

ANALIZA SEZONSKOSTI PADAVIN IN PRETOKOV V SLOVENIJI

Tadej Srebrnič*, Matjaž Mikoš**

Povzetek

V raziskavi smo želeli ugotoviti, kakšna je časovna razporeditev padavin in pretokov v Sloveniji. V ta namen smo opravili analize sezonskosti kot značilnega parametra časovne razporeditve. Namen raziskave je bil z analizo sezonskosti ugotoviti čas nastopa poplav in suš. Vse analize smo opravili na standardnih meteoroloških in hidroloških podatkih. Za 305 vodomernih postaj na slovenskih vodotokih smo opravili analizo sezonskosti nastopa maksimalnih letnih pretokov, maksimalnih srednjih mesečnih pretokov in minimalnih srednjih mesečnih pretokov. Za 370 padavinskih postaj v Republiki Sloveniji smo opravili analizo sezonskosti nastopa maksimalnih letnih dnevni padavin, maksimalnih srednjih mesečnih padavin ter minimalnih srednjih mesečnih padavin. Rezultati analiz so grafično prikazani na karti Slovenije, na katerih je sezonskost obdelanih podatkov jasno vidna in nazorno kaže, v katerem obdobju v letu na posameznih območjih Slovenije nastopijo maksimalne poplave oziroma suše.

Uvod

Sezonskost nastopa visokih voda je bila do sedaj v Sloveniji obdelana z vidika pretočnih režimov slovenskih vodotokov. Iz tipičnih grafov merjenih pretokov, ki so značilni za določen vodotok oziroma za določeno povodje, je razvidno, v katerem mesecu je pričakovati visoke pretoke in posledično tudi poplave ter kdaj nizke pretoke, ki so značilni za sušne mesece.

Izraz pretočni režim označuje povprečno vsakoletno kolebanje oziroma nihanje vodnega pretoka v določenem vodomernem prerezu. Na sam pretočni režim vpliva več dejavnikov, ti pa so: podnebje, relief, geološka podlaga (kamnina, prst), vegetacija in človek. Najpomembnejši dejavnik pri nas je prav gotovo podnebje, saj so pretočni režimi v glavnem odvisni od letne razporeditve padavin in temperatur in od trajanja snežne odeje. Posebej je treba izpostaviti razporeditev temperatur, saj je prav od te razporeditve odvisen čas taljenja snežne odeje in jakost izhlapevanja v posameznem letnem času. Zelo pomembno je tudi trajanje snežne odeje. Ponavadi so pretoki pozimi zaradi snežnega zadržka manjši, spomladi, ko se snežna odeja tali, pa močno narastejo. V času vegetacijske dobe je zlasti v pokrajinah poraslih z gozdom zelo pomemben vpliv evapotranspiracije. Posamezni avtorji navajajo podatek, da se letne izgube padavinske vode zaradi drevesne transpiracije gibljejo od 200 mm do 300 mm. Primer, kako je pomembna geološka podlaga, je zadrževanje vode v kraških masivih z omejeno pretočno zmogljivostjo ter v kotlinah, ki so zapolnjene z debelimi nanosi poroznih usedlin, v katerih se zadržujejo večje količine talne vode. V zadnjem času tudi človek vse bolj vpliva na sam pretočni režim in sicer neposredno (gradnja jezov) in posredno (krčenje gozda) (Hrvat, 1998).

Pretočni režimi v Sloveniji

V Sloveniji poznamo več različnih členitev vodotokov glede pretočnih režimov. Določene raziskave so bile izdelane samo za posamezne reke oziroma območja. V

* Hidrotehnik Vodnogospodarsko podjetje d.d., Slovenčeva ulica 97, Ljubljana, tadej.srebrnic@hidrotehnik.si

** Univerza v Ljubljani, FGG, Oddelek za gradbeništvo, Katedra za splošno hidrotehniko, Jamova 2, Ljubljana, matjaz.mikos@fgg.uni-lj.si

nadaljevanju navajamo pregled členitev, ki so bile izdelane za področje celotne Slovenije.

Leta 1948 je Ilešič opravil prvo razvrstitev rečnih režimov na Slovenskem. V svoji raziskavi je obravnaval rečne režime celotne tedanje Jugoslavije. Rečni režimi so razvrščeni glede na podatke o povprečnih mesečnih vodostajih v šestnajstletnem obdobju med obema vojnama (1923–1938) razen za Primorsko, ki je bila v tem obdobju pod Italijo. Avtor je za svojo analizo primorskih vodotokov tako upošteval avstrijske podatke iz obdobja 1898–1913. Kot tudi večini kasnejših členitev pri nas je bila tudi Ilešiču osnova razdelitev, ki jo je leta 1933 izdelal francoski hidrograf Parde (Hrvatini, 1998).

Po Ilešiču so v Sloveniji prisotni naslednji rečni režimi:

1. omiljeni nivalni režim (Drava)
2. prehodni nivalni režim (Mura, zgornji tok Soče do Kobarida)
3. a. alpska varianta nivo-pluvialnega režima (zgornji tok Save in Savinje)
b. zmerna mediteranska varianta nivo-pluvialnega režima (Tržiška in Kamniška Bistrica)
4. a. prehodna srednjeevropska ali posavska varianta pluvio-nivalnega režima (Sotla)
b. zmerna mediteranska varianta pluvio-nivalnega režima (Ljubljana, Sora)
c. mediteranska varianta pluvio-nivalnega režima (Idrijca, Vipava)

Na Hidrometeorološkem zavodu Slovenije so leta 1987 izdelali zemljevid rečnih režimov Slovenije, na katerem je z diagrami predstavljenih 25 vodomernih postaj na 20 rekah. Rečni režimi so združeni v osmih skupinah:

1. čisti nivalni režim (Drava)
2. prehodni nivalni režim (Mura)
3. prehodni nivalni režim z mediteranskim poudarkom (zgornji tok Soče, Sava Dolinka)
4. nivo-pluvialni režim (Kamniška Bistrica, Sava Bohinjka)
5. pluvio-nivalni režim z zmerno mediteranskim poudarkom (spodnji tok Save in Savinje)
6. kraško obarvan pluvio-nivalni režim z zmerno mediteranskim poudarkom (Kolpa, Krka)
7. pluvio-nivalni režim z zmerno kontinentalnim poudarkom (Ledava, Sotla)
8. pluvialni režim z mediteranskim poudarkom (Rižana)

Gams (1999) je predstavil preprosto členitev rečnih režimov. Iz poimenovanja lahko sklepamo, da je avtor želel izpostaviti veliko vlogo evapotranspiracije. Rečni režimi so združeni v naslednje tri skupine:

1. alpski evapotranspiracijsko-snežni režim
2. celinski evapotranspiracijsko-dežni režim
3. primorski evapotranspiracijsko-dežni režim

Na Hidrometeorološkem zavodu Slovenije so opravili členitev na podlagi srednjih mesečnih pretokov iz obdobja 1961–1990 (Kolbezen, 1998) ter slovenske reke razvrstili v naslednje skupine:

1. snežni režim (Mura)
2. snežno-dežni režim (zgornji tok Save, Savinje in Soče)
3. dežno-snežni režim (Krka, spodnji tok Save in Savinje)
4. kontinentalna varianta dežno-snežnega režima (Mirna, Pesnica, Sotla)
5. mediteranska varianta dežno-snežnega režima (Idrijca, Vipava)
6. dežni režim (Pivka, Reka, Rižana)

Na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU (Hrvatini, 1998) je bila opravljena najnovejša raziskava, ki je obsegala 70 vodomernih postaj na 57 slovenskih rekah. Upoštevane so bile vse vodomerne postaje, ki imajo sklenjen niz podatkov za obdobje 1961–1990. Režimi so bili določeni s pomočjo mesečnih odtočnih količnikov. Tako je bilo

za Slovenijo ugotovljenih osem različnih pretočnih tipov, ki so bili poimenovani glede na pokrajinsko enoto, za katero so značilni, ter glede na vodni vir, s katerim so napajajo.

V Sloveniji ločimo naslednje tipe pretočnih režimov:

1. sredozemski dežni režim
2. dinarski dežno-snežni režim
3. dinarsko-alpski dežno-snežni režim
4. panonski dežno-snežni režim
5. alpski dežno-snežni režim
6. alpski srednjegorski snežno-dežni režim
7. alpski visokogorski snežno-dežni režim
8. alpski snežni režim

Iz poimenovanja je razvidno, da so režimi ločeni, glede na vir napajanja rek. Hrvatini je njihove temeljne značilnosti opisal takole:

1. *dežni režim*: vključno en višek in nižek (enostavni tip režima); višek v pozni jeseni (november), količina vode nato bistveno ne upade do aprila; nižek poleti (julij, avgust); snežni zadržek nepomemben.
2. *dežno-snežni režim*: dva viška in nižka (mešani tip režima); glavni višek v zgodnji pomladi (marec, april), sekundarni višek jeseni (november); glavni nižek vedno poleti (avgust, september), sekundarni nižek pozimi (januar, februar); poletni nižek v vseh primerih prekaša zimskega; snežni zadržek od enega do treh mesecev.
3. *snežno-dežni režim*: dva viška in nižka (mešani tip režima); glavni višek v pozni pomladi (april, maj), sekundarni višek jeseni (november); glavni nižek praviloma pozimi (januar, februar), sekundarni nižek poleti (avgust); v redkih primerih poletnega glavnega nižka se ta bistveno ne razlikuje od sekundarnega zimskega nižka; snežni zadržek od štirih do petih mesecev.
4. *snežni režim*: en višek in nižek (enostavni tip režima); višek ob prehodu pomladi v poletje (maj, junij); nižek pozimi (januar, februar); snežni zadržek pet ali več mesecev.

Metoda dela

Poplave so rezultat številnih meteoroloških in hidroloških procesov, ki se med seboj prepletajo. Povezava med njimi je v večini primerov zelo zapletena. Poplave lahko povzročajo kratke konvekcijske nevihte, frontalne ali orografske padavine, ki trajajo več časa, taljenje snega ali pa njihova kombinacija. Za oblikovanje odtoka iz posameznega območja so lahko pomembna manjša območja ob samem vodotoku, lahko pa nanj bistveno vplivajo tudi območja, ki se nahajajo daleč stran od vodotoka, vendar še vedno znotraj vodozbirnega območja. Poleg tega pa na sam pojav poplave vpliva še množica drugih procesov. Ti procesi so seveda zelo kompleksnega značaja, nanje pa vplivajo še mnoge druge spremenljivke in interakcije med njimi.

Ker je proces nastajanja poplav tako zapleten, vse metode, ki jih je človek razvil za napoved verjetnosti nastopa poplav, temeljijo na statističnih pristopih, katerih skupna značilnost je, da temeljijo na kumulativnem efektu vseh procesov, s katerimi poplave nastajajo. Te statistične metode se ponavadi ne poglobljajo v samo fizično ozadje nastanka poplav in se ne obnesejo, ko hočemo napovedati dogodek, ki presega opazovane in izmerjene situacije. Zaradi tega se je pojavila potreba po pristopu, ki bi vključeval več razumevanja fizičnih procesov pri nastajanju poplav (Blöschl, 2001).

Vsi procesi, s katerimi poplave nastajajo in se nanašajo na fizične pojave, imajo specifične karakteristike, kot so periodičnost, sezonskost, nesorazmernost, in seveda določene meje. Če poznamo zgoraj omenjene karakteristike procesa, lahko sklepamo,

kateri proces je največ prispeval za nastanek poplav. Namen raziskave je bil iz standardnih hidroloških podatkov raziskati sezonskost kot značilnost procesa nastajanja poplav in na podlagi tega sklepati, kateri so najpomembnejši vzroki nastanka poplav (Srebrnič, 2005). Prednost take raziskave je prav v tem, da temelji na standardnih hidroloških in meteoroloških podatkih, pridobljenih iz mreže opazovalnih postaj, niso pa potrebni posebni podatki, pridobljeni z zelo zahtevnimi in dragimi raziskavami (Blöschl, 2001). V raziskavi smo analizirali tudi podatke o sezonskosti nizkih pretokov, da bi ugotovili, kdaj v Sloveniji nastopi suša.

Podatki

V raziskavi smo uporabili standardne meteorološke in hidrološke podatke, ki jih Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) redno spremlja na merilni mreži meteoroloških in vodomernih postaj po Sloveniji. Na ARSO imajo te podatke urejene v obširnih podatkovnih bazah, vsako leto pa so meteorološki podatki objavljeni v Meteorološkem letopisu, hidrološki podatki pa so objavljeni v Hidrološkem letopisu.

Analizo smo opravili na različnih sklopih podatkov. Hidrološki podatki so bili naslednji: najvišji letni pretok, najvišji srednji mesečni pretok ter najnižji srednji mesečni pretok. Meteorološki podatki so bili naslednji: najvišje dnevne letne padavine, najvišje srednje mesečne padavine in najnižje srednje mesečne padavine.

Meteorološki podatki

Časovno razporeditev padavin v Sloveniji in analizo sezonskosti smo prikazali na osnovi ekstremnih vrednosti padavin (minimumi in maksimumi). Bolj kot sama količina padavin nas je zanimal datum, kdaj ta nastopi. Za vsako meteorološko postajo nas je za vsako leto njenega delovanja zanimal datum, v katerem nastopijo najvišje letne dnevne padavine, mesec v katerem nastopijo najvišje srednje mesečne padavine ter mesec, v katerem nastopijo najnižje srednje mesečne padavine. V analizi smo upoštevali podatke iz 370 meteoroloških postaj (klimatološke, padavinske, avtomatske – ombrometer, ombrograf) ob pogoju vsaj 5-letnega neprekinjenega delovanja do konca leta 2004. Poleg datuma in meseca nastopa prej omenjenih količin smo zbrali v podatkovni bazi tudi podatke o količinah. Za vsako meteorološko postajo smo zbrali tudi podatke o njeni lokaciji. V nadaljevanju sledi opis podatkov, ki so bili zbrani za meteorološki del analize:

- Ime in šifra postaje (preko te šifre lahko v katastru meteoroloških postaj, ki ga vodi ARSO, dostopamo do nadaljnjih podatkov)
- Gauss-Krügerjeve koordinate lokacije v metrih, določene iz TK 1 : 25000, ocenjena na 10 m natančno, ter nadmorska višina, na kateri se postaja nahaja
- Količina in dan nastopa maksimalnih dnevnih padavin za vsak mesec v letu
- Izmerjene maksimalne dnevne padavine v mm za vsak mesec v posameznem letu
- Izračunane srednje mesečne padavine za vsak mesec v posameznem letu

Najkrajši niz v tej podatkovni bazi je 5 let, najdaljši niz pa ima meteorološka postaja Ljubljana Bežigrad, in sicer 105 let.

Hidrološki podatki

Tudi časovno razporeditev pretokov v Sloveniji in analizo sezonskosti smo prikazali na osnovi ekstremnih vrednosti pretokov. Bolj kot sama ekstremna vrednost pretoka nas je zanimal datum, kdaj ta nastopi. Za vsako vodomerno postajo nas je za vsako leto njenega delovanja zanimal datum, v katerem nastopi najvišji letni pretok, mesec, v katerem nastopi

najvišji srednji mesečni pretok, ter mesec, v katerem nastopi najnižji srednji mesečni pretok. V analizi smo upoštevali podatke iz 305 vodomernih postaj, ki so v Sloveniji kadarkoli delovale in imajo vsaj 5-letne nize delovanja do konca leta 2001. Poleg datuma in meseca nastopa prej omenjenih količin smo zbrali tudi podatke o količinah. Za potrebe predstavitve dobljenih rezultatov sem za vsako vodomerno postajo zbral tudi splošne podatke o vodomerni postaji.

Podatkovna baza za analizo sezonskosti maksimalnih letnih pretokov je tudi tu precej obsežna, saj obsega podatke za 305 postaj na slovenskih vodotokih, ki so kadarkoli delovale in imajo vsaj 5-letne nize delovanja.

Podatkovna baza za analizo sezonskosti nastopa najvišjih in najnižjih srednjih mesečnih pretokov je malce manj obsežna kot podatkovna baza za prvi del analize, obsega pa podatke za 164 postaj na slovenskih vodotokih, ki imajo vsaj 5-letne nize delovanja. Zadnje leto, za katero so še vključeni podatki v bazo, je 2001. Kot je iz številke razvidno, je v to analizo vključenih precej manj postaj, kot pa v prvi del. To pa zaradi tega, ker za postaje, ki so delovale v preteklosti, samo za obdobje nekaj let, ne obstajajo izdelane statistike, v katerih bi bil določen srednji mesečni pretok.

Podatki o pretokih v podatkovni bazi na ARSO so pridobljeni z različnimi tipi in metodami meritev pretoka. Ti pa so naslednji:

- Srednja dnevna vrednost pretoka, dobljena z opazovanjem
- Trenutna dnevna vrednost pretoka, dobljena z opazovanjem
- Srednji dnevni pretok, izmerjen z limnigrafom
- Srednji dnevni pretok, dobljen s korelacijo
- Pretoki iz hidroelektrarn

V analizi nismo uporabili pretokov, ki so izračunani s korelacijo, in pretokov iz hidroelektrarn, saj so preveč pogojeni s človeškim vplivom. V nadaljevanju sledi opis podatkov, ki so bili zbrani za hidrološki del analize:

- Ime in šifra postaje (preko te šifre lahko v katastru vodomernih postaj, ki ga vodi ARSO, dostopamo do nadaljnjih podatkov) ter ime vodotoka, na katerem je postaja
- Površina vodozbirnega zaledja, določena iz TK 1 : 25.000; vrednost 0,00 pomeni, da površina zaledja ni ali ne more biti vsaj približno ocenjena (kanali ali kras)
- Gauss-Krügerjeve koordinate lokacije v metrih, določene iz TK 1 : 25.000, ocenjena na 10 m natančno
- Tip meritve:
 - srednja dnevna vrednost pretoka, dobljena z opazovanjem v m^3/s
 - trenutna dnevna vrednost pretoka, dobljena z opazovanjem v m^3/s
 - srednji dnevni pretok, izmerjen z limnigrafom v m^3/s
- Leto, v katerem je bila opravljena meritev
- Mesec, v katerem je nastopila konica pretoka
- Dan, v katerem je nastopila konica
- Q_v – izmerjena vrednost najvišjega pretoka v tem letu, izmerjena na prej zapisani datum (v m^3/s)
- Leto, v katerem so nastopili srednji mesečni pretoki, ki so v nadaljevanju navedeni po posameznih mesecih
- Srednji mesečni pretoki v posameznih mesecih leta v m^3/s

Najkrajši niz v tej podatkovni bazi je 5 let, najdaljši niz pa ima vodomerna postaja Hasberg na Unici, in sicer 76 let.

Analiza sezonskosti

V procesu nastajanja poplav nekatere pomembne značilnosti le-tega vključujejo

določeno stopnjo sezonskosti pojava in obdobja v letu, ko se pojavijo. Najpomembnejše značilnosti procesa nastanka poplav so prav gotovo: sezonskost nastopa maksimalnih letnih dnevni padavin, sezonskost nastopa maksimalnih srednjih mesečnih padavin ter sezonskost nastopa maksimalnih srednjih mesečnih pretokov. Izdelano je bilo že veliko študij in klasifikacij pretočnih režimov na podlagi srednjih mesečnih pretokov, vendar so bile te študije usmerjene v samo klimatologijo in ekologijo vodotokov, ne pa v sam proces nastajanja poplav (Merz et al., 1999).

V analizi smo koncept sezonskosti nastopa poplav v Sloveniji povezali s konceptom sezonskosti nastopa maksimalnih srednjih mesečnih pretokov, maksimalnih dnevni letni padavin ter maksimalnih srednjih mesečnih padavin. Prav iz kombinacije zgoraj naštetih sezonskosti različnih meteoroloških in hidroloških podatkov lahko sklepamo, kateri so tisti glavni vzroki, da se poplava pojavi. Na primer: poletne poplave so lahko posledica taljenja snega v hribih ali pa konvekcijskih padavin. Srednji mesečni pretoki so pomembni s stališča taljenja snega. Maksimalne dnevne padavine so pomembne zaradi konvekcijskih padavin in neviht, srednje mesečne padavine pa so povezane z orografskimi in frontalnimi padavinami, ki nastopajo v določenem obdobju v letu. Generalno gledano nam analize sezonskosti nastopa povprečnih podatkov, kot so srednji mesečni pretoki in padavine, kažejo na razlike v klimatskih razmerah v daljšem časovnem obdobju na posameznem območju. Analize sezonskosti pojavov, ki se zgodijo v krajšem časovnem obdobju (maksimalne letne dnevne padavine, maksimalni letni pretoki) pa nam kažejo razlike v procesu nastajanja poplav na nivoju dogodka (Merz et al., 1999).

Poleg analize sezonskosti podatkov, ki nam kažejo vzroke za poplave, smo analizirali tudi podatke o minimalnih srednjih mesečnih pretokih in minimalnih srednjih mesečnih padavinah, ki nam povedo, kdaj v Sloveniji nastopi suša. Minimalne srednje mesečne padavine nam povedo, kdaj nastopi meteorološka suša, ki je prva stopnja suše. Minimalni srednji mesečni pretoki pa nam povedo, kdaj nastopi hidrološka suša, ki je zadnja in najhujša stopnja suše.

Po vzoru avstrijske analize smo celotno analizo razdelili na dva dela. V hidrološkem delu smo analizirali sezonskost nastopa najvišjih letni pretokov, sezonskost nastopa najvišjih srednjih mesečnih pretokov ter minimalni srednjih mesečnih pretokov na vseh vodomernih postajah v Sloveniji. Meteorološki del analize je obsegal analizo sezonskosti nastopa najvišjih letni dnevni padavin, najvišjih srednjih mesečnih padavin in minimalni srednjih mesečnih padavin za vse meteorološke postaje v Sloveniji.

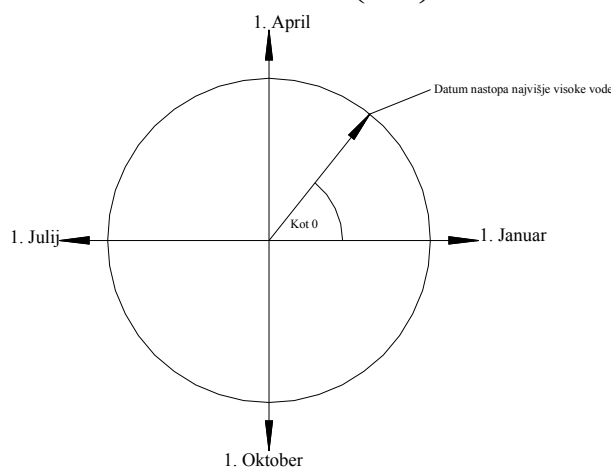
Skupni cilj vseh štirih analiz sezonskosti je bil izdelati grafično predstavitev (karto), na kateri bo prikazana časovna in prostorska razporeditev padavin in pretokov v Sloveniji. Iz take karte naj bi nazorno razbrali, kateri so glavni vzroki, ki vplivajo na proces nastajanja poplav in suš v Sloveniji. Zato se na karti v vsaki točki, kjer je vodomerna ali meteorološka postaja, prikaže vektor, katerega smer je odvisna od dneva oziroma meseca, v katerem nastopi maksimum oziroma minimum padavin ali pretokov ter katerega velikost je odvisna od intenzitete pojava.

Metoda za analizo sezonskosti nastopa maksimalni letni pretokov in maksimalni letni dnevni padavin

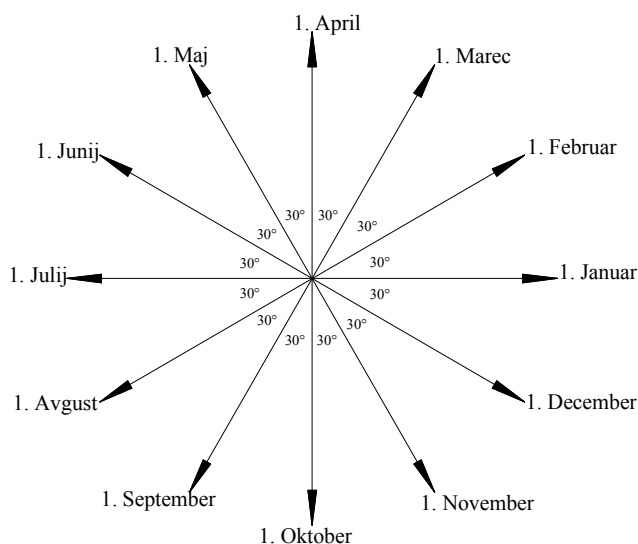
Metodo, ki smo jo uporabili pri analizi sezonskosti nastopa najvišjih letni pretokov in najvišjih letni dnevni padavin, je predstavil Burns (1997). Najprej smo ustvarili bazo podatkov, ki je za vsako vodomerno oziroma meteorološko postajo vsebovala niz podatkov, kateri dan v vsakem letu delovanja postaje je nastopil največji pretok oziroma največje dnevne padavine na tej postaji. Datum (dan v mesecu, mesec) nastopa vsakoletnega maksimalnega pretoka in maksimalni letni dnevni padavin za vsako

postajo smo pretvorili v julijanski dan (zaporedni dan v letu; 1. januar je dan 1 in 31. december je dan 365), tega pa v kot:

$$\theta = (\text{julijanski.dan}) \times \left(\frac{2\pi}{365} \right) \quad (1)$$



Slika 1 – Shematičen prikaz datuma, ko nastopi maksimum in kota θ .



Slika 2 – Definicija smeri vektorja, ki nam pove datum nastopa maksimalnega letnega pretoka in maksimalnih letnih dnevni padavin.

Vrednost θ je kot v radianih, ki nam pove dan v letu, ko nastopi maksimum na posamezni postaji v posameznem letu ($\theta = 0$ stopinj pomeni 1. januar; $\theta = 360$ stopinj pomeni 31. december).

Datum nastopa maksimuma lahko interpretiramo kot vektor, kateremu smer določa kot θ . Če imamo za določeno postajo n dogodkov (n je število let, za katere imamo podatke), lahko zgornji postopek uporabimo za grafično predstavitev datuma nastopa maksimuma.

Iz niza n podatkov (n je število let, za katere imamo podatke) za vsako postajo izračunamo \bar{x} in \bar{y} koordinato povprečnega datuma nastopa maksimuma:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(\theta_i) \quad (2)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sin(\theta_i) \quad (3)$$

Vrednosti \bar{x} in \bar{y} predstavljata x in y koordinato povprečnega datuma nastopa maksimuma. Povprečno smer vektorja, ki prikazuje datum nastopa maksimuma, pa dobimo po naslednji enačbi:

$$\bar{\theta} = \tan^{-1}\left(\frac{\bar{y}}{\bar{x}}\right) \quad (4)$$

Sedaj imamo povprečno smer vektorja izraženo v radianih, lahko pa jo izrazimo nazaj v julijanski dan po naslednji enačbi:

$$MD = \bar{\theta} \frac{365}{2\pi} \quad (5)$$

Vrednost MD predstavlja povprečni dan (julijanski dan) nastopa maksimalnega letnega pretoka na vsaki vodomerni postaji ter povprečni dan (julijanski dan) nastopa maksimalnih letnih dnevnih padavin na vsaki meteorološki postaji.

Dolžino vektorja, ki predstavlja merilo variabilnosti dogodka na posamezni postaji, določimo po naslednji enačbi:

$$\bar{r} = \sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2} \quad (6)$$

\bar{r} je brezdimenzijska enota in nam pove, kakšna je porazdelitev datumov nastopa visokih voda okoli povprečnega datuma nastopa visoke vode na posamezni postaji. Vrednost parametra \bar{r} se giblje med 0 in 1. Vrednost $\bar{r}=1$ pomeni, da v nizu podatkov vsako leto nastopi maksimum natančno na isti dan v letu. Če pa je $\bar{r}=0$, pomeni da je v nizu podatkov zelo velika variabilnost in da visoka voda nastopi vsako leto na drugačen dan v letu. Seveda v realnosti vrednosti 1 nikoli ne dosežemo, treba pa je vedeti, da bolj kot se \bar{r} bliža vrednosti 1, bolj je izrazita sezonskost nastopa dogodka.

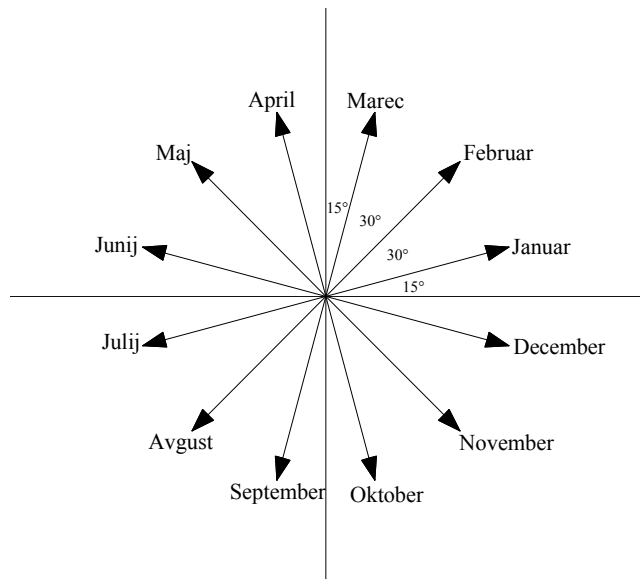
V vsaki točki v Sloveniji, kjer se nahaja vodomerna oziroma meteorološka postaja, za katero smo imeli podatke, je narisana vektor, ki ima določeno smer z izračunanim kotom $\bar{\theta}$, dolžina vektorja pa je sorazmerna z izračunanim \bar{r} .

Pri analizi sezonskosti maksimalnih letnih dnevnih padavin je največji \bar{r} znašal 0,818 in sicer za meteorološko postajo Kapela s 13-letnim podatkovnim nizom. Minimalni izračunani \bar{r} je znašal 0,108 za meteorološko postajo Iskrba z 9-letnim podatkovnim nizom.

Pri analizi sezonskosti maksimalnih letnih pretokov pa je največji \bar{r} znašal 0,918 in sicer za vodomerno postajo Orlica na Vuhreščici s 6-letnim podatkovnim nizom. Minimalni izračunani \bar{r} je znašal 0,025 za vodomerno postajo Martjanci na Martjanskem potoku z 21-letnim podatkovnim nizom.

Metoda za analizo sezonskosti nastopa maksimalnih srednjih mesečnih pretokov in maksimalnih srednjih mesečnih padavin

Metodo, ki je uporabljena za kvantificiranje sezonskosti nastopa maksimalnih srednjih mesečnih padavin in maksimalnih srednjih mesečnih pretokov, je leta 1947 predstavil francoski hidrolog Parde. Ista metoda je uporabljena tudi v avstrijski analizi. Tudi za to analizo smo sestavili bazo podatkov o srednjih mesečnih padavinah na meteoroloških postajah in srednjih mesečnih pretokih na vodomernih postajah za vsako leto njihovega delovanja.



Slika 3 – Definicija smeri vektorja, ki nam pove v katerem mesecu i_{\max} nastopijo maksimalne srednje mesečne padavine oziroma maksimalni srednji mesečni pretoki.

Pri tej metodi se sezonskost pojava kvantificira z uporabo Pardejevega koeficienta (P_k). Za vsako postajo sem za vsak mesec i med 1 in 12 za vsako leto delovanja postaje izračunal P_k po naslednji enačbi:

$$Pk_i = \frac{12}{n} \sum_{j=1}^n \left(Q_{ij} / \sum_{i=1}^{12} Q_{ij} \right), \quad (7)$$

kjer pomeni Q_{ij} srednja mesečna vrednost (padavine ali pretok) v mesecu i in letu j , n pa je število let, za katere imamo na razpolago podatke o srednjih mesečnih vrednostih za posamezno postajo.

V nadaljevanju postopka so me zanimale maksimalne srednje mesečne padavine oziroma maksimalni srednji mesečni pretoki, zato sem analiziral maksimalni Pardejev koeficient izmed 12 mesecev za posamezno postajo:

$$Pk_i = \max(Pk_i) \quad (8)$$

Prav tako nas je zanimal tudi mesec i_{\max} , v katerem je nastopil maksimalni Pardejev koeficient. Vrednosti maksimalnega izbranega Pardejevega koeficienta P_k se gibljejo med 1 in 12. Vrednost $P_k = 1$ pomeni, da so najvišji srednji mesečni vrednosti za to postajo z nizom podatkov za n let enakomerno porazdeljeni v mesecih leta. Vrednost $P_k = 12$ pa pomeni, da na določeni postaji v n letih (kolikor imamo podatkov) nastopi vsako leto najvišja srednja mesečna vrednost padavin ali pretokov v mesecu i_{\max} . Vsota izračunanih koeficientov po mesecih za vsako postajo je 12.

V vsaki točki v Sloveniji, kjer se nahaja vodomerna oziroma meteorološka postaja, za katero smo imeli podatke o srednjih mesečnih padavinah oziroma pretokih, je narisani vektor, ki kaže proti mesecu i_{\max} , za katerega je izračunani P_k največji, dolžina vektorja pa je sorazmerna z izračunanim P_k .

Pri analizi sezonskosti maksimalnih srednjih mesečnih padavin je največji P_k znašal 1,922 in sicer za meteorološko postajo Gomanče s 15-letnim podatkovnim nizom. Minimalni izračunani P_k je znašal 1,174 za meteorološko postajo Poljane na Notranjskem s 16-letnim podatkovnim nizom.

Pri analizi sezonskosti maksimalnih srednjih mesečnih pretokov je največji P_k znašal 3,388 in sicer za vodomerno postajo Zaka na Solzniku s 5-letnim podatkovnim nizom. Minimalni izračunani P_k je znašal 1,145 za vodomerno postajo Kelag na Bistrici s 6-letnim podatkovnim nizom.

Metoda za analizo sezonskosti nastopa minimalnih srednjih mesečnih padavin in minimalnih srednjih mesečnih pretokov

Avstrijska analiza, po kateri smo se zgledovali pri prejšnjih analizah sezonskosti, vključuje samo analize največjih pojavov, ne pa tudi najmanjših. V analizi smo poleg prej opisanih analiz analizirali tudi sezonskost nastopa minimalnih srednjih mesečnih padavin in minimalnih srednjih mesečnih pretokov.

Metoda, ki smo jo uporabili, je analogna metodi za analizo sezonskosti maksimalnih srednjih mesečnih količin, le da so nas sedaj zanimale minimalne srednje mesečne padavine in minimalni srednji mesečni pretoki. Do teh količin smo prišli tako, da smo analizo sezonskosti opravili z minimalnimi izračunanimi Pardejevimi koeficienti (P_k). Izmed dvanajstih izračunanih P_k -jev za vsako postajo za vsak mesec smo izbrali minimalnega. Ta nam pove mesec, v katerem so bile obravnavane srednje mesečne količine najmanjše. Vsi minimalni P_k -ji se gibljejo med 0 in 1. Prav tako nas je zanimal tudi mesec i_{\min} , v katerem se pojavi najmanjši P_k .

V nadaljevanju smo v vsaki meteorološki oziroma vodomerni postaji narisali vektor, katerega smer je določena z mesecem i_{\min} , dolžina vektorja pa je definirana z enačbo:

$$Pk' = 1 - Pk_{\min} \quad (9)$$

Pri analizi sezonskosti maksimalnih srednjih mesečnih padavin je najmanjši Pk_{\min} znašal 0,327 in sicer za meteorološko postajo Bled - Jermenka z 8-letnim podatkovnim nizom. Maksimalni izračunani Pk_{\min} je znašal 0,842 za meteorološko postajo Javornik nad Colom s 17-letnim podatkovnim nizom.

Pri analizi sezonskosti maksimalnih srednjih mesečnih pretokov je najmanjši Pk_{\min} znašal 0,043 in sicer za vodomerno postajo Pšine na Drnici s 5-letnim podatkovnim nizom. Maksimalni izračunani Pk_{\min} je znašal 0,863 za vodomerno postajo Mala Zaka na Krivici z 8-letnim podatkovnim nizom.

Rezultati

Namen analiz sezonskosti je bil izdelati karte, na katerih bo prikazana časovna in prostorska razporeditev padavin in pretokov v Sloveniji. Na kartah je v vsaki točki, kjer je vodomerna ali meteorološka postaja, narisani vektor, katerega smer je odvisna od dneva oziroma meseca, v katerem nastopi maksimum ali pa minimum. Velikost vektorja pa je odvisna od intenzitete pojava, ki je odvisna od izračunanega \bar{r} oziroma izračunanega P_k .

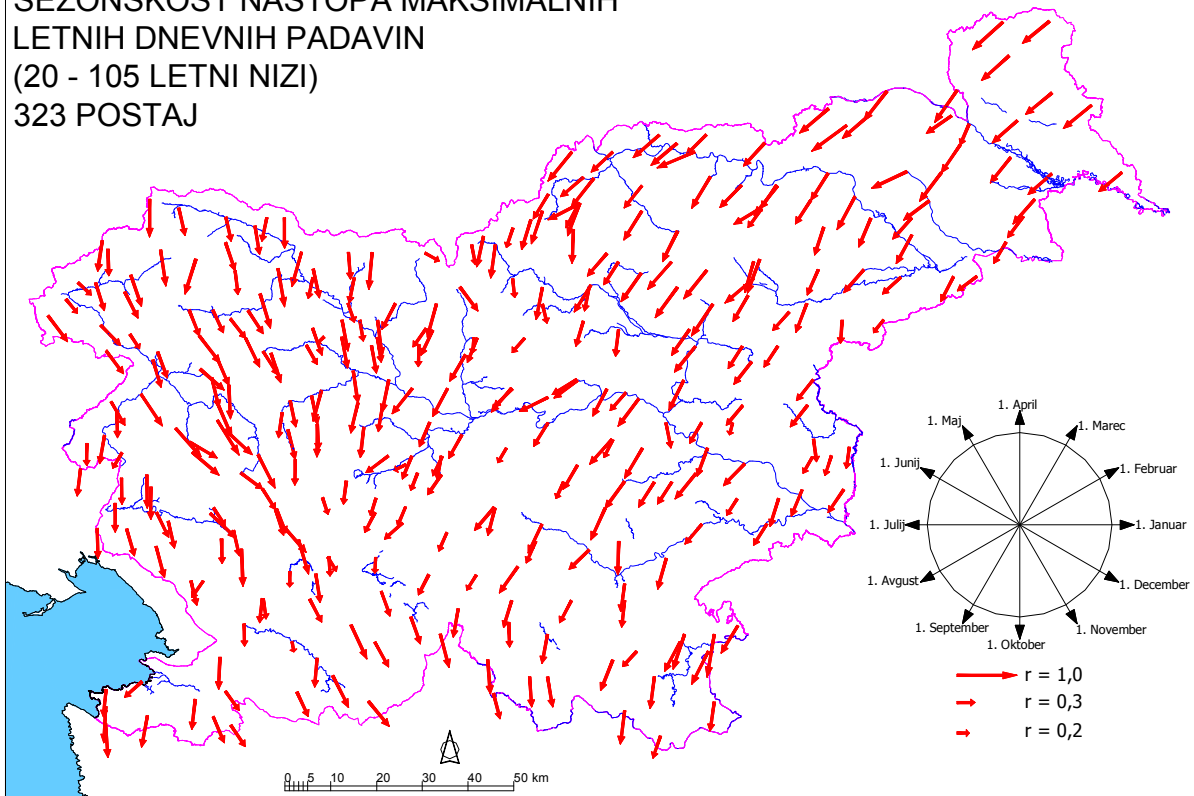
Ker pa so rezultati, ki jih dobimo, če upoštevamo vse zbrane podatke (postaje s 5- in večletnimi podatkovnimi nizi), preveč nehomogeni, smo se odločili, da upoštevamo samo meteorološke in vodomerne postaje, za katere so na razpolago daljši nizi podatkov (vsaj 10, 15, 20 let meritev), kakor so to storili pri avstrijski analizi, saj so tudi oni prišli do istega problema, tj. prevelike nehomogenosti podatkov.

Rezultati posameznih analiz sezonskosti so prikazani na slikah od 4 do 9. Število postaj, ki so bile upoštevane, ter dolžina niza delovanja teh postaj je podana na vsaki sliki. Najdaljši niz podatkov ima meteorološka postaja Ljubljana Bežigrad, in sicer 105 let. Najdaljši niz podatkov ima vodomerna postaja Hasberg na Unici, in sicer 76 let.

Razprava

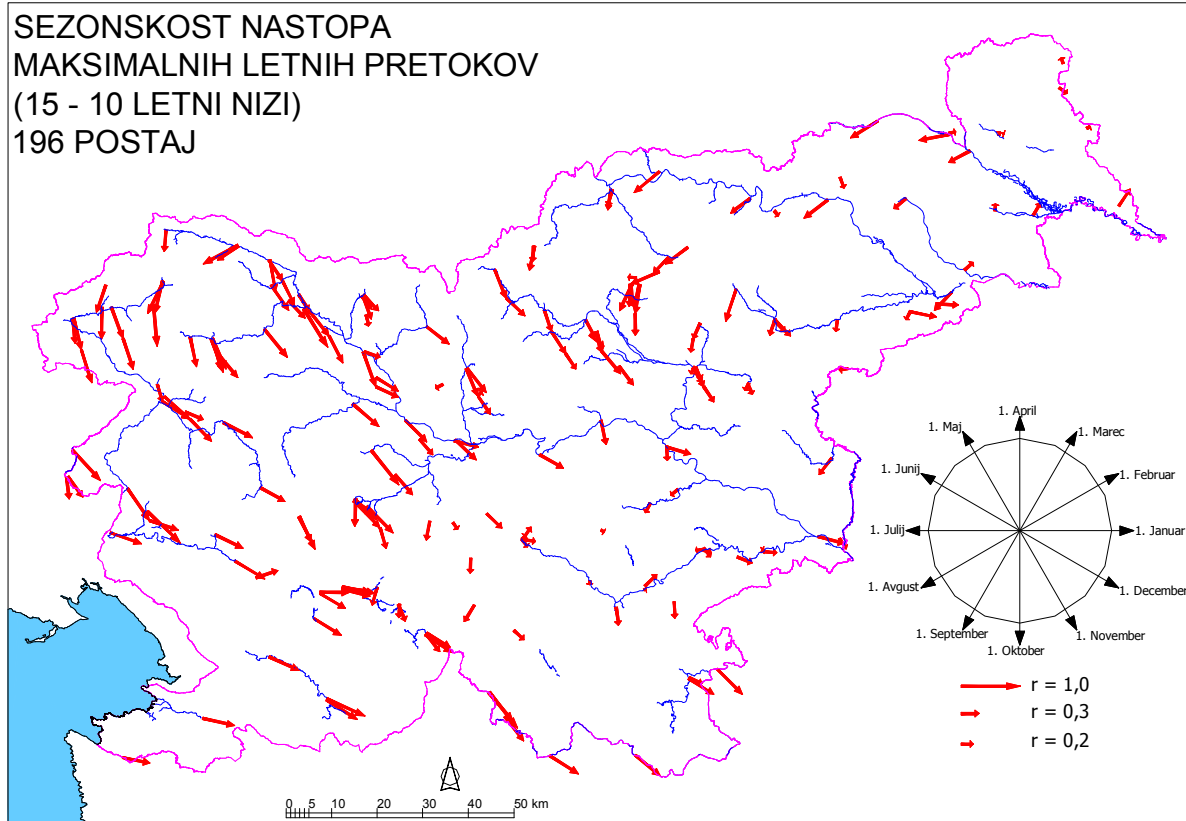
Če želimo spoznati glavne procese in pojave, ki povzročajo poplave in suše v Sloveniji, moramo pogledati rezultate vseh opravljenih analiz in jih med sabo primerjati. Samo na ta način dobimo vpogled v nekatere pomembne naravne procese, ki povzročajo ekstremne hidrološke dogodke iz vidika sezonskosti njihovega nastopa.

SEZONSKOST NASTOPA MAKSIMALNIH
LETNIH DNEVNIH PADAVIN
(20 - 105 LETNI NIZI)
323 POSTAJ

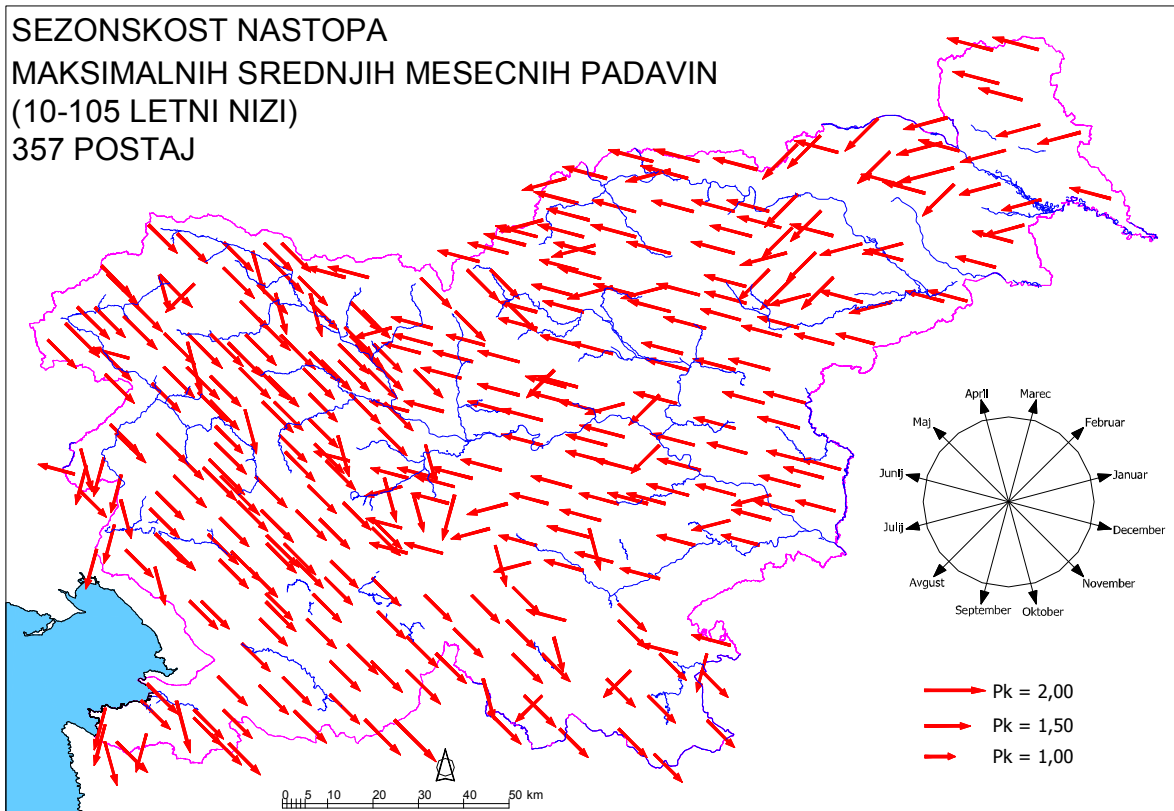


Slika 4 – Sezonskost nastopa maksimalnih letnih dnevnih padavin za 323 meteoroloških postaj z nizi delovanja vsaj 20 let.

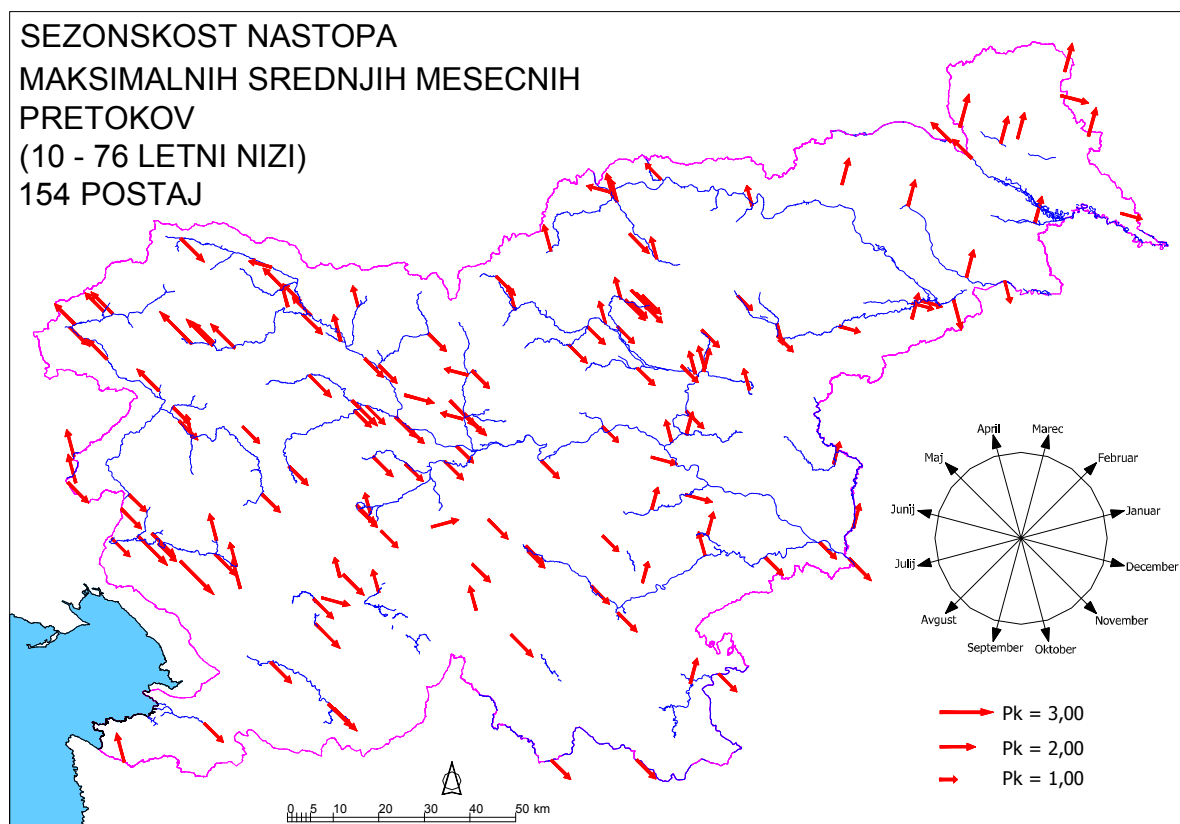
SEZONSKOST NASTOPA
MAKSIMALNIH LETNIH PRETOKOV
(15 - 10 LETNI NIZI)
196 POSTAJ



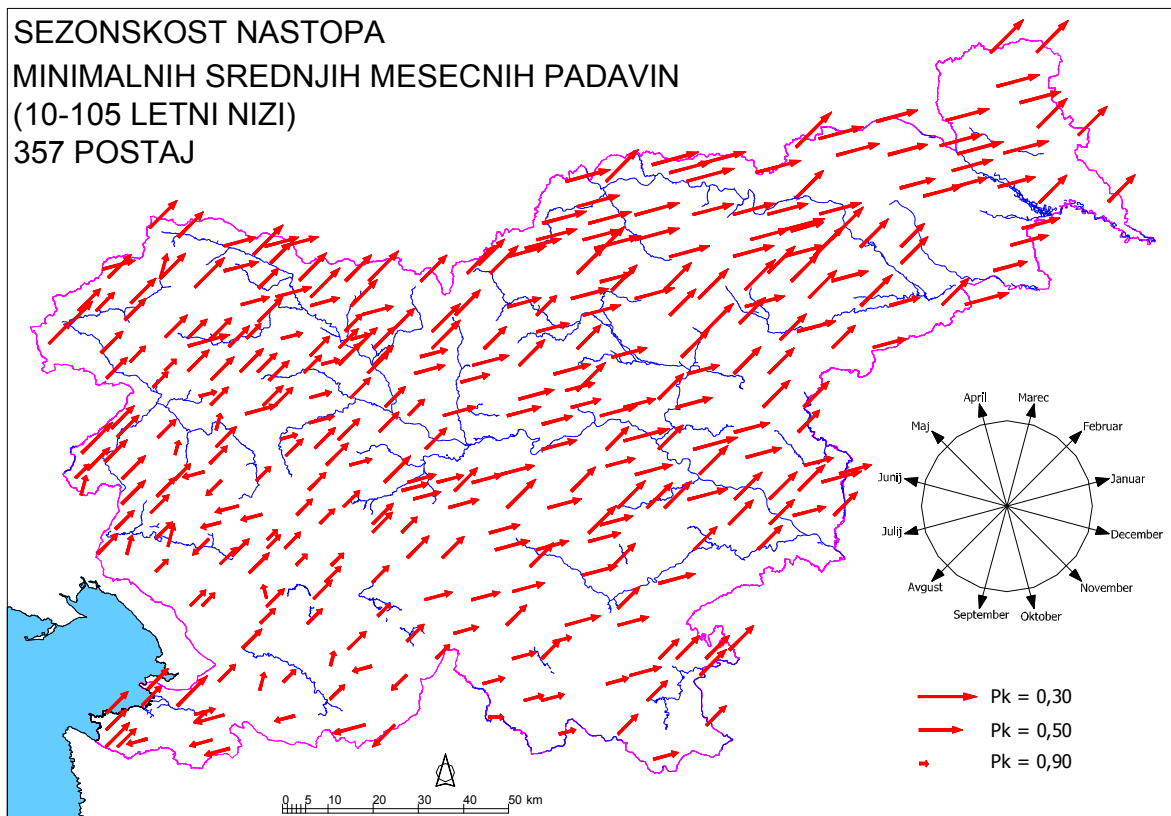
Slika 5 – Sezonskost nastopa maksimalnih letnih pretokov za 196 vodomernih postaj z nizi delovanja med 15 in 76 let.



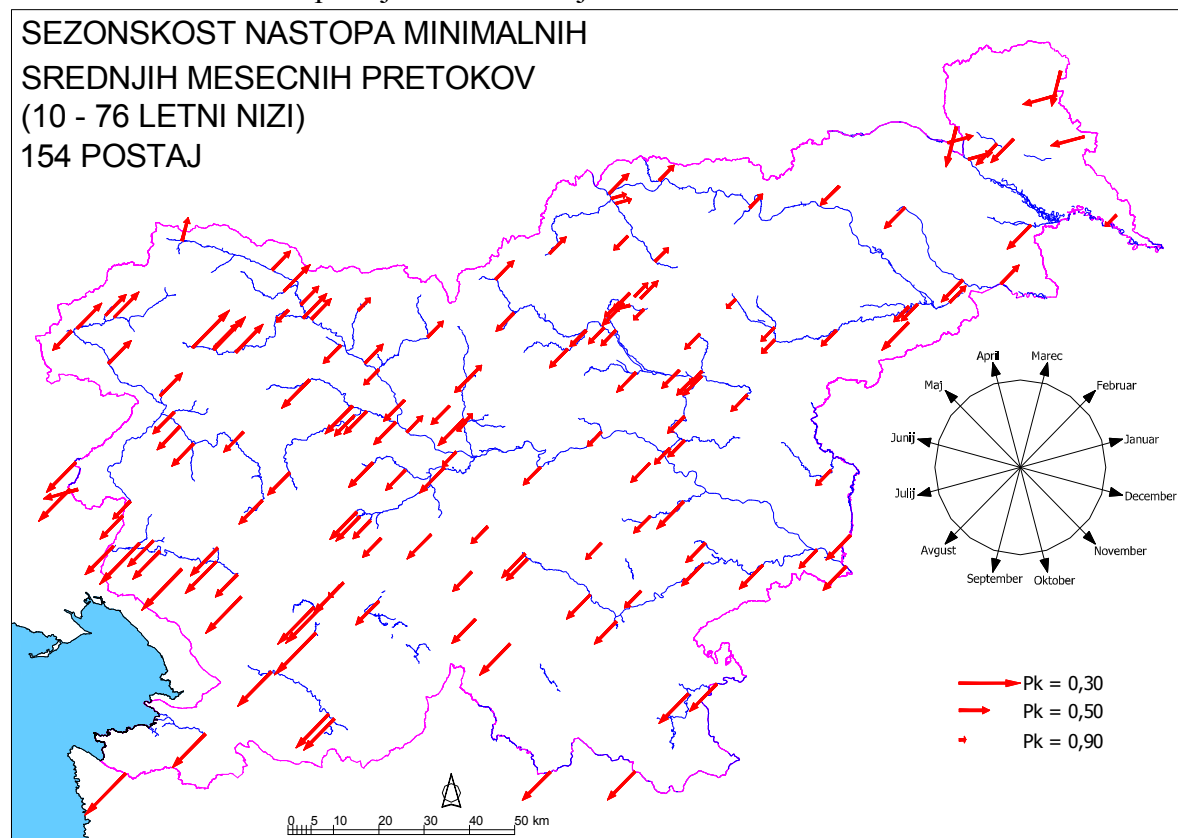
Slika 6 – Sezonskost nastopa maksimalnih srednjih mesečnih padavin za 357 meteoroloških postaj z nizom delovanja vsaj 10 let.



Slika 7 – Sezonskost nastopa maksimalnih srednjih mesečnih pretokov za 154 vodomernih postaj z nizi delovanja med 10 in 76 let.



Slika 8 – Sezonskost nastopa minimalnih srednjih mesečnih padavin za 357 meteoroloških postaj z nizi delovanja med 10 in 105 let.



Slika 9 – Sezonskost nastopa minimalnih srednjih mesečnih pretokov za 154 vodomernih postaj z nizi delovanja med 10 in 76 let.

Poplave

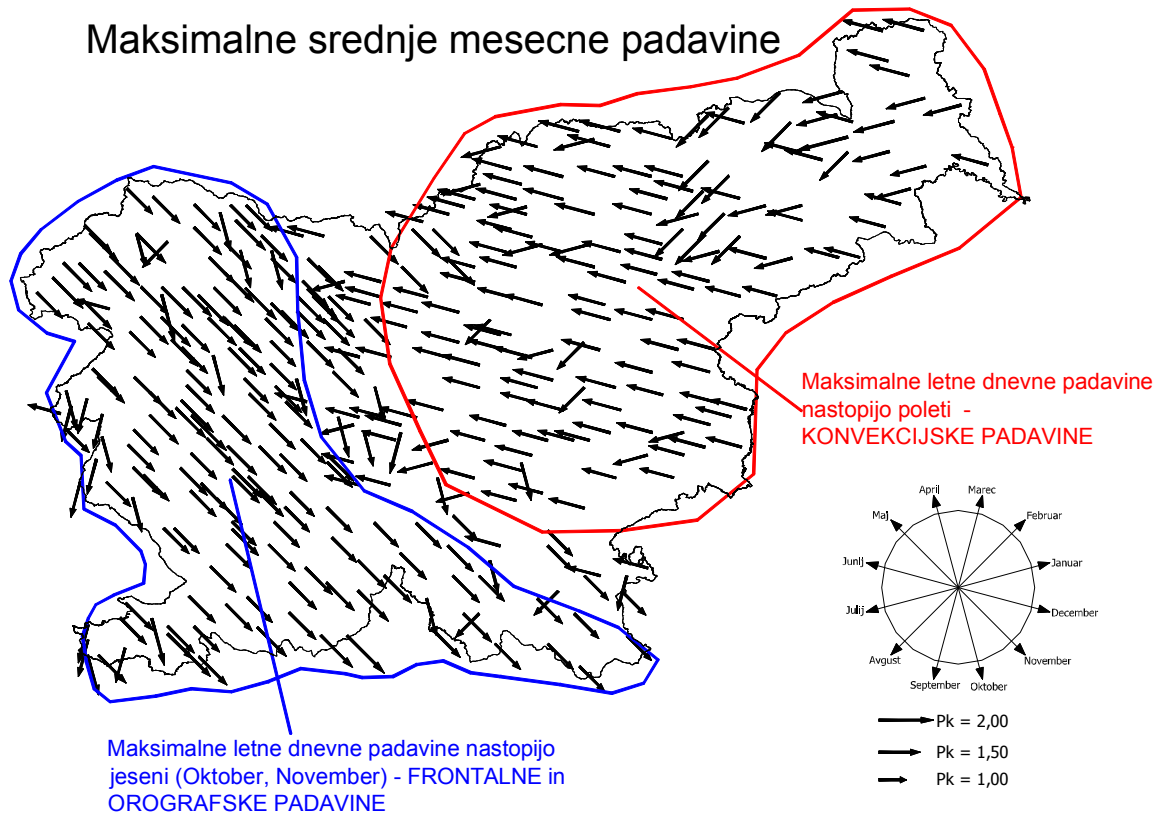
Glede na sezonskost nastopa maksimalnih srednjih mesečnih padavin je področje Slovenije izrazito razdeljeno na dva dela. V severovzhodnem delu Slovenije maksimalne srednje mesečne padavine nastopijo izrazito v poletnih mesecih (junij – avgust). Iz tega lahko sklepamo, da so v poletnih mesecih v tem delu Slovenije pogoste konvekcijske padavine, saj je teren precej raven, ozračje pa segreto, kar je idealno za dviganje toplega zraka in nastanek konvekcijskih padavin. Tudi narisani vektorji so precej veliki, kar pomeni, da so izračunani P_k -ji veliki in je sezonskost precej izrazita. Situacija na jugozahodnem, bolj goratem delu Slovenije pa je popolnoma drugačna. Tu maksimalne srednje mesečne padavine nastopijo v jesenskem času (oktober, november). Ta del Slovenije je precej gorat. Vlažne zračne mase, ki se v jeseni premikajo od zahoda in jugozahoda proti vzhodu, se ob prvih obronkih Julijskih Alp in visokih dinarskih planotah dvigajo in ohlajajo, zato pride do nastanka obilnih orografskih padavin. Prav tako so v jesenskem času pogoste fronte, ki potujejo od zahoda proti vzhodu čez naše kraje in povzročajo trajnejše poslabšanje vremena. V tem primeru lahko govorimo o precej izraziti sezonskosti.

Če pogledamo karto, ki prikazuje nastop maksimalnih letnih dnevni padavin, vidimo, da je situacija podobna. V V delu Slovenije maksimalne dnevne padavin nastopijo pozno poleti (avgust). Iz tega sklepamo, da je na koncu poletja, meseca avgusta, ozračje v tem delu tako zelo segreto, da pride do nastanka zelo obilnih in kratkotrajnih konvekcijskih padavin. Narisani vektorji so veliki, kar nam pove, da so izračunani \bar{r} veliki in je sezonskost izrazita. V Z in JZ Sloveniji so razmere podobne kot pri nastopu maksimalnih srednjih mesečnih padavin. V tem goratem delu Slovenije se maksimalne dnevne padavine pojavljajo v jesenskem času (oktober, november). To nam pove, da orografske in ciklonske padavine v jeseni tu povzročajo zelo močne in obilne padavine. Tudi tu so narisani vektorji veliki, kar kaže na izrazito sezonskost.

Rezultati analize sezonskosti nastopa maksimalnih srednjih mesečnih pretokov so precej heterogeni. Skupne značilnosti imajo samo posamezna področja Slovenije. Na območju JZ Slovenije se najvišji srednji mesečni pretoki pojavljajo v jesenskem času (november). Kot smo videli, so tudi padavine v jeseni intenzivne, zato lahko sklepamo, da so vzrok za visoke srednje mesečne pretoke prav padavine. Isto velja tudi za Idrijsko in Škofjeloško hribovje. Zelo zanimivi so rezultati v porečju Save Bohinjke. Tu se maksimalni srednji mesečni pretoki pojavijo v mesecu maju. Glede na to, da je Sava Bohinjka alpska reka, lahko sklepamo, da na povišane srednje mesečne pretoke spomladi vpliva taljenje snega. V vzhodnem delu Slovenije najvišji srednji mesečni pretoki nastopijo zgodaj spomladi, razen na Dravi in Muri na njunem vstopu v Slovenijo, ki imata viške v mesecu maju. To je vpliv taljenja snega v njunem zgornjem toku v Avstriji. Na vodomernih postajah na Muri in Dravi blizu hrvaški meji, pa je situacija že drugačna, saj se viški pomaknejo nazaj v mesec marec. Na to vplivajo prav gotovo hidroelektrarne na Dravi in razni pritoki. Vzrok temu, da v tem delu nastopijo maksimalni srednji mesečni pretoki v zgodnji pomladi, je taljenje snega v Avstriji, odtok pa poteka prav čez to območje. Na splošno pa lahko rečemo, da nastop maksimalnih srednjih mesečnih pretokov nima izrazite sezonskosti.

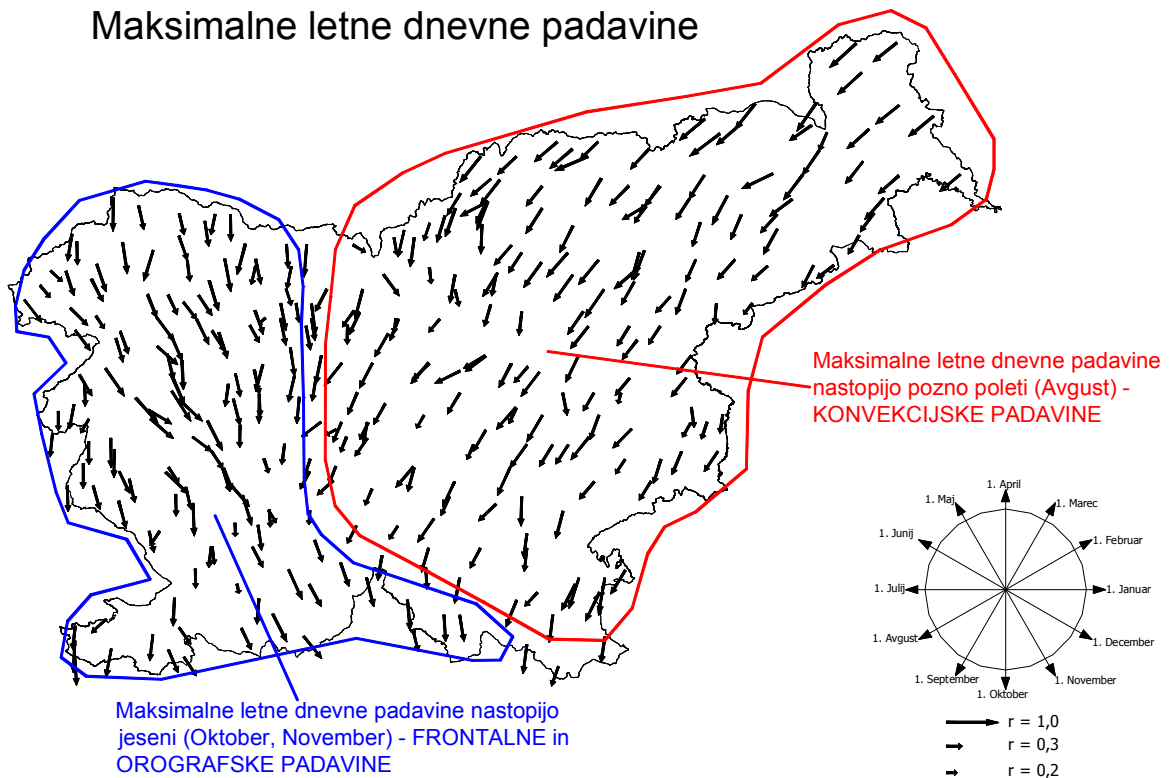
Sezonskost maksimalnih letnih pretokov lahko interpretiramo kot sezonskost nastopa poplav v Sloveniji. Na sliki je razvidno, da je Slovenija razdeljena na štiri večja področja s skupnimi značilnostmi glede sezonskosti nastopa maksimalnih letnih pretokov oziroma poplav. V jugozahodnem delu Slovenije poplave nastopajo izrazito v pozni jeseni in zgodnji zimi (november, december). Tudi maksimalni srednji mesečni pretoki nastopijo v istem delu leta, kar velja tudi za padavine. Maksimalne srednje mesečne padavine nastopijo v oktobru in novembru.

Maksimalne srednje mesečne padavine



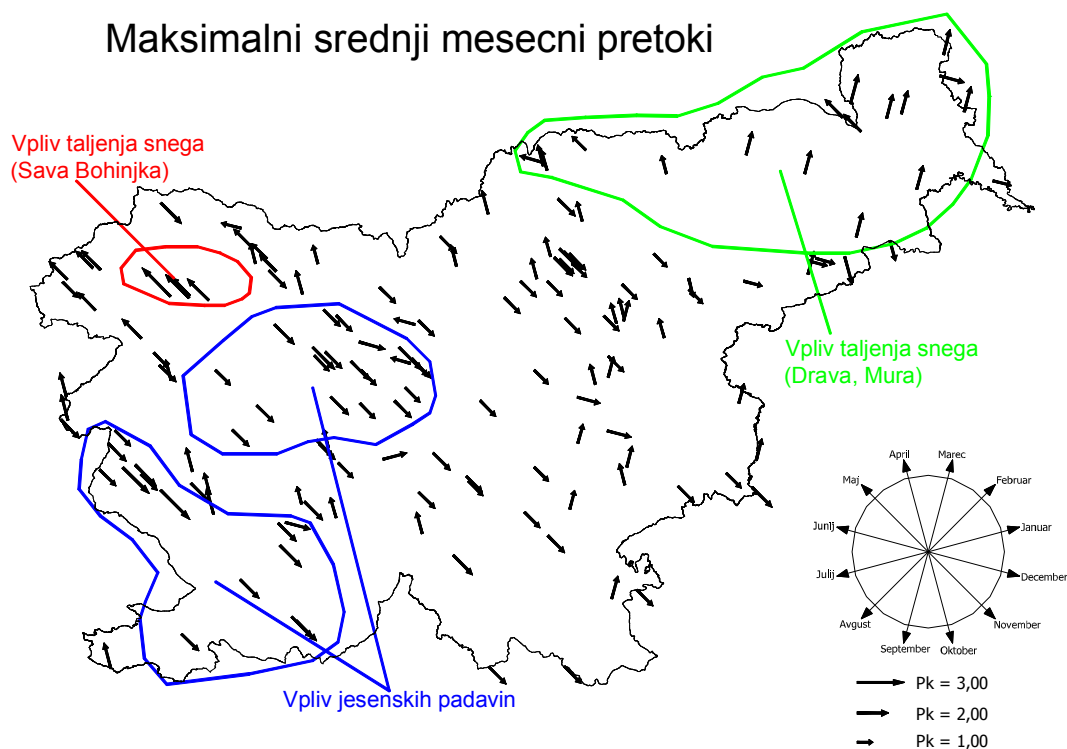
Slika 10 – Vpliv maksimalnih srednjih mesečnih padavin na poplave.

Maksimalne letne dnevne padavine



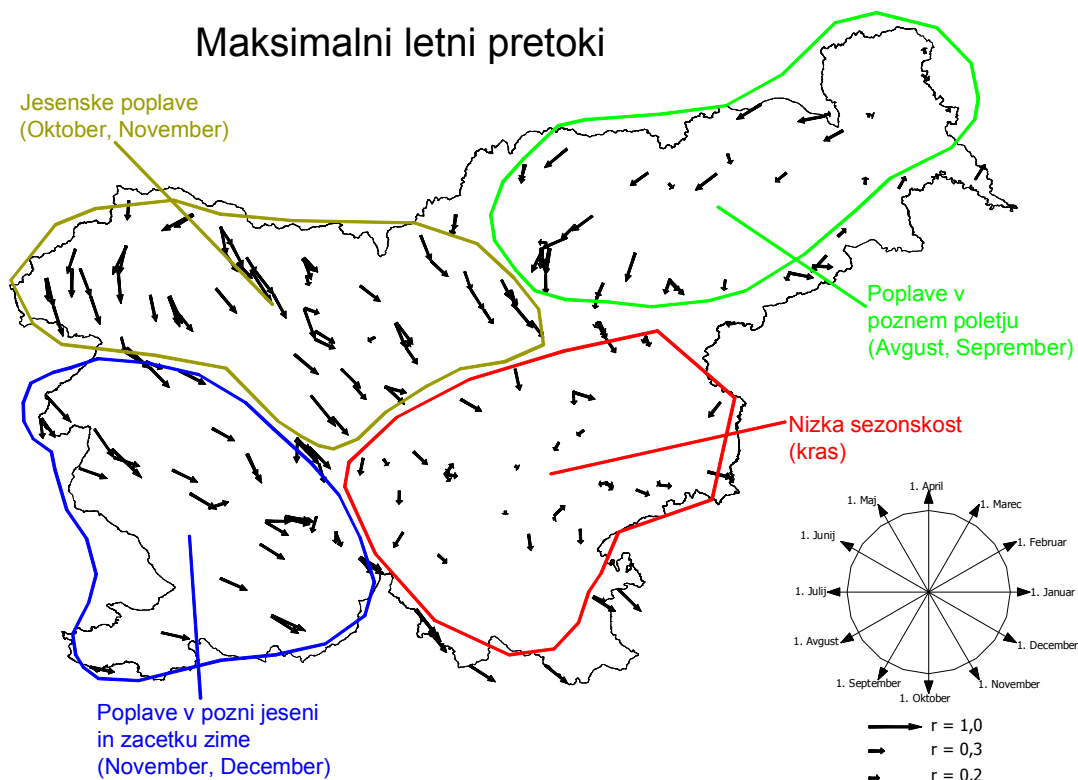
Slika 11 – Vpliv maksimalnih letnih dnevni padavin na poplave.

Maksimalni srednji mesečni pretoki



Slika 12 – Vpliv maksimalnih srednjih mesečnih pretokov na poplave.

Maksimalni letni pretoki



Slika 13 – Sezonskost nastopa poplav v Sloveniji.

To nam pove, da je to obdobje zelo mokro, tla so namočena. Maksimalne dnevne padavine nastopijo v istih mesecih. Iz tega lahko sklepamo, da zelo intenzivne orografske ali frontalne padavine v pozni jeseni povzročijo poplave v tem delu Slovenije, saj je zemlja zasičena z vodo, vodonosniki so polni in padavinska voda zlahka odteče v rečne struge, ki se hitro napolnijo in reke prestopijo bregove saj so srednji mesečni pretoki takrat najvišji. Severozahodni alpski del Slovenije ima iste značilnosti, le da tu maksimalni letni pretoki in poplave nastopijo malo prej (oktober, november). Prav tako so za poplave tu odgovorne jesenske padavine (frontalne in orografske), le da k hitrejšemu odtoku padavinske vode pripomore še strm nagib terena: obdobje poplav (oktober, november) časovno sovпада s pojavom maksimalnih srednjih mesečnih in dnevnih padavin.

V V delu Slovenije maksimalni letni pretoki in poplave nastopajo pozno poleti in v začetku jeseni vendar s precej manjšo sezonskostjo. Na proces pojavljanja poplav vplivajo različni dejavniki. Eden od vzrokov so kratkotrajne a zelo intenzivne konvekcijske padavine, ki se tu pojavljajo v istem obdobju. Na poplave Mure in Drave pa vplivajo padavine v njihovem zgornjem toku v Avstriji.

V JV delu Slovenije pa o sezonskosti pojava poplav ne moremo govoriti, izračunane vrednosti \bar{r} so zelo majhne, dobljene smeri vektorjev pa zelo različne. Razlog je v temu, da je to kraško področje z zelo specifičnimi hidrološkimi značilnostmi.

Suša

V tem delu analize so predstavljeni rezultati sezonskosti nastopa minimalnih srednjih mesečnih pretokov in minimalnih srednjih mesečnih padavin. Vse analize so opravljene na standardnih hidroloških in meteoroloških podatkih, ki so bili pridobljeni iz ARSO.

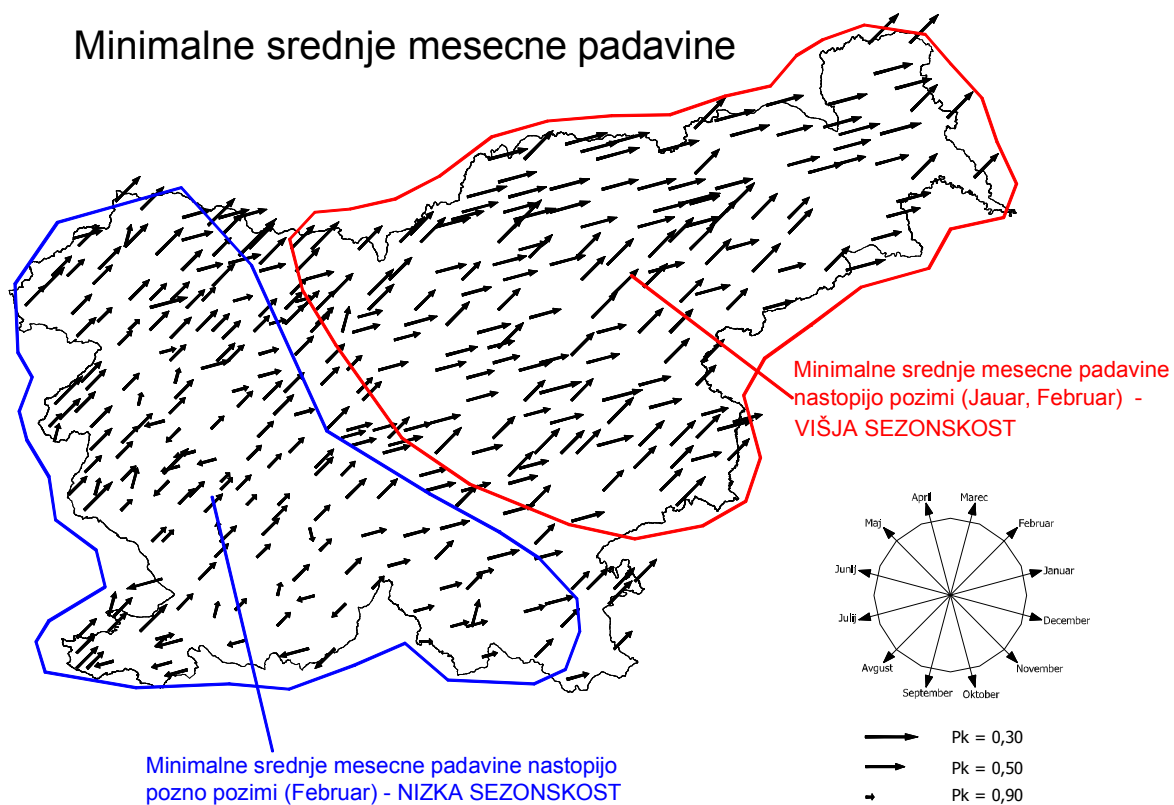
Kot smo v uvodnem delu omenili, poznamo tri vrste suše: meteorološko, kmetijsko in hidrološko. Iz rezultatov minimalnih srednjih mesečnih padavin je razvidno, kdaj in kje v Sloveniji nastopi meteorološka suša. Iz slike je razvidno, da minimalne srednje mesečne padavine na ozemlju celotne Slovenije nastopijo v zimskih mesecih (januar, februar). V zahodni in jugozahodni Sloveniji so vektorji precej kratki, kar nam kaže na nizko sezonskost pojava. V SV Sloveniji pa so vektorji daljši kar pomeni višjo sezonskost.

Glede na minimalne srednje mesečne pretoke, ki nam kažejo hidrološko sušo, lahko Slovenijo razdelimo na tri dele. V JZ delu hidrološka suša nastopi izrazito v mesecu avgustu. Sezonskost pojava je precej velika. Severni gorati del Slovenije ima hidrološko sušo v zimskem času in sicer meseca februarja, sezonskost nastopa pa je že precej manjša. Vzhodni in osrednji del Slovenije pa je izkazal zelo majhno sezonskost, večina vodomernih postaj pa beleži najnižje srednje mesečne pretoke meseca avgusta.

Iz teh dveh slik lahko sklepamo, da v Sloveniji razen v alpskem delu nastopa suša v dveh obdobjih: pozimi in poleti. Pozimi imamo po večini države meteorološko sušo z zelo malo padavinami. Kmetijska suša se v tem letnem času ne odraža, saj zima ni obdobje, ko bi rastline uspevale. Hidrološka suša pa nastopi po večini države v poletnem času (avgust), ko so srednji mesečni pretoki najnižji.

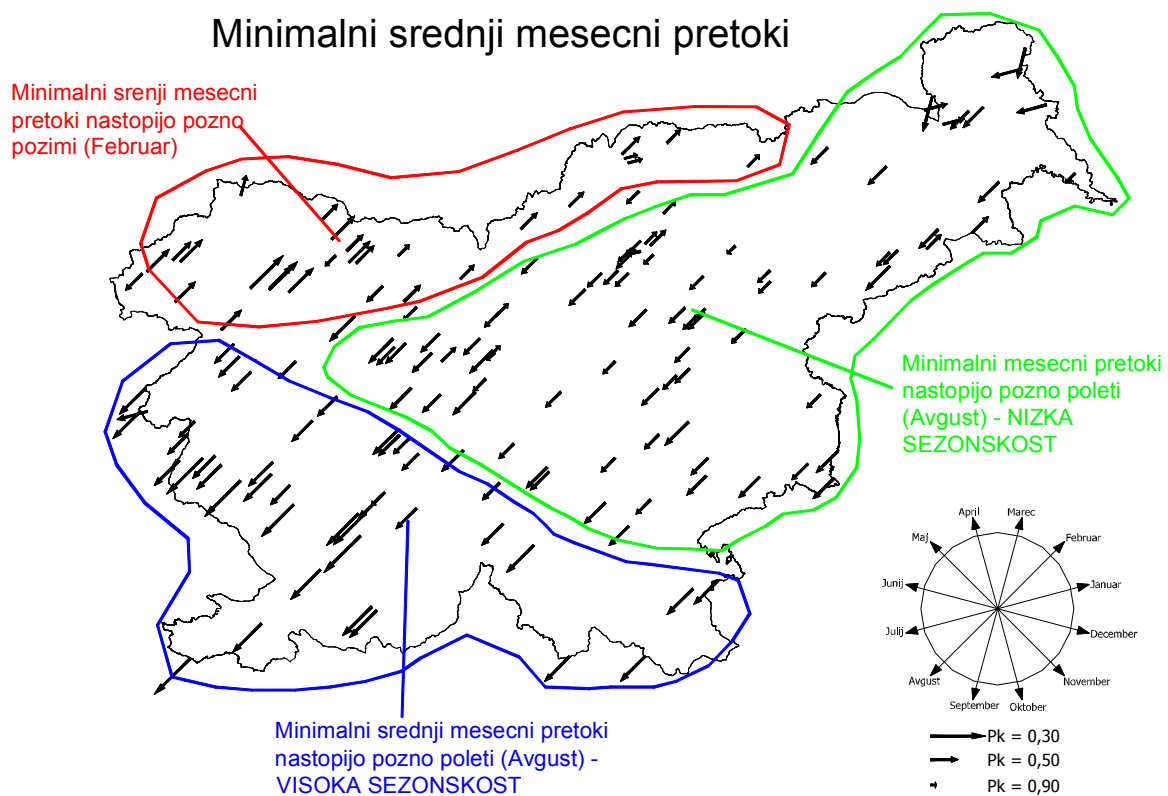
Iz tega lahko sklepamo, da vzrok za poletno sušo niso samo nizke padavine, temveč tudi visoka temperatura, veter, nizka relativna vlaga, zmanjšana oblačnost. Hidrološka suša je zadnja stopnja suše, zato v mesecu avgustu nastopi tudi kmetijska suša, ki je za kmetijstvo brez namakanja pogubna. V alpskem svetu Slovenije pa suša v poletnih mesecih ne nastopi. Minimalne srednje mesečne padavine se pojavijo v januarju in februarju. Minimalni srednji mesečni pretoki se prav tako pojavijo v januarju in februarju. Alpe so v tem obdobju pod snegom, ki je ponavadi zapadel že prej, zato so minimalne srednje mesečne padavine nizke. Temperatura zraka pa je še zelo nizka, zato se sneg ne topi in so srednji mesečni pretoki nizki.

Minimalne srednje mesečne padavine



Slika 14 – Meteorološka suša v Sloveniji.

Minimalni srednji mesečni pretoki



Slika 15 – Hidrološka suša v Sloveniji.

Primerjava rezultatov analize sezonskosti s pretočnimi režimi v Sloveniji

V Sloveniji imamo po zadnji raziskavi osem različnih pretočnih režimov. Ti režimi se razlikujejo glede na to, kje se pojavljajo in glede na same hidrološke značilnosti. Iz hidrološkega zornega kota lahko teh osem pretočnih režimov razdelimo v štiri skupine z bistvenimi razlikami. Te štiri skupine so naslednje:

- Dežni režim
- Dežno – snežni režim
- Snežno – dežni režim
- Snežni režim

Dežni režim se pojavlja v jugozahodni Sloveniji. Maksimalni pretoki nastopijo v pozni jeseni, minimalni pretoki pa pozno poleti v mesecu avgustu. Če pogledamo rezultate opravljenih analiz je razvidno, da v jugozahodni Sloveniji maksimalni pretoki res nastopajo v pozni jeseni, minimalni pretoki pa so v mesecu avgustu.

Dežno snežni režimi se pojavljajo v dinarskem svetu, dinarsko – alpskem svetu in panonskem svetu. Maksimalni pretoki nastopijo v mesecu novembru, minimalni pa meseca avgusta in septembra. Iz rezultatov analiz je razvidno, da v dinarsko – alpskem svetu osrednje Slovenije maksimalni pretoki res nastopijo novembra, razen v jugovzhodnem delu Slovenije, kjer je sezonskost zelo nizka. Dežno snežni režim se pojavlja tudi na vodotokih v panonskem svetu, vendar iz opravljenih analiz glede maksimalnih pretokov tega ni razvidno. Najmanjši pretoki se v tem režimu pojavijo avgusta in septembra. Iz analize sezonskosti nastopa minimalnih srednjih mesečnih pretokov je razvidno, da v prej omenjenih delih Slovenije res nastopijo minimumi avgusta in septembra.

Snežno dežni režimi nastopajo v alpskem srednjegorskem in visokogorskem svetu. Največji pretoki se pojavijo novembra, kar je iz analize sezonskosti najvišjih pretokov tudi razvidno. Najnižji pretoki pa se pojavljajo v mesecu avgustu. To se z dobljenimi rezultati delno ujema, saj minimalni pretoki v srednjegorskem alpskem svetu res pojavljajo meseca avgusta, v visokogorskem alpskem svetu pa se minimalni pretoki pojavljajo februarja.

Snežni režim pa se pojavlja samo na reki Dravi in Muri, ki v Slovenijo pritečeta iz sosednje Avstrije in na katere ima taljenje snaga v visokogorju velik vpliv. Maksimalni pretoki se pojavijo avgusta, minimalni pretoki pa se pojavljajo meseca februarja, kar sem s svojo analizo potrdil.

Odstopanja, ki se pojavljajo v primerjavi rezultatov z dežno – snežnim in snežno – dežnim režimom izhajajo iz dejstva, da smo v svoji analizi uporabili samo sezonskost maksimalnih in minimalnih pretokov, režimi pa so določeni na podlagi odtočnih količnikov. Poleg tega so režimi določeni na podlagi podatkov iz obdobja od leta 1961 do leta 1990, analizo pa smo opravili na vseh podatkovnih nizih, ki so na voljo na ARSO in so daljši od 5 let.

Zaključki

V raziskavi smo obdelali časovno in prostorsko rzporeditev nekaterih meteoroloških in hidroloških podatkov z analizo sezonskosti njihovega nastopa. V meteorološkem delu analize je obdelana sezonskost nastopa maksimalnih letnih dnevni padavin in maksimalnih srednjih mesečnih padavin. iz rezultatov je razvidno, da obstaja določena sezonskost teh pojavov. V hidrološkem delu analize pa je obdelana sezonskost nastopa maksimalnih letnih pretokov in maksimalnih srednjih mesečnih pretokov. Tudi na tem področju obstaja določena sezonskost. Iz sezonskosti nastopa maksimalnih letnih pretokov je razvidno, da poplave v alpski Sloveniji nastopajo v jesenskem času, v zahodni Sloveniji nastopajo v pozni jeseni in začetku zime, v vzhodni Sloveniji pa nastopajo poplave v

poznem poletju. V jugovzhodnem delu Slovenije ne moremo govoriti o izraziti sezonskosti nastopa poplav, saj je to območje kraško. V zahodni in gorati severni Sloveniji so vzroki za poplavljanje rek jesenske frontalne in orografske intenzivne padavine. V vzhodnem delu Slovenije so za nastop poplav krive zelo intenzivne konvekcijske padavine. Srednji mesečni pretoki nam kažejo na to, da taljenje snega nikjer v Sloveniji ne povzroča poplav, čeprav je na Dravi in Muri opaziti vpliv taljenja snega v zgornjem (avstrijskem) delu njihovega povodja vendar ne v obdobju, ko so v tem delu Slovenije poplave najbolj pogoste.

V raziskavi je bila obdelana tudi sezonskost suše v Sloveniji z vidika nastopa minimalnih srednjih mesečnih padavin in minimalnih srednjih mesečnih pretokov. Meteorološka suša nastopi v celi Sloveniji pozimi, v januarju in februarju. V gorati alpski Sloveniji pride v tem času tudi do nastopa hidrološke suše, ne moremo pa govoriti o kmetijski suši, saj to obdobje ni plodno za rastline. Voda se zadržuje v snežni odeji. V poznem poletju (avgust) pa nastopi hidrološka suša po celi Sloveniji, razen v severnem delu. To nam pokaže, da v tem obdobju nastopi tudi kmetijska suša, ki ponavadi zelo prizadene kmetijstvo. Za poletno hidrološko sušo pa ni vzrok samo pomanjkanje padavin, temveč tudi visoka temperatura zraka, nizka relativna vlažnost, veter in sončno obsevanje.

Literatura

- Burn, D. H. 1997. Catchment similarity for regional flood frequency analysis using seasonality measures. *Journal of Hydrology*, 202: 212-230.
- Blöschl, G. 2001. Flash-flood risk assessment under the impacts of land use changes and river engineering works, Final Report. Wien, Technische Universität Wien: 84 str.
- Gams, I. 1999. Spremenljivi sezonski padavinski režim in njegov vpliv na suše in povodnji. *Ujma*, 13: 195-198.
- Hrvatina, M. 1998. Pretočni režimi v Sloveniji. *Geografski zbornik*, 38: 60-87.
- Kolbezen, M. 1998. Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. Ljubljana, Hidrometeorološki zavod Slovenije: 29 str.
- Merz, R., Piock-Ellena, U., Blöschl, G., Gutknecht, D. 1999. Seasonality of flood processes in Austria. *IAHR Publications, Hydrological Extremes*, 255: 273-278.
- Srebrnič, T. 2005. Časovna razporeditev padavin in pretokov v Sloveniji z analizo sezonskosti. *Diplomska naloga, UL FGG, Ljubljana*: 139 str.