

Izračun trendova oborina i temperatura na meteorološkoj postaji Pleso u Zagrebu

Bačeković, Sara

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:215492>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-22**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij geološkog inženjerstva

IZRAČUN TRENDOVA OBORINA I TEMPERATURA NA METEOROLOŠKOJ
POSTAJI PLESO U ZAGREBU

Završni rad

Sara Bačeković

G2045

Zagreb, 2020.

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

IZRAČUN TRENDOVA OBORINA I TEMPERATURA NA METEOROLOŠKOJ
POSTAJI PLESO U ZAGREBU

Sara Bačeković

Završni rad izrađen je u: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

Cilj ovog završnog rada je na temelju podataka oborina i temperatura zraka izračunati iznos evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode koja se može infiltrirati u podzemlje te izračunati trendove promatranih varijabli. Korišteni podaci odnose se na postaju „Zagreb-Pleso“ te su dobiveni od strane DHMZ-a. Svi podaci interpretirani su regresijskom analizom i studentovom (t-test) metodom koja služi za određivanje statističke značajnosti. Podaci i rezultati grafički su obrađeni u Microsoft Office Excelu.

Ključne riječi: oborine, temperatura, evapotranspiracija, trend, postaja „Zagreb-Pleso“

Završni rad sadrži: 37 stranica, 24 slike, 7 tablica i 15 referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta

Mentor: Doc. dr. sc. Zoran Kovač

Ocjenjivači: Doc. dr. sc. Zoran Kovač

Izv. prof. dr. sc. Jelena Parlov

Izv. prof. dr. sc. Dario Perković

Datum obrane: 15. svibnja 2020. godine

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Geološke i hidrogeološke značajke | 2 |
| 2.1. Općenito o zagrebačkom vodonosniku..... | 2 |
| 2.2. Postaja „Zagreb-Pleso“ | 2 |
| 2.3. Geološke i hidrogeološke značajke promatranog područja | 3 |
| 3. Metodologija | 7 |
| 3.1. Regresijska analiza..... | 7 |
| 3.2. Studentov test (t-test) | 8 |
| 3.3. Izračun evapotranspiracije/korigirane evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju | 9 |
| 4. Podaci..... | 11 |
| 5. Rezultati | 13 |
| 5.1. Prikaz godišnjih vrijednosti oborina, srednjih temperatura zraka, evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju | 13 |
| 5.2. Mjesečni trendovi oborina i temperatura zraka | 18 |
| 5.3. Godišnji trendovi oborina, temperatura zraka, evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju | 31 |
| 6. Zaključak..... | 35 |
| 7. Literatura..... | 36 |

Popis slika

| | |
|--|----|
| Slika 2.1. Prostorni položaj zagrebačkog vodonosnika (Kukolja i Plazonić, 2018) | 2 |
| Slika 2.2. Lokacija meteorološke postaje „Zagreb-Pleso“ | 3 |
| Slika 2.3. Isječak osnovne geološke karte SFRJ 1:100.000, list Zagreb (Šikić, 1979) i list Ivanić Grad (Basch, 1981)..... | 4 |
| Slika 2.4. Shematski profil zagrebačkog vodonosnog sustava (Posavec, 2006)..... | 5 |
| Slika 2.5. 3D prikaz hidrogeološkog modela zagrebačkog vodonosnika (Bačani i Posavec, 2014)..... | 5 |
| Slika 3.1. Dijagram raspršenosti (Mathos, 2018)..... | 7 |
| Slika 5.1. Usporedni prikaz oborina i temperatura zraka na godišnjoj razini | 15 |
| Slika 5.2. Usporedni prikaz evapotranspiracije i korigirane evapotranspiracije na godišnjoj razini | 16 |
| Slika 5.3. Usporedni prikaz maksimalne raspoložive vode za infiltraciju na godišnjoj razini | 17 |
| Slika 5.4. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec siječanj | 18 |
| Slika 5.5. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec veljaču | 19 |
| Slika 5.6. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec ožujak..... | 20 |
| Slika 5.7. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec travanj..... | 21 |
| Slika 5.8. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec svibanj..... | 22 |
| Slika 5.9. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec lipanj..... | 23 |
| Slika 5.10. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec srpanj..... | 24 |
| Slika 5.11. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec kolovoz..... | 25 |
| Slika 5.12. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec rujan | 26 |
| Slika 5.13. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec listopad..... | 27 |
| Slika 5.14. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec studeni | 28 |
| Slika 5.15. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec prosinac | 29 |
| Slika 5.16. Trend ukupnih oborina i trend srednjih godišnjih temperatura zraka u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine | 31 |
| Slika 5.17. Trend evapotranspiracije i korigirane evapotranspiracije u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine | 32 |
| Slika 5.18. Trendovi maksimalne dostupne vode za infiltraciju | 33 |

Popis tablica

| | |
|--|----|
| Tablica 4.1. Mjesečne i godišnje količine oborina | 11 |
| Tablica 4.2. Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka..... | 12 |
| Tablica 5.1. Godišnje vrijednosti evapotranspiracije i korigirane evapotranspiracije | 13 |
| Tablica 5.2. Godišnje vrijednosti maksimalne raspoložive vode za infiltraciju..... | 14 |
| Tablica 5.3. P-vrijednosti i trendovi oborina..... | 30 |
| Tablica 5.4. P-vrijednosti i trendovi temperatura zraka | 30 |
| Tablica 5.5. P-vrijednosti i trendovi oborina, temperatura zraka, evapotranspiracije i maksimalne raspoložive vode za infiltraciju | 34 |

1. Uvod

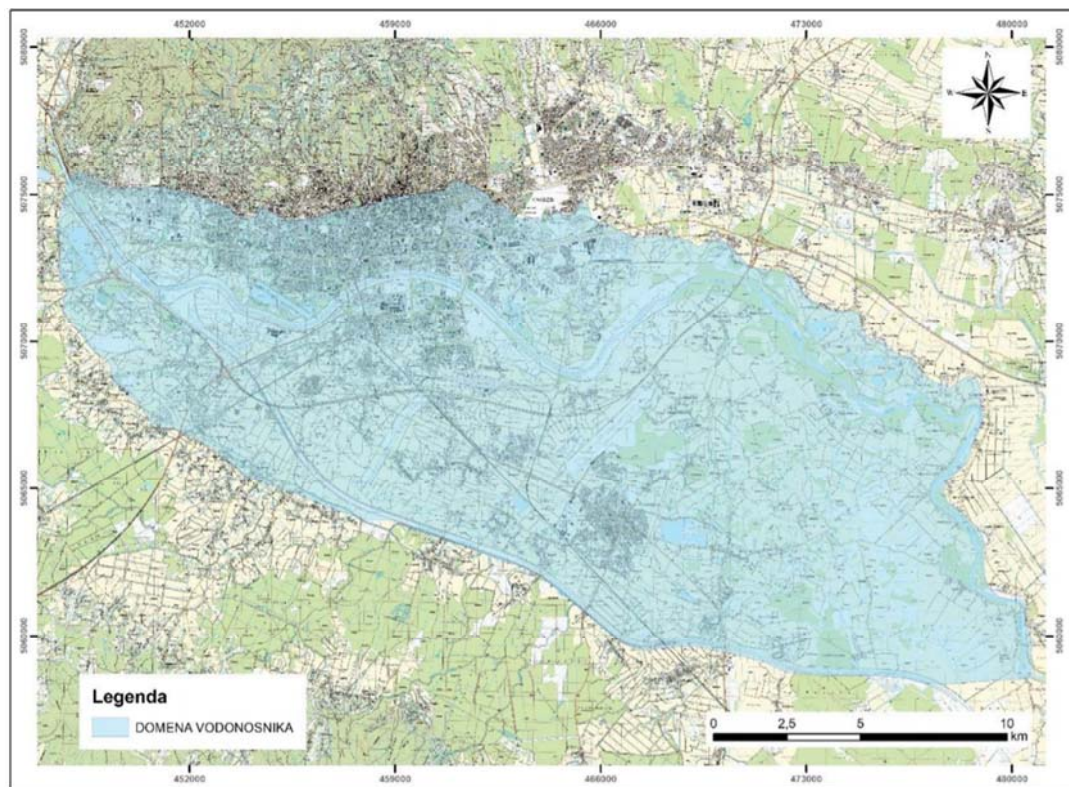
U završnom radu prikazani su trendovi oborina, temperatura zraka i evapotranspiracije. Oduzimanjem evapotranspiracije od oborina dobivena je procjena maksimalne raspoložive vode za infiltraciju tj. vode koja ima mogućnost kao dio efektivne infiltracije procijediti se do vodnog lica. Upravo ta voda obnavlja zalihe podzemnih voda i prihranjuje zagrebački vodonosnik i kao takva je u hidrogeologiji najvažnija. Prikazane su osnovne geološke i hidrogeološke značajke zagrebačkog vodonosnika te lokacija meteorološke postaje „Zagreb-Pleso“.

Završni rad obuhvaća obradu i interpretaciju podataka oborina i temperatura zraka te izračunate evapotranspiracije, korigirane evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju u razdoblju od siječnja 1981. godine do prosinca 2019. godine, uz nedostatak podataka za razdoblje od rujna do prosinca 1991. godine. Podatke je ustupio Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), a odnose se na postaju „Zagreb-Pleso“. Podaci su obrađeni u programu Microsoft Office Excel. Dobiveni su trendovi na temelju kojih se može vidjeti postoji li uzlazni ili silazni trend oborina i srednjih temperatura na mjesečnoj i godišnjoj razini te evapotranspiracije/korigirane evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju na godišnjoj razini.

2. Geološke i hidrogeološke značajke

2.1. Općenito o zagrebačkom vodonosniku

Područje zagrebačkog vodonosnika prostire se površinom od oko 350 km², pravcem sjeverozapad-jugoistok, dužinom od oko 30 km i s prosječnom širinom od 10 do 15 km (Posavec, 2006). Središnjim dijelom teče rijeka Sava koja drenira sustav kada je razina podzemne vode viša od razine vodostaja. Također, rijeka Sava dijeli vodonosnik na lijevo i desno zaobalje. Na slici 2.1. vidljivo je da zagrebački vodonosnik svojim većim dijelom obuhvaća područje grada Zagreba.

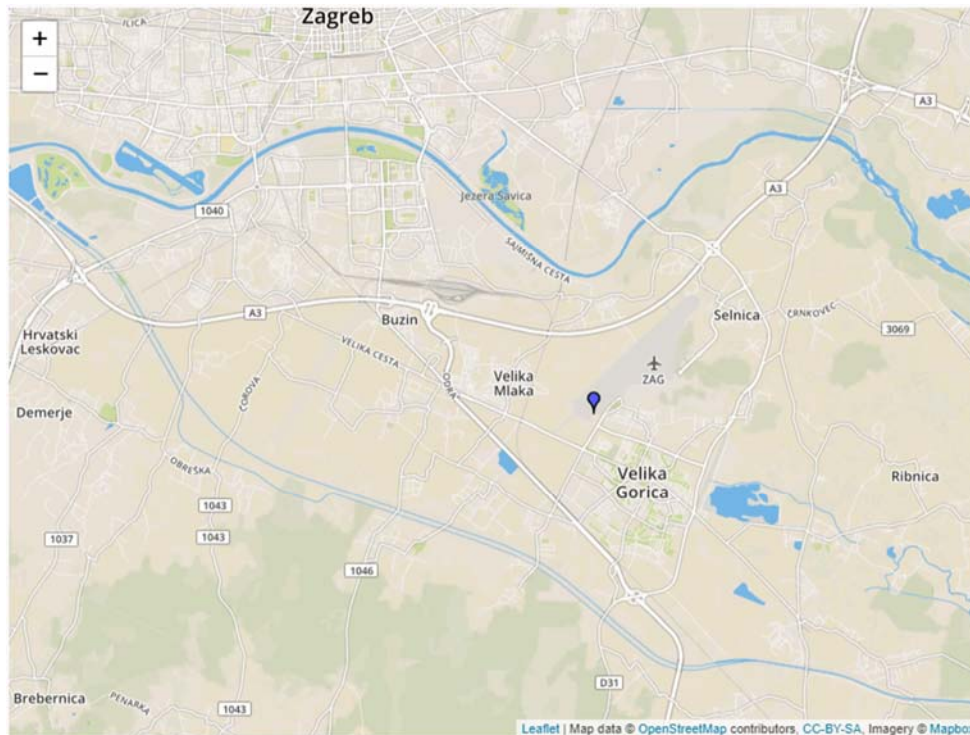


Slika 2.1. Prostorni položaj zagrebačkog vodonosnika (Kukolja i Plazonić, 2018)

2.2. Postaja „Zagreb-Pleso“

Glavne meteorološke postaje su postaje s 2 do 5 profesionalnih meteoroloških motritelja koje imaju ograđeno motrilište i radni prostor te obavljaju motrenja i registraciju svih

meteoroloških elemenata tijekom 24 sata, prema propisima Svjetske meteorološke organizacije i Državnog hidrometeorološkog zavoda. Glavni meteorološki elementi za izračun evapotranspiracije pa kasnije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju bile su oborine i temperatura zraka. „Zagreb-Pleso“ jedna je od glavnih meteoroloških postaja grada Zagreba. Nalazi se na $45^{\circ} 43' 45''$ sjeverne geografske širine i $16^{\circ} 3' 14''$ istočne geografske dužine te na nadmorskoj visini od 106 m. Na slici 2.2. prikazana je lokacija meteorološke postaje „Zagreb-Pleso“.

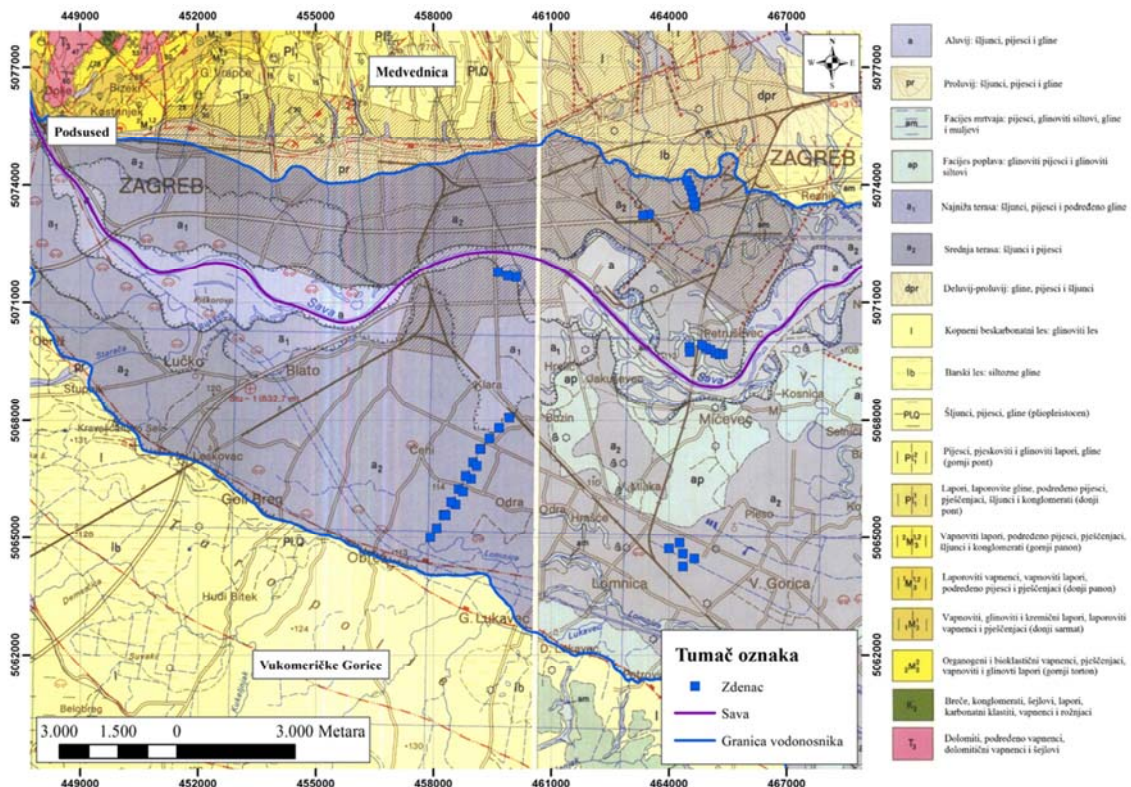


Slika 2.2. Lokacija meteorološke postaje „Zagreb-Pleso“

2.3. Geološke i hidrogeološke značajke promatranog područja

Na području zagrebačkog vodonosnika dominiraju tri tipa naslaga: pijesci, šljunci i prahovi/prahovite gline koji su se taložili za vrijeme srednjeg i gornjeg pleistocena te holocena (slika 2.3.). Najstarije kvartarne naslage donjeg pleistocena su predstavljene većinom prahovitim glinama i glinovitim prahovima uz pojavu sitnozrnastih pijesaka. Srednji pleistocen predstavljen je pijescima ponajviše u starijem i srednjem dijelu, dok se u mlađem srednjem pleistocenu pojavljuju prahovi i gline (Velić i Saftić, 1991; Velić i Durn, 1993). Mlađi pleistocen karakteriziran je lateralnim promjenama šljunka, pijeska, praha i

gline. Krajem pleistocena tektonska aktivnost uvjetovala je formiranje Savske potoline (Velić i Saftić, 1991). Plići vodonosni sloj taložen je tijekom holocena. Različiti tektonski i klimatski procesi početkom holocena omogućili su prodor i formiranje rijeke Save, te time započinje transport materijala s područja Alpa (Velić i Durn, 1993). Zbog čestih klimatskih promjena i tektonske aktivnosti količina transportiranog materijala bila je promjenjivog intenziteta, a posljedica toga su heterogenost i anizotropija kao bitne karakteristike zagrebačkog vodonosnika te neujednačena debljina naslaga.



Slika 2.3. Isječak osnovne geološke karte SFRJ 1:100.000, list Zagreb (Šikić, 1979) i list Ivanić Grad (Basch, 1981)

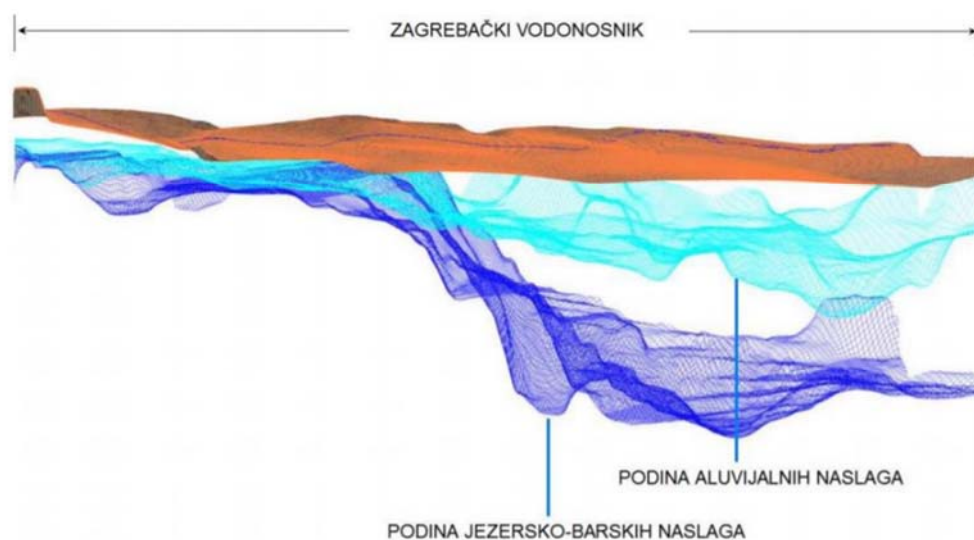
Na sjeveru se nalaze glinovite naslage koje prelaze u slabo propusne tercijarne naslage južnog dijela Medvednice. Na istočnom rubu sustava smanjena je propusnost pa su protoci ograničeni. Na zapadnom rubu sustav ima malu kontaktnu površinu sa samoborskim vodonosnikom. Na južnom dijelu zagrebački vodonosnik se naslanja na klastične stijene Stupničke terase.

Shematski profil vodonosnog sustava prikazuje troslojni sustav: krovinske naslage, plići sloj u kojem su zastupljene aluvijalne naslage rijeke Save i dublji vodonosni sloj u kojem dominantno prevladavaju jezersko-barske naslage kao što je prikazano na slici 2.4.



Slika 2.4. Shematski profil zagrebačkog vodonosnog sustava (Posavec, 2006)

Zagrebački vodonosnik je otvoreni aluvijalni vodonosnik koji je u stalnom kontaktu s rijekom Savom. Rubne granice, u hidrauličkom smislu, čine nepropusna granica na sjeveru, granica dotjecanja na jugozapadu te granica otjecanja na jugoistoku. U profilu vodonosnika razlikuju se dva dobro propusna vodonosna sloja povezana u jednu hidrauličku cjelinu: prvi vodonosni sloj s dominantno aluvijalnim naslagama rijeke Save i drugi vodonosni sloj s dominantno jezersko-barskim naslagama. Debljine ovih dvaju vodonosnih slojeva su raznolike, a kreću se od nekoliko metara pa sve do otprilike 100 m. Krovinu vodonosnika čine slabo propusne naslage koje su vrlo tanke, nekoliko metara ili su potpuno odsutne. Debljina slabo propusne krovine povećava se u rubnim područjima ili u jugoistočnom dijelu vodonosnika. Podinu vodonosnog sustava izgrađuju slabo propusne naslage (Posavec, 2006). Na slici 2.5. prikazan je 3D hidrogeološki model zagrebačkog vodonosnika.



Slika 2.5. 3D prikaz hidrogeološkog modela zagrebačkog vodonosnika (Bačani i Posavec, 2014)

Smjer toka podzemne vode kreće se od zapada prema istoku/jugoistoku tj. paralelno s rijekom Savom, a lokalni smjerovi toka podzemne vode ovise o vodostajima rijeke Save koja ima utjecaj na promjene razina podzemne vode. Za vrijeme visokih voda rijeka Sava napaja vodonosnik duž cijele duljine toka, dok za vrijeme niskih voda drenira vodonosnik. Dolazi do smanjenja razine podzemne vode i time se smanjuju količine raspoložive vode za vrijeme dužih sušnih razdoblja (Posavec, 2006). Napajanje vodonosnika ostvaruje se: (1) infiltracijom iz rijeke Save; (2) infiltracijom oborina; (3) infiltracijom iz propusne vodoopskrbe i kanalizacijske mreže; (4) utjecanjem iz susjednog samoborskog vodonosnika po zapadnoj granici; te (5) dotjecanjem po južnoj granici vodonosnika s područja Vukomeričkih Gorica (Posavec, 2006). Sava je koritom usječena u aluvijalne holocenske naslage šljunkovitog sastava visoke hidrauličke vodljivosti koje čine glavni vodonosni sloj te je zbog toga hidraulička veza između rijeke Save i vodonosnika vrlo jaka. Vrijednost hidrauličke vodljivosti na zapadnoj strani vodonosnika vrlo je visoka i prelazi 3000 m/dan, dok dalje prema istoku opada, gdje iznosi i manje od 1000 m/dan (Urumović i Mihelčić, 2000).

3. Metodologija

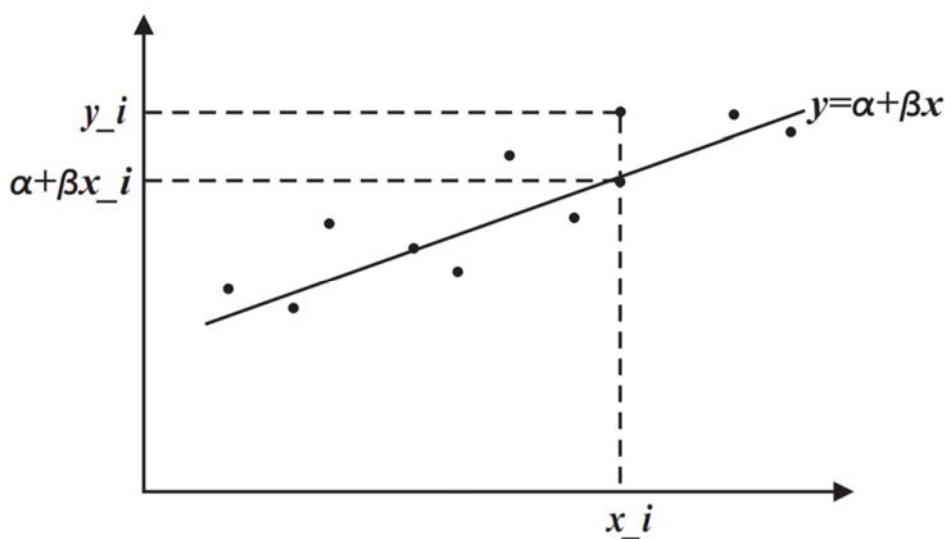
3.1. Regresijska analiza

Regresijske tehnike omogućuju da se kvantitativno izrazi zavisnost dviju ili više varijabli koje su inherentno povezane, a dobiveni model koristi se za: (1) predviđanje nekih podataka za koja nema mjerenja; te (2) za dobivanje nekih konstanti koje opisuju tu zavisnost. Najjednostavniji primjer je linearna zavisnost varijable y o nezavisnoj varijabli x (linearna regresija). Moguća je i zavisnost jedne varijable (y) o više nezavisnih varijabli, tada se radi od multivarijatnoj regresiji (nelinearna regresija).

Za postavljanje što realnije pretpostavke o regresijskoj funkciji, parovi podataka $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ prikazuju se točkama u koordinatnom sustavu na dijagramu raspršenosti. Ako se pretpostavi da je graf funkcije $f(x)$ pravac, odnosno da je zakonitost koja povezuje nezavisnu varijablu x i vrijednosti slučajnih varijabli Y_i linearnog tipa, regresijska funkcija algebarski se zapisuje (Mathos, 2018):

$$f(x) = \alpha + \beta x_i \quad (3.1.)$$

U tom slučaju parametar β (koeficijent smjera) naziva se koeficijent regresije, a pravac $y = \alpha + \beta x$ regresijski pravac (slika 3.1.) (Mathos, 2018).



Slika 3.1. Dijagram raspršenosti (Mathos, 2018)

Na slici 3.1. vidljivo je da za vrijednost x_i nezavisne varijable x , zavisna varijabla Y_i poprima vrijednost $\alpha + \beta x_i$. Također, stvarna vrijednost Y_i jednaka je y_i . Razlika tih vrijednosti računa se formulom:

$$d_i = y_i - (\alpha + \beta x_i) \quad (3.2.)$$

3.2. Studentov test (t-test)

Hipoteza je pretpostavka o problemu koji se promatra i o kojem se želi nešto zaključiti. Cilj hipoteze je na temelju statističke analize prikupljenih podataka donijeti zaključak o obilježju u cjelini. Metode kojima ispitujemo istinitost hipoteza zovu se statistički testovi. Postoje dvije vrste hipoteza.

Znanstvena hipoteza predstavlja nagađanje i pretpostavke koje motiviraju istraživanje. Iz znanstvene hipoteze, odnosno hipoteze istraživanja, izvodi se statistička hipoteza.

Statistička hipoteza iskazuje se na način da može biti vrednovana statističko-analitičkim postupcima. Statistička hipoteza matematički je izraz koji predstavlja polaznu osnovu na kojoj se temelji kalkulacija statističkog testa. Testiranje hipoteze je statistički postupak kojim se određuje jesu li i koliko pouzdani raspoloživi podaci koji podupiru postavljenu pretpostavku. Testiranje hipoteze, odnosno testiranje značajnosti u osnovi je postupak kvantifikacije impresija o specifičnoj hipotezi. Slijed radnji u testiranju hipoteza: (1) postavljanje nul- i alternativne hipoteze; (2) izbor razine značajnosti (α); (3) prikupljanje primjerenih podataka na odgovarajućem uzorku; (4) računanje vrijednosti rezultata statističkog testa specifičnog za nul-hipotezu (H_0); te (5) usporedba rezultata statističkog testa s vrijednostima iz poznate distribucije vjerojatnosti specifične za dati test.

Nul-hipoteza, H_0 pretpostavka je o izostanku efekta, tj. da ne postoji razlika među uzorcima u populaciji od interesa. To je hipoteza koja se testira, hipoteza da nema razlike. Postavlja se u svrhu odbacivanja. Odbacuje se ili prihvaća.

Alternativna hipoteza, H_1 vrijedi ako nul-hipoteza nije istinita. Najčešće se izravno odnosi na teorijsku pretpostavku koja se želi istražiti, tj. često je alternativna hipoteza upravo hipoteza istraživača.

Studentovim testom (t-test) provjerava se hipoteza o očekivanju slučajne varijable, ovisno o postavljenoj nultoj i alternativnoj hipotezi prikazanoj formulom.

$$t = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (3.3.)$$

T-test je primjenjiv isključivo sa dva uzorka, iako često u istraživanjima ima više uzoraka (Ivanković i sur., 1989).

Korištena razina značajnosti u obradi podataka je $\alpha=0,05$. Statistička značajnost rezultata dobivena je provjerom u odnosu na razinu značajnosti. Ako je p-vrijednost manja od razine značajnosti $\alpha=0,05$, rezultati su statistički značajni, odnosno ako je veća od $\alpha=0,05$, rezultati nisu statistički značajni.

3.3. Izračun evapotranspiracije/korigirane evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju

Vrijednosti evapotranspiracije i korigirane evapotranspiracije računaju su prema formuli Turc-a (1953):

$$E_T = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad (3.4.)$$

gdje je: P – visina godišnjih oborina (mm);

$$L = 300 + 25T + 0,05T^3;$$

T – srednja godišnja temperatura zraka (°C).

Obzirom da postoje podaci o srednjim mjesečnim temperaturama zraka i oborinama, za izračun korigirane evapotranspiracije temperatura zraka se korigira i izračunava prema jednadžbi:

$$T_p = \frac{\sum(P_i T_i)}{\sum P_i} \quad (3.5.)$$

gdje su: P_i – mjesečne oborine (mm);

T_i – srednje mjesečne temperature zraka (°C);

pa je u tom slučaju: $L = 300 + 25T_p + 0,05T_p^3$.

Oduzimanjem rezultata evapotranspiracije/korigirane evapotranspiracije od oborina na godišnjoj razini računa se količina maksimalne raspoložive vode za infiltraciju na godišnjoj razini.

4. Podaci

Podatke je ustupio DHMZ te se oni odnose na postaju „Zagreb-Pleso“. Za razdoblje od rujna do prosinca 1991. godine podaci nisu bili dostupni. U ovom poglavlju prikazane su mjesečne i godišnje vrijednosti oborina i srednjih temperatura zraka u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine. Upravo ti podaci poslužili su za prikaz promjena oborina, temperatura zraka, evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju kroz vrijeme i određivanje trendova istih. U tablici 4.1. nalaze se ukupne oborine na godišnjoj i mjesečnoj razini.

Tablica 4.1. Mjesečne i godišnje količine oborina

| Oborina (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|----------|--------|----------|--------|
| Godina | Siječanj | Veljača | Ožujak | Travanj | Svibanj | Lipanj | Srpanj | Kolovoz | Rujan | Listopad | Studen | Prosinac | Ukupno |
| 1981 | 37,9 | 72 | 85,7 | 17,6 | 135,5 | 144 | 39,1 | 67,7 | 105,4 | 60,1 | 66,7 | 166,5 | 998,2 |
| 1982 | 20,5 | 6,6 | 75,4 | 62,9 | 43,9 | 93,2 | 72,7 | 104,1 | 61,4 | 124,8 | 48,9 | 163,4 | 877,8 |
| 1983 | 39,2 | 111,5 | 98,7 | 14,7 | 53,3 | 89,3 | 39,3 | 70,7 | 66,2 | 94,1 | 23,8 | 36,7 | 737,5 |
| 1984 | 179 | 53,9 | 50,4 | 67,9 | 120,2 | 63,8 | 102,7 | 21,1 | 149 | 73,5 | 72,4 | 27,4 | 981,3 |
| 1985 | 48,6 | 41,7 | 104,9 | 81,8 | 86,2 | 177,9 | 38,1 | 68,6 | 35 | 4,6 | 143,4 | 63,9 | 894,7 |
| 1986 | 78,4 | 99,7 | 75,7 | 72,1 | 72,3 | 162 | 111,2 | 75,7 | 33,3 | 119,1 | 13,6 | 42,3 | 955,4 |
| 1987 | 88,7 | 82 | 41 | 56 | 97,4 | 81,7 | 53,2 | 69,7 | 86,1 | 67,4 | 153,5 | 41 | 917,7 |
| 1988 | 54,4 | 99,2 | 102,6 | 43,5 | 56,4 | 75,1 | 42 | 95,4 | 113,3 | 94,3 | 32,5 | 38,8 | 847,5 |
| 1989 | 4,7 | 35,7 | 52,1 | 61,1 | 156,8 | 126,5 | 122,9 | 252 | 76,9 | 23,2 | 35,1 | 42,1 | 989,1 |
| 1990 | 24,6 | 40,1 | 49,8 | 61,8 | 10,4 | 75,8 | 52,1 | 26,3 | 110,6 | 92,5 | 132,4 | 68,8 | 745,2 |
| 1991 | 55,9 | 44,5 | 30,9 | 40,4 | 118,3 | 45,1 | 86 | 118,9 | - | - | - | - | 540 |
| 1992 | 17,3 | 48,7 | 110,8 | 22 | 15,9 | 74,9 | 66,6 | 2,9 | 51,2 | 221,8 | 120,3 | 82,3 | 834,7 |
| 1993 | 12,6 | 5,9 | 38,5 | 74,7 | 48,6 | 97,8 | 44,8 | 103,3 | 142,6 | 158,9 | 188,3 | 123,3 | 1039,3 |
| 1994 | 36,4 | 34,7 | 44,8 | 108 | 49,7 | 155,6 | 55,9 | 151,9 | 53,8 | 114,2 | 30,9 | 102,1 | 938 |
| 1995 | 77 | 87,1 | 78,6 | 38,1 | 101,8 | 107,2 | 93,1 | 163,1 | 138,4 | 9 | 70,6 | 108 | 1072 |
| 1996 | 91,7 | 42,4 | 14,3 | 86,5 | 110,1 | 80,4 | 67,7 | 98 | 166,6 | 60,6 | 159,1 | 85,1 | 1062,5 |
| 1997 | 58,2 | 38,5 | 35,5 | 64,7 | 63,5 | 103,3 | 94,9 | 105,7 | 24,8 | 64,7 | 117,3 | 106,8 | 877,9 |
| 1998 | 29,4 | 1,8 | 61,5 | 60,8 | 86,5 | 95,3 | 123,8 | 101,1 | 142,3 | 131,9 | 80,2 | 62,2 | 976,8 |
| 1999 | 52,6 | 107,9 | 44,6 | 59,2 | 154,5 | 64,1 | 126,9 | 108,9 | 60,7 | 71,5 | 99,1 | 133,7 | 1083,7 |
| 2000 | 20,5 | 30,3 | 46,6 | 55,4 | 42,9 | 67,7 | 95,4 | 18,1 | 81 | 96,7 | 91,4 | 139 | 785 |
| 2001 | 91,4 | 18,2 | 127,4 | 88,3 | 94,3 | 113,2 | 82,8 | 35,4 | 211,6 | 7,2 | 114,7 | 36,7 | 1021,2 |
| 2002 | 19,7 | 53,7 | 36,5 | 175,3 | 97,5 | 94,5 | 105,8 | 105,9 | 98,6 | 99,1 | 83 | 79,7 | 1049,3 |
| 2003 | 76,2 | 37,5 | 8,1 | 24,8 | 67,7 | 54,1 | 59,6 | 32,1 | 114,9 | 118,1 | 57,8 | 30,7 | 681,6 |
| 2004 | 68,6 | 69 | 73,6 | 156,2 | 36,3 | 99,2 | 83,5 | 67,5 | 79,1 | 138,6 | 46 | 54,2 | 971,8 |
| 2005 | 27,7 | 73,9 | 56,2 | 70,8 | 82,9 | 85,8 | 201,9 | 176,1 | 87,3 | 30,7 | 73,5 | 135,2 | 1102 |
| 2006 | 53,8 | 41,2 | 72,1 | 130,5 | 94,5 | 29,9 | 88,4 | 195,2 | 64,9 | 4,8 | 60,2 | 35,9 | 871,4 |
| 2007 | 71,7 | 49,5 | 90 | 4 | 67,1 | 119,7 | 75,9 | 103,4 | 143,2 | 125,2 | 75,2 | 67,4 | 992,3 |
| 2008 | 10,4 | 8,2 | 101 | 35,9 | 43,7 | 180,1 | 54,9 | 72,8 | 54,7 | 73,3 | 70,3 | 99,8 | 805,1 |
| 2009 | 101,2 | 46,9 | 44,7 | 45,9 | 68,1 | 85,7 | 97,8 | 65,9 | 29,2 | 89,6 | 103 | 94 | 872 |
| 2010 | 94,3 | 88,6 | 91,8 | 60,5 | 110,5 | 137,4 | 47,6 | 103,4 | 180,3 | 45 | 116 | 72,1 | 1147,5 |
| 2011 | 10,9 | 12,4 | 32,9 | 43,2 | 44,4 | 113 | 55,4 | 20,4 | 58,7 | 79,8 | 1 | 88,2 | 560,3 |
| 2012 | 20,4 | 56,4 | 8,2 | 57,9 | 85,1 | 155,3 | 39 | 8,7 | 117,1 | 82,9 | 111,3 | 110,8 | 853,1 |
| 2013 | 170,3 | 122,7 | 151,4 | 58 | 64,3 | 46,8 | 54,1 | 98,4 | 136,3 | 37,9 | 192,5 | 17,2 | 1149,9 |
| 2014 | 74,5 | 190,6 | 14,7 | 103,5 | 88,2 | 170,7 | 180,4 | 100,1 | 214,8 | 160,8 | 69,7 | 91,5 | 1459,5 |
| 2015 | 73,3 | 95,4 | 30,5 | 30,7 | 151,1 | 59,7 | 91,5 | 61,2 | 95,7 | 195,3 | 47,6 | 3,1 | 935,1 |
| 2016 | 73,7 | 157,4 | 51,7 | 53,9 | 100,8 | 132,5 | 57,6 | 74 | 56,6 | 112,7 | 100,9 | 2,1 | 973,9 |
| 2017 | 36,6 | 53,6 | 23,8 | 49,5 | 39,6 | 100,4 | 49,1 | 45,8 | 227,1 | 78,6 | 116,3 | 101,6 | 922 |
| 2018 | 80,9 | 133,3 | 89,1 | 64,6 | 79,9 | 135,4 | 110,9 | 39,2 | 55,7 | 71,6 | 80,9 | 26,8 | 968,3 |
| 2019 | 43,8 | 34,4 | 36,1 | 80,9 | 187,2 | 45,8 | 85 | 47,6 | 171,2 | 41,4 | 179,9 | 101 | 1054,3 |

U tablici 4.2. nalaze se podaci za srednje mjesečne i srednje godišnje temperature zraka u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine.

Tablica 4.2. Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka

| Temperatura zraka (°C) | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|----------|---------|----------|---------|
| Godina | Siječanj | Veljača | Ožujak | Travanj | Svibanj | Lipanj | Srpanj | Kolovoz | Rujan | Listopad | Studenj | Prosinac | Srednje |
| 1981 | -2,9 | -0,3 | 8,5 | 10,7 | 15,2 | 19,0 | 20,2 | 19,6 | 16,4 | 12,3 | 4,3 | 0,4 | 10,3 |
| 1982 | -2,1 | -0,9 | 5,2 | 8,2 | 15,9 | 20,1 | 21,3 | 19,6 | 18,3 | 11,4 | 5,5 | 4,2 | 10,6 |
| 1983 | 2,2 | -1,4 | 6,7 | 13,0 | 17,0 | 18,8 | 22,7 | 20,4 | 15,9 | 10,3 | 2,4 | 0,3 | 10,8 |
| 1984 | -0,7 | -0,2 | 5,1 | 10,0 | 13,9 | 17,6 | 18,8 | 18,7 | 15,9 | 11,8 | 5,5 | 1,0 | 9,8 |
| 1985 | -6,0 | -4,4 | 4,9 | 10,6 | 16,6 | 17,0 | 21,0 | 20,3 | 16,1 | 9,7 | 3,2 | 4,4 | 9,5 |
| 1986 | 0,5 | -3,5 | 2,9 | 11,4 | 18,2 | 17,8 | 19,7 | 20,8 | 15,2 | 9,6 | 5,3 | -0,5 | 9,9 |
| 1987 | -3,6 | 1,0 | 1,6 | 11,3 | 14,1 | 18,9 | 22,1 | 18,9 | 18,9 | 11,7 | 4,8 | 1,1 | 10,1 |
| 1988 | 3,7 | 3,8 | 5,7 | 10,2 | 15,9 | 18,3 | 22,4 | 20,6 | 16,0 | 10,1 | 0,7 | 0,5 | 10,7 |
| 1989 | -1,1 | 3,9 | 9,3 | 11,9 | 14,8 | 17,2 | 21,2 | 20,2 | 15,7 | 10,1 | 3,8 | 2,7 | 10,8 |
| 1990 | -0,2 | 6,2 | 9,2 | 10,3 | 16,9 | 18,8 | 20,6 | 20,5 | 14,7 | 11,0 | 5,5 | 1,1 | 11,2 |
| 1991 | 1,2 | -2,9 | 8,4 | 9,1 | 12,4 | 18,9 | 22,2 | 20,2 | - | - | - | - | 11,3 |
| 1992 | 1,1 | 3,6 | 6,3 | 11,6 | 16,2 | 19,3 | 21,5 | 24,0 | 16,9 | 10,2 | 6,7 | 1,3 | 11,6 |
| 1993 | 0,5 | 0,1 | 5,5 | 11,5 | 17,9 | 19,7 | 20,8 | 21,1 | 15,7 | 11,9 | 2,1 | 1,1 | 10,7 |
| 1994 | 3,3 | 2,5 | 10,3 | 11,2 | 16,0 | 19,7 | 22,9 | 22,4 | 18,4 | 8,9 | 7,7 | 1,9 | 12,1 |
| 1995 | 0,8 | 5,4 | 5,5 | 11,9 | 15,6 | 18,2 | 23,0 | 19,6 | 15,0 | 11,8 | 4,8 | 1,3 | 11,1 |
| 1996 | -1,2 | -1,0 | 3,3 | 10,9 | 17,0 | 20,5 | 19,7 | 20,2 | 13,4 | 11,4 | 7,6 | -1,9 | 10,0 |
| 1997 | -1,1 | 4,0 | 6,7 | 8,1 | 17,2 | 20,2 | 20,5 | 20,4 | 16,1 | 9,1 | 5,5 | 2,7 | 10,8 |
| 1998 | 3,1 | 4,7 | 5,2 | 12,4 | 15,9 | 20,6 | 21,6 | 21,1 | 15,7 | 11,4 | 3,4 | -3,8 | 11,0 |
| 1999 | 0,3 | 0,7 | 8,3 | 12,2 | 16,8 | 19,9 | 21,4 | 20,8 | 18,3 | 11,6 | 3,2 | 0,9 | 11,3 |
| 2000 | -2,5 | 4,3 | 7,5 | 14,2 | 17,3 | 21,6 | 20,5 | 22,8 | 16,5 | 12,9 | 9,2 | 4,3 | 12,4 |
| 2001 | 3,7 | 4,4 | 9,9 | 10,7 | 17,8 | 18,4 | 22,0 | 22,3 | 14,4 | 14,0 | 3,1 | -2,4 | 11,6 |
| 2002 | -0,1 | 5,9 | 8,6 | 10,6 | 18,1 | 21,1 | 21,5 | 20,9 | 15,2 | 11,2 | 9,7 | 1,9 | 12,1 |
| 2003 | -1,8 | -2,7 | 7,1 | 10,7 | 19,4 | 24,0 | 23,1 | 24,5 | 15,5 | 9,3 | 7,8 | 1,4 | 11,6 |
| 2004 | -0,6 | 2,5 | 5,3 | 11,5 | 14,7 | 19,2 | 21,1 | 21,0 | 16,0 | 13,0 | 6,5 | 1,6 | 11,0 |
| 2005 | -0,7 | -2,2 | 5,0 | 11,4 | 16,7 | 19,9 | 21,4 | 18,8 | 16,7 | 11,6 | 4,9 | 1,0 | 10,4 |
| 2006 | -1,7 | 1,2 | 5,0 | 12,3 | 15,8 | 20,5 | 23,4 | 18,9 | 17,5 | 12,9 | 8,4 | 3,6 | 11,5 |
| 2007 | 5,6 | 6,6 | 8,7 | 14,0 | 17,9 | 21,7 | 22,6 | 21,2 | 14,5 | 10,0 | 4,5 | 0,2 | 12,3 |
| 2008 | 1,8 | 4,4 | 7,1 | 11,9 | 17,1 | 21,1 | 22,0 | 21,5 | 15,3 | 12,3 | 7,2 | 2,8 | 12,1 |
| 2009 | -1,6 | 2,7 | 7,1 | 14,4 | 18,2 | 19,5 | 22,3 | 22,6 | 18,3 | 11,2 | 7,4 | 2,2 | 12,1 |
| 2010 | -0,9 | 1,5 | 6,4 | 11,9 | 16,0 | 20,3 | 23,3 | 21,0 | 14,9 | 8,9 | 8,2 | -1,0 | 10,9 |
| 2011 | 1,6 | 0,9 | 6,9 | 13,2 | 16,8 | 20,6 | 21,9 | 22,9 | 19,7 | 10,0 | 2,6 | 3,2 | 11,7 |
| 2012 | 1,8 | -2,5 | 9,2 | 12,2 | 16,4 | 22,0 | 23,7 | 23,8 | 17,6 | 11,7 | 8,7 | 0,8 | 12,2 |
| 2013 | 0,9 | 1,2 | 4,5 | 12,8 | 16,1 | 20,1 | 23,3 | 22,6 | 15,7 | 13,0 | 7,0 | 2,7 | 11,7 |
| 2014 | 4,7 | 4,9 | 10,2 | 13,1 | 15,6 | 20,1 | 21,4 | 20,1 | 16,1 | 13,3 | 8,9 | 3,8 | 12,7 |
| 2015 | 3,0 | 2,2 | 7,6 | 11,9 | 17,5 | 20,9 | 24,6 | 23,2 | 17,4 | 11,0 | 7,1 | 2,6 | 12,5 |
| 2016 | 0,8 | 6,5 | 7,7 | 12,6 | 15,9 | 21,0 | 23,6 | 20,7 | 18,2 | 10,0 | 6,7 | -0,6 | 11,9 |
| 2017 | -3,9 | 4,8 | 9,9 | 12,2 | 17,5 | 22,5 | 23,9 | 23,5 | 15,1 | 11,4 | 6,7 | 3,5 | 12,3 |
| 2018 | 4,9 | -0,1 | 4,8 | 15,5 | 19,1 | 21,1 | 22,4 | 23,3 | 17,4 | 13,0 | 7,6 | 1,9 | 12,6 |
| 2019 | 0,8 | 4,4 | 9,1 | 11,9 | 13,5 | 23,5 | 22,8 | 23,3 | 17,0 | 12,9 | 9,0 | 4,1 | 12,7 |

5. Rezultati

5.1. Prikaz godišnjih vrijednosti oborina, srednjih temperatura zraka, evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju

U tablici 5.1. nalaze se godišnje vrijednosti evapotranspiracije i korigirane evapotranspiracije izračunate prema formulama (3.4.) i (3.5.). Prikazana je i razlika korigirane evapotranspiracije i evapotranspiracije izražena u postocima. Za većinu godina razlika je vrlo mala. Obzirom na postavljeni odnos korigirane evapotranspiracije i evapotranspiracije u formuli, kod nekih godina pojavljuje se negativni postotak zbog manjeg iznosa korigirane evapotranspiracije u odnosu na evapotranspiraciju za tu godinu.

Tablica 5.1. Godišnje vrijednosti evapotranspiracije i korigirane evapotranspiracije

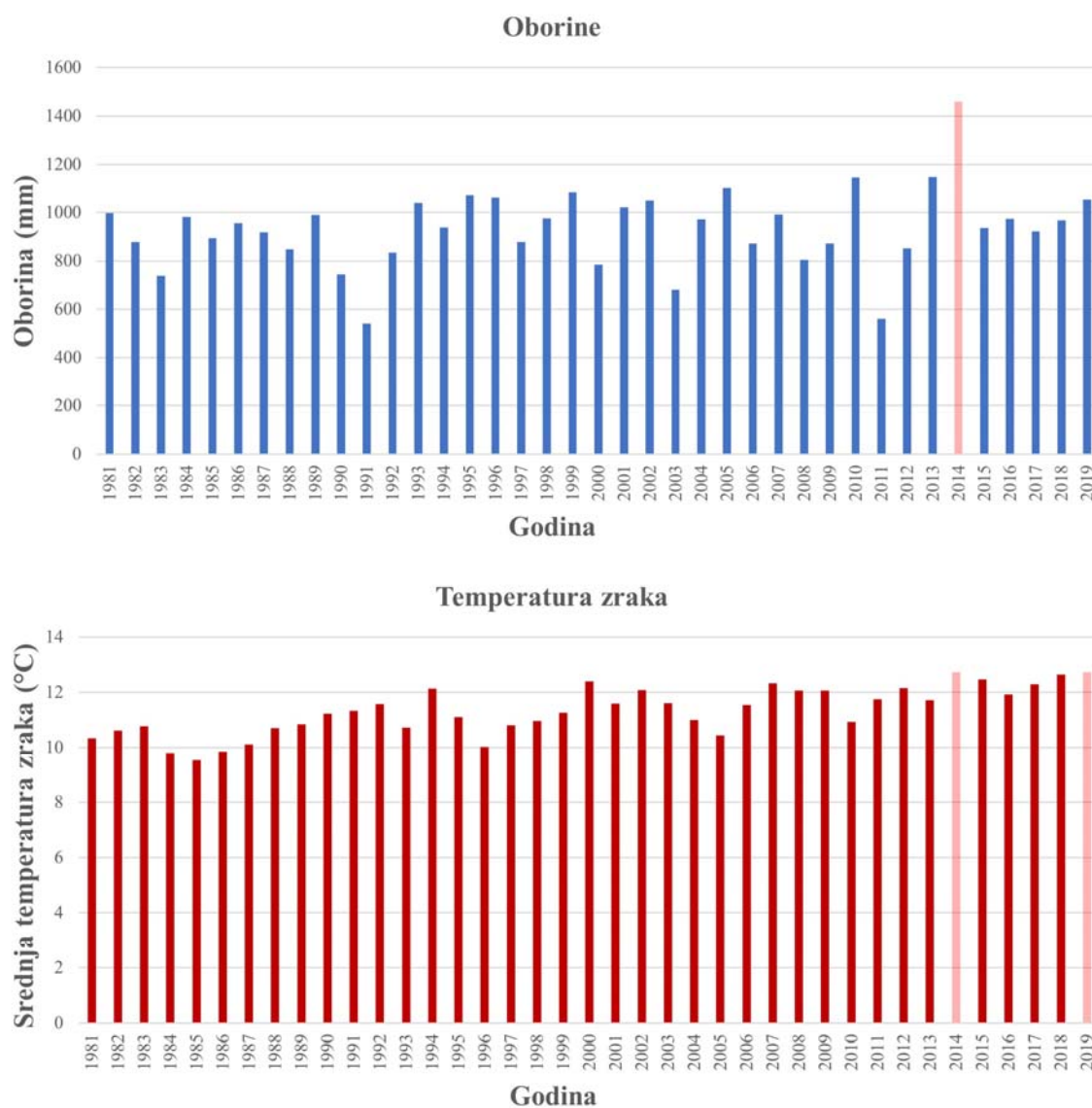
| Evapotranspiracija i korigirana evapotranspiracija (mm) | | | |
|---|--------------------|-------------------------------|---|
| Godina | Evapotranspiracija | Korigirana evapotranspiracija | Razlika korigirane evapotranspiracije i evapotranspiracije izražena postotkom |
| 1981 | 530,0 | 535,1 | 1,0% |
| 1982 | 518,2 | 550,8 | 6,3% |
| 1983 | 490,2 | 486,2 | -0,8% |
| 1984 | 514,0 | 512,9 | -0,2% |
| 1985 | 495,1 | 504,9 | 2,0% |
| 1986 | 511,8 | 537,7 | 5,1% |
| 1987 | 512,5 | 507,0 | -1,1% |
| 1988 | 514,3 | 528,9 | 2,8% |
| 1989 | 542,3 | 666,6 | 22,9% |
| 1990 | 501,4 | 491,3 | -2,0% |
| 1991 | 430,0 | 453,8 | 5,5% |
| 1992 | 531,6 | 497,1 | -6,5% |
| 1993 | 546,0 | 559,3 | 2,4% |
| 1994 | 567,6 | 607,8 | 7,1% |
| 1995 | 560,9 | 589,2 | 5,0% |
| 1996 | 529,7 | 555,9 | 4,9% |
| 1997 | 522,9 | 538,0 | 2,9% |
| 1998 | 543,5 | 609,0 | 12,0% |
| 1999 | 566,8 | 572,2 | 1,0% |
| 2000 | 536,7 | 539,0 | 0,4% |
| 2001 | 567,4 | 583,2 | 2,8% |
| 2002 | 585,6 | 630,4 | 7,7% |
| 2003 | 489,6 | 497,8 | 1,7% |
| 2004 | 543,8 | 562,6 | 3,5% |
| 2005 | 545,7 | 610,4 | 11,9% |
| 2006 | 538,7 | 581,9 | 8,0% |
| 2007 | 582,8 | 602,8 | 3,4% |
| 2008 | 535,0 | 570,9 | 6,7% |
| 2009 | 551,6 | 538,0 | -2,5% |
| 2010 | 564,7 | 581,1 | 2,9% |
| 2011 | 444,4 | 471,9 | 6,2% |
| 2012 | 549,2 | 558,3 | 1,6% |
| 2013 | 588,7 | 530,6 | -9,9% |
| 2014 | 653,1 | 690,5 | 5,7% |
| 2015 | 575,4 | 605,2 | 5,2% |
| 2016 | 568,6 | 586,5 | 3,1% |
| 2017 | 568,1 | 575,8 | 1,4% |
| 2018 | 587,0 | 584,5 | -0,4% |
| 2019 | 605,2 | 610,0 | 0,8% |

U tablici 5.2. nalaze se godišnje vrijednosti maksimalne raspoložive vode za infiltraciju izračunate na temelju godišnjih oborina i evapotranspiracije.

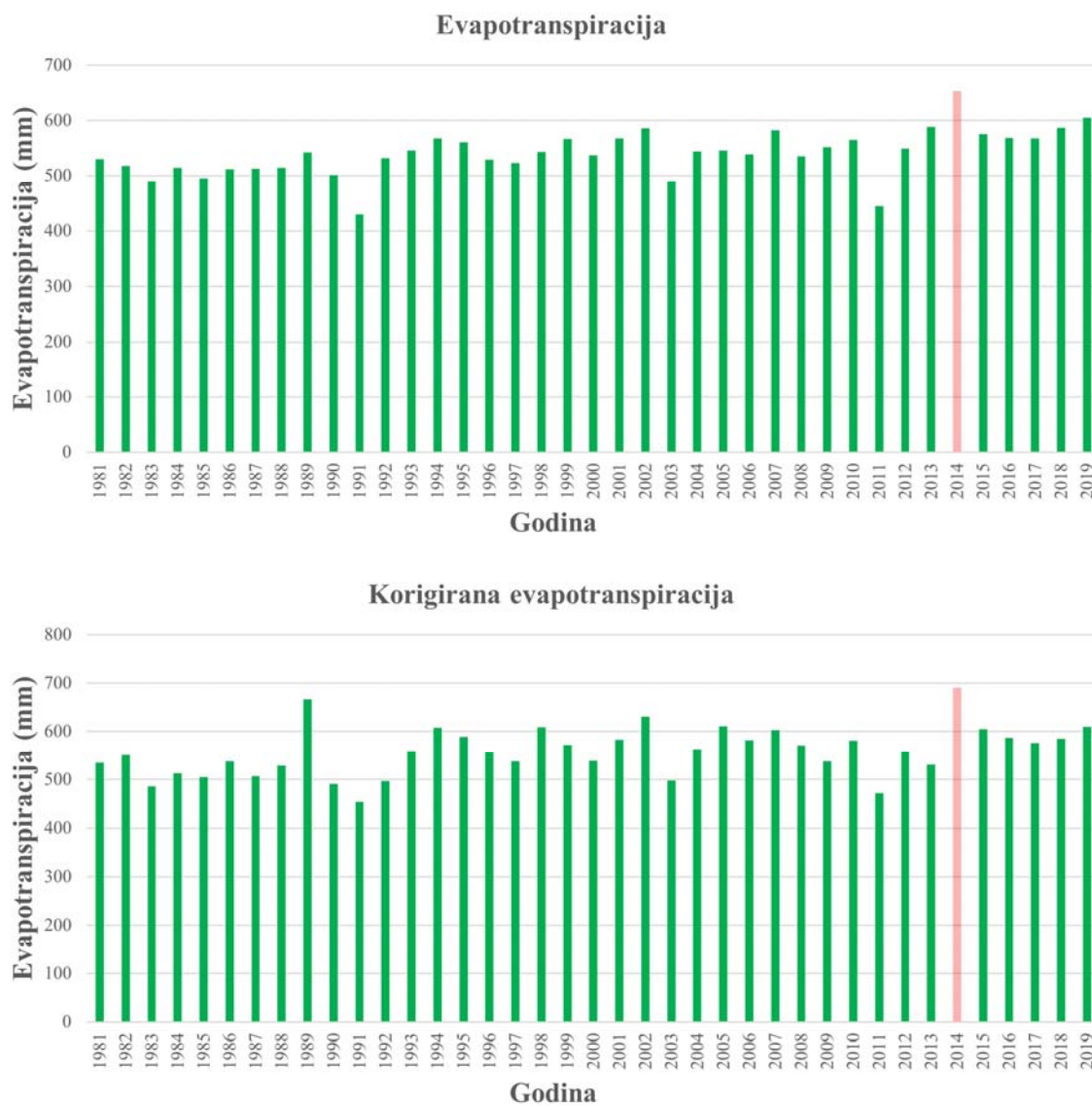
Tablica 5.2. Godišnje vrijednosti maksimalne raspoložive vode za infiltraciju

| Godina | Oborina (mm) | Evapotranspiracija (mm) | Korigirana evapotranspiracija (mm) | Maksimalna dostupna voda za infiltraciju (mm) | Maksimalna dostupna voda za infiltraciju (korigirana evapotranspiracija) (mm) |
|--------|--------------|-------------------------|------------------------------------|---|---|
| 1981 | 998,2 | 530,0 | 535,1 | 468,2 | 463,1 |
| 1982 | 877,8 | 518,2 | 550,8 | 359,6 | 327,0 |
| 1983 | 737,5 | 490,2 | 486,2 | 247,3 | 251,3 |
| 1984 | 981,3 | 514,0 | 512,9 | 467,3 | 468,4 |
| 1985 | 894,7 | 495,1 | 504,9 | 399,6 | 389,8 |
| 1986 | 955,4 | 511,8 | 537,7 | 443,6 | 417,7 |
| 1987 | 917,7 | 512,5 | 507,0 | 405,2 | 410,7 |
| 1988 | 847,5 | 514,3 | 528,9 | 333,2 | 318,6 |
| 1989 | 989,1 | 542,3 | 666,6 | 446,8 | 322,5 |
| 1990 | 745,2 | 501,4 | 491,3 | 243,8 | 253,9 |
| 1991 | 540 | 430,0 | 453,8 | 110,0 | 86,2 |
| 1992 | 834,7 | 531,6 | 497,1 | 303,1 | 337,6 |
| 1993 | 1039,3 | 546,0 | 559,3 | 493,3 | 480,0 |
| 1994 | 938 | 567,6 | 607,8 | 370,4 | 330,2 |
| 1995 | 1072 | 560,9 | 589,2 | 511,1 | 482,8 |
| 1996 | 1062,5 | 529,7 | 555,9 | 532,8 | 506,6 |
| 1997 | 877,9 | 522,9 | 538,0 | 355,0 | 339,9 |
| 1998 | 976,8 | 543,5 | 609,0 | 433,3 | 367,8 |
| 1999 | 1083,7 | 566,8 | 572,2 | 516,9 | 511,5 |
| 2000 | 785 | 536,7 | 539,0 | 248,3 | 246,0 |
| 2001 | 1021,2 | 567,4 | 583,2 | 453,8 | 438,0 |
| 2002 | 1049,3 | 585,6 | 630,4 | 463,7 | 418,9 |
| 2003 | 681,6 | 489,6 | 497,8 | 192,0 | 183,8 |
| 2004 | 971,8 | 543,8 | 562,6 | 428,0 | 409,2 |
| 2005 | 1102 | 545,7 | 610,4 | 556,3 | 491,6 |
| 2006 | 871,4 | 538,7 | 581,9 | 332,7 | 289,5 |
| 2007 | 992,3 | 582,8 | 602,8 | 409,5 | 389,5 |
| 2008 | 805,1 | 535,0 | 570,9 | 270,1 | 234,2 |
| 2009 | 872 | 551,6 | 538,0 | 320,4 | 334,0 |
| 2010 | 1147,5 | 564,7 | 581,1 | 582,8 | 566,4 |
| 2011 | 560,3 | 444,4 | 471,9 | 115,9 | 88,4 |
| 2012 | 853,1 | 549,2 | 558,3 | 303,9 | 294,8 |
| 2013 | 1149,9 | 588,7 | 530,6 | 561,2 | 619,3 |
| 2014 | 1459,5 | 653,1 | 690,5 | 806,4 | 769,0 |
| 2015 | 935,1 | 575,4 | 605,2 | 359,7 | 329,9 |
| 2016 | 973,9 | 568,6 | 586,5 | 405,3 | 387,4 |
| 2017 | 922 | 568,1 | 575,8 | 353,9 | 346,2 |
| 2018 | 968,3 | 587,0 | 584,5 | 381,3 | 383,8 |
| 2019 | 1054,3 | 605,2 | 610,0 | 449,1 | 444,3 |

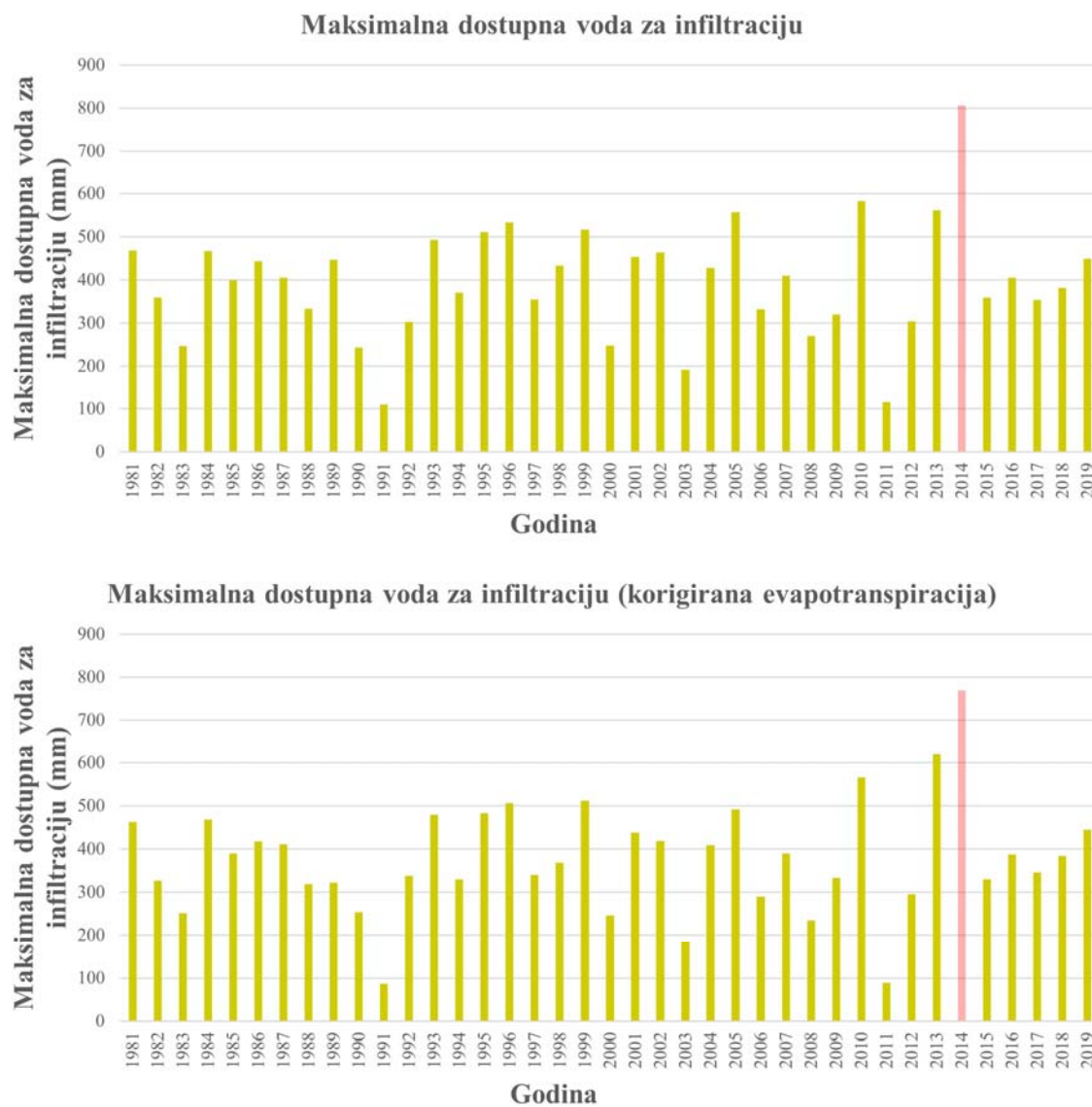
Na slikama 5.1. do 5.3. prikazani su usporedni grafički prikazi godišnjih oborina, temperatura zraka, evapotranspiracije/korigirane evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju. Na slikama je naglašena 2014. godina (uz 2019. godinu na usporednom grafičkom prikazu temperatura) kao najobilnija, najtoplija te godina s najvišim izračunatim iznosom evapotranspiracije/korigirane evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju.



Slika 5.1. Usporedni prikaz oborina i temperatura zraka na godišnjoj razini



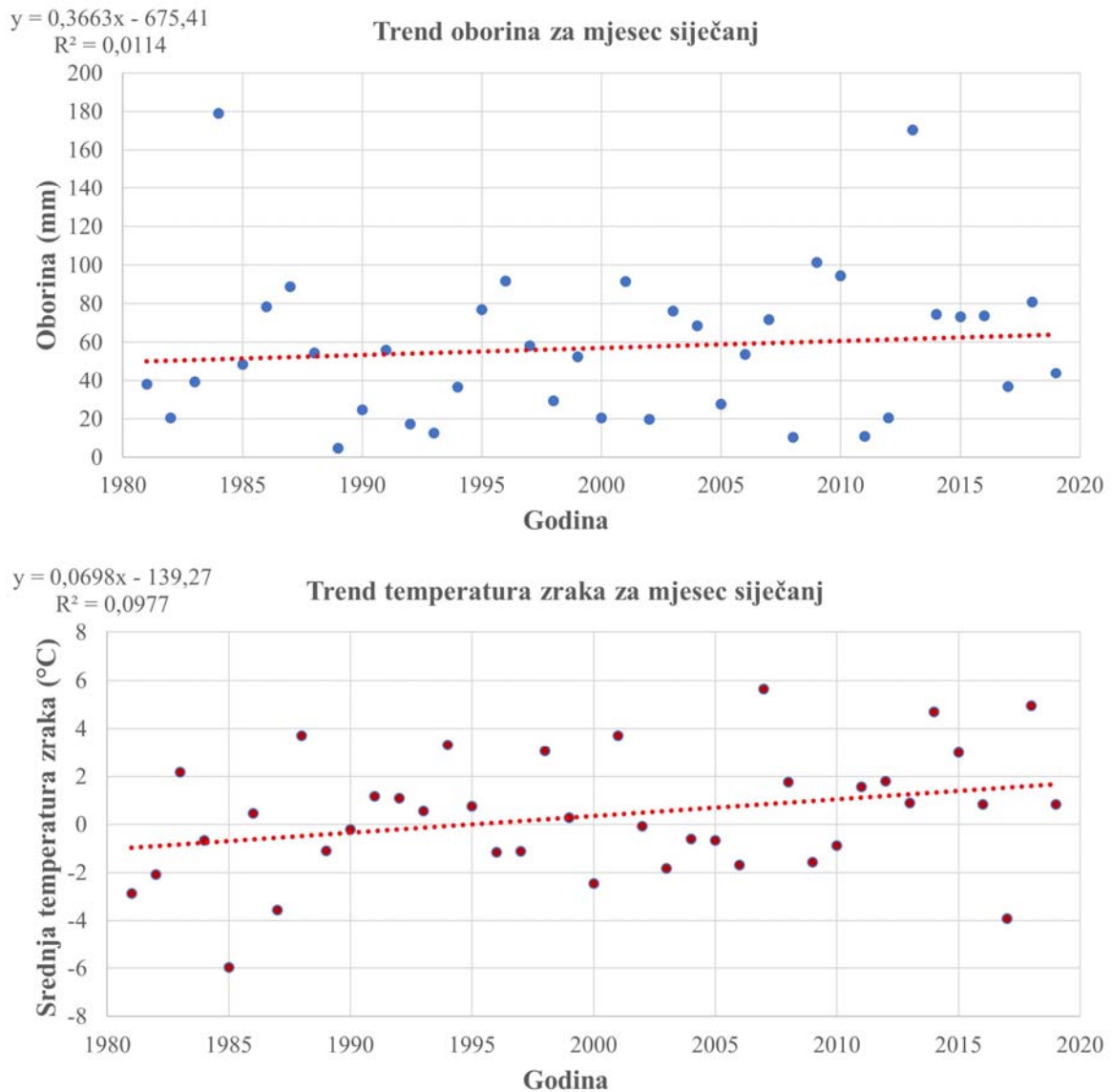
Slika 5.2. Usporedni prikaz evapotranspiracije i korigirane evapotranspiracije na godišnjoj razini



Slika 5.3. Usporedni prikaz maksimalne raspoložive vode za infiltraciju na godišnjoj razini

5.2. Mjesečni trendovi oborina i temperatura zraka

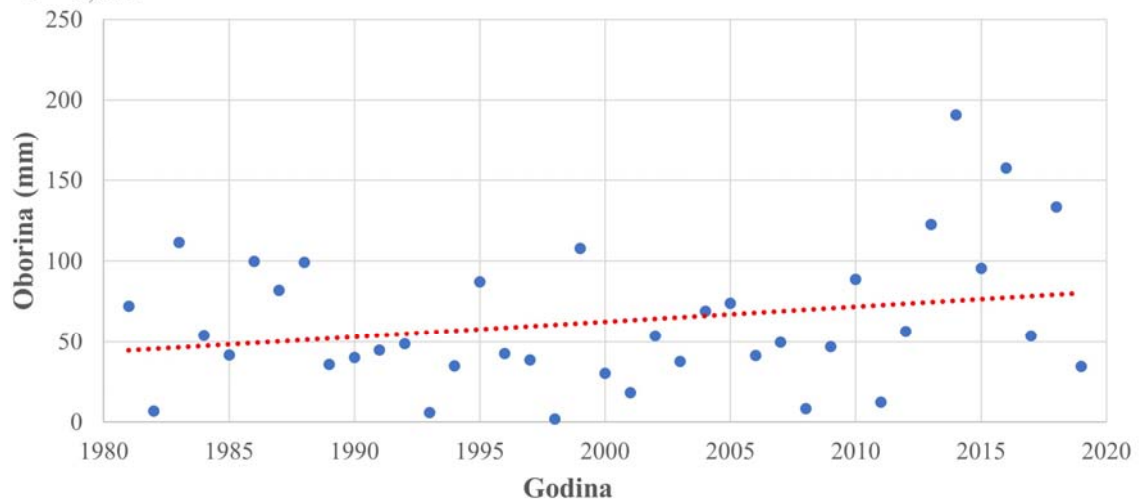
Na slikama 5.4. do 5.15. prikazane su količine oborina, temperatura zraka te trendovi oborina i temperatura zraka po mjesecima u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine za postaju „Zagreb-Pleso“. Radi bolje vizualne preglednosti ispuna točaka na grafovima trenda oborina je plave boje, a trenda temperatura zraka je crvene boje.



Slika 5.4. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec siječanj

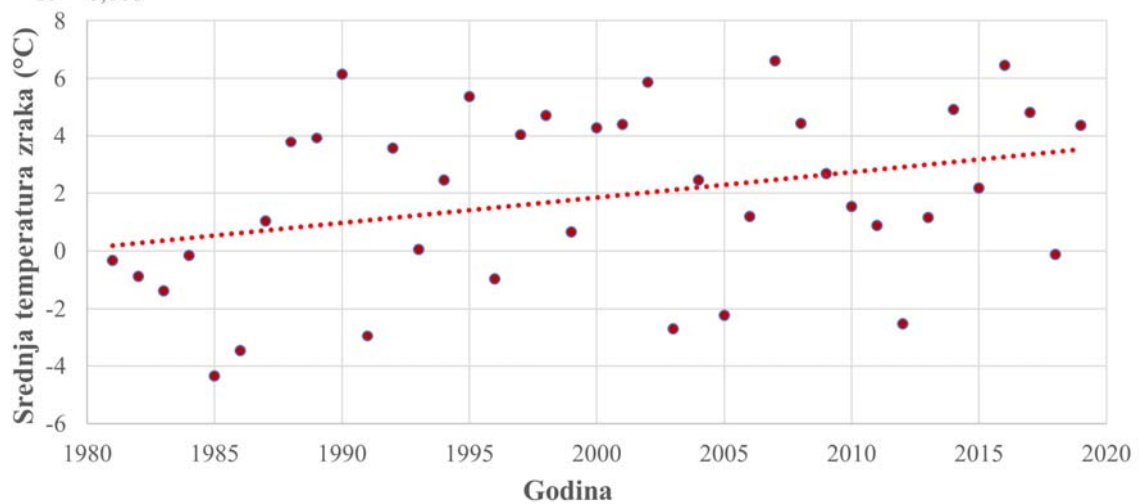
$$y = 0,942x - 1821,8$$
$$R^2 = 0,0634$$

Trend oborina za mjesec veljaču



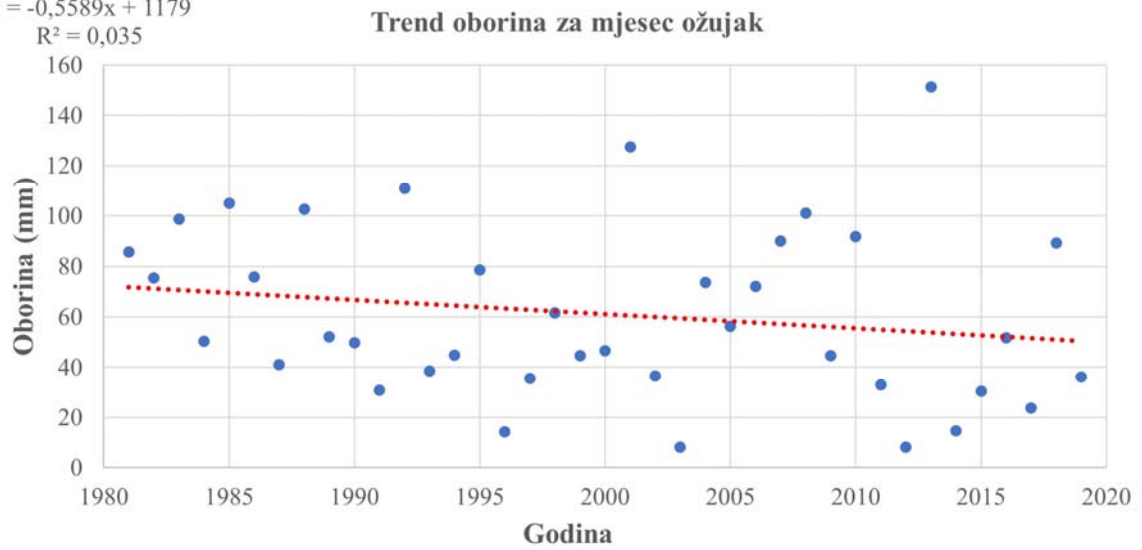
$$y = 0,0877x - 173,55$$
$$R^2 = 0,108$$

Trend temperatura zraka za mjesec veljaču

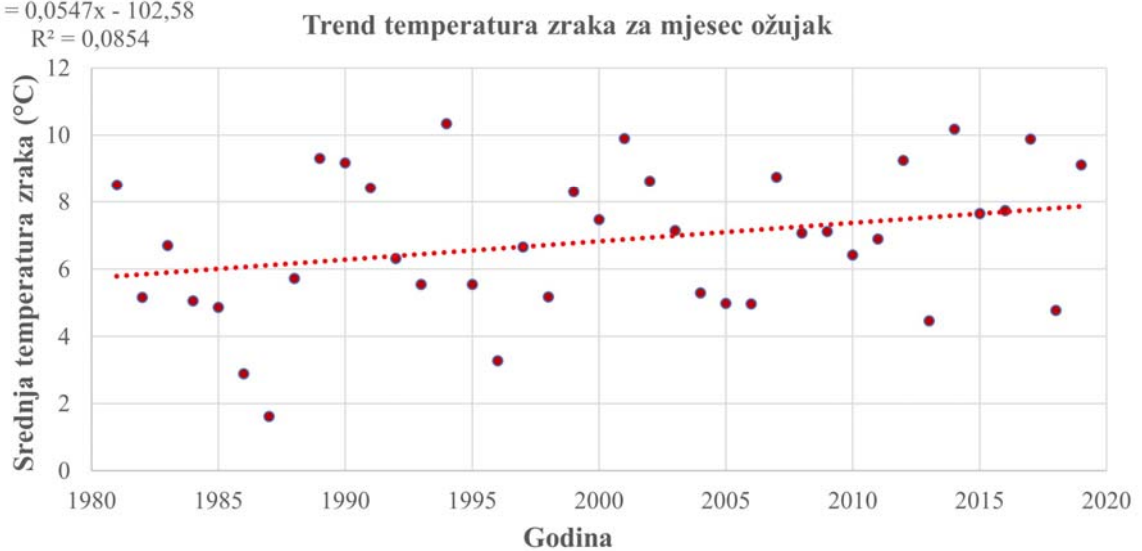


Slika 5.5. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec veljaču

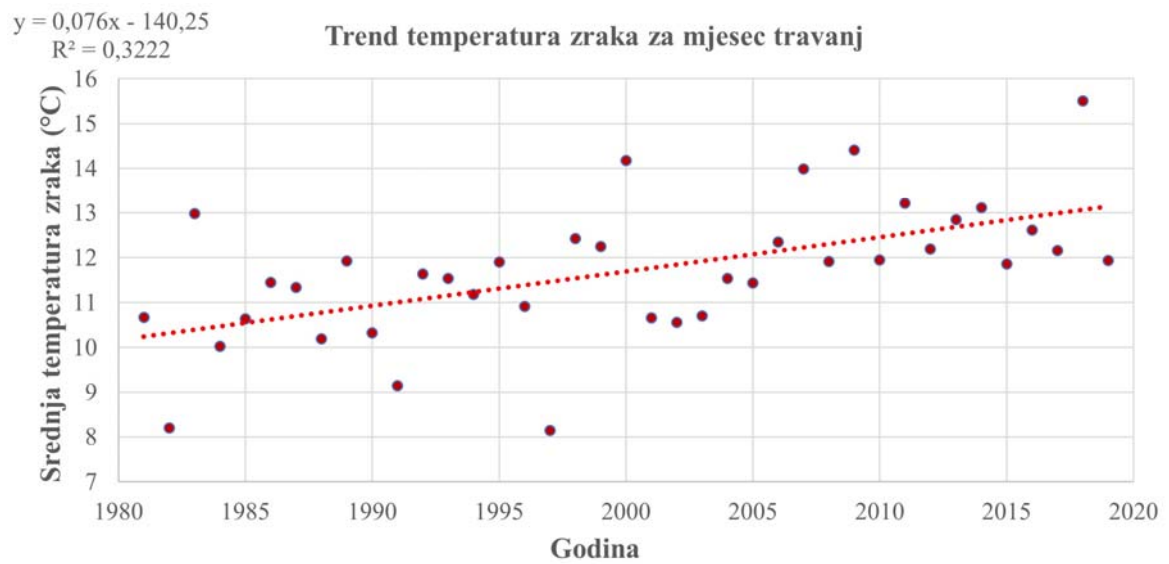
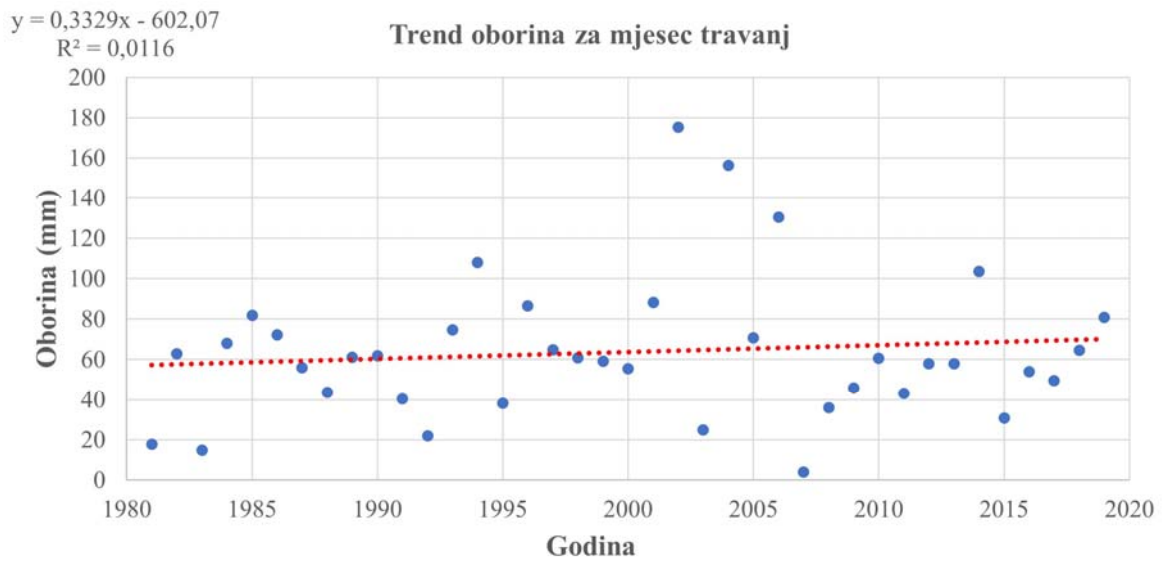
$$y = -0,5589x + 1179$$
$$R^2 = 0,035$$



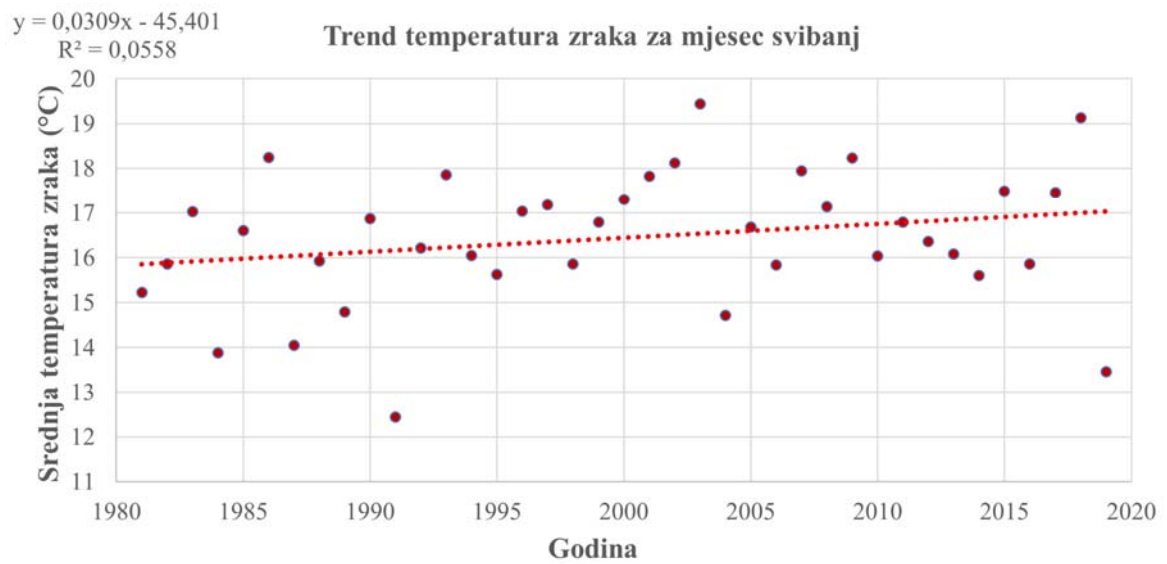
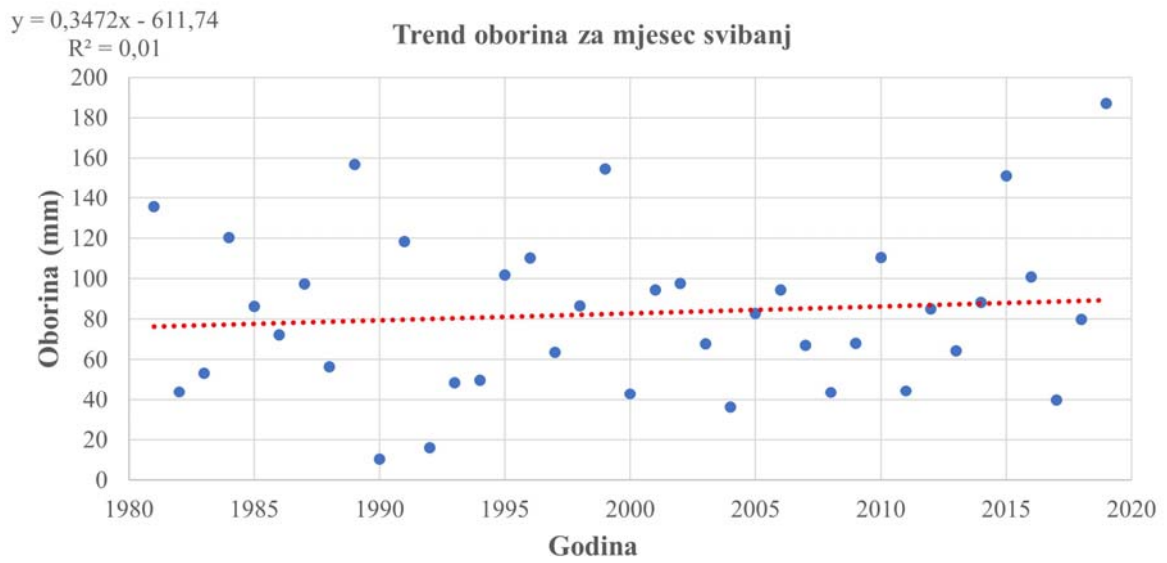
$$y = 0,0547x - 102,58$$
$$R^2 = 0,0854$$



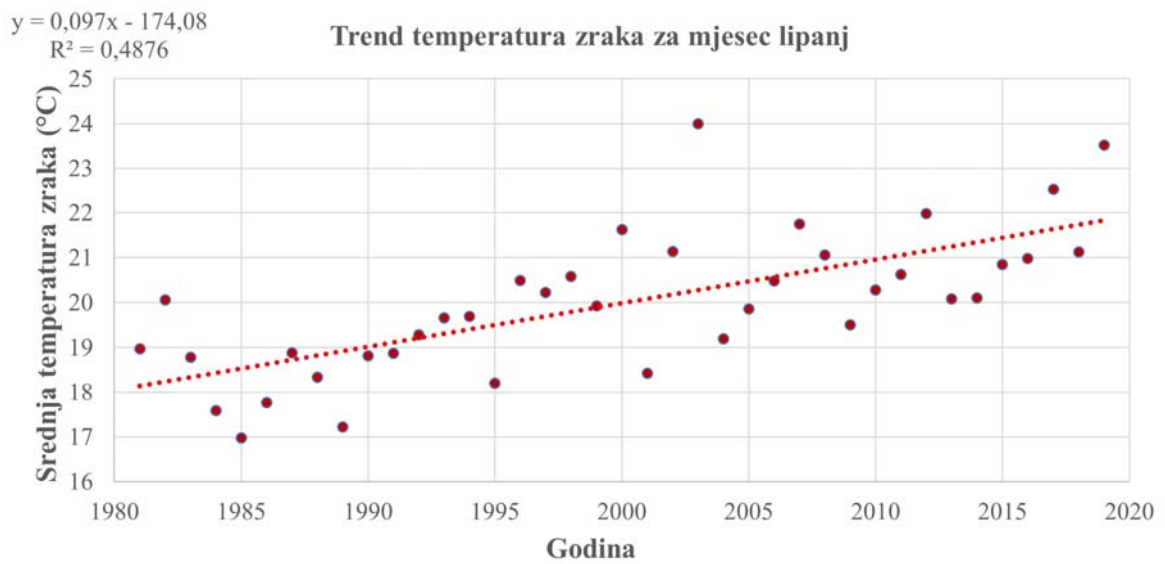
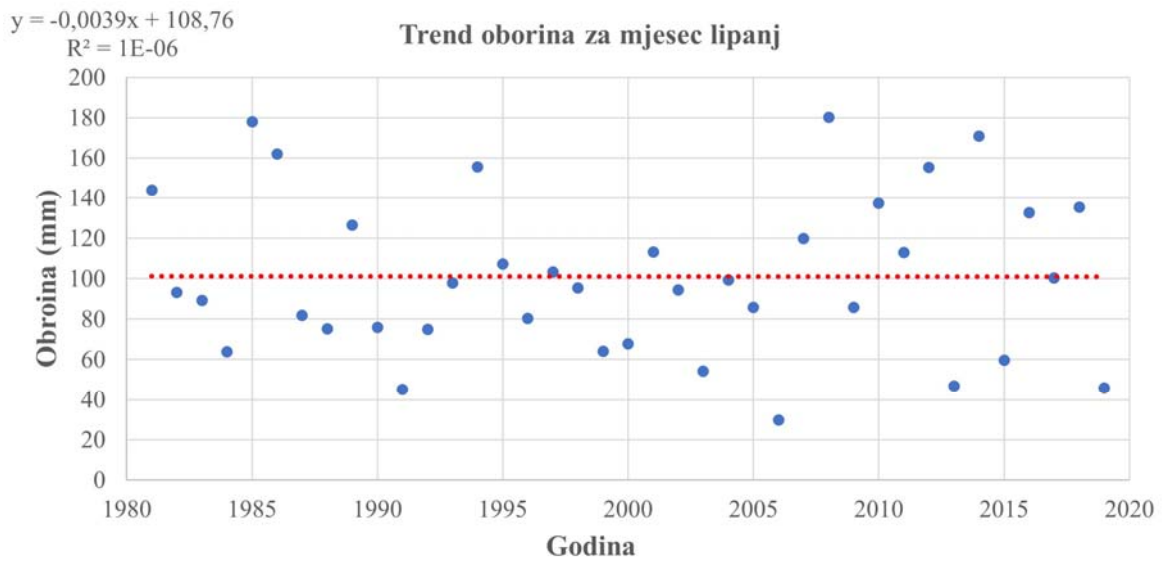
Slika 5.6. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec ožujak



Slika 5.7. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec travanj



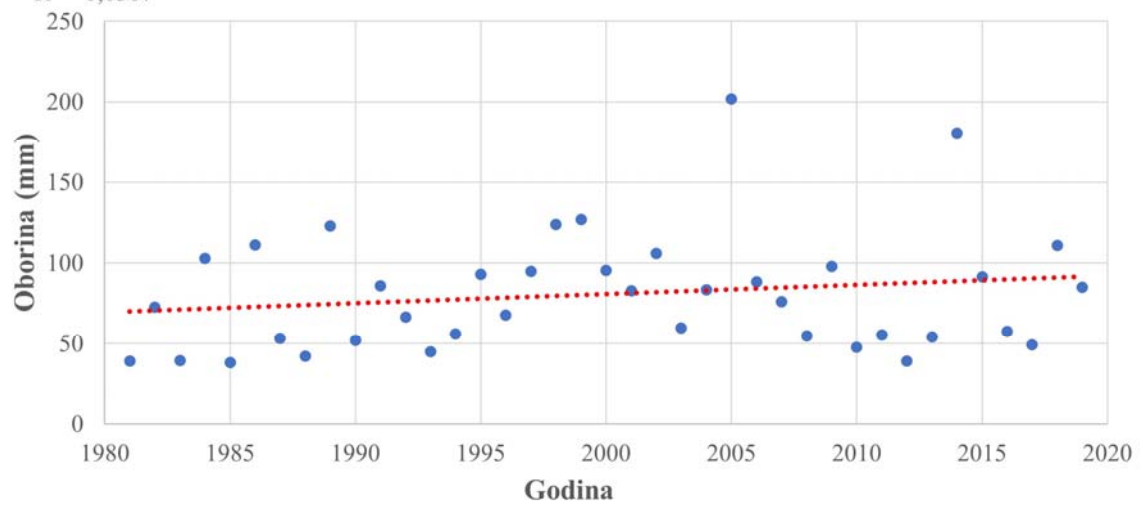
Slika 5.8. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec svibanj



Slika 5.9. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec lipanj

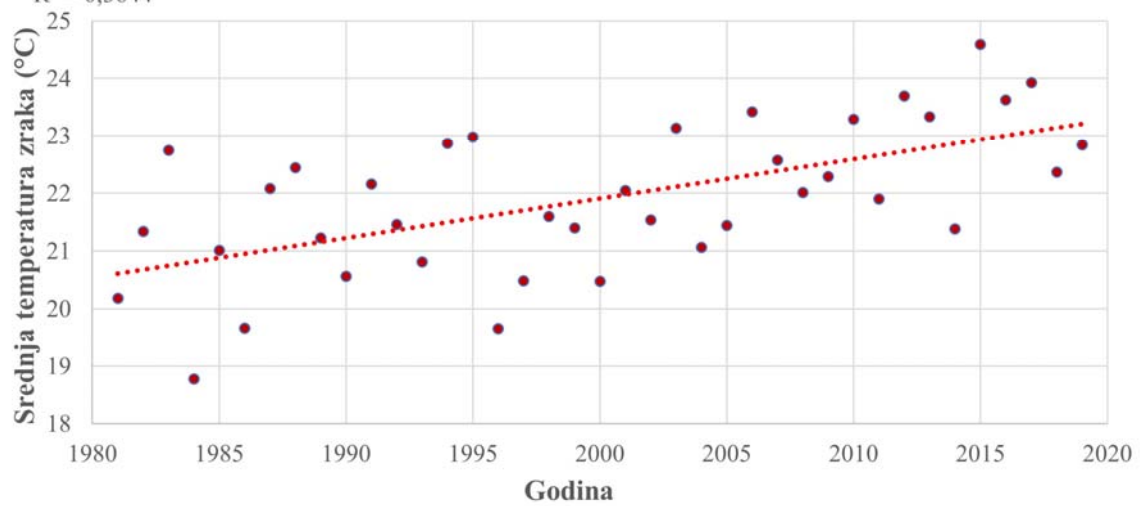
$$y = 0,5687x - 1056,6$$
$$R^2 = 0,0307$$

Trend oborina za mjesec srpanj



$$y = 0,0683x - 114,79$$
$$R^2 = 0,3644$$

Trend temperatura zraka za mjesec srpanj

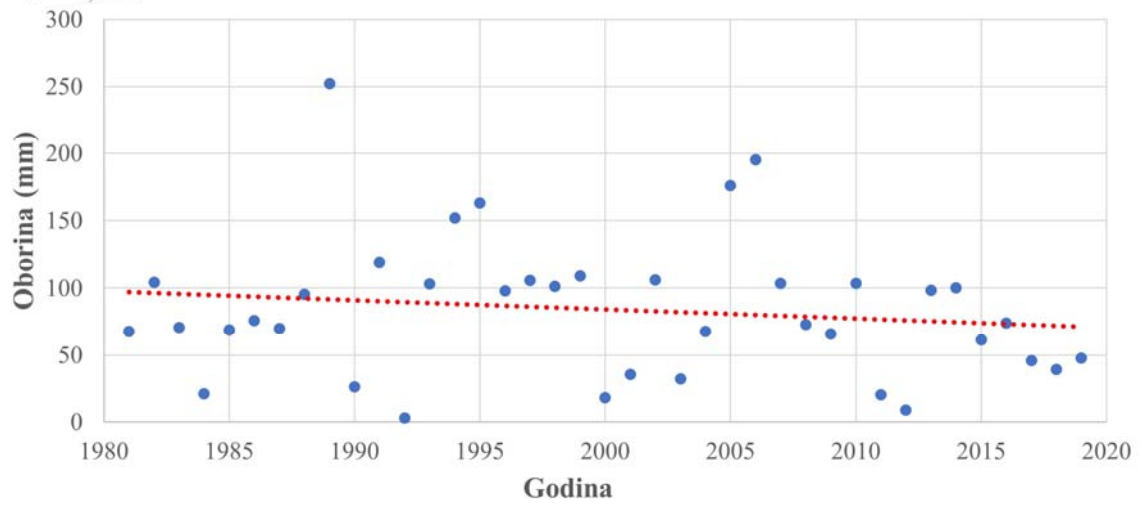


Slika 5.10. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec srpanj

$$y = -0,676x + 1436$$

$$R^2 = 0,0214$$

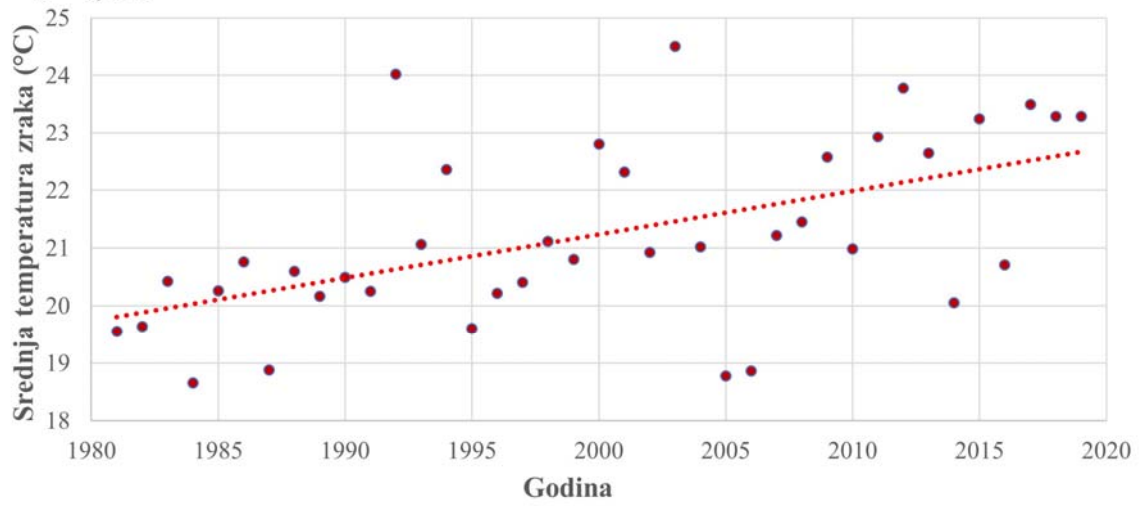
Trend oborina za mjesec kolovoz



$$y = 0,0752x - 129,25$$

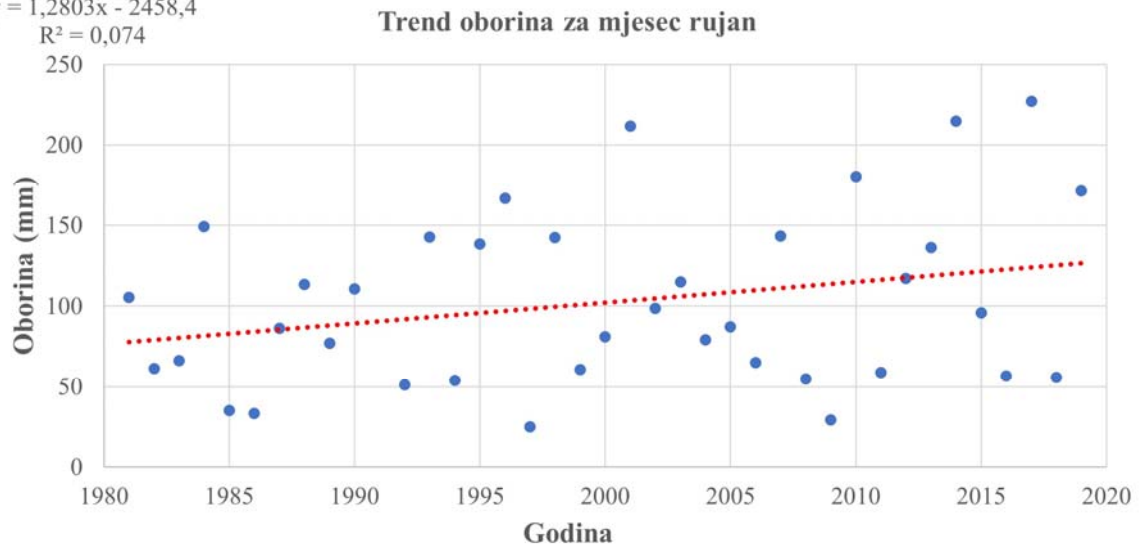
$$R^2 = 0,2955$$

Trend temperatura zraka za mjesec kolovoz

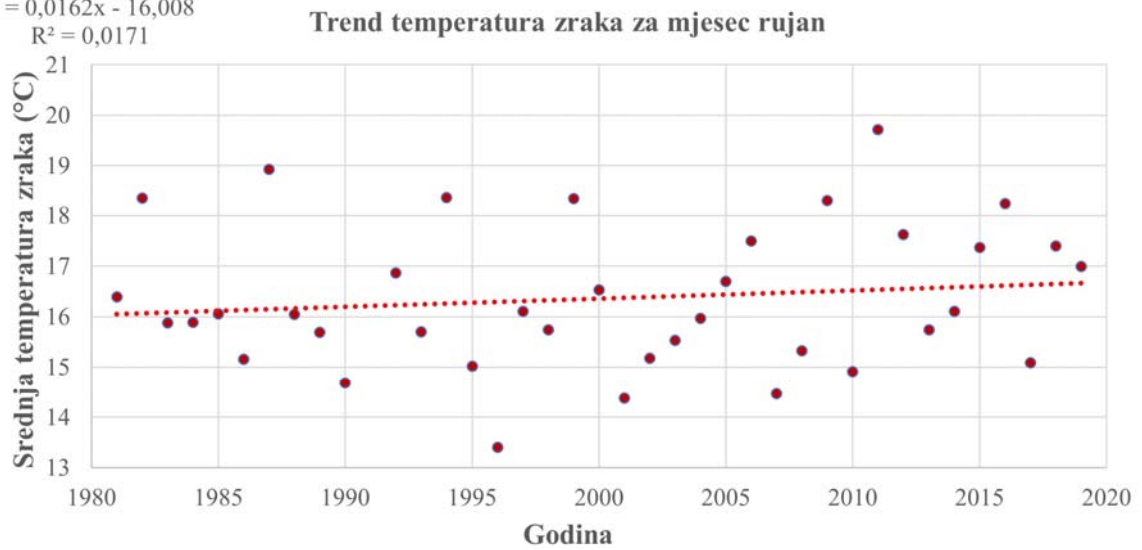


Slika 5.11. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec kolovoz

$$y = 1,2803x - 2458,4$$
$$R^2 = 0,074$$

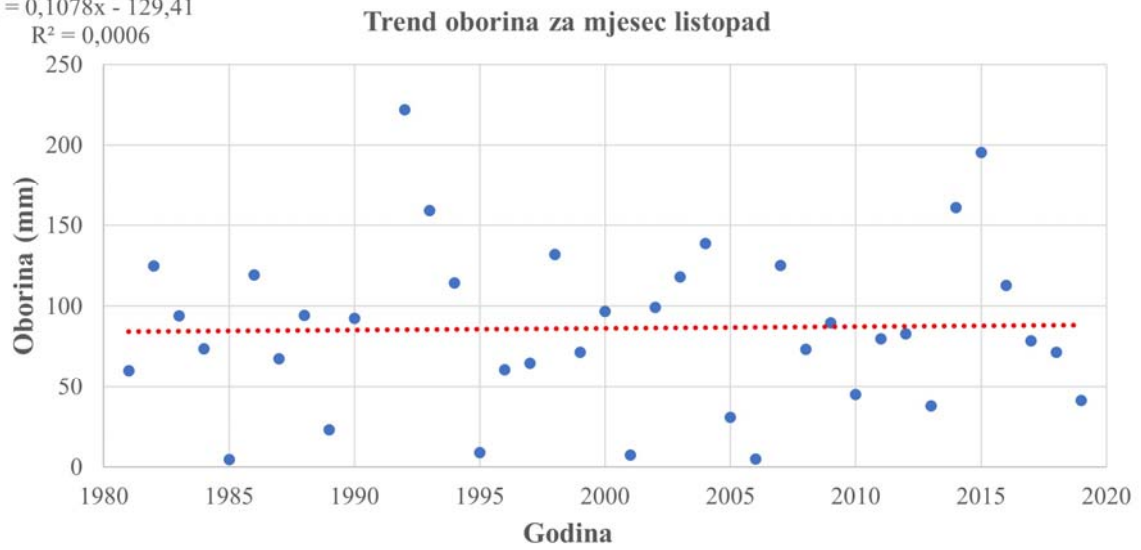


$$y = 0,0162x - 16,008$$
$$R^2 = 0,0171$$

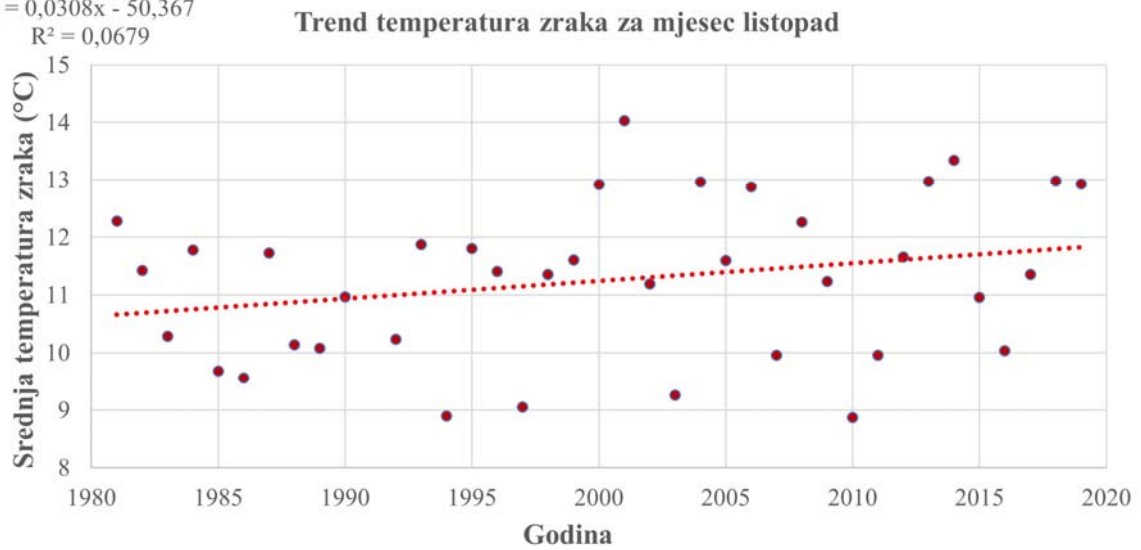


Slika 5.12. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec rujan

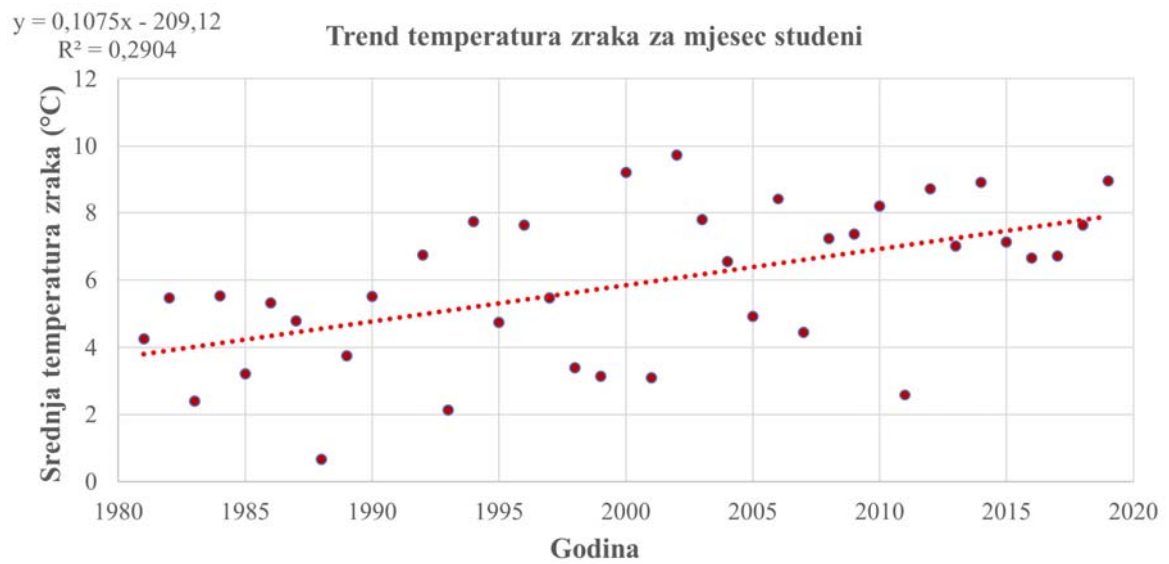
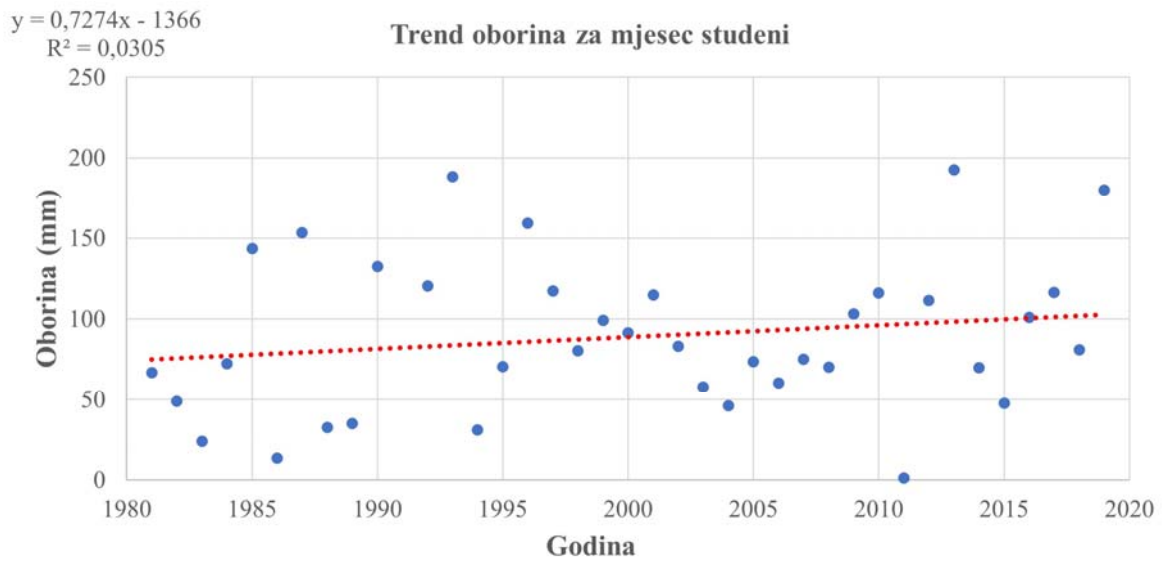
$$y = 0,1078x - 129,41$$
$$R^2 = 0,0006$$



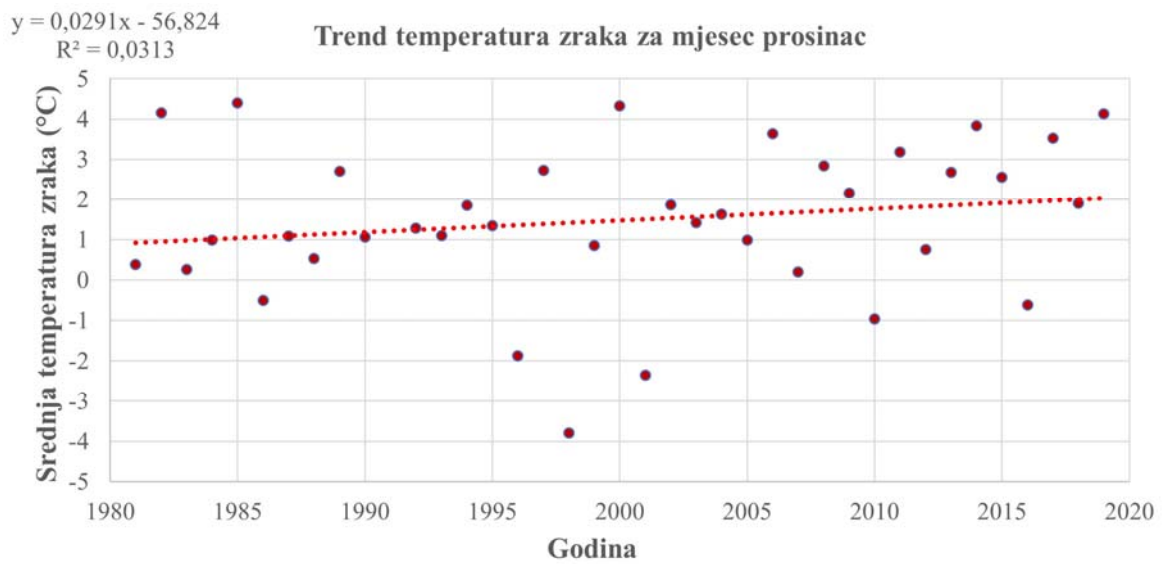
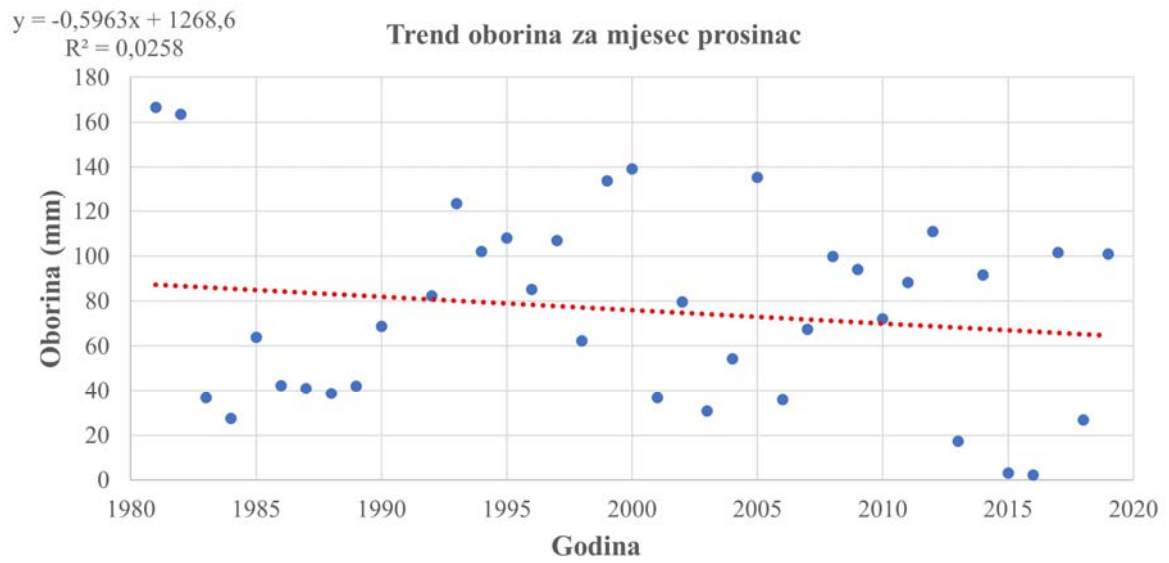
$$y = 0,0308x - 50,367$$
$$R^2 = 0,0679$$



Slika 5.13. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec listopad



Slika 5.14. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec studeni



Slika 5.15. Trend oborina i temperatura zraka za mjesec prosinac

Statistička značajnost trendova oborina i temperatura zraka testirana je pomoću Studentovog t-testa ($\alpha=0,05$). Rezultati su prikazani u tablicama 5.3. i 5.4. P-vrijednosti za oborine po mjesecima (tablica 5.3.) veće su od $\alpha=0,05$ što znači da rezultati nisu statistički značajni te trend ne postoji. Za temperature po mjesecima (tablica 5.4.) dobiveno je šest uzlaznih trendova u mjesecima: veljači, travnju, lipnju, srpnju, kolovozu i studenom.

Tablica 5.3. P-vrijednosti i trendovi oborina

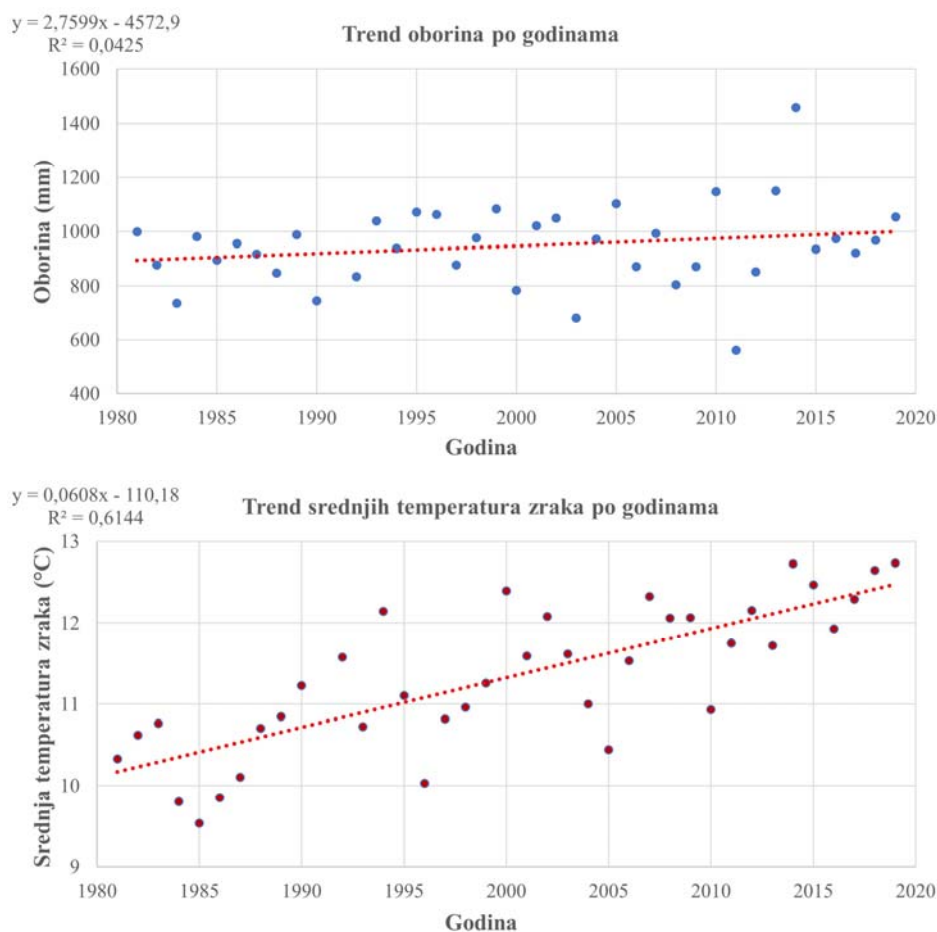
| Oborina | | | | |
|----------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|--------------|
| Mjesec | P - vrijednost | Broj uzoraka | Statistička značajnost | Trend |
| siječanj | 0,516867878 | 39 | - | - |
| veljača | 0,122168217 | 39 | - | - |
| ožujak | 0,253982839 | 39 | - | - |
| travanj | 0,513688314 | 39 | - | - |
| svibanj | 0,545447471 | 39 | - | - |
| lipanj | 0,994598767 | 39 | - | - |
| srpanj | 0,285723149 | 39 | - | - |
| kolovoz | 0,374033318 | 39 | - | - |
| rujan | 0,098474246 | 38 | - | - |
| listopad | 0,884287808 | 38 | - | - |
| studeni | 0,294120761 | 38 | - | - |
| prosinac | 0,335753101 | 38 | - | - |

Tablica 5.4. P-vrijednosti i trendovi temperatura zraka

| Temperatura zraka | | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|--------------|
| Mjesec | P - vrijednost | Broj uzoraka | Statistička značajnost | Trend |
| siječanj | 0,052757982 | 39 | - | - |
| veljača | 0,041059745 | 39 | + | Uzlazni |
| ožujak | 0,071040304 | 39 | - | - |
| travanj | 0,000164063 | 39 | + | Uzlazni |
| svibanj | 0,147659694 | 39 | - | - |
| lipanj | 7,7121E-07 | 39 | + | Uzlazni |
| srpanj | 4,74115E-05 | 39 | + | Uzlazni |
| kolovoz | 0,000348588 | 39 | + | Uzlazni |
| rujan | 0,4340615 | 38 | - | - |
| listopad | 0,114011482 | 38 | - | - |
| studeni | 0,00048247 | 38 | + | Uzlazni |
| prosinac | 0,287913577 | 38 | - | - |

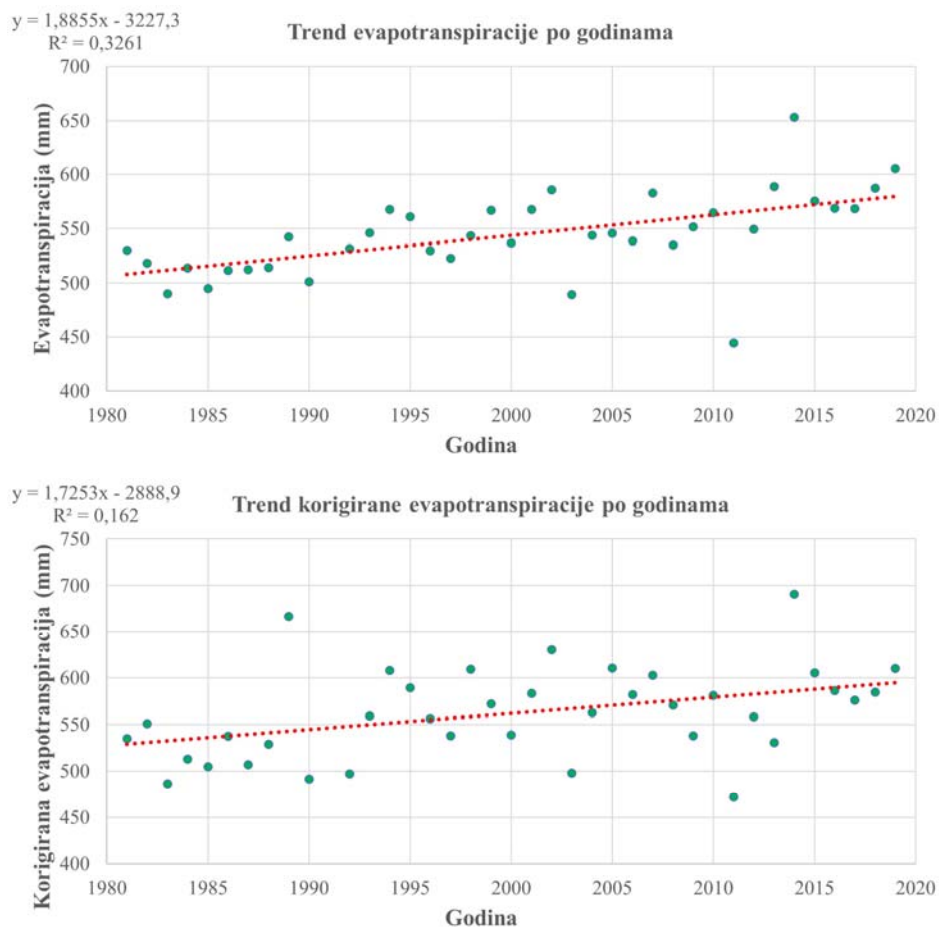
5.3. Godišnji trendovi oborina, temperatura zraka, evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju

U ovom poglavlju prikazani su godišnji trendovi ukupnih oborina, srednjih temperatura zraka, evapotranspiracije/korigirane evapotranspiracije te maksimalne dostupne vode za infiltraciju. Zbog nedostatka podataka 1991. godina nije korištena za izračun godišnjih trendova. Radi bolje vizualne preglednosti ispuna točaka na grafu godišnjeg trenda oborina je plave boje, godišnjeg trenda temperatura zraka je crvene boje, godišnjeg trenda evapotranspiracije je zelene boje i godišnjeg trenda maksimalne raspoložive vode za infiltraciju je žute boje. Na slici 5.16. prikazan je trend ukupnih oborina i trend srednjih temperatura zraka na godišnjoj bazi u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine. Trend srednjih temperatura zraka je uzlazan i statistički značajan. Statistička značajnost testirana je pomoću Studentovog t-testa ($\alpha=0,05$). Rezultati su prikazani u tablici 5.5.



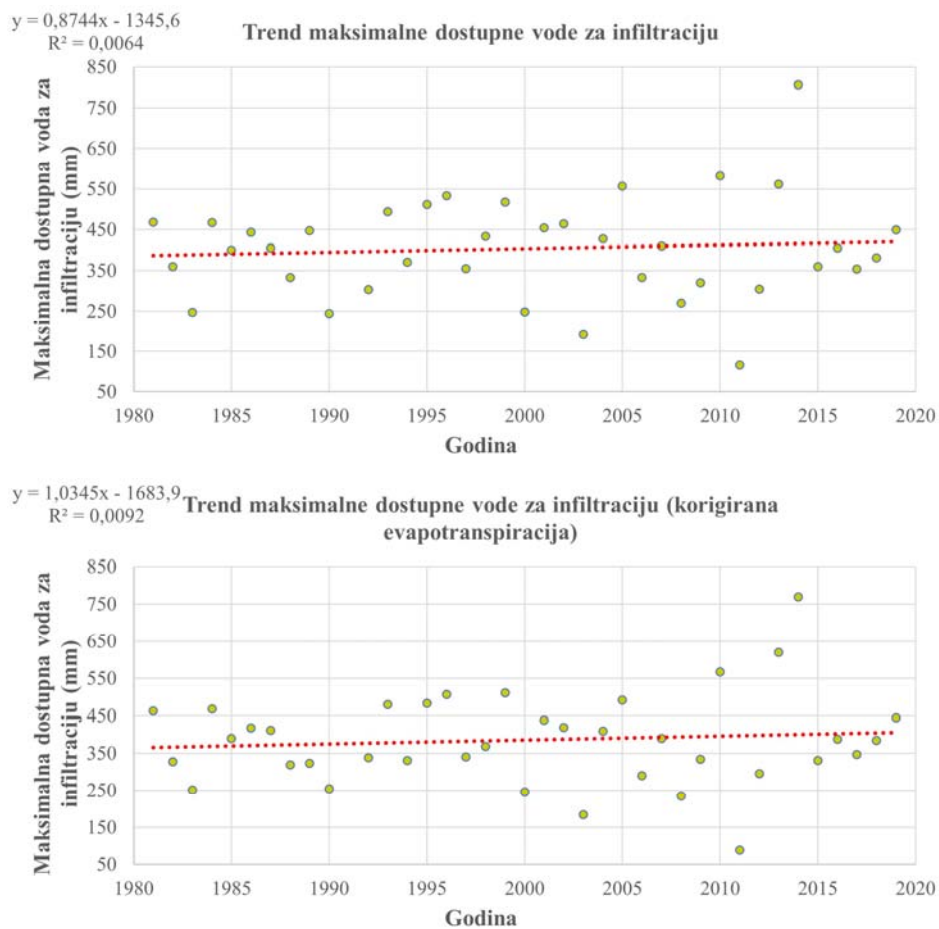
Slika 5.16. Trend ukupnih oborina i trend srednjih godišnjih temperatura zraka u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine

Na slici 5.17. prikazan je trend evapotranspiracije i korigirane evapotranspiracije na godišnjoj razini u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine. Trendovi su statistički značajni i uzlazni.



Slika 5.17. Trend evapotranspiracije i korigirane evapotranspiracije u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine

Na slici 5.18. prikazan je trend maksimalne raspoložive vode za infiltraciju na godišnjoj razini u razdoblju od 1981. godine do 2019. godine.



Slika 5.18. Trendovi maksimalne dostupne vode za infiltraciju

Tablica 5.5. P-vrijednosti i trendovi oborina, temperatura zraka, evapotranspiracije i maksimalne raspoložive vode za infiltraciju

| Oborine, temperatura zraka, evapotranspiracija i maksimalna dostupna voda za infiltraciju | | | | |
|--|-----------------------|---------------------|-------------------------------|--------------|
| Varijabla | P - vrijednost | Broj uzoraka | Statistička značajnost | Trend |
| Oborina | 0,214123834 | 38 | - | - |
| Temperatura zraka | 5,88236E-09 | 38 | + | Uzlazni |
| Evapotranspiracija | 0,000181008 | 38 | + | Uzlazni |
| Korigirana evapotranspiracija | 0,012229217 | 38 | + | Uzlazni |
| Maksimalna dostupna voda za infiltraciju | 0,632936755 | 38 | - | - |
| Maksimalna dostupna voda za infiltraciju (korigirana evapotranspiracija) | 0,567797728 | 38 | - | - |

6. Zaključak

Na dobivenim i izračunatim podacima napravljena je regresijska analiza i testirana je statistička značajnost pomoću studentovog testa u Microsoft Office Excelu. Dobiveno je 13 trendova za ukupne oborine, 13 trendova za srednje temperature zraka, jedan trend evapotranspiracije/korigirane evapotranspiracije i jedan trend maksimalne raspoložive vode za infiltraciju.

Za temperature zraka dobiveno je šest uzlaznih i statistički značajnih trendova u mjesecima: veljači, travnju, lipnju, srpnju, kolovozu i studenom. Na godišnjoj razini dobiven je uzlazni trend, te je on također statistički značajan. Isto tako za evapotranspiraciju/korigiranu evapotranspiraciju na godišnjoj razini dobiven je uzlazni i statistički značajan trend. Uzlazni trend na godišnjoj razini ukazuje na povećanje temperature zraka i evapotranspiracije kroz istraživano vremensko razdoblje. Kod oborina i maksimalne raspoložive vode dostupne za infiltraciju nije primijećena statistička značajnost rezultata. Obzirom da za oborine i maksimalnu raspoloživu vodu za infiltraciju trend ne postoji, ne može se procijeniti kako će se količina oborina i maksimalne dostupne vode za infiltraciju kretati u nadolazećim godinama.

Na usporednom grafičkom prikazu godišnjih podataka 2014. godina karakteristična je kao godina s najvišom srednjom temperaturom zraka (uz koju je i 2019. godina sa istom srednjom godišnjom temperaturom zraka) te što se tiče oborina i kao najobilnija, pa je uz to u 2014. godini i evapotranspiracija/korigirana evapotranspiracija kao i maksimalna dostupna voda za infiltraciju najviša. Kao najhladnija zabilježena je 1985. godina, dok najniža količina oborina i najniži rezultati evapotranspiracije/korigirane evapotranspiracije i maksimalne dostupne vode za infiltraciju za 1991. godinu nisu reprezentativni zbog nedostatka podataka za razdoblje od rujna do prosinca 1991. godine. 2011. godina zabilježena je kao godina s izrazito niskom količinom oborina pa zbog toga i maksimalnom dostupnom vodom za infiltraciju.

Praćenje količina oborina, evapotranspiracije i konačno maksimalne raspoložive vode za infiltraciju vrlo je važno jer će se upravo dio te maksimalne raspoložive vode procijediti do vodnog lica i obnavljati zalihe podzemnih voda te prihranjivati zagrebački vodonosnik.

7. Literatura

1. BAČANI, A., 2006. Hidrogeologija I. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 36-42.
2. BAČANI, A., POSAVEC, K., 2009. Elaborat zaštitnih zona vodocrpilišta Velika Gorica. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 77.
3. BASCH, O., 1981. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Ivanić Grad L 33-81 [Basic Geologic Map of SFRY 1:100000, Ivanić-Grad sheet – in Croatian].– Geološki zavod, Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.
4. IVANKOVIĆ, D. i sur., 1989. Osnove statističke analize za medicinare. Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
5. KUKOLJA, A., PLAZONIĆ, D., 2018. Klorirana otapala - trikloreten i tetrakloreten u podzemnoj vodi i vodi za piće vodocrpilišta Sašnak – sustav javne vodoopskrbe grada Zagreba. Rad za rektorovu nagradu. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 6.
6. POSAVEC, K., 2006. Identifikacija i prognoza minimalnih razina podzemne vode zagrebačkoga aluvijalnog vodonosnika modelima recesijskih krivulja. Zagreb: Disertacija, RGN fakultet
7. ŠIKIĆ, K., 1979. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Zagreb, L 33–80 (Basic geological map 1:100.000, Geology of the Zagreb sheet).– Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1972), Savezni geološki zavod, Beograd.
8. URUMOVIĆ, K., MIHELČIĆ, D., 2000. Podzemne vode savskog vodonosnika. Hidrologija i vodni resursi Save u novim uvjetima zbornik radova. Slavonski Brod: Okrugli stol.
9. VELIĆ, J., DURN, G., 1993. Alternating Lacustrine-Marsh Sedimentation and Subaerial Exposure Phases during Quaternary: Prečko, Zagreb, Croatia. *Geologia Croatica*, 46(1), str. 71-90.
10. VELIĆ, J., SAFTIĆ, B., 1991. Subsurface Spreading and Facies Characteristics of Middle Pleistocene Deposits between Zaprešić and Samobor. *Geološki vjesnik*, 44, str. 69-82.

WEB IZVORI:

1. BAČANI, A., POSAVEC, K., 2014. Elaborat o zonama zaštite izvorišta Grada Zagreba, RGN fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo. URL: https://eko.zagreb.hr/UserDocsImages/arhiva/dokumenti/Okoli%C5%A1/Voda/Elaborat_o_zonama_zastite_novi.pdf (13.4.2020.)
2. CROMETEO
URL: <https://www.crometeo.hr/klima/> (7.4.2020.)
3. DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD (DHMZ)
URL: <https://meteo.hr/> (7.4.2020.)
4. MATHOS, 2018. Regresijska analiza.
URL: http://www.mathos.unios.hr/ptfstatistika/Vjezbe/materijali_7.pdf (7.4.2020.)
5. PMF, 2018. Regresijska analiza. URL: <http://www.pmf.unizg.hr/download/repository/PREDAVANJE11.pdf> (7.4.2020.)



KLASA: 602-04/19-01/362
URBROJ: 251-70-03-20-3
U Zagrebu, 23.04.2020.

Sara Bačeković, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju Vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/19-01/362, UR. BROJ: 251-70-13-19-1 od 19.12.2019. godine priopćujemo temu završnog rada koja glasi:

IZRAČUN TRENDOVA OBORINA I TEMPERATURA NA METEOROLOŠKOJ POSTAJI PLESO U ZAGREBU

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o završnom ispitu dr. sc. Zoran Kovač, docent Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.


Voditelj

(potpis)

Doc. dr. sc. Zoran Kovač

(titula, ime i prezime)

**Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite**


(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Stanko Ružičić

(titula, ime i prezime)

**Prodekan za nastavu i
studente**


(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek

(titula, ime i prezime)