

Aktivnost Jupiterove površine

Na osnovu vizuelnih posmatranja u periodu od 30. juna do 11. jula 1997. data je slika aktivnosti Jupiterove površine. Rezultati su predstavljeni kroz mape u jovografskom sistemu koordinata.

Uvod

Gustina Jupitera je veoma mala – iznosi samo 1.33 g/cm^3 . Međutim, zbog velike zapremine, njegova masa je ogromna (čak 318 puta veća od mase Zemlje). U sastav Jupitera ulazi veoma mali procenat čvrste materije: sastavljen je od 82% vodonika, 11% helijuma, dok je od čvrste materije izgrađeno samo jezgro, koje zauzima 4% zapremine planete. Zbog niske temperature koja vlada na Jupiterovoj površini, u gornjim slojevima atmosfere nalaze se oblaci izgrađeni od kristala leda.

Atmosfera Jupitera ima zonalnu rotaciju. Razlikuju se dve osnovne vremenske grupe rotacije pojedinih područja: Sistem I (sa periodom od 9h 50min 26s) koji obuhvata područje od 12° severne do 12° južne širine i Sistem II (period 9h 55min 40s) koji obuhvata preostala područja južno i severno od Sistema I. Brzina rotacije pojedinih oblasti na Jupiteru sa Zemlje se veoma teško može odrediti, jer se izgled zona i pojaseva stalno menja, pa je skoro nemoguće odabrati objekat u odnosu na koji bi se to kretanje posmatralo.

Ako sa Zemlje posmatramo Jupiter, prvo šta se može primetiti je da Jupiter ima raznobojnu površinu. Najuočljivije su tamnije (pojasevi) i svetlije pruge (zone) koje su paralelne među sobom i sa ekvatorom. Ove oblasti su oko ekvatora i najšire, dok se ka polovima sužavaju. Na površini se ističu i pege, koje mogu biti različitih oblika, dimenzija i boja. Najpoznatija je Crvena pega – snažno kružno strujanje u atmosferi. Ona predstavlja sistem visokog pritiska – anticiklon. Pored Crvene pege prisutne su i pege drugih boja i oblika kao što su bele i braon pege, koje su manjih dimenzija.

*Nenad Ilijić (1981),
Niš, Nikolettine
Bursaća 1, učenik 1.
razreda Gimnazije
Bora Stanković u
Nišu*

Atmosfera struji iz oblasti sa visokim (anticiklon) u oblast sa niskim pritiskom (ciklon). Tako se stvaraju lokalna kružna strujanja vazduha. Pored lokalnih, na Jupiteru su primetni i stalni vetrovi, koji imaju konstantnu brzinu i pravac. Tako duž ekvatora duva veoma snažan stalni vetar čija brzina dostiže čak 100 m/s. Pored njega, nekoliko stalnih vetrova duva između ekvatora i polova. Zbog veoma brze rotacije Jupitera oko svoje ose, pravac ovog strujanja nije paralelan sa ekvatorom. Ovako velika brzina vetrova objašnjava brze promena do kojih dolazi na površini.

Većina ispitivanja pojava na Jupiteru, vrši se na osnovu fotografija i filmova, dobijenih teleskopskim osmatranjima, ili sa međuplanetarnih letova. Od najvećeg značaja za ispitivanja su fotografije sa Vojadžera, pošto njihova rezolucija dozvoljava da se razlikuju objekti do 30 kilometara. Ali i pored ovoga, posmatranja amatera imaju svoje mesto, jer se letovi za Jupiter ne organizuju svakog dana, dok se njegova površina menja iz dana u dan. Sumiranjem rezultata niza posmatranja do kojih je došlo više posmatrača, mogu se izvesti za astronomiju značajni zaključci. Osim toga, upoređivanjem ovako dobijenih podataka sa savremenim snimcima, dobijenih pomoću kosmičkih letilica, može doprineti potpunijoj interpretaciji onih podataka koji su dobijeni pre kosmičke ere. (Na primer 1901. godine na istoj širini kao Crvena pega pojavila tamna pruga dugačka oko 70000 kilometara i dobila naziv Veliki južni poremećaj. Ta pruga se kretala po dužini brže od Crvene pege i u dva navrata ju je preticala!?)

Aktivnosti koje se mogu posmatrati na Jupiteru su kretanje pojaseva i zona ka severu ili jugu, promena njihove širine, intenziteta sjaja i boje. I pored čestih promena, površina donekle ima stalnu strukturu. Nazivi objekata na Jupiteru su prihvaćeni kao standard. Ako dođe do pojavljivanja novih objekata, njihovi nazivi se uvode po potrebi posmatrača. Nazivi objekata su sledeći:

- SPR (South Polar Region) – Južno polarno područje
- SSTZ (South South Temperate Zone) – Južnija umerena zona
- SSTB (South South Temperate Belt) – Južniji umereni pojas
- STZ (South Temperate Zone) – Južna umerena zona
- STB (South Temperate Belt) – Južni umereni pojas
- STrZ (South Tropical Zone) – Južna tropska zona
- SEB (South Equatorial Belt) – Južni ekvatorski pojas
- EZ (Equatorial Zone) – Ekvatorska zona
- EB (Equatorial Belt) – Ekvatorski pojas
- NPR (North Polar Region) – Severno polarno područje
- NNTZ (North North Temperate Zone) – Severnija umerena zona
- NNTB (North North Temperate Belt) – Severniji umereni pojas
- NTZ (North Temperate Zone) – Severna tropska zona
- NTB (North Temperate Belt) – Severni umereni pojas

NTrZ (North Tropical Zone) – Severna tropska zona
NEB (North Equatorial Belt) – Severni ekvatorski pojas
GRS (Great Red Spot) – Velika crvena pega

Cilj posmatranja pojaseva i drugih objekata na Jupiteru jeste da se prikupi što više podataka o njihovom položaju, širini, intenzitetu i boji, a na osnovu ovih podataka da se dobije slika celokupne Jupiterove površine i promena na njoj

Metod

Vizuelna posmatranja Jupitera vršena su iz Petnice u periodu od 30. juna do 7. jula 1997. godine. U prvom delu posmatranja korišćen je apohromatski refraktor prečnika objektiva 7", žižne daljine 1.6 metara, sa okularom od 9 milimetara. On je korišćen u toku prva tri ciklusa posmatranja, do 3. jula, dok je u drugom delu posmatranja korišćen refraktor, prečnika objektiva 4", žižne daljine 0.9 metara sa okularom od 8 milimetara.

Prilikom posmatranja javljale su se različite poteškoće uzrokovane vremenskim prilikama. Uslovi posmatranja procenjivani po sledećoj skali:

- 1– Slika jako podrhtava, ceo disk struji, ponekad se njegov oblik promeni. Obojen je promenljivim bojama, a detalji nisu vidljivi. Sjaj pozadine neba se menja. Ponekad se slika potpuno rasplinjuje.
- 2– Slika podrhtava, disk приметно struji, ali se njegov oblik nikad ne promeni. Obojenost nije velika i sjaj pozadine neba gotovo se ne menja. Na disku su vidljivi samo krupniji detalji.
- 3– Slika je gotovo nepomična, rub diska malo struji. Vidljivi su svi glavni detalji. Sjaj pozadine neba se ne menja. Ponekad se opažaju kratka smirenja.
- 4– Slika je oštra i nepomična. Rub diska je jasan i vidljivi su samo krupniji detalji i slabi delovi diska. Često nastupaju trenuci potpunog smirenja.
- 5– Slika je celo vreme isključivo oštra. Drhtanje i zamućenja su retki. Najmanji detalji su dobro vidljivi. Teleskop daje maksimum za svoje povećanje.

S obzirom da Jupiter ima dosta mali period rotacije, promene na njemu su dosta brze i česte. Stoga su posmatranja vršena svakih 50 minuta. Na taj način bilo je moguće izvesti četiri do pet osmatranja u toku noći. Pošto je period rotacije Jupitera 9h 53min 20s, za vreme između dva posmatranja Jupiter se pomeri oko svoje ose za ugao od 35°. Da bi u svakom trenutku bile poznate kordinate centralnog meridijana, urađen je program za njihovo određivanje u funkciji od prvog posmatranja. Ovo je dosta korisno pri analizi podataka dobijenih posmatranjem i izradi razvučenih karata površine, jer se u suprotnom karte dobijene sa raznih

posmatranja ne bi mogle spajati. Kao ulazne podatke program koristi koordinate centralnog meridijana za prvo posmatranje, vreme prvog posmatranja i vreme bilo kog drugog posmatranja za koje koordinate treba odrediti, a izlazni podatak je položaj centralnog meridijana.

Vidljiva Jupiterova površina ne može se u potpunosti snimiti samo jednim pogledom. Stoga se posmatra nekoliko minuta da bi se dobio što verniji crtež, jer se zbog (ovozemaljskih) atmosferskih prilika tokom posmatranja jedni detalji gube, a drugi pojavljuju. Za ucrtavanje se pripremaju posebni šabloni, prilikom čije izrade se vodi računa da je Jupiter spljošten na polovima. Veoma je važno da se ovaj šablon pre početka ucrtavanja orijentiše, kako bi se znali tačni položaji detalja. Prilikom ucrtavanja prvo se ucrtavaju konture najvećih ekvatorskih pojaseva (SEB i NEB), pri čemu se prvo unosi spoljašni, a zatim unutrašnji rub. To se radi zbog toga, da bi se vernije prikazali položaji i širine pojaseva, upoređujući njihove udaljenosti od polova i ekvatora. Zatim se unose detalji. Crtež bi trebalo da se završi što brže jer će inače zbog rotacije biti iskrivljen.

Može doći i do pojave da detalji prelaze jedni preko drugih, pa se tako može izvesti zaključak i o njihovom dubinskom rasporedu. Pored svega ovoga potrebno je posmatrati i promene boje. Boja pojedinih delova određuje se upoređivanjem sa ostalim. Za određivanje boje detalja koristi se sledeća skala (koja važi samo za Jupiter):

| | | | |
|----------------------|----|-----------------|---|
| Belo-plavi | -2 | Čisto žuti | 4 |
| Plavo-beli | -1 | Tamno-žuti | 5 |
| Beli | 0 | Crvenkasto-žuti | 6 |
| Žuto-beli | 1 | Narandasti | 7 |
| Belo-žuti | 2 | Žuto-crveni | 8 |
| Žuti, malo beličasti | 3 | Braon | 9 |

Važno je odrediti i intenzitet sjaja pojedinih detalja na Jupiteru. Za ovo se koristi odgovarajuća relativna skala, koja takođe važi samo za Jupiter. Ocenjuje se ocenama od -1 do 10, gde su detalji ocenjeni ocenom -1 najsjajniji, a oni ocenjeni sa 10 najtamniji. Ocene se izvode upoređivanjem pojedinih detalja na planeti. Ova skala nije stalna već se menja u zavisnosti od promene sjaja pojedinih delova planete. Intenzitet sjaja se razlikuje i u samim pojasevima duž njihove širine i dužine, a često dolazi do stvaranja mrlja raznih intenziteta na površini. Zato na crtežu treba naznačiti svaku приметnu razliku u intenzitetu.

Na kraju, kada se sakupe svi crteži iz jednog ciklusa posmatranja potrebno ih je sistematizovati. Najveći deo onoga šta je potrebno nalazi se na samim skicama sa posmatranja. Sada je potrebno odrediti koji deo Jupitera je posmatran, da bi se rezultati mogli upoređovati (prilog). Na osnovu jovigrafskih koordinata planetarna koordinatna mreža se širi, i dobija se razvučena karta Jupitera.

Rezultati posmatranja

Urađena su ukupno 23 posmatranja. Za svako posmatranje zapisivane su promene položaja i oblika objekata na površini, promene intenziteta i boje. Kao primer, navedimo prvo, dok se sva ostala zasnivaju na istom principu:

1. posmatranje, 30. jun, 2h 5min

Najveći intenzitet sjaja imaju predeli oko južnog i severnog pola, na manjem delu južne polulopte primećuje se SPR, koji verovatno zbog zemljine atmosfere nije u potpunosti vidljiv. U manjem delu na južnoj širini od 30 do 40 primećuje se SSTB. Najtamnija oblast je NEB. Karakteristični su i pramenovi materije koji polaze sa NEB-a i SEB-a. NTB i NNTB su prividno spojeni (NTZ se ne vidi verovatno zbog uticaja zemljine atmosfere).

Na osnovu ovog i ostala 22 posmatranja napravljeni su grafici promene sjaja pojedinih objekata na Jupiteru za svako posmatranje i razvučene karte za sisteme zonalne rotacije Sistem I i Sistem II. Za određivanje longitude centralnog meridijana urađen je program na osnovu sledećeg algoritma:

$$d = \text{JDE} - 2451545 - \text{računa broj dana}$$

$$v = 172^\circ.74 + 0^\circ.00111588 d - \text{argument za dug period kretanja Jupitera}$$

$$M = 357^\circ.529 + 0^\circ.9856003 \cdot 3 - \text{izračunavanje anomalije Zemljine putanje}$$

$$N = 20^\circ.020 + 0^\circ.329 \sin v - \text{izračunavanje anomalije Jupiterove putanje}$$

$$J = 66^\circ.115 + 0^\circ.9025179 d - 0^\circ.329 \sin v - \text{razlika između heliocentričnih longituda između Zemlje i Jupitera}$$

$$A = 1.915 \sin M + 0.020 \sin 2M - \text{jednačina centra Zemlje u stepenima}$$

$$B = 5.555 \sin N + 0.168 \sin 2N - \text{jednačina centra Jupitera u stepenima}$$

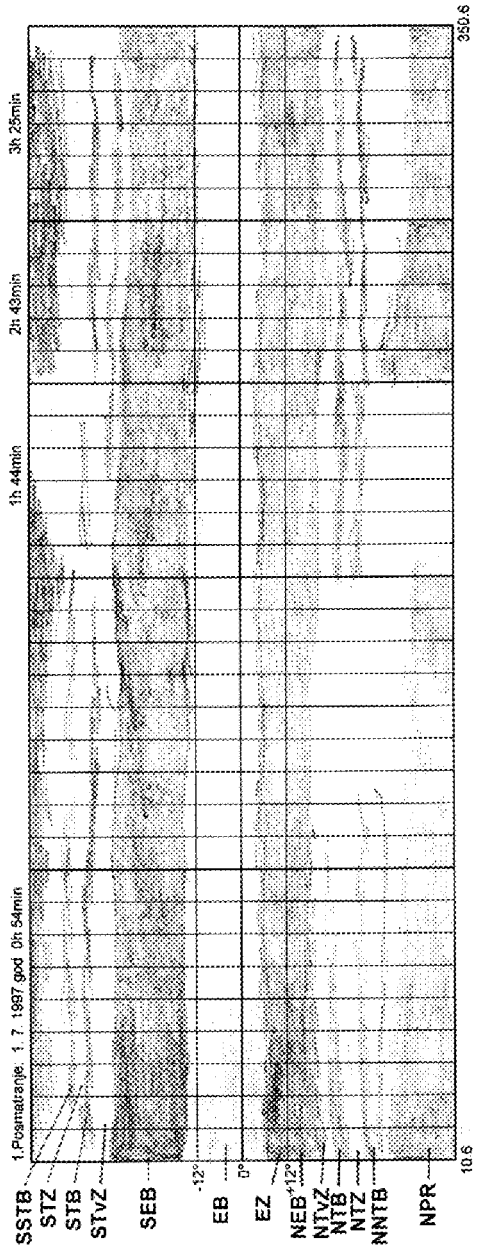
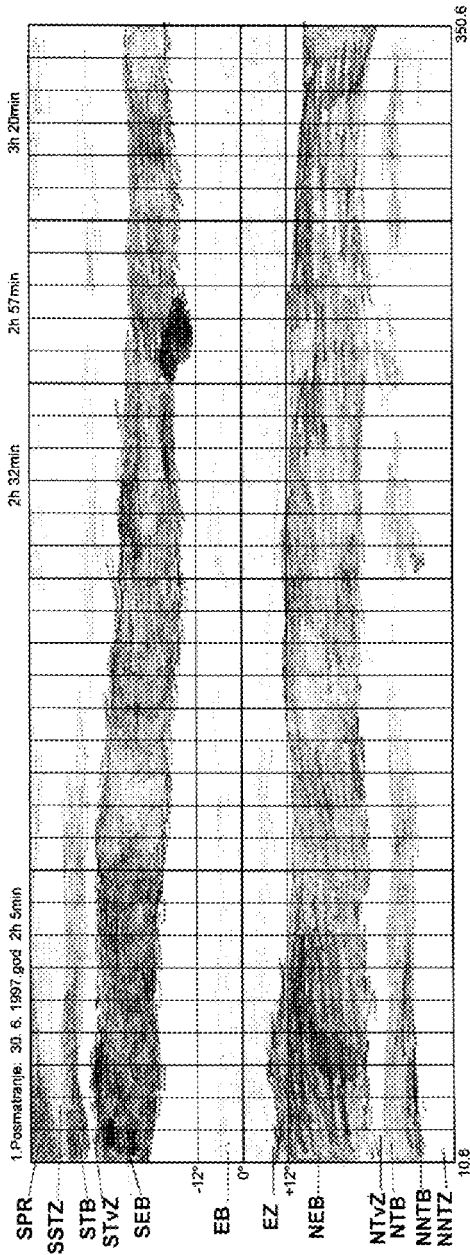
$$K = J + A - B$$

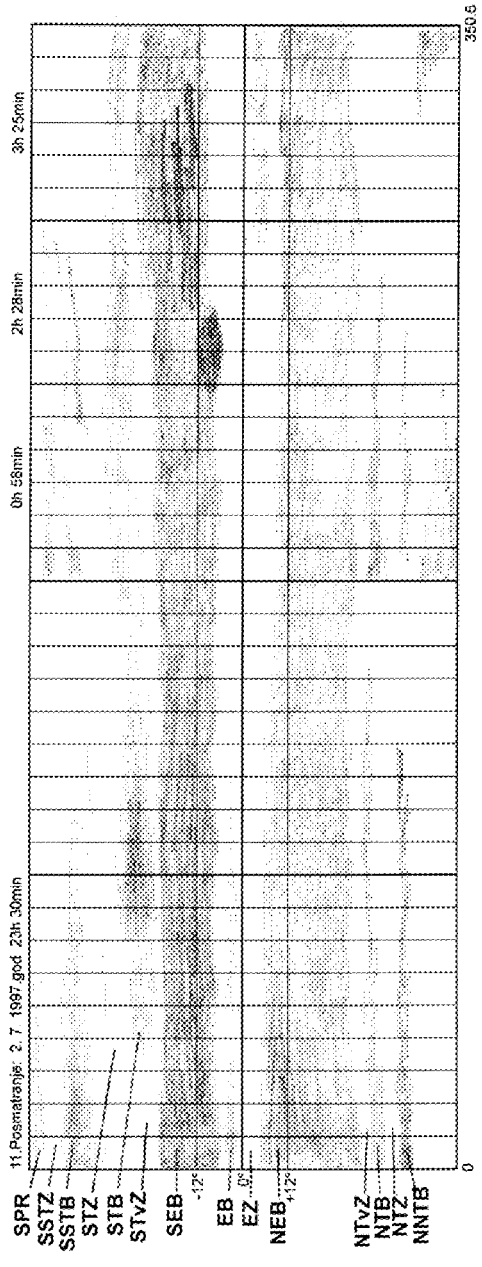
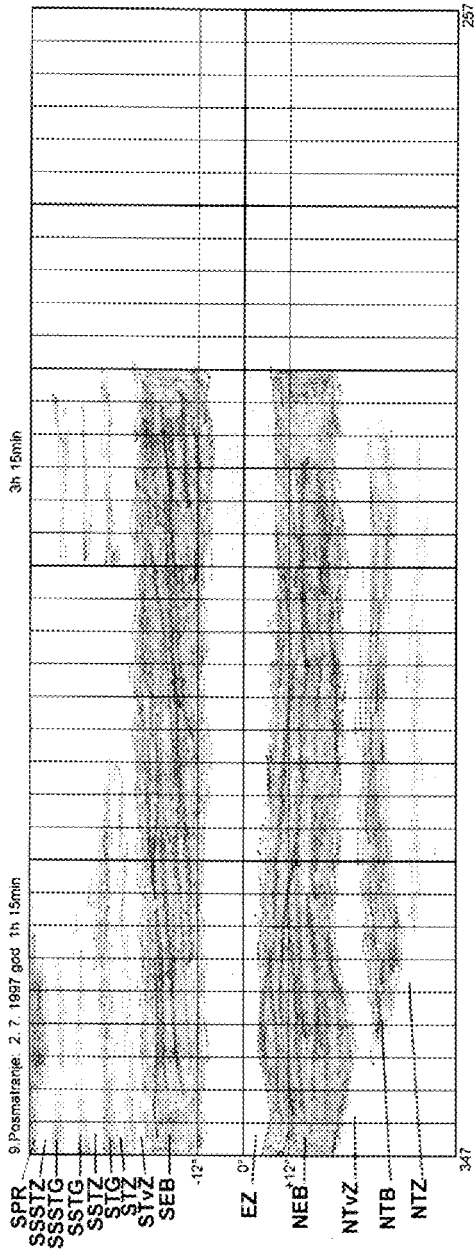
$$R = 1.00014 - 0.01671 \cos M - 0.00014 \cos 2M - \text{radijus vektor Zemlje}$$

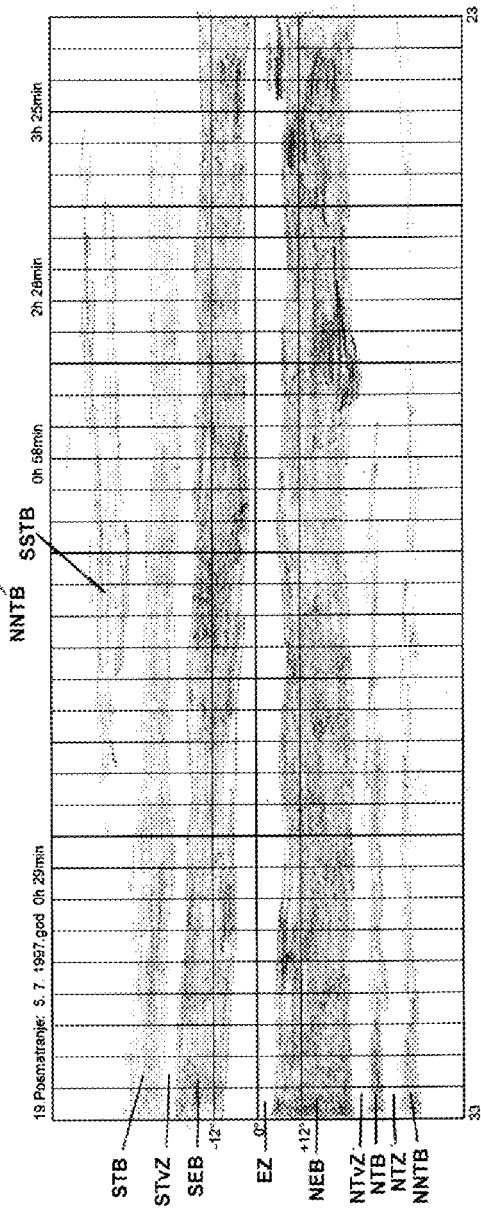
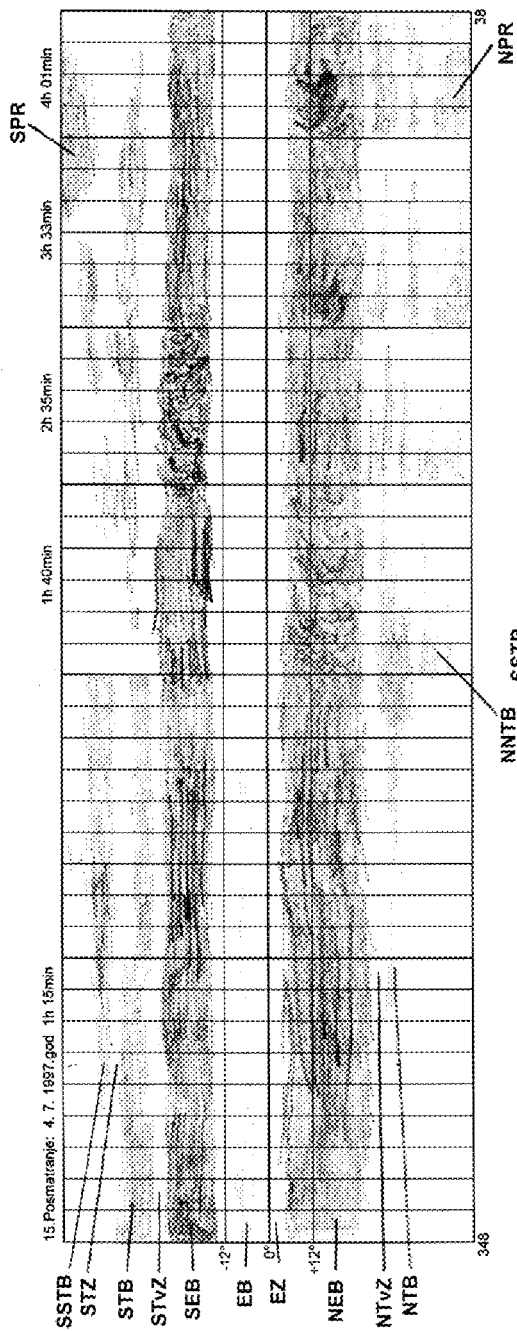
$$r = 5.20875 - 0.25208 \cos N - 0.00611 \cos 2N - \text{radijus vektor Jupitera}$$

$$\Delta = \sqrt{r^2 + R^2 - 2rR \cos K} - \text{rastojanje Zemlja-Jupiter}$$

$$\sin \Psi = \frac{R}{\Delta} \sin K - \text{fazni ugao Jupitera}$$







$$\varpi_1 = 210^\circ.98 + 877^\circ.8169088 \cdot \left(d - \frac{\Delta}{173}\right) + \psi - B \quad - \text{longituda} \\ \text{centralnog meridijana za Sistem I}$$

$$\varpi_1 = 187^\circ.23 + 877^\circ.8169088 \cdot \left(d - \frac{\Delta}{173}\right) + \psi - B \quad - \text{longituda} \\ \text{centralnog meridijana za Sistem II.}$$

Na osnovu svih posmatranja urađene su, ovde priložene, mape u jovijalnom sistemu.

Literatura

Berić, M., Frlež, E., Kovačić, S., Rabuzin, E., Tadej, I., Vršnak, B. 1982. *Astronomija – metode promatranja i proučavanja Sunca, planeta, promenljivih zvezda i meteora*. Zagreb: Narodna tehnika Hrvatske.

Kaufmann, W. J. III. 1990. *Universe*. New York: W. H. Freeman.

Meeus, J. 1991. *Astronomical Algorithms*. Richmond (Virginia): Willmann-Bellinc.

Nanad Ilijić

Observations of the Activity of Jovian Surface

The results that are exposed in the paper was acquired from the data of the observations of Jupiter surface in the period between June 30 th and July 11 th 1997, only using visual method. Arrangement of the results managed creating of the complete image of the changes on the surface, brightness intensity and color.

