

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Legat, B., 2013. Vpliv podnebnih sprememb na verjetnost pojava poplav v porečju Save v Sloveniji. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Brilly, M., somentorica Šraj, M.): 40 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Legat, B., 2013. Vpliv podnebnih sprememb na verjetnost pojava poplav v porečju Save v Sloveniji. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Brilly, M., co-supervisor Šraj, M.): 40 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
gradbeništvo in
geodezijo



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

PRVOSTOPENJSKI
ŠTUDIJSKI PROGRAM
GRADBENIŠTVO (UN)
GRADBENIŠTVO /
HIDROTEHNIKA

Kandidat/-ka:

BARBARA LEGAT

**VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB NA VERJETNOST
POJAVA POPLAV V POREČJU SAVE V SLOVENIJI**

Diplomska naloga št. : 83/B-GR

**IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE PROBABILITY OF
OCCURRENCE OF FLOODS IN SAVA RIVER BASIN IN
SLOVENIA**

Graduation thesis No.: 83/B-GR

Mentor/-ica:

prof. dr., Mitja Brilly

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Somentor/-ica:

doc. dr., Mojca Šraj

Član komisije:

Ljubljana, 24. 09. 2013

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisana Barbara Legat, izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom »Vpliv podnebnih sprememb na verjetnost poplav v porečju Save«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 11.09.2013

Barbara Legat

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	551.583:556.166(043.2)
Avtor:	Barbara Legat
Mentor:	prof. dr. Mitja Brilly
Somentorica:	doc. dr. Mojca Šraj
Naslov:	Vpliv podnebnih sprememb na verjetnost pojava poplav v porečju Save v Sloveniji
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	40 str., 44 pregl., 4 sl., 28 en., 2 pril.
Ključne besede:	podnebne spremembe, poplave, pretok, padavine, verjetnostna analiza

Izvleček

Podnebje se je spreminjalo skozi celotno zgodovino, klimatologi pa napovedujejo spremembe tudi v prihodnosti. Te spremembe imajo velik vpliv na temperaturo zraka, padavine in posledično na pretočnost naših rek, še posebno na reko Savo, katere porečje zaseda več kot polovico našega državnega ozemlja. Zato so dandanes na voljo različni modeli in verjetnostne analize za napovedovanje visokih voda. V okviru diplomske naloge smo uporabili verjetnostno analizo po metodi letnih maksimumov. Določenim vodomernim postajam na srednji Savi smo pripisali ustrezno klimatološko postajo, zbrali podatke o maksimalnih letnih pretokih in maksimalnih dnevnih padavinah za obdobje od 58 do 62 let ter za te podatke izračunali korelacijske koeficiente in regresijske premice. S pomočjo teh rezultatov in ocenjenih podatkov o padavinah v prihodnosti smo preračunali pretoke za posamezna obdobja v prihodnosti. Ugotovili smo, da se bodo nizki pretoki še znižali, povečale pa se bodo ekstremne vrednosti. Na podlagi tega pa lahko sklepamo da se bodo povratne dobe ekstremnih pretokov znižale.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 551.583:556.166(043.2)
Author: Barbara Legat
Supervisor: prof. dr. Mitja Brilly, Ph.D
CO-avisor: assist. Mojca Šraj, Ph.D
Title: Impact of climate change on the probability of occurrence of floods in Sava river basin in Slovenia
Document type: Graduation Thesis – University studies
Scope and tools: 40 p., 44 tab., 4 fig., 28 eq., 2 ann.
Keywords: climate change, floods, discharge, precipitation, probability analysys

Abstract

Climate has been changing throughout entire history and climatologists also predict future changes. These changes have a great influence on air temperature, precipitation and consequently on discharges of our rivers, especially Sava. Its basin covers over a half of Slovenia's national grounds. Various models and probability analysis to predict flooding are available nowadays. In this assignment we applied probability analysis with the method of yearly maximums. Certain hydrometric stations at the middle section of Sava were assigned with climatological stations, gathered information about maximal annual rate of discharge and maximum daily precipitation for the period from 58 to 62 years and we calculated correlation coefficients and regression lines. Using these results and estimated future discharges, we have calculated rates of discharge for specific future periods. It is established that lower rates of discharge will continue to fall and maximum values will increase. On that basis we can state that return periods for extreme rates of discharge will lower.

ZAHVALA

Za pomoč in podporo pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju prof. dr. Mitji Brilliyu in somentorici doc. dr. Mojci Šraj ter Agenciji Republike Slovenije za okolje za gradivo.

Zahvaljujem se tudi svoji družini in vsem bližnjim, ki so mi stali ob strani in me spodbujali.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE	I
IZJAVE.....	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTACT	IV
ZAHVALA	V
1 UVOD.....	1
2 PODNEBNE SPREMEMBE	2
2.1 Napovedi za Slovenijo.....	2
3 POPLAVE	3
3.1 Poplave v Sloveniji	3
4 POREČJE SAVE.....	3
4.1 Padavine.....	4
4.2 Pretočni režimi.....	5
4.3 Delitev porečja.....	6
4.3.1 Srednja Sava.....	6
5 UVOD V VERJETNOSTNO ANALIZO.....	6
5.1 Pregled osnovnih pojmov.....	7
5.2 Statistična porazdelitev.....	7
6 RAČUN VPLIVA PODNEBNIH SPREMEMB NA VERJETNOST POPLAV V POREČJU SAVE.....	7
6.1 Podatki.....	7
6.2 Regresijski premici in koeficient korelacije.....	9
6.2.1 Rezultati za vodomerno postajo Šentjakob.....	12
6.2.2 Rezultati za vodomerno postajo Kamnik	14
6.2.3 Rezultati za vodomerno postajo Moste	16
6.2.4 Rezultati za vodomerno postajo Suha	18
6.2.5 Rezultati za vodomerno postajo Veliko Širje.....	20
6.3 Transformacija podatkov za hidrološke napovedi vplivov podnebnih sprememb	22
6.3.1 Rezultati za vodomerno postajo Šentjakob.....	25
6.3.2 Rezultati za vodomerno postajo Kamnik	27
6.3.3 Rezultati za vodomerno postajo Moste	29
6.3.4 Rezultati za vodomerno postajo Suha	31
6.3.5 Rezultati za vodomerno postajo Veliko Širje.....	33
7 ZAKLJUČEK.....	35
VIRI.....	37

KAZALO SLIK

Slika 1: Ocena spremembe letne temperature zraka in količine padavin v obdobju 1956-2005 [4].....	2
Slika 2: Porečje Save [6]	4
Slika 3: Mreža klimatoloških postaj 2009 [11].....	8
Slika 4: Mreža vodomernih postaj 2012 [11]	8

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Šentjakob.....	12
Preglednica 2: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Šentjakob	12
Preglednica 3: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Šentjakob	12
Preglednica 4: Vrednosti za določitev simetrale regresijskih premic za v.p. Šentjakob	13
Preglednica 5: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Kamnik.....	14
Preglednica 6: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Kamnik	14
Preglednica 7: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Kamnik	14
Preglednica 8: Vrednosti za določitev simetrale regresijskih premic za v.p. Kamnik.....	15
Preglednica 9: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Moste.....	16
Preglednica 10: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Moste	16
Preglednica 11: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Moste	16
Preglednica 12: Vrednosti za določitev simetrale regresijskih premic za v.p. Moste.....	17
Preglednica 13: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Suha.....	18
Preglednica 14: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Suha.....	18
Preglednica 15: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Suha	18
Preglednica 16: Vrednosti za določitev simetrale regresijskih premic za v.p. Suha.....	19
Preglednica 17: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Veliko Širje.....	20
Preglednica 18: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Veliko Širje	20
Preglednica 19: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Veliko Širje	20
Preglednica 20: Vrednosti za določitev simetrale regresijskih premic za v.p. Veliko Širje.....	21
Preglednica 21: Maksimalne dnevne sezonske padavine pridobljene za vremenske postaje iz E-OBS podatkov za obdobje 1971-2010 z 20-letno povratno dobo v mm	22
Preglednica 22: Vrednosti jesenskih maksimalnih dnevnih padavin v mm z 20- in 100-letno povratno dobo, ki temeljijo na podatkih E-OBS z napovedmi	22
Preglednica 23: Faktor frekvence Gumbelove porazdelitve $z_G(T)$	23
Preglednica 24: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Šentjakob	25
Preglednica 25: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. Šentjakob.....	25
Preglednica 26: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Šentjakob	25
Preglednica 27: Vrednosti maksimalnih pretokov v m^3/s za prihodnost za v.p. Šentjakob.....	26
Preglednica 28: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Kamnik	27
Preglednica 29: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. postajo Kamnik.....	27
Preglednica 30: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Kamnik	27
Preglednica 31: Vrednosti maksimalnih pretokov v m^3/s za prihodnost za v.p. Kamnik.....	28
Preglednica 32: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Moste	29
Preglednica 33: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. Moste	29
Preglednica 34: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Moste	29
Preglednica 35: Vrednosti maksimalnih pretokov v m^3/s za prihodnost za v.p. Moste.....	30
Preglednica 36: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Suha	31
Preglednica 37: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. Suha	31

Preglednica 38: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Suha	31
Preglednica 39: Vrednosti maksimalnih pretokov v m ³ /s za prihodnost za v.p. Suha.....	32
Preglednica 40: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Veliko Širje	33
Preglednica 41: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. Veliko Širje	33
Preglednica 42: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Veliko Širje	33
Preglednica 43: Vrednosti maksimalnih pretokov v m ³ /s za prihodnost za v.p. Veliko Širje.....	34
Preglednica 44: Primerjava pretokov s 100-letno povratno dobo za obdobji do danes in 2071-2100....	36

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Regresijski premici in njuna simetrala za v.p. Šentjakob	13
Grafikon 2: Regresijski premici in njuna simetrala za v.p. Kamnik	15
Grafikon 3: Regresijski premici in njuna simetrala za v.p. Moste	17
Grafikon 4: Regresijski premici in njuna simetrala za v.p. Suha	19
Grafikon 5: Regresijski premici in njuna simetrala za v.p. Veliko Širje	21
Grafikon 6: Graf maksimalnih pretokov v odvisnosti od $F(z)$ za v.p. Šentjakob	26
Grafikon 7: Graf maksimalnih pretokov v odvisnosti od $F(z)$ za v.p. Kamnik	28
Grafikon 8: Graf maksimalnih pretokov v odvisnosti od $F(z)$ za v.p. Moste	30
Grafikon 9: Graf maksimalnih pretokov v odvisnosti od $F(z)$ za v.p. Suha	32
Grafikon 10: Graf maksimalnih pretokov v odvisnosti od $F(z)$ za v.p. Veliko Širje	34

OZNAKE IN OKRAJŠAVE

VPP	Viški preko praga
LM	Letni maksimumi
IzVRS	Inštitut za vode Republike Slovenije
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
E-OBS	European observation - European daily high-resolution gridded data set
v.p.	Vodomerna postaja

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

Podnebne spremembe so današnje dni po svetu zelo pogosto obravnavana tema, saj so med drugim tudi povzročitelj večjih sprememb v vodnih režimih. Povzročajo dvig temperature zraka zaradi česar se sicer skupna količina padavin zmanjšuje, kar pa pomeni, da bo deževalo redkeje, a takrat toliko močneje [1]. To pa pomeni, da se bodo pretoki rek močno povečali, kar pa lahko povzroči katastrofalne poplave. Podnebne spremembe in posledično hujše poplave pa se bodo dogajale tudi v Sloveniji, saj je naše ozemlje prekrto z gosto rečno mrežo.

V zadnjih nekaj letih je bila tema o vplivu podnebnih sprememb na vodni režim v porečju Save predstavljena v različnih študijah [2]. Te študije so se v glavnem osredotočale na trende temperature in povprečne vrednosti pretokov, mi pa smo se v verjetnostni analizi osredotočili na maksimalne letne pretoke in maksimalne dnevne padavine. Za potrebe te analize smo potrebovali daljše obdobje opazovanj in meritev, zato smo se odločili za obdobje od leta 1949 do leta 2010. Izbrali smo si 5 vodomernih postaj za merjenje pretokov in 3 klimatološke postaje za merjenje količine padavin, s katerih smo dobili podatke o pretokih in padavinah. Za te podatke smo izračunali korelacije in ker te niso bile zadovoljive, smo določili enačbo premice, po kateri naj bi imeli pretoki in padavine najboljšo korelacijo. Za napovedi velikosti pretokov v prihodnosti pa smo uporabili oceno največje dnevne količine padavin v jesenskem času in tako dobili, za predhodno določena obdobja od leta 2011 do 2040, 2041 do 2070 in 2071 do 2100, velikosti pretokov. Analizo teh rezultatov pa bomo predstavili v zaključku.

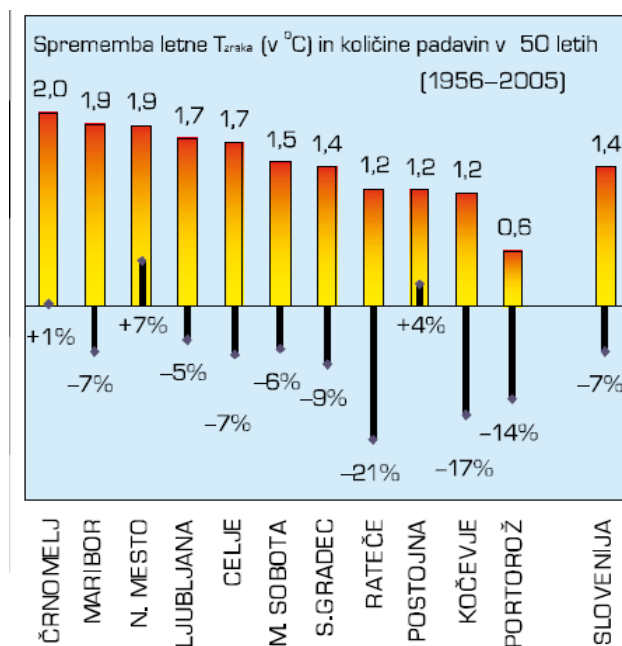
2 PODNEBNE SPREMEMBE

Glavna značilnost podnebja je spremenljivost, kar pa pomeni, da se stalno spreminja. Te spremembe pa vplivajo na življenje na Zemlji in so posledica več dejavnikov [3]:

- Kroženje planeta
 - ekscentričnost orbite
 - sprememba nagiba zemljine osi
 - precesija enakonočij
- Solarna aktivnost
 - sončne pege
- Energijska bilanca
- Albedo
- Vodna para
- Oblaki
- Vulkanizem in aerosoli
- Globalno dimljenje
- Morski tokovi in dvig morske gladine
- Splošno kroženje atmosfere
- Obrat magnetnega polja
- Antropogeni vpliv

2.1 Napovedi za Slovenijo

V preteklih 50 letih se je povprečna temperatura zraka v Sloveniji povečala za $1,4 \pm 0,6$ °C, manj v ruralnih območjih in najbolj v mestih, spremembe letne količine padavin pa niso statistično značilne (Slika 1) [4].



Slika 1: Ocena spremembe letne temperature zraka in količine padavin v obdobju 1956-2005 [4]

Glede na geografsko lego in razgibanost terena, po napovedih klimatologov, sodi Slovenija med tiste države v Evropi v katerih bodo podnebne spremembe precej večje od povprečnih. Pričakujemo lahko, da se bodo do sedaj opazne posledice spremembe podnebja še močno stopnjevale [3].

Analize za prihodnost pa kažejo, da se bo do konca 21. stoletja temperatura zraka v hladnejši polovici leta dvignila še za povprečno 3 °C, v toplejši polovici pa za povprečno 3,5 °C. Povečala naj bi se tudi intenziteta padavin in skupna količina padavin v hladnejši polovici leta. Skupna količina padavin v toplejši polovici leta pa naj bi začela upadati [4]. Če to povzamemo, ugotovimo, da se bo količina padavin v prihodnosti znižala, povečal pa se bo delež močnejših padavin, kar pomeni da bo deževalo manjkrat, a takrat močneje[1].

Zaradi porasta temperature ozračja in posledično bolj intenzivnih padavin se lahko zgodi, da bo današnja 100-letna poplava v prihodnosti postala poplava z 10-letno povratno dobo.

3 POPLAVE

Poplava je naraven pojav in pomeni, da voda zalije neko območje, ki običajno ni prekruto z vodo. Poplave nastopajo postopoma, razen v primeru porušitve objektov, zgrajenih za zaščito pred poplavami, in zato niso popolnoma nepričakovane [1].

Poplavni dogodki so bili in so še eden izmed najbolj pomembnih povzročiteljev naravnih nesreč, ki so odgovorni za smrti in gospodarske izgube. Rezultat ekstremnih poplav je neposreden destruktiven vpliv v času pojava, lahko pa tudi posredno vpliva na verigo dogodkov po pojavu, kot sta lakota in epidemije, ki povzročajo dodatno škodo in trpljenje [5].

3.1 Poplave v Sloveniji

Poplave v Sloveniji večinoma nastanejo zaradi izredno močnih in dolgotrajnih padavin, velike predhodne vlažnosti tal in padavin, ki so padle na snežno odejo. K razvoju današnjih poplav pa je pripomogel tudi človek s krčenjem gozdov, obdelavo tal, izgradnjo večjih mest, letališč ter goste cestne in železniške mreže. S tem se je povečal površinski odtok, ki pa v povezavi s padavinami povzroča nastanek večjih poplavnih dogodkov. Za pojav poplav pa je pomembna tudi časovna razporeditev padavin ter intenziteta. Padavine, ki imajo maksimum na koncu dogodka povzročajo večje pretoke kot padavine, ki imajo maksimum na začetku dogodka [1].

Pojav poplav v Sloveniji je najpogostejši v jesenskem obdobju (oktober in november). Takrat upade zadrževalni učinek vegetacije ter zgodi se prehod hladne fronte preko srednje Evrope in prehod sredozemskega ciklona iznad Genovskega zaliva [1].

4 POREČJE SAVE

Več kot polovica poplavnega območja se nahaja v porečju Save, ki zaseda več kot polovico državnega ozemlja, to je 10.746 km² [1].

Porečje Save sestavljajo (Slika 2):

- Sava Dolinka

- Sava Bohinjka
- Sava 1: od Radovljice do Medvod
- Sava 2: od Medvod do Zidanega mosta
- Sava 3: od Zidanega mosta do Bregane
- Tržiška Bistrica
- Kokra
- Kamniška Bistrica
- Savinja
- Paka
- Voglajna
- Sotla
- Sora
- Ljubljanica
- Pivka
- Temenica
- Mirna
- Krka
- Kolpa



Slika 2: Porečje Save [6]

4.1 Padavine

V tem območju se pojavljajo vsi trije tipi padavin [7]:

- Konvektivne padavine, ki nastanejo zaradi lokalnega dviganja segretyh zračnih mas in se pojavijo v poletnem času ter so lokalnega značaja. Ne trajajo dolgo, lahko pa so zelo intenzivne plohe.

- Orografske padavine, ki nastanejo pri dviganju zračnih mas ob pobočju planin in so lokalnega značaja.
- Ciklonske padavine, ki jih povzroča območje nizkega zračnega pritiska. Pri nas se pojavljajo frontalne ciklonske padavine – topli zrak se dviga nad hladnim zrakom. Te padavine so dolgotrajne in zmerne.

Na te padavine pa močno vplivajo [8]:

- Relief: padavine z nadmorsko višino naraščajo (vendar samo do nadmorske višine 2500 metrov, naprej pa se zmerno povečujejo ali pa celo upadajo).
- Biosfera: del padavin izhlapi preden prispejo do tal, pravimo jim prestrežene padavine. Količina teh padavin je odvisna od lastnosti padavin, gostote rastlin in letne sezone.
- Urbanizacija: v mestih so padavine pogostejše.

4.2 Pretočni režimi

V Sloveniji imamo pet pretočnih režimov in vsi so značilni za porečje Save [9]:

- Alpski snežno-dežni režim
- Alpski dežno-snežni režim
- Dinarsko dežno-snežni režim
- Panonsko dežno-snežni režim
- Sredozemski dežni režim

Reke s porečja Save z alpsko snežno-dežnim režimom so Kamniška Bistrica, Sava Bohinjka, Sava Dolinka, Sava pri Radovljici in Savinja pri Solčavi. Režim se pojavlja tam, kjer delež porečja sega v visokogorje. Imajo izrazit vpliv taljenja snega in zaradi tega se glavni višek pojavi maja ali pa celo junija. Drug višek pa nastopi oktobra ali novembra kot posledica padavinskega maksimuma. Najmanj vode je februarja, ko se večina padavin nabira v snežni odeji in avgusta oziroma septembra, ko je izrazit pojav izhlapevanja.

Alpski dežno-snežni režim imajo Kokra, Paka, Sava pri Šentjakobu, Litiji in Čatežu ter Savinja pri Nazarjah in Laškem. Režim se pojavlja kjer je večji delež porečja v sredogorju Alp. Jesenski in spomladanski višek sta precej izenačena, zato imajo reke glavni višek v novembru in drugega v aprilu. Tudi zimski in poletni nižek sta močno izenačena.

Dinarsko dežno-snežni režim imamo na Kolpi, Krki, Ljubljani in Sori. Režim je značilen za reke z dinarskega območja. Tudi pri tem režimu so jesenski in spomladanski viški dokaj izenačeni, izrazite razlike pa se pojavijo pri poletnih in zimskih nižkih.

Panonski dežno-snežni režim imajo Mirna, Sotla, Temenica in Voglajna. Režim je značilen za gričevnat in ravninski panonski svet. Viški so zelo izenačeni in se pojavijo pozno spomladi in pozno v jeseni. Glavni nižki so poleti, drugi nižki pa pozimi in se ne spustijo bistveno pod povprečje.

Reka s sredozemskim dežnim režimom pa je Pivka. Režim se pojavlja v jugozahodnem, sredozemskem svetu Slovenije. To območje je najmanjše in najbolj homogeno. Novembra ali decembra se pojavi glavni višek, aprila pa drugi višek. Najmanj vode je avgusta.

4.3 Delitev porečja

Glede na lastnosti toka lahko Savo razdelimo na tri dele [6]:

- Zgornja Sava: od izvira do Medvod oziroma do vtoka Sore
- Srednja Sava: od sotočja s Soro do vtoka Savinje
- Spodnja Sava: od sotočja s Savinjo do državne meje

4.3.1 Srednja Sava

Delitev porečja Srednje Save[10]:

- Porečje Sore v velikosti 649,3 km², kar predstavlja 11,7 % območja
- Porečje Kamniške Bistrice v velikosti 544,0 km², kar predstavlja 9,8 % območja
- Porečje Ljubljanice v velikosti 1870,0 km², kar predstavlja 33,5 % območja
- Porečje Reke v velikosti 96,5 km², kar predstavlja 1,7 % območja
- Porečje Medije v velikosti 97,8 km², kar predstavlja 1,8 % območja
- Porečje Savinje v velikosti 1847,1 km², kar predstavlja 33,2 % območja
- Ostali del porečja srednje Save v velikosti 461,3 km², kar predstavlja 8,3 % območja

V nadaljnji verjetnostni analizi vpliva podnebnih sprememb na verjetnost poplav v porečju Save upoštevamo le nekatere vodomerne postaje in porečja srednje Save, in sicer:

- Na reki Savi:
 - Vodomerna postaja Šentjakob
- Na pritokih:
 - Na Sori: vodomerna postaja Suha
 - Na Kamniški Bistrici: vodomerna postaja Kamnik
 - Na Ljubljanici: vodomerna postaja Moste
 - Na Savinji: vodomerna postaja Veliko Širje

5 UVOD V VERJETNOSTNO ANALIZO

Verjetnostna analiza hidroloških pojavov je ena najpomembnejših statističnih ved za analiziranje hidroloških podatkov, saj lahko na podlagi preteklih dogajanj napovemo dogajanja v prihodnosti [10]. Pri analizi poplav napovedujemo na podlagi ekstremnih vrednosti oziroma konic pretokov ter ocenjenih vrednosti padavin v prihodnosti.

Za verjetnostno analizo poplavnih vod imamo na voljo več različnih metod, vendar se običajno uporabljata le dve: viški preko praga (VPP) in letni maksimum (LM). Pri metodi VPP zajamemo vse pojave visokih vod, ki so presegle določen prag. Ta metoda nam da boljše rezultate, ampak je sama obdelava podatkov težavnejša. Za obdelavo poplavnih vod v Sloveniji pa je ne moremo uporabljati, saj nimamo takih vodomernih postaj, ki bi nam dale podatke v taki obliki, zato je za Slovenijo bolj primerna metoda LM. Ta metoda pa zajema samo maksimalne pretoke za določena leta, to pomeni, da za obravnavano leto vzamemo samo podatek o maksimalnem pretoku. Tako dobimo toliko podatkov, kolikor let obravnavamo. Obdelava podatkov je enostavna, vendar pa je slabost te metode, da

zabeležimo le eno največjo vrednost pretoka, ki povzroči večjo poplavo, čeprav se lahko v obravnavanem letu pojavi tudi več manjših poplav [1]. V nadaljnji analizi smo uporabili metodo LM.

5.1 Pregled osnovnih pojmov

- Statistika: pri oblikovanju informacije je statistika orodje za obdelavo večjega števila podatkov [7].
- Povratna doba: povratna doba poplave je mera redkosti pojava. Definirana je kot interval med zaporednimi pojavi poplave, ki jo presežejo. Krajša kot je povratna doba, pogosteje se poplava pojavi [1].
- Verjetnost poplav: označuje verjetnost, da se bo v določenem letu zgodila poplava, ki je enaka ali večja od izbranega pretoka [7].
- Dnevni pretoki: to je zaključna obdelava hidroloških podatkov, ki podaja vrednost povprečnega pretoka skozi vodomerno postajo. Čas merjenja je 24 ur in tako govorimo o dnevnem povprečju v katerem se nahajajo dnevni maksimumi in minimumi [10].
- Maksimalni letni pretok (Q_{vk}): največji izmerjeni pretok na obravnavani vodomerni postaji v določenem letu. Maksimalni letni pretok ima lahko višjo ali enako vrednost kot največji dnevni pretok v določenem letu, saj so dnevni pretoki 24 urno povprečje vrednosti.
- Maksimalne 24-urne padavine (P_{24}): največji 24-urni seštevek padavin v nekem obdobju. Količino padavin se meri vsak dan ob 7 uri zjutraj, kar pa pomeni, da količina, ki smo jo dobili na nek dan, v resnici pomeni količino padavin za prejšnji dan.
- Korelacija in regresija: korelacija opisuje medsebojno povezanost dveh spremenljivk (lahko tudi več) oziroma podaja opis velikosti povezanosti, regresija pa njuno medsebojno odvisnost oziroma podaja opis odnosa in napovedovanje. Primer uporabe: ocena pretoka Y iz meritev padavin X [7].
- Statistična porazdelitev: opisuje lastnosti populacije[1].

5.2 Statistična porazdelitev

Hidrološke spremenljivke kot so padavine, otoki in gladine vodotokov se nikoli ne pojavijo v popolnoma enaki obliki, zato jim pravimo da so enkratne. Najbolje jih opišemo z zveznimi slučajnimi spremenljivkami [7]. Zaradi njihove neponovljivosti pa moramo biti posebej pozorni pri izbiri statistične porazdelitve. Za analize visokih vod so najprimernejše zvezne porazdelitve z najmanj parametri, ki nam dajo še zadovoljivo ujemanje. Normalna porazdelitev nam ponudi premajhno verjetnost ekstremnega dogodka, zato je za uporabo neprimerna. Boljše rezultate za analizo visokih vod in padavin nam da Gumbelova porazdelitev, ki jo tudi uporabimo v naši analizi. Ta je dvoparameterska in asimetrična [2].

6 RAČUN VPLIVA PODNEBNIH SPREMEMB NA VERJETNOST POPLAV V POREČJU SAVE

6.1 Podatki

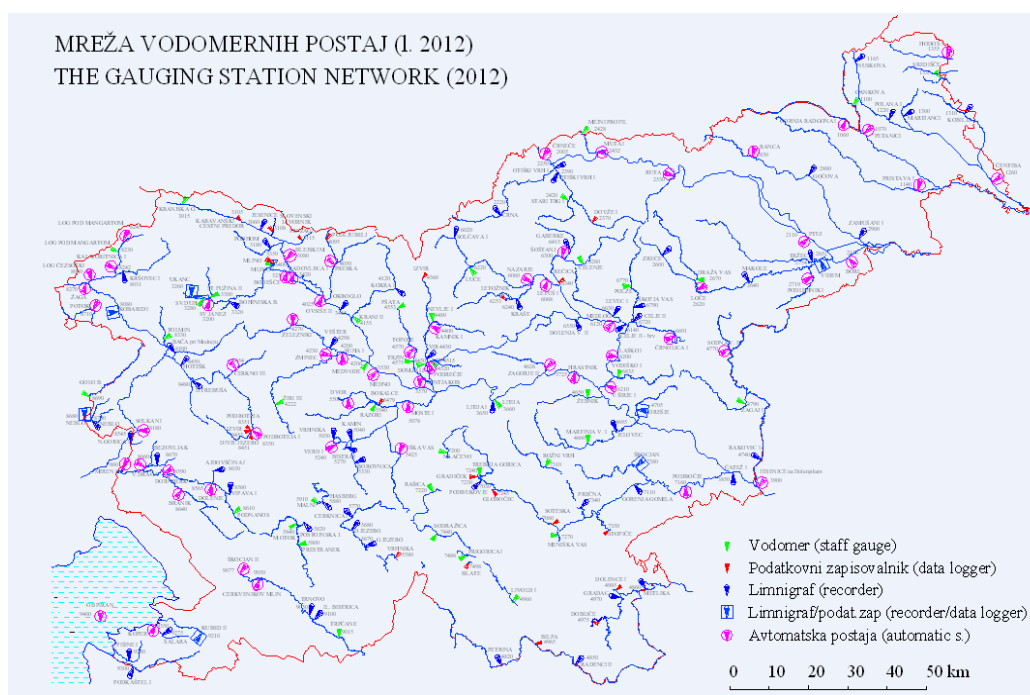
Za račun verjetnostne analize smo potrebovali podatke o maksimalnih pretokih in maksimalnih dnevnih padavinah za določeno obdobje, saj smo za napovedovanje poplav potrebovali povezavo med pretoki in padavinami. Vodomernim postajam, omenjenim v poglavju 3.3.1, smo pripisali ustrezno klimatološko postajo.

Kombinacije klimatoloških postaj (slika 3) in vodomernih postaj (slika 4):

- vodomerna postaja Šentjakob in klimatološka postaja Rateče,
- vodomerna postaja Suha in klimatološka postaja Rateče,
- vodomerna postaja Kamnik in klimatološka postaja Ljubljana-Bežigrad,
- vodomerna postaja Moste in klimatološka postaja Ljubljana-Bežigrad,
- vodomerna postaja Veliko Širje in klimatološka postaja Celje,



Slika 3: Mreža klimatoloških postaj 2009 [11]



Slika 4: Mreža vodomernih postaj 2012 [11]

Obravnavali pa smo 62-letno (58-letno za vodomerno postajo Kamnik) obdobje od leta 1949 do leta 2010 (2006 za vodomerno postajo Kamnik).

Podatke o maksimalnih pretokih smo pridobili iz poročila Hidrološka študija srednje Save, ki ga je izvedel Inštitut za vode Republike Slovenije (IzVRS).

Podatke o maksimalnih 24-urnih padavinah za obdobje 1949-1960 pa smo pridobili iz Meteoroloških godišnjakov [13] – [24], od leta 1961 naprej pa iz spletne strani Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) [12].

Pri iskanju padavinskih podatkov pa smo morali biti pazljivi, da smo za določeno vodomerno postajo upoštevali ustrezno meteorološko postajo ter, da smo maksimalne 24-urne padavine iskali v tistem mesecu v katerem se je zgodil največji pretok. Tako smo dobili 62 (oziroma 58 za Kamnik) podatkov o maksimalnih letnih pretokih in pripadajočih maksimalnih 24-urnih padavinah. Podatki o padavinah in pretokih za posamezne postaje so navedeni v prilogi A.

Potem pa smo te podatke še filtrirali, izločili smo tiste podatke katerih datumi maksimalnih pretokov in padavin se niso ujemajo. To pomeni, da smo obdržali samo tiste podatke pri katerih maksimalne 24-urne padavine nastopijo en dan do dva dni pred nastopom maksimalnega pretok in tiste podatke pri katerih nastopijo na isti dan. To smo naredili, ker iščemo izrazit vpliv padavin. S filtriranimi podatki smo dobili boljšo korelacijo, kar pomeni boljšo odvisnost. Filtrirani podatki za posamezne postaje so navedeni v prilogi B.

6.2 Regresijski premici in koeficient korelacije

Podatke o maksimalnih dnevnih padavinah in maksimalnih pretokih smo zrisali v t.i. razsevni graf, pri čemer smo pretoke označili kot spremenljivko X, padavine pa kot spremenljivko Y.

Potem smo za pretoke izračunali povprečno vrednost \bar{X} (1) in standardno deviacijo σ_X (2) [7].

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (1)$$

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

Pri čemer je:

- N število obravnavanih let in
- X_i posamezen pretok

Nato pa smo še na podoben način določili še vrednost \bar{Y} (3) in standardno deviacijo σ_Y (4) [7].

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} \quad (3)$$

$$\sigma_Y = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (4)$$

Pri čemer je:

- N število obravnavanih let in
- Y_i posamezna količina padavin

Sledil je izračun koeficienta korelacij r (5) in regresijskih premic X in Y (6), (7) [7].

$$r = \frac{\sigma_{YX}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N \cdot \sigma_X \cdot \sigma_Y} \quad (5)$$

$$Y = a_1 \cdot X + b_1 \quad (6)$$

$$X = a_2 \cdot Y + b_2 \quad (7)$$

Regresijski premici z absciso x oklepata kota α_1 in α_2 . Regresijski koeficienti a_1 (8), a_2 (9), b_1 (10) in b_2 (11) so [7].

$$a_1 = r \cdot \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} = \tan \alpha_1 \quad (8)$$

$$a_2 = r \cdot \frac{\sigma_X}{\sigma_Y} = \cot \alpha_2 = \frac{1}{\tan \alpha_2} \quad (9)$$

$$b_1 = \bar{Y} - a_1 \cdot \bar{X} \quad (10)$$

$$b_2 = \bar{X} - a_2 \cdot \bar{Y} \quad (11)$$

Pri čemer je:

- N število obravnavanih let
- X_i posamezen pretok
- Y_i posamezna količina padavin
- \bar{X} povprečna vrednost pretokov
- \bar{Y} povprečna vrednost padavin
- σ_X standardna deviacija pretokov
- σ_Y standardna deviacija padavin

Kot γ (12), (13) pa je kot, ki ga oklepata regresijski premici [7]:

$$\tan \gamma = \frac{\tan \alpha_2 - \tan \alpha_1}{1 + \tan \alpha_2 \cdot \tan \alpha_1} \quad (12)$$

ali

$$\tan \gamma = \frac{\left(\frac{\sigma_Y}{\sigma_X}\right) \left(\frac{1-r^2}{r}\right)}{1 + \left(\frac{\sigma_Y}{\sigma_X}\right)^2} \quad (13)$$

Regresijski premici pa se vedno sekata v točki $T(\bar{X}, \bar{Y})$.

Izračunali pa smo tudi enačbo simetrale kota γ . Ta nam poda najboljšo korelacijo med pretoki in padavinami. Enačbo te simetrale smo potrebovali za izračun korigiranih maksimalnih pretokov v odvisnosti od ocenjenih največjih dnevnih padavin zaradi podnebnih sprememb.

Postopek izračuna enačbe simetrale:

Izbrali smo si eno od regresijskih premic, npr. regresijsko premico X . Na tej premici smo si izbrali dve točki, ena je bila presečišče regresijskih premic $T(\bar{X}, \bar{Y})$, saj ta točka leži tudi na simetrali, druga $T_1(X_1, Y_1)$ pa naj ima večje vrednosti od točke T , zaradi veljavnosti enačb. Nato smo izračunali razdaljo l (14) med tema dvema točkama:

$$l = \sqrt{(X_1 - \bar{X})^2 + (Y_1 - \bar{Y})^2} \quad (14)$$

S pomočjo polovičnega kota γ smo izračunali še dolžino pravokotnice z (15) od točke $T_1(X_1, Y_1)$ do simetrale:

$$z = \tan \frac{\gamma}{2} \cdot l \quad (15)$$

Tako smo lahko izračunali koordinati druge točke na simetrali $T'(X', Y')$ (16), (17):

$$X' = X_1 + \sin \frac{\gamma}{2} \cdot z \quad (16)$$

$$Y' = Y_1 - \cos \frac{\gamma}{2} \cdot z \quad (17)$$

Ker smo dobili še drugo točko na simetrali, lahko izračunamo enačbo premice (18) skozi dve točki. S pomočjo koordinat teh dveh točk smo izračunali koeficient k (19), koeficient n (20) pa smo izračunali samo s pomočjo koordinat točke T :

$$Y = k \cdot X + n \quad (18)$$

$$k = \frac{Y' - \bar{Y}}{X' - \bar{X}} \quad (19)$$

$$n = \bar{Y} - k \cdot \bar{X} \quad (20)$$

6.2.1 Rezultati za vodomerno postajo Šentjakob

Izračunane karakteristike izmerjenih maksimalnih pretokov X (Preglednica 1) in odčitanih maksimalnih dnevnih padavin Y (Preglednica 2):

Preglednica 1: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Šentjakob

\bar{X} [m ³ /s]	892,9809778
σ_X [m ³ /s]	260,9468253

Preglednica 2: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Šentjakob

\bar{Y} [mm]	72,49555556
σ_Y [mm]	26,29129941

Izračunane vrednosti za regresijski premici (Preglednica 3):

Preglednica 3: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Šentjakob

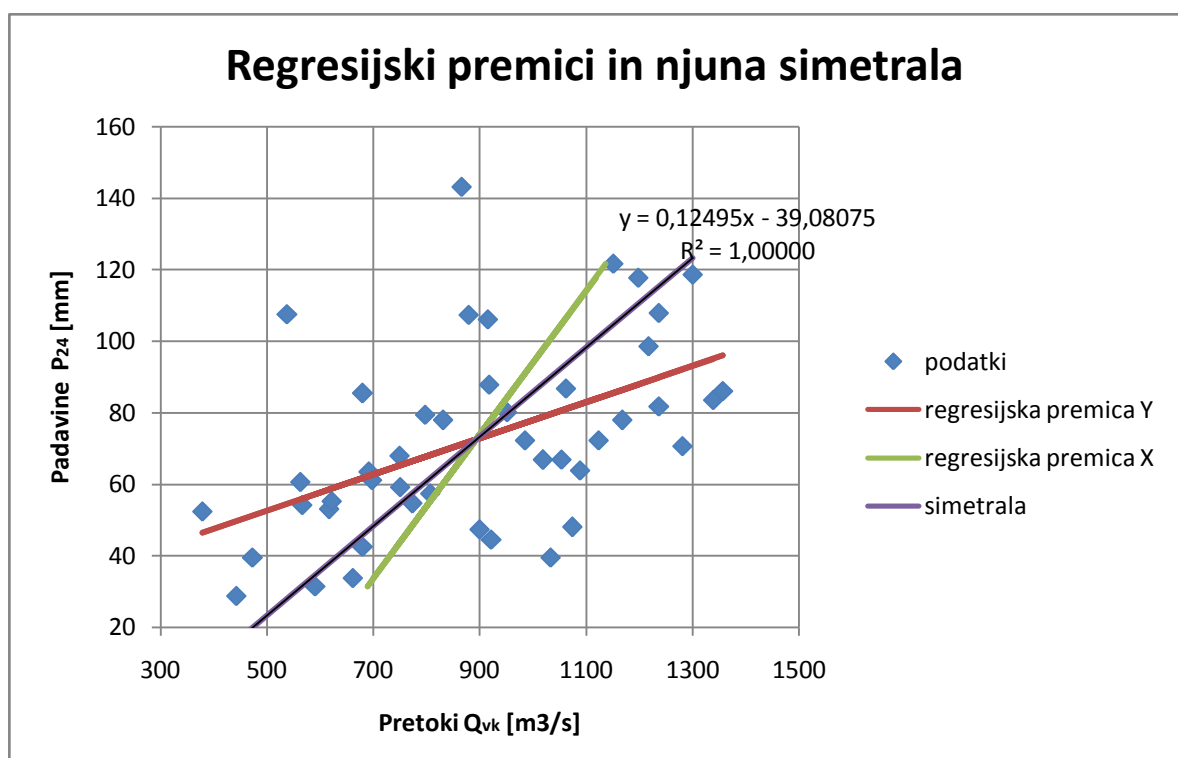
Neznanka	Vrednost	Enote
r	0,501233475	
a_1	0,050501014	
a_2	4,974850506	
b_1	27,39911035	
b_2	532,3264265	
$\tan \gamma$	0,148997538	
γ	0,147909401	rad
$\gamma / 2$	0,0739547	rad
γ	8,474584404	°
$\gamma / 2$	4,237292202	°
$\tan \gamma / 2$	0,074089823	

Izračuni za določitev simetrane (Preglednica 4):

Preglednica 4: Vrednosti za določitev simetrane regresijskih premic za v.p. Šentjakob

Regresijska premica X:		
Točki na premici:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	892,98	72,50
$T_1(X_1, Y_1)$	1137,27	121,60
Razdalja med točkama T in T_1 :	l	249,17
Pravokotnica do simetrane:	z	18,46
Koordinata X' na simetrani:	X'	1138,63
Koordinata Y' na simetrani:	Y'	103,19
Točki na simetrani:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	892,98	72,50
$T'(X', Y')$	1138,63	103,19
Enačba premice skozi 2 točki:	k	0,12
	n	-39,08

Kot rezultat teh izračunov pa smo dobili t.i. razsevni graf (Grafikon 1), na katerem so prikazani podatki, regresijski premici in simetrana.



Grafikon 1: Regresijski premici in njuna simetrana za v.p. Šentjakob

6.2.2 Rezultati za vodomerno postajo Kamnik

Izračunane karakteristike izmerjenih maksimalnih pretokov X (Preglednica 5) in odčitanih maksimalnih dnevnih padavin Y (Preglednica 6):

Preglednica 5: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Kamnik

\bar{X} [m ³ /s]	102,4153846
σ_X [m ³ /s]	46,15145378

Preglednica 6: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Kamnik

\bar{Y} [mm]	54,28205128
σ_Y [mm]	22,89534576

Izračunane vrednosti za regresijski premici (Preglednica 7):

Preglednica 7: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Kamnik

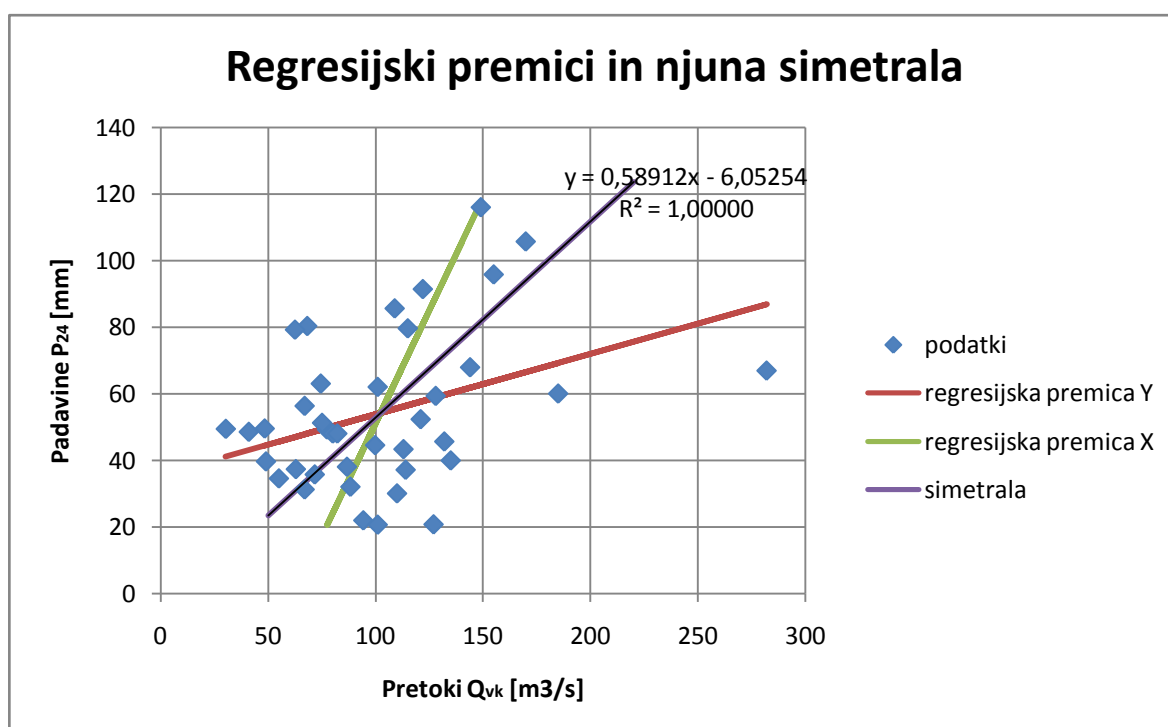
Neznanka	Vrednost	Enote
r	0,365055	
a_1	0,1811	
a_2	0,735861	
b_1	35,73458	
b_2	62,47132	
$\tan \gamma$	0,945225	
γ	0,757247	rad
$\gamma / 2$	0,378623	rad
γ	43,38705	°
$\gamma / 2$	21,69353	°
$\tan \gamma / 2$	0,397817	

Izračuni za določitev simetrane (Preglednica 8):

Preglednica 8: Vrednosti za določitev simetrane regresijskih premic za v.p. Kamnik

Regresijska premica X:		
Točki na premici:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	102,42	54,28
$T_1(X_1, Y_1)$	147,83	116
Razdalja med točkama T in T_1 :	l	76,63
Pravokotnica do simetrane:	z	30,48
Koordinata X' na simetrani:	X'	159,1
Koordinata Y' na simetrani:	Y'	87,68
Točki na simetrani:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	102,42	54,28
$T'(X', Y')$	159,1	87,68
Enačba premice skozi 2 točki:	k	0,59
	n	-6,05

Kot rezultat teh izračunov pa smo dobili t.i. razsevni graf (Grafikon 2), na katerem so prikazani podatki, regresijski premici in simetrana.



Grafikon 2: Regresijski premici in njuna simetrana za v.p. Kamnik

6.2.3 Rezultati za vodomerno postajo Moste

Izračunane karakteristike izmerjenih maksimalnih pretokov X (Preglednica 9) in odčitanih maksimalnih dnevnih padavin Y (Preglednica 10):

Preglednica 9: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Moste

\bar{X} [m ³ /s]	267,5465116
σ_X [m ³ /s]	36,8499241

Preglednica 10: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Moste

\bar{Y} [mm]	58,23255814
σ_Y [mm]	28,57829491

Izračunane vrednosti za regresijski premici (Preglednica 11):

Preglednica 11: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Moste

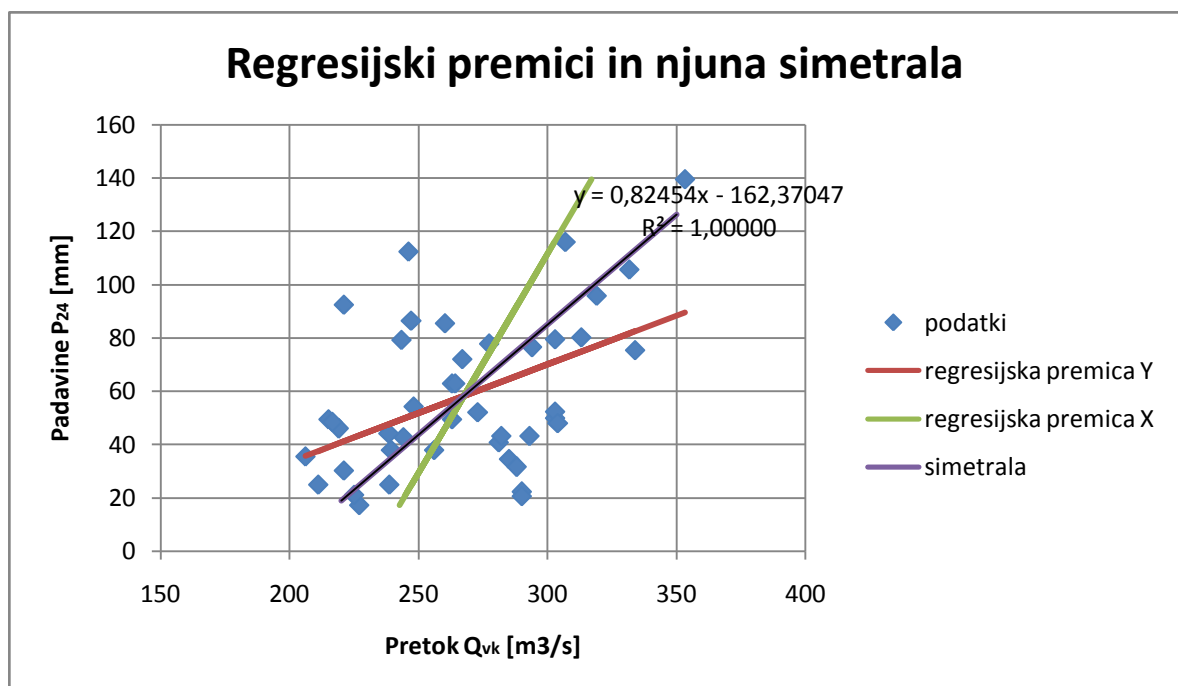
Neznanka	Vrednost	Enote
r	0,47190162	
a_1	0,3659748	
a_2	0,60848763	
b_1	-39,6827232	
b_2	232,112721	
$\tan \gamma$	0,79767966	
γ	0,6733245	rad
$\gamma / 2$	0,33666225	rad
γ	38,5786522	°
$\gamma / 2$	19,2893261	°
$\tan \gamma / 2$	0,34998589	

Izračuni za določitev simetrane (Preglednica 12):

Preglednica 12: Vrednosti za določitev simetrane regresijskih premic za v.p. Moste

Regresijska premica X:		
Točki na premici:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	267,55	58,23
$T_1(X_1, Y_1)$	317,06	139,60
Razdalja med točkama T in T_1 :	l	95,25
Pravokotnica do simetrane:	z	33,34
Koordinata X' na simetrani:	X'	328,07
Koordinata Y' na simetrani:	Y'	108,14
Točki na simetrani:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	267,55	58,23
$T'(X', Y')$	328,07	108,14
Enačba premice skozi 2 točki:	k	0,82
	n	-162,37

Kot rezultat teh izračunov pa smo dobili t.i. razsevni graf (Grafikon 3), na katerem so prikazani podatki, regresijski premici in simetrana.



Grafikon 3: Regresijski premici in njuna simetrana za v.p. Moste

6.2.4 Rezultati za vodomerno postajo Suha

Izračunane karakteristike izmerjenih maksimalnih pretokov X (Preglednica 13) in odčitanih maksimalnih dnevnih padavin Y (Preglednica 14):

Preglednica 13: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Suha

\bar{X} [m ³ /s]	334,595122
σ_X [m ³ /s]	104,4978748

Preglednica 14: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Suha

\bar{Y} [mm]	69,55609756
σ_Y [mm]	27,82106632

Izračunane vrednosti za regresijski premici (Preglednica 15):

Preglednica 15: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Suha

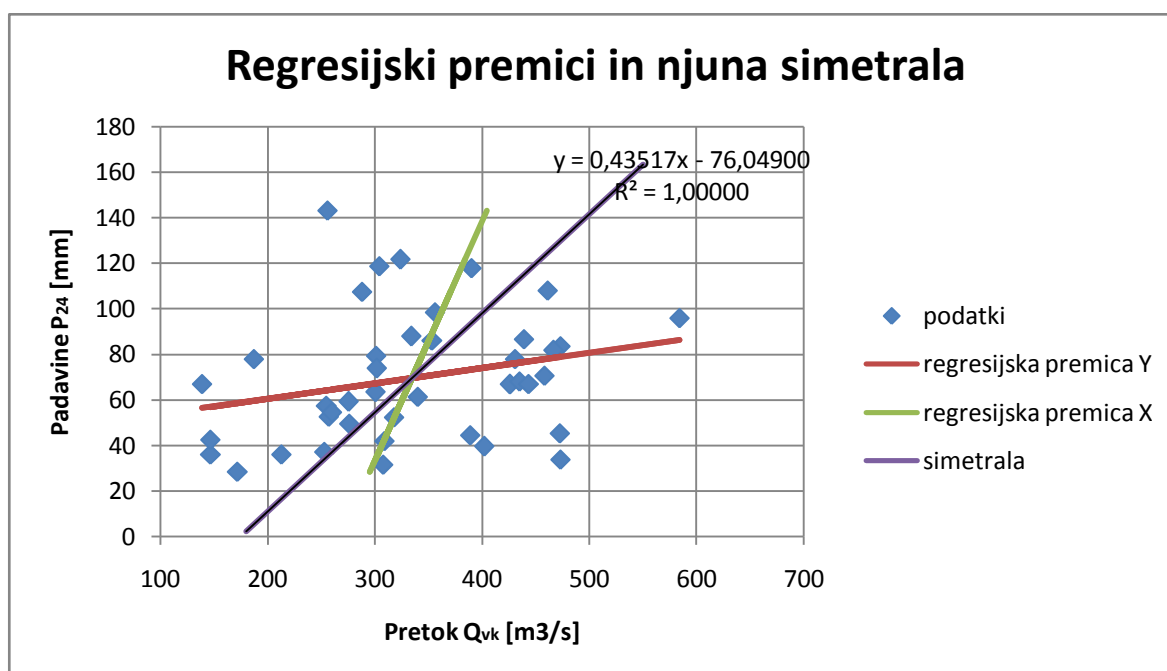
Neznanka	Vrednost	Enote
	0,253304763	
	0,067438774	
	0,951430441	
	46,9914126	
	268,4173334	
	0,918505224	
	0,742945419	rad
$\gamma / 2$	0,371472709	rad
	42,56763691	°
$\gamma / 2$	21,28381846	°
	0,389558392	

Izračuni za določitev simetrane (Preglednica 16):

Preglednica 16: Vrednosti za določitev simetrane regresijskih premic za v.p. Suha

Regresijska premica X:		
Točki na premici:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	334,60	69,56
$T_1(X_1, Y_1)$	404,66	143,20
Razdalja med točkama T in T_1 :	l	101,65
Pravokotnica do simetrane:	z	39,60
Koordinata X' na simetrani:	X'	419,04
Koordinata Y' na simetrani:	Y'	106,30
Točki na simetrani:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	334,60	69,56
$T'(X', Y')$	419,04	106,30
Enačba premice skozi 2 točki:	k	0,44
	n	-76,05

Kot rezultat teh izračunov pa smo dobili t.i. razsevni graf (Grafikon 4), na katerem so prikazani podatki, regresijski premici in simetrana.



Grafikon 4: Regresijski premici in njuna simetrana za v.p. Suha

6.2.5 Rezultati za vodomerno postajo Veliko Širje

Izračunane karakteristike izmerjenih maksimalnih pretokov X (Preglednica 17) in odčitanih maksimalnih dnevnih padavin Y (Preglednica 18):

Preglednica 17: Karakteristike maksimalnih pretokov za v.p. Veliko Širje

\bar{X} [m ³ /s]	334,595122
σ_X [m ³ /s]	104,4978748

Preglednica 18: Karakteristike maksimalnih dnevnih padavin za v.p. Veliko Širje

\bar{Y} [mm]	69,55609756
σ_Y [mm]	27,82106632

Izračunane vrednosti za regresijski premici (Preglednica 19):

Preglednica 19: Vrednosti korelacijskega in regresijskih koeficientov ter kota γ za v.p. Veliko Širje

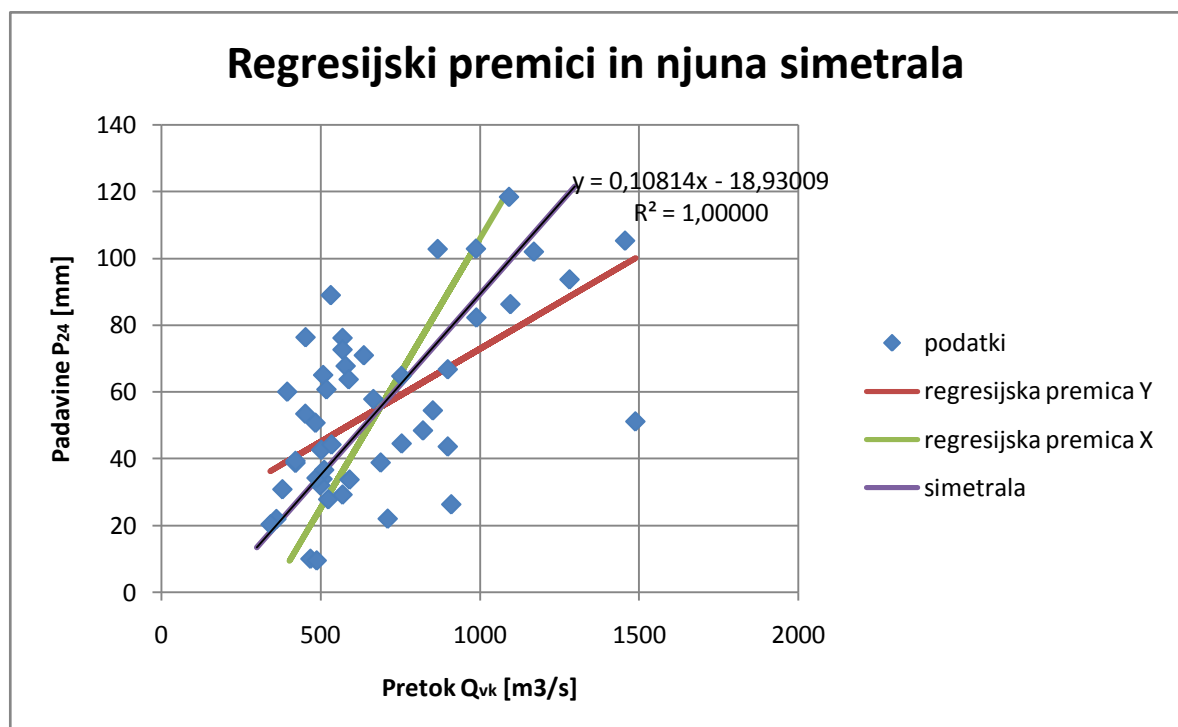
Neznanka	Vrednost	Enote
r	0,588194224	
a_1	0,055741596	
a_2	6,2067194	
b_1	17,0672331	
b_2	343,3603547	
$\tan \gamma$	0,104436187	
γ	0,104058961	rad
$\gamma / 2$	0,05202948	rad
γ	5,962139268	°
$\gamma / 2$	2,981069634	°
$\tan \gamma / 2$	0,05207648	

Izračuni za določitev simetrale (Preglednica 20):

Preglednica 20: Vrednosti za določitev simetrale regresijskih premic za v.p. Veliko Širje

Regresijska premica X:		
Točki na premici:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	686,96	55,36
$T_1(X_1, Y_1)$	1077,62	118,30
Razdalja med točkama T in T1:	l	395,69
Pravokotnica do simetrale:	z	20,61
Koordinata X' na simetrali:	X'	1078,69
Koordinata Y' na simetrali:	Y'	97,72
Točki na simetrali:	x	y
$T(\bar{X}, \bar{Y})$	686,96	55,36
$T'(X', Y')$	1078,69	97,72
Enačba premice skozi 2 točki:	k	0,11
	n	-18,93

Kot rezultat teh izračunov pa smo dobili t.i. razsevni graf (grafikon 5), na katerem so prikazani podatki, regresijski premici in simetrala.



Grafikon 5: Regresijski premici in njuna simetrala za v.p. Veliko Širje

6.3 Transformacija podatkov za hidrološke napovedi vplivov podnebnih sprememb

Podatki o maksimalnih dnevni padavinah in temperaturah iz meteorološkega poročila so povzeti po podatkih, ki temeljijo na položaju merilnika padavinske postaje in se uporabljajo predvsem za hidrološke modele. Opazovani podatki so pridobljeni iz baze podatkov Evropskega sistema opazovanja (E-OBS) (Preglednica 21)[2].

Preglednica 21: Maksimalne dnevne sezonske padavine pridobljene za vremenske postaje iz E-OBS podatkov za obdobje 1971-2010 z 20-letno povratno dobo v mm

LONGITUDE	LATITUDE	Station	Max. prec. SHMZ 1974	Spring E-OBS	Summer E-OBS	Autumn E-OBS	Winter E-OBS
13° 43' E	46° 30' N	Rateče	42.6	98.2	99.0	131.9	99.6
14° 31' E	46° 04' N	Ljubljana	95.8	69.0	90.9	88.5	75.4
15° 15' E	46° 15' N	Celje	66.7	62.3	82.4	85.4	58.2

Poletne maksimalne dnevne padavine so nekoliko višje od jesenskih, vendar pa je odtok v jesenski sezoni precej višji zaradi večjega izhlapevanja, zato smo za nadaljnje izračune uporabili jesenske vrednosti (Preglednica 22) [2]:

Preglednica 22: Vrednosti jesenskih maksimalnih dnevni padavin v mm z 20- in 100-letno povratno dobo, ki temeljijo na podatkih E-OBS z napovedmi

	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-2100	100_11-40	20_41-70	20_71-2100
Rateče	131,9	171,1	149,6	147,5	155,7	206,5	191,3	201,9
Ljubljana	88,5	110,0	99,1	110,0	113,3	131,1	148,0	153,2
Celje	85,4	105,3	92,7	105,9	111,1	122,4	140,1	149,8

Za napovedovanje visokih vod smo obravnavali obdobja:

- Do danes
- Od leta 2011 do leta 2040
- Od leta 2041 do leta 2070
- Od leta 2071 do leta 2100

Da bi dobili podatke o današnjih maksimalnih pretokih za različne povratne dobe, smo uporabili enačbo linearne transformacije (21) [7]:

$$X(T) = \mu_x + z(T) \cdot \sigma_x \quad (21)$$

kjer je:

- μ_x srednja oziroma povprečna vrednost (prej označeno kot \bar{X}) izmerjenih maksimalnih pretokov,
- σ_x standardna deviacija izmerjenih maksimalnih pretokov,
- $z(T)$ faktor frekvence,
- $X(T)$ maksimalni pretok.

Kot že prej omenjeno, smo uporabili Gumbelovo porazdelitev. Faktor frekvence za to porazdelitev pa smo odčitali v tabeli (Preglednica 23) [7]:

Preglednica 23: Faktor frekvence Gumbelove porazdelitve $z_G(T)$

F(z)	T [let]	$z = z_G(T)$
0,001		-1,957
0,01		-1,641
0,05		-1,306
0,1		-1,1
0,2		-0,821
0,3		-0,595
0,4		-0,382
0,5	2	-0,164
0,6	2,5	0,074
0,7	3,3	0,354
0,8	5	0,719
0,9	10	1,305
0,95	20	1,866
0,99	100	3,137
0,999	1000	4,936

S pomočjo že prej izračunane enačbe simetrane regresijskih premic smo izračunali maksimalne pretoke za E-OBS podatke z 20 - in 100-letno povratno dobo – korigirane pretoke (22). Namesto izmerjenih najvišjih dnevni padavin pa smo uporabili napovedano največje dnevne padavine (Preglednica 22):

$$X(T) = \frac{Y(T) - n}{k} \quad (22)$$

kjer je:

- $X(T)$ maksimalni pretok za E-OBS podatke,
- $Y(T)$ napovedano največje dnevne padavine,
- n koeficient simetrane regresijskih premic,
- k koeficient simetrane regresijskih premic.

Za nadaljnje izračune smo potrebovali še odvisnosti med korigiranimi maksimalnima pretokoma $X_i(T)$ ter karakteristikami izmerjenih pretokov. Za izračun te odvisnosti smo uporabili enačbo linearne transformacije (21) iz katere smo izrazili faktor frekvence (23), ki nam poda to odvisnost:

$$z_i(T) = \frac{X_i(T) - \mu_x}{\sigma_x} \quad (23)$$

kjer je:

- $i = (20\text{-leta, } 100\text{-letna povratna doba})$
- μ_x srednja oziroma povprečna vrednost (prej označeno kot \bar{X}) izmerjenih maksimalnih pretokov,

- σ_x standardna deviacija izmerjenih maksimalnih pretokov,
- $z_i(T)$ faktor frekvence,
- $X_i(T)$ maksimalni pretok za E-OBS podatke,

Izračunali smo še porazdelitveno funkcijo $F_X(x)$ (24) preko katere smo dobili tudi povratno dobo $T(X)$ (25) in verjetnost $P(X)$ (26):

$$F_X(x) = e^{-e^{-\frac{\pi \cdot z}{\sqrt{6}} \cdot \gamma}} \quad (24)$$

$$T(X) = \frac{1}{1 - F_X(x)} \quad (25)$$

$$P(X) = \frac{1}{T(X)} \quad (26)$$

Kjer je

- γ Eulerjeva konstanta

Sledil pa je izračun maksimalnih pretokov za podatke o padavinah E-OBS z napovedmi. Odvisnosti med korigiranim maksimalnim pretokom in karakteristikami izmerjenih maksimalnih pretokov smo že izračunali, neznanki pa sta bili standardna deviacija σ_{X_j} (27) in povprečje \bar{X}_j (28), kjer je j posamezno obdobje, $j = (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100)$.

$$\sigma_{X_j} = \frac{X(T)_{j100} - X(T)_{j20}}{z_{j100} - z_{j20}} \quad (27)$$

$$\bar{X}_j = X(T)_{j100} - z_{j100} \cdot \sigma_{X_j} \quad (28)$$

kjer je:

- $X(T)_{j100}$ pretok za posamezno obdobje z E-OBS 100-letno povratno dobo,
- $X(T)_{j20}$ pretok za posamezno obdobje z E-OBS 20-letno povratno dobo,
- z_{j100} faktor frekvence pri E-OBS 100-letni povratni dobi,
- z_{j20} faktor frekvence pri E-OBS 20-letni povratni dobi.

Za zaključek analize pa smo z izračunanimi povprečji in standardnimi deviacijami za posamezna obdobja, s pomočjo enačbe linearne transformacije (21) in faktorji frekvence za Gumbelovo porazdelitev (Preglednica 23), izračunali še pretoke za preostale povratne dobe in zrisali graf pretokov v odvisnosti od porazdelitvene funkcije.

6.3.1 Rezultati za vodomerno postajo Šentjakob

Izračunani korigirani maksimalni pretoki (Preglednica 24) za posamezna obdobja:

Preglednica 24: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Šentjakob

Padavine [mm]	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
Rateče	131,9	171,1	149,6	147,5	155,7	206,5	191,3	201,9
Pretok [m ³ /s]	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
Šentjakob	1368,4	1682,1	1510,1	1493,2	1558,9	1965,4	1843,8	1928,6

Izračunani faktorji frekvence, porazdelitvene funkcije, povratne dobe ter verjetnosti (Preglednica 25):

Preglednica 25: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. Šentjakob

P(X)	T [let]	F(X)	z	X(T) [m ³ /s]		
0,052	18,9	0,947	1,822	1368,4	\bar{X} [m ³ /s]	892,98098
0,0115	86,6	0,988	3,027	1682,1	σ_x [m ³ /s]	260,94683
0,01	100	0,99	3,137	1711,6		

Izračuni povprečja in standardne deviacije za posamezna obdobja (Preglednica 26):

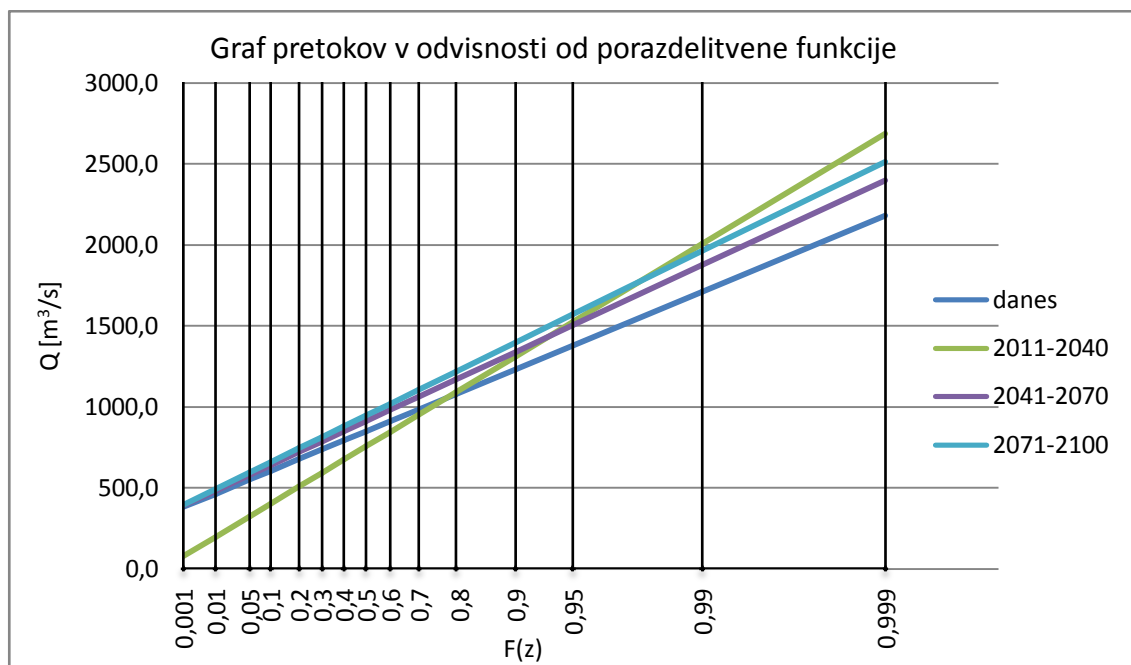
Preglednica 26: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Šentjakob

	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	2011-2040	1,8219	1510,1	\bar{X} [m ³ /s]
	3,0240606	1965,4	σ_x [m ³ /s]	378,73475
	3,1366682	2008,0484		
	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	2041-2070	1,8219	1493,2	\bar{X} [m ³ /s]
	3,0240606	1843,8	σ_x [m ³ /s]	291,64156
	3,1366682	1876,641		
	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	2071-2100	1,8219	1558,9	\bar{X} [m ³ /s]
	3,0240606	1928,6	σ_x [m ³ /s]	307,52962
	3,1366682	1963,2302		

Končni izračuni maksimalnih pretokov (Preglednica 27) in pripadajoči graf (Grafikon 6):

Preglednica 27: Vrednosti maksimalnih pretokov v m^3/s za prihodnost za v.p. Šentjakob

P	F(z)	T [let]	z = zG(T)	$\bar{X}[\text{m}^3/\text{s}]$	892,98098	820,08317	961,85824	998,611787
				$\sigma_x[\text{m}^3/\text{s}]$	260,94683	378,73475	291,64156	307,529618
				danes	2011-2040	2041-2070	2071-2100	
99,9	0,001		-1,957	382,3	78,9	391,1	396,8	
99	0,01		-1,641	464,8	198,6	483,3	494,0	
95	0,05		-1,306	552,2	325,5	581,0	597,0	
90	0,1		-1,1	605,9	403,5	641,1	660,3	
80	0,2		-0,821	678,7	509,1	722,4	746,1	
70	0,3		-0,595	737,7	594,7	788,3	815,6	
60	0,4		-0,382	793,3	675,4	850,5	881,1	
50	0,5	2	-0,164	850,2	758,0	914,0	948,2	
40	0,6	2,5	0,074	912,3	848,1	983,4	1021,4	
30	0,7	3,3	0,354	985,4	954,2	1065,1	1107,5	
20	0,8	5	0,719	1080,6	1092,4	1171,5	1219,7	
10	0,9	10	1,305	1233,5	1314,3	1342,5	1399,9	
5	0,95	20	1,866	1379,9	1526,8	1506,1	1572,5	
1	0,99	100	3,137	1711,6	2008,2	1876,7	1963,3	
0,1	0,999	1000	4,936	2181,0	2689,5	2401,4	2516,6	



Grafikon 6: Graf maksimalnih pretokov v odvisnosti od F(z) za v.p. Šentjakob

6.3.2 Rezultati za vodomerno postajo Kamnik

Izračunani korigirani maksimalni pretoki (Preglednica 28) za posamezna obdobja:

Preglednica 28: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Kamnik

Padavine [mm] Ljubljana	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
		88,5	110	99,1	110	113,3	131,1	148
Pretok [m ³ /s] Kamnik	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
		160,5	197,0	178,5	197,0	202,6	232,8	261,5

Izračunani faktorji frekvence, porazdelitvene funkcije, povratne dobe ter verjetnosti (Preglednica 29):

Preglednica 29: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. postajo Kamnik

P(X)	T [let]	F(X)	z	X(T) [m ³ /s]	\bar{X} [m ³ /s]	σ_x [m ³ /s]
0,105742	9,456941	0,894258	1,258565	160,5		102,415385
0,039719	25,17674	0,960281	2,04944	197		46,1514538
0,01	100	0,99	3,136668	247,2		

Izračuni povprečja in standardne deviacije za posamezna obdobja (Preglednica 30):

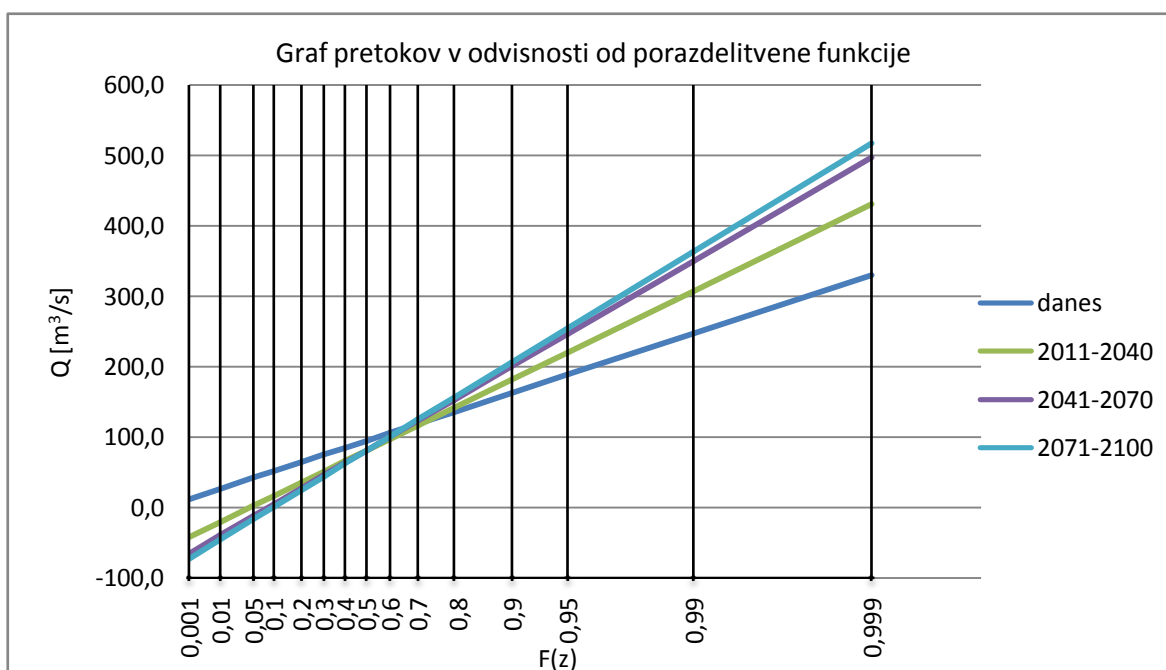
Preglednica 30: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Kamnik

2011-2040	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	1,258565	178,5	\bar{X} [m ³ /s]	92,0509261
	2,04944	232,8	σ_x [m ³ /s]	68,6813358
	3,136668	307,5		
2041-2070	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	1,258565	197	\bar{X} [m ³ /s]	94,3573235
	2,04944	261,5	σ_x [m ³ /s]	81,5553087
	3,136668	350,2		
2071-2100	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	1,258565	202,6	\bar{X} [m ³ /s]	94,8649737
	2,04944	270,3	σ_x [m ³ /s]	85,6014636
	3,136668	363,4		

Končni izračuni maksimalnih pretokov (Preglednica 31) in pripadajoči graf (Grafikon 7):

Preglednica 31: Vrednosti maksimalnih pretokov v m^3/s za prihodnost za v.p. Kamnik

			$\bar{X} [\text{m}^3/\text{s}]$	102,41538	92,0509261	94,3573235	94,8649737
			$\sigma_x [\text{m}^3/\text{s}]$	46,151454	68,6813358	81,5553087	85,6014636
P	F(z)	T [let]	$z = zG(T)$	danes	2011-2040	2041-2070	2071-2100
99,9	0,001		-1,957	12,1	-42,4	-65,2	-72,7
99	0,01		-1,641	26,7	-20,7	-39,5	-45,6
95	0,05		-1,306	42,1	2,4	-12,2	-16,9
90	0,1		-1,1	51,6	16,5	4,6	0,7
80	0,2		-0,821	64,5	35,7	27,4	24,6
70	0,3		-0,595	75,0	51,2	45,8	43,9
60	0,4		-0,382	84,8	65,8	63,2	62,2
50	0,5	2	-0,164	94,8	80,8	81,0	80,8
40	0,6	2,5	0,074	105,8	97,1	100,4	101,2
30	0,7	3,3	0,354	118,8	116,4	123,2	125,2
20	0,8	5	0,719	135,6	141,4	153,0	156,4
10	0,9	10	1,305	162,6	181,7	200,8	206,6
5	0,95	20	1,866	188,5	220,2	246,5	254,6
1	0,99	100	3,137	247,2	307,5	350,2	363,4
0,1	0,999	1000	4,936	330,2	431,1	496,9	517,4



Grafikon 7: Graf maksimalnih pretokov v odvisnosti od $F(z)$ za v.p. Kamnik

6.3.3 Rezultati za vodomerno postajo Moste

Izračunani korigirani maksimalni pretoki (Preglednica 32) za posamezna obdobja:

Preglednica 32: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Moste

Padavine [mm] Ljubljana	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
		88,5	110	99,1	110	113,3	131,1	148
Pretok [m ³ /s] Moste	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
	304,3	330,3	317,1	330,3	334,3	355,9	376,4	382,7

Izračunani faktorji frekvence, porazdelitvene funkcije, povratne dobe ter verjetnosti (Preglednica 33):

Preglednica 33: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. Moste

P(X)	T [let]	F(X)	z	X(T) [m ³ /s]		
0,14464	6,913727	0,85536	0,997383	304,3	\bar{X} [m ³ /s]	267,54651
0,061251	16,32616	0,938749	1,702948	330,3	σ_x [m ³ /s]	36,849924
0,01	100	0,99	3,136668	383,1		

Izračuni povprečja in standardne deviacije za posamezna obdobja (Preglednica 34):

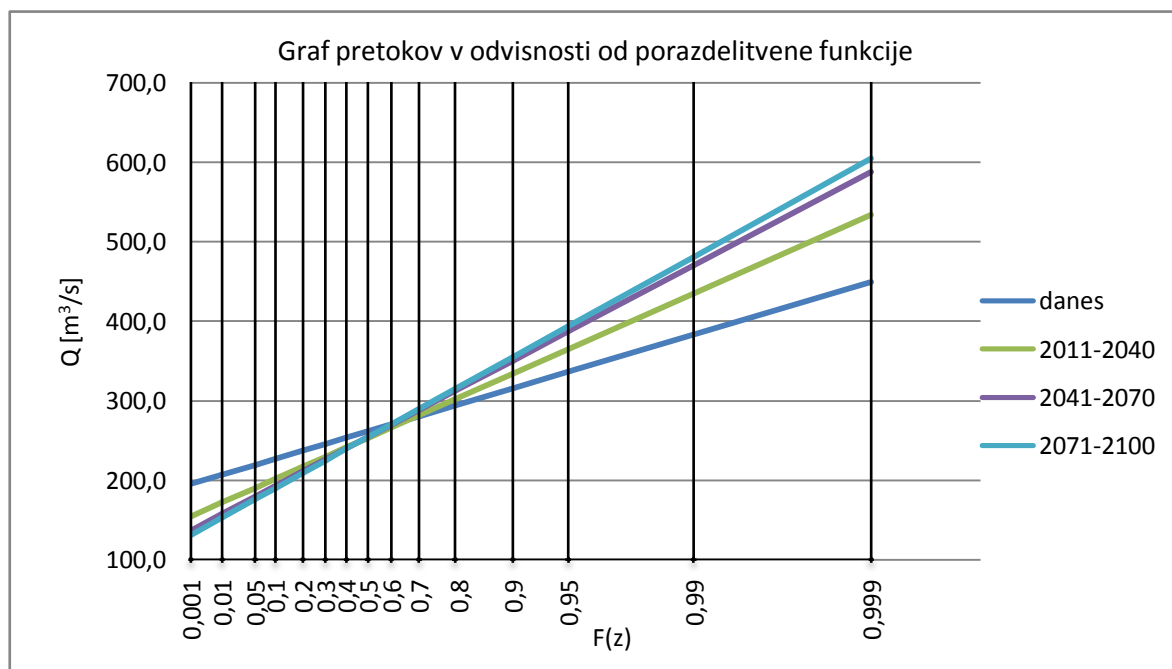
Preglednica 34: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Moste

2011-2040	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	0,997383	317,1	\bar{X} [m ³ /s]	262,25249
	1,702948	355,9	σ_x [m ³ /s]	54,991425
	3,136668	434,7		
2041-2070	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	0,997383	330,3	\bar{X} [m ³ /s]	265,13324
	1,702948	376,4	σ_x [m ³ /s]	65,33775
	3,136668	470,1		
2071-2100	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	0,997383	334,3	\bar{X} [m ³ /s]	265,88197
	1,702948	382,7	σ_x [m ³ /s]	68,597551
	3,136668	481,0		

Končni izračuni maksimalnih pretokov (Preglednica 35) in pripadajoči graf (Grafikon 8):

Preglednica 35: Vrednosti maksimalnih pretokov v m^3/s za prihodnost za v.p. Moste

			$\bar{X}[\text{m}^3/\text{s}]$	267,5465	262,252487	265,13324	265,881968
			$\sigma_x[\text{m}^3/\text{s}]$	36,84992	54,9914252	65,33775	68,597551
P	F(z)	T [let]	$z = zG(T)$	danes	2011-2040	2041-2070	2071-2100
99,9	0,001		-1,957	195,4	154,6	137,3	131,6
99	0,01		-1,641	207,1	172,0	157,9	153,3
95	0,05		-1,306	219,4	190,4	179,8	176,3
90	0,1		-1,1	227,0	201,8	193,3	190,4
80	0,2		-0,821	237,3	217,1	211,5	209,6
70	0,3		-0,595	245,6	229,5	226,3	225,1
60	0,4		-0,382	253,5	241,2	240,2	239,7
50	0,5	2	-0,164	261,5	253,2	254,4	254,6
40	0,6	2,5	0,074	270,3	266,3	270,0	271,0
30	0,7	3,3	0,354	280,6	281,7	288,3	290,2
20	0,8	5	0,719	294,0	301,8	312,1	315,2
10	0,9	10	1,305	315,6	334,0	350,4	355,4
5	0,95	20	1,866	336,3	364,9	387,1	393,9
1	0,99	100	3,137	383,1	434,8	470,1	481,1
0,1	0,999	1000	4,936	449,4	533,7	587,6	604,5



Grafikon 8: Graf maksimalnih pretokov v odvisnosti od F(z) za v.p. Moste

6.3.4 Rezultati za vodomerno postajo Suha

Izračunani korigirani maksimalni pretoki (Preglednica 36) za posamezna obdobja:

Preglednica 36: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Suha

Padavine [mm]	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
Rateče	131,9	171,1	149,6	147,5	155,7	206,5	191,3	201,9
Pretok [m ³ /s]	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
Suha	477,9	567,9	518,5	513,7	532,5	649,3	614,4	638,7

Izračunani faktorji frekvence, porazdelitvene funkcije, povratne dobe ter verjetnosti (Preglednica 37):

Preglednica 37: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. Suha

P(X)	T [let]	F(X)	z	X(T) [m ³ /s]	\bar{X} [m ³ /s]	σ_x [m ³ /s]
0,092179	10,84849	0,907821	1,371366	477,9	\bar{X} [m ³ /s]	334,595122
0,031535	31,71061	0,968465	2,232628	567,9	σ_x [m ³ /s]	104,497875
0,01	100	0,99	3,136668	662,4		

Izračuni povprečja in standardne deviacije za posamezna obdobja (Preglednica 38):

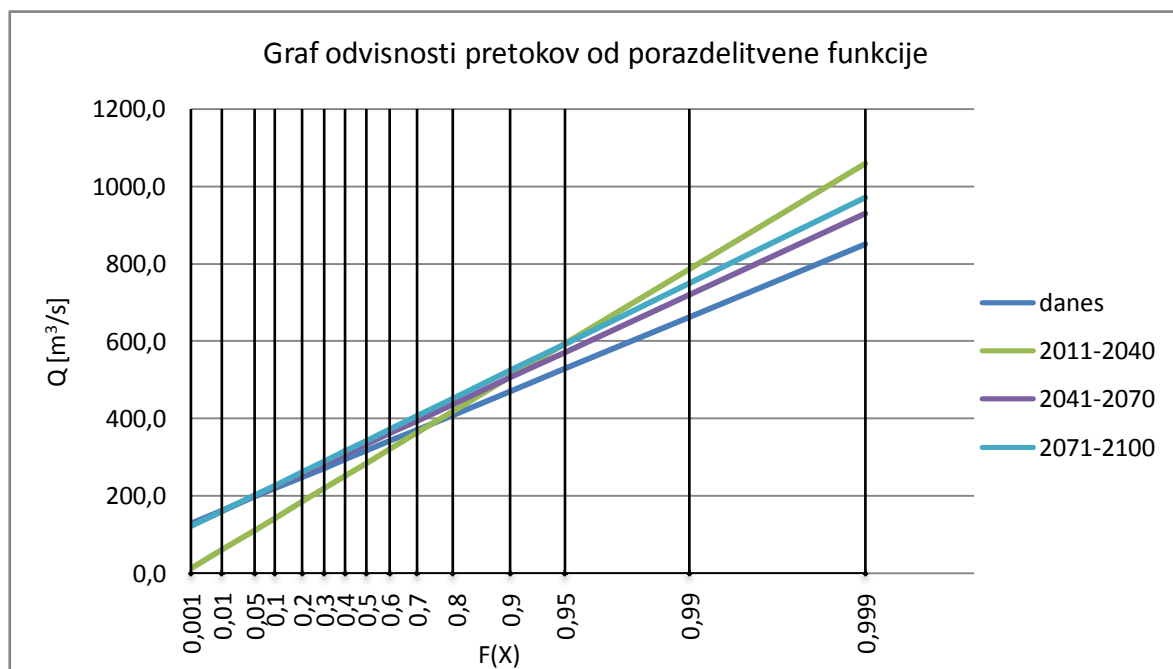
Preglednica 38: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Suha

	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
				\bar{X} [m ³ /s]
2011-2040	1,371366	518,5	\bar{X} [m ³ /s]	310,230244
	2,232628	649,3	σ_x [m ³ /s]	151,870245
	3,136668	786,6		
2041-2070	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	1,371366	513,7	\bar{X} [m ³ /s]	353,357764
	2,232628	614,4	σ_x [m ³ /s]	116,921511
	3,136668	720,1		
2071-2100	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	1,371366	532,5	\bar{X} [m ³ /s]	363,400244
	2,232628	638,7	σ_x [m ³ /s]	123,307492
	3,136668	750,2		

Končni izračuni maksimalnih pretokov (Preglednica 39) in pripadajoči graf (Grafikon 9):

Preglednica 39: Vrednosti maksimalnih pretokov v m^3/s za prihodnost za v.p. Suha

			$\bar{X}[\text{m}^3/\text{s}]$	334,5951	310,230244	353,357764	363,400244
			$\sigma_x[\text{m}^3/\text{s}]$	104,4979	151,870245	116,921511	123,307492
P	F(z)	T [let]	$z = zG(T)$	danes	2011-2040	2041-2070	2071-2100
99,9	0,001		-1,957	130,1	13,0	124,5	122,1
99	0,01		-1,641	163,1	61,0	161,5	161,1
95	0,05		-1,306	198,1	111,9	200,7	202,4
90	0,1		-1,1	219,6	143,2	224,7	227,8
80	0,2		-0,821	248,8	185,5	257,4	262,2
70	0,3		-0,595	272,4	219,9	283,8	290,0
60	0,4		-0,382	294,7	252,2	308,7	316,3
50	0,5	2	-0,164	317,5	285,3	334,2	343,2
40	0,6	2,5	0,074	342,3	321,5	362,0	372,5
30	0,7	3,3	0,354	371,6	364,0	394,7	407,1
20	0,8	5	0,719	409,7	419,4	437,4	452,1
10	0,9	10	1,305	471,0	508,4	505,9	524,3
5	0,95	20	1,866	529,6	593,6	571,5	593,5
1	0,99	100	3,137	662,4	786,6	720,1	750,2
0,1	0,999	1000	4,936	850,4	1059,9	930,5	972,0



6.3.5 Rezultati za vodomerno postajo Veliko Širje

Izračunani korigirani maksimalni pretoki (Preglednica 40) za posamezna obdobja:

Preglednica 40: Korigirani maksimalni pretoki za v.p. Veliko Širje

Padavine [mm]	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
Celje	85,4	105,3	92,7	105,9	111,1	122,4	140,1	149,8
Pretok [m ³ /s]	EOBS_20	EOBS_100	20_11-40	20_41-70	20_71-100	100_11-40	100_41-70	100_71-100
Veliko Širje	964,8	1148,8	1032,3	1154,3	1202,4	1306,9	1470,6	1560,3

Izračunani faktorji frekvence, porazdelitvene funkcije, povratne dobe ter verjetnosti (Preglednica 41):

Preglednica 41: Faktorji frekvence, povratne dobe, porazdelitvene funkcije in verjetnosti za v.p. Veliko Širje

P(X)	T [let]	F(X)	z	X(T) [m ³ /s]		
0,146796	6,812197	0,853204	0,98489	964,8	\bar{X} [m ³ /s]	686,961702
0,066462	15,04609	0,933538	1,637139	1148,8	σ_x [m ³ /s]	282,100834
0,01	100	0,99	3,136668	1571,9		

Izračuni povprečja in standardne deviacije za posamezna obdobja (Preglednica 42):

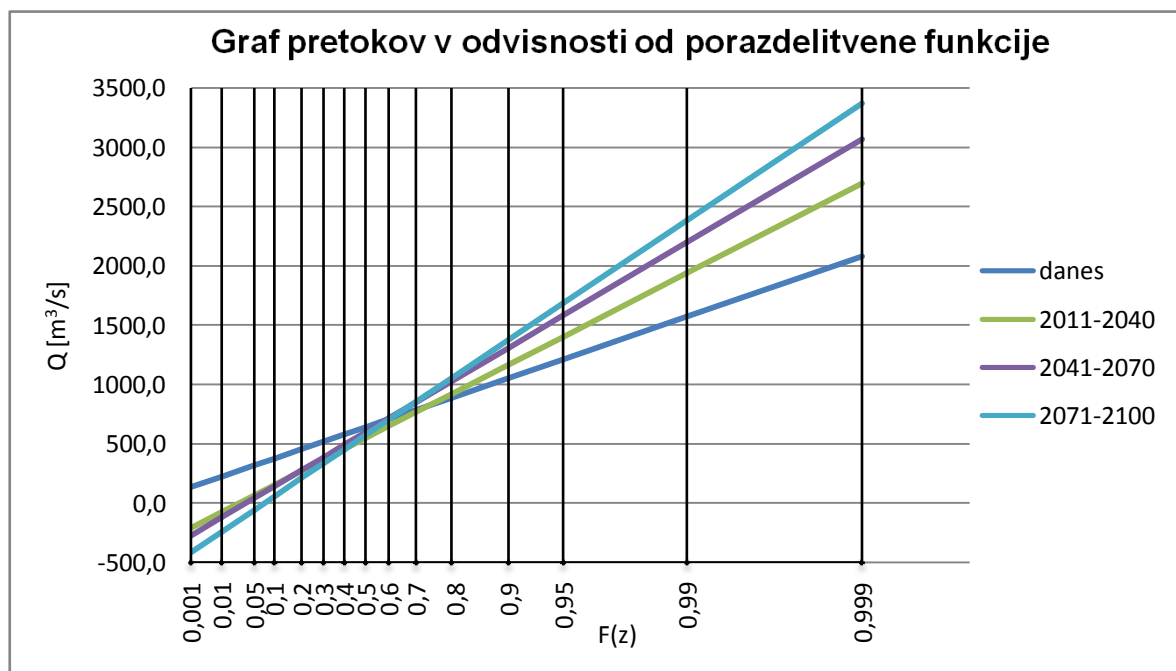
Preglednica 42: Povprečne vrednosti in standardne deviacije maksimalnih pretokov za posamezna obdobja za v.p. Veliko Širje

	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	2011-2040	0,98489	1032,3	\bar{X} [m ³ /s]
	1,637139	1306,9	σ_x [m ³ /s]	421,004832
	3,136668	1938,2		
	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	2041-2070	0,98489	1154,3	\bar{X} [m ³ /s]
	1,637139	1470,6	σ_x [m ³ /s]	484,937467
	3,136668	2197,8		
	z	X(T) [m ³ /s]	Rezultati	
	2071-2100	0,98489	1202,4	\bar{X} [m ³ /s]
	1,637139	1560,3	σ_x [m ³ /s]	548,716786
	3,136668	2383,1		

Končni izračuni maksimalnih pretokov (Preglednica 43) in pripadajoči graf (Grafikon 10):

Preglednica 43: Vrednosti maksimalnih pretokov v m^3/s za prihodnost za v.p. Veliko Širje

P	F(z)	T [let]	$\bar{X}[\text{m}^3/\text{s}]$	686,961702	617,65654	676,689926	661,974311
			$\sigma_x[\text{m}^3/\text{s}]$	282,100834	421,004832	484,937467	548,716786
			$z = zG(T)$	danes	2011-2040	2041-2070	2071-2100
99,9	0,001		-1,957	134,9	-206,2	-272,3	-411,9
99	0,01		-1,641	224,0	-73,2	-119,1	-238,5
95	0,05		-1,306	318,5	67,8	43,4	-54,6
90	0,1		-1,1	376,7	154,6	143,3	58,4
80	0,2		-0,821	455,4	272,0	278,6	211,5
70	0,3		-0,595	519,1	367,2	388,2	335,5
60	0,4		-0,382	579,2	456,8	491,4	452,4
50	0,5	2	-0,164	640,7	548,6	597,2	572,0
40	0,6	2,5	0,074	707,8	648,8	712,6	702,6
30	0,7	3,3	0,354	786,8	766,7	848,4	856,2
20	0,8	5	0,719	889,8	920,4	1025,4	1056,5
10	0,9	10	1,305	1055,1	1167,1	1309,5	1378,0
5	0,95	20	1,866	1213,4	1403,3	1581,6	1685,9
1	0,99	100	3,137	1571,9	1938,3	2197,9	2383,3
0,1	0,999	1000	4,936	2079,4	2695,7	3070,3	3370,4



Grafikon 10: Graf maksimalnih pretokov v odvisnosti od F(z) za v.p. Veliko Širje

7 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo s pomočjo verjetnostne analize računali vpliv podnebnih sprememb na pretoke v porečju srednje Save. Uporabili smo podatke o maksimalnih pretokih za vodomerne postaje Šentjakob na Savi, Kamnik na Kamniški Bistrici, Moste na Ljubljani, Suha na Sori in Veliko Širje na Savinji. Za podatke o maksimalni dnevni količini padavin pa smo uporabili klimatološke postaje Rateče, Ljubljana in Celje.

Na podlagi razpoložljivih podatkov smo ugotovili, da so napovedi o povišanju ekstremnih vrednosti resnične. Vendar pa smo opazili, da je pri nekaterih postajah možno opaziti najprej povečanje ekstremnih vrednosti, nato upad te vrednosti in na koncu spet povečanje. Poudarek je bil na opazovanju pretokov s 100-letno povratno dobo oziroma 100-letnih pretokov.

Na vodomerni postaji Šentjakob smo ugotovili, da se bo pretok s 100-letno povratno dobo v obdobju od leta 2011 do leta 2040 najprej povišal za 17 %, nato se bo ta vrednost zmanjšala za 7 % v obdobju od leta 2041 do leta 2070 in v obdobju od leta 2071 do leta 2100 spet povišala za 5%.

Na vodomerni postaji Kamnik pa so spremembe bolj očitne. Pretok se bo v prvem obdobju povečal za 24 %, v drugem obdobju se bo, glede na današnji pretok s 100-letno povratno dobo, povečal za 42 % in v tretjem obdobju za 47%.

Za pretoke Ljubljanice smo ugotovili, da se bo pretok s 100-letno povratno dobo povišal za 13 % v obdobju od leta 2011 do leta 2040, nato se bo v obdobju od leta 2041 do leta 2070 ta vrednost povišala za 10 % in na koncu, v obdobju od leta 2071 do leta 2100, še za 3%.

Na Sori pa smo opazili najprej povišanje 100-letnega pretoka v obdobju od leta 2011 do leta 2040 za 19 %, nato upad te vrednosti za 10 % v letih med 2041 in 2070 in med leti 2071 in 2100 rahel porast te vrednosti, in sicer za 4%.

Na vodomerni postaji Veliko Širje pa se bodo 100-letni pretoki zvišali podobno kot na vodomerni postaji Kamnik, in sicer v prvem obdobju za 23 %, v drugem obdobju za 40 % in v tretjem obdobju za 52%.

Primerjava pretokov s 100-letno povratno dobo za obdobji do danes in 2071-2100 pa je razvidna v preglednici 44:

Preglednica 44: Primerjava pretokov s 100-letno povratno dobo za obdobji do danes in 2071-2100

Šentjakob	Pretok [m ³ /s]		
	Danes	2071-2100	Povečanje [%]
	1711,6	1963,2	15,0
Kamnik	Pretok [m ³ /s]		
	Danes	2071-2100	Povečanje [%]
	247,2	363,4	47,0
Moste	Pretok [m ³ /s]		
	Danes	2071-2100	Povečanje [%]
	383,1	481,0	26,0
Suha	Pretok [m ³ /s]		
	Danes	2071-2100	Povečanje [%]
	662,4	750,2	13,0
Veliko Širje	Pretok [m ³ /s]		
	Danes	2071-2100	Povečanje [%]
	1571,9	2383,1	52

To pa so seveda le ocene, saj v analizi nismo upoštevali temperatur in ostalih hidroloških procesov, ki prispevajo k odtoku. Zato so razni modeli, kot so model HBV, veliko bolj primerni za analize vpliva podnebnih sprememb pa pretoke, ker upoštevajo vse hidrološke procese in tako dajo boljše rezultate.

VIRI

- [1] Kučić, K. 2007. Metoda momentov pri verjetnostni analizi visokih vod. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba K. Kučić): 1-27 f.
- [2] Brilly, M., Šraj, M., Vidmar, A., Primožič, M., Koprivšek, M. 2013. Climate change impact on flood discharge of Sava river. Hidrološko poročilo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za splošno hidrotehniko: 5, 20-25 f.
- [3] Matjaž, L. 2012. Podnebne spremembe, mit, zavajanje ali realnost. Seminarska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba L. Matjaž): 11-46 f.
- [4] Kajfež-Bogataj, L. Podnebne spremembe in nacionalna varnost = Climate change and national security. 2006. Ujma. 20: 171-172.
- [6] Knox, J. C., Kundzewicz, Z. W. Extreme Hydrological events, paleo-information and climate change. 1997. Hydrological Sciences – des Sciences Hydrologiques. 42: 1.
- [7] Horvat, A. 2009. Vloga snega v hidrološkem krogu na porečju Save. Magistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba A. Horvat): 3, 7-12 f.
- [8] Brilly, M., Šraj, M. 2005. Osnove hidrologije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 30-95 str.
- [9] Primožič, M. 2007. Umerjanje HBV modela za porečje reke Save v Sloveniji. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Primožič): 23-24 f.
- [10] Dolinar, M., Frantar, P., Hrvatin, M. 2008. Vpliv podnebne spremenljivosti na preočne in padavinske režime v Sloveniji. V: Zbornik referatov: 19. Mišičev vodarski dan. 8. December. Maribor, Vodnogospodarski biro: str. 5-6.
- [11] Starec, M., 2012. Hidrološka študija srednje Save. Hidrološko poročilo. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije: 18, 36, 85 f.
- [12] Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). 2013. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdIJnOn0UQQdSf> (Pridobljeno 17. 6. 2013)
- [13] Meteorološki godišnjak II. 1949. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 38-65
- [14] Meteorološki godišnjak II. 1950. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 141-308
- [15] Meteorološki godišnjak II. 1951. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 39-165
- [16] Meteorološki godišnjak II. 1952. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 1-130
- [17] Meteorološki godišnjak II. 1953. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 1-308
- [18] Meteorološki godišnjak II. 1954. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 1-308

- [19] Meteorološki godišnjak II. 1955. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 1-308
- [20] Meteorološki godišnjak II. 1956. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 1-308
- [21] Meteorološki godišnjak II. 1957. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 1-308
- [22] Meteorološki godišnjak II. 1958. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 1-308
- [23] Meteorološki godišnjak II. 1959. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 1-308
- [24] Meteorološki godišnjak II. 1960. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod: str. 1-308

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: PODATKI O MAKSIMALNIH LETNIH PRETOKIH Q_{vk} IN PRIPADAJOČIH MAKSIMALNIH DNEVNIH PADAVINAH P_{24}A1

A. 1 Vodomerna postaja Šentjakob in klimatološka postaja Rateče.....	A1
A. 2 Vodomerna postaja Kamnik in klimatološka postaja Ljubljana.....	A3
A. 3 Vodomerna postaja Moste in klimatološka postaja Ljubljana	A5
A. 4 Vodomerna postaja Suha in klimatološka postaja Rateče	A7
A. 5 Vodomerna postaja Veliko Širje in klimatološka postaja Celje.....	A9

PRILOGA B: FILTRIRANI PODATKI O MAKSIMALNIH LETNIH PRETOKIH Q_{vk} IN PRIPADAJOČIH MAKSIMALNIH DNEVNIH PADAVINAH P_{24}B1

B. 1 Vodomerna postaja Šentjakob in klimatološka postaja Rateče	B1
B. 2 Vodomerna postaja Kamnik in klimatološka postaja Ljubljana.....	B2
B. 3 Vodomerna postaja Moste in klimatološka postaja Ljubljana	B3
B. 4 Vodomerna postaja Suha in klimatološka postaja Rateče.....	B4
B. 5 Vodomerna postaja Veliko Širje in klimatološka postaja Celje	B6

»Ta stran je namenoma prazna«

**PRILOGA A: PODATKI O MAKSIMALNIH LETNIH PRETOKIH Q_{vk} IN PRIPADAJOČIH
MAKSIMALNIH DNEVNIH PADAVINAH P_{24}**

A. 1 Vodomer na postaja Šentjakob in klimatološka postaja Rateče

Preglednica A1: Vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2010

DATUM	Q_{vk} [m ³ /s]	DATUM	P_{24} [mm]
27.11.1949	1300	27.11.1949	118,6
21.11.1950	701	4.11.1950	67
7.2.1951	879	7.2.1951	107,4
27.10.1952	831	27.10.1952	77,9
23.8.1953	378	23.8.1953	52,3
12.12.1954	1074	12.12.1954	48
19.10.1955	566	19.10.1955	54,1
2.6.1956	487	21.6.1956	47,2
14.12.1957	473	14.12.1957	39,5
15.12.1958	805	24.12.1958	38,6
29.10.1959	680	29.10.1959	85,4
8.12.1960	743	25.12.1960	64,9
19.10.1961	1062	19.10.1961	86,7
6.3.1962	807	5.3.1962	57,4
12.3.1963	661	13.3.1963	33,8
25.10.1964	1019	25.10.1964	66,8
29.9.1965	1280	2.9.1965	95,8
5.11.1966	1237	5.11.1966	107,9
6.11.1967	985	6.11.1967	72,3
23.9.1968	941	17.9.1968	49
14.11.1969	866	14.11.1969	143,2
20.11.1970	685	15.11.1970	51,3
5.4.1971	442	5.4.1971	28,8
16.5.1972	742	28.5.1972	74,6
25.9.1973	918	25.9.1973	87,9
30.6.1974	617	30.6.1974	53
7.4.1975	1198	7.4.1975	117,8
2.12.1976	622	2.12.1976	55,3
22.2.1977	900	22.2.1977	47,3
29.1.1978	489	12.1.1978	41,2
29.1.1979	1281	29.1.1979	70,6
9.10.1980	1151	9.10.1980	121,6
31.12.1981	521	23.12.1981	50,6
14.11.1982	1339	14.11.1982	83,5
20.12.1983	773	20.12.1983	54,6
24.9.1984	797	24.9.1984	79,4

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice A1

24.1.1985	1033	25.1.1985	39,5
29.8.1986	915	29.8.1986	106,1
5.8.1987	875	26.8.1987	45,5
22.8.1988	563	21.8.1988	60,6
6.11.1989	922	6.11.1989	44,5
1.11.1990	1422	26.11.1990	95,2
21.11.1991	643	5.11.1991	48,4
6.12.1992	1089	6.12.1992	63,9
23.10.1993	762	3.10.1993	70,2
15.9.1994	538	15.9.1994	107,5
24.12.1995	623	27.12.1995	43,5
19.11.1996	1013	15.11.1996	81,4
8.11.1997	692	7.11.1997	63,4
7.10.1998	1054	7.10.1998	66,9
17.4.1999	680	17.4.1999	42,5
7.11.2000	1217	7.11.2000	98,5
26.1.2001	737	8.1.2001	35,7
19.11.2002	749	19.11.2002	67,9
2.11.2003	951	2.11.2003	80,2
1.11.2004	1124	1.11.2004	72,2
5.12.2005	591	4.12.2005	31,4
5.3.2006	750	6.3.2006	59,2
19.9.2007	1168	19.9.2007	77,9
12.12.2008	697,3	12.12.2008	61,2
25.12.2009	1357,6	25.12.2009	86,1
18.9.2010	1237,2	18.9.2010	81,7

A. 2 Vodomerna postaja Kamnik in klimatološka postaja Ljubljana

Preglednica A2: Vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2006

DATUM	Q_{vk} [m^3/s]	DATUM	P_{24} [mm]
27.11.1949	67	26.11.1949	31,2
23.11.1950	79,2	4.11.1950	52,2
14.11.1951	49	14.11.1951	39,6
27.10.1952	104	31.10.1952	38,6
4.8.1953	67	23.8.1953	47,9
11.12.1954	94,3	12.12.1954	21,9
19.10.1955	67	19.10.1955	56,3
2.6.1956	144	2.6.1956	67,9
22.7.1957	58,7	16.7.1957	47,1
14.12.1958	93	11.12.1958	27,3
28.12.1959	128	1.12.1959	55,7
3.11.1960	128	3.11.1960	59,3
19.10.1961	71,7	19.10.1961	35,7
1.1.1962	121	23.1.1962	25,3
29.8.1963	82,7	16.8.1963	63,3
24.10.1964	146	9.10.1964	94
2.9.1965	115	2.9.1965	79,6
3.12.1966	101	3.12.1966	20,6
6.11.1967	135	6.11.1967	39,9
22.9.1968	185	23.9.1968	60
14.11.1969	114	15.11.1969	37,1
16.7.1970	84,5	1.7.1970	37,1
20.3.1971	30,3	20.3.1971	49,4
16.5.1972	121	16.5.1972	52,3
25.9.1973	149	25.9.1973	116
5.10.1974	155	5.10.1974	95,8
30.6.1975	110	30.6.1975	30
31.10.1976	101	31.10.1976	62
23.2.1977	88,3	23.2.1977	32
13.6.1978	77,4	12.6.1978	49,2
29.1.1979	113	30.1.1979	43,3
9.10.1980	122	9.10.1980	91,4
31.12.1981	55	30.12.1981	34,5
14.11.1982	132	15.11.1982	45,6
17.10.1983	78,5	12.10.1983	47,8
24.9.1984	107	11.9.1984	26,5
24.1.1985	86,7	25.1.1985	38
29.8.1986	62,7	25.8.1986	39,9

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice A2

14.11.1987	79,1	24.11.1987	47,7
6.6.1988	48,4	6.6.1988	49,5
4.7.1989	99,8	4.7.1989	44,5
1.11.1990	282	2.11.1990	66,9
20.11.1991	80,1	21.11.1991	48
17.11.1992	127	17.11.1992	20,7
22.10.1993	68,2	22.10.1993	80,3
29.10.1994	68,8	4.10.1994	92,5
20.9.1995	75,1	20.9.1995	51,2
3.7.1996	82,2	2.7.1996	48
8.11.1997	108,9	8.11.1997	85,6
5.11.1998	169,9	5.11.1998	105,7
11.7.1999	40,1	23.7.1999	57
16.11.2000	103	7.11.2000	38,7
26.1.2001	74,5	25.1.2001	63
12.8.2002	62,9	12.8.2002	37,3
27.11.2003	62,5	27.11.2003	79,2
31.10.2004	59,6	10.10.2004	86,4
30.9.2005	52,6	4.9.2005	71,4
30.5.2006	41	30.5.2006	48,5

A. 3 Vodomerna postaja Moste in klimatološka postaja Ljubljana

Preglednica A3: Vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2010

DATUM	Q_{vk} [m ³ /s]	DATUM	P_{24} [mm]
28.11.1949	241	26.11.1949	31,2
17.12.1950	178	7.12.1950	40,3
2.4.1951	211	1.4.1951	25
27.3.1952	221	27.3.1952	30,2
12.9.1953	221	11.9.1953	92,5
12.11.1954	267	11.11.1954	72
26.3.1955	248	7.3.1955	29,5
30.4.1956	206	23.4.1956	35,4
16.2.1957	213	14.2.1957	33,2
14.10.1958	219	14.10.1958	46
25.12.1959	290	1.12.1959	55,7
23.2.1960	298	18.2.1960	44,7
30.7.1961	244	29.7.1961	42,8
6.3.1962	290	5.3.1962	22,2
6.1.1963	303	6.1.1963	49,9
25.10.1964	294	9.10.1964	94
3.9.1965	303	2.9.1965	79,6
3.12.1966	290	3.12.1966	20,6
9.4.1967	240	7.4.1967	41
19.12.1968	263	19.12.1968	63
16.3.1969	227	16.3.1969	17,3
26.3.1970	276	4.3.1970	37,4
20.3.1971	263	20.3.1971	49,4
16.5.1972	303	16.5.1972	52,3
26.9.1973	307	25.9.1973	116
5.10.1974	319	5.10.1974	95,8
20.3.1975	334	20.3.1975	75,4
11.12.1976	281	11.12.1976	40,8
9.4.1977	273	9.4.1977	52,1
28.9.1978	246	28.9.1978	112,4
30.1.1979	293	30.1.1979	43,3
13.10.1980	277	9.10.1980	91,4
31.12.1981	285	30.12.1981	34,5
1.1.1982	288	2.1.1982	31,6
26.3.1983	250	23.3.1983	46
3.4.1984	225	4.4.1984	21,1
25.1.1985	256	25.1.1985	38
24.11.1986	248	24.11.1986	54,2

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice A3

26.11.1987	234	24.11.1987	47,7
6.6.1988	215	6.6.1988	49,5
7.11.1989	261	23.11.1989	43,6
4.11.1990	297	2.11.1990	66,9
21.11.1991	304	21.11.1991	48
31.10.1992	294	30.10.1992	76,5
23.10.1993	313	22.10.1993	80,3
29.10.1994	268,3	4.10.1994	92,5
5.3.1995	256,7	3.3.1995	43,3
19.11.1996	282	18.11.1996	43,3
9.11.1997	260,3	8.11.1997	85,6
5.11.1998	331,6	5.11.1998	105,7
13.12.1999	206,2	13.12.1999	35,6
9.11.2000	260	7.11.2000	38,7
26.1.2001	264,1	25.1.2001	63
24.10.2002	238,5	24.10.2002	44,2
27.11.2003	243,4	27.11.2003	79,2
11.10.2004	247,2	10.10.2004	86,4
6.12.2005	238,7	6.12.2005	24,9
31.5.2006	216,5	30.5.2006	48,5
13.2.2007	212,1	26.2.2007	44,4
12.12.2008	239,5	11.12.2008	38
30.3.2009	277,3	30.3.2009	77,7
19.9.2010	353,2	18.9.2010	139,6

A. 4 Vodomerna postaja Suha in klimatološka postaja Rateče

Preglednica A4: Vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2010

DATUM	Q_{vk} [m ³ /s]	DATUM	P_{24} [mm]
27.11.1949	304	27.11.1949	118,6
4.11.1950	139	4.11.1950	67
7.2.1951	288	7.2.1951	107,4
27.10.1952	187	27.10.1952	77,9
28.5.1953	172	29.5.1953	28,4
11.11.1954	257	11.11.1954	52,7
18.2.1955	165	22.3.1955	34,3
2.6.1956	102	21.6.1956	47,2
12.4.1957	172	19.2.1957	46,8
27.2.1958	271	24.12.1958	38,6
28.12.1959	297	25.12.1959	64,9
23.2.1960	368	13.2.1960	54,4
18.10.1961	439	19.10.1961	86,7
6.3.1962	255	5.3.1962	57,4
12.3.1963	473	13.3.1963	33,8
25.10.1964	426	25.10.1964	66,8
2.9.1965	584	2.9.1965	95,8
5.11.1966	461	5.11.1966	107,9
5.10.1967	318	5.10.1967	52,2
25.2.1968	492	23.2.1968	38,9
14.11.1969	256	14.11.1969	143,2
6.1.1970	253	6.1.1970	37,1
22.1.1971	213	23.1.1971	36,1
16.5.1972	273	28.5.1972	74,6
25.9.1973	334	25.9.1973	87,9
5.10.1974	314	21.10.1974	34,2
7.4.1975	390	7.4.1975	117,8
8.12.1976	247	2.12.1976	55,3
22.8.1977	294	19.8.1977	66,5
30.12.1978	228	20.12.1978	18,1
28.1.1979	458	29.1.1979	70,6
9.10.1980	324	9.10.1980	121,6
31.12.1981	303	23.12.1981	50,6
14.11.1982	473	14.11.1982	83,5
20.12.1983	260	20.12.1983	54,6
24.9.1984	301	24.9.1984	79,4
24.1.1985	402	25.1.1985	39,5
24.11.1986	276	24.11.1986	49,5

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice A4

29.3.1987	309	29.3.1987	41,8
6.6.1988	147	6.6.1988	36,1
6.11.1989	389	6.11.1989	44,5
1.11.1990	687	26.11.1990	95,2
4.5.1991	191,2	11.5.1991	35,8
17.11.1992	435	17.11.1992	68,1
22.10.1993	303	3.10.1993	70,2
31.12.1994	244,1	22.12.1994	18,9
20.9.1995	301,6	20.9.1995	73,8
18.11.1996	389,9	15.11.1996	81,4
8.11.1997	300,4	7.11.1997	63,4
6.10.1998	443,5	7.10.1998	66,9
17.4.1999	146,6	17.4.1999	42,5
7.11.2000	356	7.11.2000	98,5
5.3.2001	292,9	14.3.2001	50,6
22.11.2002	272,6	19.11.2002	67,9
27.11.2003	251,9	2.11.2003	80,2
31.10.2004	472,3	30.10.2004	45,3
5.12.2005	308	4.12.2005	31,4
5.3.2006	275,8	6.3.2006	59,2
18.9.2007	430,9	19.9.2007	77,9
12.12.2008	340,2	12.12.2008	61,2
25.12.2009	353,4	25.12.2009	86,1
18.9.2010	466,7	18.9.2010	81,7

A. 5 Vodomerna postaja Veliko Širje in klimatološka postaja Celje

Preglednica A5: Vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2010

DATUM	Q_{vk} [m ³ /s]	DATUM	P_{24} [mm]
28.11.1949	392,9	8.11.1949	36,3
22.11.1950	419,5	4.11.1950	55,8
1.4.1951	361	1.4.1951	21,9
27.10.1952	603,2	15.10.1952	55,5
11.9.1953	532	11.9.1953	88,9
5.6.1954	988,6	5.6.1954	102,8
19.10.1955	421	19.10.1955	38,7
2.6.1956	569	2.6.1956	76,1
22.7.1957	290	16.7.1957	33,4
27.2.1958	524	27.2.1958	27,8
28.12.1959	484	28.12.1959	50,7
3.11.1960	502	3.11.1960	42,6
19.10.1961	569	19.10.1961	72,6
2.1.1962	569	2.1.1962	29,2
30.8.1963	561	16.8.1963	39,4
25.10.1964	1097	25.10.1964	86,2
5.7.1965	395	5.7.1965	60
3.12.1966	822	3.12.1966	48,4
6.11.1967	342,8	6.11.1967	20,3
19.12.1968	452	19.12.1968	53,4
22.8.1969	508	22.8.1969	65
6.1.1970	468	6.1.1970	10
5.4.1971	278	29.4.1971	25,2
16.5.1972	558	28.5.1972	40,6
25.9.1973	990	25.9.1973	82,2
5.10.1974	900	5.10.1974	66,7
30.6.1975	657	25.6.1975	28,4
2.12.1976	312	8.12.1976	27,8
9.4.1977	421	9.4.1977	39,3
13.6.1978	506	12.6.1978	33,9
29.1.1979	911	30.1.1979	26,3
9.10.1980	1283	9.10.1980	93,6
28.10.1981	362	23.10.1981	16,2

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice A5

5.8.1987	868,2	5.8.1987	102,7
6.6.1988	665,9	6.6.1988	57,8
4.7.1989	754	4.7.1989	64,7
1.11.1990	1490	2.11.1990	51,1
21.11.1991	755	21.11.1991	44,5
30.10.1992	895,2	18.10.1992	65,3
23.10.1993	771	3.10.1993	42,9
31.12.1994	645,4	21.12.1994	29,9
15.9.1995	578,8	15.9.1995	67,7
3.7.1996	853	2.7.1996	54,4
4.12.1997	534,3	4.12.1997	44,2
5.11.1998	1457,6	5.11.1998	105,2
21.5.1999	518,4	21.5.1999	60,7
7.11.2000	711	7.11.2000	22
26.1.2001	689	26.1.2001	38,8
6.12.2002	379,9	6.12.2002	30,8
2.11.2003	262,3	27.11.2003	28
17.10.2004	450,2	11.10.2004	49,4
5.10.2005	487,3	5.10.2005	34,2
30.5.2006	511,2	31.5.2006	36,6
19.9.2007	1170,8	19.9.2007	101,9
24.8.2008	452,7	24.8.2008	76,3
30.3.2009	588,3	30.3.2009	63,7
18.9.2010	1092,6	18.9.2010	118,3

PRILOGA B: FILTRIRANI PODATKI O MAKSIMALNIH LETNIH PRETOKIH Q_{vk} IN PRIPADAJOČIH MAKSIMALNIH DNEVNIH PADAVINAH P_{24}

B. 1 Vodomer na postaja Šentjakob in klimatološka postaja Rateče

Preglednica B1: Filtrirane vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2010

DATUM	Q_{vk} [m^3/s]	DATUM	P_{24} [mm]
27.11.1949	1300	27.11.1949	118,6
7.2.1951	879	7.2.1951	107,4
27.10.1952	831	27.10.1952	77,9
23.8.1953	378	23.8.1953	52,3
12.12.1954	1074	12.12.1954	48
19.10.1955	566	19.10.1955	54,1
14.12.1957	473	14.12.1957	39,5
29.10.1959	680	29.10.1959	85,4
19.10.1961	1062	19.10.1961	86,7
6.3.1962	807	5.3.1962	57,4
12.3.1963	661	13.3.1963	33,8
25.10.1964	1019	25.10.1964	66,8
5.11.1966	1237	5.11.1966	107,9
6.11.1967	985	6.11.1967	72,3
14.11.1969	866	14.11.1969	143,2
5.4.1971	442	5.4.1971	28,8
25.9.1973	918	25.9.1973	87,9
30.6.1974	617	30.6.1974	53
7.4.1975	1198	7.4.1975	117,8
2.12.1976	622	2.12.1976	55,3
22.2.1977	900	22.2.1977	47,3
29.1.1979	1281	29.1.1979	70,6
9.10.1980	1151	9.10.1980	121,6
14.11.1982	1339	14.11.1982	83,5
20.12.1983	773	20.12.1983	54,6
24.9.1984	797	24.9.1984	79,4
24.1.1985	1033	25.1.1985	39,5
29.8.1986	915	29.8.1986	106,1
22.8.1988	563	21.8.1988	60,6
6.11.1989	922	6.11.1989	44,5
6.12.1992	1089	6.12.1992	63,9
15.9.1994	538	15.9.1994	107,5
8.11.1997	692	7.11.1997	63,4

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice B1

7.10.1998	1054	7.10.1998	66,9
17.4.1999	680	17.4.1999	42,5
7.11.2000	1217	7.11.2000	98,5
19.11.2002	749	19.11.2002	67,9
2.11.2003	951	2.11.2003	80,2
1.11.2004	1124	1.11.2004	72,2
5.12.2005	591	4.12.2005	31,4
5.3.2006	750	6.3.2006	59,2
19.9.2007	1168	19.9.2007	77,9
12.12.2008	697,3	12.12.2008	61,2
25.12.2009	1357,6	25.12.2009	86,1
18.9.2010	1237,2	18.9.2010	81,7

B. 2 Vodomerne postaja Kamnik in klimatološka postaja Ljubljana

Preglednica B2: Filtrirane vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2006

DATUM	Q_{vk} [m ³ /s]	DATUM	P_{24} [mm]
27.11.1949	67	26.11.1949	31,2
14.11.1951	49	14.11.1951	39,6
11.12.1954	94,3	12.12.1954	21,9
19.10.1955	67	19.10.1955	56,3
2.6.1956	144	2.6.1956	67,9
3.11.1960	128	3.11.1960	59,3
19.10.1961	71,7	19.10.1961	35,7
2.9.1965	115	2.9.1965	79,6
3.12.1966	101	3.12.1966	20,6
6.11.1967	135	6.11.1967	39,9
22.9.1968	185	23.9.1968	60
14.11.1969	114	15.11.1969	37,1
20.3.1971	30,3	20.3.1971	49,4
16.5.1972	121	16.5.1972	52,3
25.9.1973	149	25.9.1973	116
5.10.1974	155	5.10.1974	95,8
30.6.1975	110	30.6.1975	30
31.10.1976	101	31.10.1976	62
23.2.1977	88,3	23.2.1977	32
13.6.1978	77,4	12.6.1978	49,2
29.1.1979	113	30.1.1979	43,3

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice B2

9.10.1980	122	9.10.1980	91,4
31.12.1981	55	30.12.1981	34,5
14.11.1982	132	15.11.1982	45,6
24.1.1985	86,7	25.1.1985	38
6.6.1988	48,4	6.6.1988	49,5
4.7.1989	99,8	4.7.1989	44,5
1.11.1990	282	2.11.1990	66,9
20.11.1991	80,1	21.11.1991	48
17.11.1992	127	17.11.1992	20,7
22.10.1993	68,2	22.10.1993	80,3
20.9.1995	75,1	20.9.1995	51,2
3.7.1996	82,2	2.7.1996	48
8.11.1997	108,9	8.11.1997	85,6
5.11.1998	169,9	5.11.1998	105,7
26.1.2001	74,5	25.1.2001	63
12.8.2002	62,9	12.8.2002	37,3
27.11.2003	62,5	27.11.2003	79,2
30.5.2006	41	30.5.2006	48,5

B. 3 Vodomerna postaja Moste in klimatološka postaja Ljubljana

Preglednica B3: Filtrirane vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2010

DATUM	Q_{vk} [m ³ /s]	DATUM	P_{24} [mm]
2.4.1951	211	1.4.1951	25
27.3.1952	221	27.3.1952	30,2
12.9.1953	221	11.9.1953	92,5
12.11.1954	267	11.11.1954	72
14.10.1958	219	14.10.1958	46
30.7.1961	244	29.7.1961	42,8
6.3.1962	290	5.3.1962	22,2
6.1.1963	303	6.1.1963	49,9
3.9.1965	303	2.9.1965	79,6
3.12.1966	290	3.12.1966	20,6
19.12.1968	263	19.12.1968	63
16.3.1969	227	16.3.1969	17,3
20.3.1971	263	20.3.1971	49,4
16.5.1972	303	16.5.1972	52,3
26.9.1973	307	25.9.1973	116

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice B3

5.10.1974	319	5.10.1974	95,8
20.3.1975	334	20.3.1975	75,4
11.12.1976	281	11.12.1976	40,8
9.4.1977	273	9.4.1977	52,1
28.9.1978	246	28.9.1978	112,4
30.1.1979	293	30.1.1979	43,3
31.12.1981	285	30.12.1981	34,5
1.1.1982	288	2.1.1982	31,6
3.4.1984	225	4.4.1984	21,1
25.1.1985	256	25.1.1985	38
24.11.1986	248	24.11.1986	54,2
6.6.1988	215	6.6.1988	49,5
21.11.1991	304	21.11.1991	48
31.10.1992	294	30.10.1992	76,5
23.10.1993	313	22.10.1993	80,3
19.11.1996	282	18.11.1996	43,3
9.11.1997	260,3	8.11.1997	85,6
5.11.1998	331,6	5.11.1998	105,7
13.12.1999	206,2	13.12.1999	35,6
26.1.2001	264,1	25.1.2001	63
24.10.2002	238,5	24.10.2002	44,2
27.11.2003	243,4	27.11.2003	79,2
11.10.2004	247,2	10.10.2004	86,4
6.12.2005	238,7	6.12.2005	24,9
31.5.2006	216,5	30.5.2006	48,5
12.12.2008	239,5	11.12.2008	38
30.3.2009	277,3	30.3.2009	77,7
19.9.2010	353,2	18.9.2010	139,6

B. 4 Vodomerna postaja Suha in klimatološka postaja Rateče

Preglednica B4: Filtrirane vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2010

DATUM	Q_{vk} [m^3/s]	DATUM	P_{24} [mm]
27.11.1949	304	27.11.1949	118,6
4.11.1950	139	4.11.1950	67
7.2.1951	288	7.2.1951	107,4
27.10.1952	187	27.10.1952	77,9
28.5.1953	172	29.5.1953	28,4

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice B4

11.11.1954	257	11.11.1954	52,7
18.10.1961	439	19.10.1961	86,7
6.3.1962	255	5.3.1962	57,4
12.3.1963	473	13.3.1963	33,8
25.10.1964	426	25.10.1964	66,8
2.9.1965	584	2.9.1965	95,8
5.11.1966	461	5.11.1966	107,9
5.10.1967	318	5.10.1967	52,2
14.11.1969	256	14.11.1969	143,2
6.1.1970	253	6.1.1970	37,1
22.1.1971	213	23.1.1971	36,1
25.9.1973	334	25.9.1973	87,9
7.4.1975	390	7.4.1975	117,8
28.1.1979	458	29.1.1979	70,6
9.10.1980	324	9.10.1980	121,6
14.11.1982	473	14.11.1982	83,5
20.12.1983	260	20.12.1983	54,6
24.9.1984	301	24.9.1984	79,4
24.1.1985	402	25.1.1985	39,5
24.11.1986	276	24.11.1986	49,5
29.3.1987	309	29.3.1987	41,8
6.6.1988	147	6.6.1988	36,1
6.11.1989	389	6.11.1989	44,5
17.11.1992	435	17.11.1992	68,1
20.9.1995	301,6	20.9.1995	73,8
8.11.1997	300,4	7.11.1997	63,4
6.10.1998	443,5	7.10.1998	66,9
17.4.1999	146,6	17.4.1999	42,5
7.11.2000	356	7.11.2000	98,5
31.10.2004	472,3	30.10.2004	45,3
5.12.2005	308	4.12.2005	31,4
5.3.2006	275,8	6.3.2006	59,2
18.9.2007	430,9	19.9.2007	77,9
12.12.2008	340,2	12.12.2008	61,2
25.12.2009	353,4	25.12.2009	86,1
18.9.2010	466,7	18.9.2010	81,7

B. 5 Vodomerna postaja Veliko Širje in klimatološka postaja Celje

Preglednica B5: Filtrirane vrednosti Q_{vk} in P_{24} za obdobje od leta 1949 do leta 2010

DATUM	Q_{vk} [m ³ /s]	DATUM	P_{24} [mm]
1.4.1951	361	1.4.1951	21,9
11.9.1953	532	11.9.1953	88,9
5.6.1954	988,6	5.6.1954	102,8
19.10.1955	421	19.10.1955	38,7
2.6.1956	569	2.6.1956	76,1
27.2.1958	524	27.2.1958	27,8
28.12.1959	484	28.12.1959	50,7
3.11.1960	502	3.11.1960	42,6
19.10.1961	569	19.10.1961	72,6
2.1.1962	569	2.1.1962	29,2
25.10.1964	1097	25.10.1964	86,2
5.7.1965	395	5.7.1965	60
3.12.1966	822	3.12.1966	48,4
6.11.1967	342,8	6.11.1967	20,3
19.12.1968	452	19.12.1968	53,4
22.8.1969	508	22.8.1969	65
6.1.1970	468	6.1.1970	10
25.9.1973	990	25.9.1973	82,2
5.10.1974	900	5.10.1974	66,7
9.4.1977	421	9.4.1977	39,3
13.6.1978	506	12.6.1978	33,9
29.1.1979	911	30.1.1979	26,3
9.10.1980	1283	9.10.1980	93,6
14.11.1982	900	15.11.1982	43,6
20.12.1983	487,8	19.12.1983	9,5
3.4.1984	499	3.4.1984	32
24.1.1985	591	25.1.1985	33,7
15.6.1986	636	15.6.1986	70,9
5.8.1987	868,2	5.8.1987	102,7
6.6.1988	665,9	6.6.1988	57,8
4.7.1989	754	4.7.1989	64,7
1.11.1990	1490	2.11.1990	51,1
21.11.1991	755	21.11.1991	44,5
15.9.1995	578,8	15.9.1995	67,7
3.7.1996	853	2.7.1996	54,4
4.12.1997	534,3	4.12.1997	44,2

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice B5

5.11.1998	1457,6	5.11.1998	105,2
21.5.1999	518,4	21.5.1999	60,7
7.11.2000	711	7.11.2000	22
26.1.2001	689	26.1.2001	38,8
6.12.2002	379,9	6.12.2002	30,8
5.10.2005	487,3	5.10.2005	34,2
30.5.2006	511,2	31.5.2006	36,6
19.9.2007	1170,8	19.9.2007	101,9
24.8.2008	452,7	24.8.2008	76,3
30.3.2009	588,3	30.3.2009	63,7
18.9.2010	1092,6	18.9.2010	118,3