



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



УНИВЕРЗИТЕТ у НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИМЉЕНО	26 ОКТ 2005
ОРГАНИЗЈЕД	Б Р О Ј
С603	9/561

Nova saznanja o režimu Paličkog jezera

- diplomski rad -

Mentor:

Dr Željko Škrbić

Kandidat:

Marija Prošić

Novi Sad, 2005

SADRŽAJ

Uvod	1
Geografski položaj i veličina jezera	2
Geološko-geomorfološke karakteristike	3
Klima	5
Vetar	5
Vlažnost vazduha	5
Prosečno trajanje sunčevog sjaja	5
Padavine	5
Pedološki sastav	6
Biljni i životinjski svet	7
Sanacioni radovi	8
Isparavanje jezera Palic	9
Kretanje temperature jezerske vode	11
Izračunavanje sume godišnjih isparavanja slobodne plitke vodene površine	13
Rezultati prikazani grafički	15
Zaključak	51
Literatura i izvori	53
Kratka biografija	54

UVOD

Odlučila sam se za ispitivanje jezera Palić iz razloga što je vodostaj ovog jezera poslednjih godina toliko nizak da postoji bojazan da se jezero ne isuši.

O problemu snabdevanja vodom Palića godinama se raspravlja i bilo bi šteta da se isuši ovo jezero koje služi kao letovalište kao i banja.

Postoji legenda o nekadašnjim jakim izvorima koji su napajali ovo jezero vodom, kao i verzija da su ti izvori presušili i zatrpani muljem. O mestima gde se ti izvori nalaze verzije su različite. Izvesno je da se ovo jezero snabdeva vodom koji daju atmosferski talozi, no trebalo bi utvrditi da se ono snabdeva makar i slabim izvorom i pokušati odgovoriti na pitanje kako će ono izgledati narednih godina.

Za rešavanje pomenutih problema potrebno je prikupiti podatke o terenu na kom se jezero nalazi, o kretanju temperature vode, o isparavanju i meteorološke podatke.

Na žalost ne postoje višemesečni podaci posmatranja ovog jezera, pa ćemo na osnovu postojećih podataka pokušati rešiti postojeći problem.



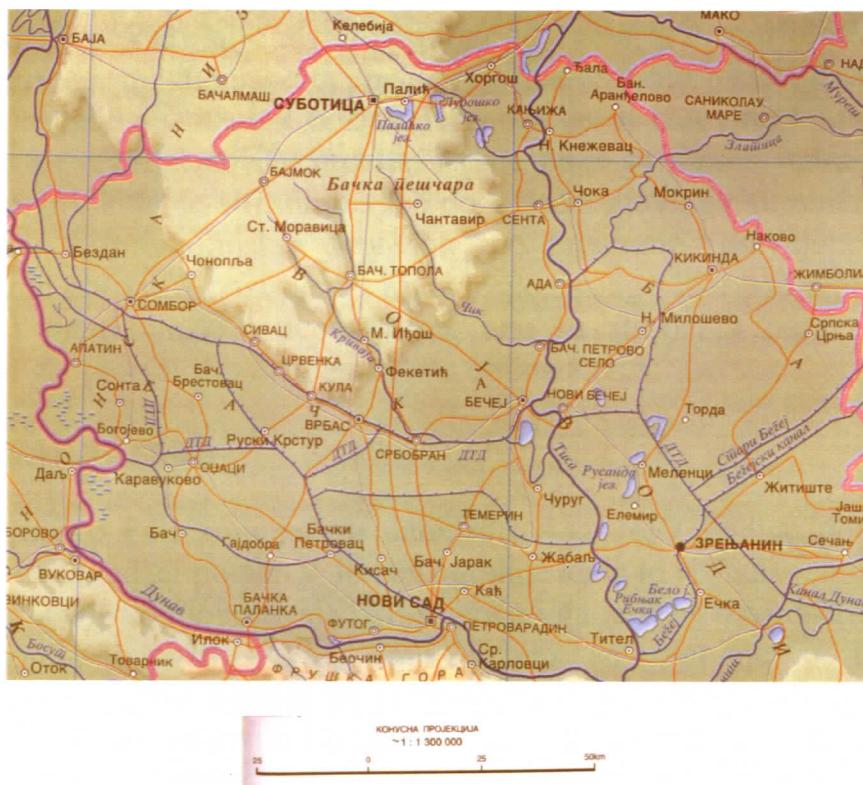
GEOGRAFSKI POLOŽAJ I VELIČINA JEZERA

Palićko jezero se nalazi u središnjem delu Panonske nizije između Dunava i Tise, jugo-istočno od grada Subotice.

Položaj jezera određen je koordinatama $46^{\circ} 05' 55''$ geografske dužine i $19^{\circ} 45' 30''$ geografske širine. Ima veoma povoljan položaj nalazi se nedaleko od granice sa Madjarskom, u neposrednoj blizini medjunarodnog puta E5 i železničke pruge Subotica-Horgoš. Nivo jezera pri najvišem vodostaju ima nadmorsku visinu 102 m.

Palićko jezero je najveće jezero u Bačkoj. Površina jezera iznosi 5,6 km². Jezero ima dva kraka: jedan širi i duži što se pruža meridijanski i drugi uporednički, uži i pliči čiji krajnji zapadni deo dopire do periferije grada Subotice.

Obala Palićkog jezera nije razuđena, a karakteristično je za istočnu obalu da je viša i otkrivena prema jezeru.



Prilog 1: Karta 1. Geografski položaj Palićkog jezera

GEOLOŠKO-GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Palićko jezero leži na prelaznoj zoni između peščare i lesne zaravni. Peskovita obala se proteže severno od jezera do granice pre Mađarskoj sa najvišom tačkom kod Kelebije 134 m. Prema istoku i jugu absolutne visine opadaju, jer Subotica leži na nadmorskoj visini od 112 m , jezero samo na 102m.

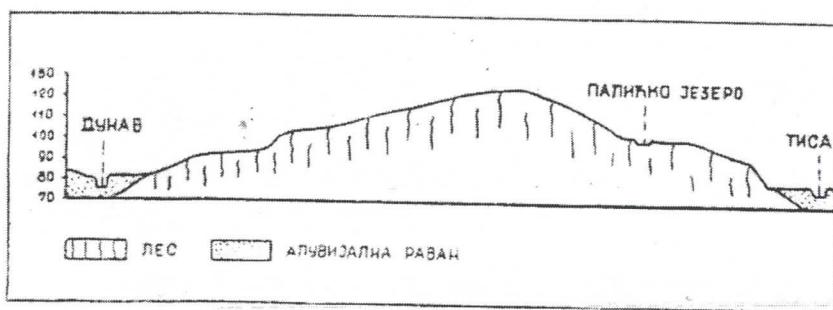
Na osnovu sondiranja terena i dokumentacionog materijala konstantovano je, da se u bližoj okolini jezera, ispod naslaga prašinaste gline, lesa i peska prostire jedan kontinuiran sloj nepropusne gline, pretežno plavkastosive boje. Ovaj glinoviti sloj konstantovan je na celom prostranstvu dna jezera, posle isušivanja i odstranjivanja mulja. Izuzetak čini krajnji severoistočni deo jezera gde dno jezera čine peskovi. Ovi peskovi u ovom delu jezera su povezani sa subotičko- horgoškom peščarom i tu se sučeljavaju sa lesnim naslagama, koje su nataložene južnije i to: prvo barski les, a preko njega partije tipskog suvozemnog lesa, koji se završava sa humificiranim zemljjišnim slojem.

Oblast peščare nije ravan nego mogu uočiti šest morfoloških celina: dine, izduvine, međudinske depresije, garmade, lesne oaze i rečne doline. Dine i garmade su rezultat eolske akumulacije, a izduvine i interkolinske depresije su rezultat eolske erozije. Lesne oaze su delovi jedne prostrane lesne zaravni, koja se širi na jug sve do Telečke, javljaju se obično između grupa dina i interkolinskih depresija kao prostrane zaravnjene površine zaravnjenih oblika. S obzirom na to da lesne naslage čine podlogu peščanim dinama i interkolinskim depresijama, one su starije, a pesak je mladi. Poslednji geomorfološki elemenat jeste dolina Kereš.

POSTANAK JEZERA

Prvi pomeni o Palićkom jezeru datiraju još iz 1697 godine pod imenom Paligo Palus.Sledeći pomen je iz 1697 godine kada je vojska Evgenija Savojskog logorovala oko jezera ali ga je zbog oskudacije u pijaćoj vodi morala napustiti. Treći put Jezero se pominje u istorijskim dokumentima prema kojima ga je Subotica 1743 godine dobila od bečke vlade.Veoma rano se javilo i predanje o jezeru po kom je ono nastalo kada su čobani kopali bunare voda je počela naglo da nadolazi,i poplavila celu okolinu.Prva naučna ispitivanja potiču od Mađarskih naučnika,koji su smatrali da je Palić rečno jezero. Pošto je visinska razlika između Palićkog

jezera i Tise oko 30 m ,isključuje se mogućnost da je basen Palićkog jezera napusteni meandar Tise.Čak i pod prepostavkom da je ova visinska razlika za vreme navejavanja lesnog materjala bila manja,ne može se prihvatiti mišljenje da je Palićko jezero rečno.



Prilog 2: Profil reljefa između Dunava i Save

Još jasniji primer je reljef na zapadu od jezera.Visinska razlika između Palićkog jezera i zapadnog dela Telečke iznosi 30 m ,a između Telečke i aluvijalne ravni Dunava oko 50 m.Otuda visinska razlika između Palićkog jezera i Dunava iznosi 20 m.Prema tome ,ako bi se predpostavilo da je Palićko jezero meandar Dunava ,onda je nivo Dunava morao biti viši za 50 m .Međutim ta bi visina uslovljavala sasvim drugačiji hidrografski sistem u Panonskoj niziji.Nedostatak rečnog nanosa je još jedan dokaz da Palićko jezero nije fluvijalnog porekla. Nigde u okolini Palića nema tragova rečnog šljunka i peska.Svuda je samo pesak i les,barskog i kopnenog porekla.

O postanku Palićkog jezera pisao je i Borivoj Ž.Milojević.On smatra,uzimajući u obzir mišljenje Halovača,da se dno Palića sastoji od bele,žilave i kompaktne gline,koja ne propusta vodu,da je Palićko jezero nastalo ogolićenjem izdani.Ova nepropustljiva glina staložena je u plitkim jezerima koja su postojala pre navejavanja peska i lesa.Prema tome Palićko jezero je prepeščarsko.Sa ovim mišljenjem slaže se i Bukurov dodajući da je stalnost vodene površine bila od presudnog značaja za formiranje depresije.

KLIMATSKE PRILIKE

Prema geografskom položaju i reljefnim karakteristikama Palića i njegove okolina imaju odlike umereno-kontinentalne klime, odnosno, severno-bajski tip klime sa peščarskim varijetetima. Klimatske promene na ovom području su posledica međusobnog delovanja kontinentalnih i maritimnih uticaja.Na Paliću u Blizini jezera postoji meteorološka stanica čije smo podatke koristili u periodu od 1987 do 1998 godine. Najtoplij i mesec jul sa prosečnom temperaturom od 22,3 ,a najhladniji januar sa prosečnom temperaturom od minus 1,2C ,srednja godišnja temperature iznosi 10,5C.Pomenućemo samo one klimatološke elemente koji su am bili potrebni za Pemmanovu jednačinu.

VETAR

Na Paliću gotovo i nema dana bez vetra.Uglavnom duva severozapadni vetr,a redje iz jugoistočnog pravca.Znacajni su severni i zapadni vetrovi jer donose kišu,oseća se uticaj i košave.

VLAŽNOST VAZDUHA

Optimalni uslovi su kada je relativna vlažnost 60% u letnjim mesecima ako su temperature više dozvoljene vrednosti relativne vlažnosti je tada 85%.Srednja godišnja vlažnost vazduha na Paliću ima vrednost od 75% ,maksimum iznosi 89% zabeležen je u decembru a minimum u julu I avgustu I ima vrednost 65%.Što znači da je u toplijoj polovini godine vlažnost vazduha blizu optimalne,a u hladnijoj polovini godine znatno veća.

PROSEČNO TRAJANJE SUNČEVOG SJAJA

Najviše sunčevog sjaja imaju meseci jun(8,6h dnevno),jul(9,5)i avgust(9,2).Septembar I maj imaju imaju značajanu količinu sunčevog sjaja(7,5h dnevno).Prosečno godišnje trajanje sunčevog sjaja je 2100 časova.

PADAVINE

Količina padavina je veoma promenljiva.Godišnji prosek padavina iznosi 525mm.Dešava se da ceo mesec nepadne ,a drugog meseca padne I mnogo iznad proseka.Najveća količina taloga je u maju,junu I julu.Glavni minimum padavina je u januaru,februaru i martu kada padne od 27 do 34 mm padavina.Palić ima 238 dana godišnje bez padavina.

PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Palić i njegova okolina je celokupnom svojom površinom pod černozemom, koi je zastupljen sa tri varijeteta. Najveći deo ovog područja zauzima černozem karbonatni, dok je jugozapadno i jugoistočno od jezera černozem sa znacima ogledavanja u lesu.

Černozem karbonatni na lesnom platou je pedološka tvorevina nastala u suvom i topлом borealu u stepko-kontinentalnoj klimi. Pogodnost mehaničke grade akumulativno-humusnog dela i lesa u pogledu vododržljivosti i propustljivosti izuzetno je značajna za trajno održavanje ovih tvorevina.

Ovaj tip černozeme pokazuje znatnu karbonatnost u aktivno-humusnom delu. Očuvane osobine černozema karbonatnog na lesnim platoima treba pripisati osobinama klime, svojstvima tipskog lesa i udela karbonata u njemu, dobroj propustljivosti i dubokoj podzemnoj vodi. Vegetacioni pokrivač, koji je u stvaranju ovog černozema imao glavnu ulogu, sasečen je, preoran i raznesen, pa su ga gotovo na celom prostoru zamenile poljoprivredne, setvene i sadne kulture.

Ritska crnica karbonatna, zaslanjena i černozem peskoviti zahvataju manje prostranstvo u Palićkoj depresiji.

BILjNI I ŽIVOTINjsKI SVET

Oko Palića postoji oko 3540 ha šumskih površina. Najviše je zastupljen: bagrem, topola, crni bor, hrast i jasen. Sve šume su pogodne za izletišta i za lov, a to se naročito odnosi na borovu šumu. Kod jezera se nalazi park "Narodnih jezera" čija površina iznosi 45 ha. Park ima listopadno i zimzeleno drveće koje je zasejano u obliku aleje i predstavlja pravu blagodet za stanovnike i turiste. Na obodu jezera raste barska vegetacija od kojih je najznačajnija trska i sipa. Trska je zastupljena na čitavom priobalnom delu, izuzev severnom koji je uređen.

Palićko jezero se nalazi u tipičnom ciprinidnom regionu. Ciprinidne vode karakterišu se bujnim razvićem živog sveta u vodi, kako biljnog (mikro i makrofite) tako i životinjskog. Usled toga boja vode je uglavnom zelenasto-mrka (od algi), a providnost je dosta mala.

Makrofite se susreću u priobalnom regionu kao emerzne, floapanpne i submerzne do 3 m dubine. Uglavnom se vodene flora susreće u obliku emerznih oblika uz samu obalu: trska, širokolisti i uskolisti rogoz. Uočena je pojava podvodnih mikrofita u manjoj meri.

Mikrofite su zastupljene u raznim oblicima algi: zelene i modrozelene. One su u zavisnosti od godišnjeg doba ponekad veoma burno razvijaju t.z.v. "vodeni svet", dajući vodi gotovo apsolutnu neprozirnost i plavkasto-zelenu boju.

Razvijenost biljnog sveta uslovila je i bogatstvo u životinjskim vrstama. Ovo područje odlikuje prisustvom krupne i sitne divljači. Od krupne divljači najznačajnija je srna, od sitne zec i fazan, a javljaju se još jerebica, šumska šljuka i prepelica. Od šteočina zastupljene su: lisica, tvor, tekunica, hrčak i jazavac.

Na jezeru zastupljene su mnoge ptice močvarice i to: riđa čaplja, siva čaplja, mala bela čaplja, divlje plovke i kljunljste plovke. To je ptičiji svet koji je vezan za vodenu površinu jezera. U parkovima i šumama Palića u toku leta živi velik broj ptica kao što su: mala grmuša, grmuša vrtlarka, zeba i druge.

Riblja fauna je naseljena i prirodnim i veštačkim putem. Danas u jezeru žive predstavnici dve porodice riba: šaran i karaš. U manjem broju ima još: smuđa, crvenperke i štuke.

SANACIJA JEZERA

Posle odumiranja jezera, sama priroda nametnula jejedinu moguću odluku: ići u borbu za ponovo oživljavanje jezera. I počeo je poduhvat do tada ne zabeležen kod nas: poduhvat isušivanja čitavog jezera, njegovo čišćenje i vraćanje prirodi, ljudima, geografskim kartama.

Sanacija je počela 27. maja 1971. godine, u tom trenutku donošenja odluke jezero je bilo potpuno mrtvo. Nestale su ribe, trska i rogoz počeli su izumirati. Biološka ravnoteža potpuno je uništena i bilo je jasno da se prirodnim putem neće regenerisati.

U okviru ovog poduhvata trebalo je rešiti sledeće:

- 1) Prečišćavanje otpadnih voda Subotice uz pomoć jednog centralnog uređaja
- 2) Primarno prečišćavanje najvećih industrijskih zagađivača voda
- 3) Isušivanje vode iz jezera, kako bi se mulj prvo osušio, a onda odstranio
- 4) Kopanje novog odvodnog kanala Palić-Ludoš i obezbeđivanje odvodnjavanja otpadnih voda prema Ludošu i Tisi
- 5) Sanacija stare i izgradnja nove obale
- 6) Rekonstrukcija "Ženskog štranda"
- 7) Iskopan je veći broj kanala različite dužine kako bi se mulj u potpunosti osušio
- 8) Ponovo punjenje pojedinih sektora prečišćenom vodom
- 9) Porobljavanje pojedinih sektora.

Posle šest mukotrpnih godina jezero se vraća u život. Ono što je priroda dala, a čovek uništio, ponovo je naporima čoveka vraćeno. Drugo rođenje jezera bila je pobeda čoveka, ali ne nad prirodom, nego nad samim sobom. U aprilu 1976. godine u jezero su puštene prve ribe. Ubačeno je oko 113 000 riba. Prilikom rekonstrukcije jezera stručnjaci su se trudili da sačuvaju sve ono što je nekada krasilo kupalište Palić. Renoviran je "Ženski šstrand", velika terasa, staze i parkovi. Nastojalo se da se sačuva bar deo one atmosfere koja je toliko oduševljavala sve posetioce.

ISPARAVANJE JEZERA PALIĆ

Branko Đurić je boraveći na Paliću od 17 do 21 jula 1952 godine došao do sledećih rezultata. O kretanju vodostaja jezera Palić nema podataka kao ni o isparavanju vode na površini jezera, jer se hidrometeorološka merenja uopšte do 1952. godine nisu ni vršila.

Pošto vodostaj jezera zavisi od padavina i isparavanja, ostalo je da se pribave podaci kako bi se mogli utvrditi potrebni zaključci. U Meteorološkoj stanici Palić – Zavod za meteorologiju i hidrologiju NRS, koja se nalazi na obali pored jezera (M, sl.1) nađeni su podaci o mesečnim srednjim vrednostima isparavanja u mm na Paliću, koja su dobijena na osnovu merenja evaporimetrom u termometarskom zaklonu, i to samo od 1950 – 1952. godine. Isto tako dobijeni su podaci o mesečnim sumama padavina od 1947 – 1952. god., kao i o srednjim mesečnim temperaturama, srednje mesečnim maksimalnim i minimalnim temperaturama, pravcima i jačinu vetrova i ostalim meteorološkim elementima.

Године	М Е С Е Ц И											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1950	0.5	0.7	2,4	2,6	3,6	5	5,7	5,4	3,2	1,8	0.9	0.5
1951	0.6	1	1,2	1,4	2,3	2,8	3,9	3	2,8	2,3	1,5	0,4
1952	0.5	0.8	1,7	3,4	3,3	4,7	7,2	5,6	2,9	1,4	-	-

Tabela 1. Mesečne srednje vrednosti isparavanja u mm na Meteorološkoj stanici Palić 1950 – 1952. godine.

Mada tabela 1. ne daje vrednosti o isparavanju vode na slobodnoj površini jezera, već u evaporimetru koji se nalazi u termometarskom zaklonu stanice, ipak na osnovu tih podataka su dobili sliku o isparavanju vode na slobodnoj površini jezera u relativnom odnosu za pojedine mesece. Izlaskom

na teren utvrđen je nivo jezera od 17 do 21 jula 1952 godine tj. za 5 dana, opao je za 12 cm .To znači da je svakog dana prosečno voda opadala za 24 mm odnosno da je dnevno sa 1 m² slobodne površine jezera isparilo 24 l vode.Taj gubitak vode nije nadoknađen padavinama,jer tih dana nije bilo padavina.Ako se uzme u obzir da je dubina jezera 130 cm ,onda možemo predpostaviti da će pod takvim okolnostima jezero sasvim usahnuti za 54 danaNa osnovu podataka u Meteorološkoj szanici Palić izlazi da je prosečno dnevno isparavanje vode u evaporimetru od 17 do 21 jula iznosilo 6,3 mm tj. da se 1 m² površine vode u termometarskom zaklonu prosečno je tih dana isparilo po 6,3 litra vide.Prema tome izlazi da je isparavanje vode sa slobodne površine jezera ,koje je izloženo sunčevom i vetrui ,pomenutog dana bilo 3,8 puta veće od isparavanja vode u termometarskom zaklonu.Uzrok ovako velike razlike između dnevnog isparavanja koje smo utvrdili između jezerske vode i isparavanja u evaporimetru smeštenom u termometarskom zaklonu je u tome što je obala jezera obrasla trskom .Kada bi se znalo kolika se količina vode gubi dnevno transpiracijom trske po 1 m²,onda bi se moglo izračunati koliko iznosi isparavanje sa slobodne površine jezera.Količina taloga nad jezerom Palić u toku letnjih meseci tj. u julu i avgustu izuzetno su male te na osnovu pomenutih podataka i istraživanja B.Đurić zaključuje da je bojazan od isušivanja jezera preterana,jer se jezero napaja i podzemnom vodom.I predlaže da bi se moglo preduzeti mere za snabdevanje vodom jezera u toku letnjih meseci,kada je isparavanje maksimalno.Možda bi bilo bolje rešenje da se smanji površina pod trskom,jer transpiracija u toku letnjih meseci oduzima jezeru jedan deo vode.Pošto isparavanje zavisi uglavnom od temperature,relativne vlage,brzine veta kao i od atmosferskog pritiska,potrebno je stalno pratiti ove ove meteorološke elemente.

KRETANJE TEMPERATURE VODE

Cilj ovog merenja je bio ne samo da se odredi kretanje temperature jezera u najtoplijim danima u godini, nego i da se na osnovu razlike između temperature vode u gornjem sloju i njene temperature pri dnu utvrdi da li postoji u jezeru izvor koji ga napaja vodom.



Схема Палићког Језера

Prilog 3: Palićkog jezera

Treba napomenuti da je za vreme ovog merenja najveća dubina jezera iznosila oko 1,3 m i to na mestu koje smo označili sa A1,D1 ,D i D2,dok u zonama oko pomenutih mesta,kao i ostalim delovima iznosi oko 0,80 do 1m. O srednjoj dnevnoj,mesečnoj i godišnjoj temperaturi vode ne postoje podaci. Stoga ćemo uzeti podatke koji su izmereni od 17 do 24 jula 1952 godine,i to u sloju vode dubine 0.5m i 1m računajući od slobodne površine

jezera. Merenje temperature vode vršeno je u 7 i 14 h na raznim mestima prvenstveno u zoni AA1K1 a zatim u ostalim zonama jezera. Merenje u 21 čas vršeno je samo kod ženskog kupatila K, jer se na ostalim delovima jezera nije moglo meriti zbog rojeva komaraca. Na osnovu podataka koji su prikazani tabelarno vidi se da temperatura vode u jezeru nije bila u isto vreme jednak u svim zonama.

Dan	dubina	zona A1	zona D1	zona B	zona F	zona C
22.jul	0,5m 1m	29 28,5	28 24,8	28,6 27,8	28,4 27,2	28,5 27,8
23.jul	0,5m 1m	29 28,4	26 24,6	27 26,5	26,8 26	27 26,4

Tabela 2. Kretanje temperature vode jezera Palić

Iz tabele 2. se vidi da je najveća razlika između temperature gornjeg sloja vode i onog pri dnu jezera bila u zoni oko tačke D, a donekle i u zoni oko tačke F. Ova činjenica daje povod zaključku da se verovatno u zoni oko tačke D1 na dnu jezera nalazi izvor koji rashlađuje donji sloj vode. Možda se izvor nalazi i u zoni F1, jer je tu voda nešto hladnija pri dnu, nego što je u ostalim zonama u isto vreme.

Na osnovu ovih podataka B. Đurić je došao do zaključka da ze jezero hrani izdanskom vodom, a da na nivo jezera značajno utiče i atmosferski talog. Ono sto bi dovelo u sumnju ovaj naučni rad i metod je neadekvatne metode tj. zaključci su donešeni na osnovu sedmodnevног boravka na jezeru. Samo se postavlja pitanje kakvi bi bili rezultati višegodišnjeg posmatranja i prikupljanja podataka.

IZRAČUNAVANJE SUME GODIŠNjEG ISPARAVANJA SLOBODNE PLITKE VODENE POVRŠINE

Isparavanje je faza hidrološkog ciklusa koju je najteže kvantitativno odrediti. Isparavanje je proces vraćanja vode u atmosferu u obliku vodene pare, a nastaje odvajanjem najpokretljivijih molekula sa površine vode, snega, leda, vlažnog zemljišta, zatim kapljica i kristala leda u atmosferi. Za prelaz u gasovito stanje molekuli vode moraju da dobiju dovoljno energije da sa vodene površine izadju u atmosferu. S obzirom da se oko 70 % ukupnih godišnjih padavina na površinu kopna naše planete vrati u atmosferu u vidu isparavanja i transpiracije, to znači da su isparavanje i transpiracija važni elementi hidrološkog ciklusa. Oni imaju svoju unutrašnju varijaciju i važan su činilac u svim analizama bilansa vode, kao i u projektovanju mnogih hidrotehničkih objekata. Fiziološki proces isparavanja sa biljnog pokrivača odredjene površine zemlje naziva se transpiracija. Od količine vode koja raznim procesima prolazi kroz biljku, samo se mali deo zadržava kao deo te biljke. Veći deo se u vidu transpiracije kroz lišće biljaka vraća u atmosferu. Transpiracija se skoro isključivo dešava danju pod uticajem sunčeve radijacije. Za poljske uslove praktično je nemoguće tačno razdvojiti isparavanje od transpiracije, pa se ova dva procesa posmatraju kao jedan evapotranspiracija. Pod ovim pojmom podrazumeva se ukupan gubitak vode u atmosferu putem isparavanja i transpiracije sa zemljine površine njene vegetacije. Ovaj proces isključuje isparavanje sa slobodne vodene površine, zemljišta, veštačkih površina i transpiraciju. Veličina srednje godišnje evapotranspiracije sa datog sliva može se oceniti kao razlika višegodišnjih proseka padavina i oticaja, budućida, kod mnogih slučajeva, promene u zapremini podzemne vode datog sliva koje je u kontaktu sa vodotokom nisu u tom slučaju značajne u jednačini vodnog bilansa.

Faktori koji utiču na veličinu isparavanja su:

- Sunčeva kratkotalasna i zemljina dugotalasna radijacija.
- Temperatura vodene površine koja isparava i temperatura vazduha koja je u kontaktu sa tom površinom.
- Relativna vlažnost vazduha.
- Brzina vetra.
- Vazdušni pritisak.
- ostali faktori su manje značajni.

Što se tiče faktora koji utiču na veličinu isparavanja sa slobodne površine vode mogu se podeliti:

1. Meteorološke faktore, a to su : radijacija, temperatura vode i vazduha, vlažnost vazduha i vetar.
2. Hidrografske faktore: kvalitet vode, dubina vodenog tela i veličina slobodne površine vode.

Ako se isparavanje vrši sa površine tla ili sa vegetacionog pokrivača,onda ono zavisi još i od vrste i stanja tla i eventualnog pokrivača ,reljefa i orijentacije date površine prema stranama sveta, udaljenosti nivoa podzemnih voda od površine terena, vlažnosti zemljišta, kapilarnih osobina tla i od boje tla.

Izvor energije potiče najvećim delom od sunčeve radijacije , a ona varira sa geografskom širinom , godišnjim dobom, vremenom, orijentacijom površine i njenim reflektivnim osobinama(odbojnim).Vetar i njegova turbulencija glavni su činioci za transport vlage sa površine sa koje ona isparava .

Upraksi su u upotrebi dva pojma:

1. Stvarno isparavanje , što predstavlja visinu stvarno isparene vode u mm u toku odredjenog intervala vremena, i ono je određeno raspoloživim sadržajem vode .
2. Potencijalno isparavanje, koje je predstavljeno visinom vodenog stuba u mm koji bi mogao ispariti sa vodene površine ili sa veoma vlažnog zemljišta pod postojećim atmosferskim uslovima.

Dubina vodenog tela (u našem slučaju jezera) utiče znatno na veličinu isparavanja. Kod plitkih voda, srednja dnevna temperatura vazduha i vode se ne razlikuje značajno. Kod dubokih voda javlja se kašnjenje u temperaturi vode u onosu na temperaturu vazduha, pa se kod njih smanjuje letnje, a povećava zimsko isparavanje u poređenju sa isparavanjem iz plitkih voda.

Za izračunavanje sume isparavanja sa slobodne vodene površine korišćeni su meteorološki godišnjaci (iz meteorološke stanice Palić) u periodu od 1987 do 1998 godine, radi preuzimanja podataka o temperaturi, relativnoj vlazi, brzina vетра, atmosferskom pritisku i količini padavina. Ove podatke uvrstili smo u Penmanovu jednačinu koja glasi:

Formula za proračun isparavanja sa slobodne vodene površine - E_o po metodi Penmana glasi:

$$E_o = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot \left\{ Ra \cdot (1 - 0.05) \left(0.25 + 0.5 \frac{n}{N} \right) - \sigma T^4 \cdot \left(0.1 + 0.9 \frac{n}{N} \right) \cdot (0.34 - 0.044\sqrt{e}) \right\} + \\ + \left\{ 0.26 \cdot \left(1 - \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \right) \left(1.0 + \frac{U}{160} \right) (e_s(T) - e) \right\}$$

gde su:

E_o - isparavanje sa slobodne vodene površine (mm/dan)

Δ - pad napona zasićene vodene pare (tablica T-XI)*

Ra - radijacija na vrhu atmosfere (mm/dan) (tablica T-XII)*

n - stvarno trajanje sunčevog sjaja (časovi)*

N - maksimalno moguće trajanje sunčevog sjaja (časova) (tablica T-XII)*

σT^4 - povratna radijacija koju emituje crna površina na temperaturi T (mm/dan) (tablica T-XI)*

T - srednja temperatura - srednja vrednost maksimalne i minimalne dnevne temperature ($^{\circ}\text{C}$)

U - brzina vetra (km/dan)

e - srednji jutarnji napon vodene pare (mb)

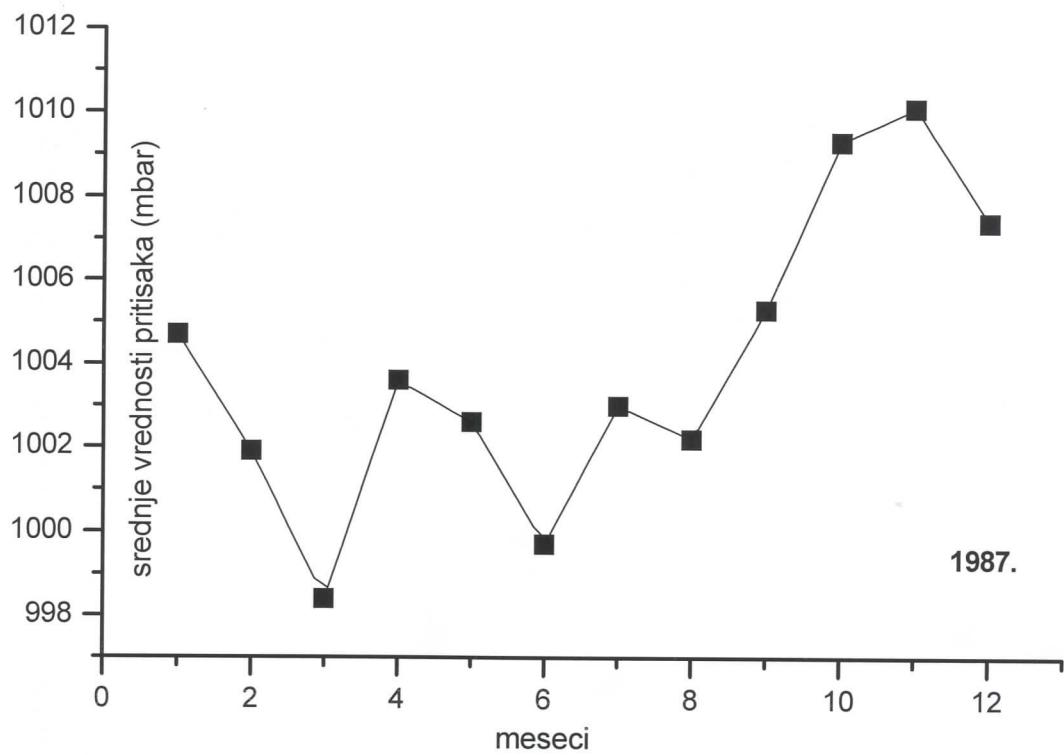
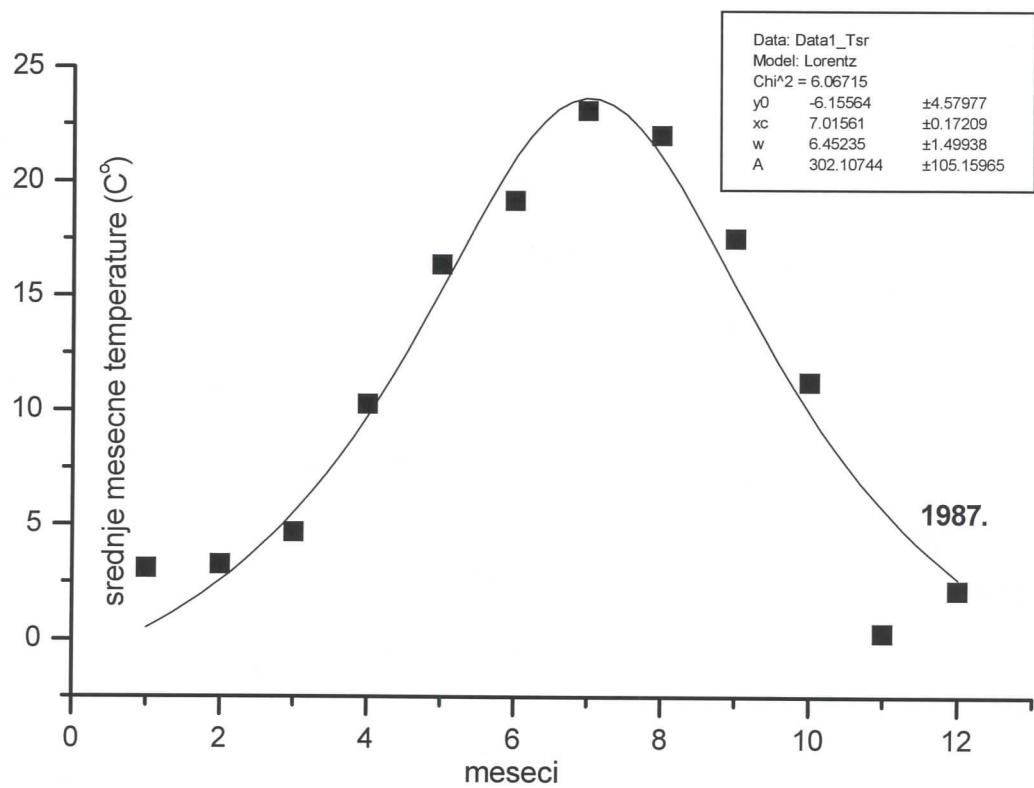
$e_s(T)$ * - napon zasićene vodene pare na temperaturi T (mb) (tablica T-XI)*

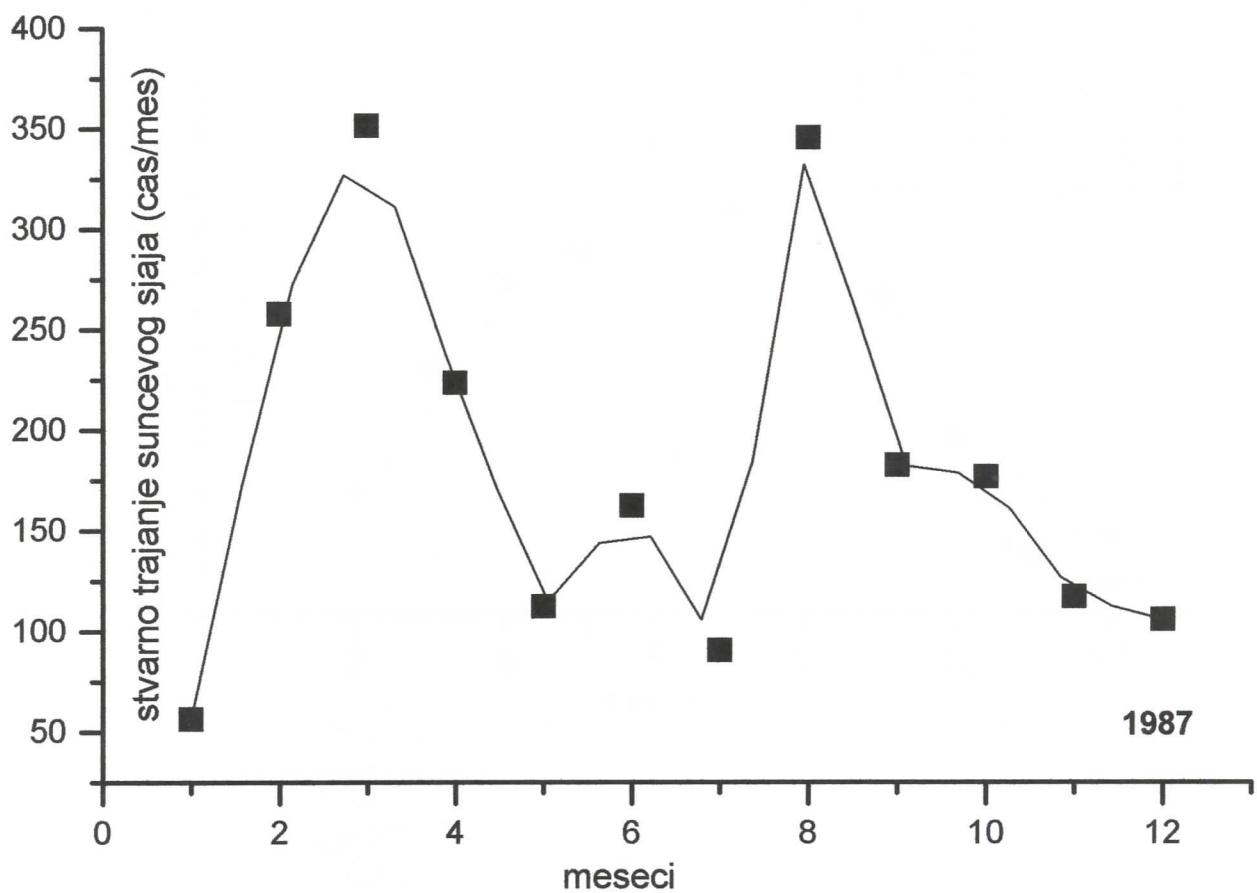
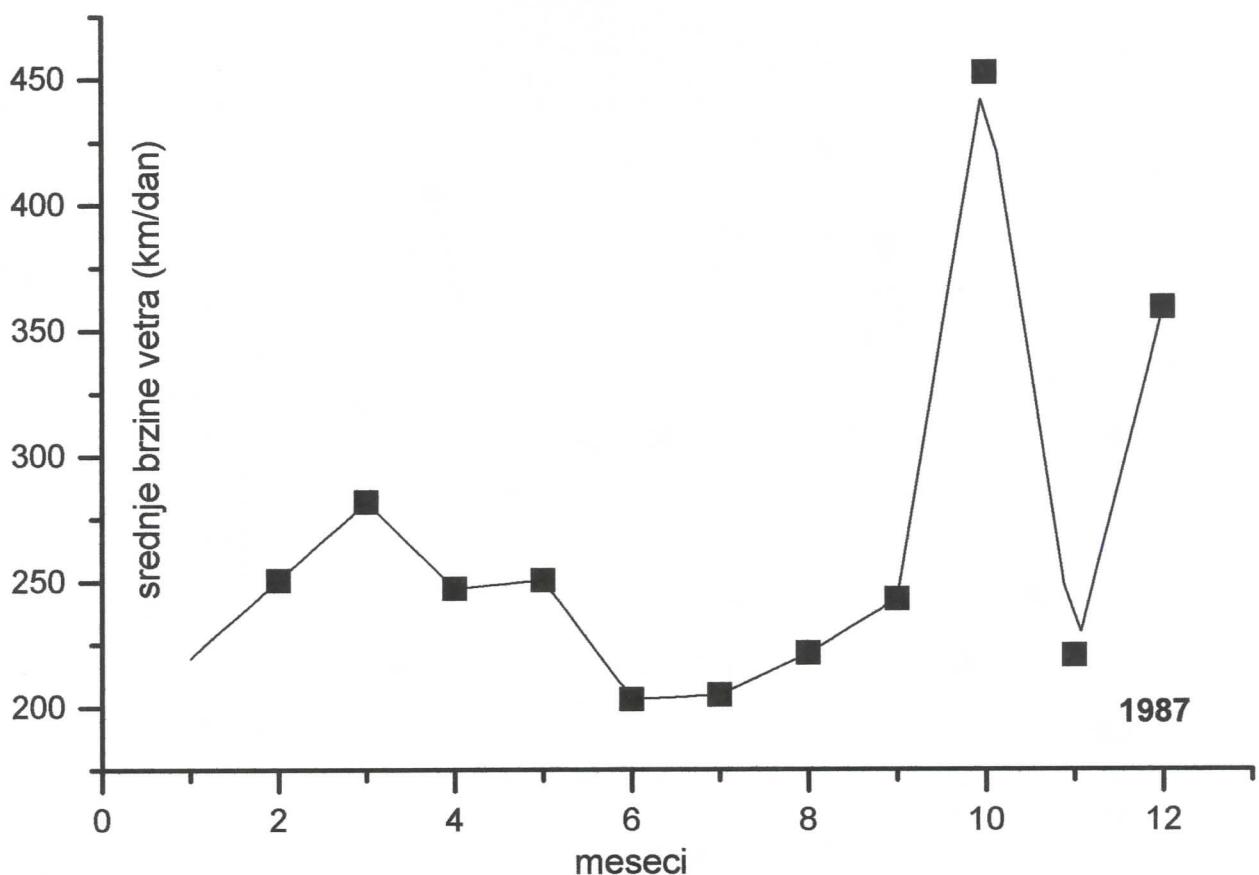
γ - psihometrijska konstanta (0.67 mb/ $^{\circ}\text{C}$)

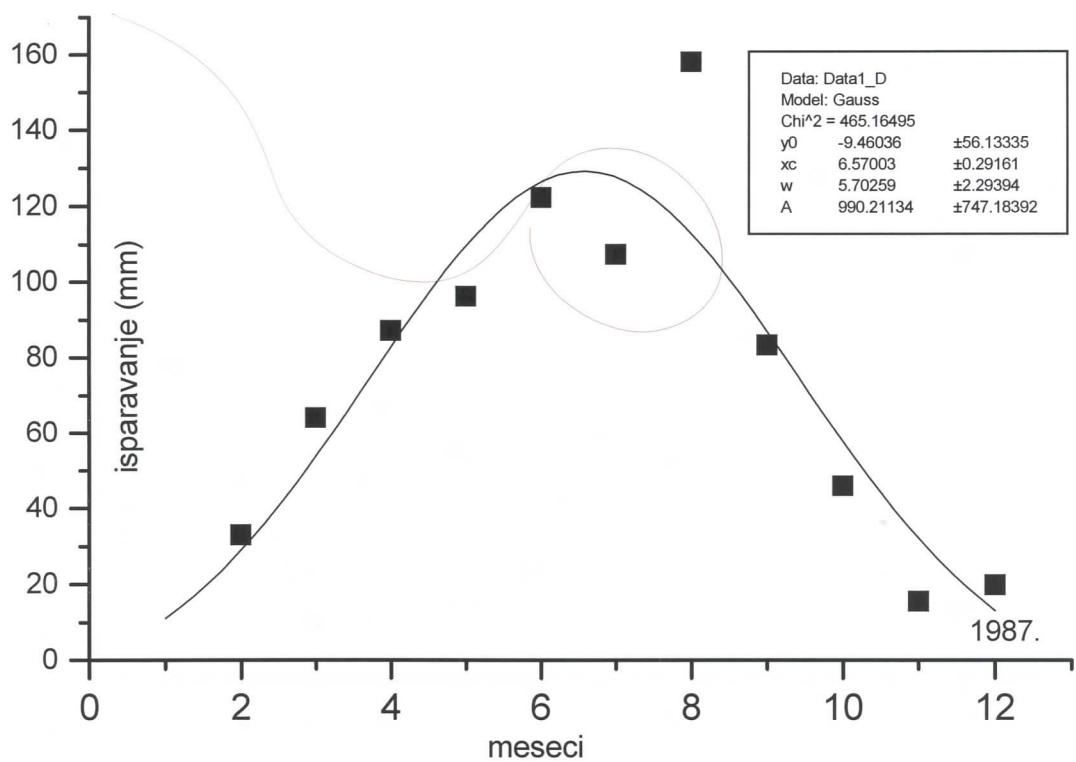
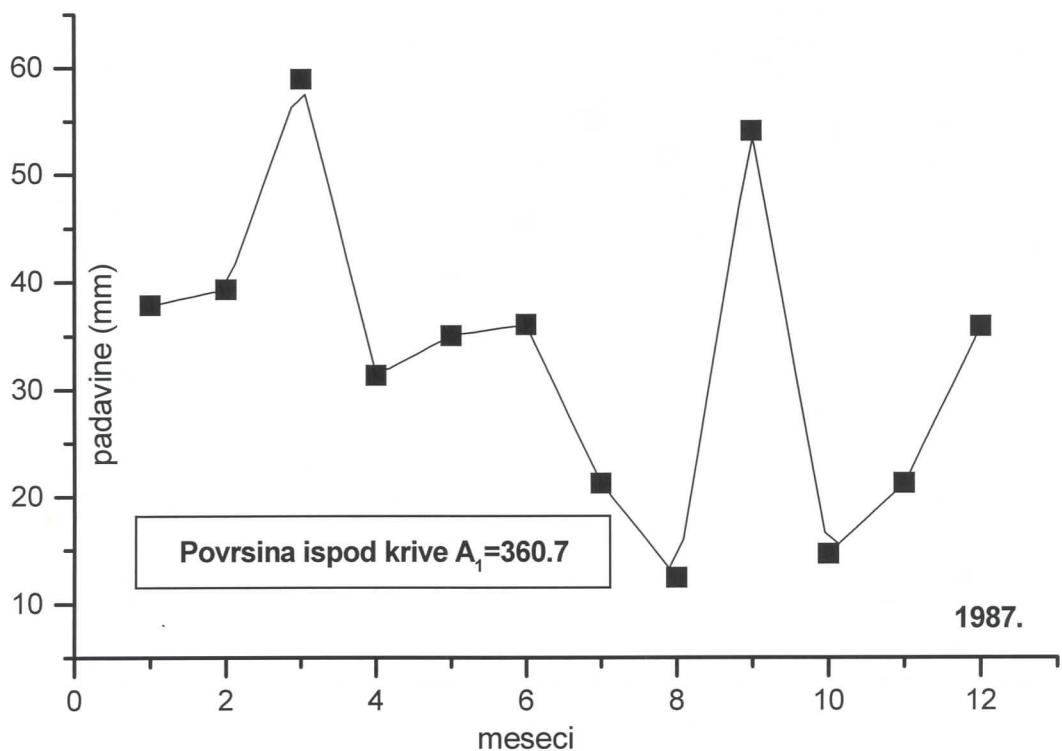
Napomena: * - Tablice pod navedenim brojem nalaze se u literaturi (Prohaska, Ristić, 1996).

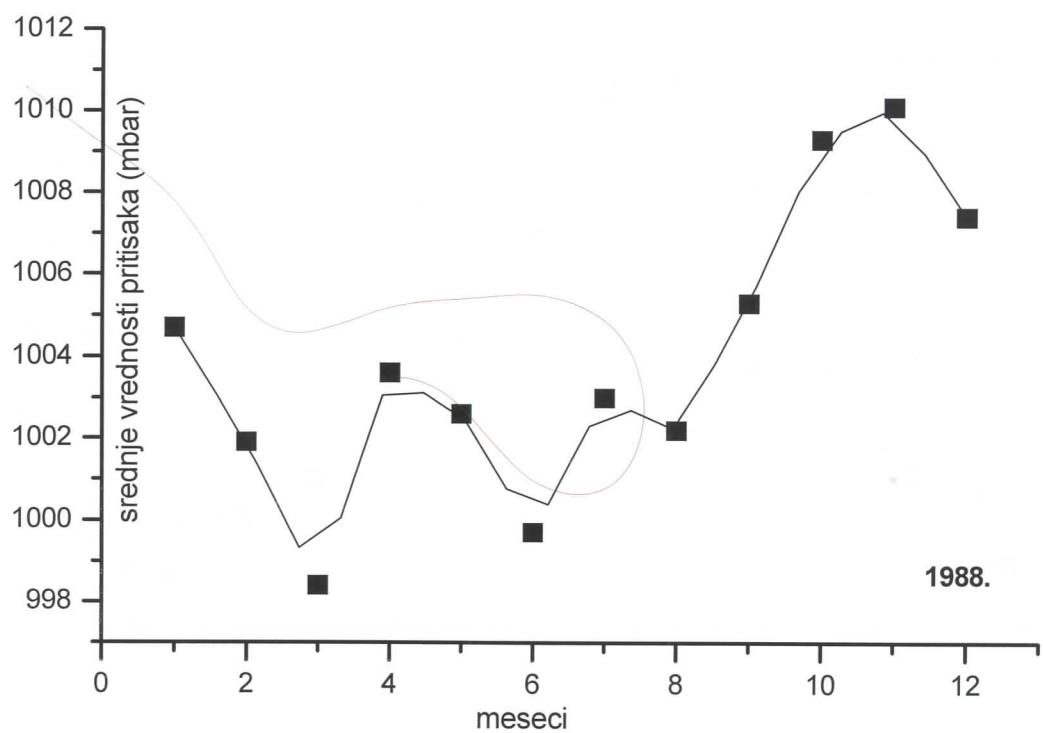
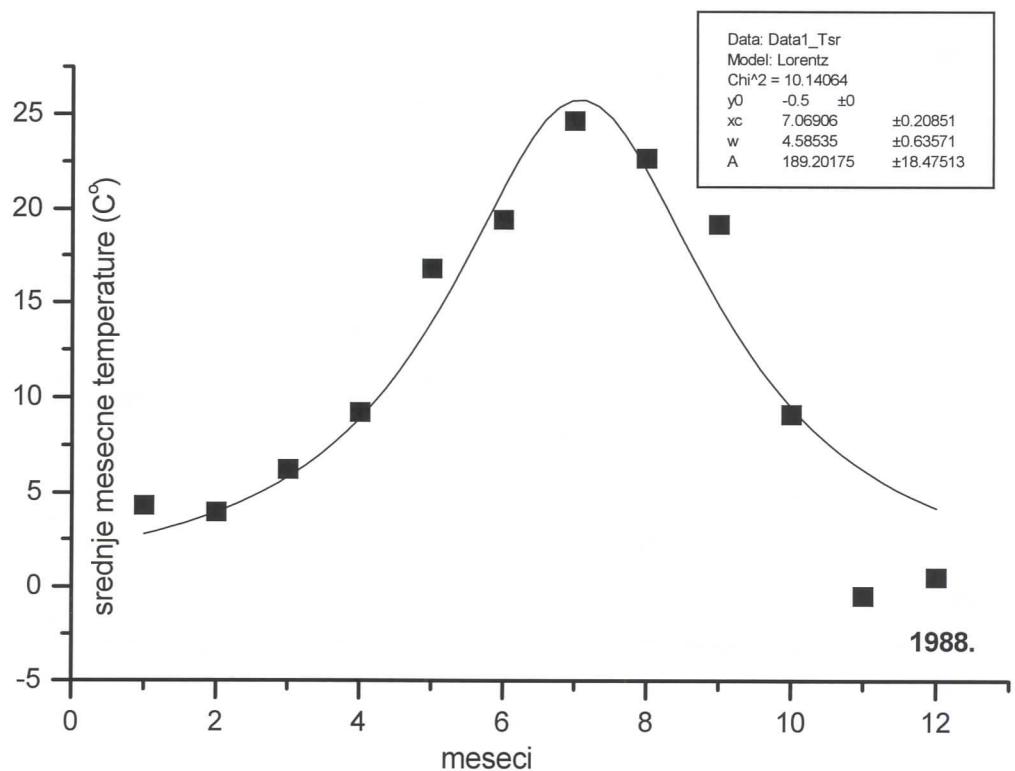
Dobijeni rezultati prikazani su grafički od 17 do 50 strane.

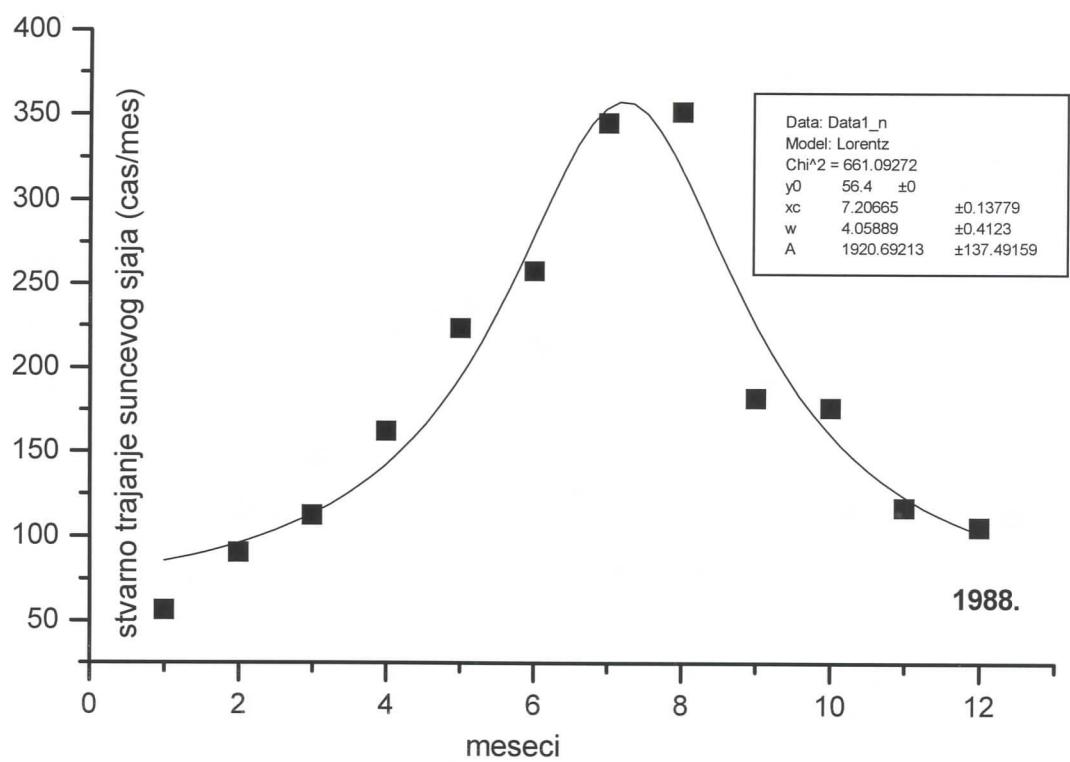
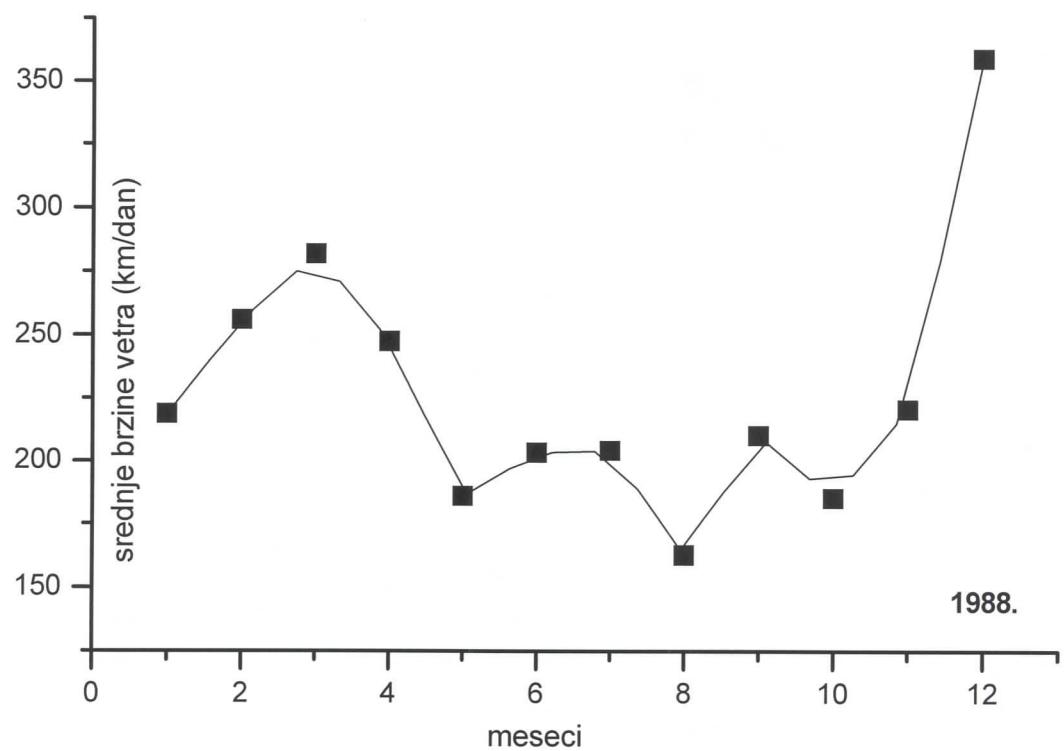


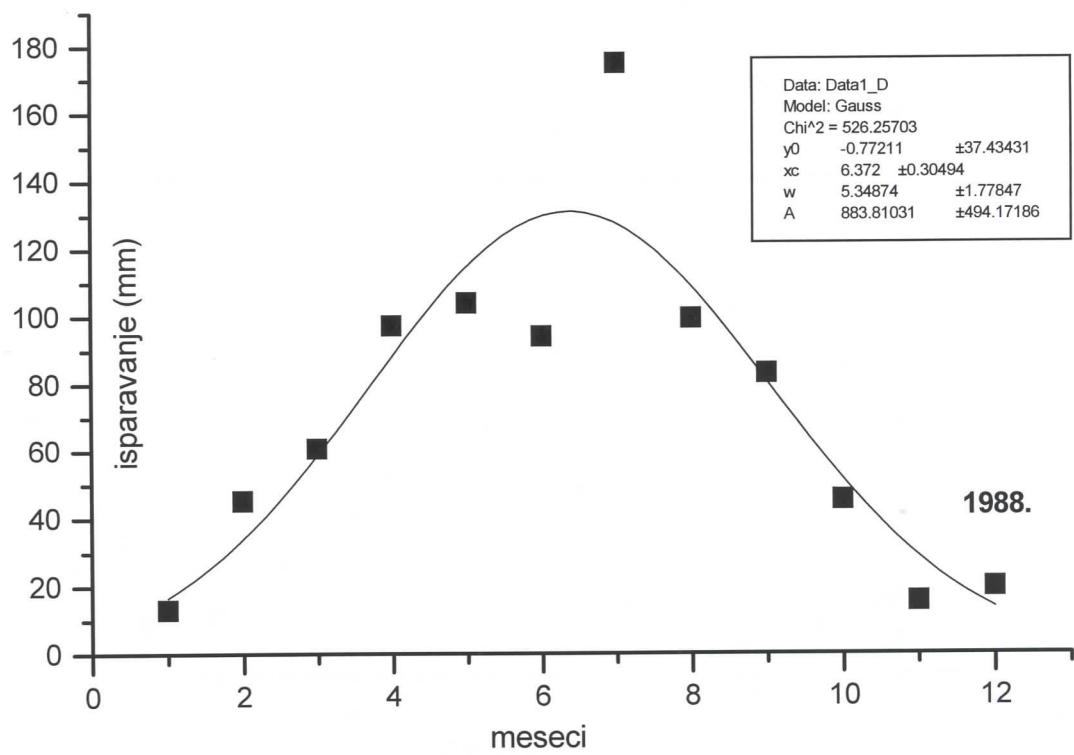
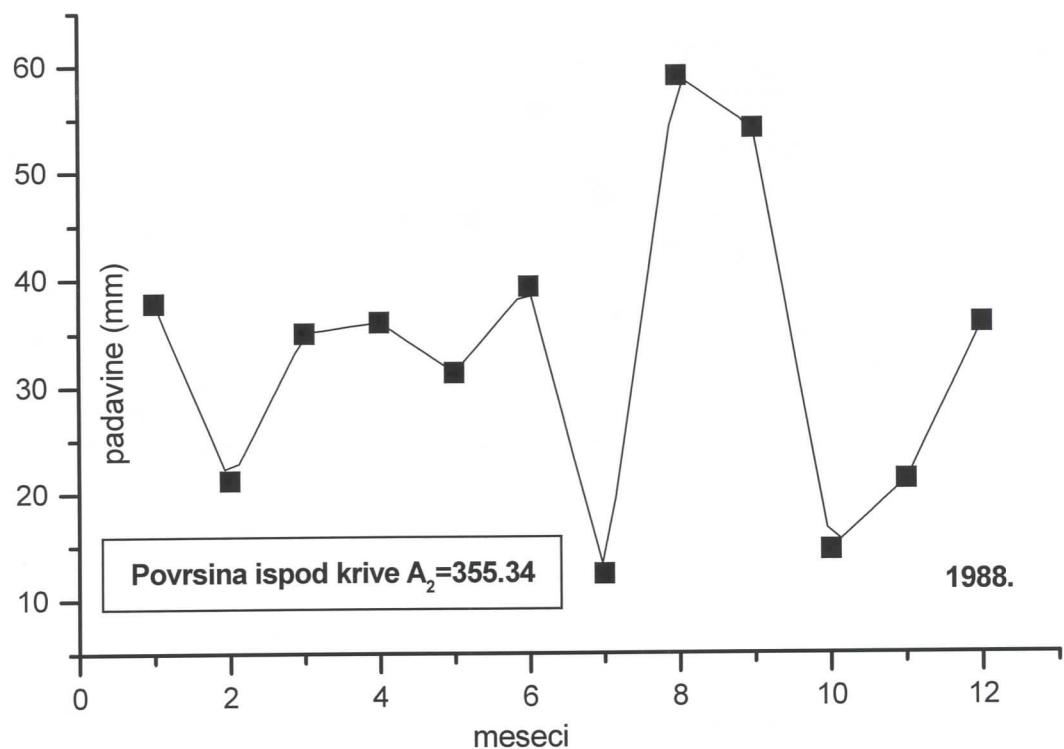


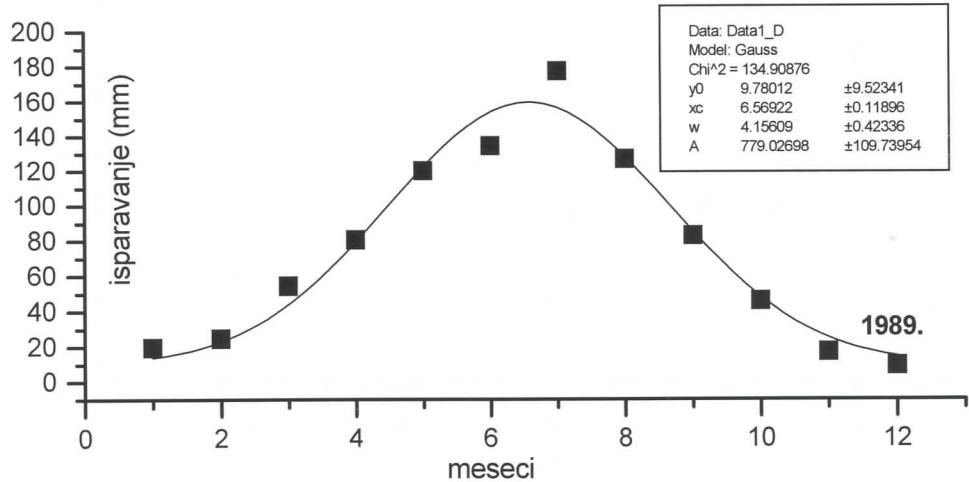
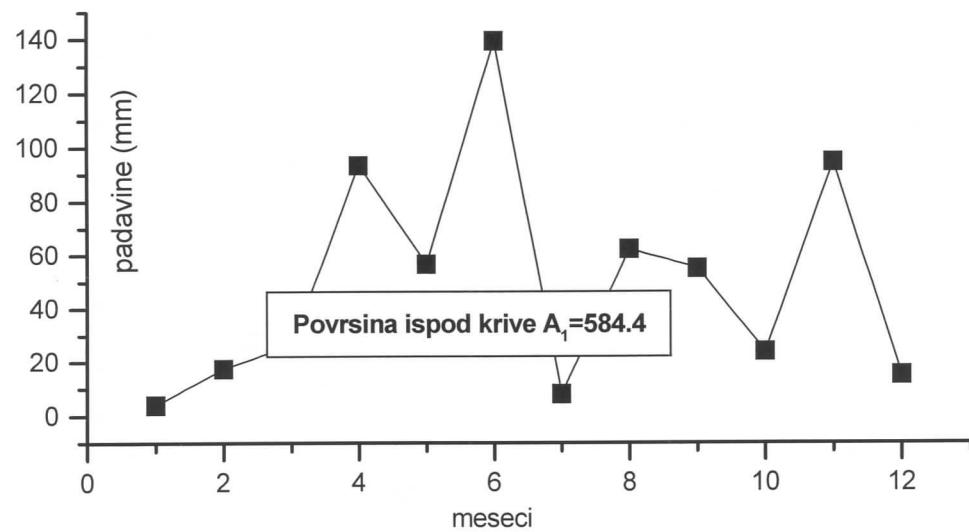
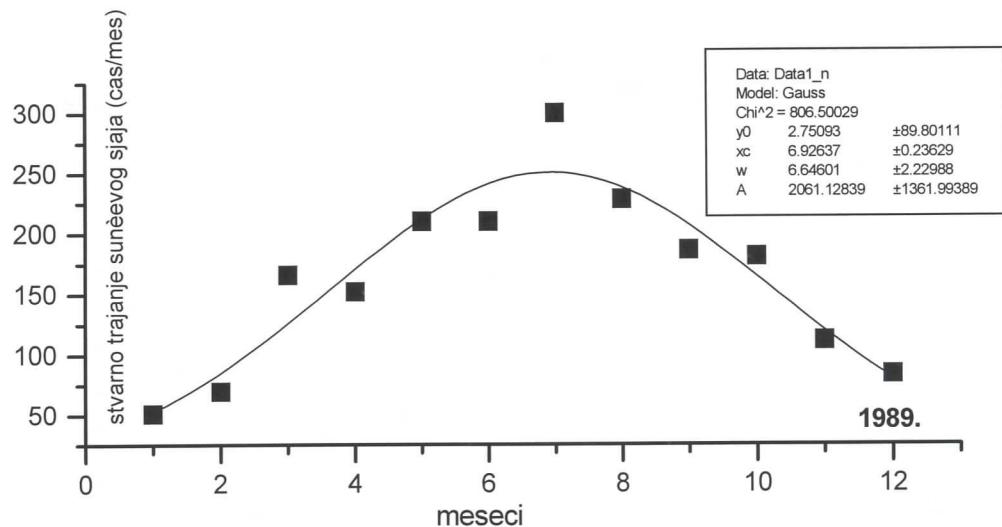


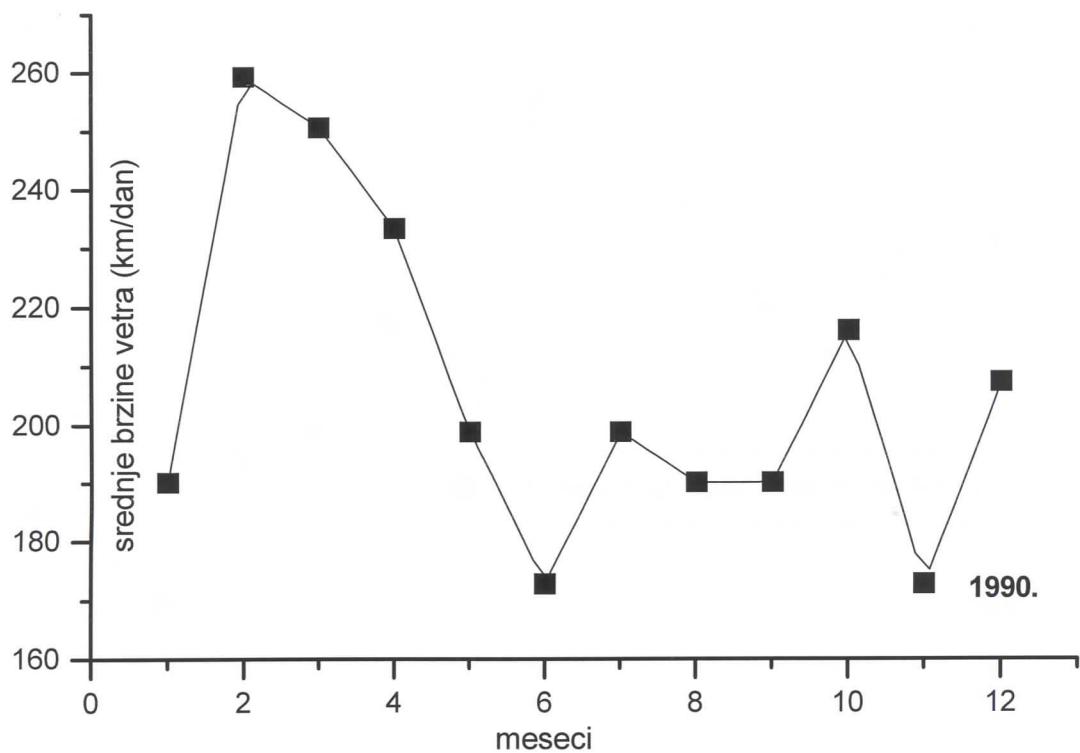
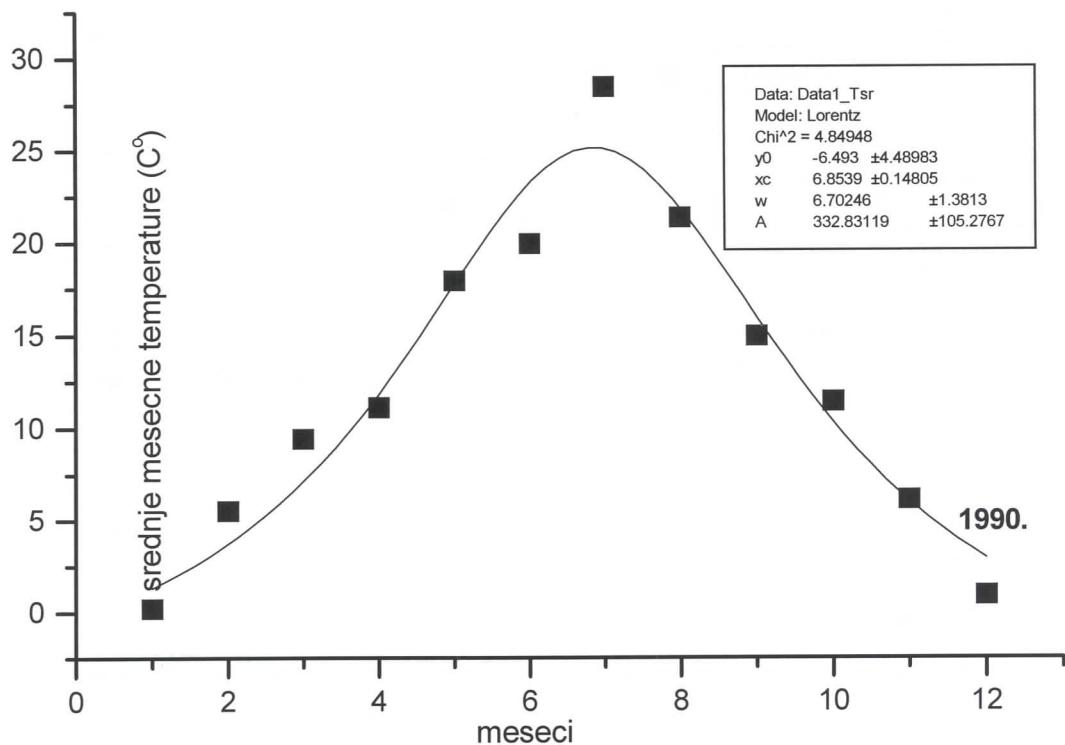


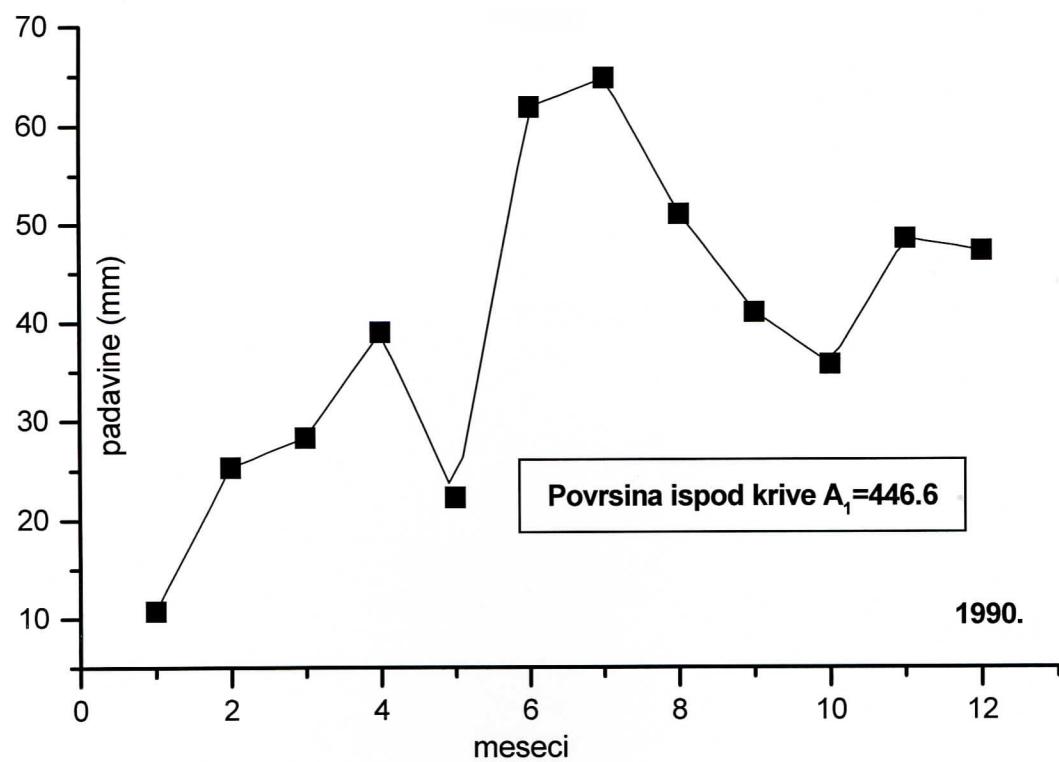
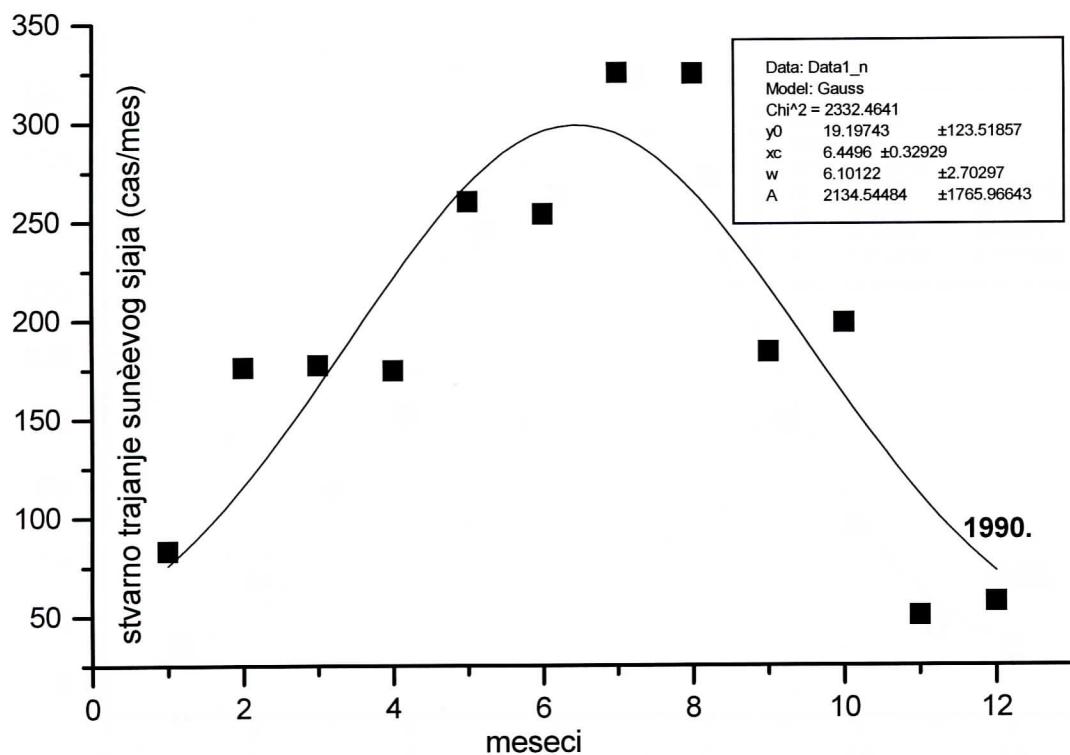


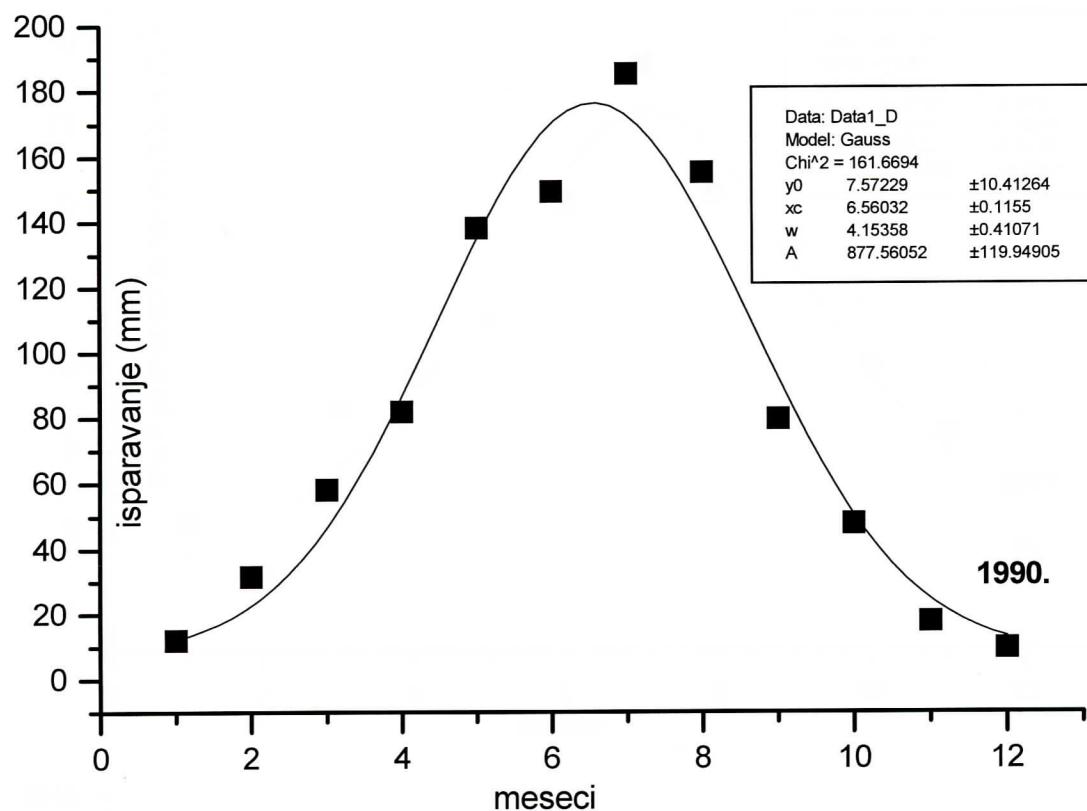


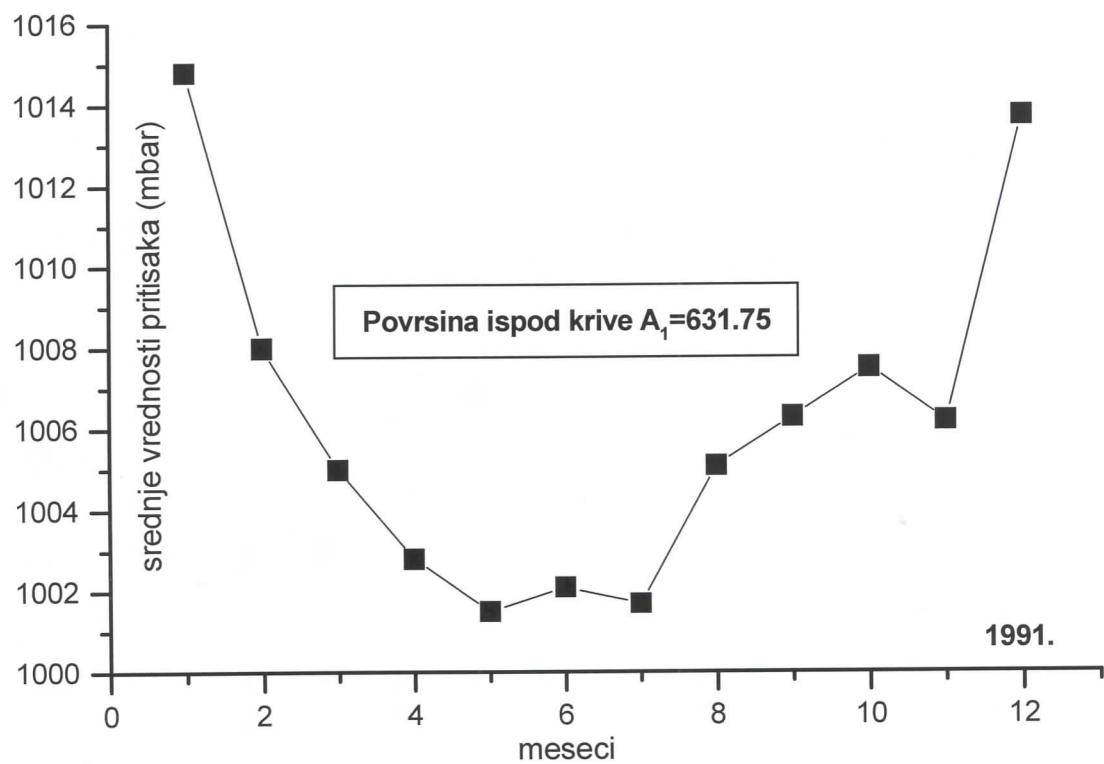
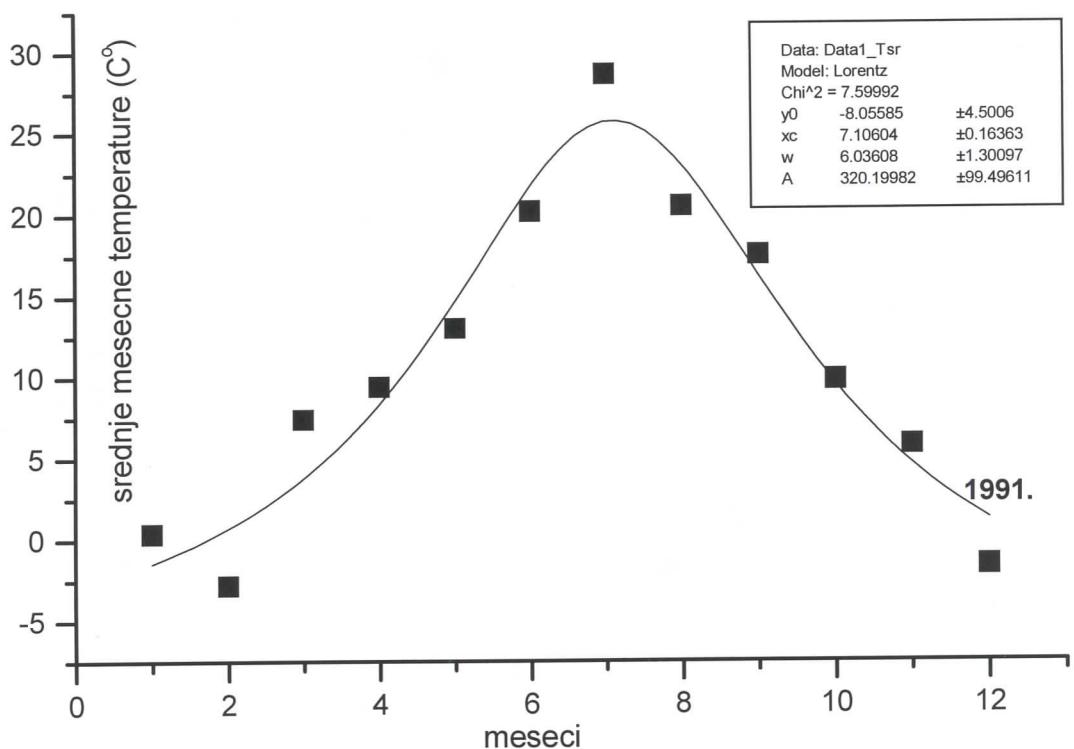


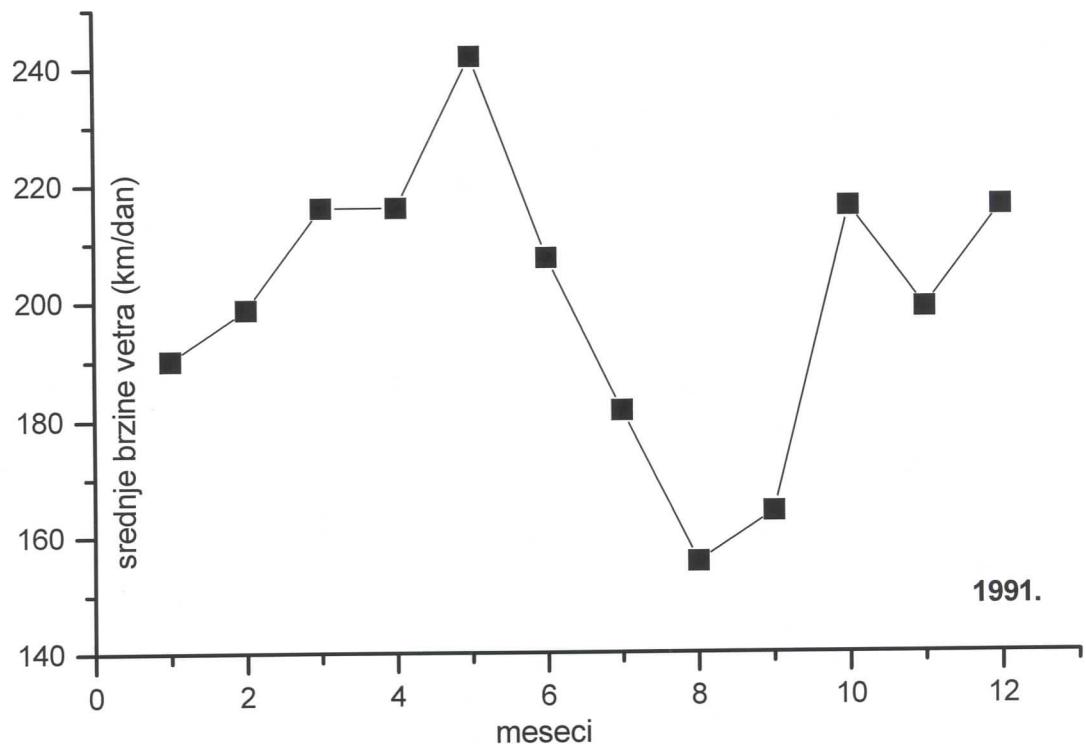




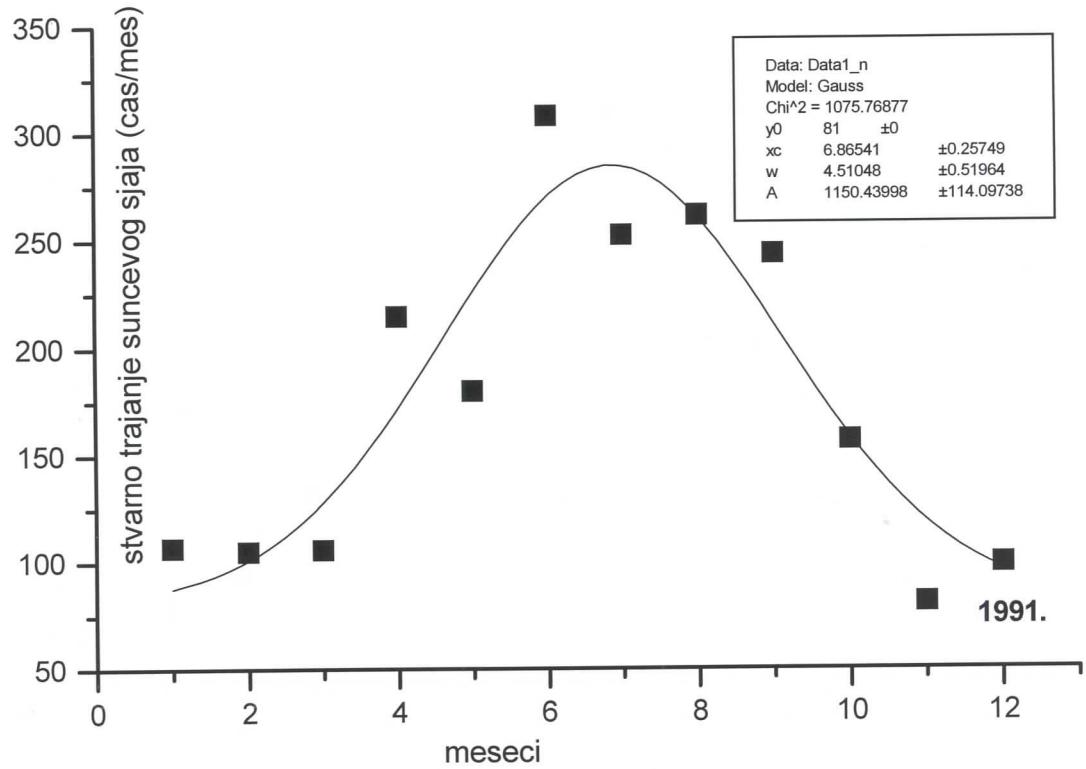




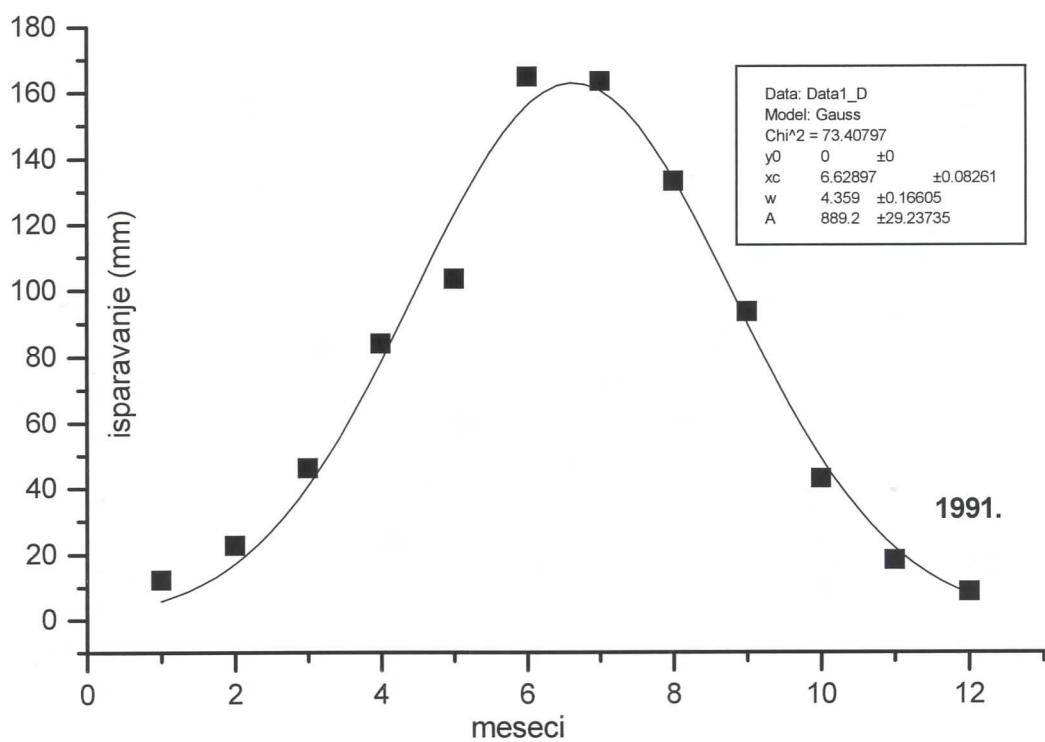
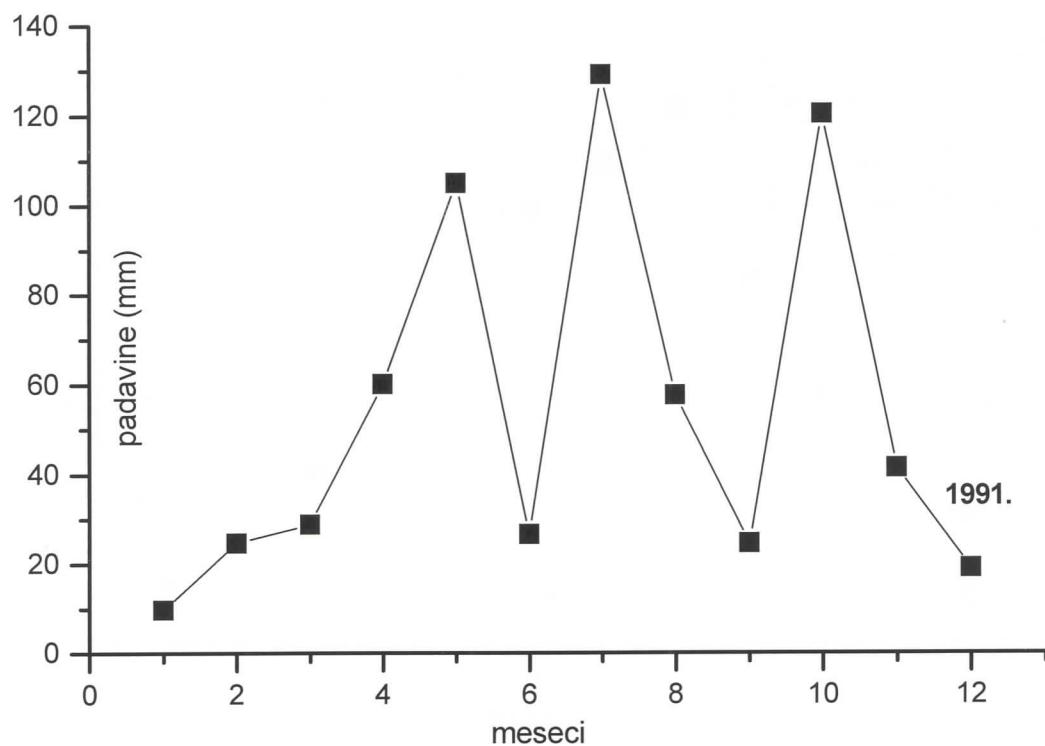


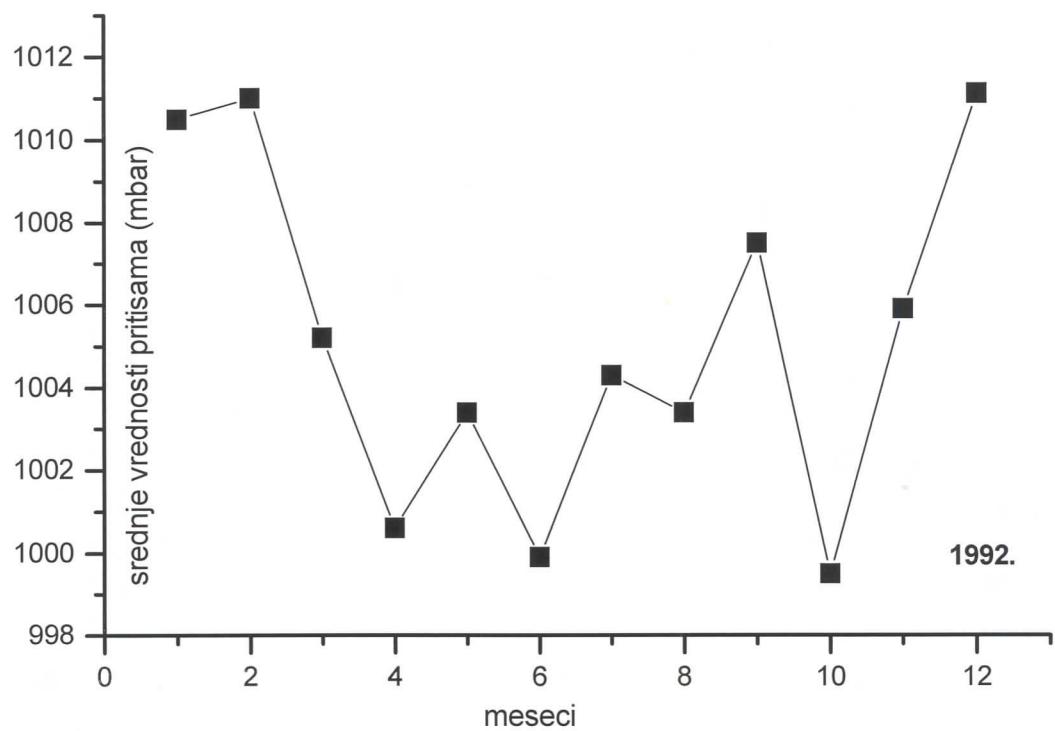
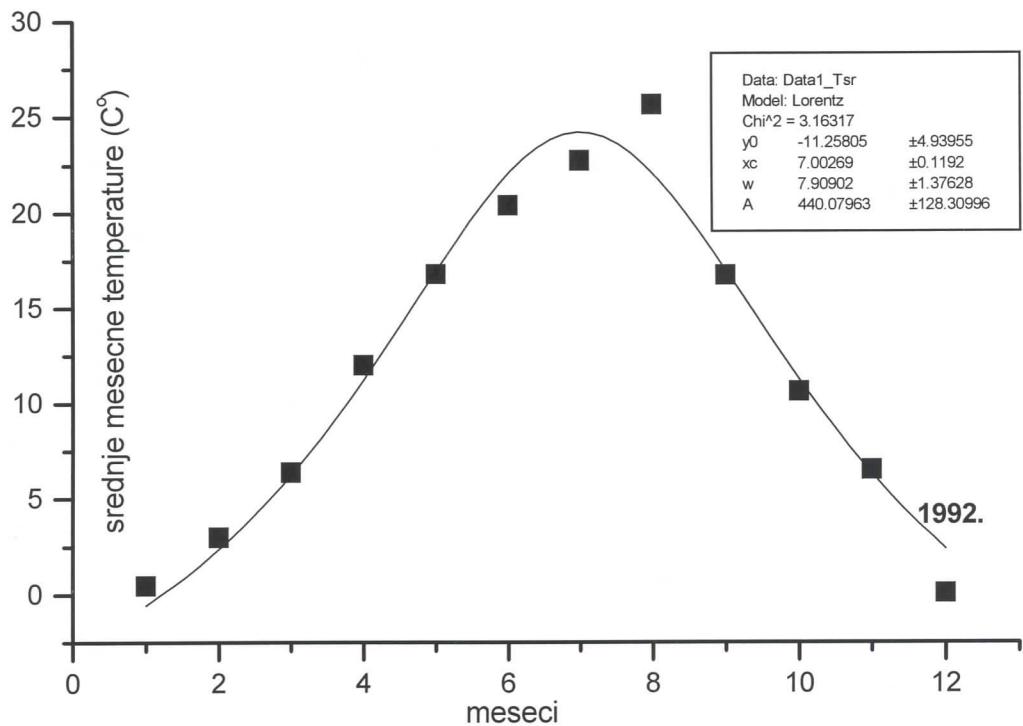


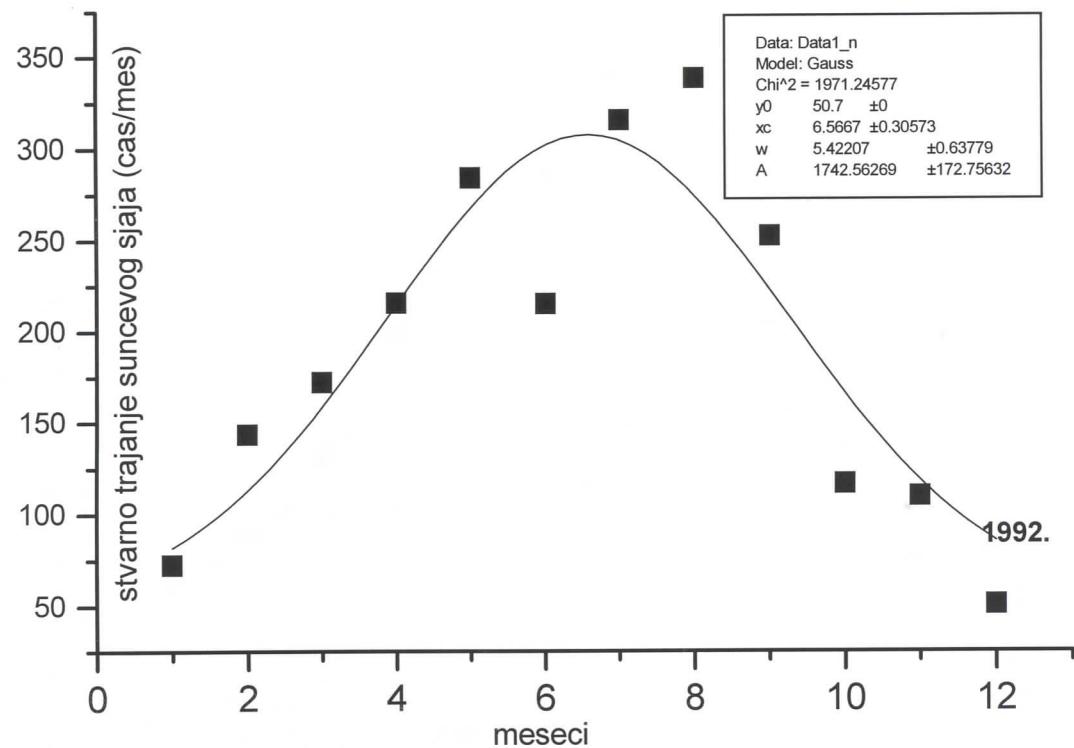
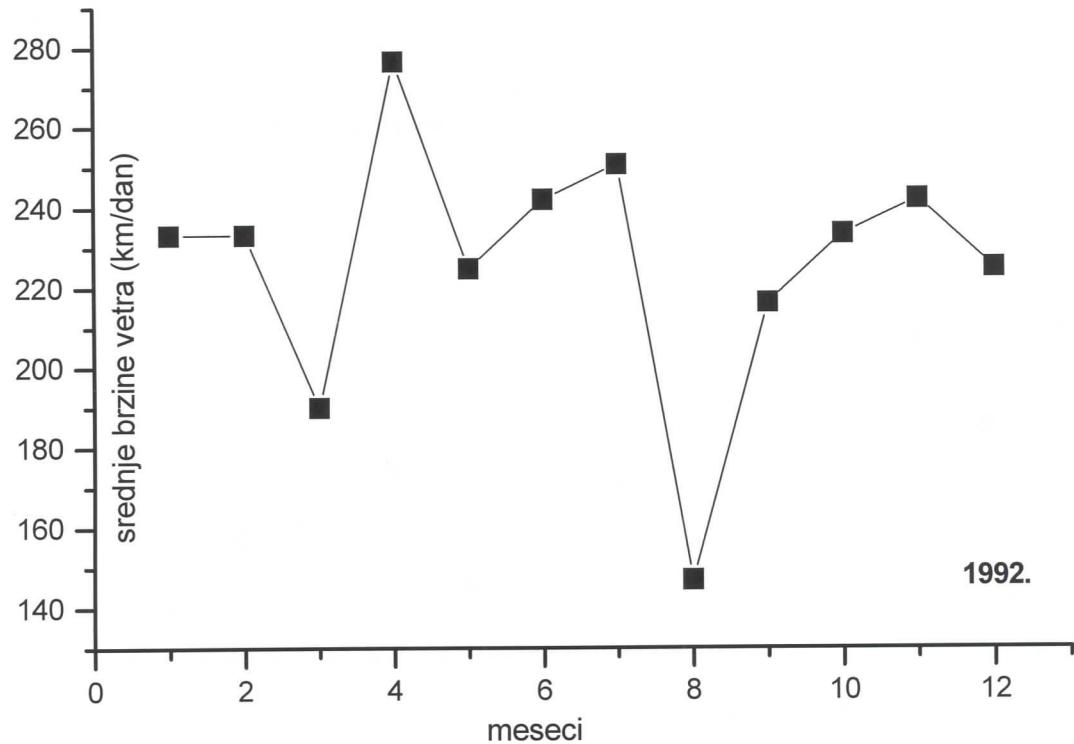
1991.

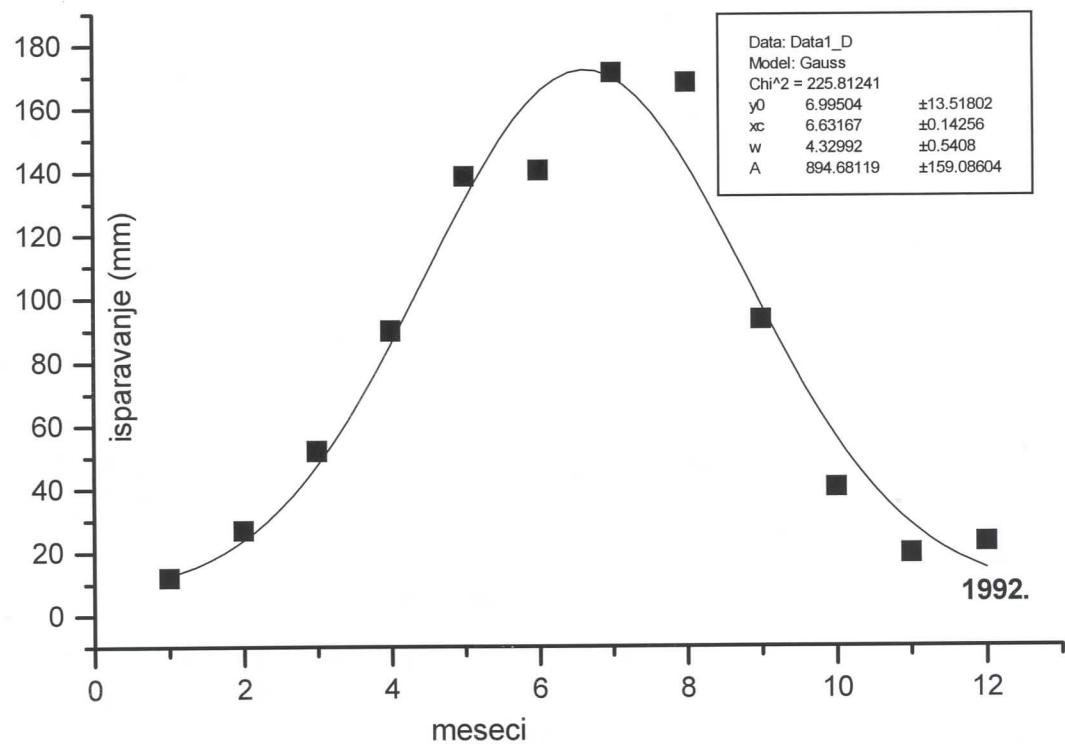
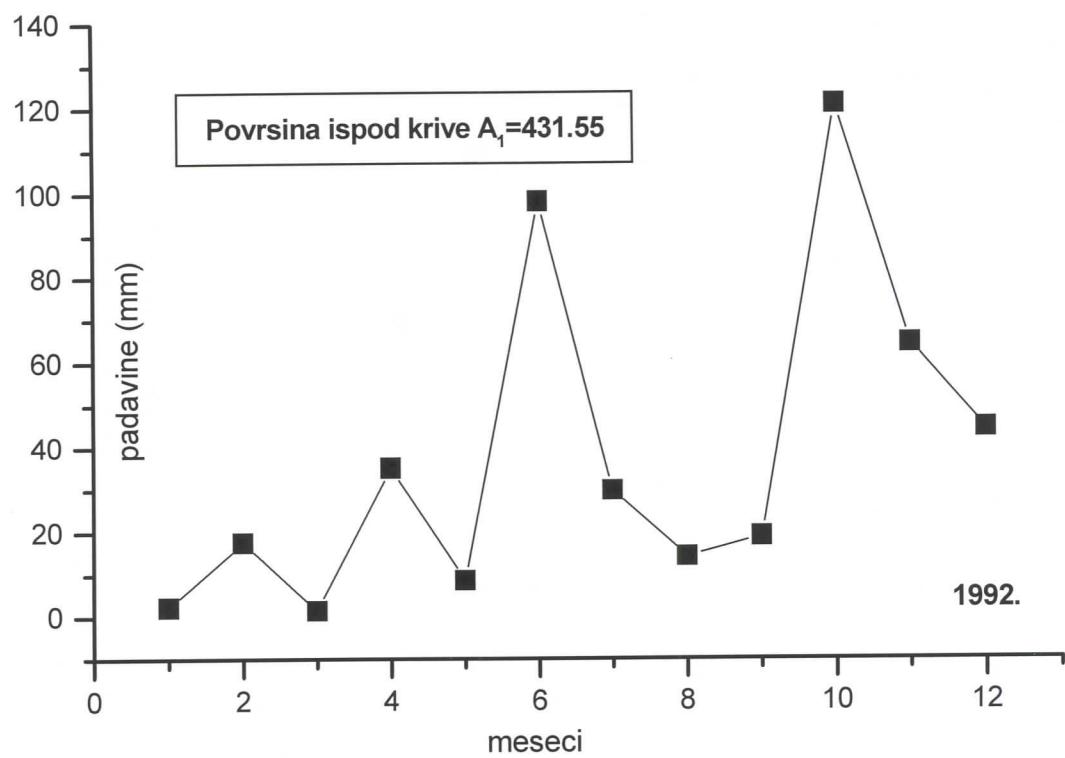


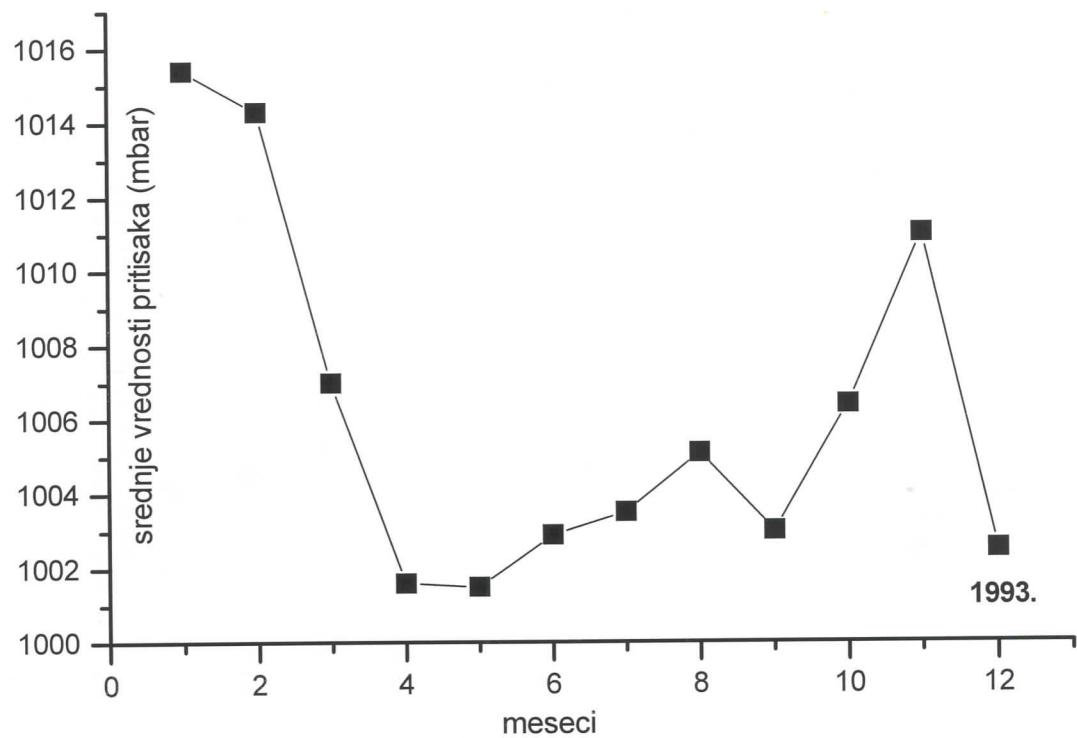
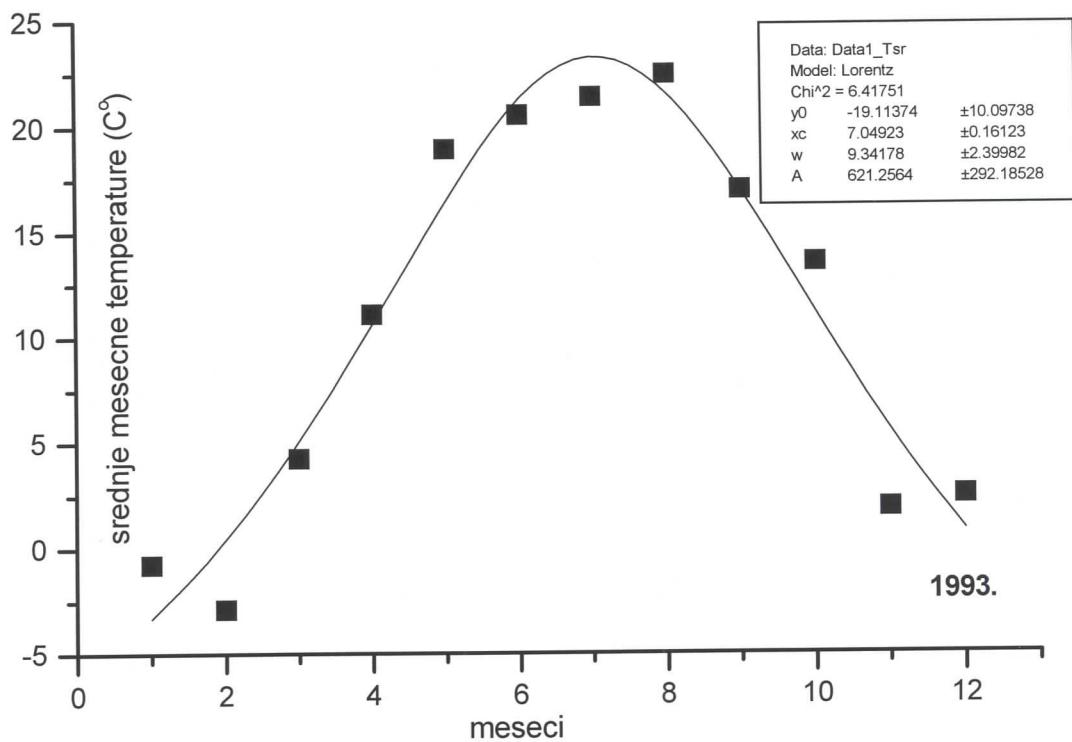
1991.

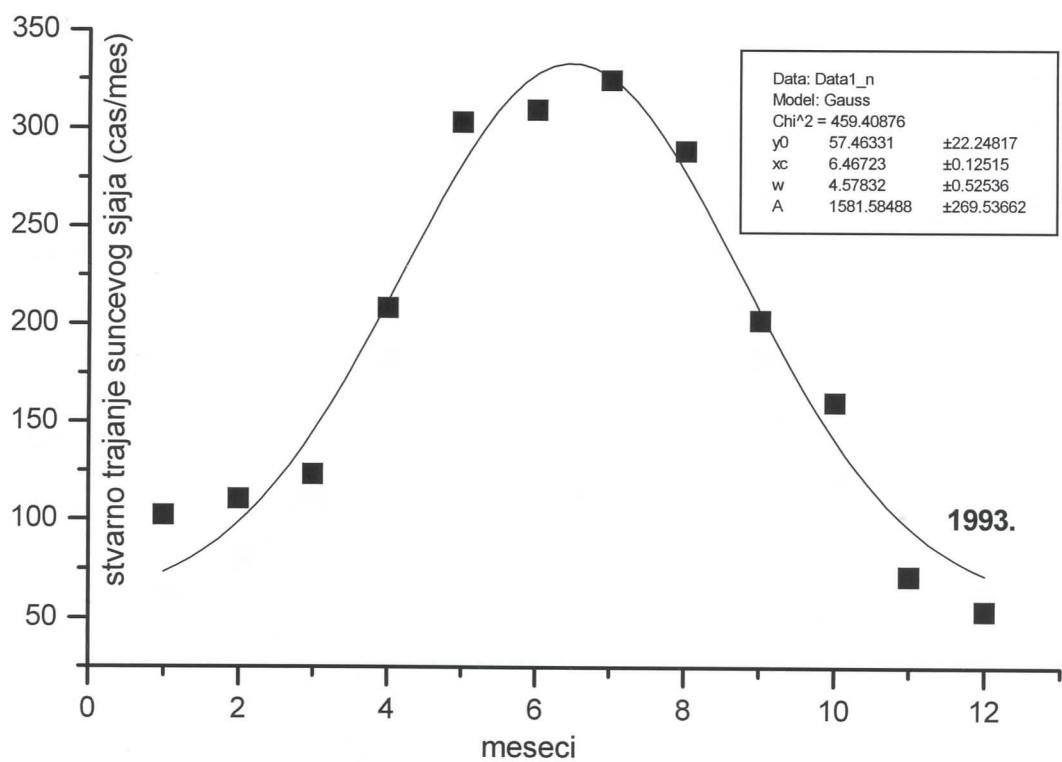
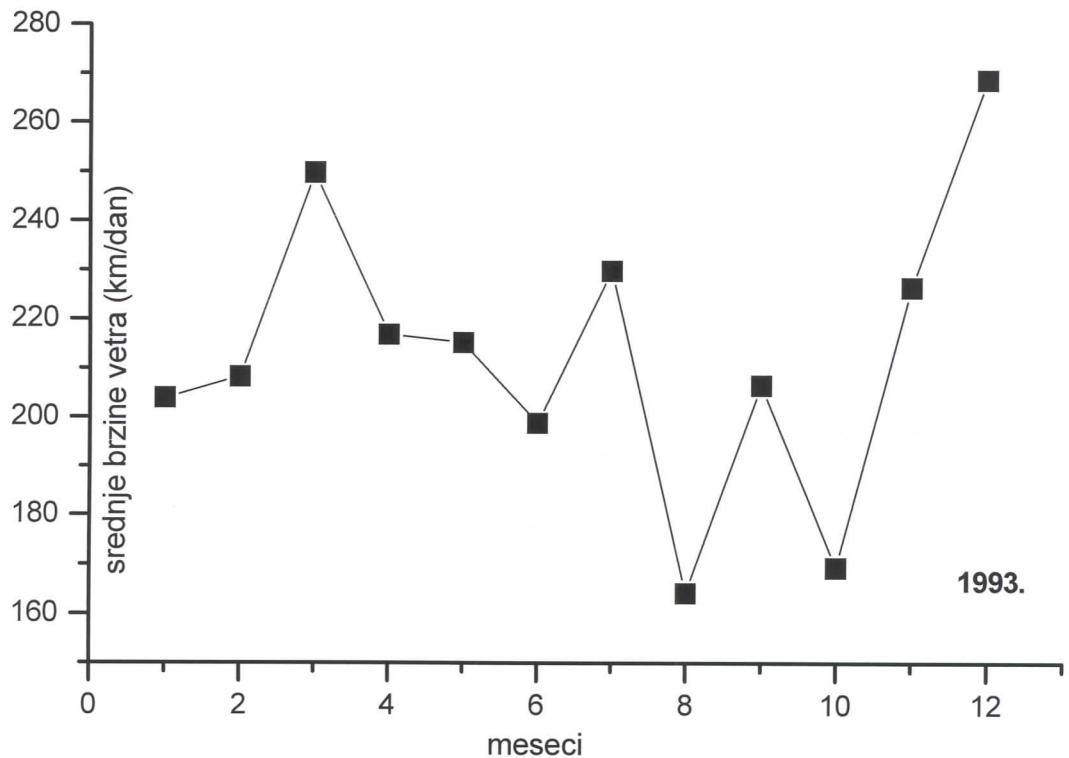


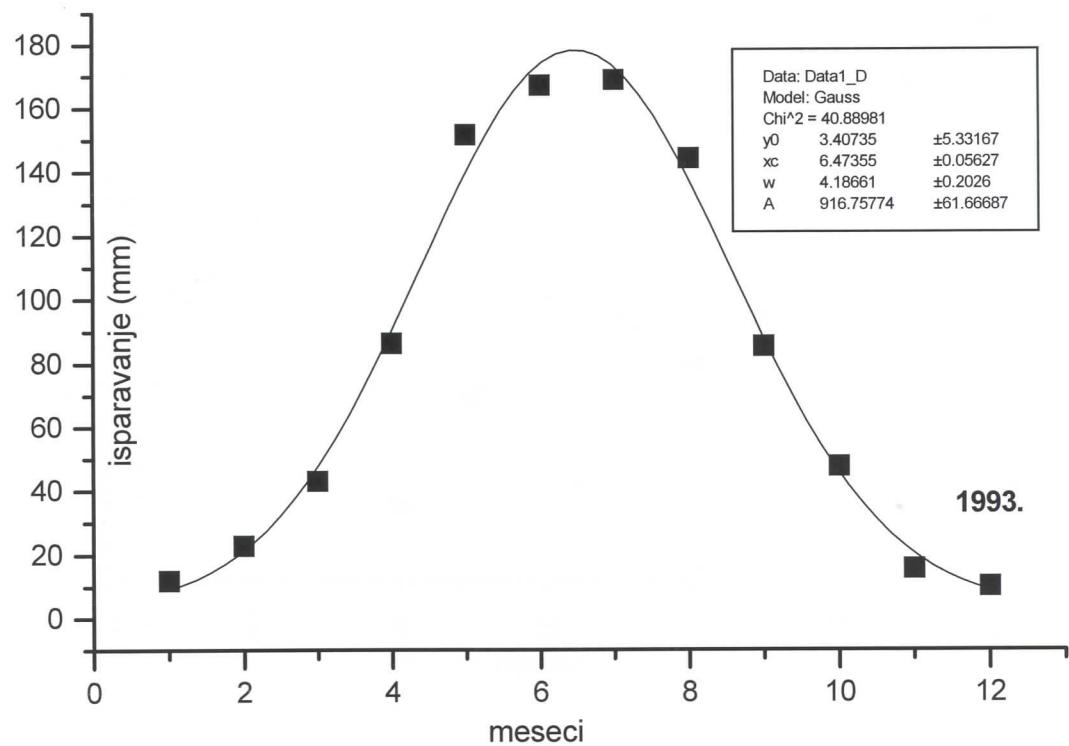
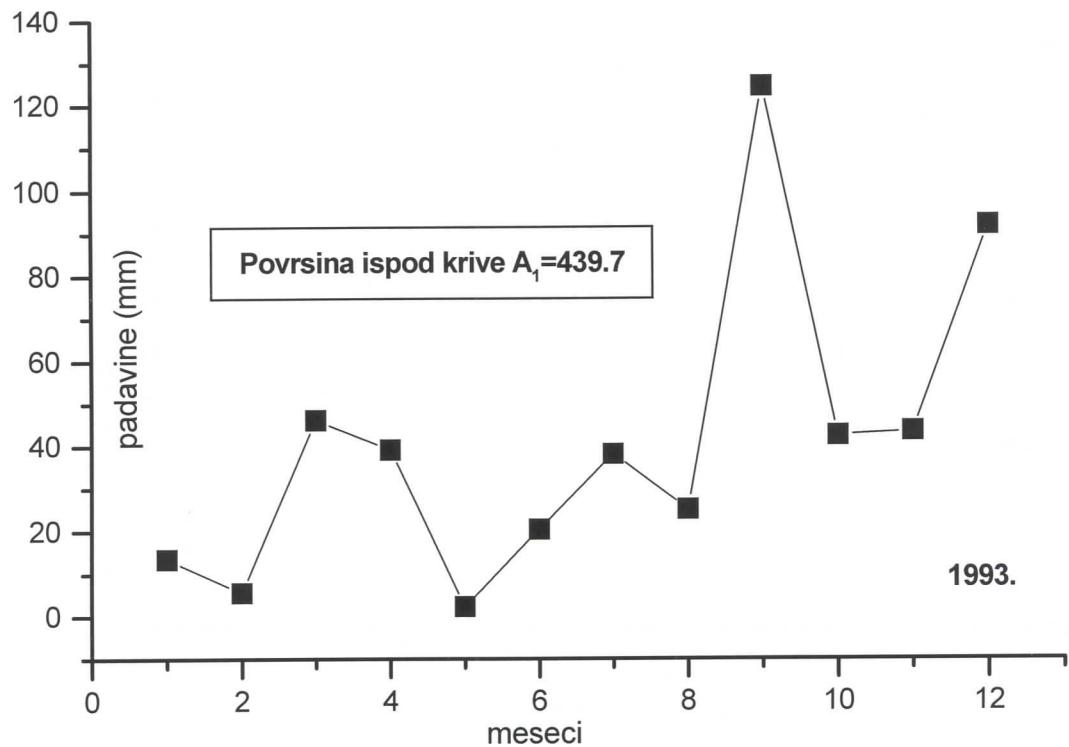


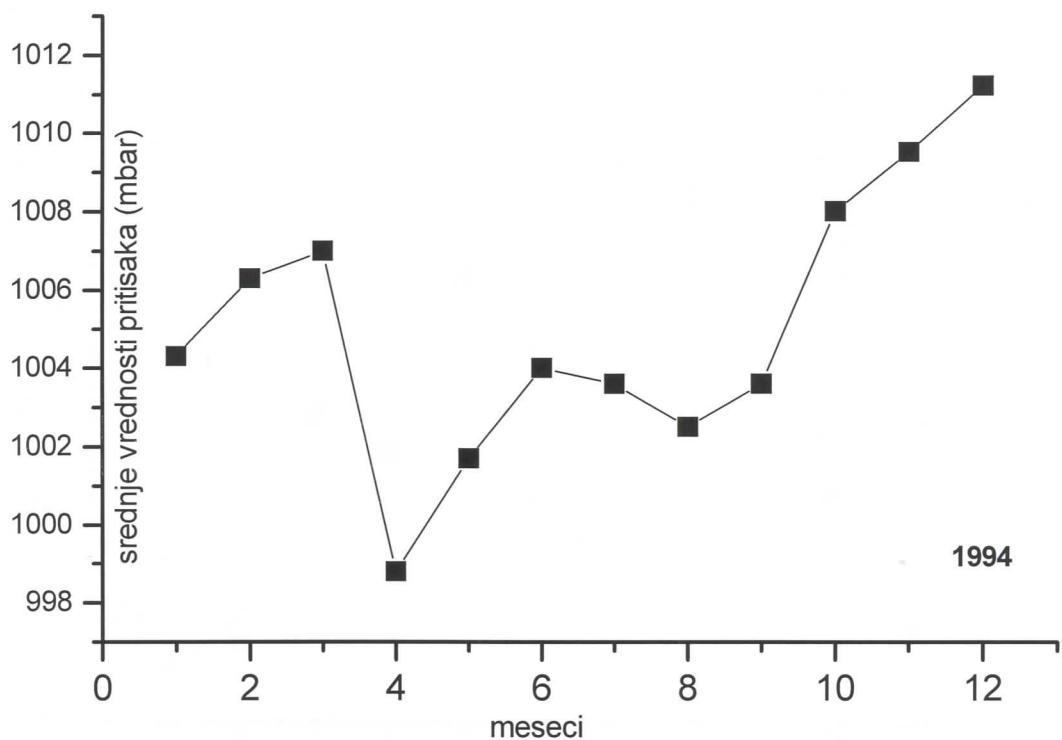
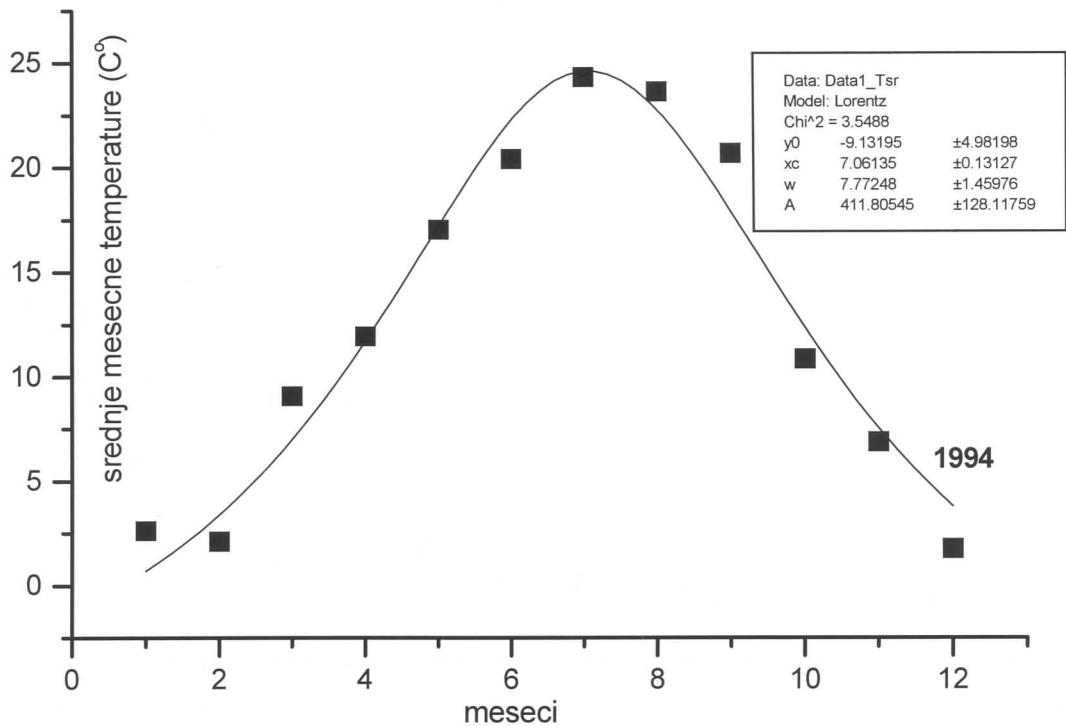


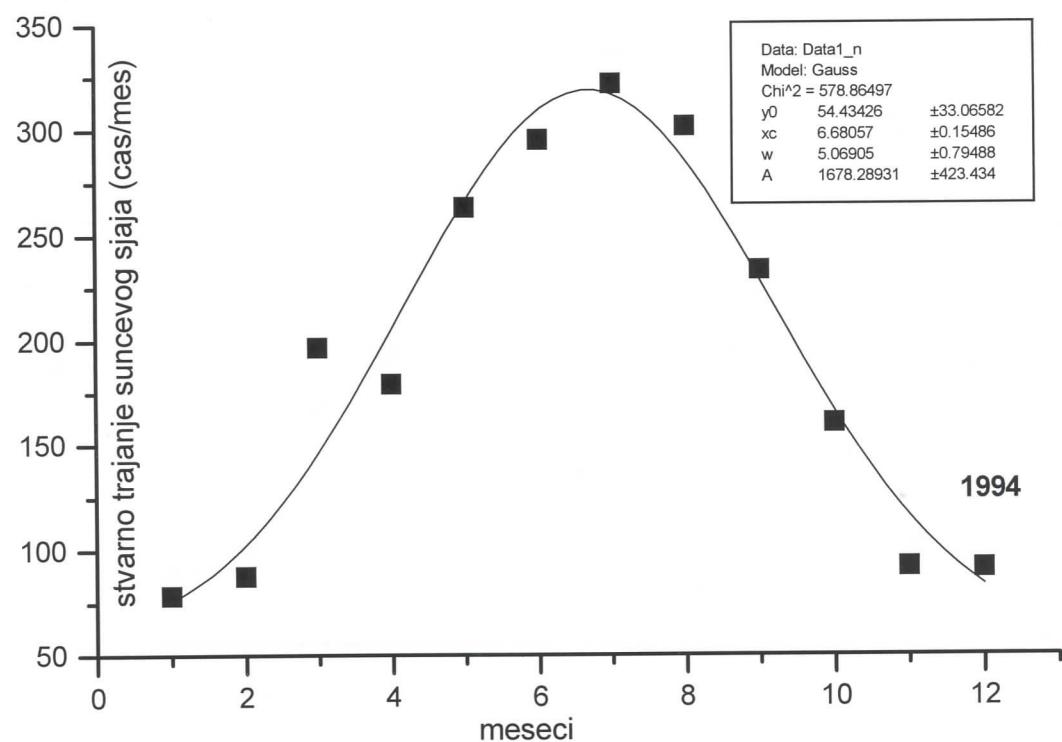
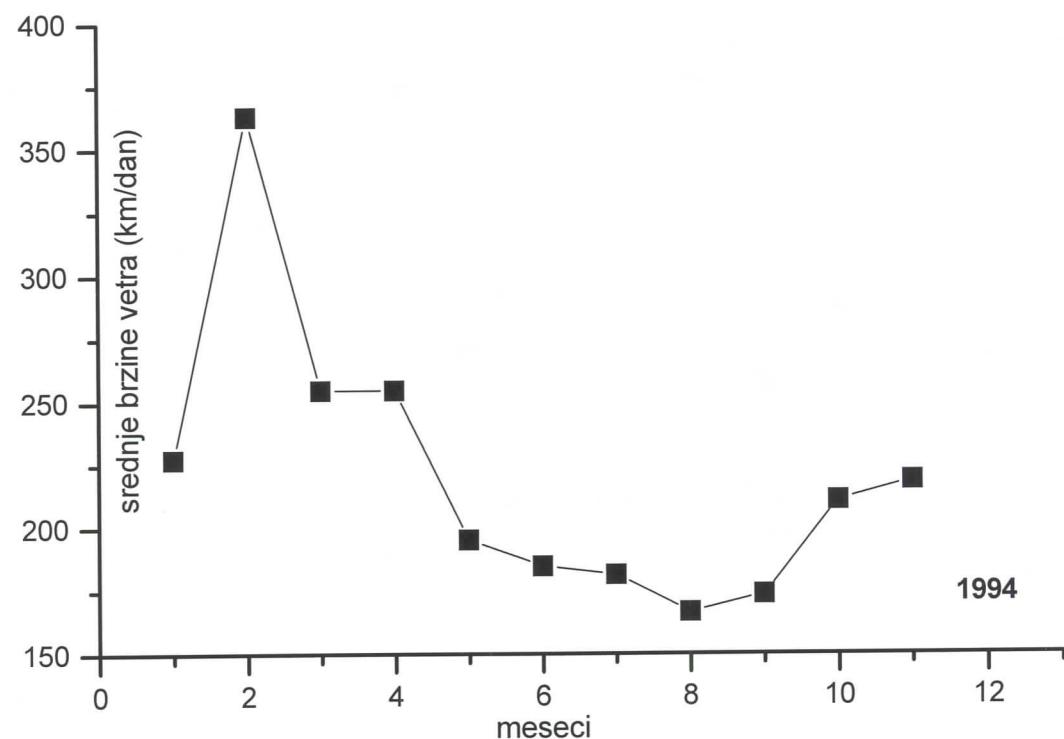


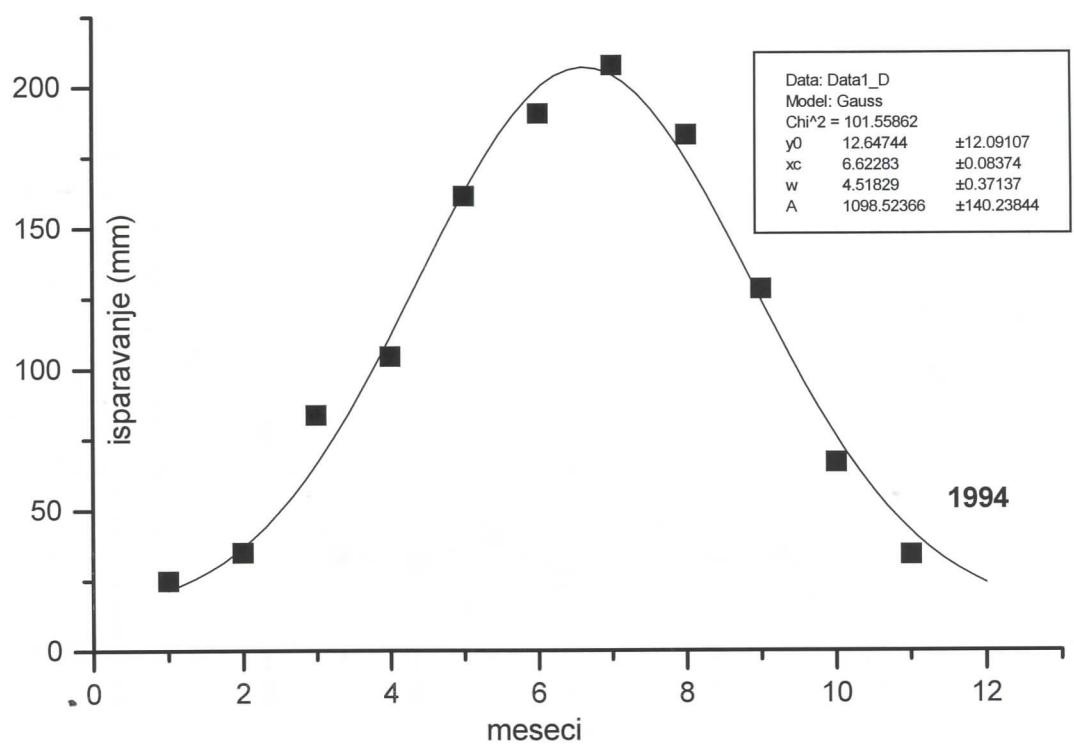
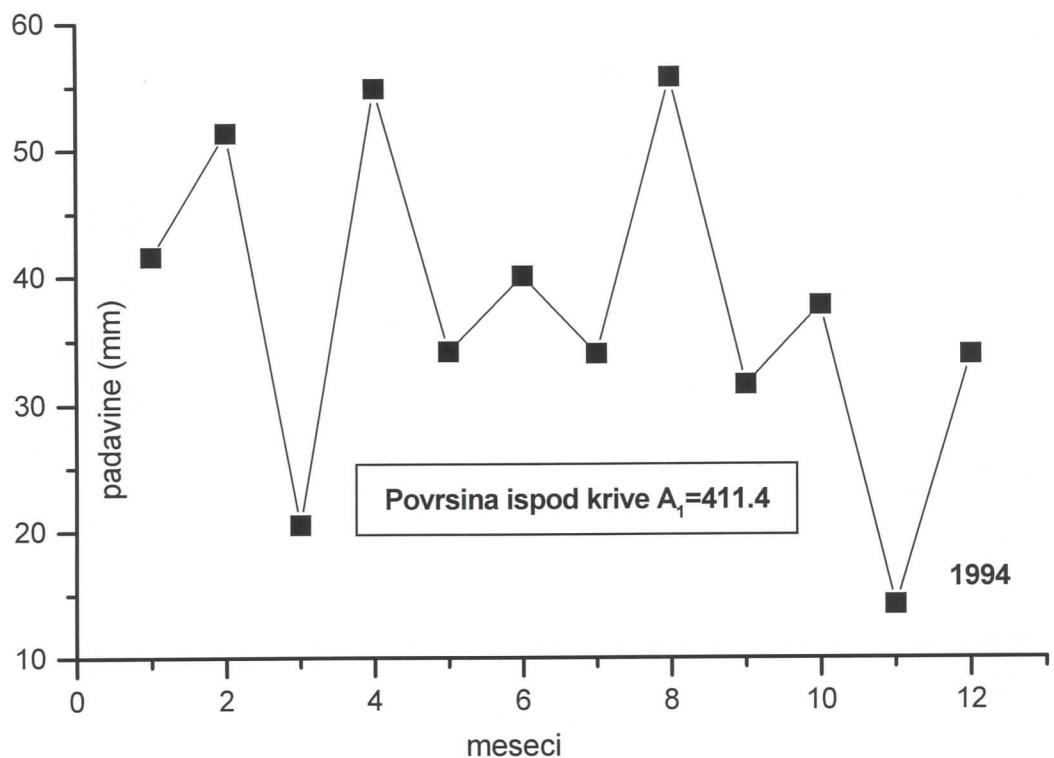


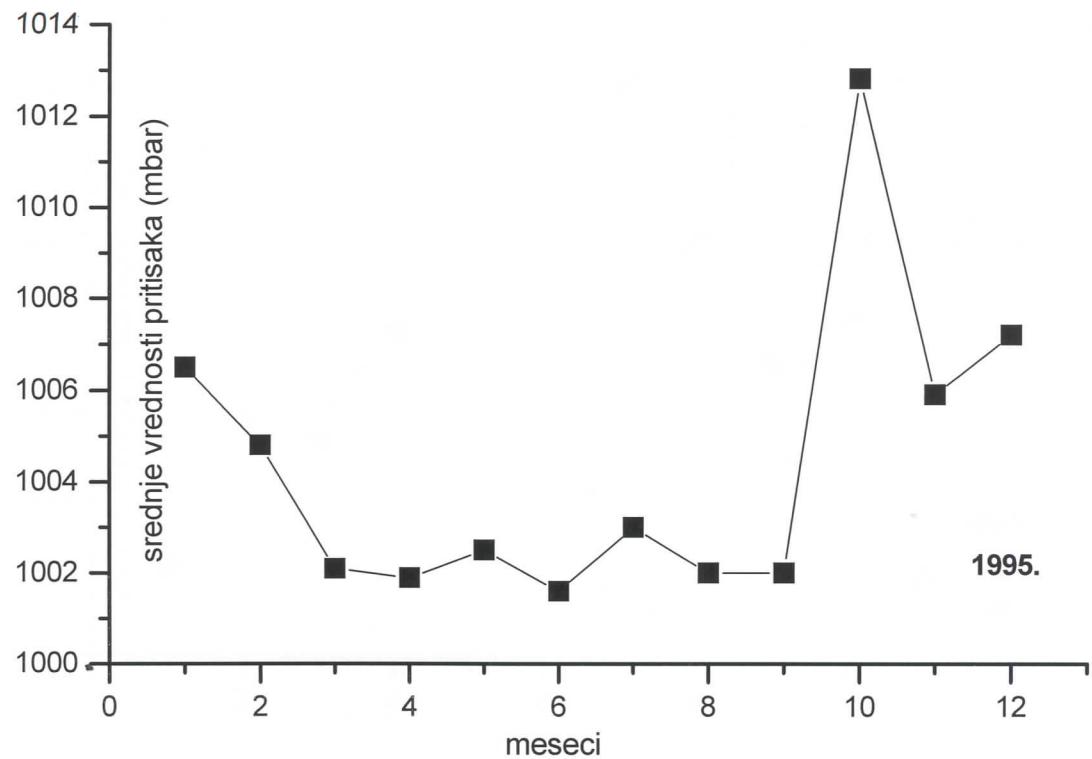
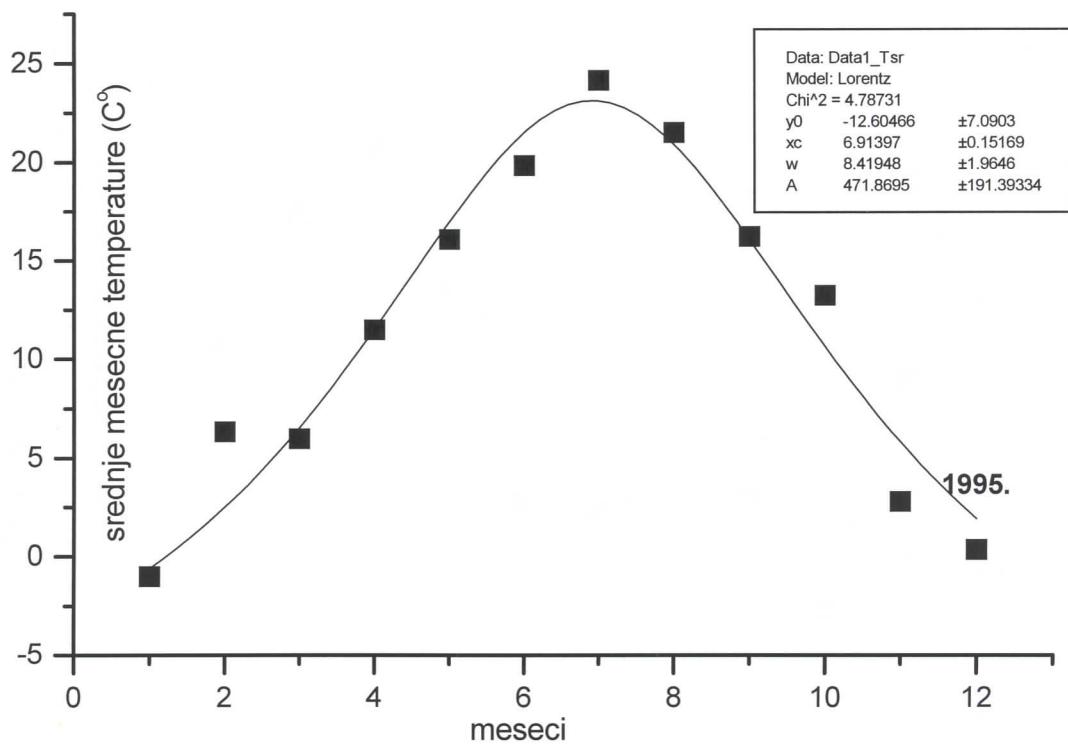


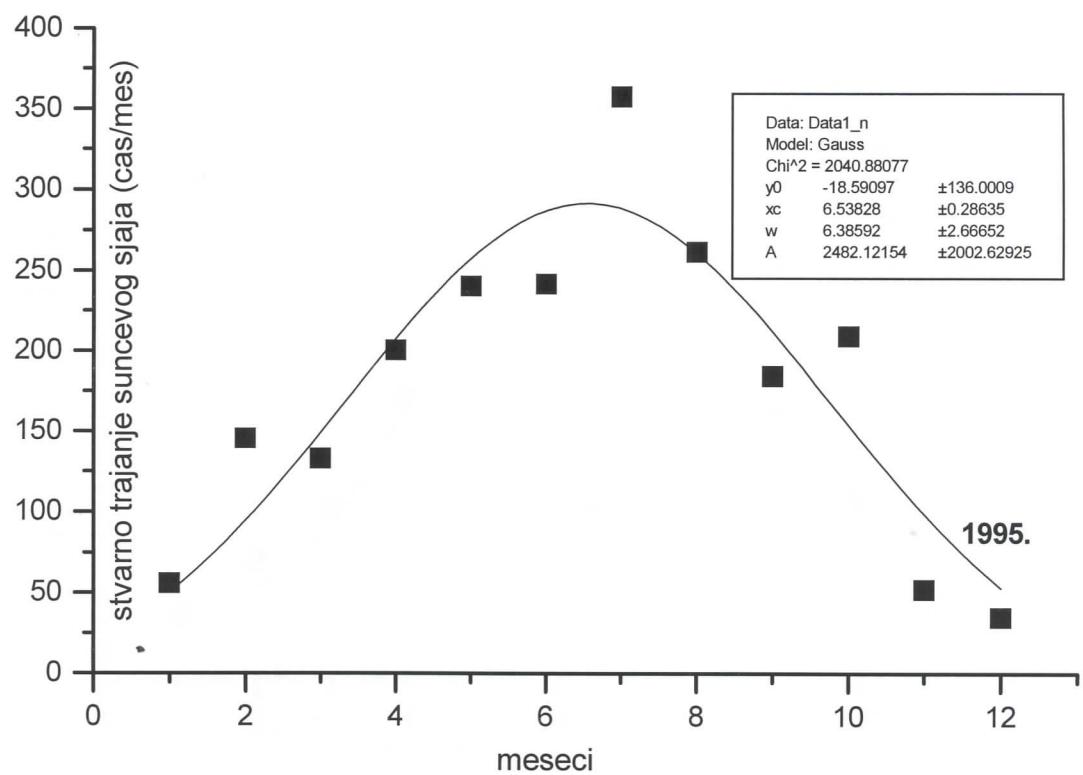
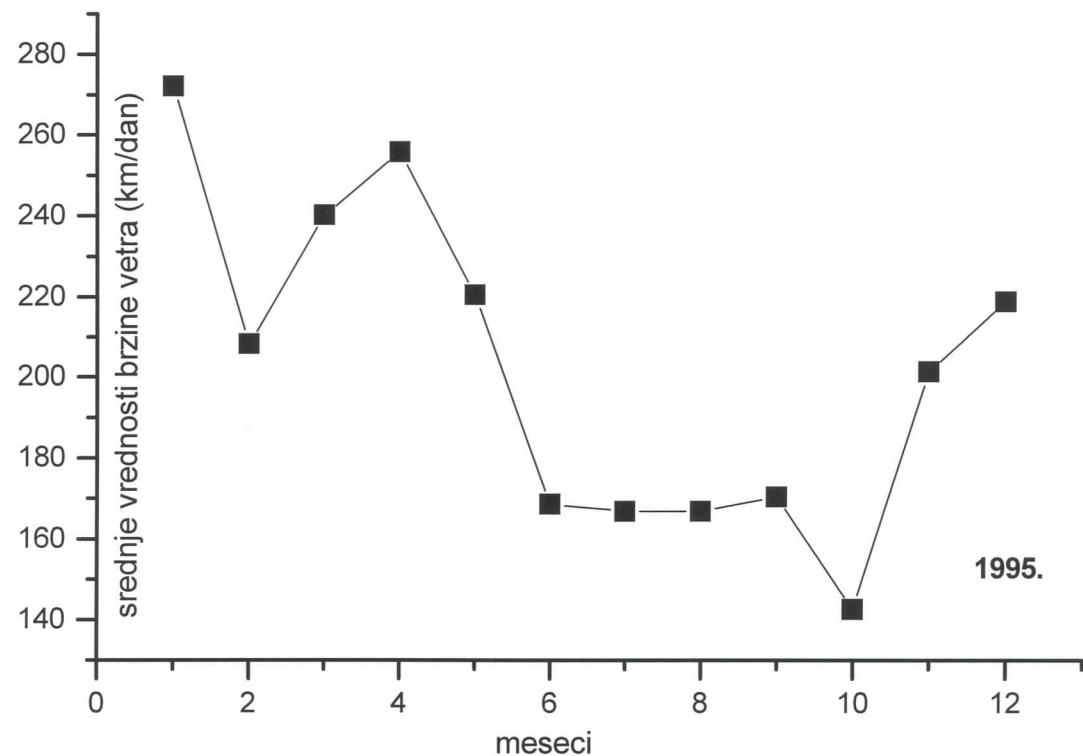


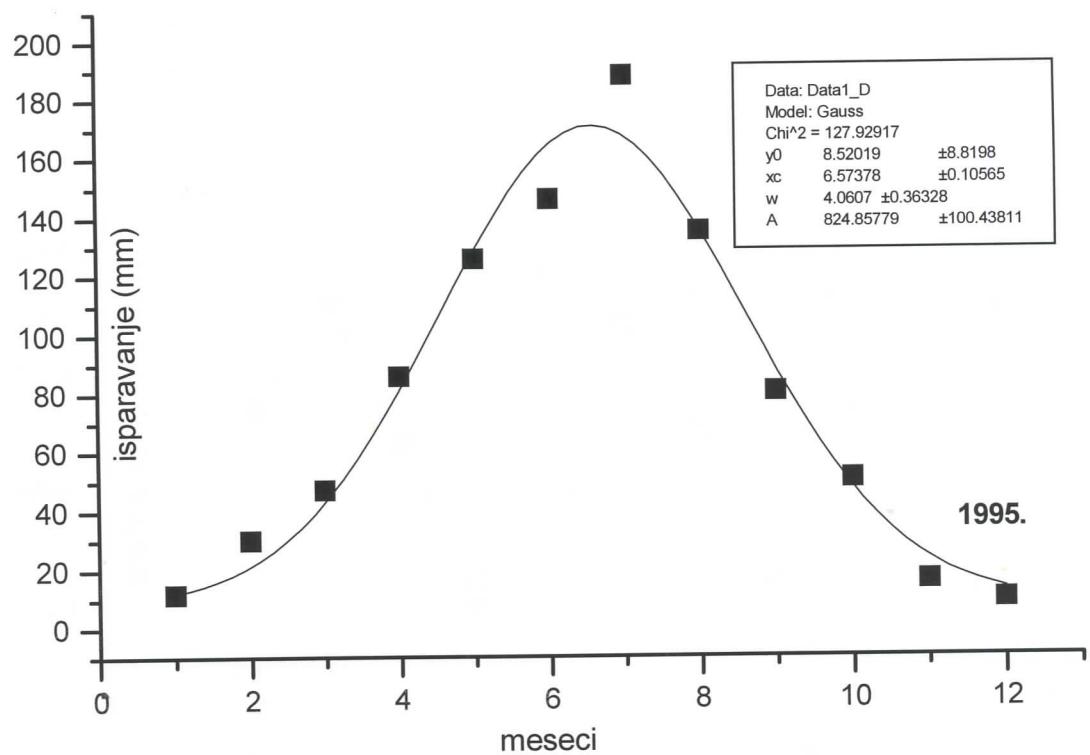
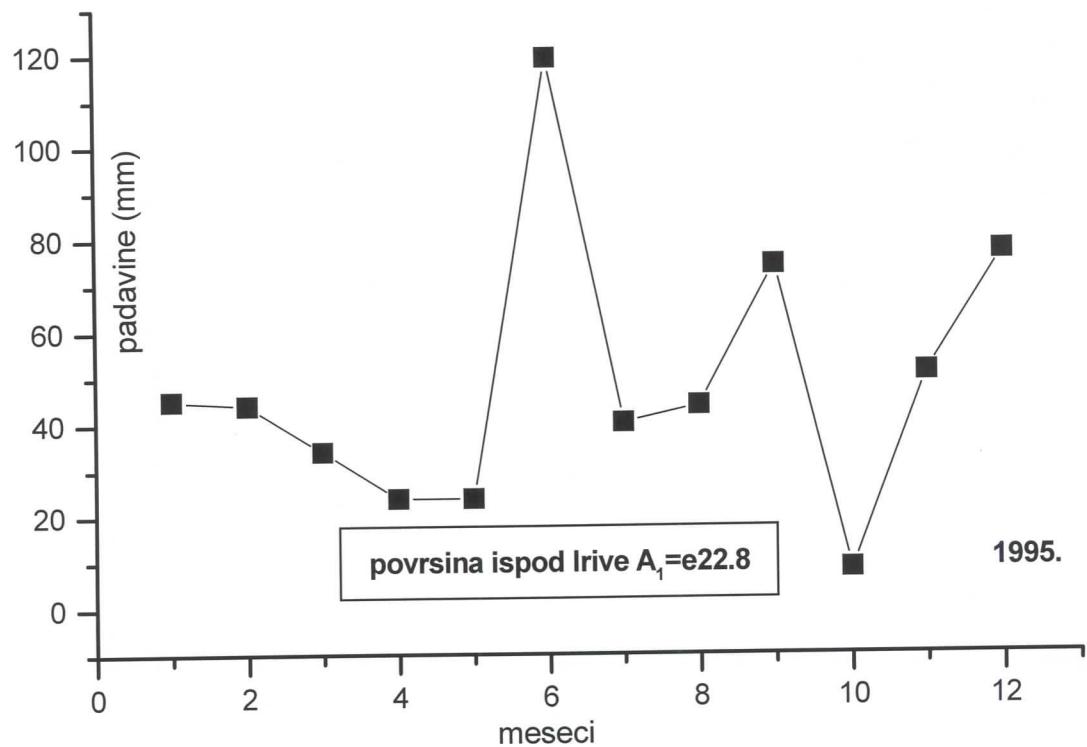


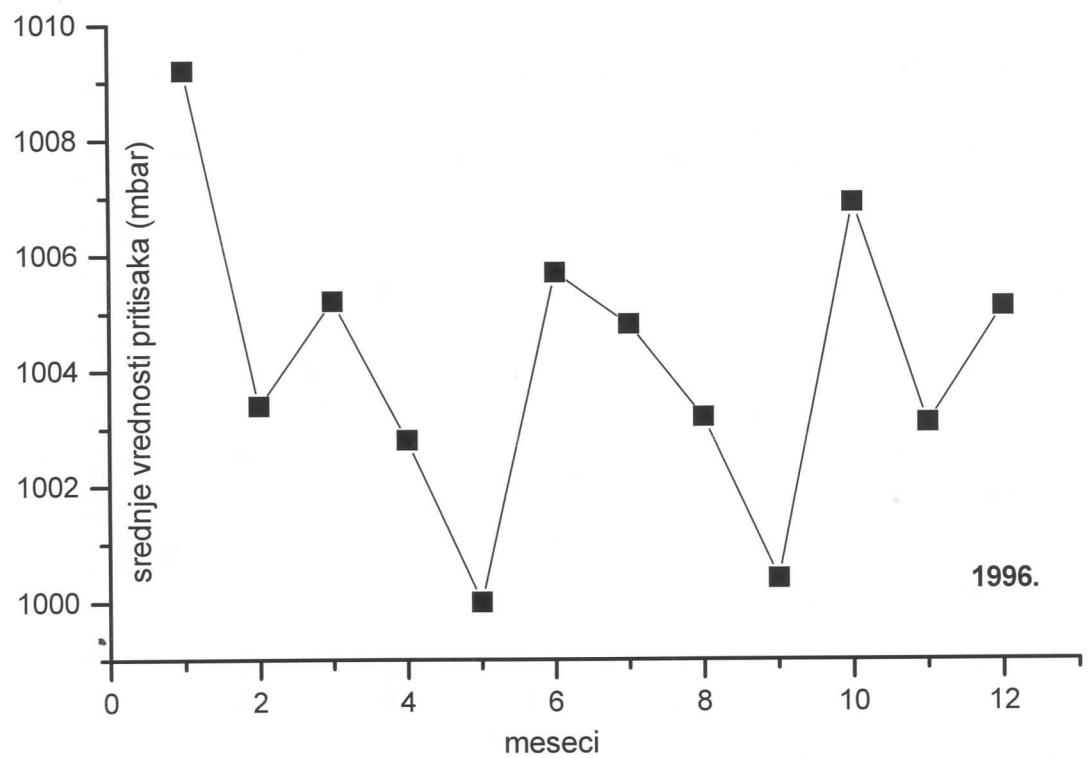
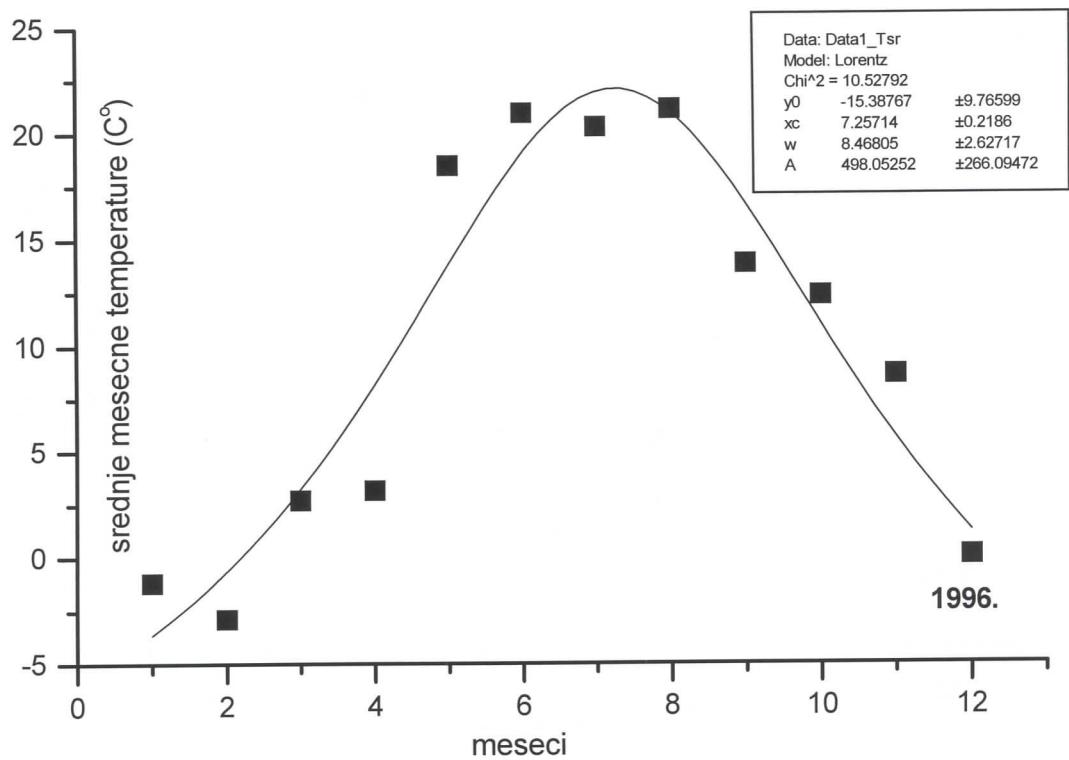


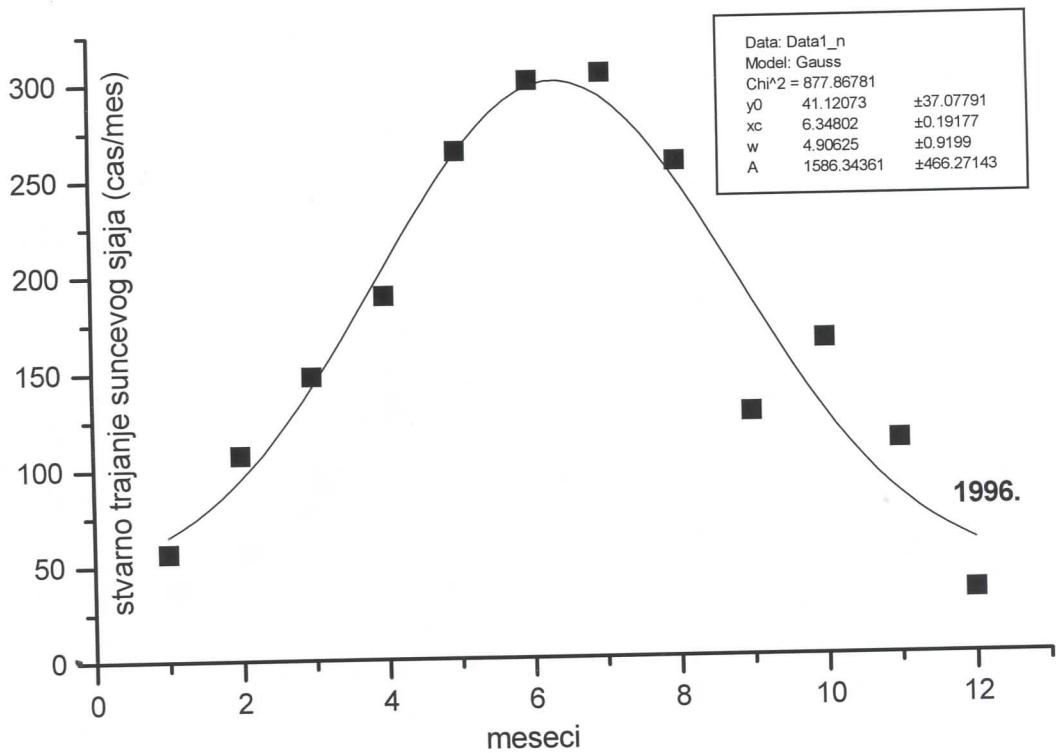
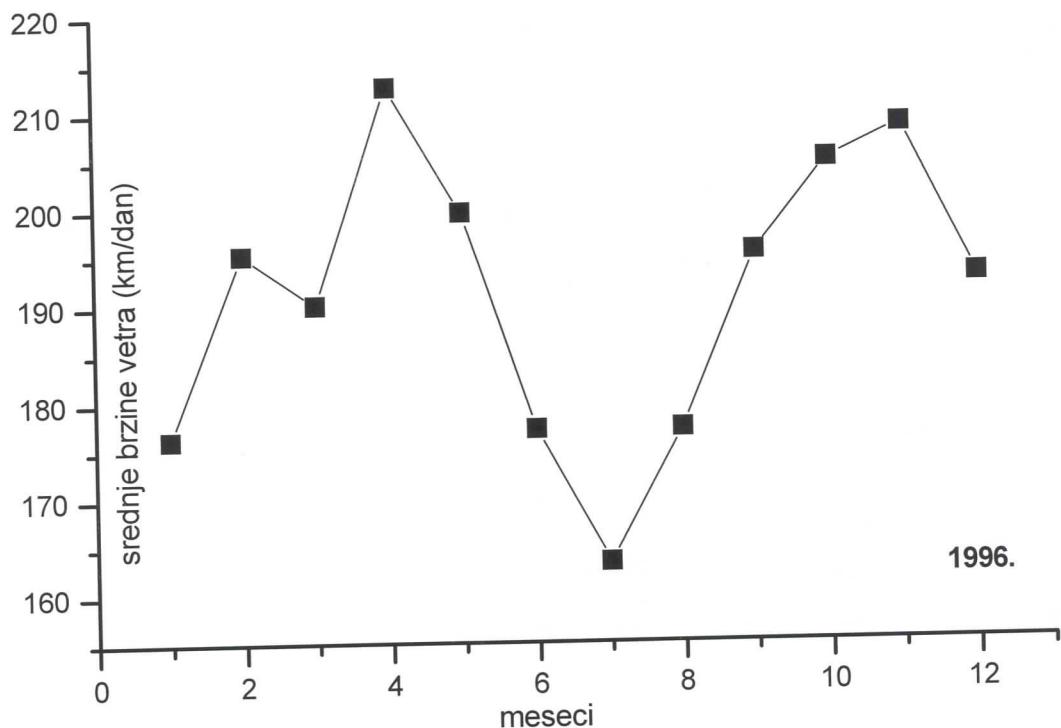


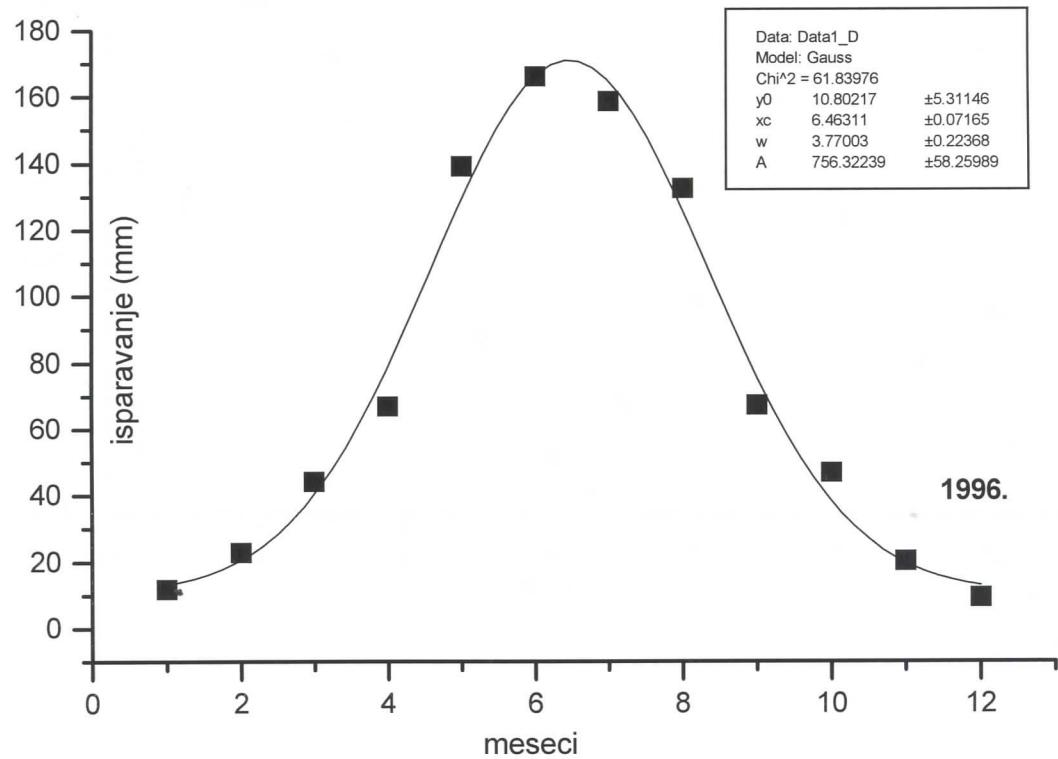
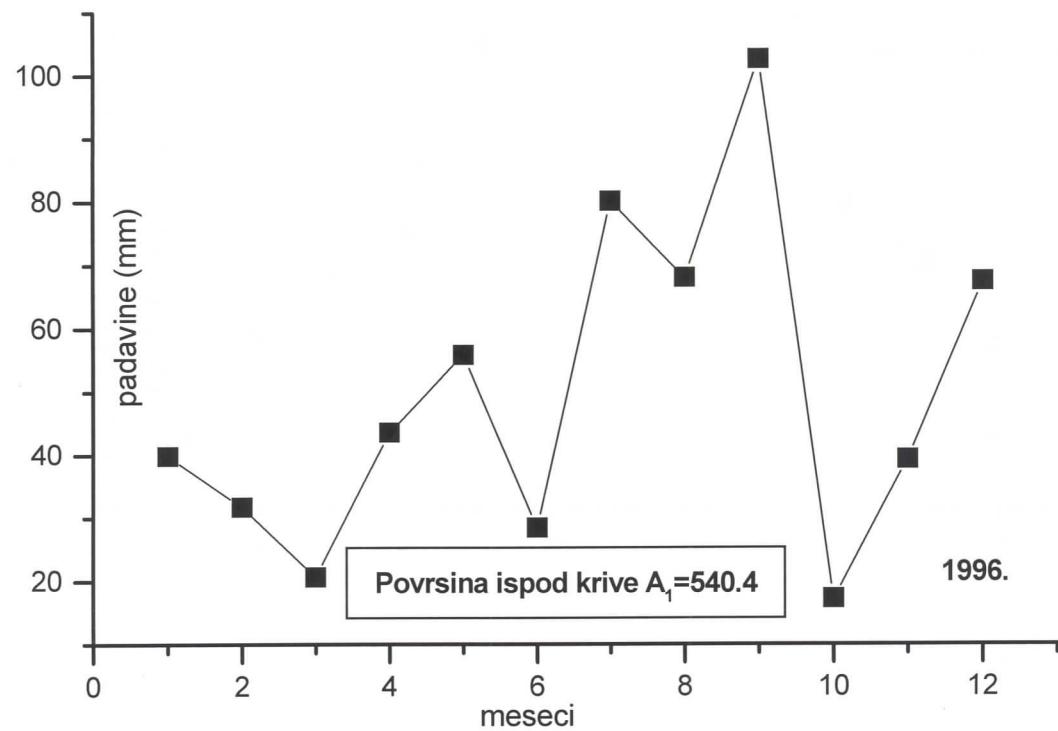


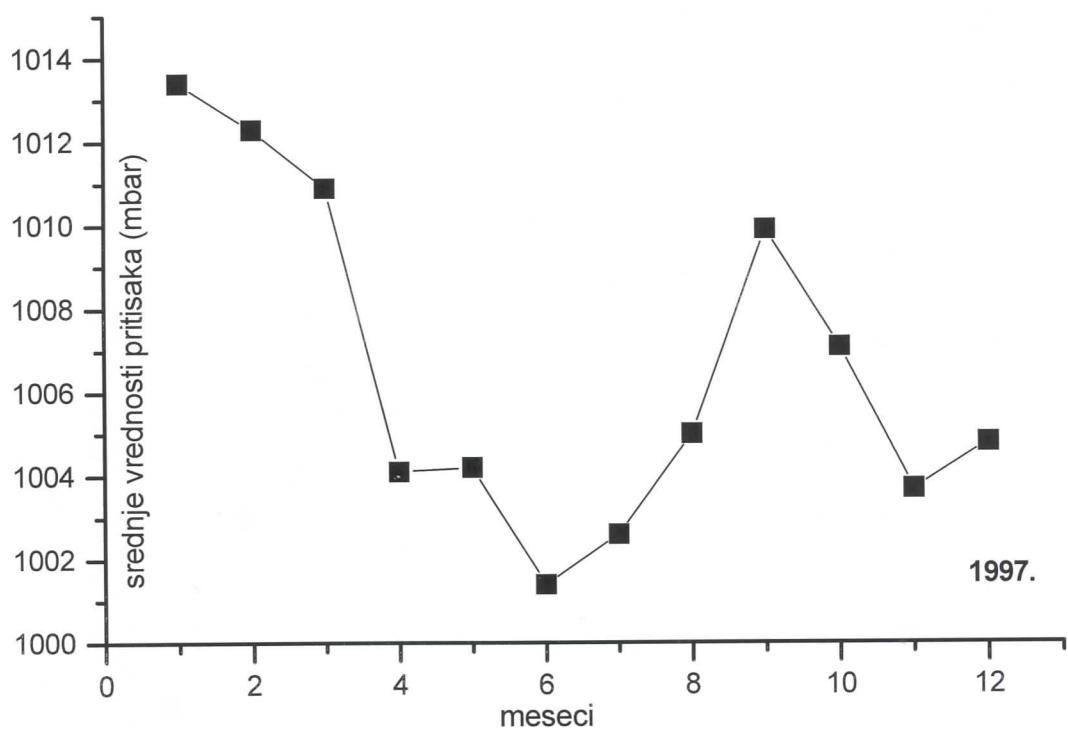
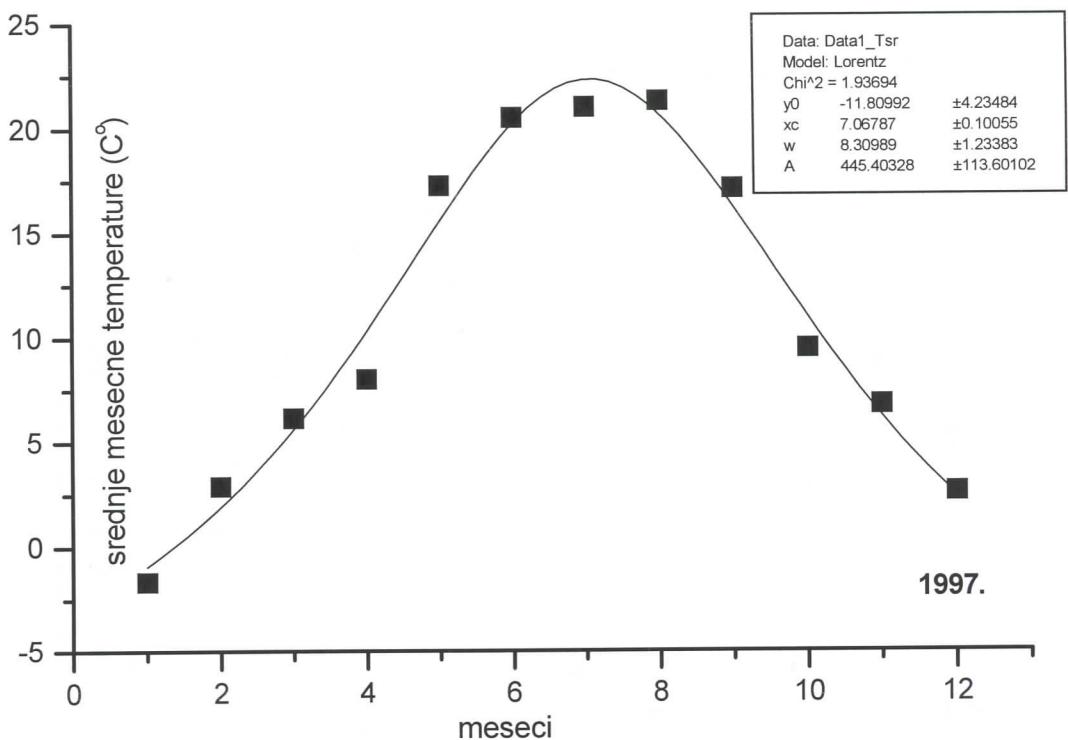


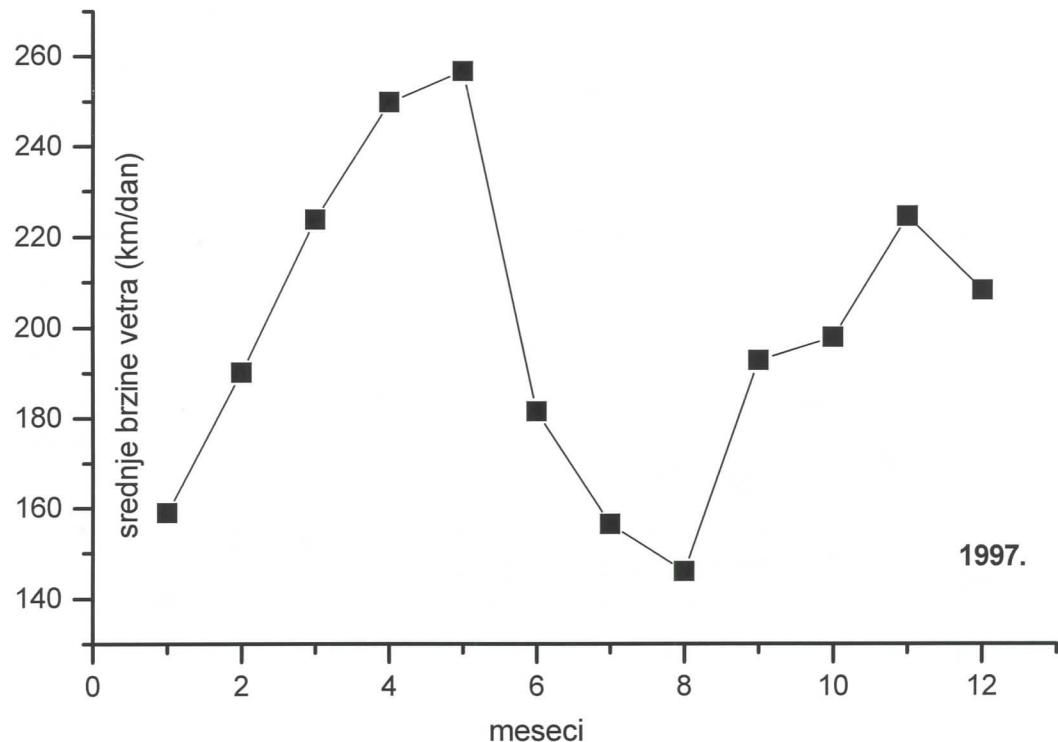




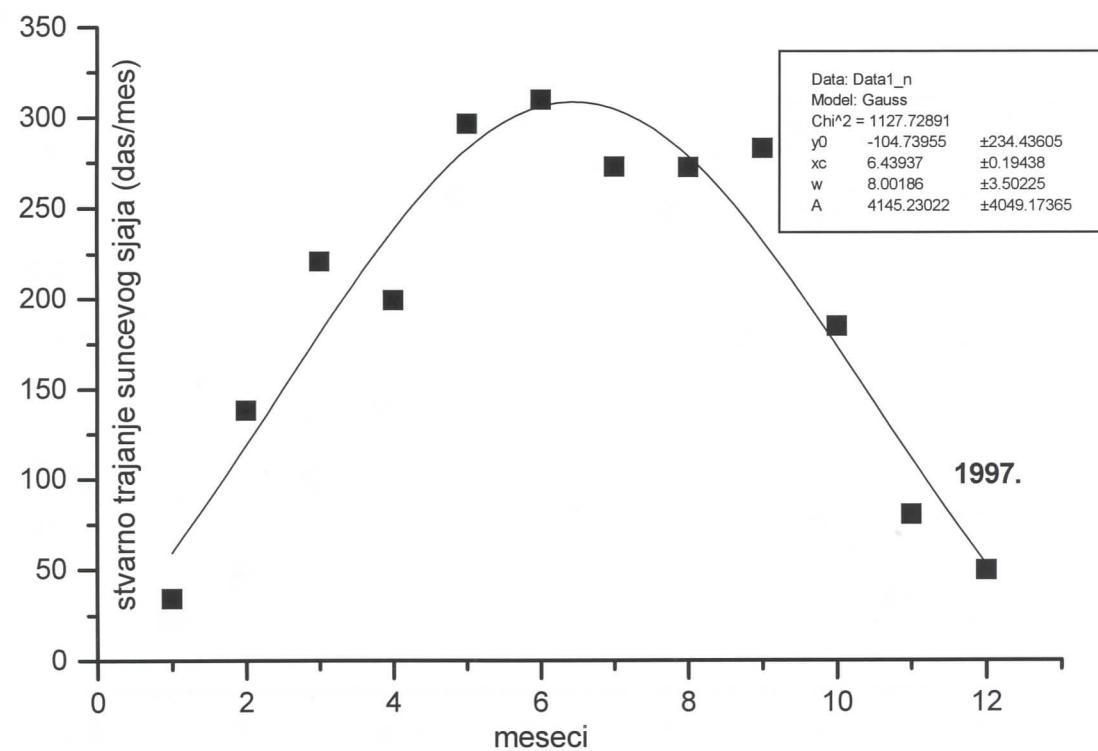


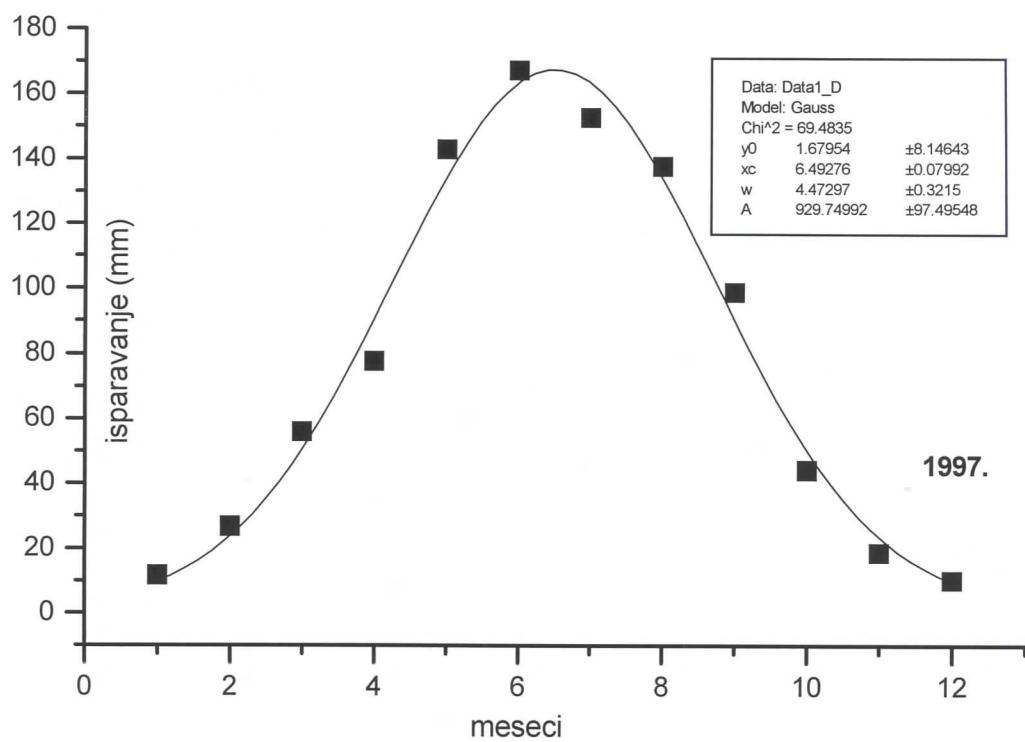
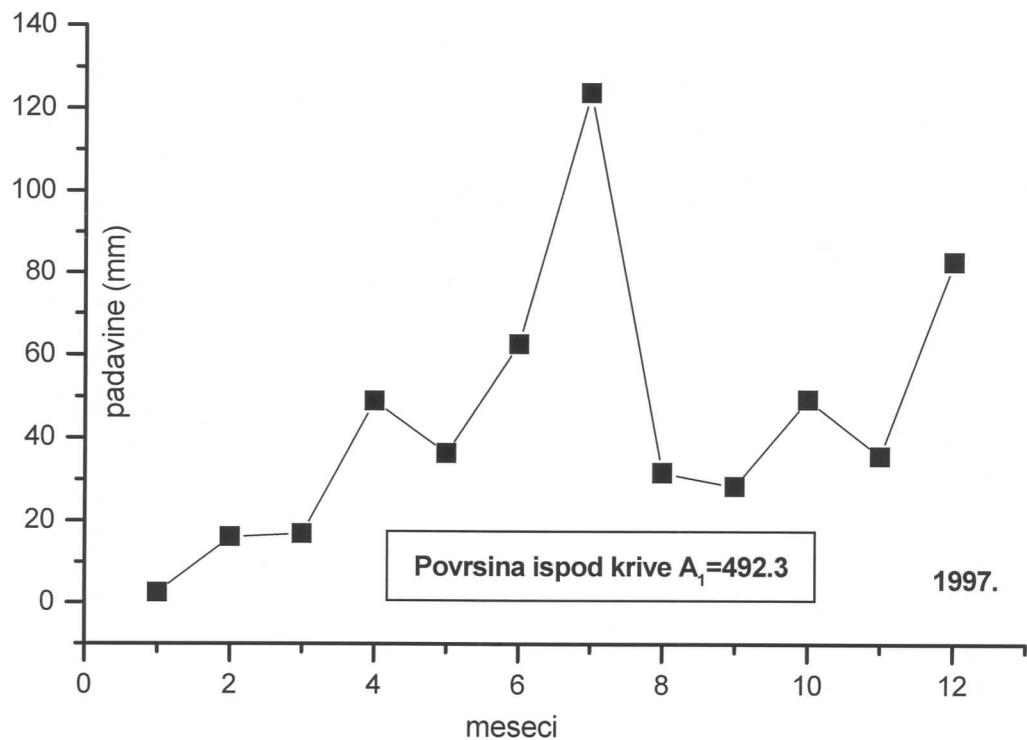


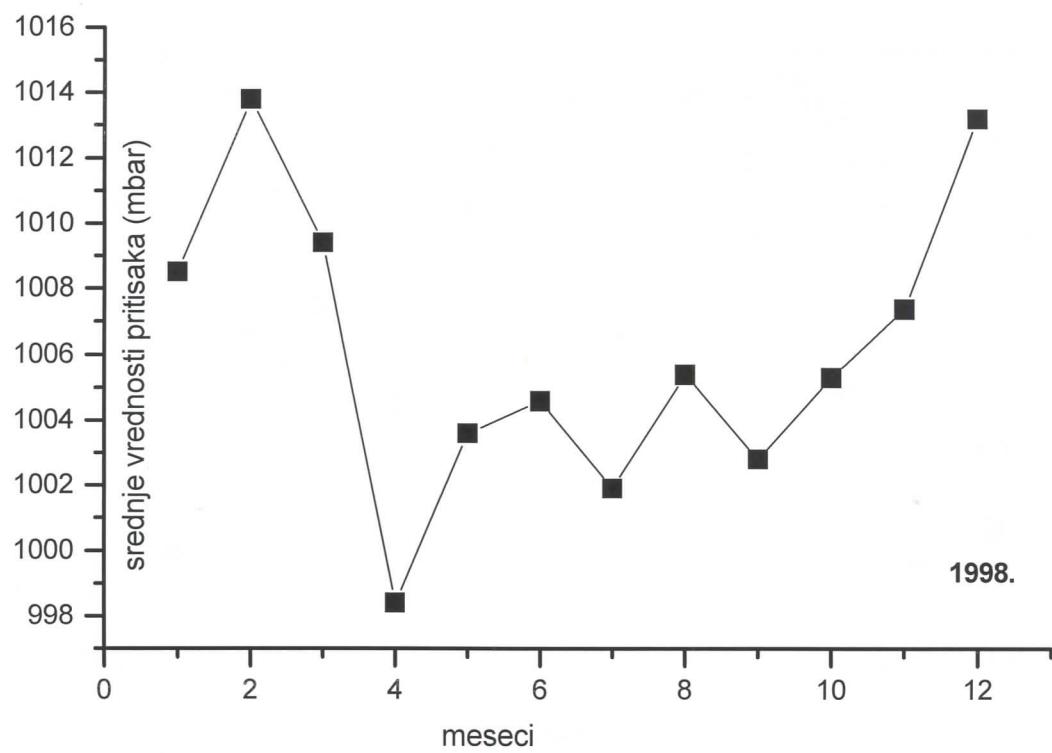
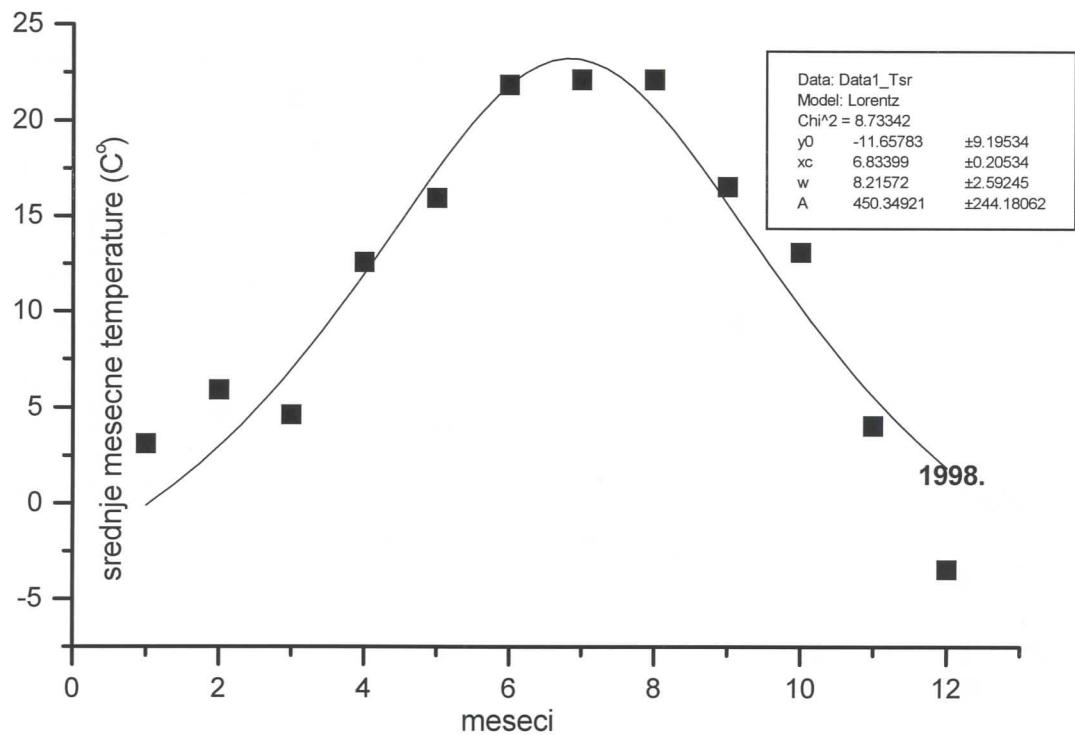


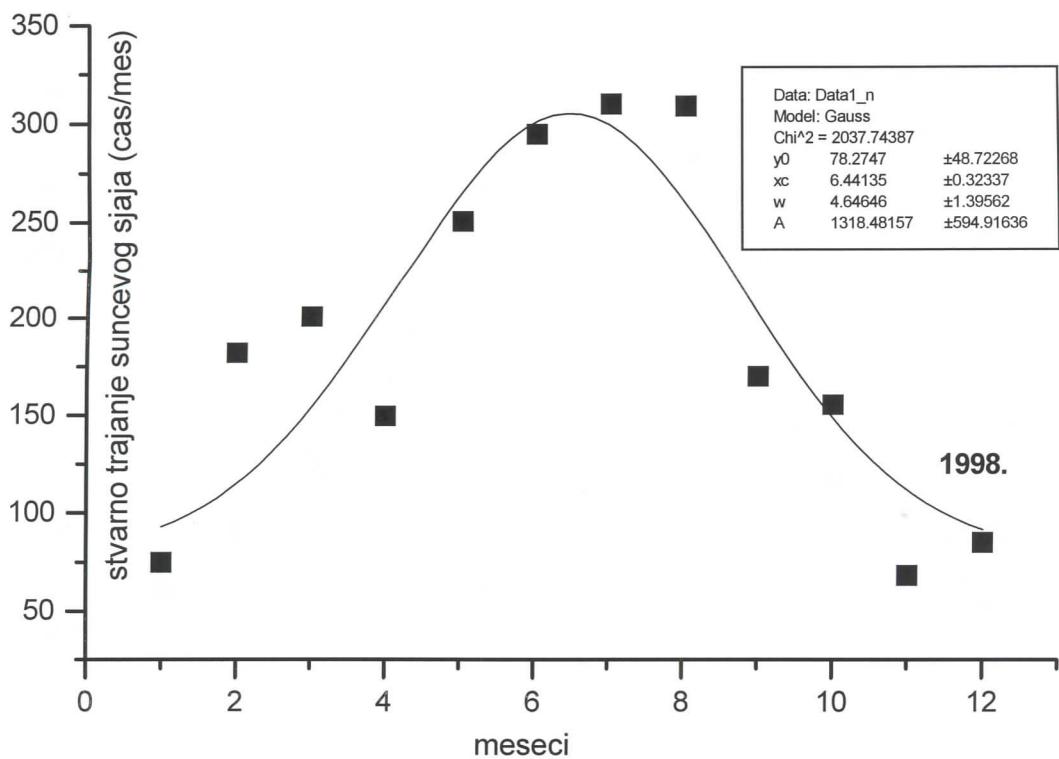
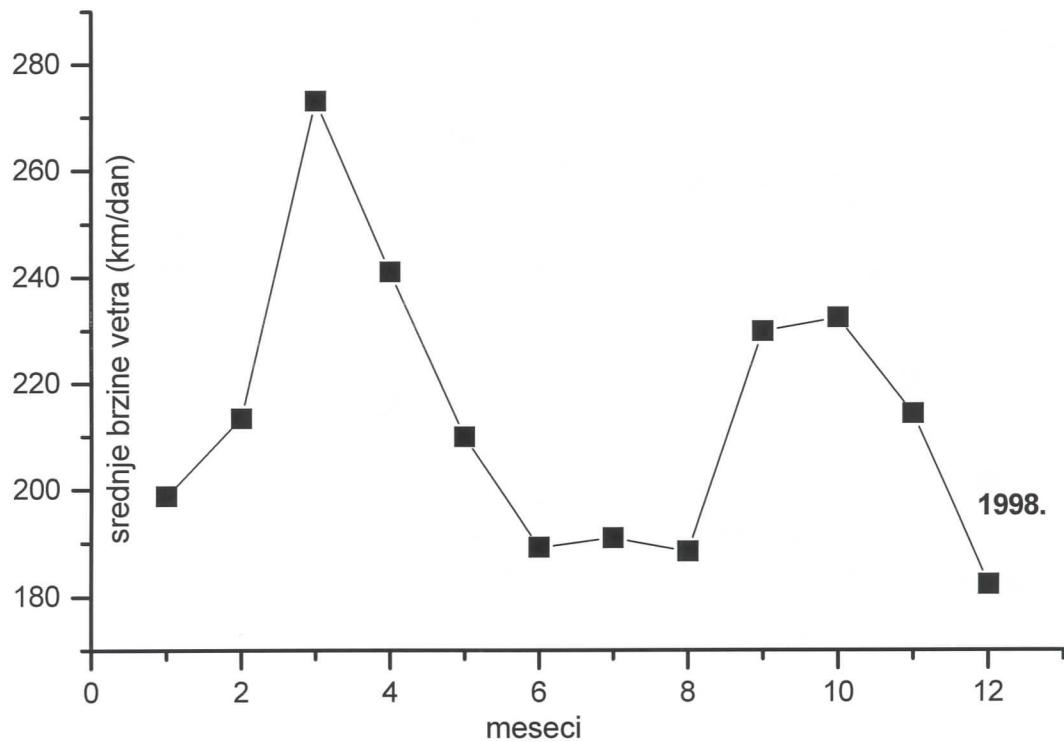


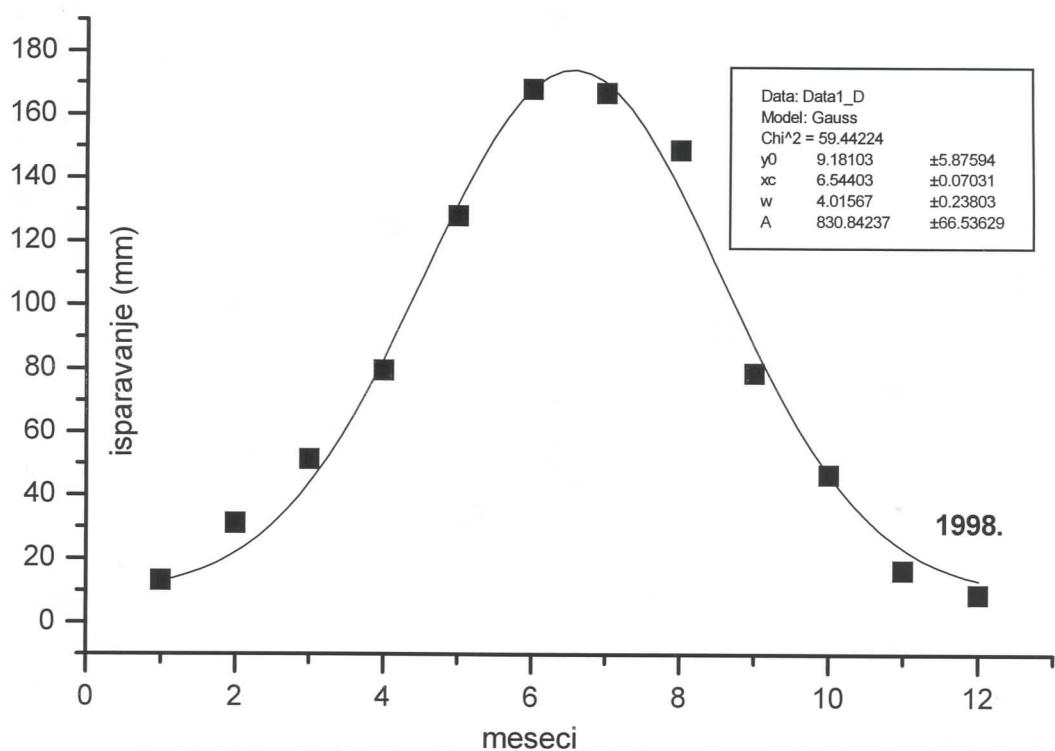
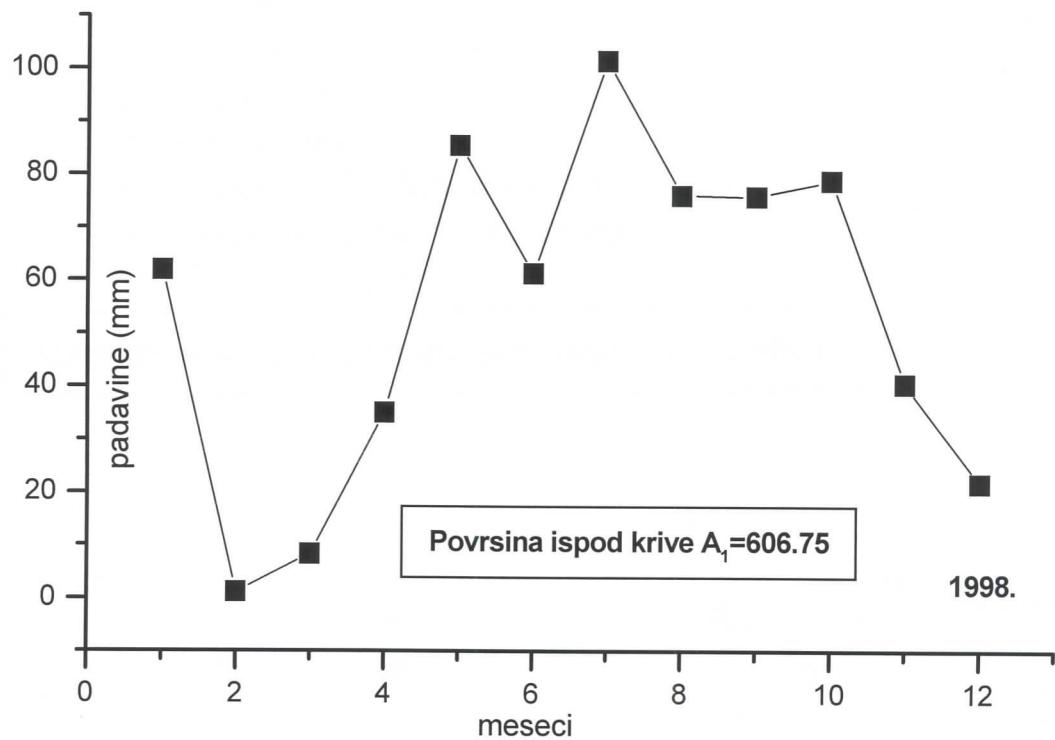
1997.

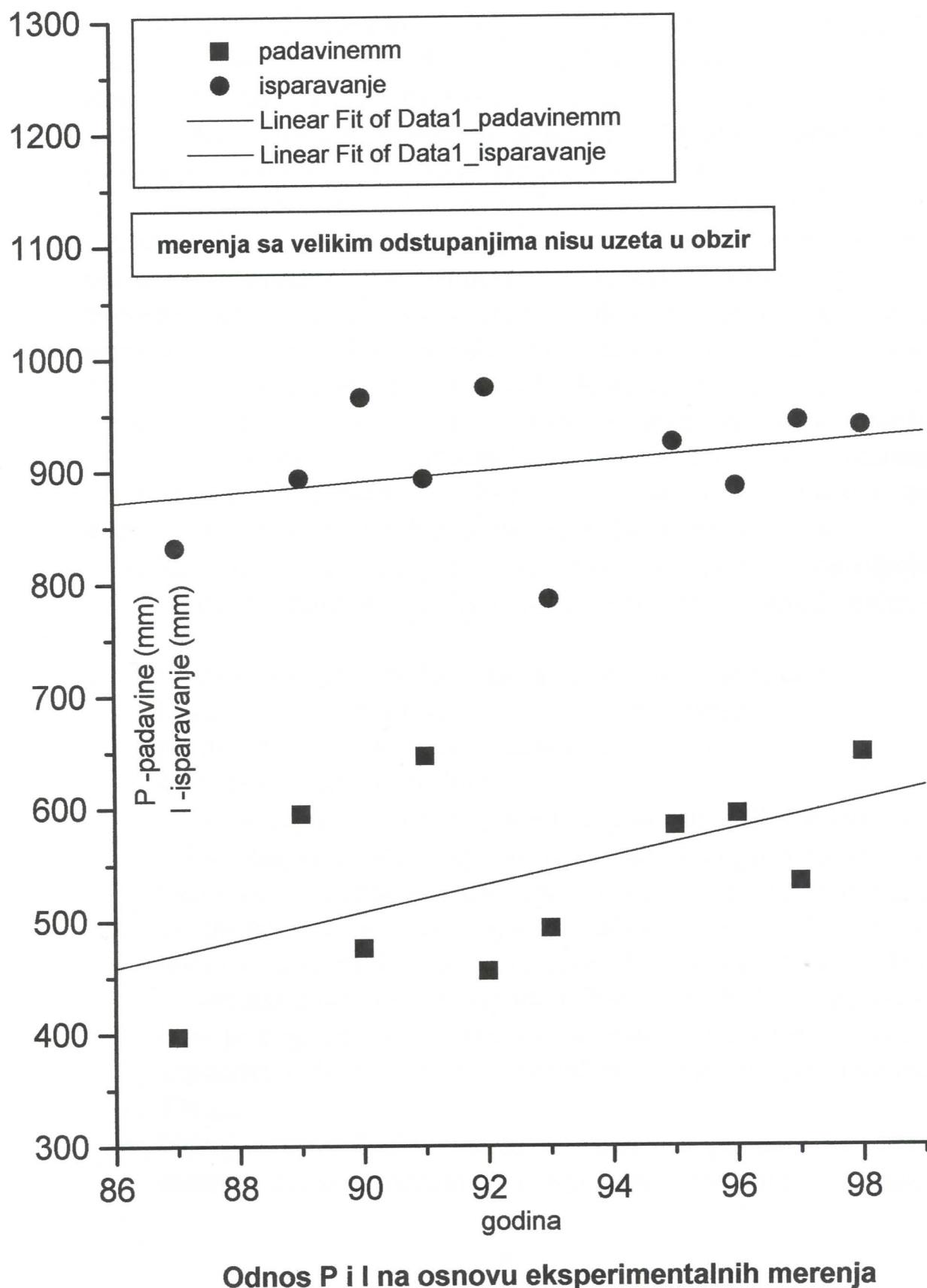












ZAKLJUČAK

U radu je razmatrana pojava isparavanja **I** sa slobodne vodene površine na lokaciji Palićkog jezera. Korišćeni su eksperimentalni podaci drugih autora u periodu od 1987. do 1998. godine. Na osnovu prikupljenih podataka računato je isparavanje proširenom Penmanovom jednačinom, koja se u literaturi navodi kao jedna od pouzdanijih metoda. Ova jednačina sadrži čitav niz članova relevantnih za proces isparavanja. Tu su pre svega brzina vetra, zatim naponi pare, temperatura, trajanje sunčevog sjaja itd. Proces isparavanja, kao deo kruženja vode u prirodi, u direktnoj je vezi sa padavinama **P** na određenom lokalitetu pa je logično da se ove dve pojave na neki način povežu. Korelacija između padavina i isparavanja može da potvrди ili odbaci predpostavku o postojanju izdanih na određenoj akumulaciji. Na osnovu eksperimentalnih podataka i izračunatih vrednosti za isparavanje uočava se dominantni uticaj sledećih parametara u jednačini Penmana:

- Srednja mesečna temperatura **T_{sr}** (direktno određuje vrednosti napona zasićene pare neposredno iznad vodene površine).
- Stvarno trajanje sunčevog sjaja je podatak koji takođe ima veliki uticaj na proces isparavanja i u direktnoj je vezi sa **T_{sr}**. Gausova raspodela najbolje opisuje eksperimentalne vrednosti za **n** (stvarno trajanje sunčevog sjaja), s tim što se uočava da je maksimum ove raspodele pomeren ka višim mesecima u odnosu na raspodelu **T_{sr}** (između 6 i 7 meseca). Ovo je objašnjivo činjenicom da jezero ima veliki toplotni kapacitet i da je potrebno određeno vreme da se postigne **T_{srmax}**.
- Uticaj srednje brzine vetra posmatran u periodu za jedan mesec nema značajnu ulogu na konačnu vrednost

isparavanja, što ne znači da na nivou jednog dana to nije tako.

Računate vrednosti isparavanja tokom jedne godine takođe se najbolje poklapaju sa Gausovom raspodelom i interesantno je primetiti da se u većini slučajeva maksimumi raspodele za n i isparavanje kreću oko približno istih vrednosti, što upravo dokazuje najdominantniji uticaj upravo ovog člana na proces isparavanja. Ostale eksperimentalne vrednosti ne mogu se podvesti ni pod jednu statističku raspodelu, odnosno promene su veoma fluktuirajuće.

Najinteresantniji zaključak rada je ipak podatak da se odnos između ukupnog isparavanja i ukupnih padavina (I/P) tokom godinu dana, a to važi za skoro ceo period posmatranja, kreće izmedju faktora **2-2.5**. Kako je nadmorska visina Palićkog jezera viša od reka u čijem se slivu ono nalazi, možemo sa dovoljnom sigurnošću predpostaviti da su glavni izvori napajanja Palićkog jezera snažni podzemni izdani, čiji je intenzitet konstantan bar u toku observiranog intervala vremena. Blag trend rasta obe veličine P i I ne može da se uzme kao relevantan pokazatalj globalne promene klime jer se radi o izuzetno kratkom vremenskom intervalu.

LITERATURA I IZVORI

1. Đula Seleši " Jezero Palić, sanacija i odumiranje " Fond za sanaciju jezera Palić 1973. godina
2. Branislav Bukurov, " Jezera i bare u Bačkoj " Zbornik Matice srpske sveska br.5, Novi Sad 1954. godina.
3. Meteorološki godišnjaci od 1986 do 1999 godine, Savezni hidrometeorološki zavod Beograd.
4. Snežana Bojanović, diplomski rad " Turizam Palića posle sprovođenja mreza zaštite " N. Sad 1988. godine.
5. Prostorni plan sap Vojvodine.
6. Stevan Stanković, " Jezera sveta ", Beograd 1991. godina
7. Dušan Dukić, " Hidrologija kopna ", Beograd 1984. godina.
8. Bugarčić Pavle , doktorska disertacija " Veštačka jezera Vojvodine",N. Sad 1999. godine.
9. Stanković Stevan , "Jezera Srbije ", Beograd 2000. godine.
10. Zbornik Matice srpske,serija prirodnih nauka N. Sad 1955. godine.
11. Đurić Branko, " Prilog fizičkog istraživanja jezera Palić", N. Sad 1952. godine.
12. Đula Seleši " Vode Palićkog jezera od 1781. do 1999.godine " Subotica 2000. godina.
- 13.Emir Zelenhasić,Matilda Ruski,Inženjerska hidrologija,Beograd 1991 godina.
- 14.Vesna Ristić,Stevan Prohaska,Hidrologiju kroz teoriju i praksu,Beograd 1996 godina.

BIOGRAFIJA

Marija Prošić rođena 22.07.1978. Završila gimnaziju "Isidora Sekulić" u Novom Sadu. Upisala Prirodno Matematički Fakultet odsek za dvopredmetne studije smer Profesor fizike i geografije 1998 god.



PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

TD

Tip zapisa:

TZ

Vrsta rada:

VR

Autor:

AU

Mentor:

MN

Naslov rada:

NR

Jezik publikacije:

JP

Jezik izvoda:

JI

Zemlja publikovanja:

ZP

Uže geografsko područje:

UGP

Godina:

GO

Izdavač:

IZ

Mesto i adresa:

MA

Fizički opis rada:

FO

Naučna oblast:

NO

Naučna disciplina:

ND

Predmetna odrednica/ ključne reči:

PO

UDK

Čuva se:

ČU

Važna napomena:

VN

Izvod:

IZ

Monografska dokumentacija

Tekstualni štampani materijal

Diplomski rad

Marija Prošić

Prof. dr. Željko Škrbić

Nova saznanja o režimu Paličkog jezera

srpski (latinica)

srpski/engleski

Srbija i Crna Gora

Vojvodina

2005

Autorski reprint

Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

11/53/0/2/0/71/3

Fizika - Geografija

Klimatologija

Paličko jezero, Isparavanje.

Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

nema

Datum prihvatanja teme od NN veća:

DP

Datum odbrane: 28.10.2005.

DO

Članovi komisije:

KO

Mentor: dr Željko Škrbić

Predsednik: dr Živan Bogdanović

član: dr Lazar Lazić

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS
KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

DT

Monograph publication

Type of record:

TR

Textual printed material

Content code:

CC

Final paper

Author:

AU

Marija Prošić

Mentor/comentor:

MN

Prof.dr. Željko Škrbić

Title:

TI

New knowlege obout level Palic lake

Language of text:

LT

Serbian (Latin)

Language of abstract:

LA

English

Country of publication:

CP

Serbia and Montenegro

Locality of publication:

LP

Vojvodina

Publication year:

PY

2005

Publisher:

PU

Author's reprint

Publication place:

PP

Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

Physical description:

PD

11/53/0/2/0/71/3

Scientific field:

SF

Physics/Geography

Scientific discipline:

SD

Klimatology

Subject/ Key words:

SKW

Palic lake, evaporation

Holding data:

UC

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

Note:

HD

none

N

Abstract:

AB

Accepted by the Scientific Board:

ASB

Defended on: 28.10.2005.

DE

Thesis defend board:

DB

President: dr Željko Škrbić

Member: dr Živan Bogdanović

Member: dr Lazar Lazić