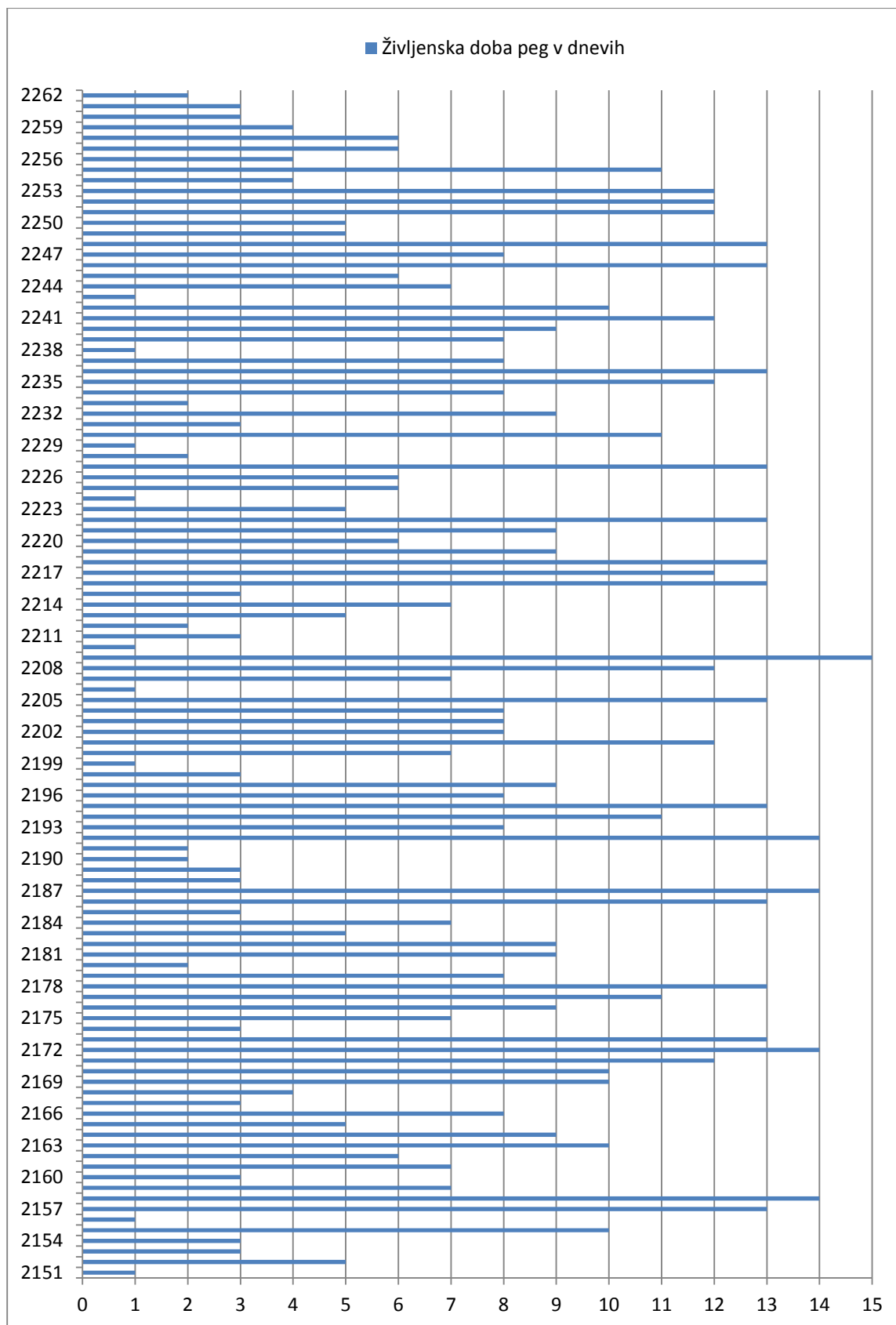


Slika 13: Primer fotografije iz spletne strani <http://www.spaceweather.com/> (14)

5.1 Življenska doba peg

Na fotografijah sem opazovala nastanek in premikanje peg oziroma skupin peg na Sončevem površju. Skupine peg so označene s štirimestnimi številkami. Nekatere skupine peg sem lahko spremljala od njihovega nastanka do njihovega konca. Na problem pa sem naletela, ko je pega določene številke »pobegnila« iz vidnega polja. Takrat seveda nisem mogla določiti, kdaj je pega izginila. Prav tako pa nisem mogla ugotoviti ali je pega naredila celoten obhod in se ponovno pojavila v vidnem polju, kajti pega po obhodu ne dobi več iste številke. Iz literature vem, da je vrtilna doba Sonca od 25 (na ekvatorju) do 34 (na polih) dni (7). Pa tudi, da pege lahko živijo nekaj dni, nekaj tednov, redkeje nekaj mesecev. (2) Moje opazovanje je trajalo le 130 dni (to je približno 19 tednov). Iz Grafa 1 je razvidno, da je opazovana življenska doba nekaterih peg trajala 13, 14, ali 15 dni, kar pomeni, da je pega živela še dlje, saj je ves čas nisem mogla spremljati. Že, ko sem jo opazila prvič, to ne pomeni, da je pega nastala ravno tedaj (posebno, če gre za večjo skupino, ki svojo velikost ne doseže takoj prvi dan). Tako bi si za boljše rezultate opazovanj morala vzeti več časa in se pozanimati o načinu oštevilčenja peg, ki naredijo celoten obhod in se ponovno pojavijo. Za vse prikazane skupine peg (teh je 112) sem izdelala graf, ki prikazuje življenjsko dobo posameznih skupin peg.

Graf 1: Življenska doba peg



5.2 Izračun Wolfovega števila

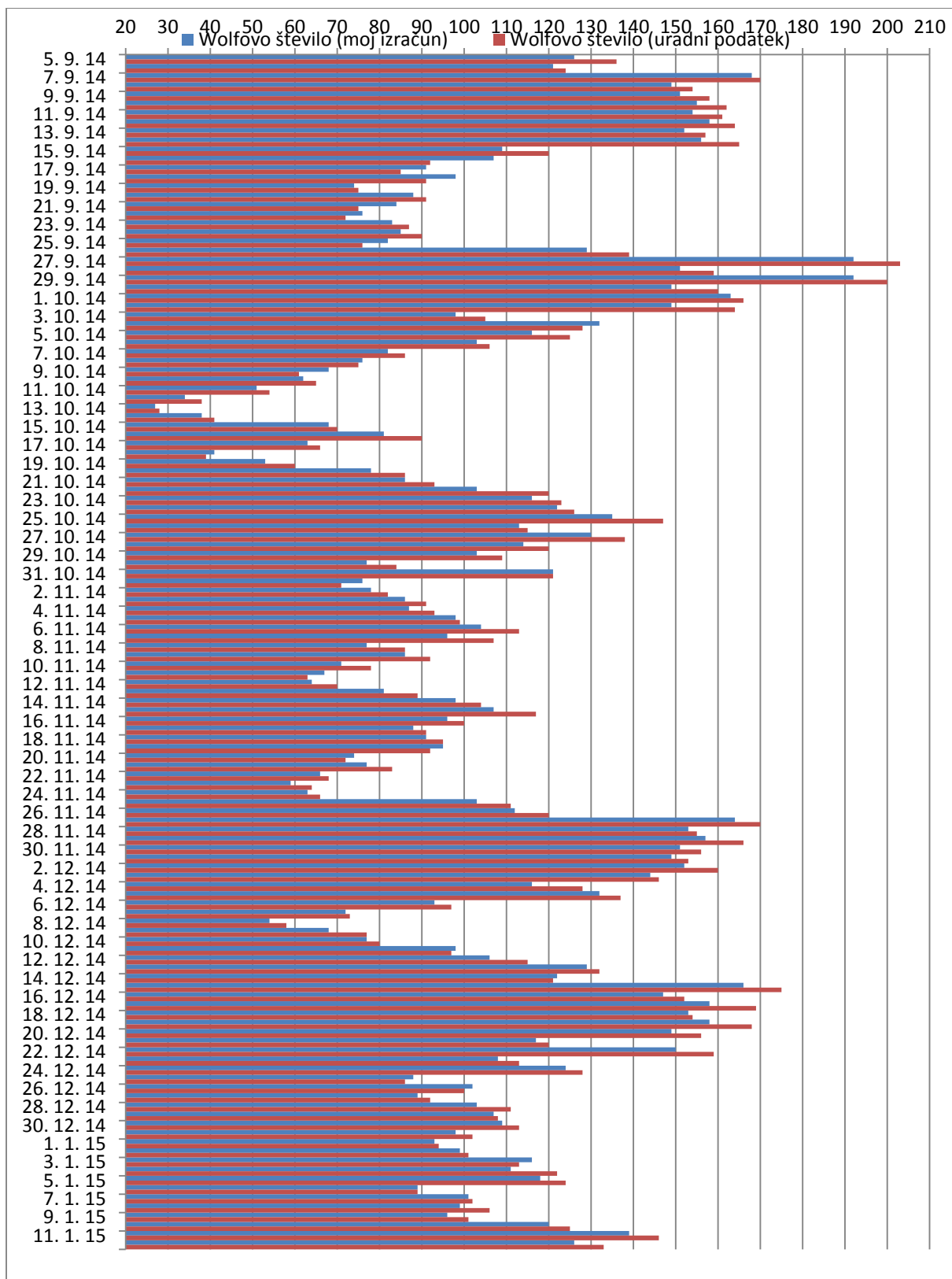
Vrednost Wolfovega števila je pokazatelj aktivnosti Sonca. Če je ta vrednost pod 40, je Sončeva aktivnost manjša, če je vrednost večja od 40, pa je Sončeva aktivnost večja. Wolfovo število je odvisno od števila skupin Sončevih peg in števila posameznih peg.

$$W = k (10 g + s)$$

Kjer je »k« observatorijska, reprodukcijska konstanta z velikostjo blizu enice, »g« je število skupin Sončevih peg in »s« je celotno število individualnih peg. Število »g« je pomnoženo z 10, ker je sonce na področju skupine peg precej bolj aktivno kot na področju, kjer se nahaja posamična Sončeva pega.(7)

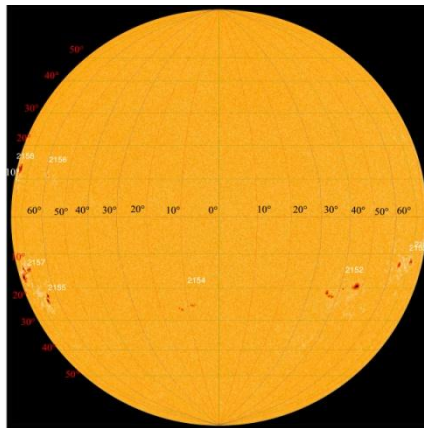
Ker Wolfovo število govori o aktivnostih na Sončevem površju, sem za opazovano obdobje izračunala Wolfovo število in izdelala graf (priloga 1). Primerjala sem svoj izračun Wolfovega števila z Wolfovim številom objavljenim na spletni strani www.spaceweather.com. Kot prikazuje graf, razlika ni bila velika.

Graf 2: Wolfovo število - primerjava mojega izračuna in uradno objavljenega podatka



5.3 Züriška klasifikacija

Posamezne pege in skupine peg sem klasificirala po Züriški klasifikaciji. V ta namen sem v računalniškem programu Micrografx Designer Version 7.1 izrisala koordinatno mrežo v dimenziji fotografij.

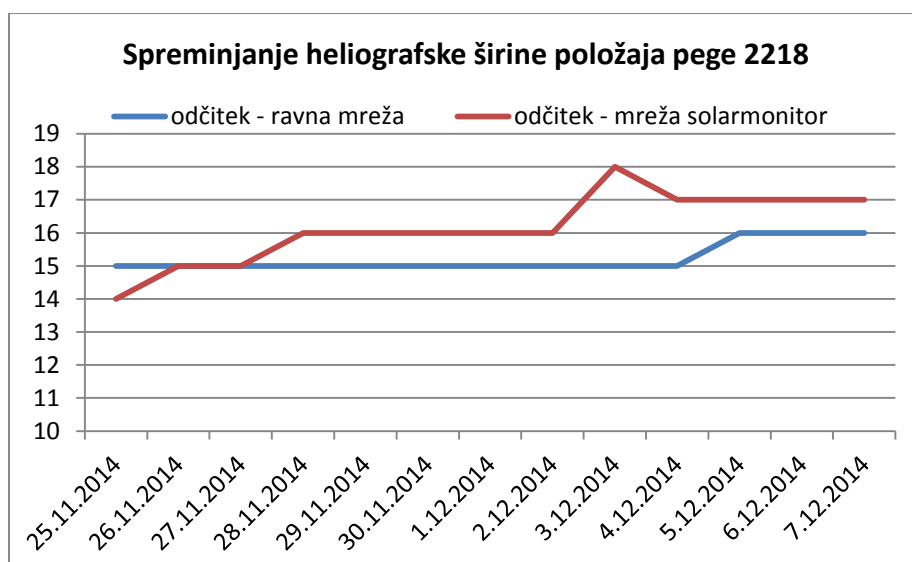


Slika 14: Primer fotografije Sonca na mreži (14)

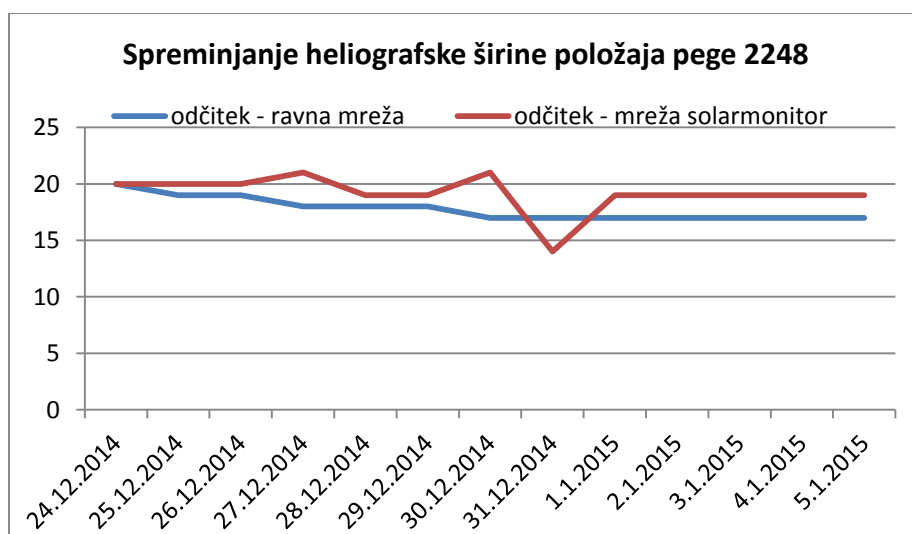
Na mrežo sem prenesla fotografije 20-ih izbranih skupin peg ter jim določila vrednost Z (po Züriški klasifikaciji) in položaj. Vsako izbrano skupino sem opazovala v času njene življenjske dobe in vrednost Z ter položaj določila za vsak dan posebej (Priloga 2). Iz tega sem izvedela, kako se pege razvijajo. Skupine peg, ki nastanejo v našem vidnem polju, so ponavadi na začetku majhne in v večini primerov pripadajo skupinama A in H ter se v nekaj dneh razvijejo do svoje največje velikosti. Le te se nato ponovno začnejo manjšati. Če ima skupina peg na robu našega vidnega polja npr. vrednost D ali E, lahko iz tega sklepamo, da je nastala že nekaj dni prej, saj se v večini primerov razvije iz manjših peg. Prišla sem do zaključka, da pege, ki živijo krajši čas, v večji meri pripadajo skupinam A (torej manjšim vrednostim). Te pege živijo krajši čas in se ponavadi ne razvijejo.

Ker sem za 20 peg iz Priloge 2, določila tudi položaj glede na Sončev ekvator, sem ugotovila, da se pege v času opazovanja premikajo v smeri sever-jug za nekaj stopinj. Rezultate sem predstavila tudi grafično (Priloga 3, dva primera iz priloge 3 sta podana na grafih 3 in 4). Grafi za posamezno pego prikazujejo njeno premikanje v smeri sever-jug v času opazovanja. Z modro črto so prikazani moji rezultati, z rdečo pa rezultati dobljeni na www.solarmonitor.org. Iz grafov je razvidno, da se pege brez določenega reda premikajo v obe smeri.

Graf 3: Spreminjanje položaja pege 2218



Graf 4: Spreminjanje položaja pege 2248



Ciriška klasifikacija Sunčevih pjega

A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
J				

0° 10° 20° 30°

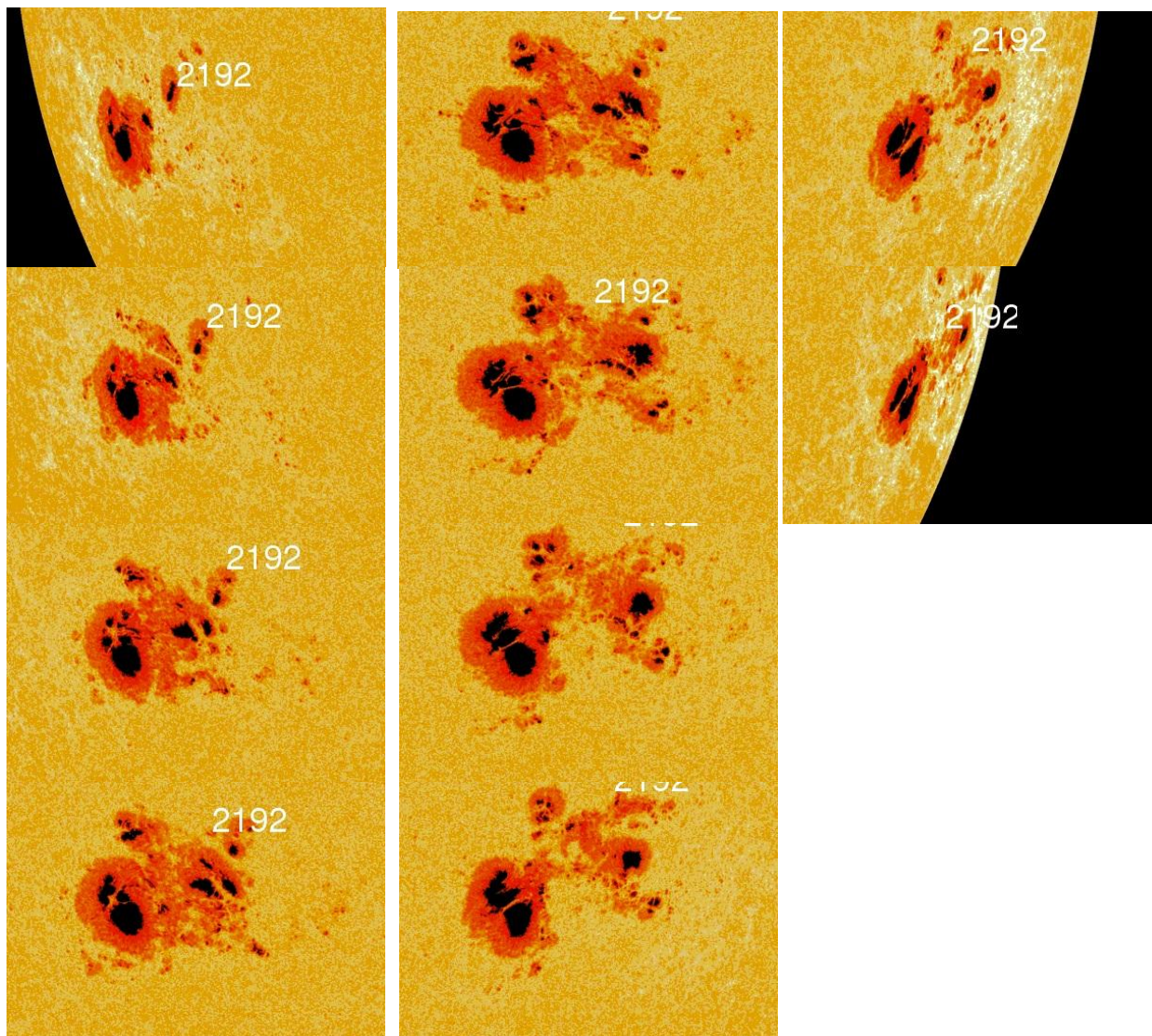
Slika 15: Züriška klasifikacija skupin Sončevih peg Z (15)

- A- Majhna unipolarna pega. Predstavlja začetek ali konec razvoja pege.
- B- Bipolarna skupina peg brez polsence.
- C- Bipolarna skupina peg. Samo ena od peg ima polsenco.
- D- Bipolarna skupina peg s polsenco na obeh koncih skupine.
- E- Bipolarna skupina peg s polsenco na obeh koncih skupine. Skupina je velika med 10° in 15°.
- F- Večja bipolarna skupina peg s polsenco na obeh koncih skupine. Velikost skupine je večja od 15°.
- H- Unipolarna skupina peg s polsenco.

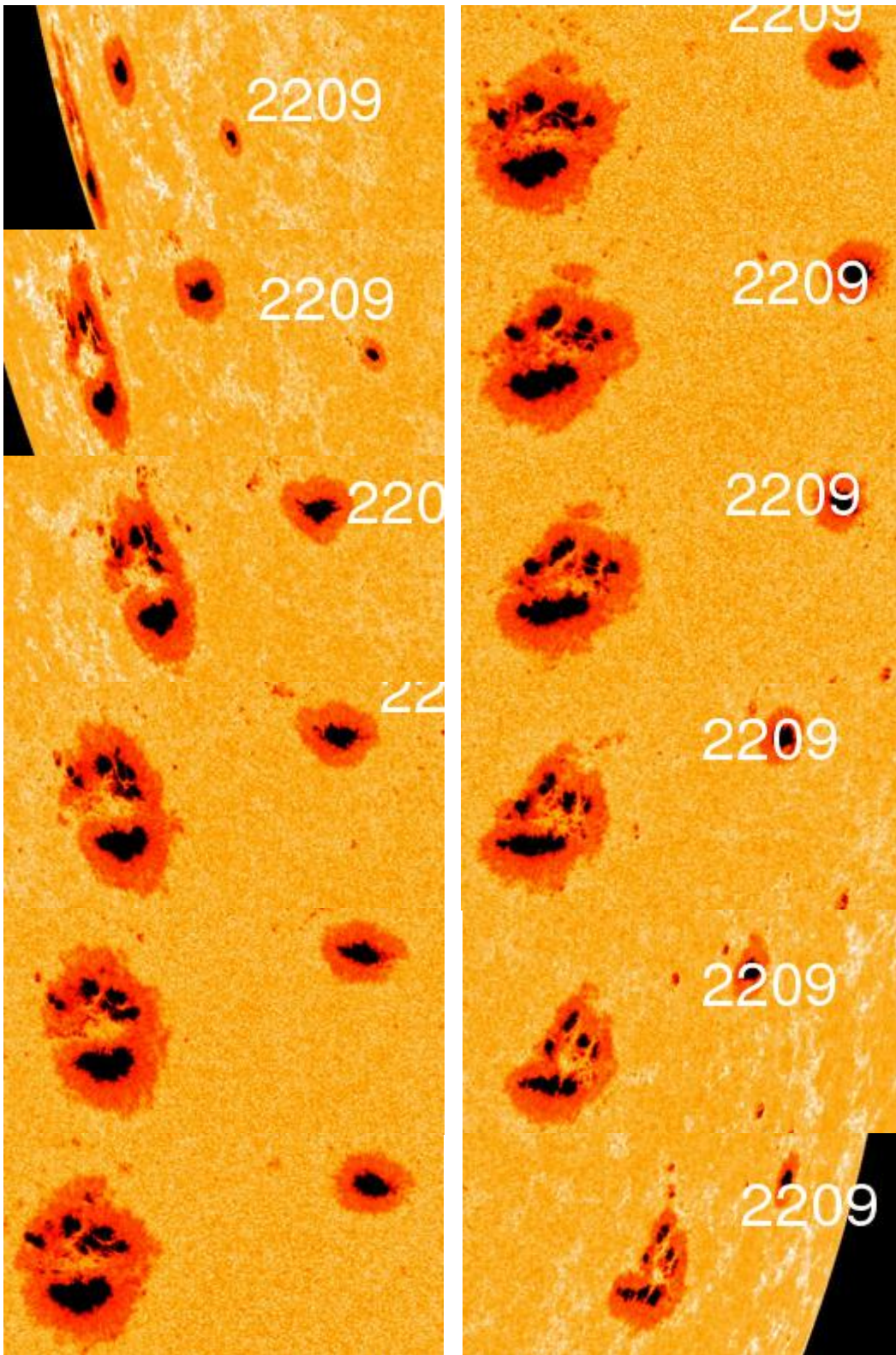
Na slikah 16 in 17 je prikazan razvoj največje Sončeve pege v zadnjih 24-ih letih. V prvem obhodu je pega imela oznako 2192, v drugem pa 2209. V opazovanem času je skupina imela klasifikacijo F. Opazimo še, da se v prvem obhodu velikost sence in tudi plosence povečuje, v drugem obhodu pa zmanjšuje (sprememba oblike in velikosti).

Tabela 1: Züriška klasifikacija pege 2192 za prvi in drugi obhod

1. Obhod pege 2192	
datum	klasifikacija Z
19.10.2014	F
20.10.2014	F
21.10.2014	F
22.10.2014	F
23.10.2014	F
24.10.2014	F
25.10.2014	F
26.10.2014	F
27.10.2014	F
28.10.2014	F
2. Obhod pege 2192 (pega 2209)	
datum	klasifikacija Z
14.11.2014	F
15.11.2014	F
16.11.2014	F
17.11.2014	F
18.11.2014	F
19.11.2014	F
20.11.2014	F
21.11.2014	F
22.11.2014	F
23.11.2014	F
24.11.2014	F
25.11.2014	F



Slika 16: Razvoj pege 2192 v prvem obhodu od 19. do 29.10.2014

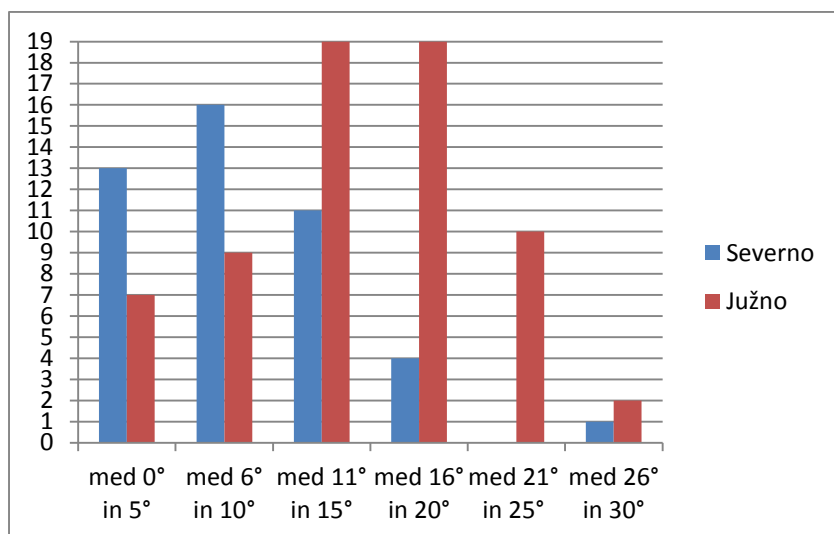


Slika 17: Razvoj pege 2209 (2192) v drugem obhodu od 14. do 25.11.2014

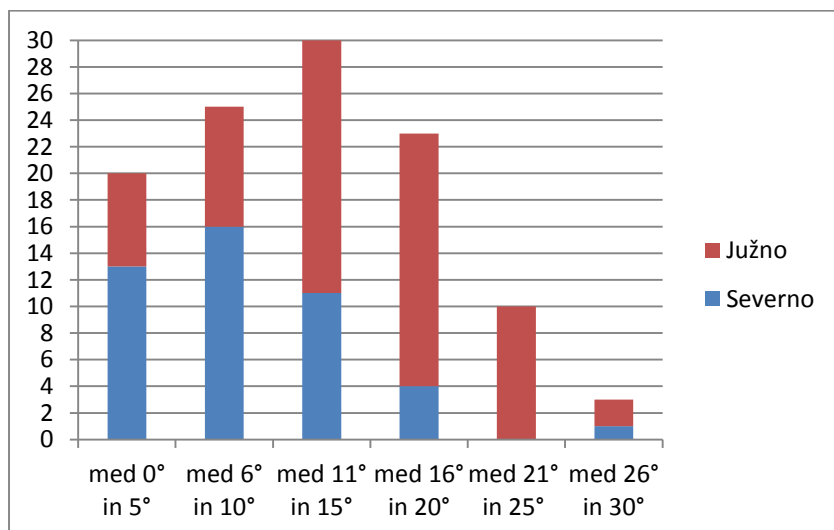
5.4 Položaj Sončevih peg

Na že omenjeni koordinatni mreži sem opazovala tudi položaj Sončevih peg severno in južno od Sončevega ekvatorja ter navidezno pomikanje Sončevih peg proti "zahodu" (Priloga 2). Za 111 skupin peg sem določila njihovo lego in izdelala graf, ki prikazuje, koliko skupin peg leži na določenem pasu heliografskih širin severno in južno od sončevega ekvatorja.

Graf 5: Primerjava števila skupin Sončevih peg na določenih pasovih heliografskih širin



Graf 5: Skupno število Sončevih peg na določenih pasovih heliografskih širin



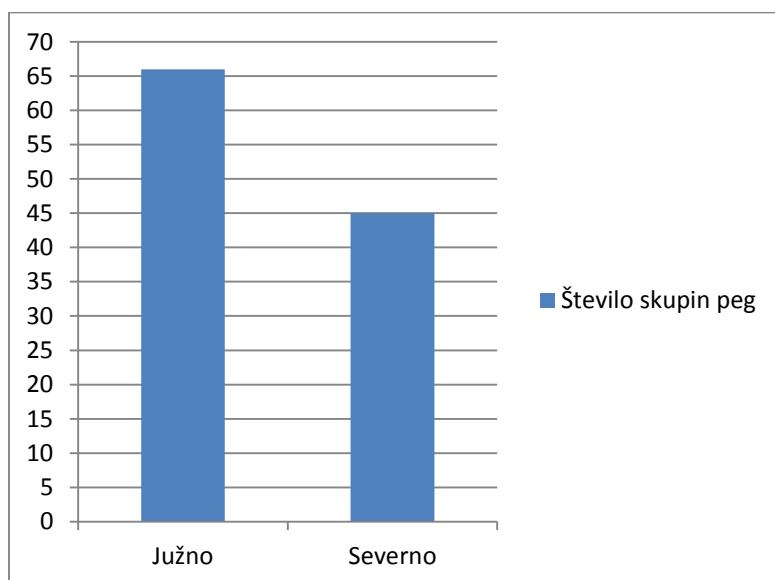
x os- Sončeva heliografska širina, y os število Sončevih peg

Iz grafa 6 je razvidno, da se največ skupin Sončevih peg pojavi med 11° in 15° heliografske širine.

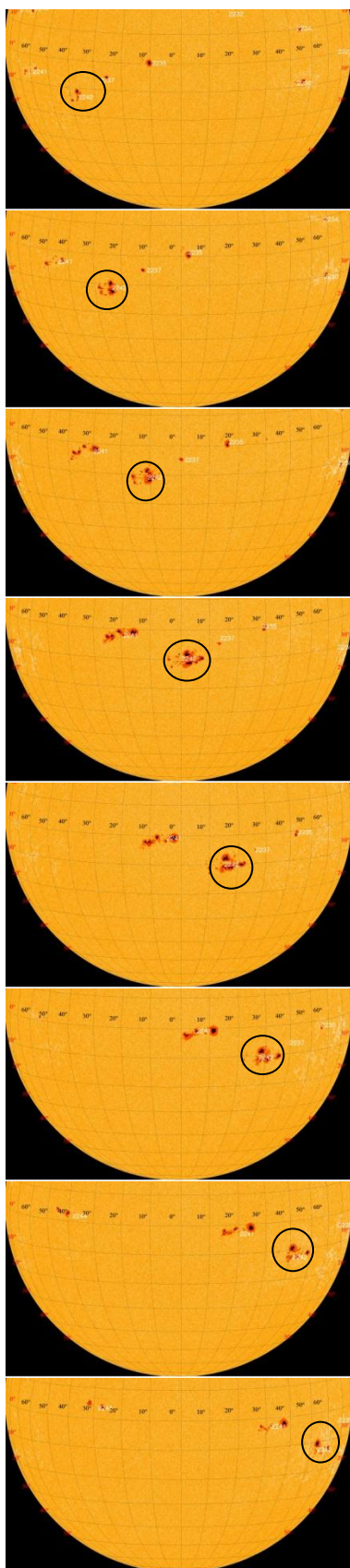
Kot sem omenila že v teoretičnem delu, se največje število Sončevih peg pojavi ob Sončevem maksimumu. 24. Sončev cikel, v katerem se trenutno nahajamo, se je začel v januarju 2008. Vrhunec aktivnosti so pričakovali čez približno 5,5 let, torej v letu 2013. Vendar so znanstveniki na osnovi opazovanj ugotovili, da gre za najmanj aktiven Sončev cikel v zadnjih 100 letih. (16) Sonce sem opazovala v drugi polovici leta 2014, kar bi pomenilo, da se v mojem opazovanem času nahajamo v obdobju nekaj časa po maksimumu.

Razvidno je tudi, da se je v pasu med 16° in 20° južne heliografske širine pojavilo precej večje število peg (65,2 % več), kot v enakem pasu severne heliografske širine. V opazovanem času je torej na južnih heliografskih širinah nastalo 66 skupin peg, na severnih heliografskih širinah pa 45 skupin peg (Graf 6). Kar bi v procentih pomenilo: 59,46% južno in 40,54% peg severno.

Graf 6: Število pojavov peg glede na Sončev ekvator



Navidezno premikanje peg po Sončevi ploskvi dokazuje vrtenje Sonca. To ponazarja slika 18. Prav tako je to lepo razvidno iz kratkega filma, ki sem ga naredila iz vseh shranjenih fotografij.



Slika 18: Prikaz premikanja pege

5.5 Določanje hitrosti gibanja peg v posameznih heliografskih širinah

Z določanjem hitrosti gibanja (vrtenja) peg, ki se nahajajo na različnih heliografskih širinah, sem hotela izvedeti ali se vse pege vrtijo z enako ali različno hitrostjo. Iz tega podatka sem lahko sklepala o hitrosti vrtenja Sonca oziroma o različnih hitrostih vrtenja Sonca na posameznih heliografskih širinah. Pričakovala sem, da bo hitrost gibanja peg, ki so bližje ekvatorju večja (kajti Sonce se na ekvatorju vrti hitreje kot na polih). Da bi prišla do rezultatov, sem izbrala šest peg na različnih heliografskih širinah severno in šest južno od ekvatorja. Opazovala sem jih nekaj dni in zapisovala njihov položaj s pomočjo mreže, ki sem jo izdelala. Pri tem sem naletela na težave, ker ima mreža, ki sem jo narisala v programu Micrografx Designer Version 7.1, vzporednice z ekvatorjem ponazorjene kot ravne črte. Zato sem se odločila, da za računanje uporabim podatke pridobljene na spletni strani www.solarmonitor.org. (Priloga 4)

Za izbrano pego (številke so navedene v tabeli 2 in 3) sem v času t izbrala začetno lego α_E in končno lego α_W . Iz tega sem izračunala prepotovani kot α .

$$\alpha = \alpha_E + \alpha_W$$

Kot α sem delila s številom opazovanih dni, to je časom t in dobila vrednost β (to je prepotovani kot v enem dnevu)

$$\beta = \frac{\alpha}{t}$$

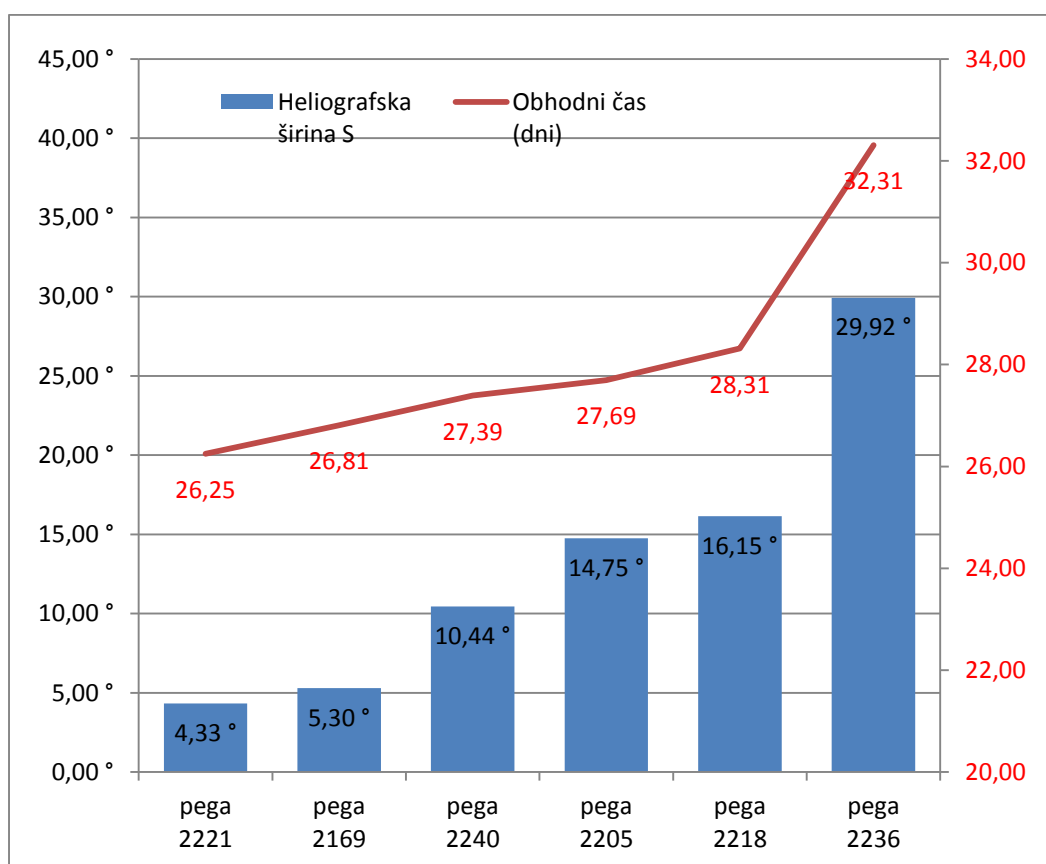
Da bi dobila število dni, ki jih potrebuje Sonce, da se zavrti za 360° , sem 360 delila z vrednostjo β .

Vse vrednosti sem prikazala v tabeli 2 in 3 ter grafih 8 in 9.

Tabela 2: Podatki za pege na severnih heliografskih širinah

Pega	Heliografska širina S	α	Št. dni (t)	$\beta(^{\circ}/\text{dan})$	Obhodni čas (dni)
2221	4,33 °	96	7	13,71	26,25
2169	5,30 °	94	7	13,43	26,81
2240	10,44 °	92	7	13,14	27,39
2205	14,75 °	91	7	13,00	27,69
2218	16,15 °	89	7	12,71	28,31
2236	29,92 °	78	7	11,14	32,31

Graf 7: Prikaz obhodnih časov za posamezno severno heliografsko širino

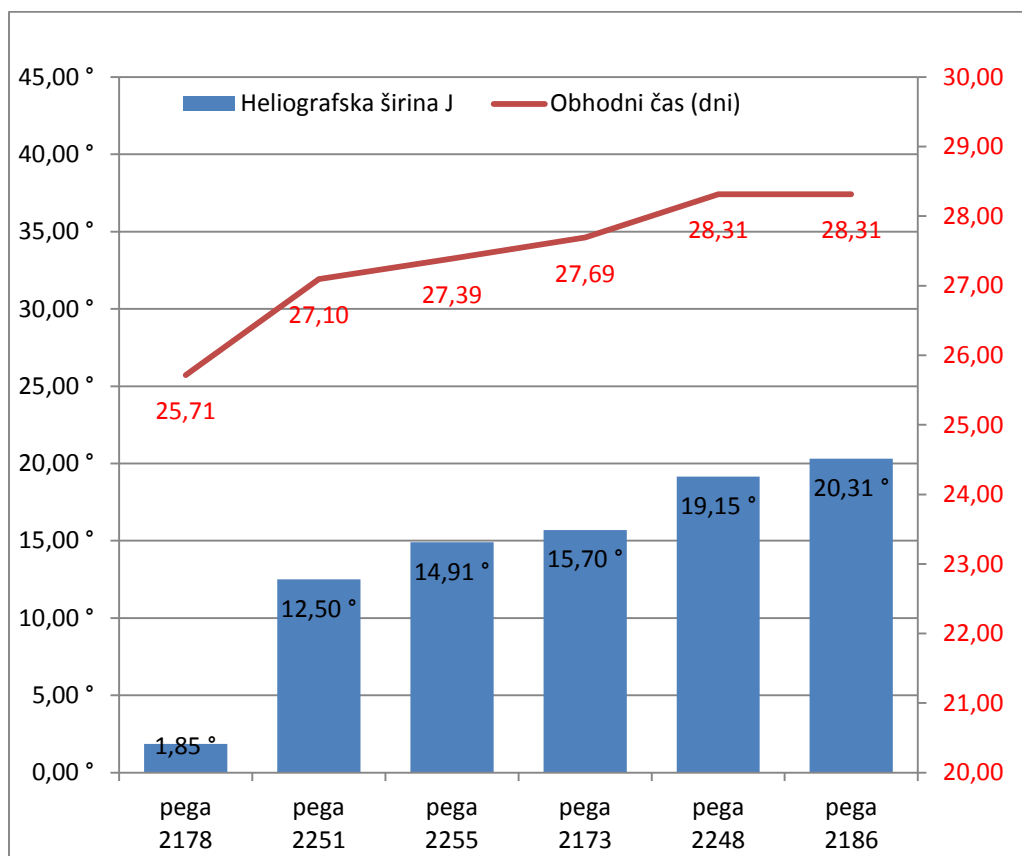


Leva y os - heliografska širina v stopinjah; desna y os - dnevi

Tabela 3: Podatki za pege na južnih heliografskih širinah

Pega	Heliografska širina J	α	Št. dni (t)	β (°/dan)	Obhodni čas (dni)
2178	1,85 °	98	7	14,00	25,71
2251	12,50 °	93	7	13,29	27,10
2255	14,91 °	92	7	13,14	27,39
2173	15,70 °	91	7	13,00	27,69
2248	19,15 °	89	7	12,71	28,31
2186	20,31 °	89	7	12,71	28,31

Graf 8: Prikaz obhodnih časov za posamezno južno heliografsko širino



Leva y os - heliografska širina v stopinjah; desna y os - dnevi

Iz rezultatov, ki sem jih dobila, sem zaključila, da so pege, ki so severno in južno bližje ekvatorju, v istem številu dni (7 dni) naredile večji kot α . Pege, ki so se nahajale na višjih heliografskih širinah, pa so v istem času prepotovale manjši kot, kar pomeni, da imajo tudi daljši obhodni čas.

6. ZAKLJUČEK

Do rezultatov sem prišla z vztrajnim zapisovanjem položaja in števila Sončevih peg v štirimesečnem obdobju. Iz teh podatkov sem lahko izračunala Wolfovo število (vrednosti med 28 in 203), ki je pokazatelj aktivnosti na Soncu. Večje kot je število, večja je aktivnost (ob minimumu so vrednosti tudi 0, najvišje vrednosti so 250). Določala sem obliko Sončevih peg, opazovala njihov razvoj ter življenjsko dobo. Lahko sem ugotavljala smer »gibanja« peg in tako tudi smer vrtenja Sonca ter hitrost vrtenja na posameznih heliografskih širinah.

Iz mojih opazovanj sem ugotovila, da se oblika, velikost in življenjska doba različnih Sončevih peg spreminjajo. Velikost pege je povezana z njeno življenjsko dobo; manjše pege brez plosnice se ponavadi ne razvijejo in je zato njihova življenjska doba krajša (od nekaj ur do nekaj dni), večje obstojijo dlje časa, lahko tudi nekaj tednov. V opazovanem času se je spreminjal tudi položaj Sončevih peg s čimer sem lahko potrdila, da Sonce rotira. Z računanjem prepotovanega kota peg na različnih heliografskih širinah sem lahko potrdila tudi mojo zadnjo hipotezo, da se Sonce na različnih širinah vrti z različno hitrostjo. Iz literature vemo, da se na ekvatorju zavrti v 25,4 dneh, na polih pa v 34. Moja ugotovitev je, da se na heliografski širini do 5° zavrti v približno 26-ih dneh, na 10° v 27-ih, na 20° v 28-ih, na 30° pa v približno 32-ih dneh. Na večjih heliografskih širinah nisem spremljala vrtenja, ker tam ni bilo peg. Tako sem potrdila vse moje hipoteze, ki sem si jih na začetku naloge zastavila.

Ker je štirimesečno obdobje v primerjavi z enajstletnim Sončevim ciklom le kratek čas, bom s spremljanjem podatkov nadaljevala še v bodoče. Ob pisanju te naloge sem se seznanila, kako lahko te podatke pridobim. Štiriindvajseti Sončev cikel je zanimiv prav zaradi svoje minimalne aktivnosti.

7. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Sonce je vir energije in življenja na Zemlji. Je božanstvo, navdih in področje o katerem se porajajo vedno nova vprašanja. Fizikalni in kemijski procesi, ki se dogajajo na Soncu, so predmet številnih raziskav znanstvenikov širom sveta z namenom, da bi nova spoznanja izrabljali za dobrobit človeštva. V energetiki je velik poudarek na izkoriščanju sončeve energije za pridobivanje električne energije s pomočjo fotovoltaičnih celic in pridobivanje oziroma shranjevanje toplotne energije s pomočjo sončnih kolektorjev.

Z današnjimi spoznanji vemo, da je lahko Sonce tudi nevarno. Toplotni učinki lahko povzročajo požare, velike aktivnosti na Soncu lahko vplivajo na sisteme za distribucijo električne energije, satelitske in medmrežne komunikacije. Vemo, da se pred sončnimi žarki moramo zaščititi, ker imajo lahko negativne posledice na zdravje. Sonca ne smemo neposredno gledati, saj si lahko poškodujemo oči. Opazujemo ga z zaščito, uporabljamo posebne filtre. Raziskujejo se povezave med aktivnostmi na Soncu in podnebnimi ter vremenskimi spremembami.

Odgovornost celotne družbe do narave in okolja je velikega pomena za ohranjanje ravnotežja na Zemlji. Upam, da bomo znali prisluhniti odgovorom znanstvenikov in to ravnotežje tudi ohraniti.

8. Viri

- 1 fizika.fnm.uni-mb.si/files/seminarji/03/aktivnost_sonca.doc
- 2 France Avsec, Marijan Prosen: Astronomija za 4. razred gimnazije DZS, Ljubljana 1971
- 3 http://fizika.dssl.si/Galileo/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=68
- 4 http://hr.wikipedia.org/wiki/Sun%C4%8Deve_pjege
- 5 <http://static.astronomija.co.rs/suncsist/Sunce/sunce/12.htm>
- 6 http://www2.arnes.si/~mborion4/ado_slo/astronomija/osoncje/sonce/fotosfera.html
- 7 Liz Wheeler Vesolje Mladinska knjiga Ljubljana 2008
- 8 <http://www2.arnes.si/~acimpr/SLZ/Sonce.htm>
- 9 <http://astronomska-revija-spika.si/opazujmo-sonce-veliko-pego/>
- 10 <http://www.s52sk.com/kasiopeja/sonce.html>
- 11 <http://www.andros.si/vesolje/sonce.html>
- 12 <http://www.bigpicture.si/archives/4051>
- 13 <http://www-f9.ijs.si/~margan/CO2/>
- 14 <http://www.spaceweather.com/>
- 15 <http://www.zvjezdarnica.com/astronomija/zanimljivosti/opazanje-sunca/1897>
- 16 <http://znanost.geek.hr/clanak/gdje-su-nestale-sunceve-pjege/>

9. PRILOGE

Priloga 1: Izračun Wolfovega števila

Datum	Število skupin (uradni podatek)	Število peg (moj izračun)	Wolfovo št. (moj izračun)	Wolfovo št. (uradni podatek)
5.9.2014	8	46	126	136
6.9.2014	7	51	121	124
7.9.2014	10	68	168	170
8.9.2014	9	59	149	154
9.9.2014	9	61	151	158
10.9.2014	7	85	155	162
11.9.2014	7	84	154	161
12.9.2014	9	68	158	164
13.9.2014	7	82	152	157
14.9.2014	8	76	156	165
15.9.2014	6	49	109	120
16.9.2014	6	47	107	92
17.9.2014	6	31	91	85
18.9.2014	7	28	98	91
19.9.2014	5	24	74	75
20.9.2014	7	18	88	91
21.9.2014	6	24	84	75
22.9.2014	5	26	76	72
23.9.2014	6	23	83	87
24.9.2014	6	25	85	90
25.9.2014	5	32	82	76
26.9.2014	7	59	129	139
27.9.2014	8	112	192	203
28.9.2014	6	91	151	159
29.9.2014	7	122	192	200
30.9.2014	8	69	149	160
1.10.2014	10	63	163	166
2.10.2014	9	59	149	164
3.10.2014	7	28	98	105
4.10.2014	9	42	132	128
5.10.2014	8	36	116	125
6.10.2014	8	23	103	106
7.10.2014	6	22	82	86
8.10.2014	6	16	76	75
9.10.2014	5	18	68	61
10.10.2014	5	12	62	65

Datum	Število skupin (uradni podatek)	Število peg (moj izračun)	Wolfovo št. (moj izračun)	Wolfovo št. (uradni podatek)
11.10.2014	4	11	51	54
12.10.2014	3	4	34	38
13.10.2014	2	7	27	28
14.10.2014	3	8	38	41
15.10.2014	5	18	68	70
16.10.2014	7	11	81	90
17.10.2014	5	13	63	66
18.10.2014	3	11	41	39
19.10.2014	3	23	53	60
20.10.2014	4	38	78	86
21.10.2014	4	46	86	93
22.10.2014	4	63	103	120
23.10.2014	5	66	116	123
24.10.2014	5	72	122	126
25.10.2014	7	65	135	147
26.10.2014	6	53	113	115
27.10.2014	6	70	130	138
28.10.2014	5	64	114	120
29.10.2014	6	43	103	109
30.10.2014	6	17	77	84
31.10.2014	10	21	121	121
1.11.2014	6	16	76	71
2.11.2014	6	18	78	82
3.11.2014	6	26	86	91
4.11.2014	6	27	87	93
5.11.2014	7	28	98	99
6.11.2014	7	34	104	113
7.11.2014	6	36	96	107
8.11.2014	4	37	77	86
9.11.2014	5	36	86	92
10.11.2014	4	31	71	78
11.11.2014	4	27	67	63
12.11.2014	3	34	64	70
13.11.2014	4	41	81	89
14.11.2014	6	38	98	104
15.11.2014	6	47	107	117
16.11.2014	6	36	96	100
17.11.2014	5	38	88	91
18.11.2014	5	41	91	95

Datum	Število skupin (uradni podatek)	Število peg (moj izračun)	Wolfovo št. (moj izračun)	Wolfovo št. (uradni podatek)
19.11.2014	5	45	95	92
20.11.2014	4	34	74	72
21.11.2014	5	27	77	83
22.11.2014	3	36	66	68
23.11.2014	3	29	59	64
24.11.2014	3	33	63	66
25.11.2014	6	43	103	111
26.11.2014	6	52	112	120
27.11.2014	8	84	164	170
28.11.2014	8	73	153	155
29.11.2014	9	67	157	166
30.11.2014	8	71	151	156
1.12.2014	8	69	149	153
2.12.2014	9	62	152	160
3.12.2014	9	54	144	146
4.12.2014	7	46	116	128
5.12.2014	8	52	132	137
6.12.2014	6	33	93	97
7.12.2014	6	12	72	73
8.12.2014	4	14	54	58
9.12.2014	5	18	68	77
10.12.2014	5	27	77	80
11.12.2014	6	38	98	97
12.12.2014	6	46	106	115
13.12.2014	8	49	129	132
14.12.2014	7	52	122	121
15.12.2014	11	56	166	175
16.12.2014	10	47	147	152
17.12.2014	9	68	158	169
18.12.2014	9	63	153	154
19.12.2014	7	88	158	168
20.12.2014	8	69	149	156
21.12.2014	7	47	117	120
22.12.2014	9	60	150	159
23.12.2014	7	38	108	113
24.12.2014	8	44	124	128
25.12.2014	6	28	88	86
26.12.2014	7	32	102	100
27.12.2014	7	19	89	92

Datum	Število skupin (uradni podatek)	Število peg (moj izračun)	Wolfovo št. (moj izračun)	Wolfovo št. (uradni podatek)
28.12.2014	7	33	103	111
29.12.2014	7	37	107	108
30.12.2014	7	39	109	113
31.12.2014	7	28	98	102
1.1.2015	6	33	93	94
2.1.2015	7	29	99	101
3.1.2015	8	36	116	113
4.1.2015	7	41	111	122
5.1.2015	6	58	118	124
6.1.2015	5	39	89	89
7.1.2015	6	41	101	102
8.1.2015	6	39	99	106
9.1.2015	5	46	96	101
10.1.2015	7	50	120	125
11.1.2015	8	59	139	146
12.1.2015	7	56	126	133

Priloga 2: Züriška klasifikacija za 20 peg z lokacijami na "ravni mreži" in lokacijami podanimi na www.solarmonitor.org

Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		N	E	W		N	E	W	ura	
22.12.2014	2246	16	79		H	17	65		21:58	
23.12.2014	2246	17	64		H	16	49		21:58	
24.12.2014	2246	18	53		H	17	36		21:58	
25.12.2014	2246	19	39		H	18	23		21:46	
26.12.2014	2246	19	25		H	17	11		21:46	
27.12.2014	2246	19	10		H	17		3	21:46	
28.12.2014	2246	19		4	H	19		17	21:58	
29.12.2014	2246	20		17	H	18		30	21:58	
30.12.2014	2246	21		32	H	17		43	21:58	
31.12.2014	2246	20		45	H	23		56	21:46	
1.1.2015	2246	20		58	H	19		69	21:46	
2.1.2015	2246	19		70	H	19		82	21:58	
3.1.2015	2246	18		82	H	19		91	21:58	
povprečna heliografska širina		18,85					18,15			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		N	E	W		N	E	W	ura	
12.12.2014	2236	29	75		D	29	59		21:58	
13.12.2014	2236	30	63		D	29	48		21:58	
14.12.2014	2236	31	52		C	30	35		21:58	
15.12.2014	2236	31	38		C	30	21		21:58	
16.12.2014	2236	32	25		C	31	10		21:58	
17.12.2014	2236	32	10		C	29	5		21:46	
18.12.2014	2236	32		4	H	32		11	11:46	
19.12.2014	2236	32		20	H	32		30	21:46	
20.12.2014	2236	32		33	H	30		45	21:58	
21.12.2014	2236	31		48	H	28		56	21:58	
22.12.2014	2236	31		60	H	30		69	21:58	
23.12.2014	2236	30		70	H	29		81	21:58	
24.12.2014	2236	29		84	H	30		91	21:58	
povprečna heliografska širina		30,92					29,92			

Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W		N	E	W	ura
5.9.2014	2158	14	79		H	16	71		19:46
6.9.2014	2158	12	68		H	15	54		22:46
7.9.2014	2158	11	56		C	15	40		22:46
8.9.2014	2158	10	42		D	16	26		22:46
9.9.2014	2158	9	28		D	15	14		22:46
10.9.2014	2158	8	14		D	15	2		16:46
11.9.2014	2158	8	2		D	15		14	22:46
12.9.2014	2158	8		12	D	16		26	22:46
13.9.2014	2158	8		25	D	16		40	22:46
14.9.2014	2158	9		39	D	16		53	22:46
15.9.2014	2158	10		52	D	16		67	22:46
16.9.2014	2158	11		65	D	16		80	22:46
17.9.2014	2158	12		77	D	16		91	19:58
18.9.2014	2158	12		90	D	15		91	18:46
povprečna heliografska širina		10,14				15,57			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W		N	E	W	ura
25.11.2014	2218	15	69		C	14	51		21:58
26.11.2014	2218	15	58		C	15	40		21:58
27.11.2014	2218	15	45		H	15	25		21:58
28.11.2014	2218	15	31		H	16	15		21:58
29.11.2014	2218	15	13		H	16	2		21:58
30.11.2014	2218	15	4		H	16		11	21:58
1.12.2014	2218	15		10	H	16		24	21:58
2.12.2014	2218	15		23	H	16		35	21:58
3.12.2014	2218	15		37	H	18		49	21:58
4.12.2014	2218	15		51	H	17		64	21:58
5.12.2014	2218	16		62	H	17		76	21:58
6.12.2014	2218	16		73	H	17		90	21:58
7.12.2014	2218	16		90	H	17		91	21:58
povprečna heliografska širina		15,23				16,15			

Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W		N	E	W	ura
15.12.2014	2240	11	61		H	11	45		21:58
16.12.2014	2240	11	48		C	10	31		21:58
17.12.2014	2240	11	34		C	10	20		21:46
18.12.2014	2240	11	18		C	12	12		11:46
19.12.2014	2240	11	5		C	10		9	21:46
20.12.2014	2240	12		8	C	11		17	21:58
21.12.2014	2240	12		23	C	10		31	21:58
22.12.2014	2240	11		37	H	10		47	21:58
23.12.2014	2240	11		55	A	10		63	21:58
povprečna heliografska širina		11,22				10,44			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W		N	E	W	ura
25.11.2014	2219	3	22		B	5	7		21:58
26.11.2014	2219	3	7		D	5		6	21:58
27.11.2014	2219	2		7	D	5		21	21:58
28.11.2014	2219	2		20	D	4		34	21:58
29.11.2014	2219	2		38	D	4		47	21:58
30.11.2014	2219	2		46	D	5		60	21:58
1.12.2014	2219	2		61	C	4		73	21:58
2.12.2014	2219	2		75	C	3		86	21:58
3.12.2014	2219	2		90	C	3		91	21:58
povprečna heliografska širina		2,22				4,22			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W		N	E	W	ura
11.12.2014	2234	5	16		C	5	5		21:58
12.12.2014	2234	5	2		D	4		10	21:58
13.12.2014	2234	5		15	D	4		25	21:58
14.12.2014	2234	5		30	C	4		40	21:58
15.12.2014	2234	5		45	C	4		56	21:58
16.12.2014	2234	5		60	H	4		74	21:58
17.12.2014	2234	5		72	H	5		84	21:46
18.12.2014	2234	5		90	H	5		91	11:46
povprečna heliografska širina		5,00				4,38			

Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		N	E	W		N	E	W	ura	
27.11.2014	2221	3	70		D	4	57		21:58	
28.11.2014	2221	3	59		D	4	43		21:58	
29.11.2014	2221	3	40		D	4	30		21:58	
30.11.2014	2221	3	30		D	4	16		21:58	
1.12.2014	2221	3	14		D	4	3		21:58	
2.12.2014	2221	4	2		C	3		8	21:58	
3.12.2014	2221	4		11	C	6		24	21:58	
4.12.2014	2221	4		25	B	5		39	21:58	
5.12.2014	2221	4		42	B	5		53	21:58	
povprečna heliografska širina		3,4 4					4,33			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		N	E	W		N	E	W	ura	
23.10.2014	2195	6	73		C	8	56		22:58	
24.10.2014	2195	5	62		C	7	45		22:58	
25.10.2014	2195	5	50		C	8	33		22:58	
26.10.2014	2195	4	37		C	8	21		19:58	
27.10.2014	2195	3	20		C	8	9		19:58	
28.10.2014	2195	3	8		C	7		8	19:58	
29.10.2014	2195	3		8	C	8		19	19:58	
30.10.2014	2195	3		22	H	8		33	19:46	
31.10.2014	2195	4		35	H	8		47	19:58	
1.11.2014	2195	5		51	H	7		62	19:58	
2.11.2014	2195	5		63	H	7		75	19:46	
3.11.2014	2195	5		75	H	7		88	19:58	
4.11.2014	2195	5		90	H	7		91	21:58	
povprečna heliografska širina		4,3 1					7,54			

Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		N	E	W		N	E	W	ura	
13.9.2014	2166	9	69		A	12	52		22:46	
14.9.2014	2166	8	58		C	13	47		22:46	
15.9.2014	2166	7	42		C	13	30		22:46	
16.9.2014	2166	5	28		C	12	14		22:46	
17.9.2014	2166	5	15		C	12	1		19:58	
18.9.2014	2166	5	1		C	12		14	18:46	
19.9.2014	2166	5		11	B	13		28	19:58	
20.9.2014	2166	5		20	B	11		41	22:46	
povprečna heliografska širina		6,13					12,25			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W		J	E	W	ura	
5.9.2014	2155	23	65		D	20	47		19:46	
6.9.2014	2155	24	54		D	20	33		22:46	
7.9.2014	2155	25	39		D	20	19		22:46	
8.9.2014	2155	26	25		D	20	5		22:46	
9.9.2014	2155	27	8		D	19		8	22:46	
10.9.2014	2155	27		8	C	21		20	16:46	
11.9.2014	2155	27		23	C	21		36	22:46	
12.9.2014	2155	26		38	B	19		48	22:46	
13.9.2014	2155	25		52	B	19		62	22:46	
14.9.2014	2155	25		72	B	19		75	22:46	
povprečna heliografska širina		25,50					19,80			

Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		J	E	W		J	E	W	ura
27.11.2014	2222	20	70		C	20	57		21:58
28.11.2014	2222	20	60		D	20	46		21:58
29.11.2014	2222	20	45		E	20	31		21:58
30.11.2014	2222	21	35		E	21	17		21:58
1.12.2014	2222	21	20		F	20	4		21:58
2.12.2014	2222	21	5		F	21		10	21:58
3.12.2014	2222	21		6	F	19		23	21:58
4.12.2014	2222	21		21	E	20		35	21:58
5.12.2014	2222	20		38	E	19		50	21:58
6.12.2014	2222	20		54	D	20		64	21:58
7.12.2014	2222	20		65	D	20		77	21:58
8.12.2014	2222	20		78	D	19		91	21:46
9.12.2014	2222	20		90	D	19		91	15:46
povprečna heliografska širina		20,38				19,85			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		J	E	W		J	E	W	ura
24.12.2014	2248	20	75		H	20	62		21:58
25.12.2014	2248	19	65		H	20	47		21:46
26.12.2014	2248	19	53		C	20	34		21:46
27.12.2014	2248	18	38		D	21	22		21:46
28.12.2014	2248	18	25		D	19	9		21:58
29.12.2014	2248	18	13		C	19		6	21:58
30.12.2014	2248	17		2	C	21		19	21:58
31.12.2014	2248	17		15	H	14		30	21:46
1.1.2015	2248	17		29	H	19		42	21:46
2.1.2015	2248	17		42	H	19		55	21:58
3.1.2015	2248	17		55	H	19		68	21:58
4.1.2015	2248	17		68	H	19		81	21:58
5.1.2015	2248	17		80	H	19		91	21:46
povprečna heliografska širina		17,77				19,15			

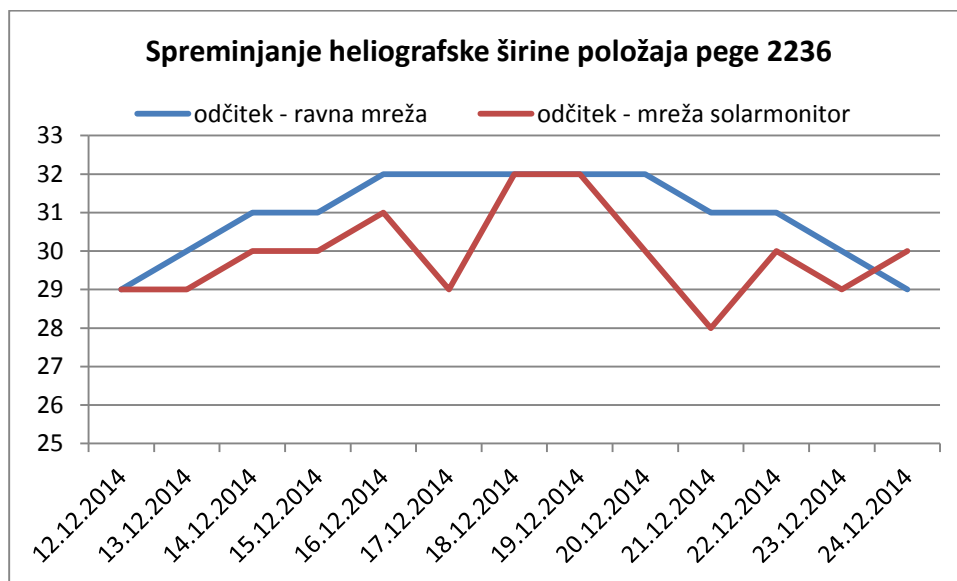
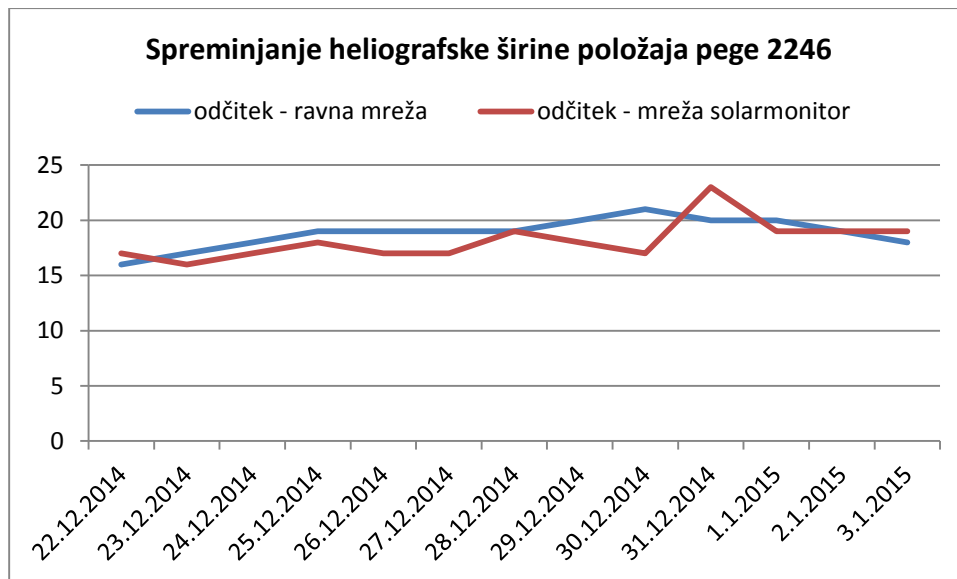
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W		J	E	W	ura	
24.11.2014	2217	19	70		C	19	55		21:58	
25.11.2014	2217	19	60		D	19	40		21:58	
26.11.2014	2217	20	45		D	19	28		21:58	
27.11.2014	2217	20	32		D	20	16		21:58	
28.11.2014	2217	20	15		C	20	4		21:58	
29.11.2014	2217	19		3	C	20		12	21:58	
30.11.2014	2217	18		12	C	19		25	21:58	
1.12.2014	2217	17		25	D	18		37	21:58	
2.12.2014	2217	17		40	D	17		51	21:58	
3.12.2014	2217	16		55	C	16		64	21:58	
4.12.2014	2217	16		78	C	17		76	21:58	
5.12.2014	2217			90	C	15		91	21:58	
povprečna heliografska širina		18,27					18,25			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W		J	E	W	ura	
8.9.2014	2163	20	65		C	16	51		22:46	
9.9.2014	2163	21	55		C	17	37		22:46	
10.9.2014	2163	22	40		D	17	25		16:46	
11.9.2014	2163	22	25		C	17	9		22:46	
12.9.2014	2163	23	10		C	17		4	22:46	
13.9.2014	2163	23		4	H	16		16	22:46	
14.9.2014	2163	22		19	H	16		31	22:46	
15.9.2014	2163	22		33	H	16		46	22:46	
16.9.2014	2163	22		46	B	15		58	22:46	
17.9.2014	2163	22		60	B	15		70	19:58	
povprečna heliografska širina		21,90					16,20			

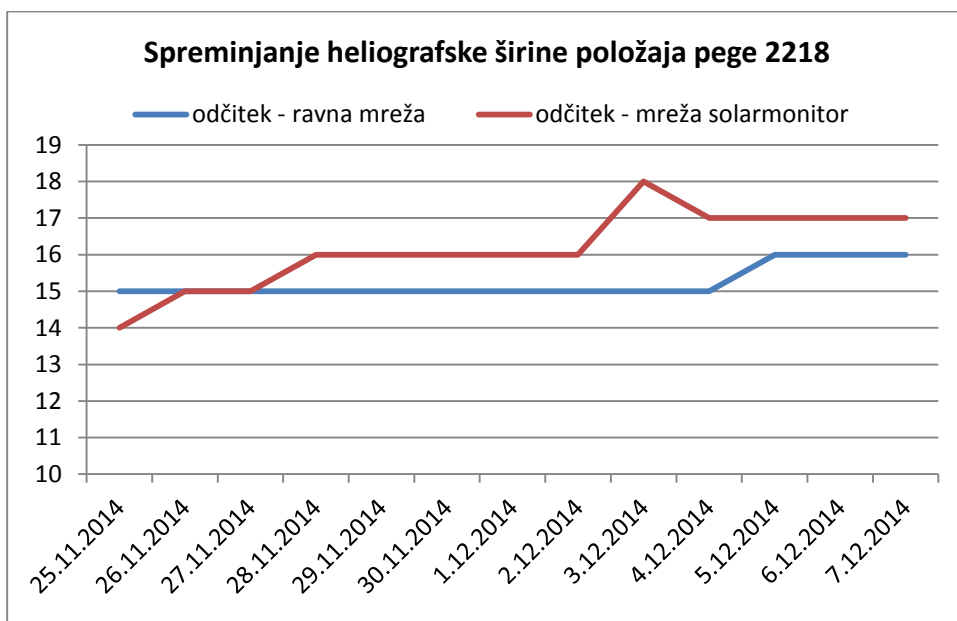
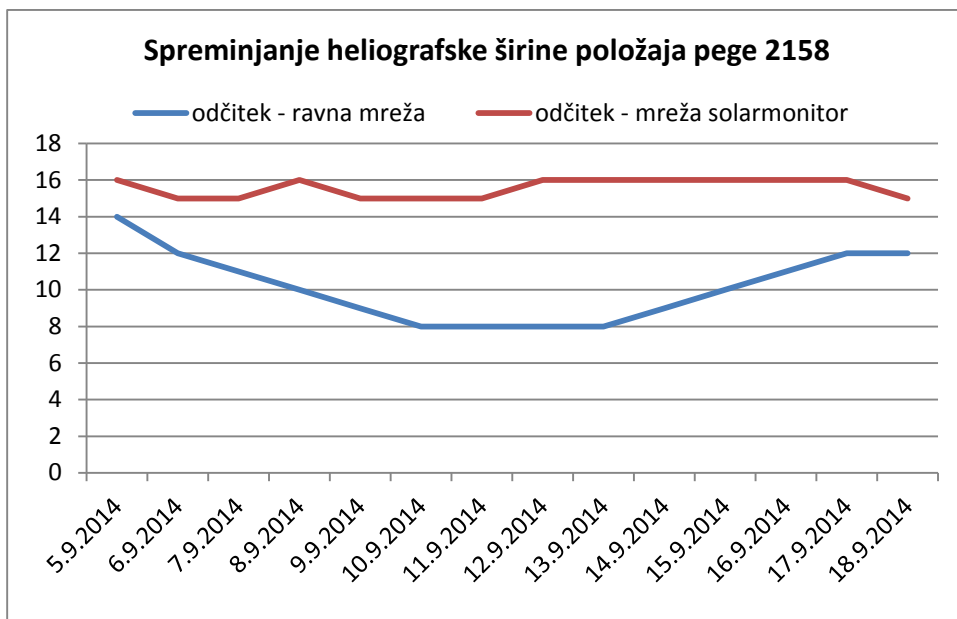
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W		J	E	W	ura	
28.9.2014	2178	3	78		H	1	61		18:46	
29.9.2014	2178	4	62		H	3	46		18:46	
30.9.2014	2178	5	50		C	3	31		22:46	
1.10.2014	2178	6	35		D	3	18		19:10	
2.10.2014	2178	7	20		D	2	5		22:58	
3.10.2014	2178	7	5		C	2		9	18:58	
4.10.2014	2178	7		9	C	1		22	22:58	
5.10.2014	2178	6		22	C	1		37	22:58	
6.10.2014	2178	6		38	C	1		51	22:58	
7.10.2014	2178	5		52	H	1		65	22:58	
8.10.2014	2178	5		65	H	2		78	14:58	
9.10.2014	2178	5		78	H	3		91	22:58	
10.10.2014	2178	5		90	H	1		91	22:58	
povprečna heliografska širina		5,46					1,85			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W		J	E	W	ura	
25.10.2014	2196	4	68		H	3	52		22:58	
26.10.2014	2196	5	58		H	4	41		19:58	
27.10.2014	2196	6	43		H	3	28		19:58	
28.10.2014	2196	7	28		H	4	14		19:58	
29.10.2014	2196	7	15		H	3	0	0	19:58	
30.10.2014	2196	7	2		H	3		12	19:46	
31.10.2014	2196	7		12	H	4		24	19:58	
1.11.2014	2196	6		25	A	5		36	19:58	
2.11.2014	2196	6		30	A	5		49	19:46	
povprečna heliografska širina		6,11					3,78			

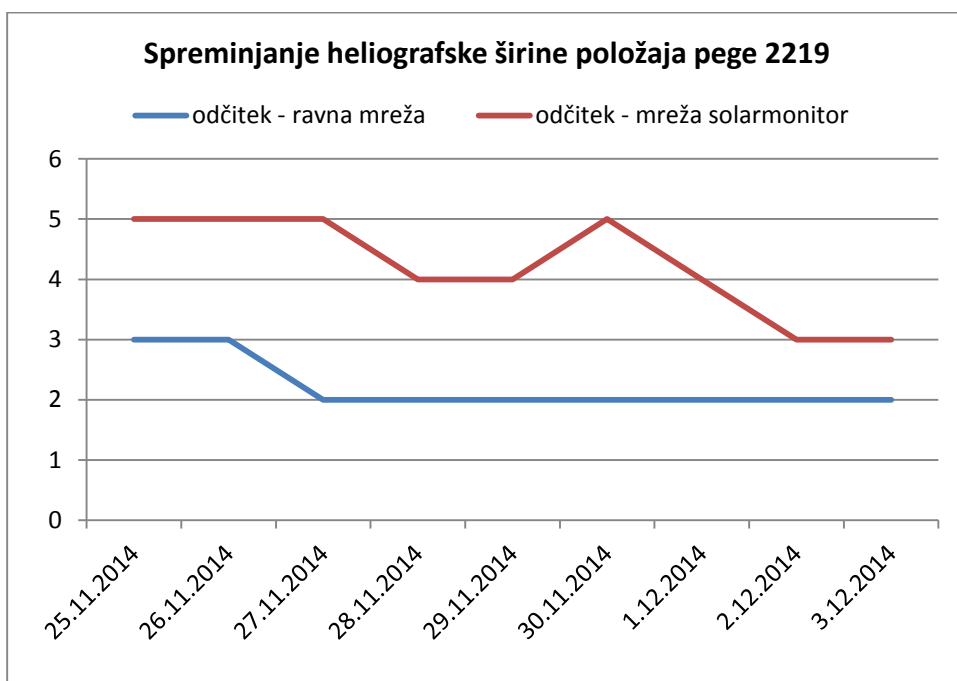
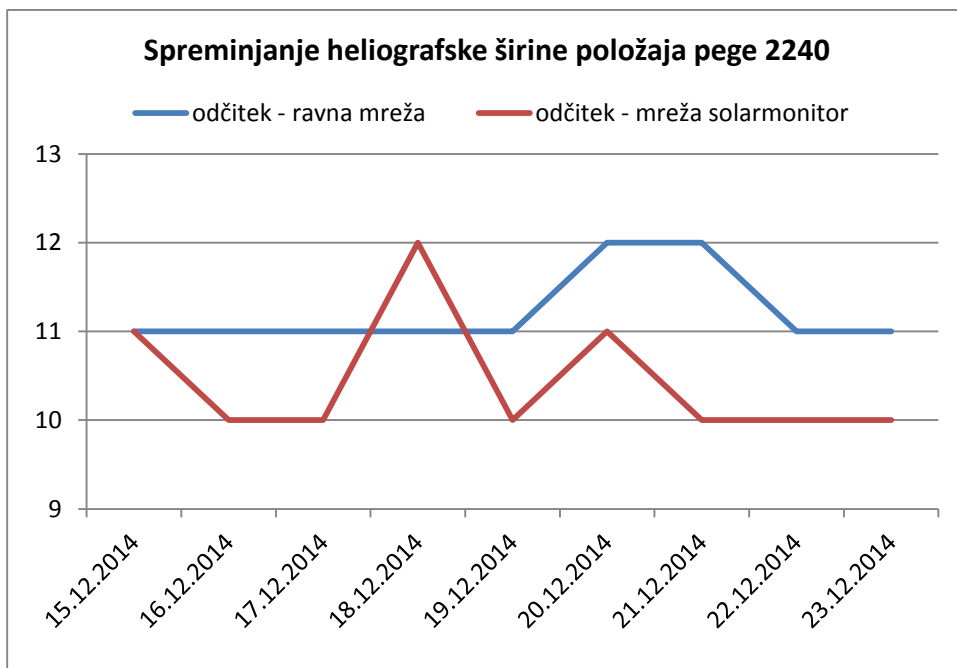
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W		J	E	W	ura	
3.12.2014	2227	4	78		H	3	58		21:58	
4.12.2014	2227	4	62		H	5	46		21:58	
5.12.2014	2227	4	50		H	4	32		21:58	
6.12.2014	2227	3	35		H	3	19		21:58	
7.12.2014	2227	4	20		H	4	5		21:58	
8.12.2014	2227	4	8		H	4		6	21:46	
9.12.2014	2227	4		5	H	4		17	15:46	
10.12.2014	2227	4		20	H	4		34	21:46	
11.12.2014	2227	4		33	C	3		47	21:58	
12.12.2014	2227	4		48	C	3		60	21:58	
13.12.2014	2227	4		61	H	4		73	21:58	
14.12.2014	2227			72	H	4		85	21:58	
15.12.2014	2227			90	H	4		91	21:58	
povprečna heliografska širina		3,91					3,77			
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W		J	E	W	ura	
31.12.2014	2253	4	65		C	6	50		21:46	
1.1.2015	2253	4	55		D	6	35		21:46	
2.1.2015	2253	4	36		E	7	22		21:58	
3.1.2015	2253	4	25		F	6	9		21:58	
4.1.2015	2253	4	10		F	7		4	21:58	
5.1.2015	2253	4		3	F	7		17	21:46	
6.1.2015	2253	4		15	F	7		31	21:58	
7.1.2015	2253	4		30	F	6		43	21:58	
8.1.2015	2253	4		45	F	6		57	21:58	
9.1.2015	2253	4		60	E	6		70	19:46	
10.1.2015	2253	4		75	D	6		84	21:58	
11.1.2015	2253	4		90	D	6		91	21:58	
povprečna heliografska širina		4,00					6,33			

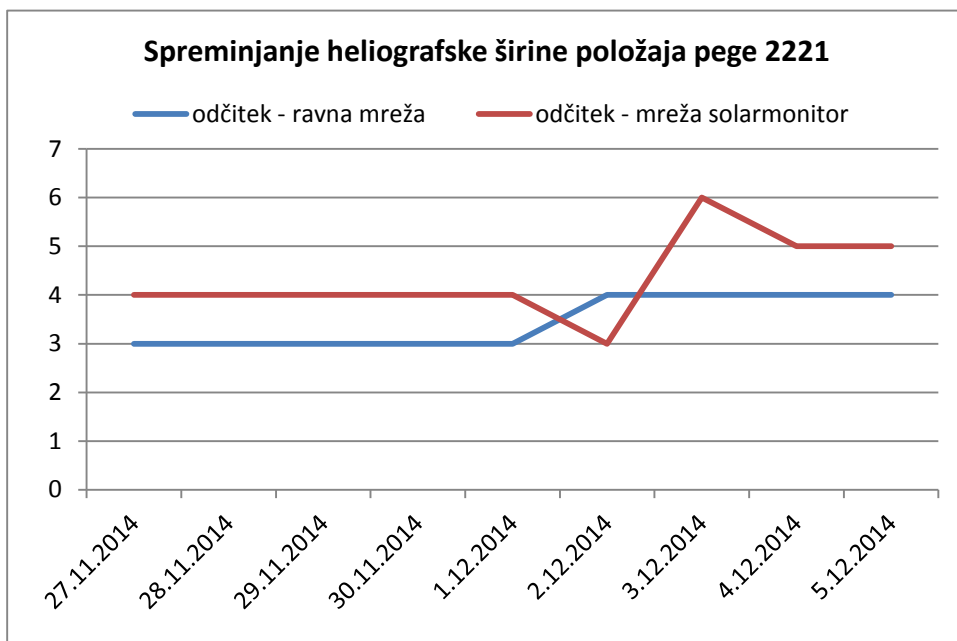
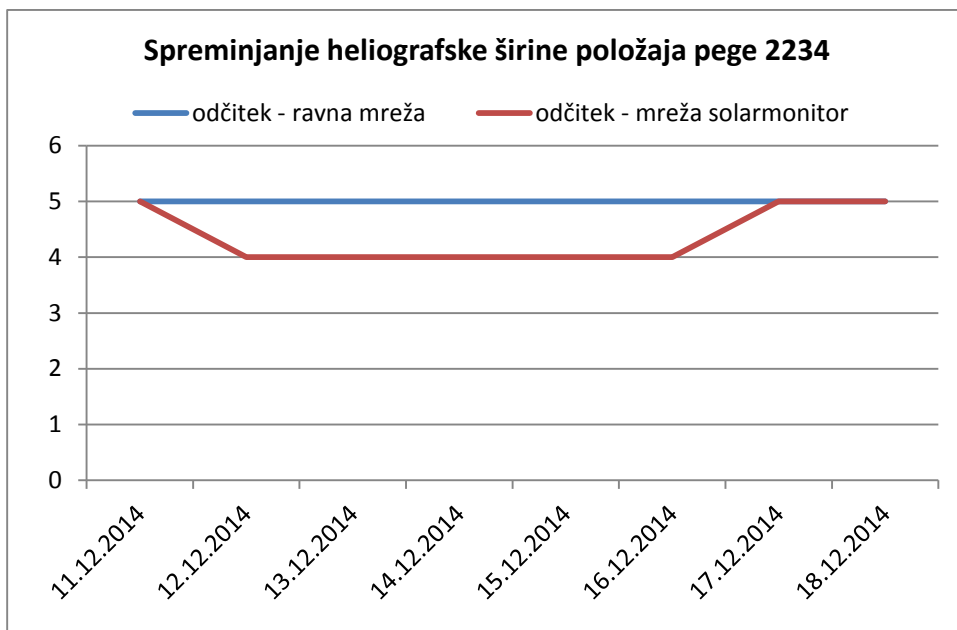
Datum	pega	lokacija (po ravni mreži)			Klasifikacija Z	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W		J	E	W	ura	
11.12.2014	2235	7	65		H	7	50		21:58	
12.12.2014	2235	7	53		H	12	42		21:58	
13.12.2014	2235	7	38		H	8	22		21:58	
14.12.2014	2235	6	25		H	8	10		21:58	
15.12.2014	2235	6	10		C	8		4	21:58	
16.12.2014	2235	6		3	C	7		16	21:58	
17.12.2014	2235	6		15	C	7		30	21:46	
18.12.2014	2235	6		30	C	7		36	11:46	
19.12.2014	2235	6		45	C	7		57	21:46	
20.12.2014	2235	6		58	H	7		69	21:58	
21.12.2014	2235	6		70	H	8		83	21:58	
22.12.2014	2235	6		90	H	8		91	21:58	
povprečna heliografska širina		6,25					7,83			

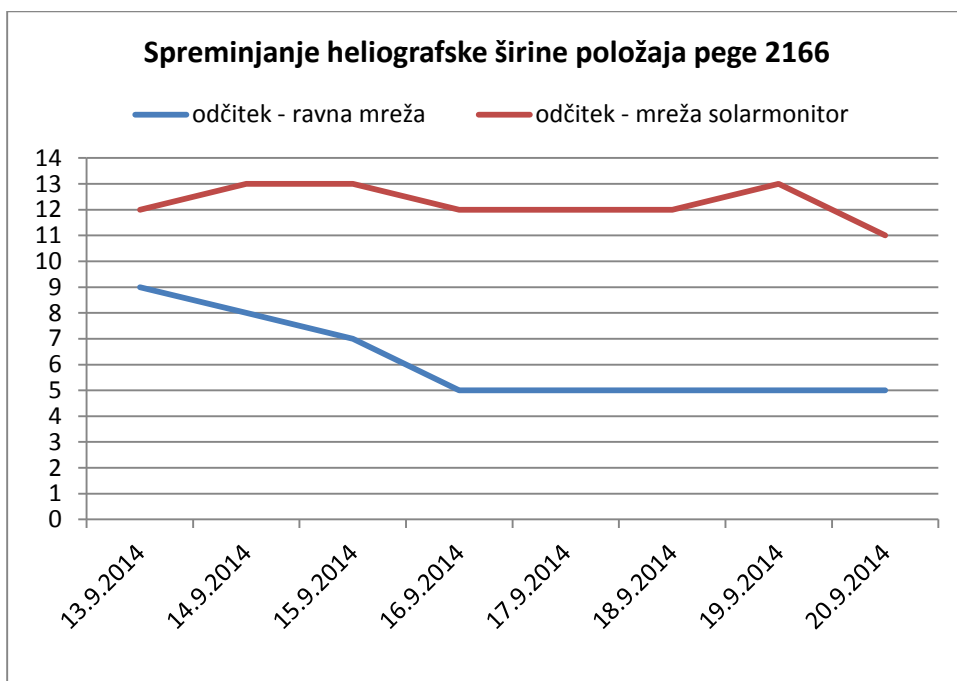
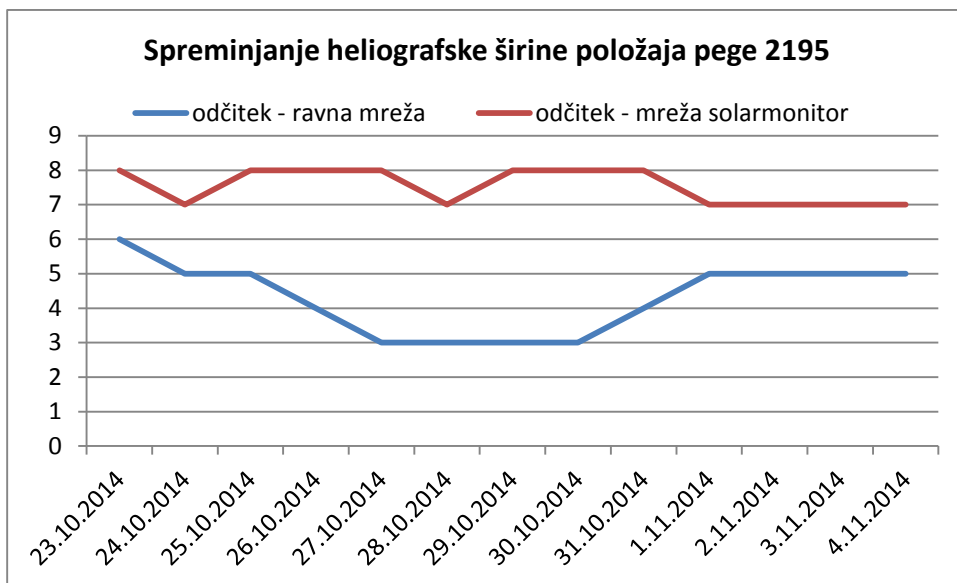
Priloga 3: Prikaz spreminjanja položaja pege po heliografski širini v času opazovanja

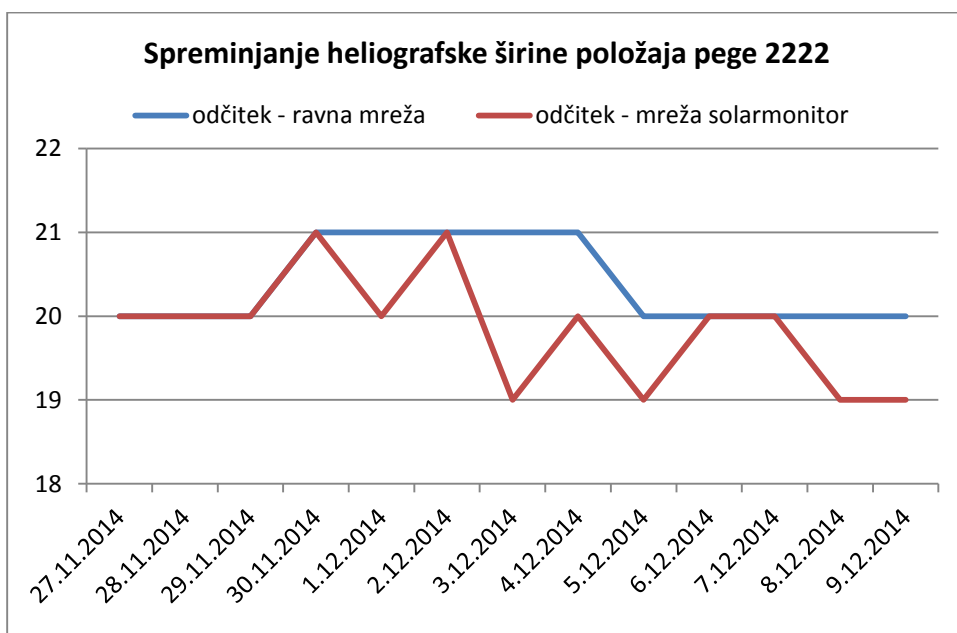
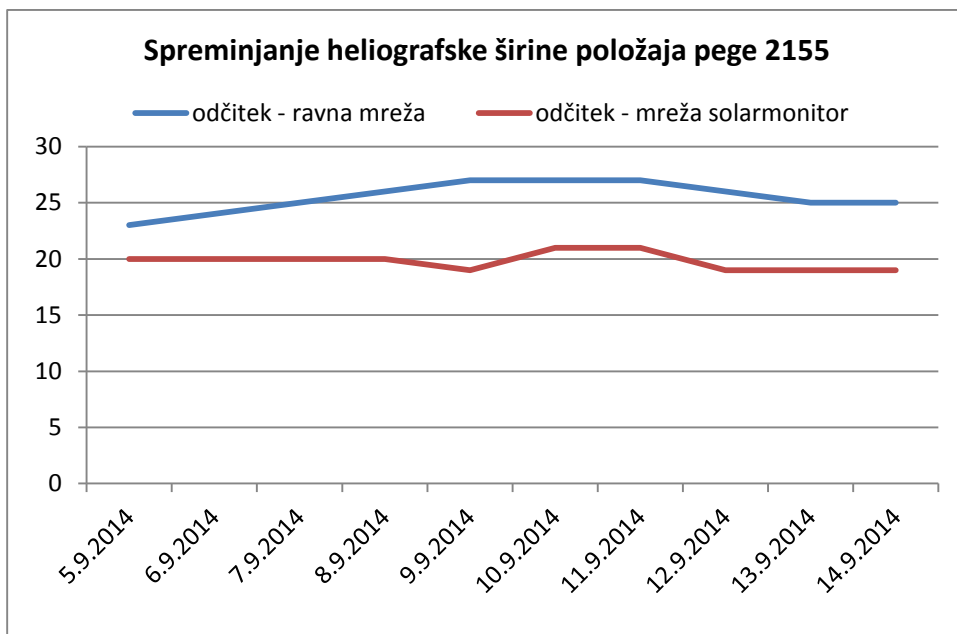


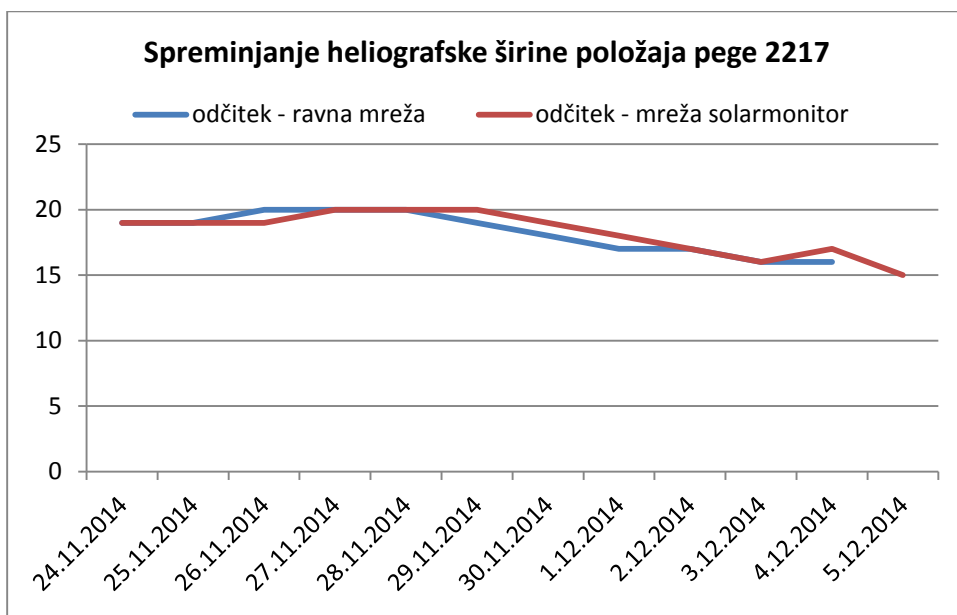
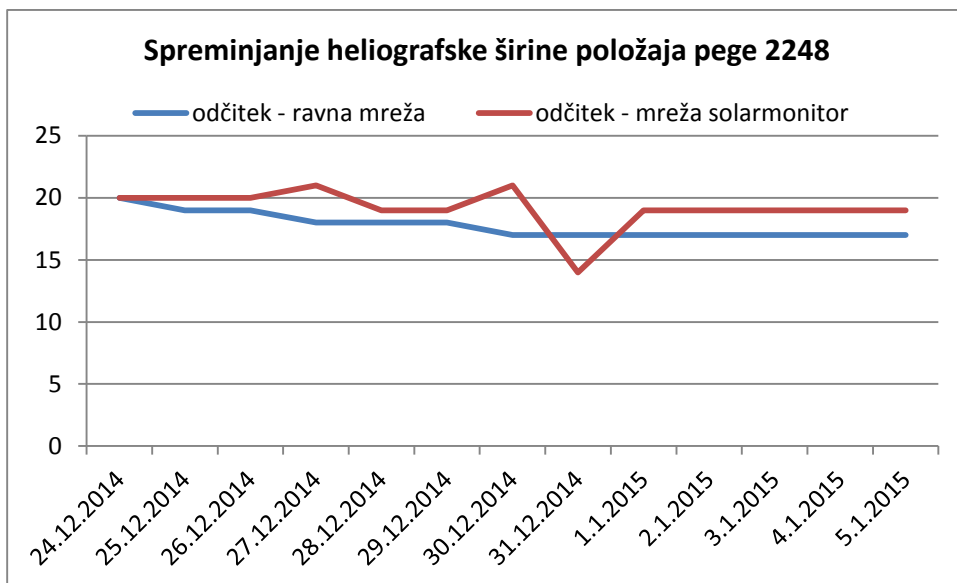


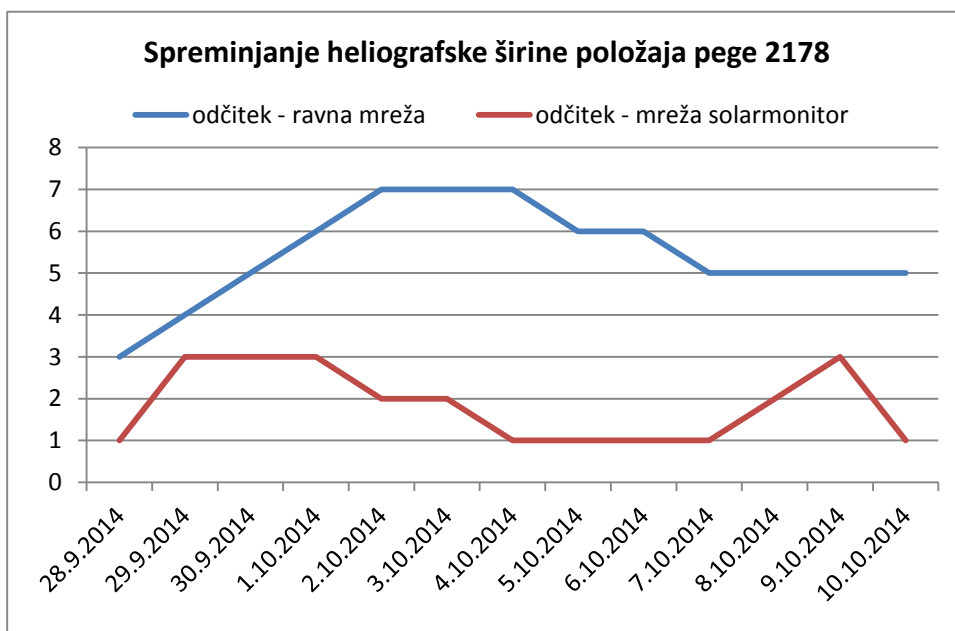
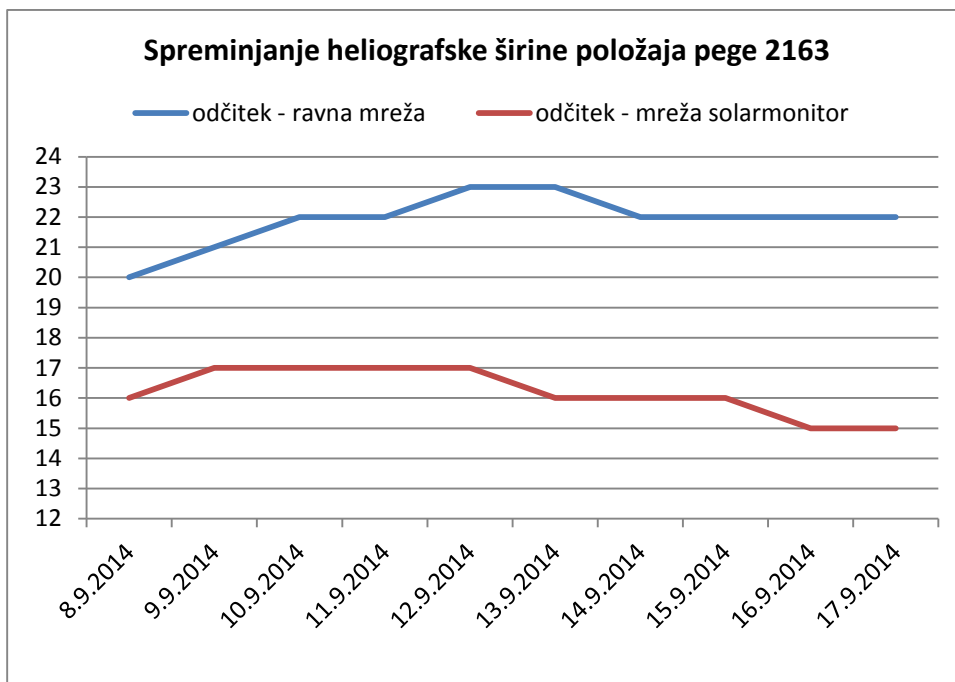


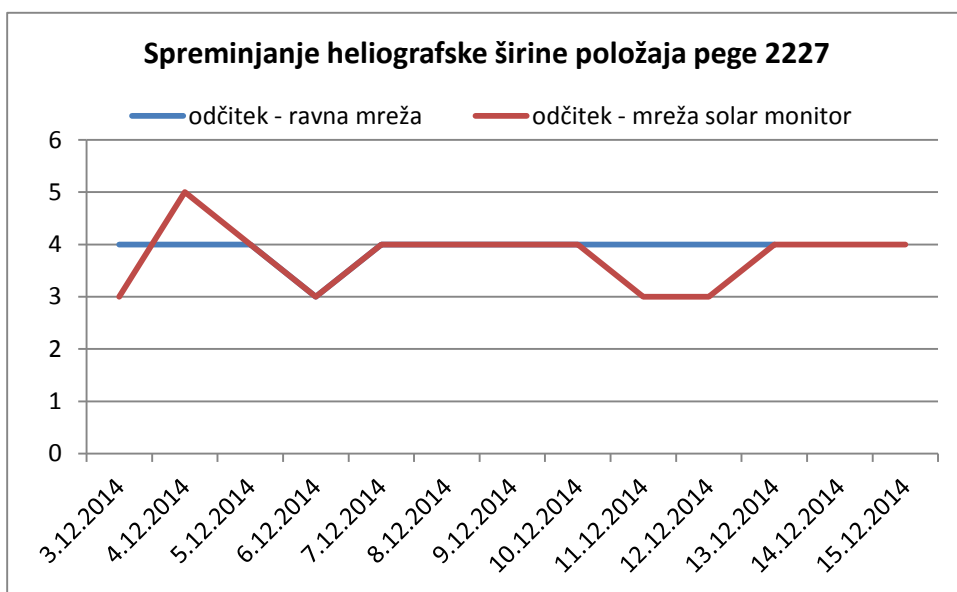
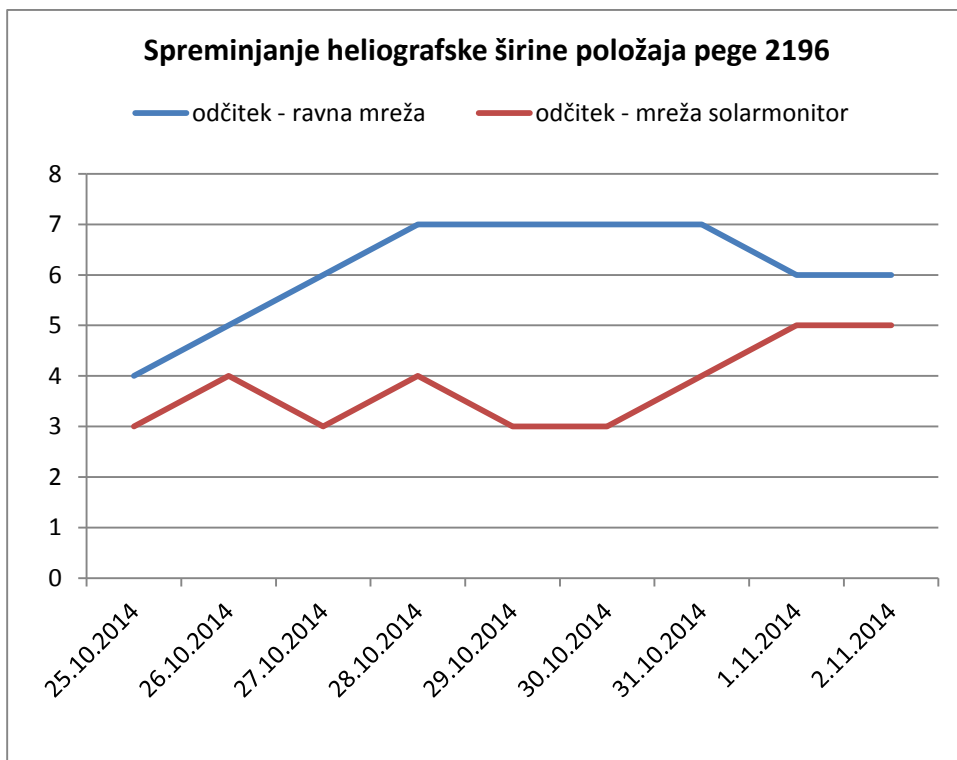


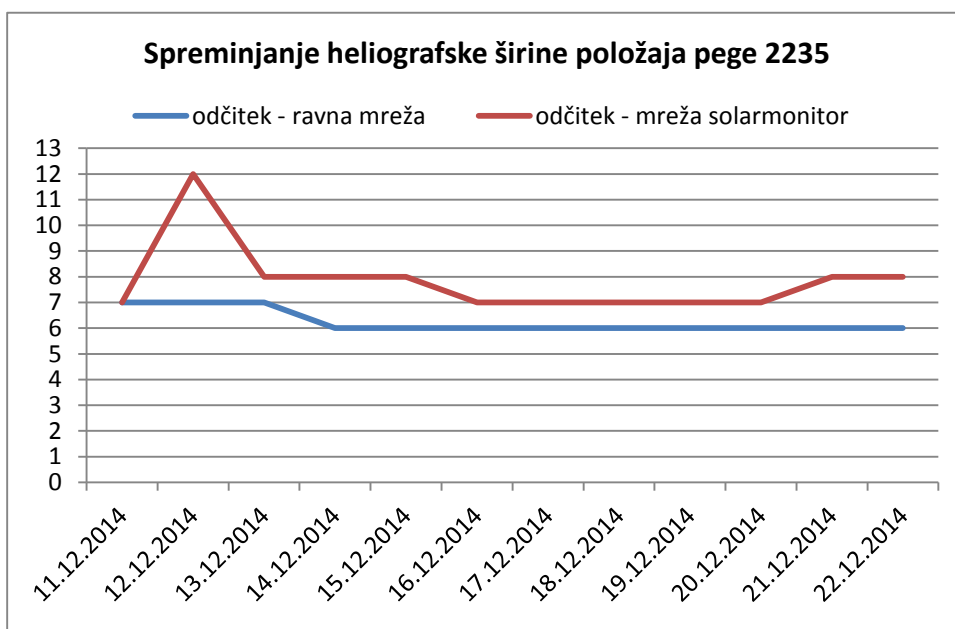
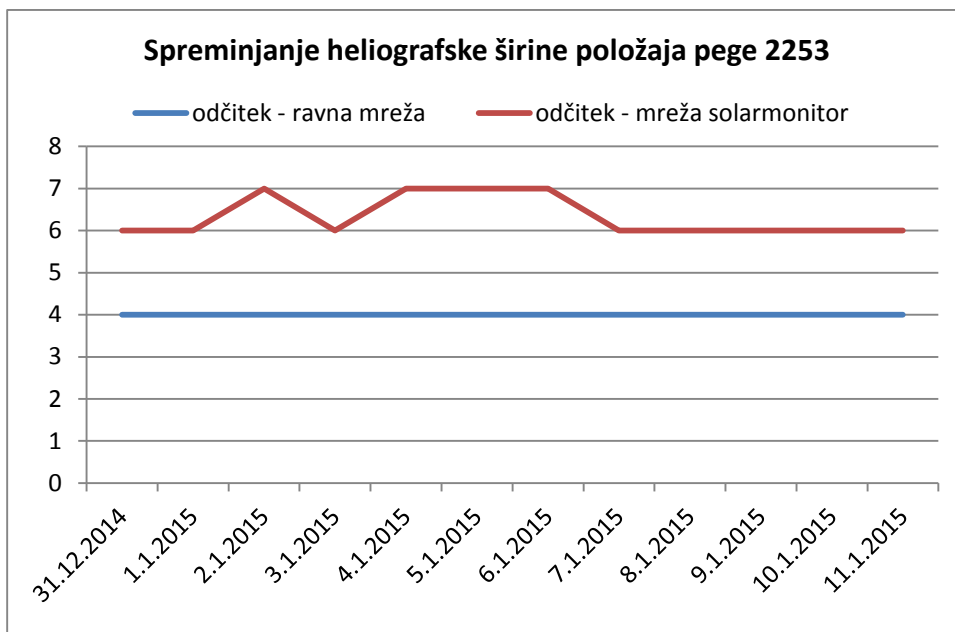












Priloga 4: Podatki o lokacijah opazovanih peg za izračun hitrosti in obhodne poti

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W	ura
27.11.2014	2221	4	57		21:58
28.11.2014		4	43		21:58
29.11.2014		4	30		21:58
30.11.2014		4	16		21:58
1.12.2014		4	3		21:58
2.12.2014		3		8	21:58
3.12.2014		6		24	21:58
4.12.2014		5		39	21:58
5.12.2014		5		53	21:58
povprečna heliografska širina		4,33			

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W	ura
18.9.2014	2169	5	52		18:46
19.9.2014		5	39		19:58
20.9.2014		5	28		22:46
21.9.2014		5	12		22:46
22.9.2014		5	0		22:46
23.9.2014		5		16	18:10
24.9.2014		5		29	18:46
25.9.2014		5		42	18:34
26.9.2014		6		57	19:22
27.9.2014		7		70	22:46
povprečna heliografska širina		5,30			

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W	ura
15.12.2014	2240	11	45		21:58
16.12.2014		10	31		21:58
17.12.2014		10	20		21:46
18.12.2014		12	12		11:46
19.12.2014		10	9		21:46
20.12.2014		11		17	21:58
21.12.2014		10		31	21:58
22.12.2014		10		47	21:58
23.12.2014		10		63	21:58
povprečna heliografska širina		10,44			

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W	ura
5.11.2014	2205	15	53		19:10
6.11.2014		16	43		0:00
7.11.2014		15	33		21:58
8.11.2014		15	19		21:58
9.11.2014		15	5		21:58
10.11.2014		15	8		21:58
11.11.2014		14		21	21:58
12.11.2014		15		35	21:58
13.11.2014		15		48	21:58
14.11.2014		14		65	21:58
15.11.2014		14		77	21:58
16.11.2014		14		91	21:58
povprečna heliografska širina		14,75			

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W	ura
25.11.2014	2218	14	51		21:58
26.11.2014		15	40		21:58
27.11.2014		15	25		21:58
28.11.2014		16	15		21:58
29.11.2014		16	2		21:58
30.11.2014		16		11	21:58
1.12.2014		16		24	21:58
2.12.2014		16		35	21:58
3.12.2014		18		49	21:58
4.12.2014		17		64	21:58
5.12.2014		17		76	21:58
6.12.2014		17		90	21:58
7.12.2014		17		91	21:58
povprečna heliografska širina		16,15			

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		N	E	W	ura
12.12.2014	2236	29	59		21:58
13.12.2014		29	48		21:58
14.12.2014		30	35		21:58
15.12.2014		30	21		21:58
16.12.2014		31	10		21:58
17.12.2014		29	5		21:46
18.12.2014		32		11	11:46
19.12.2014		32		30	21:46
20.12.2014		30		45	21:58
21.12.2014		28		56	21:58
22.12.2014		30		69	21:58
23.12.2014		29		81	21:58
24.12.2014		30		91	21:58
povprečna heliografska širina		29,92			

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		J	E	W	ura
28.9.2014	2178	1	61		18:46
29.9.2014		3	46		18:46
30.9.2014		3	31		22:46
1.10.2014		3	18		19:10
2.10.2014		2	5		22:58
3.10.2014		2		9	18:58
4.10.2014		1		22	22:58
5.10.2014		1		37	22:58
6.10.2014		1		51	22:58
7.10.2014		1		65	22:58
8.10.2014		2		78	14:58
9.10.2014		3		91	22:58
10.10.2014		1		91	22:58
povprečna heliografska širina		1,85			

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W	ura	
28.12.2014	2251	11	45		21:58	
29.12.2014		12	32		21:58	
30.12.2014		15	19		21:58	
31.12.2014		9	5		21:46	
1.1.2015		13		8	21:46	
2.1.2015		13		22	21:58	
3.1.2015		12		34	21:58	
4.1.2015		13		48	21:58	
5.1.2015		13		61	21:46	
6.1.2015		13		73	21:58	
7.1.2015		13		87	21:58	
8.1.2015		13		91	21:58	
povprečna heliografska širina		12,50				

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		J	E	W	ura
2.1.2015	2255	14	63		21:58
3.1.2015		14	50		21:58
4.1.2015		15	38		21:58
5.1.2015		16	25		21:58
6.1.2015		16	11		21:58
7.1.2015		16		2	21:58
8.1.2015		14		15	21:58
9.1.2015		14		29	19:46
10.1.2015		14		42	21:58
11.1.2015		16		57	21:58
12.1.2015		15		68	21:58
povprečna heliografska širina		14,91			

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W	ura	
21.9.2014	2173	15	51		22:46	
22.9.2014		15	37		22:46	
23.9.2014		15	23		18:10	
24.9.2014		15	10		18:46	
25.9.2014		15		4	18:34	
26.9.2014		15		14	19:22	
27.9.2014		17		24	22:46	
28.9.2014		17		40	18:46	
29.9.2014		17		53	18:46	
30.9.2014		16		68	22:46	
povprečna heliografska širina		15,70				

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)				
		J	E	W	ura	
24.12.2014	2248	20	62		21:58	
25.12.2014		20	47		21:46	
26.12.2014		20	34		21:46	
27.12.2014		21	22		21:46	
28.12.2014		19	9		21:58	
29.12.2014		19		6	21:58	
30.12.2014		21		19	21:58	
31.12.2014		14		30	21:46	
1.1.2015		19		42	21:46	
2.1.2015		19		55	21:58	
3.1.2015		19		68	21:58	
4.1.2015		19		81	21:58	
5.1.2015		19		91	21:46	
povprečna heliografska širina		19,15				

Datum	pega	Lokacija (podatek na www.solarmonitor.org)			
		J	E	W	ura
8.10.2014	2186	19	59		14:58
9.10.2014		19	46		22:58
10.10.2014		22	31		22:58
11.10.2014		20	20		22:58
12.10.2014		20	5		22:58
13.10.2014		21		7	22:58
14.10.2014		21		20	22:58
15.10.2014		21		33	18:58
16.10.2014		21		46	21:58
17.10.2014		20		58	22:46
18.10.2014		20		71	22:58
19.10.2014		20		84	22:58
20.10.2014		20		91	22:58
povprečna heliografska širina		20,31			