

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:

Barič, B., 2016. Izdelava zbirke poplavnih dogodkov z uporabo funkcije kopula. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Šraj, M., somentor Maccioni, G.): 86 str.

Datum arhiviranja: 27-05-2016

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:

Barič, B., 2016. Izdelava zbirke poplavnih dogodkov z uporabo funkcije kopula. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Šraj, M., co-supervisor Maccioni, G.): 86 pp.

Archiving Date: 27-05-2016

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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM VODARSTVO IN
KOMUNALNO INŽENIRSTVO

Kandidat:

BLAŽ BARIČ

**IZDELAVA ZBIRKE POPLAVNIH DOGODKOV Z
UPORABO FUNKCIJE KOPULA**

Diplomska naloga št.: 278/VKI

**FLOOD EVENT SET DEVELOPMENT WITH THE USE
OF COPULA FUNCTIONS**

Graduation thesis No.: 278/VKI

Mentorica:

doc. dr. Mojca Šraj

Somentor:

Giovanni Maccioni

Ljubljana, 24. 05. 2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Blaž Barič izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Izdelava zbirke poplavnih dogodkov z uporabo funkcije kopula«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, maj 2016

Blaž Barič

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	519.2:556.1(043.2)
Avtor:	Blaž Barič
Mentor:	doc. dr. Mojca Šraj
Somentor:	Giovanni Maccioni, MSc
Naslov:	Izdelava zbirke poplavnih dogodkov z uporabo funkcije kopula
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	86 str., 10 pregl., 40 sl., 24 en., 5 pril.
Ključne besede:	Računalniški modeli naravnih nesreč, izračun poplavnih škod, modul nevarnosti, zbirka poplavnih dogodkov, multivariatna verjetnostna analiza, funkcija kopula

Izveček

Vsakoletne poplave predstavljajo pomemben delež vseh ekonomskih in zavarovanih škod v svetu in Sloveniji. Za oceno le-teh, se je v zadnjih desetletjih uveljavilo računalniško modeliranje naravnih nesreč. Ti so sestavljeni iz štirih glavnih delov: modula nevarnosti, modula grajenega okolja, modula škodnih krivulj ter finančni dela modelov, ki omogoča izračun višine škod z upoštevanjem pogojev zavarovalnih pogodb.

Modul nevarnosti predstavlja bistvo omenjenih modelov, saj simulira možne fizične vplive, ki so značilni za vrsto obravnavane naravne nesreče. V primeru poplav je potrebno definirati zbirko poplavnih dogodkov, ki so opisani z natančno geografsko lokacijo ter lokalno intenziteto pojava. Klasične univariatne verjetnostne analize zaradi več-dimenzijskega značaja poplavljanja na različnih odsekih vodotokov niso primerne za ocenjevanje skupnega poplavnega tveganja. Kot alternativa klasičnemu raziskovanju hidroloških pojavov so se v hidrologiji začele uporabljati funkcije kopule.

V diplomskem delu je bila raziskovana možnost uporabe funkcije kopula za izdelavo zbirke poplavnih dogodkov na območju Republike Slovenije. Izdelane in primerjane so bile različne zbirke poplavnih dogodkov, tri z uporabo Studentove t kopule in ena z uporabo Gumbel kopule. Bivariatna primerjava merjenih in generiranih pretokov parov postaj je pokazala, da Studentova t kopula z 0,483 stopnjami prostosti ter Gumbelova kopula s parametrom $\theta = 1,7$ izkazujeta prevelik poudarek vrednostim v ekstremnih delih porazdelitve verjetnosti. Studentovi t kopuli s štirimi in desetimi stopnjami prostosti sta se izkazali za bolj primerni, kar je opazno tudi pri primerjavi pojavov sočasnih poplavnih dogodkov na različnih postajah.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	519.2:556.1(043.2)
Author:	Blaž Barič
Supervisor:	doc. dr. Mojca Šraj
Cosupervisor:	Giovanni Maccioni, MSc
Title:	Flood event set development with the use of copula functions
Document type:	Graduation Thesis - University studies
Scope and tools:	86 p., 10 tab., 40 fig., 24 eq., 5 ann.
Key words:	Computer catastrophe models, flood loss calculation, hazard module, flood event set, multivariate probability analysis, copula function

Abstract

Flooding on a yearly basis represents a significant share of all economic and insured losses in Slovenia and globally. To assist in the estimation of their sizes, catastrophe modelling emerged as an appropriate tool in the last decades. These models consist of four main components: hazard module, exposure module, vulnerability module and financial engine, which performs the calculation of the losses while taking into account the financial conditions of the policies.

The hazard module forms the essence of these models as it simulates possible physical phenomena, typical for the peril in question. When analysing flooding, it is necessary to define the flood event set which describes the events with their exact geographical location and local intensity. Due to the multi-site nature of flooding, classical univariate probability analyses are less appropriate when analysing joint flood risk. Copula functions have started being used in hydrology as an alternative to the classical approach.

The usability of copula function to develop a flood event set for the Republic of Slovenia has been explored in the graduation thesis. Three Student t copula based and one Gumbel copula based event set have been developed and compared. Bivariate analyses of observed and simulated flows at pairs of stations showed that the Student t copula with 0,483 degrees of freedom and Gumbel copula with the parameter $\theta = 1,7$ result in overestimation in the extreme parts of the probability distribution. Student t copulas with 4 and 10 degrees of freedom were shown to be more appropriate also when comparing concomitant flood events at different sites.

ZAHVALA

Mentorici, doc. dr. Mojci Šraj, se zahvaljujem za usmeritev ter vso potrpežljivost ter fleksibilnost pri izdelavi diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem somentorju, Giovanniju Maccioniju, za praktične nasvete med nastankom zaključnega dela.

Agenciji Republike Slovenije za okolje se zahvaljujem za uporabljene podatke.

Vsej svoji družini ter prijateljem pa se iskreno zahvaljujem za vso podporo v času študija.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	POPLAVE IN NJIHOVE RAZSEŽNOSTI	3
2.1	Vrste poplav	3
2.2	Poplavna območja v Sloveniji	4
2.3	Zakonska podlaga	6
2.3.1	Nevarnost, ranljivost, ogroženost	7
2.4	Poplavne škode	8
2.4.1	Poplavne škode v Sloveniji	10
2.5	Protipoplavni ukrepi	13
2.5.1	Zavarovanje pred naravnimi nesrečami	14
3	MODELIRANJE NARAVNIH NESREČ	15
3.1	Zgodovina modeliranja naravnih nesreč.....	15
3.2	Namen računalniških modelov naravnih nesreč.....	16
3.2.1	Stohastično modeliranje	17
4	ZGRADBA IN DELOVANJE MODELOV NARAVNIH NESREČ	19
4.1	Sestavni deli modela.....	19
4.2	Modul nevarnosti	21
4.3	Grajeno okolje.....	23
4.3.1	Kvaliteta in vrsta opisnih podatkov	23
4.3.2	Prostorska predstavitev modela – ločljivost podatkov	24
4.4	Funkcije škode.....	29
4.4.1	Tipi poplavne škode.....	30
4.4.2	Tipi škodnih krivulj	31
5	STATISTIČNA ORODJA	35
5.1	Osnovni pojmi verjetnostnega računa v statistiki.....	35
5.2	Univariatne verjetnostne analize	36
5.3	Testiranje ustreznosti verjetnostnih porazdelitev.....	37
5.3.1	Test Kolmogorov-Smirnov	38
5.3.2	Test RMSE.....	39
5.3.3	Grafi QQ.....	39
5.4	Multivariatne verjetnostne analize	40
5.4.1	Večdimenzijske verjetnostne spremenljivke	40
5.4.2	Funkcija kopula	41
5.4.2.1	Definicija kopule.....	42
5.4.2.2	Splošne značilnosti kopule	43
5.4.2.3	Vrste kopul	43
5.5	Korelacija in koeficient korelacije.....	46

5.6	Programsko okolje R	47
6	IZDELAVA KATALOGA POPLAVNIH DOGODKOV Z UPORABO FUNKCIJE KOPULA	49
6.1	Definicija problema	49
6.2	Pristopi k modeliranju poplavnih izgub	49
6.3	Vhodni podatki za izdelavo kataloga poplavnih dogodkov	50
6.3.1	Pregled kvalitete podatkov	51
6.3.2	Priprava vhodnih podatkov	52
6.4	Izbira poplavnih dogodkov	53
6.4.1	Verjetnostna analiza letnih konic pretoka	53
6.5	Priprava podatkov za uporabo s funkcijo kopula	56
6.5.1	Verjetnostna analiza izbranih tedenskih pretokov	56
6.6	Uporaba funkcije kopula v programu R	57
6.6.1	Izbira ustrezne funkcije kopule	57
6.6.2	Izbira ustreznih parametrov Studentove t kopule in priprava modela	57
7	ANALIZA REZULTATOV	61
7.1	Bivariatna primerjava postaj v enotnem prostoru $U(0,1)$	61
7.1.1	Postaji Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070) s koeficientom korelacije $R = 0,94$ 61	
7.1.2	Postaji Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020) s koeficientom korelacije $R = 0,01$	64
7.2	Bivariatna primerjava merjenih in simuliranih pretokov	67
7.3	Primerjava geografske razsežnosti merjenih in generiranih dogodkov	68
7.4	Primerjava sočasnosti poplavnih dogodkov	70
7.5	Povezava rezultatov z mehanizmom poplavljanja v modelu – propagacija	72
8	ZAKLJUČKI	77

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Površina poplavnih območij v Sloveniji po porečjih v hektarih (Komac in sod., 2008, cit. po Inštitut za vode Republike Slovenije, 2006)	6
Preglednica 2: Najdražje poplave v svetovnem merilu (prirejeno po Swiss Re, 2014)	9
Preglednica 3: Sestava ocenjene škode glede na vzroke za nastanek elementarne nesreče v Sloveniji v obdobju od 1994 do 2008 (SURS, 2015).....	10
Preglednica 4: Tipi uporabljenih podatkov v modulu grajenega okolja (Messner, 2007).....	28
Preglednica 5: Delitve poplavne škode (prirejeno po Messner in sod., 2007)	30
Preglednica 6: Tipična razdelitev portfelja (Willis Limited, 2014)	32
Preglednica 7: Kopule iz eliptične družine	45
Preglednica 8: Bivariatne kopule iz Arhimedove družine (Šraj in sod., 2013).....	46
Preglednica 9: Uporabljene verjetnostne porazdelitve	53
Preglednica 10: Primer rezultatov testov Kolmogorov-Smirnov in RMSE za vodomerno postajo Soteska (3220)	54

KAZALO SLIK

Slika 1: Poplavna območja Slovenije (Komac in sod., 2008)	5
Slika 2: Povezave med pojmi, uporabljenimi pri obravnavi naravnih nesreč (Kozelj in sod., 2008)	8
Slika 3: Svetovne ekonomske in zavarovane škode zaradi naravnih nesreč med leti 2000 in 2013 (prirejeno po AoN Benfield, 2014)	9
Slika 4: Ocenjena škoda poplavnih dogodkov med leti 1994 in 2008 v evrih (Statistični urad republike Slovenije, 2013)	11
Slika 5: Dnevna količina padavin od 8. ure 18. septembra 2007 do 8. ure 19. septembra 2007 (ARSO, 2008)	12
Slika 6: Povratne dobe pretokov rek v dneh od 16. do 19. septembra 2010 (ARSO, 2010)	13
Slika 7: Gradniki računalniških modelov naravnih nesreč (prirejeno po AIR Worldwide, 2014)	19
Slika 8: Točke s podatki o geografski širini in dolžini, ki predstavljajo lokacije stavb v delu Ljubljane .	25
Slika 9: Občine Republike Slovenije	26
Slika 10: Prikaz meja in lege objektov v delu Ljubljane	27
Slika 11: Primer absolutnih škodnih krivulj (prirejeno po Ciurean in sod., 2013)	33
Slika 12: Prikaz relativne škodne krivulje, izdelane na osnovi dejanskih podatkov o škodah po poplavnem dogodku (prirejeno po van Westen, 2009)	34
Slika 13: Q-Q graf letnih merjenih in generiranih konic pretoka postaje Polana I (1220) z uporabo Pearson 3 porazdelitve	40
Slika 14: Predstavitev funkcije kopula (prirejeno po Favre in sod., 2004)	43
Slika 15: Primer Gaussove (levo) in Studentove (desno) kopule	44
Slika 16: Primer Clayton (levo) in Gumbel (desno) kopule	45
Slika 17: Primer generiranih spremenljivk z uporabo različnih tipov bivariatnih kopul (Šraj in sod., 2013)	46
Slika 18: Interaktivno razvojno okolje RStudio	48
Slika 19: Izbrane vodomerne postaje za izdelavo stohastičnega kataloga poplavnih dogodkov	52
Slika 20: Primer grafov za izbiro ustrezne porazdelitvene funkcije za vodomerno postajo Soteska (3220)	55
Slika 21: Primer Q-Q grafa za postajo Soteska (3220) in PE3 porazdelitev	55
Slika 22: Primer grafa logaritmirane porazdelitvene funkcije za postajo Soteska (3220) in PE3 porazdelitev	56
Slika 23: Razsevni graf koeficienta korelacije ter razdaj med bivariatnimi pari postaj	59
Slika 24: Primerjava postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070), Studentova t kopula, $v = 0,483$	62
Slika 25: Primerjava postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070), Studentova t kopula, $v = 4$.	62
Slika 26: Primerjava postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070), Studentova t kopula, $v = 10$	63
Slika 27: Primerjava postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070), Gumbel kopula, $\theta = 1,7$	64
Slika 28: Primerjava postaj Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020), Studentova t kopula, $v = 0,483$...	65
Slika 29: Primerjava postaj Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020), Studentova t kopula, $v = 4$	65
Slika 30: Primerjava postaj Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020), Studentova t kopula, $v = 10$	66

Slika 31: Primerjava postaj Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020), Gumbel kopula, $\theta = 1,7$	66
Slika 32: Primerjava pretokov na postajah Radovljica I (3420) in Radeče (3740)	67
Slika 33: Primerjava pretokov na postajah Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020)	68
Slika 34: Zgodovinski poplavni dogodki (1954, 1990, 2009, 2010).....	69
Slika 35: Sintetični poplavni dogodki. Levo zgoraj kopula Student $v = 0,483$, desno zgoraj kopula Student $v = 4$, levo spodaj kopula Student $v = 10$, desno spodaj kopula Gumbel $\theta = 1,7$	70
Slika 36: Primerjava števila postaj s sočasnim pojavom merjenih in simuliranih dogodkov z vsaj 5, 10 in 20-letno povratno dobo	71
Slika 37: Primerjava števila postaj s sočasnim pojavom merjenih in simuliranih dogodkov z vsaj 5, 10 in 20-letno povratno dobo za vsaj 2 postaji	72
Slika 38: Primerjava razmerja velikosti uteži in razdalje različnih vrednosti moči p	73
Slika 39: Relativna vrednost odstopanja pri različnih vrednostih moči p in različnih številih odstranjenih postaj. Rdeča točka predstavlja najmanjše odstopanje.	75
Slika 40: Interpolacija sintetičnih dogodkov. Levo: povratne dobe pretokov merilnih postaj, desno: interpolirane povratne dobe na vodotokih. Predstavljena sta sintetična dogodka 1 in 191.	76

1 UVOD

Poplave letno prizadenejo številne regije po svetu ter povzročijo velike človeške ter materialne izgube. Predvsem v regijah, kjer se pojavljajo skoraj v rednih intervalih, so pomembni različni mehanizmi zmanjševanja negativnih vplivov poplav na ljudi ter človeško lastnino (Messner in sod., 2007). Med fizične ukrepe zaščite pred poplavami tako npr. štejemo: izgradnjo nasipov ali obnovo dotrajanih nasipov, razne regulacijske ukrepe kot so preusmerjanje dela pretoka v odvodne struge, izgradnjo jezov, ki med drugim nudijo tudi določeno stopnjo protipoplavne varnosti, čiščenje strug, ureditev zadrževalnih območij za visoke vode ter omejevanje gradnje v poplavnih območjih. Predvsem zadnji ukrep predstavlja najbolj logičen in naraven pristop k reševanju problematike poplav (Kozelj in sod., 2008; Steinman in Banovec, 2005).

Kljub rednim izgubam in škodam pa še vedno prevladuje interes gradnje ter zaslužka nad pametnejšim urejanjem prostora in ravnanja po smernicah ter rezultatih, narekovanih s strani ustreznih organov ter njihovih študij o poteku poplavnih območij. Zavarovanje proti povzročeni poplavni škodi ima tako pomembno vlogo pri omejevanju negativnih vplivov ter predstavlja pomemben dodatek prej omenjenim protipoplavnim ukrepom (Steinman in Banovec, 2005). S povečevanjem urbanih površin ter naraščajočo populacijo se povečuje tudi prisotnost poplavnega kritja na zavarovalniškem trgu (Jha in sod., 2012). Zavarovalnice in pozavarovalnice morajo stremeti k oblikovanju portfelja polic, ki bodo ustvarjale dobiček ter čim manjše izgube. Informacije glede potencialnih izgub, povzročenih s strani naravnih nesreč, kot je poplava, tako pridobivajo z uporabo modelov (Lloyd's market association, 2013).

Rezultati modelov naravnih nesreč vplivajo na strukturo ter število podpisanih polic v primeru zavarovalnic ter oblikovanje raznih programov s katerimi pozavarovalnice poskušajo ustvarjati dobiček ter ščititi zavarovalnice pred velikimi izgubami, ki bi le-te lahko privedle do velikih izgub ali celo bankrota. Vhodni, hidrološki podatki so torej ključnega pomena za ustrezen poplavni model, ki bo z zadovoljivo mero predstavljal lokalne hidrološke pogoje.

V hidrološki literaturi je v zadnjih desetletjih možno zaslediti vedno več raziskav z uporabo funkcije kopula. Šraj in sodelavci (2013) navajajo finančne in ekonomske vede kot znanosti, kjer so se kopule uporabljale pred uporabo v hidrologiji. Najpogosteje kopule v hidrologiji zasledimo pri uporabi bivariatne ali multivariatne analize različnih kombinacij spremenljivk, kot so npr. konica pretoka, volumen odtoka, čas trajanja visokovodnih valov ter koncentracije suspendiranih snovi (Šraj in sod., 2013; Bezak in sod., 2014). Uporabo kopule v namene raziskovanja skupnega poplavnega tveganja pa so v svojih delih med drugim raziskovali Favre in sodelavci (2014), Ghizzoni in sodelavci (2010) in Ghizzoni in sodelavci (2011).

Glavni cilj diplomskega dela je poleg predstavitve glavnih segmentov modelov naravnih nesreč

prikazati tudi celoten postopek razvoja hidrološkega dela poplavnega modela (modula nevarnosti), ki predstavlja možne poplavne dogodke na območju republike Slovenije z uporabo funkcije kopula.

2 POPLAVE IN NJIHOVE RAZSEŽNOSTI

Poplave spadajo med najbolj pogoste in najbolj razširjene naravne nesreče na svetu, ki prizadenejo tako urbana kot ruralna območja (Jha in sod., 2012). Naravne nesreče predstavljajo naravni pojavi in procesi v pokrajini, ki prizadenejo družbo v taki meri, da ji povzročijo škodo (Zorn in Komac, 2011, cit. po Zorn in Komac, 2012).

Hidrološko izrazje (Mikoš in sod., 2002) definira poplavo oziroma poplavljanje ali preplavljanje kot razlitje vode izven normalnega območja vodotoka oziroma drugega vodnega telesa ali zbiranje vode na površinah, ki po navadi niso pripravljene.

Direktiva Evropskega parlamenta o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti (2007) definira pojem poplave kot »Začasno prekritje zemljišča z vodo, ki običajno ni prekrito z vodo. To vključuje poplave, ki jih povzročijo reke, gorski hudourniki, občasni sredozemski vodotoki ter poplave, ki jih povzroči morje v obalnih območjih, lahko pa izključuje poplave iz kanalizacijskih sistemov.«

2.1 Vrste poplav

Natek (2005, cit. po Komac in sod., 2008) navaja naslednje tipe poplav v Sloveniji:

- Hudourniške poplave, ki so kratkotrajne in silovite. Povzročene so s strani kratkotrajnih, a intenzivnih padavin, ki so tipično prisotne ob poletnih neurjih ter deževjih v jesenskem času. Vode s seboj prenašajo tudi plavine, ki se delijo na rinjene in lebdeče. Plavine, v povezavi s prisotnostjo globinske in bočne erozije povzročajo veliko škode. Erozija in prenašanje gradiva pa lahko povzročita zamašitev struge ter posledično preboja vode izven struge.
- Nižinske poplave se pojavljajo v spodnjem toku večjih rek zaradi razlike v hitrosti dotekanja visokih voda in odtočne zmogljivosti rečnih strug. Struge niso sposobne odvajati povečane količine vode z višinskega sveta ter se razlijejo po poplavni ravnici. Za seboj puščajo naplavine, značilen je počasen odtok s poplavljenih območij.
- Poplave na kraških poljih, ki nastanejo kot posledica dviga piezometričnega nivoja kraške vode na površje ali pa zaradi presežka dotekajoče vode, ki je višja od zmogljivosti podzemnih odtočnih kanalov. Značilen je počasen nastop voda, ki so nato prisotne več tednov, preden počasi odtečejo skozi kraško podzemlje.
- Morske poplave nastanejo zaradi kombinacije visoke plime, nizkega zračnega pritiska in juga. Gladina morja se za določen čas dvigne nad gladino običajne visoke plime ter poplavlja nabrežje.
- Mestne poplave se tipično pojavljajo ob poletnih neurjih, ko v krajšem času pade večja

količina padavin, ki je sistemi meteornih voda niso sposobni dovolj hitro odvajati. Poplavne vode zalijejo podhode, podvoze in kletne prostore, od koder je onemogočeno prosto odtekanje in je tako potrebno prečrpavanje vode.

Messner in sod. (2007) pa navajajo naslednje tipe poplav po Evropi, glede na geografijo, klimatske značilnosti in prisotnost ljudi na ogroženih območjih:

- Počasno dviganje gladin rek zaradi taljenja snega ali deževja (primer rek Rona, Temza, Pad, Loara).
- Poletni nevihtni dogodki, ki povzročajo bliskovite poplave. Za take poplave je značilen kratek opozorilni čas. Tipično so prisotne v mediteranskem ter hribovitem svetu.
- Poplave v urbanih območjih zaradi povečane intenzitete dežja ter preobremenjenosti, neustreznosti in pomanjkanja vzdrževanja omrežja za odvajanje meteornih voda (poplave v Nemčiji 2002).
- Poplave zaradi valovanja ob obali v času neurij, ko so obrambni nasipi prebiti oziroma preplavljeni (poplave Severnega morja 1953, 1962).
- Poplave zaradi blokad ledu, ki povzroča razlivanje toka na široke poplavne ravnice (reka Vistula na Poljskem).
- Poplave zaradi okvare ali popuščanja oziroma odnašanja jezov.

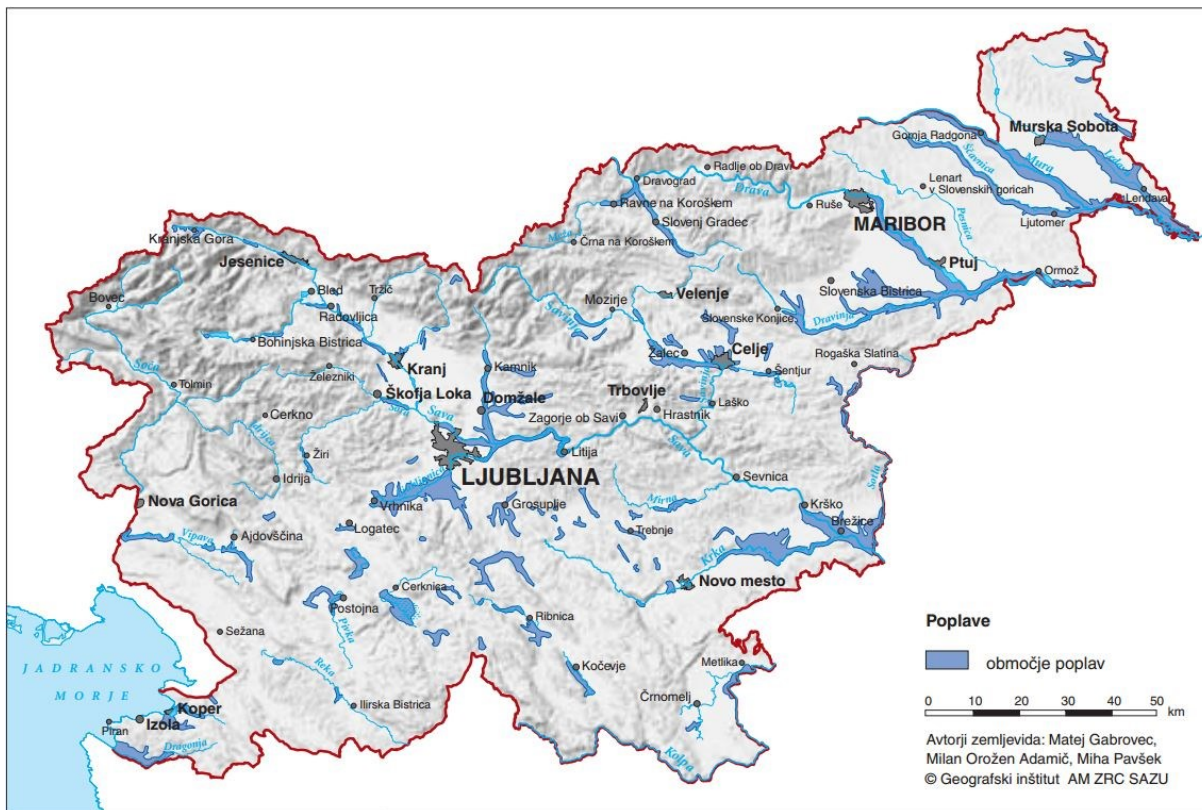
Čeprav so poplave popolnoma naraven pojav, postanejo problematične, ko se prizadete družbe ne morejo uspešno zoperstaviti njihovim vplivom in posledicam, kot so smrtne žrtve in škode za človeško lastnino (Jha in sod., 2012).

2.2 Poplavna območja v Sloveniji

V Sloveniji so manjše poplave na porečjih Mure, Drave, Save, Soče in morja s pritoki prisotne vsako leto. Pogosto se poleg manjših poplav pojavljajo tudi poplave večjega obsega, ki ogrožajo doline vodotokov v goratem, hribovitem svetu ter ravninski svet. Poplave se najpogosteje pojavljajo jeseni ali spomladi, hkrati pa so značilne tudi poplave poleti, zaradi nenadne večje količine vode ob nevihtah. Vsako leto se tako poplave v Sloveniji pojavijo na približno 2.300 hektarih (Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, 2002). Tipično so značilni štiri tipi poplav: nižinske, hudourniške, poplave na kraških poljih ter poplave morja (Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, 2002).

Poplavno ogrožena območja v Sloveniji predstavljajo preko 300.000 hektarov, medtem ko se obsežnejše poplave lahko pojavljajo na območju velikem okoli 94.000 hektarov (Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, 2002). Sava s 54 % predstavlja največji delež poplavnih površin, sledi Drava s 42 % ter Soča s pritoki s 4 %. Na območjih, kjer so

možne poplave s povratno dobo vsaj 50-ih let živi približno četrtina prebivalstva (Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, 2002). Slika 1 prikazuje poplavna območja v Republiki Sloveniji.



Slika 1: Poplavna območja Slovenije (Komac in sod., 2008)

Preglednica 1 prikazuje velikost območij v Sloveniji, ki jih ogrožajo različni velikostni razredi poplav. Rezultate študije Inštituta za vode Republike Slovenije imenovane Izvajanje vodne direktive v Sloveniji so povzeli Komac in sodelavci (2008). Razvidno je, da se največ poplavnih območij nahaja v srednjem in spodnjem Posavju ter Podravju.

Preglednica 1: Površina poplavnih območij v Sloveniji po porečjih v hektarih (Komac in sod., 2008, cit. po Inštitut za vode Republike Slovenije, 2006)

Povodje	Območja pogostih poplav s povratno dobo od 2 do 5 let	Območja redkih poplav s povratno dobo od 20 do 50 let	Območja zelo redkih poplav s povratno dobo nad 50 let
Posavbinje	127	1.989	3.281
Zgornje Posavje	98	582	1.403
Srednje Posavje	2.161	6.548	21.630
Spodnje Posavje	2.172	7.464	10.959
Podravje	1.389	7.185	16.791
Pomurje	60	4.827	13.130
Posočje	-	131	3.689
Povodje Jadranskega morja (brez Posočja)	464	433	2.249
Skupaj	6.471	29.159	73.132

2.3 Zakonska podlaga

Urejanje voda zajema skrb za ohranjanje in uravnavanje vodnih količin, varstvo pred škodljivim delovanjem voda, vzdrževanjem vodnih in priobalnih zemljišč ter skrb za hidromorfološko stanje vodnega režima (Đurović, 2012).

V Sloveniji zakonsko podlago za upravljanje z vodami predstavlja Zakon o vodah (ZV-1), ki določa, da se za poplavna območja določijo vodna, priobalna in druga zemljišča, kjer se voda zaradi naravnih dejavnikov občasno prelije izven vodnega zemljišča. Prav tako je v zakonu navedeno, da so na poplavnih območjih prepovedane vse dejavnosti in vsi posegi v prostor, ki imajo lahko ob poplavi škodljiv vpliv na vode, vodna ali priobalna zemljišča ali povečujejo poplavno ogroženost območja, razen posegov, ki so namenjeni varstvu pred škodljivim delovanjem voda.

Na področju Evropske unije pomemben dokument predstavlja Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Evropskega sveta, o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti, katere namen je vzpostaviti okvir za oceno in obvladovanje poplavne ogroženosti v Evropski skupnosti s ciljem zmanjševanja škodljivih posledic poplav na zdravje ljudi, okolje, kulturno

dediščino in gospodarske dejavnosti. Direktiva navaja, naj se načrti za obvladovanje poplavne ogroženosti usmerijo na preprečevanje, varstvo in pripravljenost. Zaželeni so ohranjanje oziroma obnova poplavnih območij ter izvajanje ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje škode na zdravju ljudi, okolju, kulturni dediščini in gospodarski dejavnosti. Države članice so do konca leta 2013 morale zagotoviti pripravo kart poplavne nevarnosti in poplavne ogroženosti, na osnovi katerih se morajo do konca leta 2015 pripraviti ustrezni načrti za obvladovanje poplavne ogroženosti (Direktiva ..., 2007).

2.3.1 Nevarnost, ranljivost, ogroženost

»Poplavljanje je posledica naraščajoče pogostosti in intenzitete pojavov, pa tudi posledica človekovih posegov v obvodni prostor in na poplavne ravnice, kar povečuje ranljivost/občutljivost teh območij.« (Kozelj in sod., 2008). Poplavljanje predstavlja tveganje, ki ga lahko določimo na podlagi izpostavljenosti nevarnosti ter ranljivosti (Kozelj in sod., 2008). V povezavi s protipoplavnimi ukrepi (PPU) različni avtorji (Brilly in sod., 1999; Kozelj in sod., 2008; Steinman in Banovec, 2005) navajajo naslednje definicije pojmov (slika 2):

- **Nevarnost (tveganje)** predstavljajo vsi poplavni dogodki, ki so opredeljeni z jakostjo in pogostostjo nastopa na posameznem območju. Nevarnosti so lahko naravnega izvora ali pa antropogenega izvora, ko so povzročene z ravnanjem oziroma opustitvijo dejavnosti in ravnanj.
- **Ranljivost** predstavlja različne stopnje dovzetnosti oziroma občutljivosti posameznikov, objektov, naprav in dejavnosti na posledice nevarnosti.
- Kombinacija nevarnosti in ranljivosti je **ogroženost** ljudi, dejavnosti in objektov, na osnovi katere je potrebno izdelati protipoplavne ukrepe oziroma sisteme spoprijemanja s poplavnimi tveganji.

Tveganja so tako določena na podlagi nevarnosti in ranljivosti in se delijo na prevzeta in preostala tveganja. Prevzeta tveganja so tista, za katera se predpostavi projektna meja, do katere naj bi objekt ščitil okolico (npr. projektni pretok Q_{v20}). Preostala tveganja pa so tveganja, ki presegajo prevzeta tveganja in jih objekti in sistemi ne ščitijo, saj niso bili dimenzionirani na njihove vrednosti. Uporablja se tudi pojem višje sile. V navezavi s primerom o pretoku so to vsi pretoki, ki so večji od Q_{v20} .



Slika 2: Povezave med pojmi, uporabljenimi pri obravnavi naravnih nesreč (Kozelj in sod., 2008)

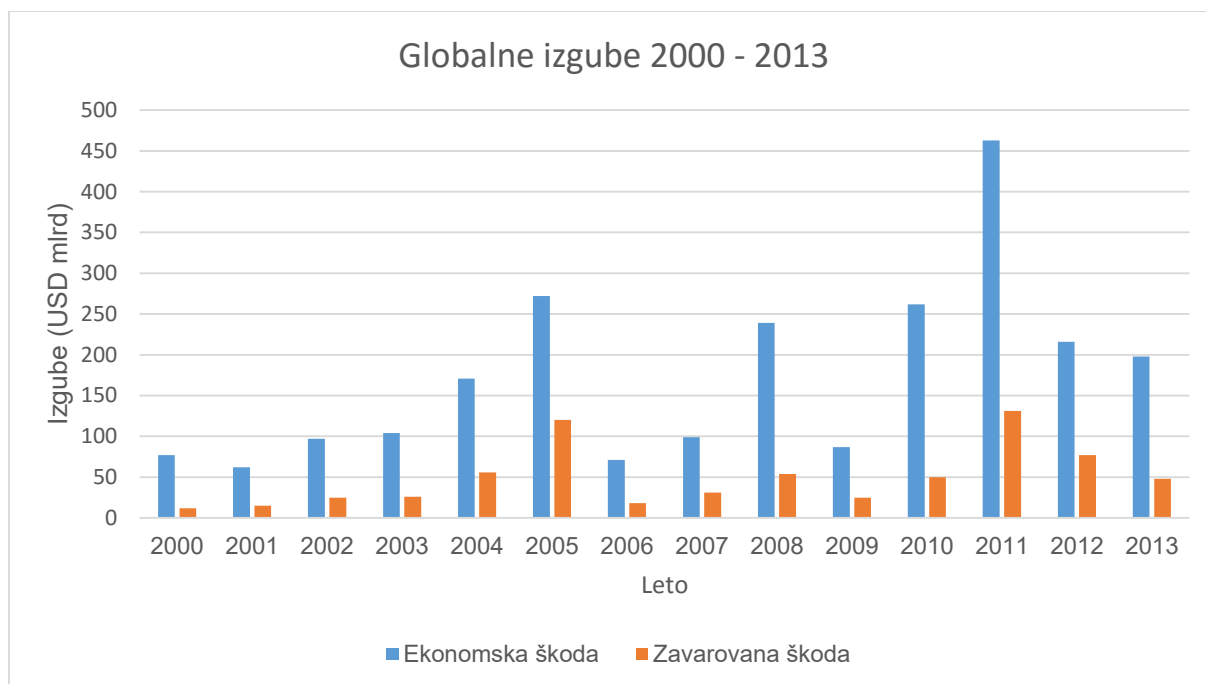
Potrebno je omeniti, da škoda, v tem primeru poplavna, nastane, ko se realizira poplavna nevarnost. Sama prisotnost naravnega pojava, kot je poplava, ne predstavlja tveganja, če ni prisotnih elementov, ki bi predstavljali potencial za nastanek škode. Prav tako sam naravni pojav še ne predstavlja nevarnosti, če ne presega običajnih vrednosti. Nevarnostni potencial naravnih pojavov predstavlja skupek vseh različnih scenarijev na nekem območju. Škodni potencial pa je skupek možnih škodnih izidov, ob pojavu posamezne nevarnosti, ki je opredeljen s strani izpostavljenosti, razporeditvi, ranljivosti oziroma odpornosti ter vrednosti fizičnih gradnikov prostora (Đurović, 2012).

2.4 Poplavne škode

Slika 3 prikazuje svetovne ekonomske in zavarovane škode v zadnjih 10-ih letih, ki so jih povzročile naravne nesreče (uravnane glede na inflacijo ameriškega dolarja leta 2014) (AoN Benfield, 2014). Ekonomske škode zajemajo vse stroške, ki so nastali zaradi uničenja lastnine oziroma prekinitve izvajanja raznih dejavnosti, ki pomenijo izpad prihodka. Govorimo torej o neposrednih stroških kot posledicah nesreč ter o vseh stroških, ki so povezani z njo in se lahko pojavijo tudi kasneje, po sami nesreči. Zavarovane škode pa predstavljajo vse stroške, ki so jih dolžni poravnati posamezni privatni subjekti kot so zavarovalnice in pozavarovalnice ter skladi raznih državnih programov (Swiss Re, 2014).

Opazen je skok leta 2011, k čemur so močno prispevale poplave na Tajskem, ki so povzročile za več kot 40 milijard ekonomske in več kot 16 milijard zavarovane škode. Omenjeni zneski so jih postavili na prvo mesto med najdražjimi poplavami na svetu. V letu 2013 so poplave v osrednji in vzhodni Evropi povzročile za približno 16 milijard ameriških dolarjev ekonomske in 4 milijarde zavarovane škode, kar je pomenilo najdražjo naravno nesrečo tistega leta, v svetovnem merilu pa dogodek predstavlja druge najdražje poplave (preglednica 2, slika 3)

Podatki na sliki 3 so indeksirani na vrednost dolarja leta 2013.



Slika 3: Svetovne ekonomske in zavarovane škode zaradi naravnih nesreč med leti 2000 in 2013 (prirejeno po AoN Benfield, 2014)

Preglednica 2: Najdražje poplave v svetovnem merilu (prirejeno po Swiss Re, 2014)

Leto	Država	Zavarovana škoda (USD mrd)	Ekonomska škoda (USD mrd)
2011	Tajska	16,2	49,6
2013	Nemčija, Češka republika	4,1	16,5
2002	Nemčija, Češka republika	3,1	14,1
2007	Združeno kraljestvo	2,9	4,4
2005	Švica	2,6	4,3
2011	Avstralija	2,4	6,6
1997	Nemčija, Češka republika	2,4	7,6
2007	Združeno kraljestvo	2,3	3,5
2010	Avstralija	2,3	5,7
1973	ZDA	2,0	5,5

Ko govorimo o naravnih nesrečah, imamo torej opravka z velikimi stroški in posledicami, ki lahko močno prizadenejo ljudi ter lastnino. Zavarovanje pred takimi pojavi predstavlja pomemben del mehanizma, ki v največji meri ublaži negativne vplive in pospeši okrevanje prizadetih. Da se vzpostavijo ustrezni programi, je nujno čim boljše razumevanje naravnih procesov, ki povzročijo naravne nesreče ter njihov potek. Z razvojem tehnologije na področju računalništva je začela pridobivati tudi znanost, ki raziskuje in preučuje pretekle dogodke ter

poskuša zmanjšati razpon med znanimi, opazovanimi dogodki ter tistimi, ki bi se lahko zgodili v najslabšem scenariju (Clark, 2002).

2.4.1 Poplavne škode v Sloveniji

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije so med letoma 1994 in 2008 poplave predstavljale 19 % ocenjene škode, povzročene s strani naravnih nesreč (preglednica 3)

Preglednica 3: Sestava ocenjene škode glede na vzroke za nastanek elementarne nesreče v Sloveniji v obdobju od 1994 do 2008 (SURS, 2015).

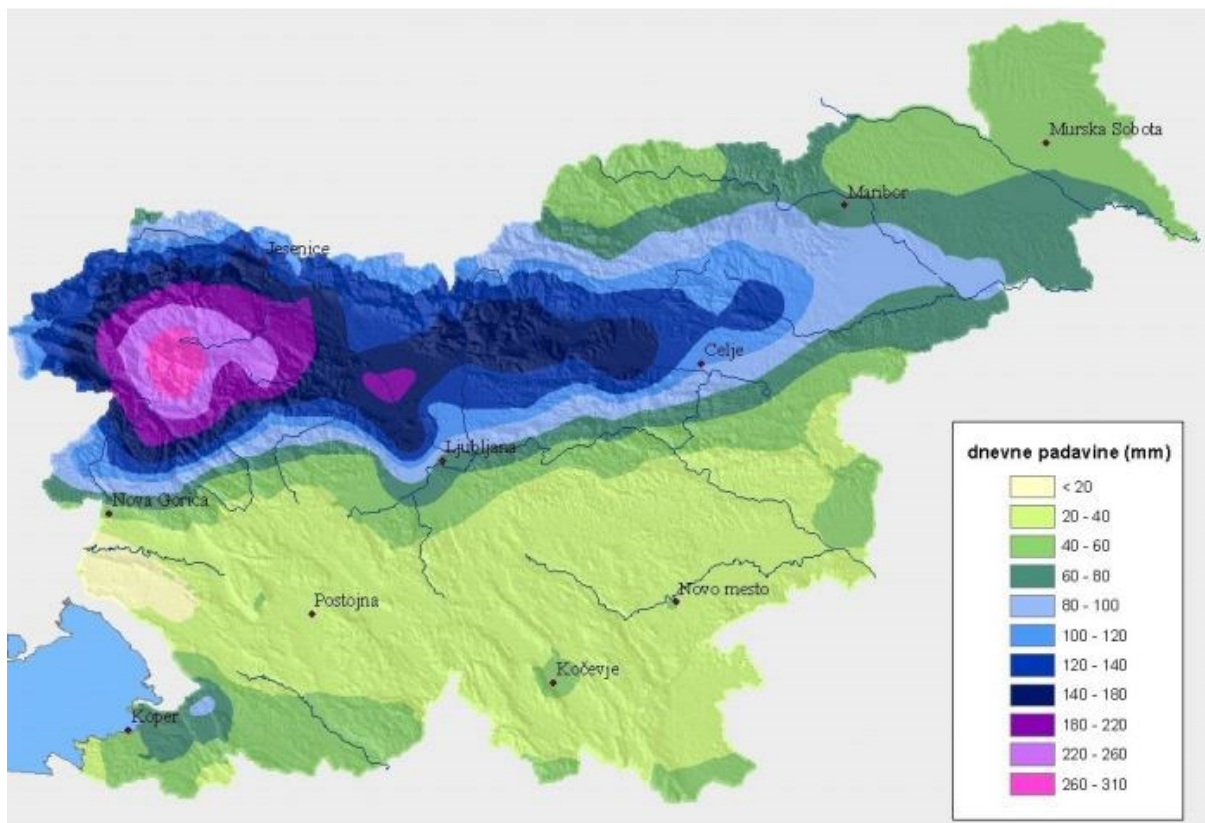
Naravna nesreča	Delež ocenjene škode
Suša	26%
Toča	20%
Poplava	19%
Neurje	12%
Plazenje tal in snega	8%
Požar	5%
Pozeba	4%
Potres	3%
Žled	2%
Drugo	1%

V tem obdobju so bile najdražje poplave leta 1998 ter 2007 (slika 4), ko je ocenjena škoda znašala približno 90 milijonov evrov ter 80 milijonov evrov (Statistični urad republike Slovenije, 2013).



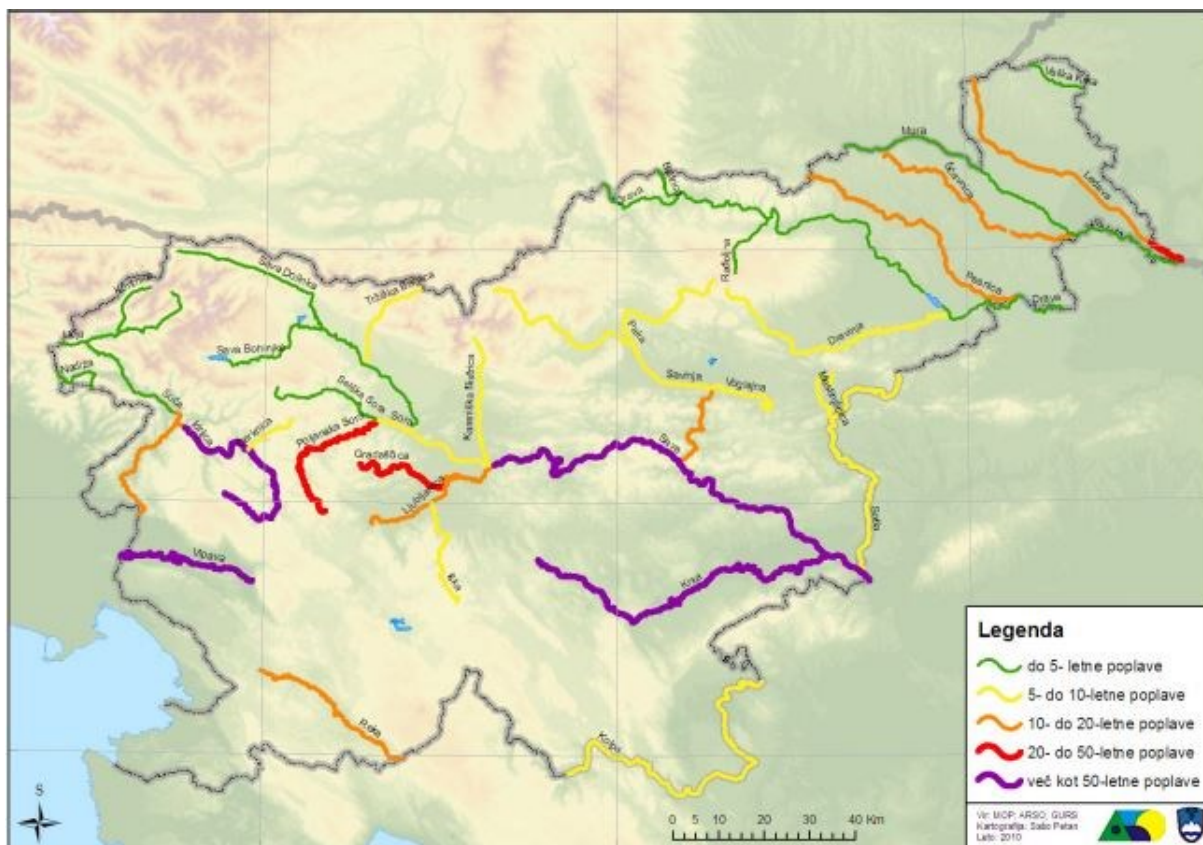
Slika 4: Ocenjena škoda poplavnih dogodkov med leti 1994 in 2008 v evrih (Statistični urad republike Slovenije, 2013)

V zadnjem desetletju sta se v Sloveniji pojavila dve obsežni poplavi. Septembra 2007 so močne padavine zajele zahodno, severozahodno in severno Slovenijo (slika 5) ter povzročile hiter porast pretokov rek, še posebej na območju Baške grape, Davče ter Cerkljanskega in Škofjeloškega hribovja. Poplavljali so predvsem Selška Sora, Davča, Kroparica ter hudourniki na območju Kamniško Savinjskih Alp. Narasli sta tudi Savinja in Dravinja v srednjem in spodnjem toku. Obilne padavine so sprožile tudi zemeljske plazove. Najbolj prizadeto je bilo območje Železnikov. Na območjih največje škode so pretoki presegli stoletne povratne dobe velikih pretokov (ARSO, 2008).



Slika 5: Dnevna količina padavin od 8. ure 18. septembra 2007 do 8. ure 19. septembra 2007 (ARSO, 2008)

Katastrofalne poplave so se pojavile tudi septembra 2010. Močne padavine so povzročile poplavljanje vodotokov skoraj po celi Sloveniji. Najobsežnejše poplave so zajele porečje Vipave, Idrijce, Poljanske Sore, Savinje v spodnjem toku, Krke, Save v spodnjem toku, kraška polja Notranjskega in Dolenjskega krasa ter Ljubljansko barje. Na večjih območjih so bili izmerjeni pretoki s povratnimi dobami večjimi od 20 oziroma 50 let. Slika 6 prikazuje velikost izmerjenih pretokov na nekaterih rekah med poplavnim dogodkom leta 2010 (ARSO, 2010).



Slika 6: Povratne dobe pretokov rek v dneh od 16. do 19. septembra 2010 (ARSO, 2010)

2.5 Protipoplavni ukrepi

Sodobni sistem varovanja pred poplavami je zasnovan predvsem na obvladovanju poplavnega tveganja, kjer se odloča med zmanjševanjem poplavne nevarnosti, zmanjševanjem ranljivosti ali pa preprečevanjem prisotnosti škodnega potenciala na poplavnih območjih. Pri tem je na voljo vrsta preventivnih ali kurativnih dejavnosti in ukrepov, ki se nanašajo na čas pred, ob in po nastopu poplave, ter na čas med posameznimi dogodki. Vsi sprejeti ukrepi pa naj bi bili usklajeni na ravni celotnega porečja in omogočali udeležbo vseh prizadetih pri soodločanju (Trobec, 2011).

Protipoplavne ukrepe delimo na gradbene in negradbene. Med gradbene ukrepe spadajo nasipi, zadrževalniki ter različni razpršeni ukrepi za eno ali več zgradb skupaj. Njihov namen je aktivno ali pasivno vplivati na pojav poplav. Negradbeni ukrepi pa skušajo vplivati na obnašanje družbe s coniranjem prostora, spreminjanjem dejavnosti na ogroženih območjih ter prisotnostjo zavarovalništva (Kozelj in sod., 2008).

Trobec (2011) navaja različne vzode obvladovanja poplavnega tveganja, kot so ustrezno in premišljeno prostorsko planiranje in raba tal, pogozdovanje z namenom zmanjševanja odtočnega količnika in erozije, zadrževanje padavin na mestu nastanjanja, ohranjanje in

obnavljanje površin za nadzorovano razlivanje presežkov vode, preprečevanje ali omejevanje razlivanja vode na pozidanih poplavnih območjih, napovedovanje poplav, pravočasno opozarjanje na bližajočo nevarnost s pomočjo medijev in alarmiranja, pripravljenost in ustrezen odziv v sili, ozaveščanje prebivalcev o poplavni nevarnosti, informiranje o možnostih samozaščite in samopomoči ob nastopu poplave, protipoplavna gradnja, prepoved gradnje na poplavnih območjih ali preselitev določenih dejavnosti s poplavnih območij, razprševanje tveganja v obliki zavarovalništva ter hitra in učinkovita obnova po poplavih.

2.5.1 Zavarovanje pred naravnimi nesrečami

Poplavna direktiva od držav članic Evropske unije zahteva, da se protipoplavna zaščita od izvajanja samo gradbenih ukrepov pomika k tudi negradbenim ukrepom, oziroma ukrepom, ki zmanjšujejo ranljivost družbe. Gradbeno-tehnični ukrepi so namreč lahko dragi ter se izkažejo kot neupravičeni z ekonomskega in okoljskega vidika.

Zavarovalništvo lahko predstavlja pomembno vlogo pri prilagajanju današnje družbe naravnim katastrofam ter njihovim posledicam. Uspešno zavarovanje proti naravnim nesrečam temelji na sposobnosti zavarovalnic, da nadzorujejo svoj akumulacijski potencial ter redno ugotavljajo verjetnost in intenziteto škodnih dogodkov. Gospodarske izgube, ki so posledica naravnih nesreč ter že dosegajo visoke vrednosti, kažejo trend rasti tudi za prihodnost. To je predvsem posledica večje koncentracije ljudi in premoženja na ogroženih območjih ter tudi večje pogostosti in intenzitete skrajnih vremenskih pojavov. Poleg tega pa je v določenih predelih sveta izpostavljenost naravnim nesrečam zapostavljena (Nekrep, 2014).

Do leta 1994 so se v Sloveniji na podlagi tedanje zakonodaje za odpravljanje posledic naravnih nesreč uporabljala solidarnostna sredstva. V omenjenem sistemu, so bili oškodovani upravičeni do 10-30 % nastale škode (Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, 2002). Ta ureditev ni vzpodbujala sodobnejših oblik zavarovanja varnosti pred tveganji zaradi naravnih nesreč, ki so prisotna v tržnih gospodarstvih. Opisana zakonodaja je bila leta 1994 razveljavljena, država pa pri odpravljanju posledic nesreč intervenira s proračunskimi sredstvi (Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, 2002).

3 MODELIRANJE NARAVNIH NESREČ

3.1 Zgodovina modeliranja naravnih nesreč

Problem priprave nosilcev tveganj na naslednjo naravno nesrečo je prisoten že nekaj desetletij in v določeni meri vpliva na odločitve vladnih organizacij, korporacij in posameznikov, še posebej v razvitih državah sveta. Kljub temu omenjeni subjekti velikokrat ne storijo vsega, kar bi lahko v smislu preventivnega ukrepanja, temveč se prepozno zavejo pomembnosti in vpliva naravnih nesreč. Posledice se kažejo v izgubi življenj, uničenju zgradb in lastnine, uničenju ali velikim poškodbam infrastrukture, prekinitvi izvajanja dela in pritoka dohodka posameznih poslovnih subjektov ali pa evakuiranju ogroženih prebivalcev. Omenjeni vplivi lahko prizadete poslovne subjekte privedejo do velikih izgub in insolventnosti. Potreba po pripravi na take dogodke je tako razvidna pri ocenjevanju ekonomskih posledic naravnih nesreč (Grossi in Kunreuther, 2005).

Modeliranje naravnih nesreč in predvidevanje možnih izgub se je v zadnjih treh desetletjih uveljavilo kot nepogrešljivo orodje pri ocenjevanju globalne ogroženosti (Clark, 2002). Gre za relativno mlado disciplino z izvorom v zavarovanju lastnine in znanosti o naravnih nesrečah s ciljem zagotavljanja informacij vpletenim podjetjem o verjetnosti ter intenziteti možnih prihodnjih pojavov, da se lahko ustrezno pripravijo na njihove finančne učinke (Toumi in Restell, 2014).

Grossi in Kunreuther (2005) kot prelomno točko modeliranja navajata obdobje v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, ko sta se dejavnosti označevanja naravnim nesrečam izpostavljenih območij ter merjenja nevarnosti združile pod pojmom modela naravnih nesreč. Računalniški modeli merjenja potenciala katastrofalnih izgub so bili razviti preko povezave znanstvenih študij o naravnih nesrečah ter njihovih zgodovinskih pojavljanj ter razvoja informacijske tehnologije in geografskih informacijskih sistemov (GIS-ov). Modeli so začeli ponujati ocene katastrofalnih izgub s prekrivanjem portfeljev nepremičnin posameznih podjetij z različnimi viri naravnih nevarnosti v bližnji geografski okolici. Sposobnost shranjevanja in upravljanja z velikimi količinami prostorskih informacij je uveljavila geografske informacijske sisteme kot najbolj primerno okolje za izvajanje lažjih in stroškovno bolj učinkovitih študij o naravnih nesrečah ter izgubah oziroma škodah povzročenih z njihove strani.

K temu je precej prispevala serija velikih naravnih nesreč v devetdesetih letih kot so zimski vihar v Evropi leta 1990, orkan Andrew v ZDA leta 1992 in potres v Northridgeu leta 1994. Omenjene nesreče so povzročile do takrat nepredstavljljive izgube za zavarovalnice in pozavarovalnice in nakazale, da je škodni potencial mnogo večji, kot se je domnevalo, čeprav so nekateri modeli že takrat predvidevali veliko večje izgube, v primerjavi z do tedaj opaženimi

katastrofami (Clark, 2002).

Omenjeni akterji so se začeli zavedati, da morajo ocenjevati ter upravljati svojo izpostavljenost katastrofam bolj natančno, če hočejo poslovati uspešno. Vse več podjetij se je pri svojih odločitvah začelo opirati na rezultate modelov, ki so postajali številčnejši, bolj dostopni ter čedalje zmogljivejši. Prav tako se je na trgu pojavilo vse več organizacij, ki so razvijale različne modele z namenom nudenja pomoči zavarovalnicam in pozavarovalnicam pri cenitvi njihovih tveganj in poslovnih produktov (Grossi in Kunreuther, 2005).

3.2 Namen računalniških modelov naravnih nesreč

Modeli različnih naravnih nesreč služijo kot osnova za ocenjevanje možnih izgub, na katerih temeljijo poslovni načrti in programi zavarovalnic in pozavarovalnic. Predstavljajo torej orodja, s katerimi se razvija množica različnih scenarijev, ki temeljijo na zgodovinskih in prostorskih podatkih, ter omogočajo izračun verjetnosti možnih izgub portfelja z opiranjem na najnovejša znanstvena dognanja o nevarnostih in obnašanju zgradb ter infrastrukture v širšem pomenu (Chávez-López in Zolfaghari, 2010).

S kombinacijo matematične predstavitve naravnih pojavov kot so poplave, potresi, orkani, toča in ostale nesreče, podatkov o vrednosti in lokaciji nepremičnin in ostale lastnine, njihove namembnosti ter tipa gradnje nam rezultati modelov naravnih nesreč v sedanjem času posredujejo odgovore glede lokacije, velikosti in pogostosti izgub, ki se lahko pojavijo v prihodnosti (AIR Worldwide, 2014).

V preteklosti so statistične študije preteklih izgub in izkušnje zavarovalnic predstavljale edini način za oceno možnih izgub naravnih nesreč. Stopnja negotovosti je pri takih ocenah visoka, kar se je pokazalo pri pojavu novejših dogodkov, ki so povzročili višje izgube kot je bilo pričakovano s strani vpletenih. Glavni razlog negotovosti tiči v relativni redkosti pojavov naravnih nesreč, pomanjkanju zgodovinskih podatkov ter neprimernosti aktuarskih tehnik za ocenjevanje izgub, povzročenih z naravnimi nesrečami (Chávez-López in Zolfaghari, 2010).

Dodatno so se omenjene tehnike izkazala na neprimerne tudi zaradi dejstva, da čeprav obstajajo določeni podatki o zgodovinskih dogodkih, so le-ti lahko neprimerni zaradi konstantnih sprememb in razvoja zavarovanih objektov ter njihovih lastnosti kot so število in vrednost objektov, gradbeni material, način gradnje ter stroški popravil. Posledično torej neposredna uporaba zgodovinskih podatkov ni najbolj primerna za ocenjevanje možnih prihodnjih dogodkov (AIR Worldwide, 2014).

Naraščanje gostote prebivalstva in vrednosti nepremičnin na ogroženih območjih sta pripomogla k različnim izrabam rezultatov modelov, ki predstavljajo enega izmed

najpomembnejših delov podjetij na zavarovalniškem trgu. Med najbolj pomembne uporabnike omenjene tehnologije spadajo zavarovalnice, pozavarovalnice, vladne organizacije ter ostali subjekti, ki delujejo v zavarovalniški industriji (Toumi in Restell, 2014).

Danes se modeli uporabljajo pri cenitvah raznih ponudb zavarovanja, izbiri zavarovalnih polic, dejavnostih zmanjševanja in omejevanja vpliva naravnih nesreč, odločitvah, povezanih s pozavarovanjem ter splošnim upravljanjem s portfeljem polic (Clark, 2002).

Chávez-López in Zolfaghari (2010) kot uporabo modelov v zavarovalni industriji dodajata še uporabo pri nadzoru akumulacije izpostavljenih tveganj, diverzifikaciji tveganj, ocenjevanju rezerv v primeru izgub ter prenosu tveganj na druge zavarovalne mehanizme.

Omenjena podjetja oziroma organizacije se pri svojem delovanju ter ocenjevanju izgub opirajo na rezultate različnih modelov, ki jih razumejo v večji ali manjši meri. Rezultati tako neposredno vplivajo na odločitve, ki imajo pomembne finančne posledice. Razumevanje delovanja modelov, njihova pravilna uporaba in zavedanje o omejitvah ter stopnji negotovosti tako predstavljajo pomemben delež pri poslovnih odločitvah. Obenem modeli zavarovalniški industriji omogočajo bolj prefinjen in natančen nadzor nad premoženjem, ki ga krijejo, ter delujejo v smeri standardizacije nadzora nad prisotnimi tveganji na trgu. S povezavo zavarovane izgube posameznega fizičnega dogodka ponujajo objektivno oceno tveganj oziroma izpostavljenosti (Chávez-López in Zolfaghari, 2010).

Po naravi modeli naravnih nesreč predstavljajo oceno pričakovanih vplivov in predstavljajo le eno izmed orodij, ki povečujejo razumevanje in ravnanje s potencialno ogroženimi nepremičninami oziroma lastnino v širšem pojmu. Novejši podatki o preteklih izgubah, višanje stopnje razumevanja znanosti naravnih pojavov ter razvoj računalniške tehnologije prispevajo k evoluciji samih modelov oziroma sami disciplini modeliranja (Toumi in Restell, 2014).

Končni cilj vsakega modela naravnih nesreč je torej ovrednotenje finančnega tveganja danega zavarovanega ali pozavarovanega imetja. Stopnja oziroma velikost finančnega tveganja pa je odvisna od posameznih pogojev zavarovalnih polic, ki jih model poskuša čimbolj natančno simulirati (Grossi in Kunreuther, 2005).

3.2.1 Stohastično modeliranje

Stohastično modeliranje se ukvarja z uporabo verjetnosti pri modeliranju različnih vrst situacij, ki se pojavljajo v resničnem življenju in kjer je prisotna negotovost. Kot tako se uporablja v igralništvu, osebnih financah, ekonomskih napovedih, povpraševanju po produktih in podobnimi vejami današnjega življenja. Uporaba stohastičnega modela ne predpostavlja, da uporabnik brezpogojno verjame v naključnost modeliranega pojava, temveč kvečjemu izraža

zavestno in pragmatično odločitev, da tak model trenutno najbolje predstavlja opazovani pojav na podlagi razpoložljivih modelov ter znanih podatkov (Glynn, 2014).

4 ZGRADBA IN DELOVANJE MODELOV NARAVNIH NESREČ

Modeli naravnih nesreč so računalniški programi, ki matematično predstavijo fizično okolje oziroma tveganje, ki ga predstavljajo katastrofalni dogodki. Glavni namen modeliranja naravnih nesreč je pridobivanje informacij o verjetnosti ter intenziteti bodočih naravnih pojavov oziroma dogodkov, katere omogočijo podjetjem v zavarovalniški industriji ustrezno pripravo na njihov finančni vpliv. Modeli in njihovi rezultati s ponudbo stohastičnih simulacij predstavljajo alternativo tehnikam ocenjevanja izgub, ki temeljijo na zgodovinskih podatkih. Njihov cilj je izdelava množice dogodkov, ki uporabnika informirajo s paleto potencialnih izgub, povzročenih s strani možnih dogodkov različnega reda velikosti (Clark, 2002).

Sestavljeni so iz štirih osnovnih delov oziroma gradnikov, ki so povezani v celoto z namenom ocene izgub, ki jih lahko povzročijo možne naravne nesreče v prihodnosti. Za točen izračun zavarovalnih izgub je prisoten dodaten modul, ki predstavlja finančne pogoje zavarovalnih polic (slika 7). Simulacije modelov zagotavljajo informacije o potencialnih katastrofalnih izgubah še preden se le-te zgodijo, s kombinacijo matematične predstavitve naravnih vzorcev pojavljanja ter značilnosti naravnih nesreč in informacij o vrednosti, tipu gradnje ter rabi nepremičnin (Clark, 2002).

4.1 Sestavni deli modela

Glavni sestavni deli oziroma komponente modela so (AIR Worldwide, 2014):

- Nevarnost
- Grajeno okolje
- Funkcije škode
- Finančni modul



Slika 7: Gradniki računalniških modelov naravnih nesreč (prirejeno po AIR Worldwide, 2014)

Raven podrobnosti opisa posamezne komponente pri izdelavi modela je odvisna od namena samega modela, razpoložljivih podatkov, finančne podpore ter poslovnih odločitev uporabnika modela. Velik pomen ima tudi sam tip naravne nesreče. Poplavne so v primerjavi s potresi ter neurji bolj odvisne od lokalnih pogojev, ter s tem tudi bolj občutljive na natančnost podatkov (Willis Limited, 2014). V praksi se izkaže, da so ravno zaradi tega vzroka poplavni modeli bolj zahtevni pri umerjanju, vsaj kar se tiče modula nevarnosti. Modeli se prav tako razlikujejo glede vrste vhodnih podatkov, ki jih lahko sprejmejo. Nekateri agregatni modeli namreč ne ponujajo izračuna izgub na osnovi natančne lokacije, temveč na osnovi povprečnih vrednostih za večje območje, kot so območja poštne številke, občin ali katerih drugih administrativnih delitev (Messner in sod., 2007).

Messner in sodelavci (2007) opisujejo tri opažene hierarhične ravni, ki jih predlagajo za izvajanje študij oziroma ocenjevanje poplavnih škod, glede na različne zahteve. Pri izbiri najprimernejše ravni analize se naslanjajo na vprašanja o zahtevani prostorski obsežnosti študije ter samega namena izvedene študije.

Analize, ki so namenjene občinam odločitvam, kot so na primer odločitve političnih teles o alokaciji finančnih sredstev za izvedbo obširnih protipoplavnih ukrepov se dogajajo na najvišji oziroma makro ravni. Za to raven sta značilni manjša zahteva po natančnosti ter manjša količina in ločljivost vhodnih podatkov. Omenjene analize se običajno izdelujejo na državni in meddržavni ravni in se nanašajo na porečja meddržavnih rek. Vplivi analiziranih ukrepov se tako ocenjujejo na raznih administrativnih ravneh kot to občine, regije ter pokrajine (Messner in sod., 2007).

Druga stopnja analiz se izvaja na srednji, oziroma mezo ravni. Za to raven so značilne povečana zahteva po natančnosti vhodnih podatkov ter natančnosti samih študij. V ta razred sodijo predvsem regionalne študije, ki se nanašajo na posamezna manjša porečja vodotokov ali pa dele večjih rek in njihove protipoplavne ukrepe. Ukrepi se obravnavajo predvsem glede na območja različne rabe tal, kjer so objekti agregirani v večje celote (Messner in sod., 2007).

Najnižji razred študij predstavljajo analize na lokalni oziroma mikro ravni. Vhodni podatki so opisani z visoko stopnjo natančnosti, saj je zahteva po visoki ločljivosti pomembna. V ta razred spadajo študije posameznih območij oziroma krajev, kjer je pomembna tako imenovana objektna naravnost. Značilne so predvsem analize posameznih protipoplavnih ukrepov na določenih delih vodotoka in njihovi neposredni vplivi na posamezne objekte oziroma gospodinjstva (Messner in sod., 2007).

Z zmanjševanjem enote študije se torej povečuje natančnost same izvedbe ter tudi količine podatkov, potrebnih za izračune. Zgoraj opisani pristopi seveda niso dokončni, saj se je z

razvojem tehnologije omogočila izvedba bolj natančnih študij tudi na širših območnih oziroma višjih ravneh.

Modeli naravnih nesreč imajo različne lastnosti, na podlagi katerih bi jih tako lahko umestili med različne pristope ocenjevanja poplavnih škod, odvisno od namena uporabe rezultatov. V primeru uporabe rezultatov modela na ravni zavarovalnic oziroma posameznih gospodinjstev na nekem območju, jih lahko uvrstimo med mikro pristope ocenjevanja škod. V takih primerih je natančnost analize pomembna, saj predstavlja osnovo za izračune premij, ki jih za poplavna kritja zahtevajo zavarovalnice. V primerih, ko se rezultati študij uporabljajo za namene pozavarovalnic, pa so pristopi bolj podobni tistim na mezo ali pa celo makro ravni. V takih primerih pozavarovalnice zanimajo ocene možnih maksimalnih izgub na državni in meddržavni ravni, ki že po naravi vsebujejo večje količine negotovosti in so tako bolj grobe.

4.2 Modul nevarnosti

Vsa prizadevanja v smeri zmanjševanja ranljivosti človeka in grajenega okolja posledicam naravnih nesreč, se morajo v določeni fazi izraziti tudi preko finančnih načrtov. Natančneje, ukrepi se morajo tehtati v smislu stroškov in koristi. Naravne nesreče se morajo tako analizirati tudi preko celotnega tveganja in škode, ki jo povzročijo (Ghizzoni in sod., 2012). Obstaja torej pomemben interes za čim bolj natančno oceno možnih vplivov, povzročenih s strani sedanjih in prihodnjih naravnih pojavov (Timonina in sod., 2015).

Pomembna elementa pojava naravnih nesreč sta tako sama intenziteta dogodka kot obseg območja, ki ga je prizadela naravna nesreča. Pogosto se zgodi, da največje nesreče segajo na več območij in se tako raztezajo tudi preko več držav. Primerno opisovanje lastnosti katastrofalnih dogodkov preko njihove verjetnosti pojava, velikosti oziroma območja, kjer se pojavijo ter same intenzitete, predstavlja resen in pomemben izziv pri izgradnji modela. Eden izmed razlogov za to je, da morajo zavarovalnice in predvsem pozavarovalnice imeti zadostne kapitalske rezerve, za primere izplačil ob katastrofalnih dogodkih, ki se pojavljajo redkeje, a so zato toliko bolj uničujoči in posledično tudi dragi (Ghizzoni in sod., 2012).

Modul nevarnosti se od običajnih poplavnih študij razlikuje v velikosti obsega analize. Pogosto se hidrološke in hidravlične študije o poplavni nevarnosti ali ogroženosti izvajajo za posamezne odseke vodotokov, kjer so poplavna območja predstavljena z ovojnico vseh možnih scenarijev, z določeno verjetnostjo nastopa. Čeprav je tak način uporaben za ocenjevanje ogroženosti in tveganja posameznih enot kot so objekti ali pa različna območja rabe tal, pa ni primeren za analiziranje tveganja celotnega portfelja polic oziroma lokacij na nekem širšem območju. Za slednje je potrebno uporabiti statistične metode, ki omogočajo analizo več spremenljivk hkrati

in tako pokrijejo večje geografske enote (Ghizzoni in sod., 2012).

Ker se nevarnost s strani naravnih pojavov v omenjenih primerih pojavlja na širšem geografskem prostoru, je potrebno upoštevati odnose med različnimi regijami, saj v nasprotnem primeru lahko pride do podcenjevanja možnih škod in izgub, še posebej v primerih najbolj uničujočih dogodkov, ko so vsi mehanizmi zmanjševanja negativnih posledic najbolj potrebni (Timonina in sod., 2015).

Modul nevarnosti v računalniških modelih naravnih nesreč je sestavljen iz dveh elementov: generiranja stohastičnih dogodkov, ki opisujejo določen pojav ter lokalne, izračunane količine intenzitete, ki ta pojav opisujejo. Podane so informacije o frekvenci in intenziteti generiranih dogodkov (Willis Limited, 2007). Za vsako kombinacijo obravnavanega območja države oziroma regije ter vrste naravne nesreče se najprej izdelata zbirka stohastičnih dogodkov, ki predstavljajo razpon možnih katastrofalnih pojavov. Ta proces poskuša posnemati fizične značilnosti modeliranega pojava preko ovrednotenja raznih parametrov, kot so njegova velikost, škodni potencial ter prizadeta območja (Grossi in Kunreuther, 2005).

Čeprav vpletene strani velikokrat zanima, kakšne bi bile posledice ponovitve točno določene katastrofe danes, je možnost, da se tak dogodek ponovi skoraj nična. Zato je bolj smiselno vprašanje o posledicah velikega števila podobnih dogodkov, ki so realistični. Zmogljivi računalniški sistemi omogočajo, da se tako ovrednoti veliko število dogodkov, ki so med seboj relativno povezani glede na njihovo verjetnost pojavljanja oziroma povratno dobo. Omenjena komponenta modela torej podaja odgovore na vprašanja o najbolj verjetni lokaciji možnih dogodkov, njihovi velikosti ali intenziteti ter verjetnosti pojava (Clark, 2002).

Generiranje potencialnih katastrofalnih dogodkov zadosti zahtevam po prostorski pokritosti ter zadostnem deležu posamičnih reprezentativnih dogodkov različnih velikosti. Frekvenca, intenziteta ter ostale značilnosti so nato določene za vsak dogodek ter za vsako geografsko lokacijo posebej. Generiranje dogodkov se zgodi preko uporabe statističnih analiz zgodovinskih in geofizičnih podatkov (npr.: pretok, hitrost vetra, zračni pritisk, potresni sunki...), ki omogočajo razvoj verjetnostnih porazdelitev, iz katerih se nato z vzorčenjem pridobi zbirka potencialnih dogodkov (Willis Limited, 2007).

Ko je zbirka dogodkov ustvarjena, se njihove učinke prenese na vsako lokacijo znotraj »prizadetega« območja posameznega dogodka, preko podatkov o lokalni intenziteti pojava. Pri poplavah so to informacije o pretoku oziroma globini vode na določenem območju, pri neurju o hitrosti vetra, pri potresu o pospešku tal in podobno. Omenjeni izračunani podatki so rezultat lokalnih pogojev, kot so tip zemljine pri potresu, površinska hrapavost oziroma tip tal pri močnih vetrovih (neurje, orkan) ali pa velikost struge vodotoka pri poplavah oziroma podatki

o poteku površja, skozi katerega teče vodotok in so rezultat uporabe znanstvenih podatkov ter algoritmov z namenom modeliranja lokalnih vplivov simuliranih dogodkov (Clark, 2002).

4.3 Grajeno okolje

Modul ogroženosti torej predstavlja izvor količin, ki predstavljajo tveganje za ljudi in okolje. Da bi lahko ovrednotili negativne posledice nevarnosti, je potrebno definirati prejemnike teh vplivov. Namen modelov naravnih nesreč je ponuditi informacije o velikosti možnih izgub zavarovanega imetja, ter o verjetnosti njihovega pojava. Velikost izgube je odvisna od parametrov nevarnostnega modula ter vrednosti posamezne zavarovalne police. Za čim bolj natančen in reprezentativen izračun škode je pomembno imeti ustrezen modul grajenega okolja. V zavarovalni industriji se za modul grajenega okolja uporablja izraz izpostavljenost vrednost (angl. »*exposure*«).

Pri ocenjevanju škode zaradi poplav, Messner in sod. (2007) definirajo omenjeni izraz kot kvantifikacijo oziroma merljivost prejemnikov, na katere lahko vpliva modul nevarnosti. Kot primer navajajo število ljudi, število in tip nepremičnin oziroma lastnine v širšem smislu. Gledano s strani zavarovalne industrije se omenjeni izraz nanaša na lokacijo in vrednost premoženja ali dejavnosti, zavarovane s strani zavarovalne police, ko je govora o premoženjskih zavarovanjih ter na ljudi, ko je govora o zavarovalnih dejavnosti, ki se nanašajo na nezgodna zavarovanja. Diplomsko delo se ukvarja s prvim primerom, torej s premoženjskimi dejavnostmi zavarovalne industrije, zato se pojmi, povezani z izpostavljenostjo vrednostjo nanašajo na premoženje in ne na ljudi.

V okviru grajenega okolja, je potrebno razlikovati med dvema pomembnima aspektoma. Prvi se nanaša na razpoložljive značilnosti, ki opisujejo posamezne nepremičnine oziroma premoženje v širšem pomenu. Natančneje se nanaša na kvantiteto in kvaliteto opisnih oziroma atributnih podatkov, ki so na voljo za posamezno polico. Drugi aspekt obravnavanega okolja pa se nanaša na prisotnost in tip lokacijske informacije oziroma same prisotnosti potrebe po modulu grajenega okolja. Nanaša se na dejstvo ali imajo zavarovalne police enoznačno določene lokacije in tako modul okolja ni nujno potreben ali pa točne lokacije niso znane in je potrebno s prostorskimi podatki in algoritmi in sklepanji predvideti njihove najbolj verjetne lokacije. V omenjenem kontekstu govorimo o zmožnosti natančne umestitve obravnavanega premoženja v prostor ali o resoluciji modela.

4.3.1 Kvaliteta in vrsta opisnih podatkov

Grajeno okolje oziroma inventar ali izpostavljenost območje vsebuje informacije o številu nepremičnin oziroma posesti v določenem geografskem območju (mesto, pokrajina, država in podobno). Vrsta podatkov je odvisna od portfelja posameznega podjetja in težnje po čim bolj

natančnem shranjevanju in posodabljanju lastnosti zavarovanih posesti oziroma lastnine.

Najbolj tipični podatki so:

- Število nepremičnin,
- tip nepremičnin (stanovanjska, komercialna, industrijska, kmetijska),
- tip gradnje (jeklo, armiran beton, les..),
- število nadstropij,
- med gradnjo uporabljeni predpisi ali kode,
- leto izdelave,
- vrednost zavarovane lastnine.

Več kot je informacij o grajenem okolju, bolj natančno bo model simuliral obnašanje oziroma vplive naravnih nesreč na lastnino, kar pripomore k večji natančnosti izračunane škode oziroma izgub (Willis Limited, 2014).

Možnost razlikovanja med različnimi tipi objektov in ostale lastnine vpliva na širino nabora škodnih krivulj, katerih opis sledi v nadaljevanju naloge.

4.3.2 Prostorska predstavitev modela – ločljivost podatkov

Modul grajenega okolja torej stremi k čim bolj natančni predstavitvi porazdelitve lastnine (vrednosti zavarovane lastnine) posameznega portfelja in tipov posesti oziroma nepremičnin na modeliranem (obravnavanem) območju.

V grobem sta prisotna dva tipa resolucije vhodnih podatkov (Willis Limited, 2014):

- točni naslov posamezne zavarovalne police,
- administrativna prostorska stopnja, kjer se posamezna polica nahaja.

Pri prvem tipu, z dejanskim naslovom, je pomembna kvaliteta samega prevajanja naslovov v dejanske točke, opredeljene z geografsko širino in geografsko dolžino. Omenjeni proces se imenuje geokodiranje (angl. »*geocoding*«). Geokodiranje je proces prevajanja običajnih naslovov (ime ulice, hišna številka, mesto, poštna številka) v koordinate koordinatnega sistema, ki je razumljiv vhodni podatek v model (Willis Limited, 2007). Visoka stopnja natančnosti se doseže v primeru, ko so za vsako zavarovalno polico oziroma zavarovano lokacijo pridobljeni koordinatni podatki o geografski širini in dolžini (slika 8). Višja stopnja zanesljivosti podatkov je tipično prisotna pri portfeljih, ki že vsebujejo podatke o geografski lokaciji, saj so bili določeni s strani nosilca tveganja (zavarovalnice, pozavarovalnice) in tako ne potrebujejo zunanjega programa za določanje natančnega položaja. Pomembna lastnost določanja samega položaja je stopnja natančnosti. Vhodni podatki so lahko nepopolni ali pa

vsebujejo napako. Tako se tudi končni rezultat razlikuje od določitve geografskih koordinat objekta (največkrat središčne točke), središča ulice, na kateri se naslovník nahaja ali pa samo središča poštne številke. Hierarhična stopnja rezultata oziroma kvaliteta geokodiranja močno vpliva na samo oceno možne škode, saj lahko hitro pride do podcenjevanja ali precenjevanja velikosti škode (Lavakare in Mawk, 2008).



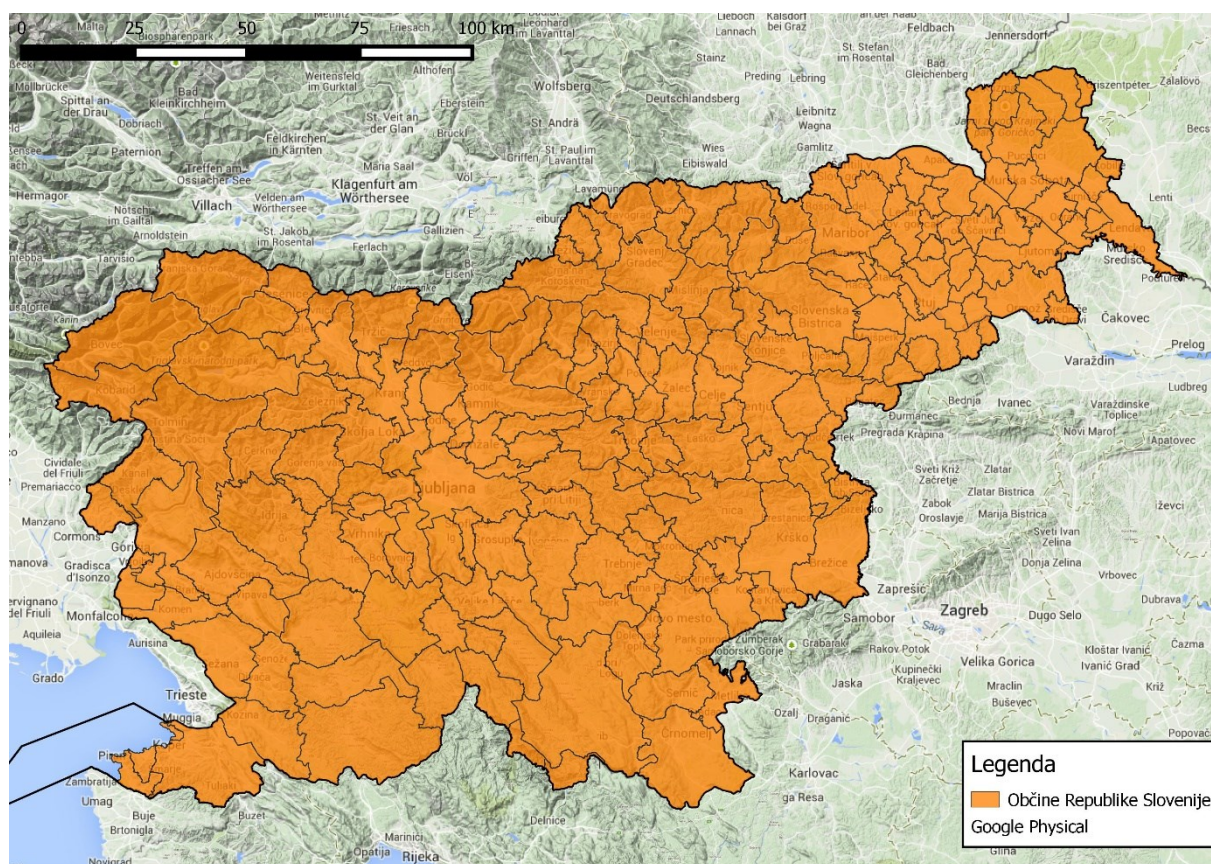
Slika 8: Točke s podatki o geografski širini in dolžini, ki predstavljajo lokacije stavb v delu Ljubljane

Grajeno okolje z visoko natančnostjo bi torej vsebovalo podatke o natančni lokaciji, tipu vsake zgradbe in z njo povezano rabo tal. Tako detajlni podatki niso vedno na voljo zaradi zastarelosti sistemov posameznih zavarovalnih podjetij, prenosa podatkov pri odkupovanju in prevzemu podjetij, slabe prakse ravnanja s podpisanimi policami ali pa preprosto zaradi zmanjšanja stroškov upravljanja s podatki.

V takih primerih, ko lokacijski podatki o zavarovanih policah vsebujejo manj natančne lokacijske podatke na ravni raznih con oziroma administrativnih enot, kot so poštne številke, regije, občine (slika 9), okrožja, pokrajine in ne točnih naslovov se jih mora pametno razpršiti na podlagi določenih predpostavk. Omenjeni postopek razprševanja temelji na porazdeljevanju zavarovanih vsot med lokacije z višjo verjetnostjo njihove prisotnosti

(Schmieder, 2014). Algoritmi temeljijo na različnih podatkovnih bazah ter prepoznavanju rabe tal. Območja, ki jih podatki daljinskega zaznavanja v kombinaciji s podatki o rabi tal označujejo kot urbana oziroma naseljena tvorijo območja, kjer bo model predpostavljal večino prebivalstva in s tem tudi večjo verjetnost pojava zavarovane lastnine (Willis Limited, 2014).

Prav za potrebe določevanja stopnje nevarnosti in tveganja v posameznih geografskih enotah so bile razvite Cresta cone (angl. »*Catastrophe Risk Evaluation and Standardizing Target Accumulations*«). Omenjene cone so bile razvite z namenom definiranja standardnih, enotnih območij s podobnimi značilnostmi, ki služijo upravljanju in prenosu podatkov o zavarovanih vsotah v povezavi z naravnimi nesrečami (Cresta, 2014).

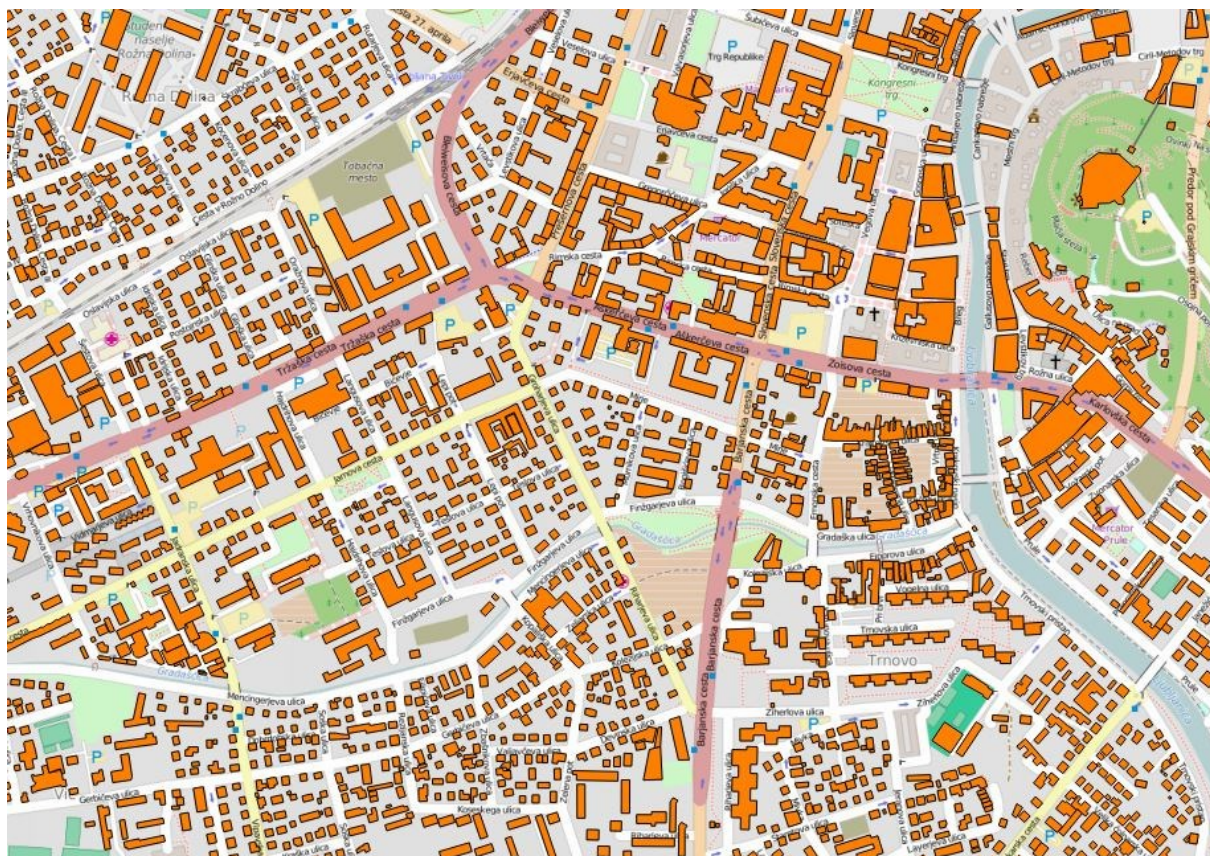


Slika 9: Občine Republike Slovenije

Celotna ideja temelji na ugotavljanju najbolj verjetnih lokacij pojava zavarovane lastnine na podlagi različnih podatkovnih slojev. Vhodni podatki so različni prosto dostopni ali plačljivi podatki. Za ugotavljanje urbanih, poseljenih območij se pogosto uporablja (Willis Limited, 2014):

- podatkovni sloj rabe tal,
- satelitski posnetki, ki prikazujejo neprepustne površine,
- podatki o gostoti poselitve,

- podatki o lokacijah komercialnih in industrijskih objektov,
- podatki o poteku in lokacijah infrastrukture,
- podatkovni sloji prikaza lege in mej objektov (slika 10),
- kataster stavb.



Slika 10: Prikaz meja in lege objektov v delu Ljubljane

Območja, ki jih prej omenjeni podatkovni sloji zaznajo kot območja, kjer se akumulira prebivalstvo in s tem tudi lastnina oziroma predmet zavarovalnih polic, se razdelijo v mrežo manjših predelov, ki v poenostavljenem načinu prikazujejo urbana naselja in posamezne objekte, ki predstavljajo grajeno okolje. Velikost mrežne celice je lahko odvisna od oddaljenosti od vodotoka, velikosti urbanega predela oziroma gostote prebivalstva ter samih računskih omejitev modela. Vsaka celica ima svojo utež na podlagi velikosti in tako določa vrednost posamezne zavarovalne police, ki se porazdeli na manjša območja. Omenjeni postopek temelji na predpostavki, da se bo v povprečju vseeno ustvaril zadovoljujoč prikaz možnih izgub (Willis Limited, 2014).

Kot rečeno, je natančen prikaz resničnega grajenega sveta težko izvedljiv tako s časovnega kot finančnega vidika, povečuje pa tudi velikost samega modela in s tem povezanega časa, potrebnega za finančne izračune. Preglednica 4 prikazuje različne vhodne podatke, ki se lahko

uporabijo za razvoj modula grajenega okolja (Messner, 2007):

Preglednica 4: Tipi uporabljenih podatkov v modulu grajenega okolja (Messner, 2007)

Vir	Primer	Prostorska ločljivost
Primarni	Prostorska raziskava	Posamezni objekti - posest
Sekundarni	Podatki o naslovu - točkovni sloj	Posamezni objekti - naslov
	Katastrski podatki	Posamezni objekti - območja v pritličju
	Podrobni agregatni podatki	Združena - enote podobne rabe tal
	Agregatni podatki	Združena - širša območja podobne rabe tal
	Geomarketing sloji	Administrativne enote - poštno številke, meje občin, volilna območja

Kvaliteta vhodnih podatkov o zavarovani lastnini je postala čedalje bolj pomembna. Analize orkanskih dogodkov in odškodninskih zahtevkov za leto 2004 so pokazale, da lahko razlike med modeliranimi in dejanskimi izgubami, zaradi kvalitete vhodnih podatkov o dejanski izpostavljeni nepremičnin in druge lastnine, dosežejo tudi do 45 % (Lavakare in Mawk, 2008). Z napredkom znanosti in tehnologije so tudi računalniški modeli postali čedalje boljši in zmožni obdelati večje količine vhodnih podatkov. Postali so občutljivejši za uporabo podatkov visoke ločljivosti. Kot posledica so tudi rezultati modelov zelo občutljivi in se spreminjajo glede na uporabo podatkov različne geografske ločljivosti, značilnosti objektov ter opredeljevanja lokalne ogroženosti. V kompleksnem svetu verjetnostnega računalniškega modeliranja naravnih pojavov in njihovih vplivov na grajeno okolje je kvaliteta vhodnih podatkov o zavarovani lastnini dejansko element negotovosti, ki ga lahko nadzorujemo. Določevanje točnega položaja objekta zavarovalne police, tipa in leta gradnje, namembnosti, višine ipd. v modelu, bo imelo porazdelitev izgub z manjšim raztrosom okoli srednje vrednosti oziroma manjšo standardno deviacijo v primerjavi z rezultatom modela, ki je kot vhodni podatek za položaj objekta uporabljal le poštno številko ali kjer so bile značilnosti zavarovanih objektov neznane (Lavakare in Mawk, 2008). Poleg povečane stopnje natančnosti pri izračunu izgub pa ima uporaba bolj natančnih podatkov prednosti tudi pri poslovnem delovanju posameznih zavarovalnic. Portfelj z večjo količino podatkov, ki opisujejo vsa zavarovana tveganja je bolj

privlačen za prevzem s strani pozavarovalnic ali drugih subjektov prevzemanja tveganj kot portfelj z neznanimi karakteristikami, kar bo vpliva na bolj ugodno ceno ter lažji prenos dela tveganj na pozavarovalne mehanizme. Poleg same možnosti zmanjševanja tveganja preko upravljanja portfelja s kvalitativnimi podatki ter samega procesa določanja cen pozavarovanj pa so tudi regulatorji postali bolj pozorni na kvaliteto podatkov ter zahtevajo čedalje bolj točno predstavitev portfeljev zavarovalnic in pozavarovalnic kar vpliva na njihov finančni položaj ter sposobnost zagotavljanja zadostnega kapitala za zadovoljevanje regulativnih predpisov (Lavakare in Mawk, 2008).

4.4 Funkcije škode

Funkcije škode oziroma modul ranljivosti povežejo rezultate modula ogroženosti za vsak ustvarjen dogodek z značilnostmi zavarovanih objektov z namenom ocene škode ali izgub posamezne lastnine, krite v portfelju (Grossi in Kunreuther, 2005). V splošnem je poplavna škoda lahko ocenjena preko povezave vira poplavljanja (vodotok) in prejemnika poplav (objekt). Messner in sodelavci (2007) definirajo pojem prejemnika poplav oziroma receptorja kot entiteto (oseba, zemljišče, habitat..), ki je lahko prizadeta. V primeru poplav oziroma močnega deževja (vira poplavljanja), so to lahko objekti, ki utrpijo materialno škodo (posledica) zaradi propagacije poplavne vode preko poplavne ravnine (poplavne poti). Ranljivost receptorja se lahko zmanjša s povečanjem poplavne odpornosti.

Penning-Rowsell (2006, cit. po Willis Limited, 2014) navaja veliko različnih značilnosti vira poplav, ki vplivajo na poplavno škodo objektov v poplavnem območju:

- globina vode,
- hitrost toka,
- plavje,
- obseg poplavljanja.

Messner in sod. (2007) med poplavnimi značilnostmi, ki vplivajo na stopnjo škode, navajajo naslednje lastnosti: območje poplave, globina vode, trajanje preplavitve, hitrost toka, hitrost naraščanja vode, čas pojava, prisotnost onesnažil ter slanost vode. Območje preplavitve predstavlja najbolj preprosto lastnost poplave, ki vpliva na škodo, saj preko rabe tal določa območja, ki bi bila ogrožena v primeru poplave. Globina poplavne vode pa predstavlja najbolj razširjeno lastnost poplave in je posledično tudi vzrok za dejstvo, da je večina škodnih krivulj zasnovana na globini vode. Primer, ko bi bila smotrna uporaba tudi drugih značilnosti, so hudourniške poplave, kjer pri stopnji škode pomembno vlogo igra tudi hitrost toka Messner in sod. (2007). V primeru poplav na kmetijskih zemljiščih in škode na pridelkih pa je pomemben tudi letni čas pojava poplave ter dolžina same preplavitve. Vendar se v opisanih primerih pojavi

težava, saj so podatki v primerjavi s podatki o globini vode težje dosegljivi oziroma jih ni. Potrebno pa je upoštevati tudi dejstvo, da so taki podatki neuporabni, če njihovega vpliva na škodo ni mogoče ovrednotiti preko škodnih krivulj Messner in sod. (2007).

Na drugi strani so izgube, ki jih povzročajo poplave tudi funkcija nekaterih drugih dejavnikov, med katerimi so vrsta nepremičnin, značilnosti gradnje, prisotnost protipoplavnih zaščit, pripravljenost družbe na poplave oziroma hitrost ukrepanja (Willis Limited, 2014). Kljub različnim faktorjem, ki vplivajo k skupnim izgubam zaradi poplav, so raziskave in dejanski podatki o izplačilih pokazali, da je na strani vira poplavljanja prisotnost in globina vode dejavnik, ki najbolj prispeva k škodi, na strani receptorja pa tip oziroma vrsta nepremičnin (posesti) (Wind, 1999, cit. po Willis Limited, 2014). Večina modelov se torej osredotoča na globino vode in z njo povezano stopnjo škode, saj bi ostali dejavniki močno vplivali na samo delovanje modela, predvsem v stroškovnem smislu, ki ga predstavlja količina potrebnih podatkov za tako modeliranje ter hitrost izvajanja izračunov (Willis Limited, 2014).

4.4.1 Tipi poplavne škode

Pri raznih analizah poplavne ogroženosti in poplavnih škod se je potrebno zavedati vseh kategorij poplavnih škod in izbrati tiste, ki bodo najbolj ustrezale izbrani analizi. Izraz poplavna škoda se nanaša na vse različne škodljive vplive na ljudi in njihovo zdravje ter lastnino, javno infrastrukturo, kulturno dediščino, ekološki sistem, industrijsko proizvodnjo ter konkurenčnost gospodarstva prizadetega območja (Messner in sod., 2007). Preglednica 5 prikazuje tipično delitev poplavne škode.

Preglednica 5: Delitve poplavne škode (prirejeno po Messner in sod., 2007)

		Merjenje škode	
		Oprijemljiva škoda	Neoprijemljiva škoda
Oblika škode	Neposredna	Fizična škoda na lastnini: -zgradbe -oprema -infrastruktura	-Izguba življenja -Vplivi na zdravje -Izguba ekoloških dobrin
	Posredna	-Izguba gospodarske proizvodnje -Motnje v prometu -Stroški intervencij	-Neprijetnosti v obdobju okrevanja po poplavah -Povečana stopnja ranljivosti prizadetih v poplavah

V preglednici 5 je neposredna škoda vsa škoda, povzročena zaradi takojšnjega fizičnega kontakta vode z ljudmi, lastnino in okoljem. V tem primeru govorimo o škodi na objektih,

opremi, kmetijskih pridelkih, izgubi življenja, takojšnjih vplivih na zdravje in podobno. Posredna škoda je na drugi strani povzročena zaradi prekinitve delovanja gospodarstva in dodatnih stroškov zaradi izrednega stanja oziroma ukrepov preprečevanja poplavne škode. V tem primeru govorimo o zmanjšani produktivnosti in izgubi dobička s strani podjetij, njihovih dobaviteljev ter strank, škodi in stroških zaradi prekinitve v prometu in stroških intervencij (Messner in sod., 2007).

Dodatno lahko škode razdelimo na oprijemljivo in neoprijemljivo. O oprijemljivi škodi govorimo, ko jo je možno monetarno opredeliti. Gre torej za škodo na objektih, opremi in infrastrukturi, škodo zaradi izpada dobička ter stroških čiščenja. Značilnosti neoprijemljive škode pa je težje finančno ovrednotenje, saj število žrtev, učinki na zdravje, ekološka škoda, ranljivost družbe po poplavah in nasploh vse dobrine, ki spadajo pod to kategorijo, niso del trgovanja (Messner in sod., 2007).

4.4.2 Tipi škodnih krivulj

Pri modeliranju naravnih katastrof večina modelov obravnava povzročene škode na lastnini. Gre torej za modeliranje naravnih nesreč v povezavi s premoženjem (angl. »*Property Catastrophe Modeling*«). V povezavi s preglednico 4 govorimo o neposredni oprijemljivi škodi v ožjem pomenu ter o celotni oprijemljivi škodi v širšem pomenu. Primer slednje je poskus ovrednotenja škode v izpadu dohodka zaradi prekinjene proizvodnje oziroma motenega delovanja (Messner in sod., 2007).

Poplavno škodo lahko delimo tudi glede na področja nastanka oziroma izvora (Banovec, 2003). Razlikujemo med:

- škodo na objektih vodne infrastrukture in drugih objektih na vodah,
- škodo na kmetijskih površinah,
- škodo na infrastrukturnih objektih,
- škodo na stanovanjskih objektih in opremi,
- škodo na proizvodnih objektih in opremi,
- škodo na objektih večje kulturne ali zgodovinske vrednosti,
- škoda na okolju.

Preglednica 6 prikazuje tipično vrsto razdelitve zavarovanega portfelja in s tem tudi vrste škodnih krivulj za ocenjevanje izgub v zavarovalniške namene:

Preglednica 6: Tipična razdelitev portfelja (Willis Limited, 2014)

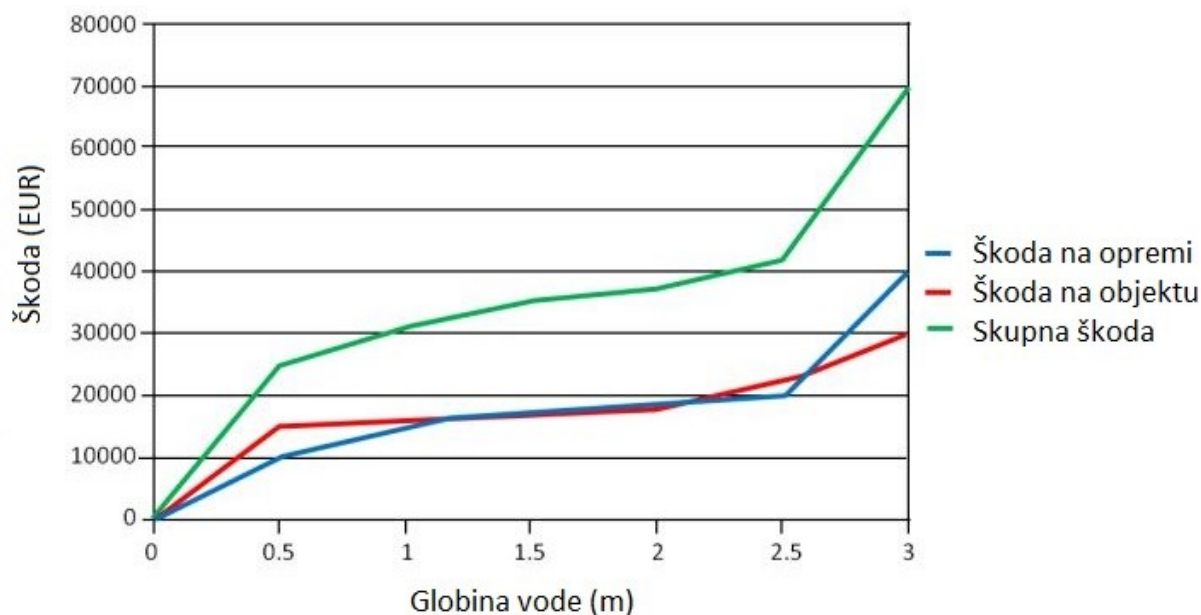
Vrsta lastnine	Vrsta kritja
Človeške dejavnosti	objekti/predmeti
Komercialne dejavnosti	objekti/predmeti/prekinitev poslovne dejavnosti
Industrijske dejavnosti	objekti/predmeti/prekinitev poslovne dejavnosti
Kmetijske dejavnosti	objekti/predmeti
Vozila	objekti

V modulu nevarnosti simulirane intenzitete naravnih pojavov, so prenesene na grajeno okolje, ki vsebuje informacije o zavarovanih nepremičninah. Medij prenosa so škodne krivulje, ki nosijo zapis o količini povzročene škode, ki jo povzroči posamezna stopnja intenzitete. Škodne krivulje torej povežejo lokalne intenzitete s škodnim deležem. Tipično se razlikujejo se glede na (Grossi in Kunreuther, 2005):

- vrsto posesti oziroma rabo tal,
- gradbeni material,
- število nadstropij,
- leto izgradnje.

Omenjene podatke imenujemo primarne značilnosti. Bolj natančen je segment grajenega okolja oziroma večje je število informacij, ki so dostopne v posameznem portfelju, večji izbor škodnih krivulj je potreben, da ustrezno predstavi potencialne izgube portfelja (AIR Worldwide, 2014). Nekateri modeli tako lahko sprejmejo tudi dodatne informacije o grajenem okolju, kot so podatki o dodatnih ojačitvah stavb, ki povečujejo natančnost pri ocenitvi potencialne škode za posamični objekt. Takšne lastnosti imenujemo sekundarne značilnosti (Grossi in Kunreuther, 2005).

Funkcije škode oziroma škodne krivulje se delijo na absolutne in relativne. Absolutne funkcije škode (slika 11) temeljijo na absolutnih količinah izgub, ki jih povzročijo posamezne globine vode. Uporaba tega pristopa tako v izračunih kot samem postopku pridobivanja podatkov o možni škodi ne zahteva podatkov o vrednosti zavarovanih elementov. Na drugi strani relativne funkcije škode (slika 12) temeljijo na predpostavki, da poznamo vrednost ogroženih elementov. Škoda je nato izračunana kot delež celotne vrednosti zavarovane lastnine povzročene zaradi globine vode (Messner in sod., 2007).



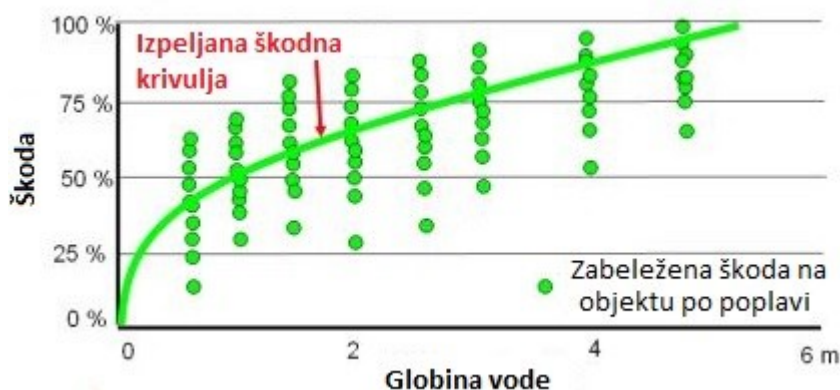
Slika 11: Primer absolutnih škodnih krivulj (prirejeno po Ciurean in sod., 2013)

Pri modeliranju naravnih nesreč ali študijah ranljivosti oziroma stroškov in koristi pri preučevanju smotrnosti investicij, predstavlja pomembno vprašanje število različnih razredov škodnih krivulj, ki so na voljo (Messner in sod., 2007). Gre predvsem za tehtanje med visoko stopnjo razlikovanja med tipi objektov v modulu grajenega okolja ter s tem povečano stopnjo natančnosti na eni strani in med stroški, ki ga tak model zahteva tako s časovnega kot računskega vidika zaradi velike količine podatkov. Messner in sod. (2007) navajajo tri tipe pristopov glede na prostorsko stopnjo: makro, mezo in mikro. Verjetnostni modeli naravnih nesreč spadajo med makro pristope. Za take pristope je značilen manjši spekter škodnih krivulj, saj podatki zavarovalnic in pozavarovalnic običajno ne razlikujejo kritega premoženja do take mere, kot nekatere mezo in mikro analize. Kot posledica se v večini modelov uporabljajo relativne funkcije škode za glavne skupine lastnine zavarovanega portfelja.

Krivulje so lahko inženirskega izvora, razvite s pomočjo ustreznih strokovnjakov in raziskav, podkrepljene z laboratorijskimi testi, terenskimi podatki ogleda prizadetih območij ali pa dejanskih podatkov glede na resnična izplačila škode zaradi naravnih nesreč (AIR Worldwide, 2014).

Po Messner in sod. (2007) ločimo dva koncepta razvoja škodnih krivulj. Prvi pristop temelji na razvoju krivulj preko zbiranja resničnih podatkov o škodi na objektih prizadetih ob poplavnem dogodku (slika 12). Minimalni popis škode naj bi vseboval informacije o tipu poplavljenega nepremičnine, globino vode ter popis škod, ki naj bi jih ugotovili cenilci. Celotna zbirka podatkov je shranjena v podatkovnih bazah. Na podlagi popisane škode se lahko izdelajo regresijske krivulje škode za posamezni tip nepremičnine. Da so tako pridobljene krivulje

ustrezne in verodostojne, je potrebno imeti dovolj velik vzorec, ki vsebuje različne podatke o škodi različnih tipov nepremičnin. Vse ugotovljene škode morajo biti izražene na enak način. Za ugotavljanje dejanske škode je potrebno ugotavljati vrednosti v trenutku nastanka škode, torej z upoštevanjem izgubljanja vrednosti v življenjskem ciklu produkta oziroma nepremičnine. Zavarovalnice sicer pogosto navajajo vrednost, ki je potrebna za zamenjano predmeta zavarovalne police (Grossi in Kunreuther, 2005).



Slika 12: Prikaz relativne škodne krivulje, izdelane na osnovi dejanskih podatkov o škodah po poplavnem dogodku (prirejeno po van Westen, 2009)

Na drugi strani pa so škodne krivulje lahko tudi sintetičnega izvora. Omenjeni koncept temelji na izdelavi krivulj za standardizirane oziroma tipične tipe objektov, ki se pojavljajo na določenem geografskem območju in ne za dejanske objekte na terenu, ki so bili prizadeti ob poplavah. Najprej so tipični tipi objektov definirani glede na velikost, tip prevladujočega gradbenega materiala in tipično opremo. Zatem se oceni vrednost posameznih elementov objekta in nato še njihova dovzetnost za pojav poplavne škode, najbolj tipično preko globine preplavitve. Vse te ocene podajo kvalificirani inženirji in ocenjevalci škode. Vsota vseh škod posameznega tipa objekta ter tipične opreme za posamezne globine je tako osnova za izdelavo sintetičnih škodnih krivulj. Največji izziv takšnega pristopa predstavlja zagotavljanje dejstva, da tako razvite sintetične krivulje dejansko ustrezno predstavljajo vrsto nepremičnin obravnavanega območja ter njihove tipične opreme. Kot izpeljanka omenjenega pristopa se je predvsem v Nemčiji za potrebe mikro študij pojavil pristop izdelave sintetičnih krivulj za neposredne tipe nepremičnin na območju analize (Messner in sod., 2007). Kljub vsemu pa sintetično izdelanih krivulj ne smemo enačiti z umetnimi krivuljami, saj so izdelane na podlagi različnih virov, tudi o dejanskih podatkih o poplavni škodi. Obratno so tudi podatki o popisanih škodah na terenu pogosto prilagojeni z uporabo ekspertnih izsledkov ali pa s strani akterjev, ki poznajo značilnosti posameznih regij, zajetih v analizi (Messner in sod., 2007).

5 STATISTIČNA ORODJA

5.1 Osnovni pojmi verjetnostnega računa v statistiki

Statistika ima pomembno vlogo pri ukvarjanju z naravnimi pojavi in vedami, ki le-te preučujejo. Kroženje vode predstavlja slučajen proces, saj nanj vpliva več različnih dejavnikov, ki se časovno spreminjajo. Razni hidrološki pojavi, kot so globina vodotoka, količina in intenziteta padavin se nikoli ne ponovijo v čisto enaki obliki, zato jih smatramo za enkratne dogodke in jih lahko opišemo s slučajnimi spremenljivkami. Statistika se v hidrologiji uporablja za pridobivanje čim več informacij na podlagi vzorca podatkov, ki so na voljo. Ti vzorci pa so v hidrologiji relativno majhni, kar postavlja njihovo uporabo na mejo sprejemljivosti (Brilly in Šraj, 2005).

Verjetnostni račun uporablja pojme, kot so poskus, dogodek in verjetnost dogodka. Ko govorimo o poskusih, govorimo o spletu pojavov, dogodki pa predstavljajo njihove rezultate (Brilly in Šraj, 2005).

Verjetnost posameznega dogodka je nenegativna in manjša od 1 (Brilly in Šraj, 2005):

$$0 \leq P(x_i) \leq 1 \quad (1)$$

Vsota verjetnosti vseh možnih dogodkov je enaka 1:

$$\sum_i P(x_i) = 1 \quad (2)$$

kjer je:

X_i ... slučajni dogodek

P ... verjetnost dogodka

i ... 1, 2, ..., n

Porazdelitvena funkcija $F_X(x)$ slučajne spremenljivke X je funkcija, ki ima pri vsakem realnem x vrednost, enako verjetnosti dogodka ($X \leq x$):

$$F_X(x) = P(X \leq x) \quad (-\infty < x < +\infty) \quad (3)$$

Vsaka porazdelitvena funkcija je nepadajoča, kjer velja:

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} F_X(x) = 0 \quad (4)$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} F_X(x) = 1 \quad (5)$$

Verjetnostne spremenljivke so lahko zvezne, diskretne ali pa mešane. Ko je slučajna

spremenljivka X diskretna, zavzame eno izmed vrednosti x_1, x_2, \dots, x_n z njihovimi pripadajočimi verjetnostmi p_1, p_2, \dots, p_n , kjer velja:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (6)$$

Zvezna spremenljivka je spremenljivka, ki lahko zavzame vse vrednosti na nekem končnem ali zaprtem intervalu (a, b) . Za posamezni x na tem intervalu obstaja:

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P(x < X < x + \Delta x)}{\Delta x} = f_X(x) \quad (7)$$

Funkcija $f_X(x)$ je gostota verjetnosti. V primeru, da gre za kombinacijo diskretne in zvezne porazdelitve govorimo o mešani porazdelitvi, kjer za določeno vrednost $x = x_1$ obstaja verjetnost P , za ostale vrednosti $x \neq x_1$ pa obstaja funkcija gostote verjetnosti $f_X(x)$. Porazdelitvena funkcija je v primeru, da za $x = 0$ obstaja verjetnost P enaka:

$$F_{(X)}(x_i) = P(x = 0) + \int_0^{x_i} f_X(x) dx \quad \text{za } x_i > 0 \quad (8)$$

Primeri zveznih spremenljivk v hidrologiji so maksimalni pretoki hidrološke postaje v nekem časovnem obdobju, maksimalne gladine vode na vodomerni postaji v določenem časovnem obdobju, količina padavin na meteorološki postaji v nekem časovnem obdobju in podobno. Primeri diskretnih spremenljivk pa število dni brez padavin v določenem časovnem obdobju, število poplav v določenem časovnem obdobju in podobno.

V hidrologiji se namesto porazdelitvene funkcije $F_X(x)$ pogosto uporablja izraz povratna doba T :

$$T = \frac{1}{1 - F_X(x)} \quad (9)$$

Pri porazdelitveni funkciji $F_X(x) = 0.9$ je torej povratna doba T enaka:

$$T = \frac{1}{1 - F_X(x)} = \frac{1}{1 - 0.9} = \frac{1}{0.1} = 10 \text{ let}$$

Zgornja povratna doba desetih let nam pove, da se dogodek x v povprečju zgodi enkrat na deset let oziroma da je verjetnost pojava dogodka x v kateremkoli letu enaka $P(x) = 0.1$.

5.2 Univariatne verjetnostne analize

Hidrološke pojave, kot je pretok oziroma maksimalni pretok v nekem opazovanem obdobju v

hidrologiji obravnavamo z verjetnostnimi analizami. Verjetnostne analize omogočajo določitev razmerja med velikostjo in verjetnostjo oziroma pogostostjo nastanka opazovanega pojava in tako predstavljajo osnovo za določanje projektnih pretokov pri dimenzioniranju hidrotehničnih objektov, določanju obsega poplavnih območij in pri širšem upravljanju z vodami in upravljanju s tveganji, ki ga predstavljajo poplave. V hidrologiji se najbolj pogosto uporabljajo univariatne verjetnostne analize, kjer se v praksi največkrat upoštevajo podatki o konicah letnih pretokov (Šraj in sod., 2013).

Pri verjetnostnem računu uporabljamo več teoretičnih verjetnostnih porazdelitev. Posamezne hidrološke podatke različne intenzitete povezujemo z njihovo verjetnostjo pojavljanja z uporabo teoretičnih porazdelitev (Kavčič, 2013). Med najpogosteje uporabljenimi teoretičnimi porazdelitvami v hidrologiji se pojavljajo logaritemsko normalna porazdelitev, Pearson III porazdelitev, logaritemska Pearson III porazdelitev, Gumbelova porazdelitev ter generalizirana porazdelitev ekstremnih vrednosti (Šraj in sod., 2013). Posamezne porazdelitve z enačbami so podrobneje predstavljene v Brilly in Šraj (2005), Bezak (2012), Kavčič (2013), Šraj in sod. (2012) ter Šraj in sod. (2013).

Parametre posamezne porazdelitvene funkcije ocenjujemo z različnimi metodami ocenjevanja, kot so metoda momentov, metoda momentov L in metoda največjega verjetja (Bezak, 2012; Šraj in sod., 2013; Šraj in sod. 2015).

Hidrološke analize se najpogosteje izdelujejo na vzorcih omejenih velikosti. Za umestitev merjenih vrednosti pretokov v verjetnostno mrežo se uporabljajo empirične porazdelitve, kar nam omogoča primerjavo in izbiro najboljše teoretične porazdelitve. Najpogosteje se za ta namen uporablja Weibullova enačba:

$$F_n = \frac{m}{N + 1} \quad (10)$$

5.3 Testiranje ustreznosti verjetnostnih porazdelitev

Namen verjetnostnih analiz je izbira najustreznejše teoretične porazdelitve, ki se najbolj prilega empirični porazdelitvi opazovanega pojava. Empirične porazdelitve ne zadostujejo za oceno izredno redkih in velikih pojavov, kot je 100-letni pretok, saj uporabljeni vzorci večinoma vsebujejo merjene podatke v manjšem razponu let. Ker nas velikokrat zanimajo ekstremne vrednosti posameznega pojava, so v nekaterih državah zakonsko predpisane porazdelitve, ki se morajo uporabljati pri verjetnostnih analizah pretokov. V Sloveniji takega predpisa ni. Ujemanje teoretične porazdelitve s podatki vzorca lahko preizkušamo z različnimi testi ali vizualnimi metodami (npr. test Hi-kvadrat, test Kolmogorov-Smirnov, grafi Q-Q ipd.) Nekaj jih podrobneje predstavljamo v nadaljevanju, več pa je predstavljenih v Bezak in sod. (2014b) ter

Šraj in sod. (2012).

5.3.1 Test Kolmogorov-Smirnov

Test Kolmogorov-Smirnov je osnovan na primerjavi empirične in teoretične porazdelitvene funkcije ter je primeren samo za testiranje zveznih porazdelitev. Pri testiranju z omenjenim testom se ugotavlja največja vrednost odstopanja, na podlagi katere nato zavrnemo ali ne zavrnemo ničelno hipotezo, ki pravi, da elementi vzorca sledijo posamezni teoretični porazdelitvi. Elemente vzorca najprej razvrstimo po vrednosti od najmanjšega do največjega nato, pa ugotavljamo največjo absolutno razliko med porazdelitvenima funkcijama (Brilly in Šraj, 2005).

Testna statistika D je izražena kot:

$$D = \max_{i=1}^N |F_x(x_i) - F_n(x_i)| \quad (11)$$

$F_x(X)$ je testirana teoretična porazdelitev, empirična porazdelitvena funkcija $F_n(X)$ vzorca n razvrščenih elementov z zaporedno številko i pa je določena z izrazom:

$$F_n(X) = \frac{i}{N} \quad (12)$$

Zavračanje ničelne hipoteze je odvisno od izbranega intervala zaupanja. V večini primerov testiramo porazdelitve verjetnosti, katere parametri so ocenjeni iz vzorca in niso dejanski parametri populacije. V takih primerih se lahko poslužujemo mejnih vrednosti, ki so jih podali različni avtorji za razne porazdelitve, različne velikosti vzorca in izbrane stopnje zaupanja.

V kolikor nam ti podatki niso dostopni, pa se lahko poslužujemo pristopa v katerem lahko pridobimo mejno vrednost testne statistike D preko generiranja večjega števila vzorcev z izbrano porazdelitvijo. Pri tem si pomagamo s standardno enakomerno porazdelitvijo $U[0,1]$ (Bogacka, 2016).

Naj bo X zvezna slučajna spremenljivka z zbirno funkcijo F in naj bo $U = F(X)$. Naj bo $u \in [0, 1]$ in X zvezna spremenljivka, torej obstaja $F(x_u) = u$. Tako velja $F(u) = u$ in U je enotna na $[0, 1]$ (enačba 13):

$$F(u) = P(U < u) = P(F(X) < F(x_u)) = P(X < x_u) = F(x_u) = u \quad (13)$$

Simulacije mejne statistike D nato izvedemo preko naslednjih korakov (Bogacka, 2016):

- Generiranje slučajnega vzorca s testirano teoretično porazdelitveno funkcijo velikosti n z uporabo standardne enakomerne porazdelitve $U [0,1]$ z zvezno funkcijo $F(u) = u$.
- Izračun maksimalne absolutne razlike D med simulirano teoretično porazdelitvijo in

empirično porazdelitvijo za generiran vzorec.

- Ponovitve zgornjega postopka N-krat, da pridobimo približno porazdelitev statistike D. Tako lahko izračunamo mejno vrednost D za izbrano stopnjo zaupanja, na podlagi katere zavrremo ali ne zavrremo hipoteze, da se obravnavani podatki porazdeljujejo po predpostavljeni porazdelitvi.

5.3.2 Test RMSE

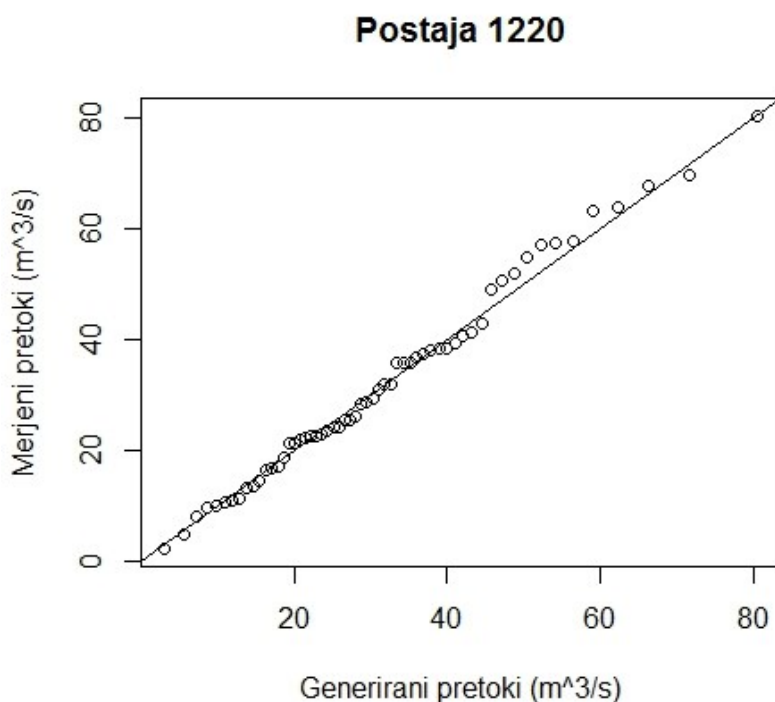
Pri testiranju s testom RMSE oziroma testom korena povprečne kvadratne napake (angl. »*root mean square error*«) primerjamo dejanske merjene podatke in podatke izračunane z uporabo teoretične porazdelitvene funkcije (Šraj in sod., 2012). Kot pri testu Kolmogorov-Smirnov, podatke (Q_i) najprej razvrstimo od najmanjšega do največjega, nato pa izračunamo empirično porazdelitveno funkcijo. V ta namen se po navadi uporablja Weibullova enačba (11), lahko pa tudi katera izmed drugih (Brilly in Šraj, 2005). Izračunane verjetnosti nato pretvorimo v nove podatke x_i z uporabo izbrane teoretične porazdelitvene funkcije. Testna statistika RMSE je nato podana kot:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - Q_i)^2} \quad (14)$$

RMSE test je primerjalni test, kjer izberemo porazdelitev, z najmanjšo izračunano vrednostjo.

5.3.3 Grafi QQ

Graf Q-Q (angl. »*Quantile-Quantile*«) je vizualna tehnika ugotavljanja ustreznosti teoretične porazdelitve. Na x-osi so običajno prikazane generirane vrednosti spremenljivke oziroma kvantili, na y-osi pa merjene vrednosti spremenljivke oziroma kvantili (slika 13).



Slika 13: Q-Q graf letnih merjenih in generiranih konic pretoka postaje Polana I (1220) z uporabo Pearson 3 porazdelitve

V primeru, da vzorec pripada predpostavljeni porazdelitvi, bodo točke na grafu ležale približno na referenčni premici pod kotom 45° . Večji kot je odklik od referenčne premice, večja je verjetnost, da vzorca prihajata iz populacije različnih porazdelitev. Prednost Q-Q grafa je predvsem v tem, da se razna odstopanja opazijo hitreje kot z analitičnimi metodami (Kolmogorov-Smirnov test, Hi-kvadrat test, ipd.) in tako ponuja dodaten vpogled v izbiro primerne porazdelitve za posamezen vzorec (NIST/SEMATECH, 2016).

5.4 Multivariatne verjetnostne analize

5.4.1 Večdimenzijske verjetnostne spremenljivke

Verjetnostne spremenljivke so lahko tudi večdimenzijske, kjer je slučajni vektor dimenzije n , n -terica slučajnih spremenljivk. Zaloga vrednosti omenjenega vektorja je množica v n -razsežnem prostoru R_n . Splošna oblika porazdelitvenega zakona takega vektorja je porazdelitvena funkcija $F_{x_1, x_2, \dots, x_n}(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Porazdelitvena funkcija ima za vsako realno n -terico (x_1, x_2, x_3, \dots) vrednost, ki je enaka verjetnosti dogodka, da je $X_1 < x_1, X_2 < x_2$ in tako naprej

do $X_n < x_n$:

$$F_{x_1, x_2, \dots, x_n}(x_1, x_2, \dots, x_n) = P(X_1 < x_1 \cap X_2 < x_2 \cap \dots \cap X_n < x_n) \quad (15)$$

Ko nas zanima vrednost ene slučajne spremenljivke slučajnega vektorja ne glede na vrednosti ostalih spremenljivk govorimo o robnih porazdelitvi. V primeru dvodimenzijskega slučajnega vektorja X, Y , lahko robno gostoto verjetnosti izračunamo z integriranjem ene od slučajnih spremenljivk po vseh možnih vrednostih druge slučajne spremenljivke (Brilly in Šraj, 2005; Šraj in sod., 2015).

$$f_X(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f_{XY}(x, y) dy \quad (16)$$

$$f_Y(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_{XY}(x, y) dx \quad (17)$$

5.4.2 Funkcija kopula

Za dimenzioniranje objektov in določanje projektnih pretokov ter povratne dobe pojavov se najbolj pogosto uporablja samo eno spremenljivko oziroma univariatne analize konice pretoka. Uporaba ene spremenljivke za določanje povratne dobe, ki je definirana kot povprečen čas med dvema uspešnima realizacijama dogodka, predstavlja preprost in dokaj učinkovit pristop. Kljub vsemu pa ima omenjeni pristop določene pomanjkljivosti, saj ne upošteva vseh spremenljivk, ki opisujejo določen pojav, kar lahko vodi do podcenjevanja ali pa precenjevanja velikosti pojava (Salvadori in De Michele, 2004). Kompleksni hidrološki pojavi, kot so poplave so namreč po navadi posledica večih neodvisnih spremenljivk, kot so konica, volumen in čas trajanja pojava visokovodnega vala (Favre in sod., 2004).

Za verjetnostno analizo procesov lahko uporabimo razne multivariatne analize, ki pa zahtevajo isto porazdelitveno funkcijo vseh uporabljenih spremenljivk (Šraj in sod., 2013). Multivariatne analize hidroloških pojavov se redkeje pojavljajo v literaturi zaradi pomanjkanja primernih modelov in njihove sposobnosti predstavljanja ekstremnih dogodkov. Še najpogosteje se uporablja multivariatno normalno analizo, bivariatno eksponentno porazdelitev, bivariatno gama porazdelitev in bivariatno porazdelitev ekstremnih vrednosti (Favre in sod., 2004).

Številne multivariatne analize so bile razvite kot neposredni podaljšek univariatnih analiz. Favre in sod. (2004) v zvezi s tem navajajo naslednje pomanjkljivosti:

- Robne porazdelitve zahtevajo isto porazdelitveno funkcijo.
- Uporaba metod za multivariatne (in ne le bivariatne) pojave ni povsem jasna.

- Parametri robnih porazdelitev so uporabljeni za modeliranje odvisnosti med slučajnimi spremenljivkami.

Kot alternativo omenjenim analizam se je v zadnjih letih tudi v hidrologiji začela uporabljati funkcija kopula. Kopula se je pred uporabo v hidrologiji uveljavila v ekonomiji oziroma finančnih vedah (Šraj in sod., 2013). Kasneje se je začela uporabljati tudi v biostatistiki, aktuarski znanosti in zavarovalništvu, inženirstvu, energetiki ter hidrologiji (Berg, 2008).

V hidrologiji so funkcijo kopula avtorji uporabili za različne analize. Favre in sodelavci (2004) so jo uporabili pri verjetnostni analizi skupnega modeliranja konic pretoka in volumna odtoka za oceno skupnega tveganja podporečja Peribonka v Kanadi. Bivariatno analizo konic pretoka in pripadajočih volumnov na vodomerni postaji Litija na Savi so s kopulo izvedli tudi Šraj in sodelavci (2013). Bezak in sodelavci (2014a; 2014c) so raziskovali uporabnost funkcije kopule pri bivariatnih analizah konic pretoka in volumna odtoka, volumna odtoka in časa trajanja visokovodnih valov, konic pretoka in čas trajanja visokovodnih valov ter multivariatni analizi konic pretoka, volumna odtoka in koncentracij suspendiranih snovi. Ghizzoni in sodelavci so raziskovali uporabo kopul za namene simuliranja poplavnih dogodkov na območju reke Mississippi (2011) in območju reke Tanaro v Italiji (2010).

Funkcija kopula ni omejena z zgoraj omenjenimi pomanjkljivostmi in predstavlja uporaben način izgradnje algoritma za modeliranje skupnih porazdelitev na realističen način. Uporaba funkcije kopula omogoča definiranje različnih robnih porazdelitev za opisovanje spremenljivk, kar je ena izmed glavnih prednosti kopule (Favre in sod., 2004). Izbira robnih porazdelitev je tako ločena od izbire same funkcije kopula oziroma modeliranja odvisnosti med spremenljivkami (Bezak in sod., 2014a).

5.4.2.1 Definicija kopule

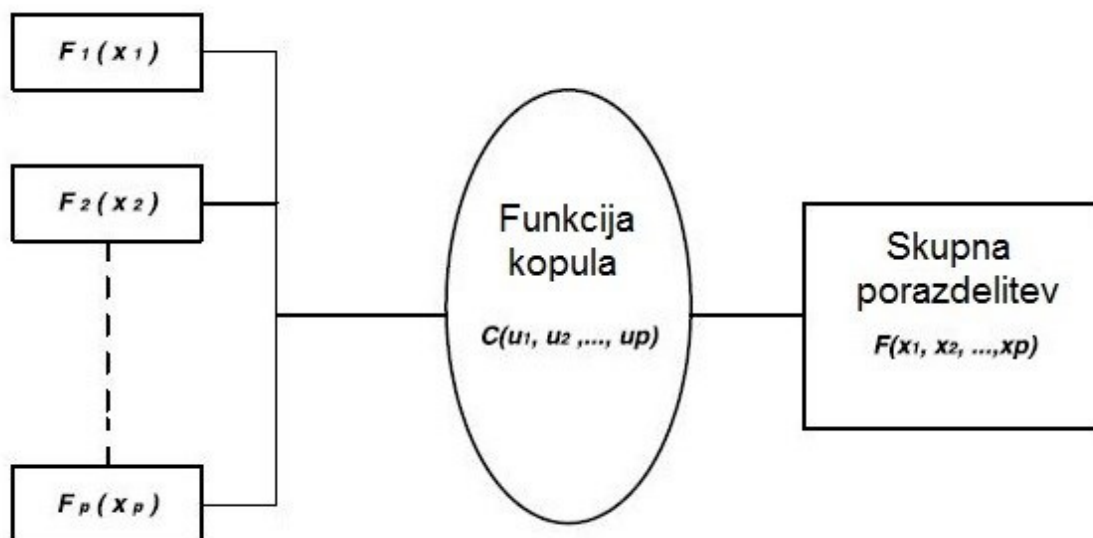
Za definiranje kopule določimo n enotnih slučajnih spremenljivk na enotnem intervalu $U(0,1)$ U_1, \dots, U_n , ki niso neodvisne. Razmerje med omenjenimi spremenljivkami je opisano skozi njihovo skupno porazdelitveno funkcijo C :

$$C(u_1, \dots, u_n) = P_r(U_1 \leq u_1, \dots, U_n \leq u_n) \quad (18)$$

Funkcijo C imenujemo kopula. Za izgradnjo funkcije izberemo ustrezne robne porazdelitve $F_1(x_1), \dots, F_n(x_n)$. Funkcija

$$C(F_1(x_1), \dots, F_n(x_n)) = F(x_1, \dots, x_n) \quad (19)$$

tako definira multivariatno porazdelitveno funkcijo za x_1, \dots, x_n (Favre in sod., 2004) (slika 14).



Slika 14: Predstavitev funkcije kopula (prirejeno po Favre in sod., 2004)

Li in sod. (2013) navajajo, da je lahko vsaka skupna porazdelitvena funkcija zapisana s funkcijo kopula in njenimi univariatnimi robnimi porazdelitvami. Funkcija kopula tako poveže različne univariatne robne porazdelitvene funkcije v multivariatno porazdelitveno funkcijo, kar je njena glavna prednost v primerjavi z ostalimi multivariatnimi pristopi.

5.4.2.2 Splošne značilnosti kopule

Berg (2008) omenja naslednje značilnosti kopule:

- Kopula vsebuje vse informacije o strukturi odvisnosti med slučajnimi spremenljivkami.
- Kopule ponujajo alternativo, ki običajno bolj resnično predstavi multivariatne porazdelitvene funkcije v primerjavi z običajnimi pristopi (multivariatna normalna porazdelitev).
- Kopule omogočajo ločeno modeliranje robnih porazdelitev in strukture odvisnosti.
- Kopule ponujajo več prožnosti pri modeliranju, saj lahko modeliramo različne multivariatne porazdelitve preko izbire različnih robnih porazdelitev.
- Vse multivariatne porazdelitve se lahko uporabijo v funkciji kopula.
- Kopula ostane nespremenjena pod strogo naraščajočimi transformacijami, kar omogoča uporabo različnih robnih porazdelitev, brez vpliva na samo kopulo.
- Tradicionalne mere odvisnosti merijo odvisnost med pari spremenljivk, medtem ko kopula meri odvisnost med vsemi slučajnimi spremenljivkami.

5.4.2.3 Vrste kopul

Danes je poznanih že kar nekaj različnih skupin oziroma družin kopul. Med najbolj razširjenimi

so: eliptična družina, Arhimedova družina ter družina kopul ekstremnih vrednosti.

Med prve štejemo multivariatno Gaussovo ter multivariatno Studentovo kopulo (slika 15, preglednica 7), ki se v praksi pogosto uporabljata zaradi lastnosti multivariatnih normalnih porazdelitev (Favre in sod., 2004).

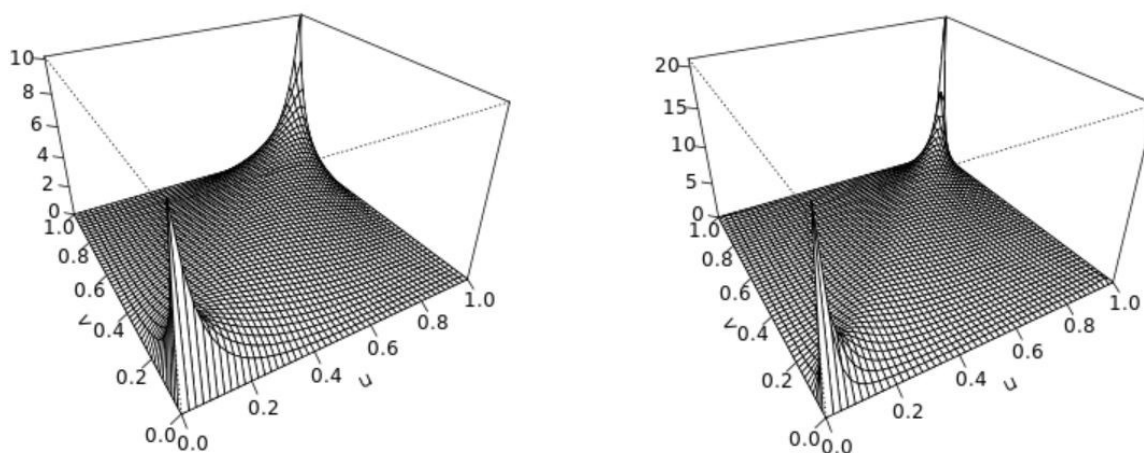
Studentova t kopula se je v primerjavi z Gaussovo izkazala za bolj primerno, saj bolje zajema pojav odvisnosti ekstremnih vrednosti tako v sub-asimptotičnem kot asimptotičnem predelu, kar je pomembno zlasti pri obravnavanju hidroloških pojavov. Studentova t kopula tako lahko uspešno zajame pojave odvisnih ekstremnih spremenljivk (Ghizzoni in sod., 2010; Ghizzoni in sod., 2011).

Gaussova kopula ne izkazuje odvisnosti v ekstremnih delih porazdelitev (angl. »*upper tail dependance*«, »*lower tail dependance*«), kar ni primerno za modeliranje ekstremnih pojavov (Poulin in sod., 2007; cit. po. Li et. al, 2013).

Obe kopuli lahko simulirata pozitivno in negativno korelirane vrednosti spremenljivk. Studentova t kopula je izražena z dvema parametroma: P - matrika korelacije in ν - stopnja prostosti Studentove t porazdelitve:

$$C_{\nu, P}^t = \int_{-\infty}^{t_{\nu}^{-1}(u_1)} \dots \int_{-\infty}^{t_{\nu}^{-1}(u_d)} \frac{\Gamma\left(\frac{\nu+d}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right) \sqrt{(\pi\nu)^d |\mathbf{P}|}} \left(1 + \frac{e' \mathbf{P}^{-1} x}{\nu}\right)^{-\frac{\nu}{2}} dx \quad (20)$$

Gaussova kopula je primer Studentove t kopule, ko se stopnja prostosti ν približuje neskončnosti $\nu \rightarrow \infty$.

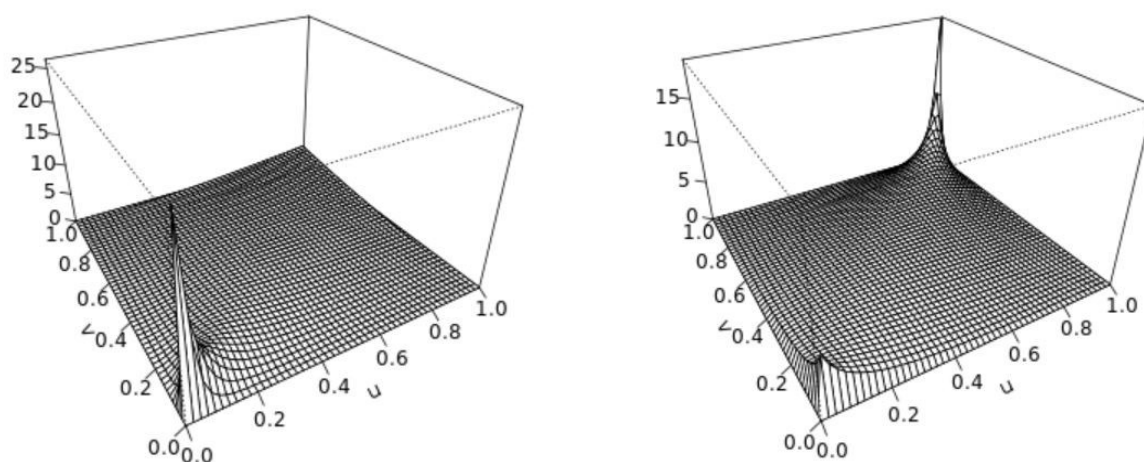


Slika 15: Primer Gaussove (levo) in Studentove (desno) kopule

Preglednica 7: Kopule iz eliptične družine

Kopula	Bivariatna kopula $C_{\theta}(u_1, u_2)$	Parameter ρ
Gaussian	$\Phi(\Phi^{-1}(u_1), \Phi^{-1}(u_2))$	$\rho = \sin\left(\frac{\tau\pi}{2}\right)$
Studentova t	$t_{v,R}(t_v^{-1}(u_1), t_v^{-1}(u_2))$	$\rho = \sin\left(\frac{\tau\pi}{2}\right)$

Med kopule Arhimedove družine sodijo kopule Gumbel, Clayton (slika 16, preglednica 8) in Frank. Kopule iz Arhimedove družine so uporabne v hidroloških analizah zaradi lažje izgradnje ter možnosti uporabe tako med pozitivno in negativno koreliranimi hidrološkimi spremenljivkami (Li in sod., 2013). Predvsem kopula Gumbel se je izkazala kot ustrezna pri modeliranju odvisnosti med konico pretoka ter volumnom odtoka (Poulin in sod., 2007; cit. po. Li et. al, 2013).



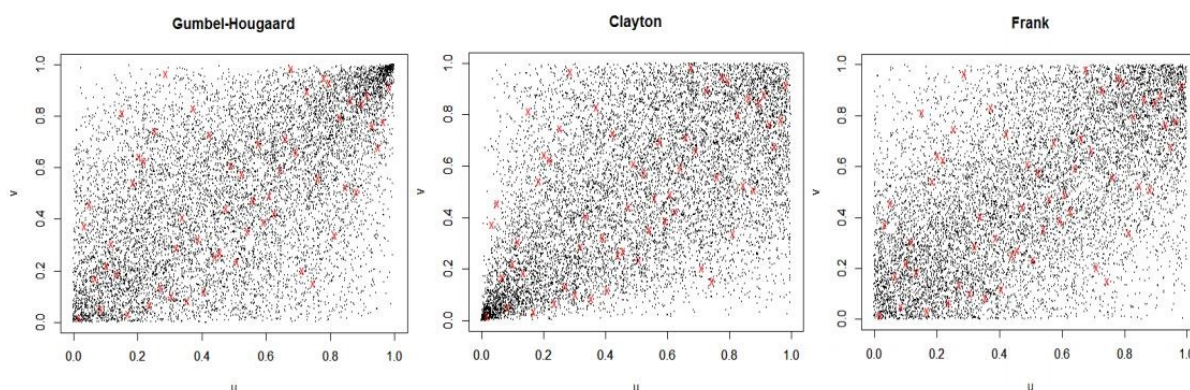
Slika 16: Primer Clayton (levo) in Gumbel (desno) kopule

Različni avtorji pogosto uporabljajo bivariate enačbe, analize in primere za lažje razumevanje funkcij kopule (Berg, 2008; Favre in sod., 2004; Li in sod., 2013; Šraj in sod., 2013). Preglednica 8 prikazuje nekatere značilnosti v literaturi pogosto omenjenih bivariatnih kopul iz Arhimedove družine.

Preglednica 8: Bivariatne kopule iz Arhimedove družine (Šraj in sod., 2013)

Kopula	Bivariatna kopula $C_{\theta}(u_1, u_2)$	Kendall τ	Parameter θ
Gumbel-Hougaard	$\exp[-((-\ln u)^{\theta} + (-\ln v)^{\theta})^{1/\theta}]$	$1 - \theta^{-1}$	$[1, \infty)$
Clayton	$(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1)^{-1/\theta}$	$\frac{\theta}{\theta + 2}$	$[-1, \infty) \setminus \{0\}$
Frank	$-\frac{1}{\theta} \ln(1 + \frac{(e^{\theta u} - 1)(e^{\theta v} - 1)}{e^{-\theta} - 1})$	$1 - \frac{4}{\theta} (1 - \frac{1}{\theta} \int_0^{\theta} \frac{t}{e^t - 1} dt)$	$(-\infty, \infty) \setminus \{0\}$

Kopula Gumbel je primerna le za pozitivne vrednosti Kendallovega koeficienta korelacije, kopuli Frank in Clayton pa tudi za negativne vrednosti, do katerih lahko pride pri obravnavanju konic pretokov in časa trajanja visokovodnih valov (Šraj in sod., 2013). Slika 17 prikazuje primer podatkov, generiranih z uporabo različnih tipov kopule.



Slika 17: Primer generiranih spremenljivk z uporabo različnih tipov bivariatnih kopul (Šraj in sod., 2013)

Pri kopulah iz eliptične družine, kopula Gaussian in kopula Student je opazna odvisnost na obeh koncih ekstremnih vrednosti spremenljivk, pri čemer kopula Student izkazuje rahlo večjo gostoto verjetnosti. Kopula Clayton predpostavlja močno stopnjo odvisnosti predvsem na spodnjem delu verjetnosti, medtem, ko je odvisnost na zgornjem delu razpona spremenljivk manjša. Kopula Gumbel izkazuje obraten pojav, kjer je opazna močnejša odvisnost v zgornjem razponu vrednosti spremenljivk. Slika 17 je seveda odvisna tudi od posameznih parametrov, vendar uspešno predstavi različne lastnosti posameznih tipov kopul.

5.5 Korelacija in koeficient korelacije

Iz podatkov v vhodni matriki se izračuna korelacijska matrika s koeficienti korelacije za vsak par postaj. Korelacijske matrike so po definiciji simetrične in tako velja $a_{i,j} = a_{j,i}$. Korelacija

opisuje medsebojno povezanost dveh ali več spremenljivk s koeficientom korelacije, ki je merilo za linearno povezanost dveh spremenljivk. Koeficient korelacije se giblje med -1 in 1. V primeru, da je vrednost koeficienta pozitivna, sta spremenljivki pozitivno povezani. Povečevanje vrednosti ene spremenljivke takrat pomeni tudi povečevanje vrednosti druge spremenljivke. Obratno se pri negativni povezanosti, kjer je koeficient korelacije negativen, s povečevanjem vrednosti ene spremenljivke zmanjšuje vrednost druge spremenljivke. Bližje vrednosti 1 oziroma -1 se nahaja koeficient korelacije, večja je stopnja linearne povezanosti med spremenljivkama. V primeru, da sta spremenljivki neodvisni je koeficient korelacije enak 0, kar pa ne velja v obratnem primeru, saj je koeficient korelacije mera linearne povezanosti in ne same odvisnosti dveh spremenljivk (Brilly in Šraj, 2005).

Za uporabo v funkciji kopula je bil uporabljen Kendall-ov koeficient korelacije τ . Kendallov test je brez-parametrski test, ki meri stopnjo povezanosti med dvema spremenljivkama. Predpostavimo dva vzorca spremenljivk a in b , oba velikosti n . Končno število parov je podano z enačbo $n(n - 1)/2$. Za izračun Kendallovega koeficienta korelacije se uporabi naslednja enačba (r-tutor, 2015):

$$\tau = \frac{n_c - n_d}{\frac{1}{2}n(n - 1)} \quad (21)$$

kjer je:

N_c ... število skladnih parov

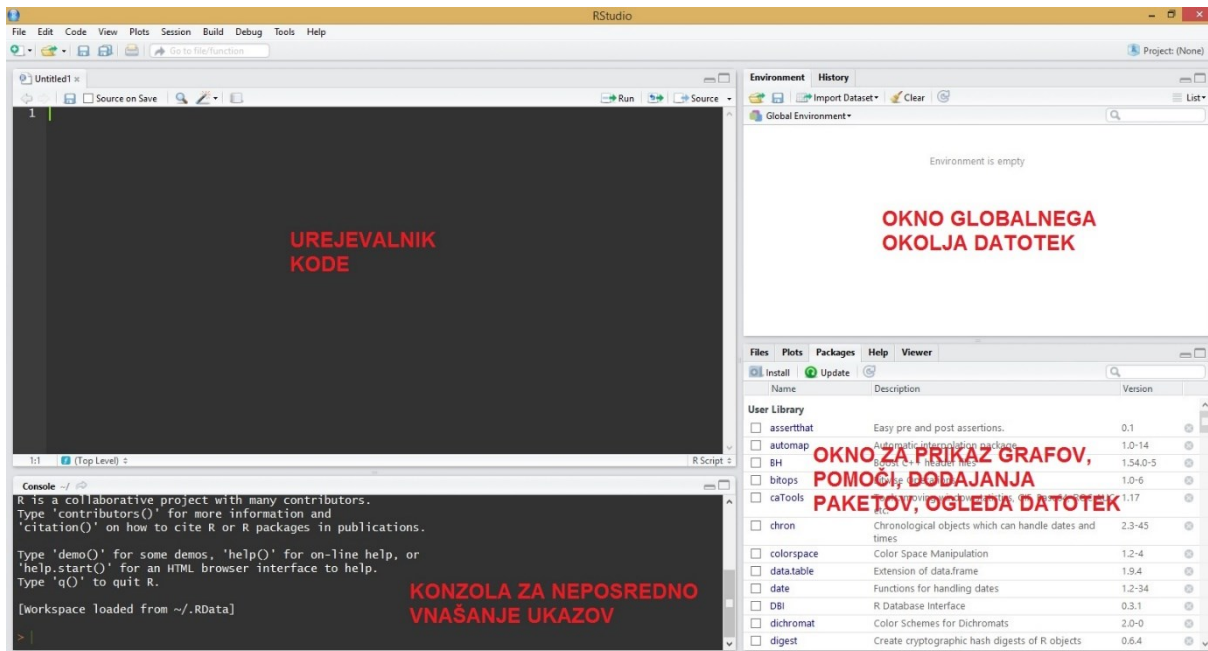
N_d ... število neskladnih parov

Par spremenljivk X, Y je skladen, če velja $X_i > X_j$ in $Y_i > Y_j$ ali $X_i < X_j$ in $Y_i < Y_j$. V primeru, da je $X_i > X_j$ in $Y_i < Y_j$ ali $X_i < X_j$ in $Y_i > Y_j$, pa pravimo, da je par neskladen (Minitab, 2015). Noether (2015) doda, da v primeru, ko je predznak $X_j - X_i$ enak predznaku $Y_j - Y_i$ sta para skladna, v primeru različnih predznakov pa sta para opazovanj neskladna. Rezultat omenjenega koraka je simetrična korelacijska matrika.

5.6 Programsko okolje R

R je prosto dostopni programski jezik in okolje za statistično računanje in grafiko (R, 2015), ki se je razvil iz programskega jezika S. Program omogoča uporabo številnih statističnih tehnik kot so linearno in nelinearno modeliranje, klasični statistični testi, analiza časovnih podatkov in podobno. Pomembni lastnosti programa R sta tudi sposobnost izdelave kvalitetnih grafičnih podatkov ter možnost razširitve uporabnosti programa preko številnih razširitvenih paketov, ustvarjenih s strani uporabnikov oziroma R skupnosti. Med uporabniki programskega jezika R

je priljubljen uporabniški vmesnik oziroma interaktivno razvojno okolje RStudio (RStudio, 2015) (slika 18), ki vsebuje konzolo za vnašanje ukazov, urejevalnik kode, okna za prikazovanje grafov, dodajanje paketov, ogled zgodovine, dostop do pomoči ter urejevalnik delovnega okolja oziroma datotek.



Slika 18: Interaktivno razvojno okolje RStudio

6 IZDELAVA KATALOGA POPLAVNIH DOGODKOV Z UPORABO FUNKCIJE KOPULA

6.1 Definicija problema

Glavni namen modula nevarnosti v modelih naravnih nesreč je generiranje zadostnega števila možnih poplavnih dogodkov, ki z zadostno mero ustreznosti predstavljajo hidrološke in hidravlične razmere na obravnavanem območju (Willis Limited, 2014). Potrebno je zagotoviti ustrezno podlago za ovrednotenje finančnih posledic poplavnega tveganja.

Razumevanje mehanizma naravnih nesreč, poplav v našem primeru, je tako izrednega pomena. Podatki o verjetnosti nastopa, intenzivnosti, geografski razširjenosti in trajanju poplav predstavljajo nujne informacije za uspešno vzpostavitev mehanizmov zaščite in zavarovanja pred negativnim naravnim vplivom. V primerjavi z ostalimi elementi modeliranja finančnih vplivov naravnih nesreč (modula izpostavljenosti in ranljivosti), predstavlja komponenta nevarnosti večji izziv, zaradi težavnosti in nepopolnega razumevanja naravnih procesov (Ghizzoni in sod., 2011).

Omenjeni pristop se razlikuje od trenutnega prevladujočega pristopa obravnavanja in spopadanja s poplavami s strani ustreznih tehničnih in državnih služb. Ta teži predvsem k razumevanju in identifikaciji lokalnih poplavnih učinkov na posameznih odsekih vodotokov, preko izračuna poplavnih ovojnic oziroma slojev različnih povratnih dob. Ta pristop je ustrezen pri analizi tveganja in ranljivosti v smislu urbanega planiranja in gradnje, neprimeren pa za analize tveganja v primeru večjega števila izpostavljenih elementov, ki so značilni za zavarovalniške portfelje. V slednjem primeru je potrebno čim boljše opisati multivariatne vidike fizičnih procesov in njihovo prostorsko odvisnost, kjer pa so klasične multivariatne analize omejene (Ghizzoni in sod., 2011).

6.2 Pristopi k modeliranju poplavnih izgub

V idealnem primeru se za hidrološke pogoje na terenu uporabi stohastične vremenske generatorje oziroma modele, ki posredujejo padavinske dogodke. Te so potem preko 1D, 2D ali pa celo 3D (odvisno od pogojev na terenu in namenu modela) hidravličnih modelov pretvorjene v površinski odtok in poplavne dogodke, ki so opredeljeni z globino vode na posameznih odsekih (Willis Limited, 2014).

Hidravlični modeli se med seboj razlikujejo v predpostavkah oziroma uporabljenih poenostavitvah. Enodimenzijski modeli so primerni za modeliranje toka v rečnih koritih, kjer voda ostaja v strugi in se poplava širi predvsem vzdolž struge, do prelivanja na poplavne stranice pa ne prihaja. Dvodimenzijski modeli pa so uporabni za območja, kjer poplavne vode prelivajo osnovno strugo in se širijo v različne smeri, preko poplavne ravnice (Mikoš, 2014).

Dvodimenzijski modeli omogočajo izračun gostejše mreže gladin, kar je pomembno pri poplavah, kjer se pojavijo razdelitve in združitve toka (brežine, nasipi). Druga prednost 2D modelov so tudi dodatne informacije o toku v času poplav, kot sta velikost in smer vektorjev hitrosti. Trodimenzijski modeli se uporabljajo, ko je poleg hitrosti v smeri toka in horizontalni smeri, nezanemarljiva tudi vertikalna oziroma globinska hitrost (Banovec, 2003). Kot že rečeno, je vplive na škodo s strani hitrosti toka vseeno težje opredeliti, tako da glavni faktor povzročanja poplavne škode predstavlja globina poplavne vode (Wind, 1999, cit. po Willis Limited, 2014).

Izdelava takega kataloga podatkov je tako časovno kot stroškovno zahtevna. Čas računalniških simulacij dvodimenzijskih modelov se nelinearno večja s povečevanjem natančnosti oziroma zmanjševanjem velikosti enote (celice) računa (Willis Limited, 2014).

Kot alternativa se je predvsem v zavarovalniški industriji in z njo povezanimi podjetji simuliranja naravnih pojavov v preteklih letih uveljavil statistični pristop izdelave zbirke poplavnih dogodkov. Proces temelji na stohastičnem katalogu dogodkov, ki se lahko izdelava z uporabo funkcije kopula v programskem okolju R.

6.3 Vhodni podatki za izdelavo kataloga poplavnih dogodkov

Vhodni podatki za izdelavo kataloga možnih poplavnih dogodkov so bili pridobljeni preko spletne strani Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO, 2015). Podatki o pretoku prikazujejo stanje, ki je bilo na voljo v času prenosa s spletne strani, t.j. novembra 2015.

Za vsako postajo smo pridobili naslednje podatke:

- ime merjenega vodotoka,
- ime postaje,
- šifra postaje,
- geografske koordinate postaje,
- dnevni povprečni pretok,
- letna konica pretoka,
- opombe.

Spletna stran (ARSO, 2015) ponuja arhivske podatke o dnevni merjenih hidroloških vrednostih 596-ih merilnih postaj. Od tega jih je 499 imelo podatke o povprečnem dnevnem pretoku. 13 od teh postaj nismo uporabili, in sicer tiste, za katere je bilo v opombah navedeno, da veliki pretoki za nazaj niso usklajeni, da so bile uporabljene različne pretočne krivulje, ki sedaj kažejo odstopanja pri pretokih ali pa se merilne postaje nahajajo pri hidroelektrarnah, ki

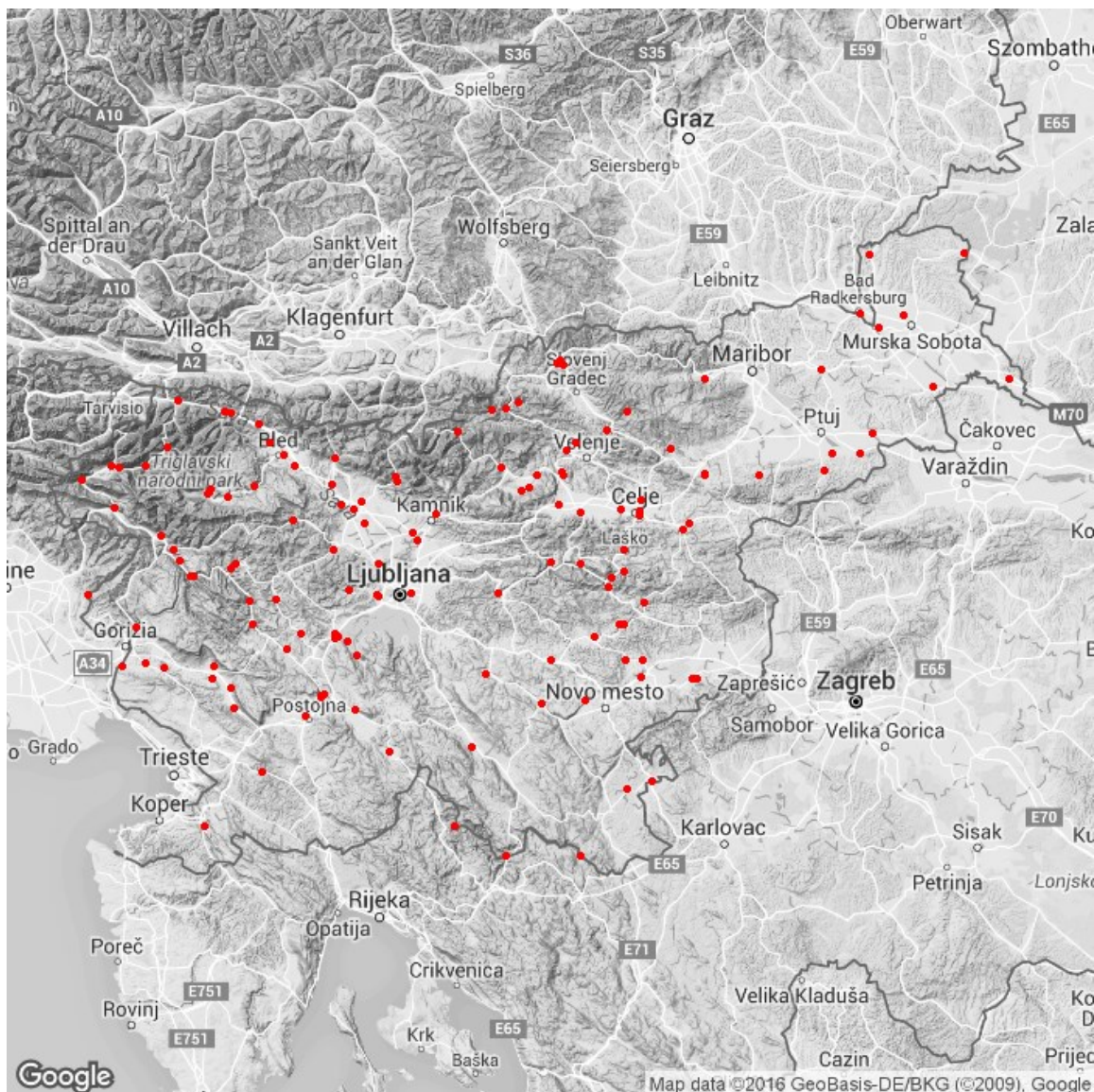
posledično vplivajo na stanje pretoka in niso primerne za uporabo v tej diplomski nalogi.

Ker so v zgodovinskem arhivu podatkov vse postaje, ki so bile kadar koli postavljene, je bilo najprej potrebno združiti postaje, ki so meritve opravljale na istih odsekih. V veliki večini primerov so skupine teh postaj razvidne že iz samega imena, saj so po navadi ohranile ime, dodano pa je bilo naraščajoče rimsko število. Prav tako so združevanje postaj narekovali podatki o obdobju meritev in lokacije vzdolž vodotokov. Združeni podatki postaj so vedno ohranili najnovejše ime, v primeru prekrivanja podatkov pa smo izbrali večje vrednosti pretokov. Po opravljenem koraku združevanja je tako ostalo 428 vodomernih postaj.

6.3.1 Pregled kvalitete podatkov

Nizi merjenih podatkov se med vodomernimi postajami razlikujejo, prav tako pa se pojavljajo tudi manjkajoče vrednosti. Pri izdelavi diplomske naloge so bile tako uporabljene le postaje, ki vsebujejo manj kot 10 % manjkajočih podatkov. Ta vrednost je bila določena arbitrarno, kot ravnovesje med čim boljšo predstavo o hidroloških razmerah merjenega mesta oziroma vodotoka ter uporabo čim večjega števila postaj v nalogi. Poleg kriterija deleža merjenih podatkov smo pri izbiri postaj uporabili tudi kriterij same dolžine nizov podatkov. U.S. Department of Transportation (2002) priporoča vsaj 10 let merjenih podatkov, medtem ko je Maleki-Nezhad (2007) uporabil pogoj za uporabo 15-letni niz. Pri izdelavi diplomske naloge smo uporabili slednji pogoj.

Slika 19 prikazuje 139 končnih izbranih vodomernih postaj, ki predstavljajo vhodne podatke za izdelavo stohastičnega kataloga poplavnih dogodkov. V prilogi A so prikazani podatki o izbranih postajah.



Slika 19: Izbrane vodomerne postaje za izdelavo stohastičnega kataloga poplavnih dogodkov

6.3.2 Priprava vhodnih podatkov

Za uporabo funkcije kopula v programu R je potrebno pripraviti korelacijsko matriko, ki je izračunana na podlagi matrike podatkov dimenzij $m \times n$, kjer m predstavlja število vrstic, n pa število stolpcev.

Pred pripravo matrike smo dnevne pretoke izbranih postaj pretvorili v tedenske vrednosti. Za vsak teden smo obdržali le maksimalno vrednost pretoka. Odločitev za ta korak je bila sprejeta na osnovi tehničnega kot zavarovalnega vidika. Z uporabo dnevnih vrednosti bi bila velikost matrike precejšnja, kar bi obremenilo vse nadaljnje računske postopke in omejilo praktičnost. Drug vidik pa je, da nas med poplavo zanimajo maksimalne vrednosti pretokov v nekem

obdobju, saj nas za izdelavo škodnih poplavnih modelov ne zanimajo dnevne vrednosti.

Iz zavarovalnega vidika je ta odločitev utemeljena na osnovi tipične zavarovalne pogodbe in definicije poplavnega dogodka (Izsek iz pozavarovalne pogodbe, glej prilogo B). V praksi se dandanes v Evropi uporablja časovna klavzula 504 ur oziroma 21 dni. Nosilec tveganja, torej zavarovalnica, je tako dolžna izplačati vse poplavne škode, ki izvirajo iz obdobja 21-ih dni od začetka poplavnega dogodka. Za primere, ko poplave trajajo več kot 21 dni, so na voljo tudi mehanizmi, ki omogočajo, da zavarovanec sam izbere začetek in konec obdobja 21-ih dni za uveljavljanje škode (Izsek iz pozavarovalne pogodbe, glej prilogo B).

Tedenski intervali predstavljajo ugodno ravnovesje med količino podatkov in natančnostjo modeliranja poplavljanja, zato so bili uporabljeni v nadaljevanju naloge.

6.4 Izbira poplavnih dogodkov

Iz zbirke 139 tedenskih maksimalnih pretokov posameznih postaj je bilo nato potrebno izbrati množico poplavnih dogodkov, na osnovi katerih smo s pomočjo funkcije kopula izdelali zbirko generiranih poplavnih dogodkov. Gre torej za izbiro ustreznega pod-vzorca iz vzorca tedenskih tokov izbranih postaj.

Za definicijo poplavnega dogodka smo uporabili prisotnost pretoka s povratno dobo $T = 5$ let na vsaj eni izmed 139-ih vodomernih postaj. Poplava je tako karakterizirana kot vektor velikosti 139 elementov oziroma postaj, kjer vsaj ena zadošča omenjenemu pogoju.

6.4.1 Verjetnostna analiza letnih konic pretoka

Za vsako izmed izbranih postaj smo izdelali analizo konic letnega pretoka za oceno povratne dobe posameznih tedenskih pretokov, in izbrali tiste, ki ustrezajo pogoju $T = 5$ let. Z uporabo metode L-momentov oziroma paketa »lmom« v programskem okolju R, smo ocenili parametre posameznih porazdelitev iz preglednice 9.

Preglednica 9: Uporabljene verjetnostne porazdelitve

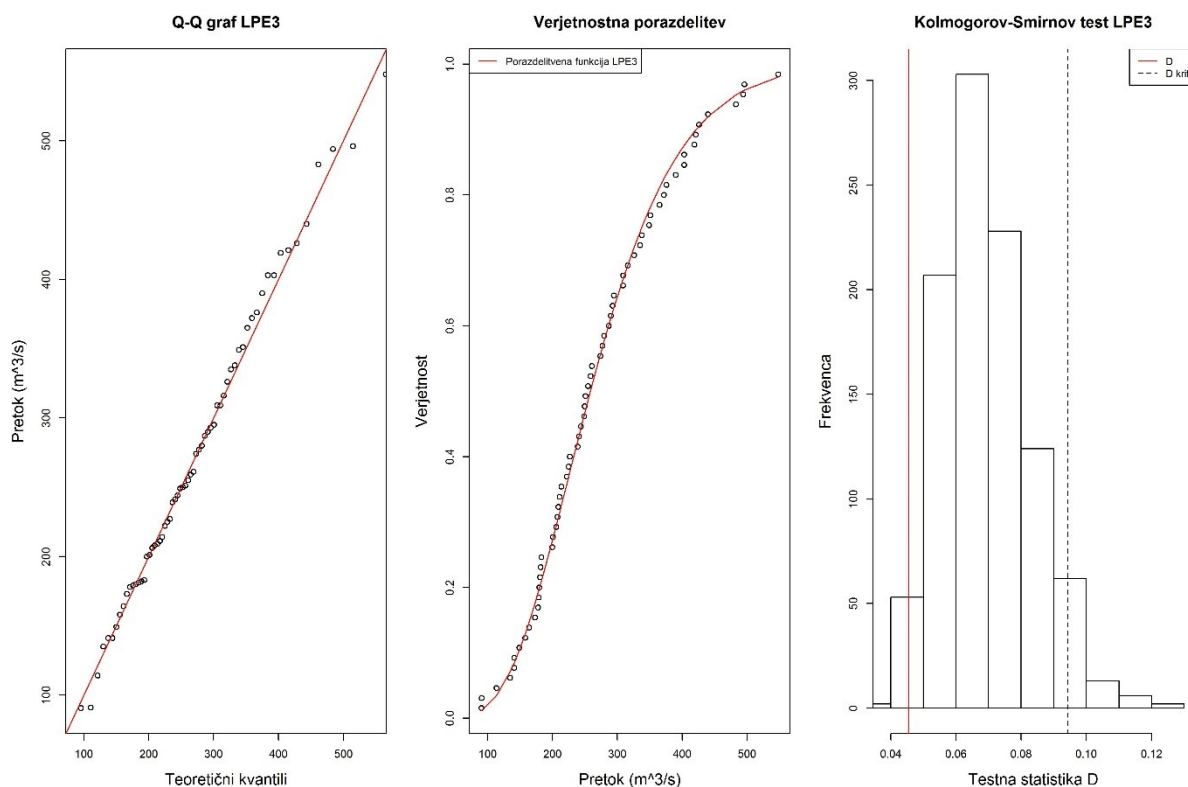
Ime	Število parametrov	Kratice
Gama porazdelitev	2	GAM
Generalizirana porazdelitev ekstremnih vrednosti	3	GEV
Generalizirana logistična porazdelitev	3	GLO
Generalizirana Pareto porazdelitev	3	GPA
Gumbelova porazdelitev	3	GUM
Logaritemska normalna porazdelitev	3	LN3
Logaritemska Pearson III porazdelitev	3	LPE3
Pearson III porazdelitev	3	PE3
Weibullowa porazdelitev	3	WEI

Za vsako obravnavano postajo smo testirali ustreznost porazdelitve. Izbira najbolj primerne porazdelitve je temeljila na osnovi rezultatov testa Kolmogorov-Smirnov, testa RMSE, Q-Q grafa ter grafa logaritmirane porazdelitve. Primer rezultatov testov Kolmogorov-Smirnov in RMSE za postajo Soteska (3220) je prikazan v preglednici 10, rezultati za vse postaje so prikazani v prilogi C.

Preglednica 10: Primer rezultatov testov Kolmogorov-Smirnov in RMSE za vodomerno postajo Soteska (3220)

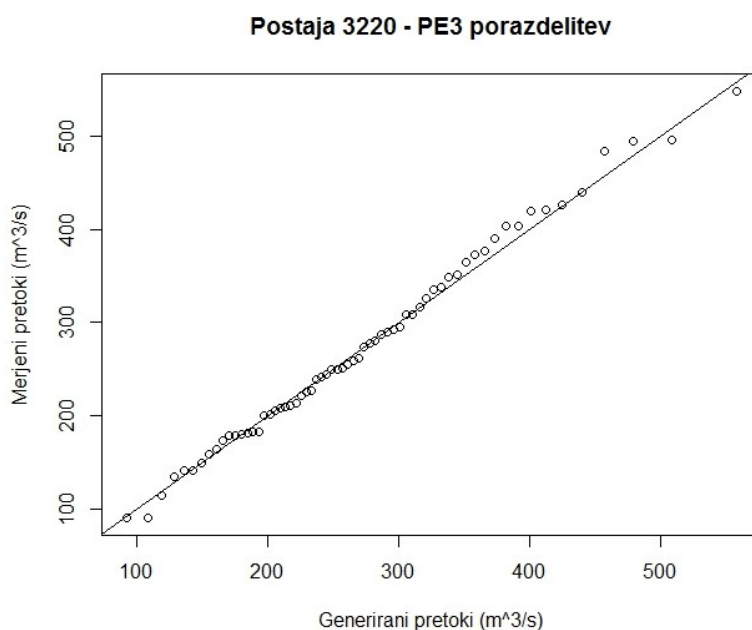
Porazdelitev	KS test: p vrednost	KS test: D vrednost	KS test: D kritično	RMSE vrednost
GAM	0,9830	0,0490	0,1091	8,2848
GEV	0,9620	0,0500	0,0953	8,6258
GLO	0,6980	0,0640	0,0980	13,0898
GPA	0,0870	0,0889	0,0930	24,3731
GUM	0,9430	0,0539	0,1155	10,9370
LN3	0,2330	0,0830	0,0996	23,0830
LPE3	0,9830	0,0455	0,0943	7,9896
PE3	0,9750	0,0491	0,0954	8,2809
WEI	0,9620	0,0505	0,0945	8,2034

Za vsako postajo so bile kot primerne po kriteriju testa Kolmogorov-Smirnov predlagane porazdelitve, ki jih ni bilo mogoče zavrniti pri stopnji zaupanja $\alpha = 0,05$. Mejna vrednost statistike D je bila izračunana z uporabo 1000 simulacij vzorcev za posamezno porazdelitev. Slika 20 prikazuje primer rezultatov testiranja ustreznosti porazdelitve za postajo Soteska (3220). Na podlagi Q-Q grafov so bile izbrane do 3 najbolj primerne porazdelitve po subjektivni metodi, po RMSE kriteriju je bila predlagana porazdelitev z najmanjšo RMSE vrednostjo. Graf ekstremnih vrednosti pa je služil kot dodatni vizualni kriterij za izbiro najboljše med porazdelitvami, ki so bile predlagane po prejšnjih kriterijih. V primeru, da na podlagi rezultatov testa Kolmogorov-Smirnov ni bilo možno sprejeti nobene porazdelitve, je bila le-ta izbrana na podlagi ostalih kriterijev. Pri analizi letnih konic pretoka so bile take postaje: Podlehnik I (2719), Žiri II (4215) in Prečna (7340).

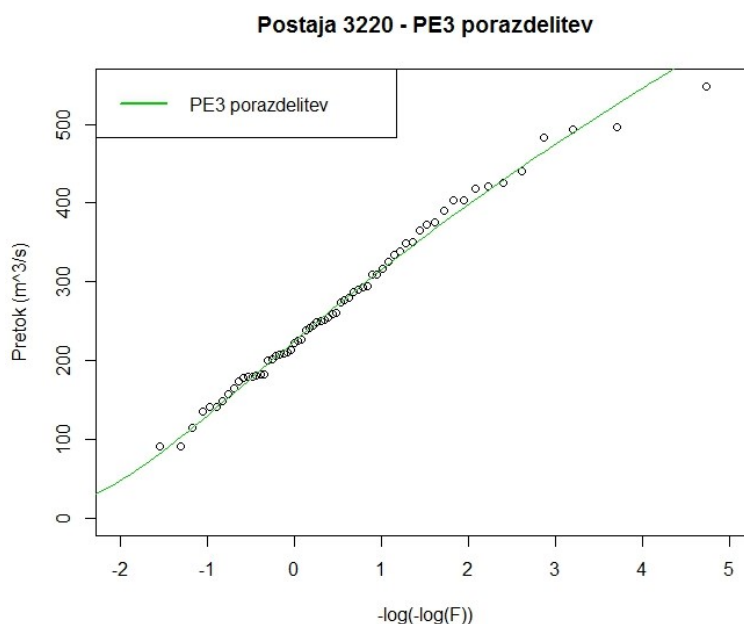


Slika 20: Primer grafov za izbiro ustrezne porazdelitvene funkcije za vodomerno postajo Soteska (3220)

Izbrane porazdelitve letnih konic pretoka so podane v prilogi D. Slika 21 prikazuje primer grafa Q-Q, slika 22 pa primer grafa ekstremnih vrednosti za postajo Soteska (3220).



Slika 21: Primer Q-Q grafa za postajo Soteska (3220) in PE3 porazdelitev



Slika 22: Primer grafa logaritmirane porazdelitvene funkcije za postajo Soteska (3220) in PE3 porazdelitev

6.5 Priprava podatkov za uporabo s funkcijo kopula

Iz začetne matrike vseh tedenskih maksimalnih povprečnih dnevnih pretokov velikosti 139×6307 smo nato lahko izbrali podmnožico dogodkov, kjer je vsaj ena postaja izkazovala pretok s povratno dobo $T = 5$ ali več. Ta matrika zajema 363 tedenskih vrednosti in je velikosti 139×363 .

6.5.1 Verjetnostna analiza izbranih tedenskih pretokov

Pred uporabo funkcije kopula je potrebno obravnavane podatke transformirati preko ustrezne zbirne funkcije verjetnosti oziroma izbrati primerno robno porazdelitev za izbrane tedenske podatke vsake postaje. Postopek je enak tistemu, ki smo ga uporabili za izbiro ustrezne porazdelitvene funkcije letnih konic pretoka, le da tokrat analiziramo izbrane tedenske podatke.

Izbira primerne porazdelitve je potekala na enak način kot pri letnih konicah pretoka. Izbrane porazdelitve smo testirali s testom Kolmogorov-Smirnov, testom RMSE, Q-Q grafom ter grafom ekstremnih vrednosti. Za Kolmogorov-Smirnov test je bila uporabljena testna statistika D pri stopnji zaupanja $\alpha = 0,05$ na podlagi 1000-ih generiranih vzorcev. V primeru, da nobena izmed testiranih porazdelitev ni zadostila temu pogoju ali pa mu je zadostilo malo porazdelitev, smo najbolj primerno porazdelitev izbirali na podlagi ostalih kriterijev, predvsem grafa ekstremnih vrednosti.

Pri izbrani stopnji zaupanja ni bilo možno sprejeti nobene porazdelitve pri naslednjih postajah: Pristava I (1140), Makole (2640), Podlehnik I (2719), Gočova (2880), Hasberg (5880), Malni

(5910), Klevevž (7370), Škocjan (7380) in Kubed II (9210). Podatki o izbranih porazdelitvah na osnovi omenjenih testov ter končnih izbranih porazdelitvah so zbrani v prilogi E.

Kot omenjeno, je funkcija kopula funkcija, ki povezuje multivariatno porazdelitev z njenimi enodimenzijskimi robnimi porazdelitvami. Kopula n -dimenzij je torej skupna porazdelitvena funkcija vseh n vektorjev slučajnih spremenljivk s standardnimi, uniformnimi robnimi porazdelitvami (Ghizzoni, 2012).

$$C: [0,1]^n \rightarrow [0,1] \quad (22)$$

Posamezne podatke postaj, torej spremenljivke v vhodni matriki izbranih tedenskih dogodkov smo tako najprej pretvorili v brezdimenzijske vrednosti na intervalu $U(0,1)$ z uporabo izbranih robnih porazdelitev. Pretvorba je možna zaradi lastnosti kopule, ki ob vsaki strogo naraščajoči transformaciji robnih porazdelitev ostane invariantna (Demarta in McNeil, 2004).

6.6 Uporaba funkcije kopula v programu R

6.6.1 Izbira ustrezne funkcije kopule

Za izdelavo kataloga poplavnih dogodkov je bila izbrana Studentova t kopula. K izbiri je največ pripomoglo dejstvo, da je Studentova t kopula sposobna dobro zajeti odvisnosti v zgornjem repu robnih porazdelitev oziroma ekstremnih vrednosti (Ghizzoni in sod., 2010; Ghizzoni in sod., 2011). Med kopulami iz Arhimedove družine, bi bila ustrezna tudi kopula Gumbel, ki prav tako izkazuje dobro sposobnost zajema odvisnosti v zgornjem repu porazdelitve (Li in sod., 2013), a je zaradi svoje asimetričnosti omejena, saj je odvisnost zajeta preko enega samega parametra. Nasprotno Studentova t kopula zaradi svoje simetričnosti omogoča prisotnost različnih parametrov za modeliranje odvisnosti med spremenljivkami (Bezak in sod., 2014a). Z enakim ciljem razvoja poplavnih dogodkov so uporabo t kopule raziskovali tudi Ghizzoni in sodelavci (2011) in pokazali primernost le-te kot tehnike simuliranja multivariatnih spremenljivk. V diplomski nalogi pa smo za primerjavo rezultatov uporabili hkrati tudi kopulo Gumbel.

6.6.2 Izbira ustreznih parametrov Studentove t kopule in priprava modela

V primeru izgradnje kopule velikih dimenzij je ocenjevanje parametrov in posledično tudi izbira najboljšega prileganja otežena (Ghizzoni in sod., 2011). Med najbolj pogostimi metodami ocene parametrov v literaturi se pojavlja metoda največjega verjetja, metoda največjega pseudo verjetja, metoda momentov ter metodi inverza Pearsonovega in Kendallovega parametra korelacije. V višjih dimenzijah kopul postane metoda največjega verjetja numerično zahtevna in nestabilna ter težje izvedljiva (Dematra in McNeil, 2004). Nekatero parametre se lahko oceni, ostale pa lahko testiramo z različnimi vrednostmi in se na podlagi rezultatov

odločimo za najbolj primerne. Za kopule iz Arhimedove družine se pogosto uporablja inverzna metoda Kendallovega koeficienta korelacije (preglednica 8)

Studentova t kopula je parametrizirana z dvema parametroma, koeficientom korelacije ρ in prostostnimi stopnjami ν . Koeficient korelacije ρ smo ocenili z uporabo Kendallovega koeficienta korelacije τ oziroma metode momentov, kjer se koeficient vzorca izenači s koeficientom populacije, preko razmerja:

$$\rho = \sin\left(\frac{\tau\pi}{2}\right) \quad (23)$$

Parameter ν vpliva na stopnjo odvisnosti na repih porazdelitve. Višji kot je parameter, manjša je stopnja odvisnosti v ekstremih delih porazdelitev in kopula postaja vse bolj podobna Gaussovi kopuli (Ghizzoni in sod., 2010). V programu R smo ν zaradi dimenzij kopule lahko ocenili le z inverzno metodo Kendallovega koeficienta korelacije. Metoda je ν ocenila na 0,483 prostostne stopnje, kar izkazuje močno odvisnost v ekstremih porazdelitev. Privzeta vrednost prostostnih stopenj v paketu »copula« programa R je $\nu = 4$. Prostostne stopnje okoli te privzete stopnje lahko opazimo v literaturi predvsem v modeliranju finančnih tveganj, ko je zaželena določena stopnja odvisnosti v zgornjih repih porazdelitev. Pri hidroloških analizah so Ghizzoni in sodelavci (2011) izračunali 9,43 prostostnih stopenj na podlagi največjega verjetja. V nalogi smo zato uporabili tudi Studentovi t kopuli s 4-imi in 10-imi prostostnimi stopnjami. Parameter Gumbel kopule θ je bil z uporabo inverzne metode ocenjen na $\theta = 1,7$.

Ker vodomerne postaje vsebujejo podatke iz različnih časovnih obdobj, je pred nadaljnjo uporabo potrebno opraviti nekaj transformacij, ki so posledica pomembnih predpostavk in lahko v veliki meri vplivajo na rezultate.

Najprej smo določili koeficient τ vsem parom podatkov, za katere korelacijski koeficient ni na voljo (merjeni podatki se časovno ne prekrivajo). V tem primeri smo na podlagi vseh možnih parov postaj definirali razmerje med medsebojnimi koeficienti korelacije τ ter medsebojnimi razdaljami (slika 23). Pridobljeno ne-linearno regresijsko enačbo smo nato uporabili pri izračunu vseh manjkajočih bivariatnih koeficientov korelacije.

Enako metodo smo uporabili tudi za pare podatkov, za katere velja $\tau = 1$ ali $\tau = -1$. S to predpostavko se vpliva na tiste pare podatkov, za katere je koeficient korelacije pokazal visoko (najvišjo) stopnjo korelacije. Predpostavlja se, da je koeficient tako neustrezen, saj je bil pridobljen na osnovi nezadostnega števila prekrivajočih se podatkov, ki ne izkazujejo zadostnih možnih pogojev v naravi.

Za tem je bila vhodna matrika pripravljena, da se uporabi metoda koeficientov in se τ pretvori

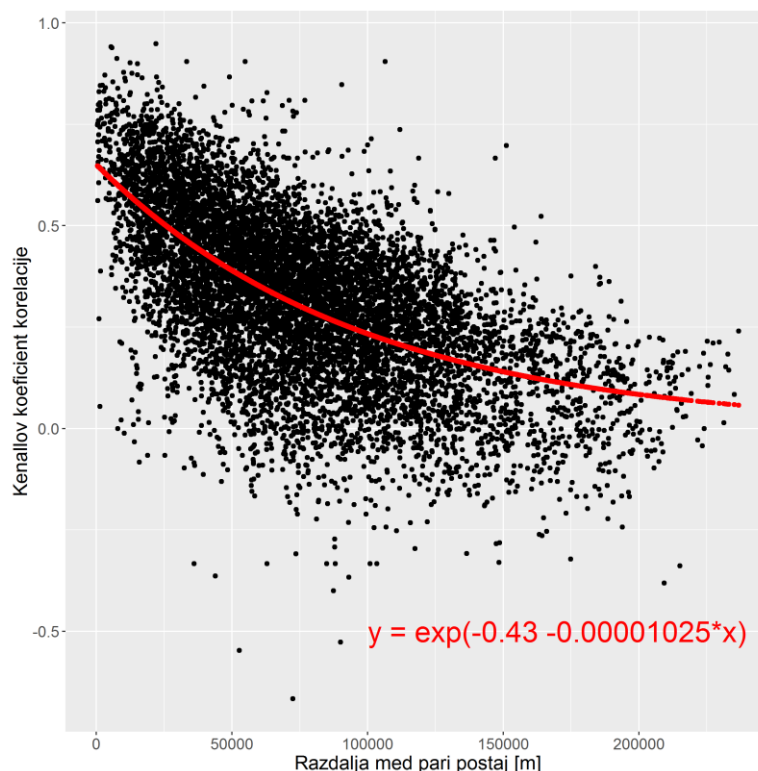
v ρ (enačba 23).

Ker se s prejšnjim korakom spremenijo tudi diagonalne vrednosti, ki imajo vrednost $\tau = 1$, jim je potrebno nazaj določiti to vrednost. Diagonalne vrednosti v korelacijski matriki predstavljajo korelacijski koeficient za pare postaj x, y , kjer velja $x = y$.

Nazadnje je potrebno korelacijski matriki P zagotoviti pozitivno definitnost. Matrika je pozitivno definitna, če za vsak $x \neq 0$ velja $x^T A x > 0$ (Plestenjak, 2004). Ukaz za izračun najbližje pozitivne definitne matrike v programu R je ukaz »nearPD« iz paketa »Matrix«, kjer so zahtevani naslednji argumenti:

```
Matrix::nearPD(x, corr = TRUE, maxit = n),
```

kjer je x korelacijska matrika, logični argument »corr« določa ali naj bo zahtevana matrika korelacijska (možne vrednosti »TRUE« in »FALSE«, »maxit« pa določa maksimalno število ponovitev v postopku izračuna.



Slika 23: Razsevni graf koeficienta korelacije ter razdaj med bivariatnimi pari postaj

Vektor velikosti $n(n - 1)/2$ nedagonalnih elementov oziroma spodnje trikotnih ali zgornje trikotnih elementov pozitivno definitne korelacijske matrike v naslednjem koraku predstavlja vhodne podatke za izgradnjo kopule. Ker je korelacijska matrika simetrična po svoji definiciji, sta vektorja enaka. Za vzpostavitev Studentove t kopule v programu R uporabimo naslednji

ukaz:

```
copula::tCopula(param, dim = d, dispstr = "un", df = n),
```

kjer je »*param*« vektor korelacijskih koeficientov, »*dim*« je dimenzija kopule, »*dispstr*« je tip simetrične pozitivno definitne matrike (»*un*« označuje nestrukturiran tip) in »*df*«, kjer določimo prostostno stopnjo.

Za vzpostavitev kopule Gumbel pa:

```
copula::gumbelCopula(param, dim = d),
```

kjer »*param*« predstavlja parameter θ , »*dim*« pa dimenzijo kopule.

V zadnjem koraku uporabe funkcije kopula v programu R sledi še generiranje stohastičnih dogodkov. Ker so bili vhodni podatki podani kot tedenske vrednosti je tudi rezultat podan kot zbirka tedenskih dogodkov, ki jih generira sama kopula.

```
Copula::rCopula(n, copula)
```

Kjer »*n*« pomeni število generiranih opazovanj, »*copula*« pa posamezno funkcijo kopule, definirane v prejšnjem koraku. V sklopu diplomske naloge je bilo generiranih 10000 dogodkov oziroma tedenskih maksimalnih srednjih dnevnih pretokov.

7 ANALIZA REZULTATOV

Rezultat uporabe kopule za generiranje dogodkov predstavlja vzorec 10000-ih multivariatnih dogodkov, ki so bili generirani na podlagi obstoječe korelacijske strukture. Preizkušenih je bilo več kopul s spreminjanjem podatkov za izgradnjo korelacijske matrike ter parametra prostostnih stopenj.

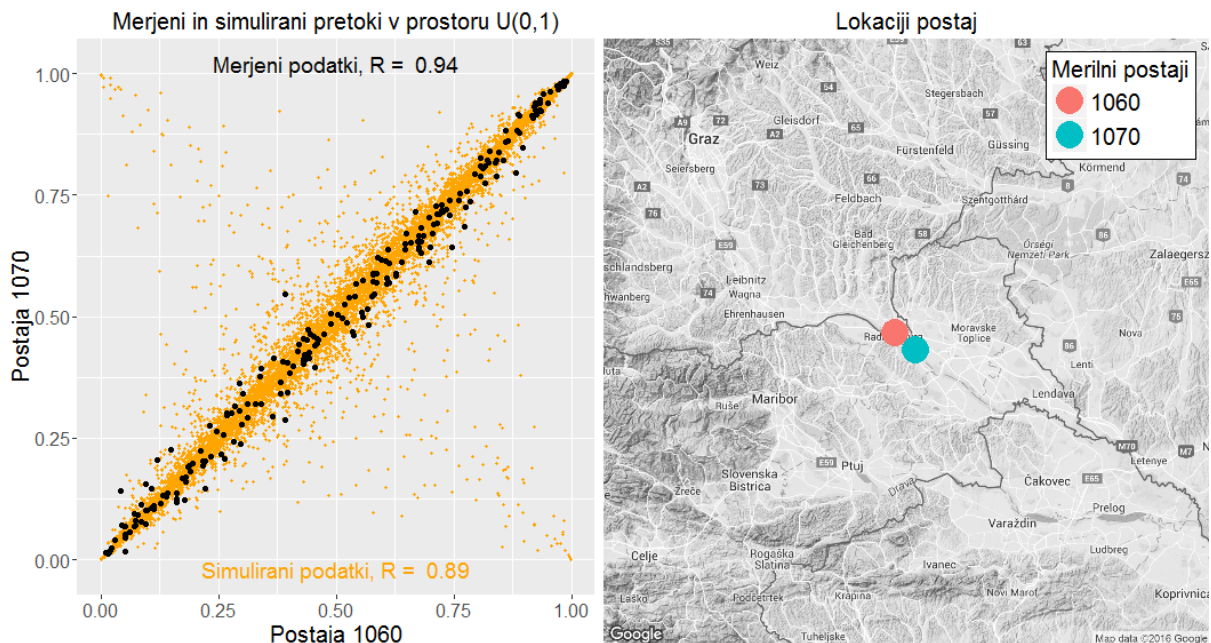
Analiza rezultatov se bo osredotočala na uspešnost generirane zbirke dogodkov v smislu sposobnosti simuliranja dogodkov, s podobnimi lastnostmi kot so jih imeli merjeni zgodovinski dogodki. Poudarek bo predvsem na grafičnih metodah primerjanja rezultatov. Glavna elementa preverjanja bosta primerjava bivariatnih merjenih in simuliranih pretokov v realnem prostoru in enotnem intervalu ter sposobnost geografske razširjenosti posameznih poplavnih dogodkov.

7.1 Bivariatna primerjava postaj v enotnem prostoru $U(0,1)$

7.1.1 Postaji Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070) s koeficientom korelacije $R = 0,94$

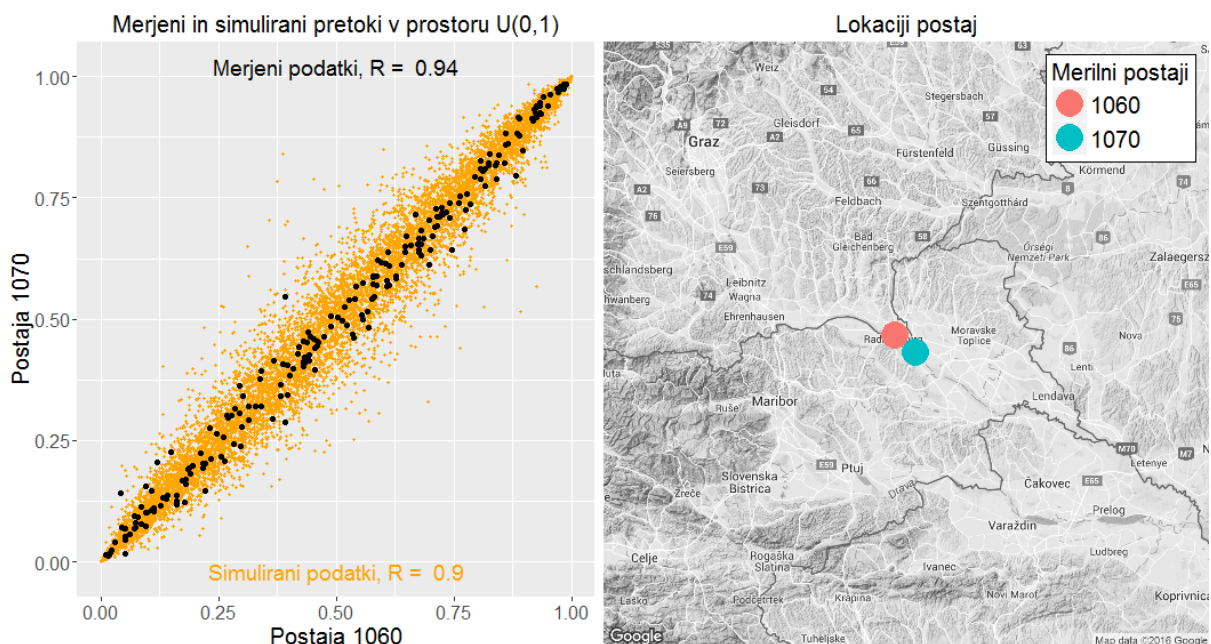
Primerjava rezultatov simuliranih in merjenih dogodkov je bila narejena preko parov postaj, ki izkazujejo različne stopnje korelacije. V nadaljevanju je predstavljenih nekaj izmed teh parov, za vsako vrsto uporabljene kopule.

Slika 24 prikazuje merjene in simulirane pretoke postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070) na reki Muri, ki sta med seboj oddaljeni okoli 8 kilometrov. Pretoki so izraženi v enotskem prostoru $U(0,1)$, pretvorba je bila opravljena preko robnih porazdelitev poplavnih dogodkov posameznih postaj. Bližina postaj se odraža preko visoke stopnje pozitivne korelacije ($R = 0,94$). Studentova t kopula z 0,483 prostostnimi stopnjami simulira vzorec poplavnih dogodkov s podobno stopnjo korelacije ($R = 0,89$). Visoka stopnja odvisnosti je z uporabo kopule zastopana v obeh ekstremnih delih skupne porazdelitve postaj, levega spodnjega in desnega zgornjega, kjer je gostota simuliranih dogodkov visoka, kar je značilno za Studentovo t kopulo. Razvidno je, da se nizka prostostna stopnja Studentove t kopule odraža tudi v simuliranju dogodkov v levem zgornjem in desnem spodnjem kotu porazdelitev oziroma v dogodkih, kjer ena izmed postaj izkazuje visoke pretoke, druga pa ne.



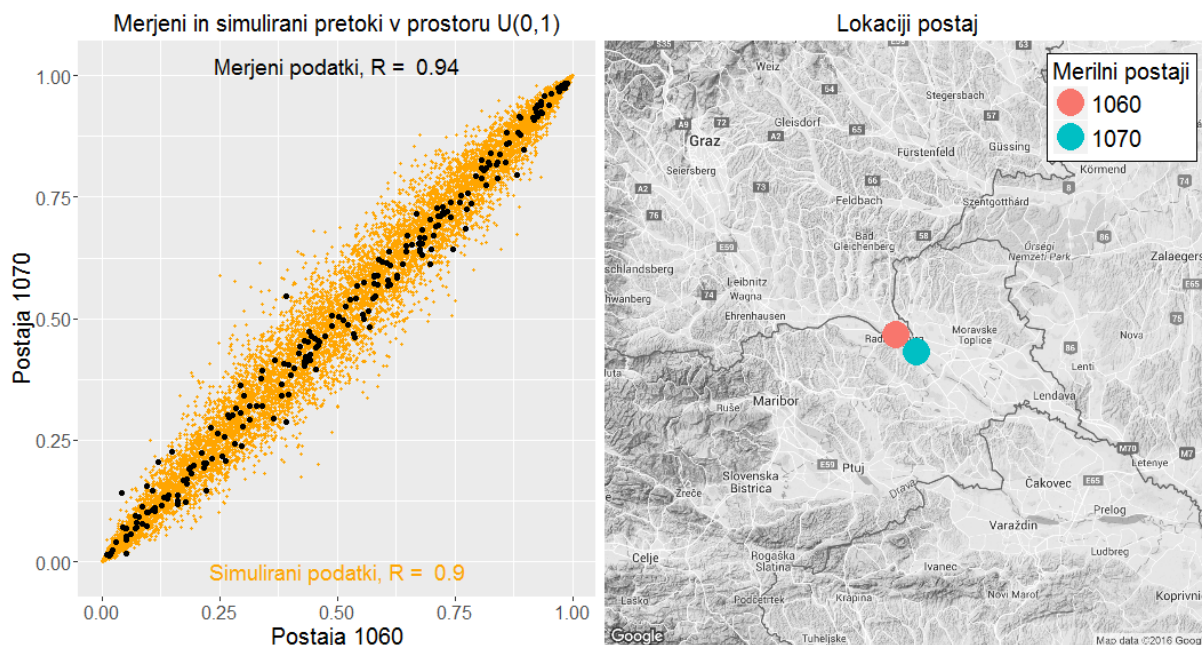
Slika 24: Primerjava postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070), Studentova t kopula, $\nu = 0,483$

Slika 25 prikazuje isti postaji, le da je bila v spodnjem primeru uporabljena kopula s štirimi prostostnimi stopnjami. Simuliran koeficient korelacije je v tem primeru bližje merjenemu. V primerjavi s sliko 24 je razviden upad simuliranih dogodkov, kjer le ena postaja izkazuje visoke pretoke.



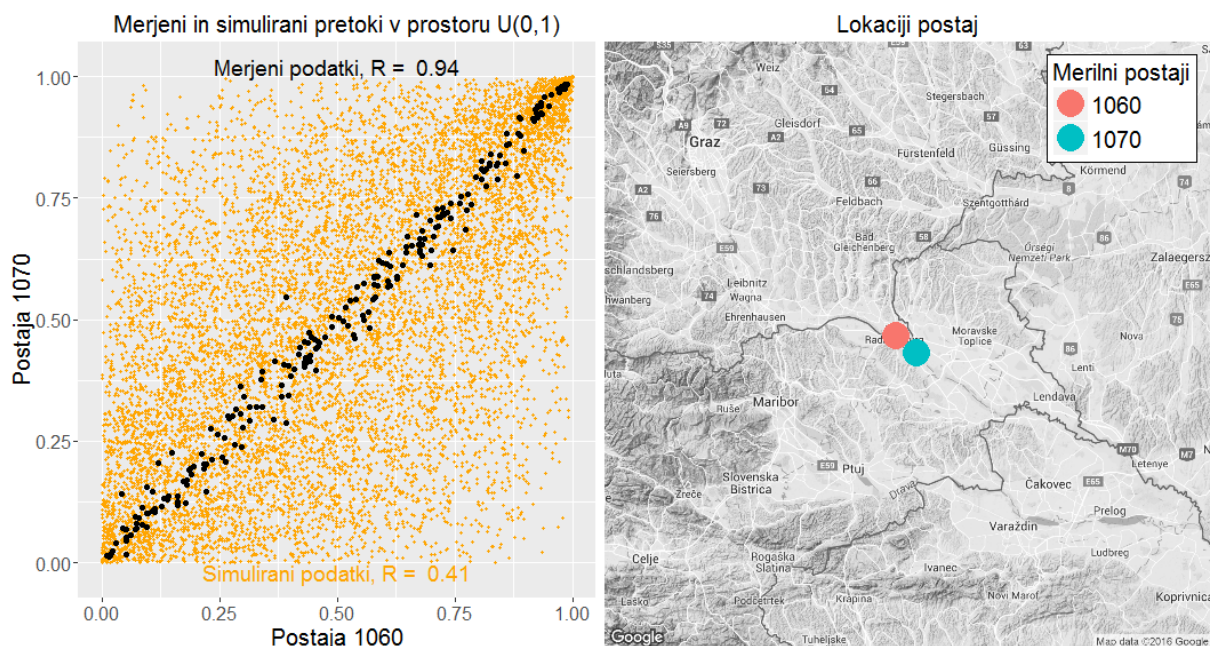
Slika 25: Primerjava postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070), Studentova t kopula, $\nu = 4$

Studentova kopula z desetimi prostostnimi stopnjami (slika 26) prikazuje podobno situacijo kot kopula s štirimi prostostnimi stopnjami. Simuliran koeficient korelacije je enak, $R = 0,9$, simulirane verjetnosti pretokov pa podobne.



Slika 26: Primerjava postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070), Studentova t kopula,
 $\nu = 10$

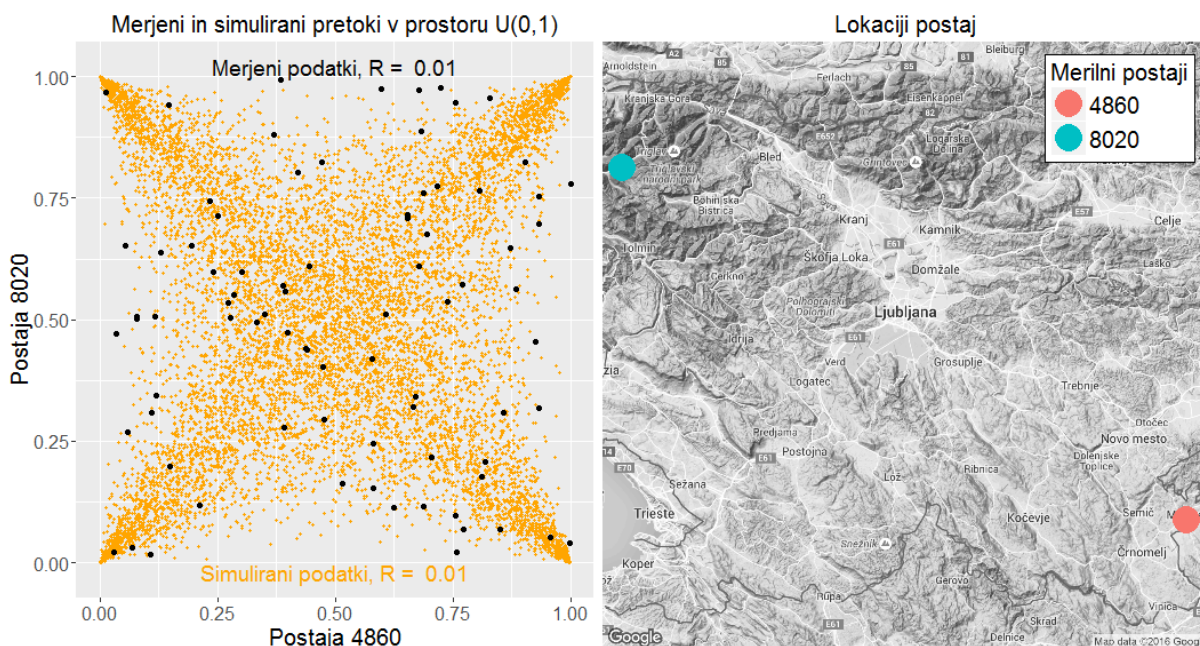
Rezultati uporabe kopule Gumbel so prikazani na sliki 27. Omenjena kopula ne uspe zadostno simulirati podatkov na obeh postajah s primerno stopnjo korelacije. Simuliran koeficient $R = 0,41$, kar nakazuje močno razpršenost podatkov in nižjo stopnjo odvisnosti. Razvidna je višja stopnja gostote verjetnosti v desnem zgornjem delu simuliranih pretokov v prostoru $U(0,1)$, v primerjavi s spodnjim levim kotom.



Slika 27: Primerjava postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070), Gumbel kopula, $\theta = 1,7$

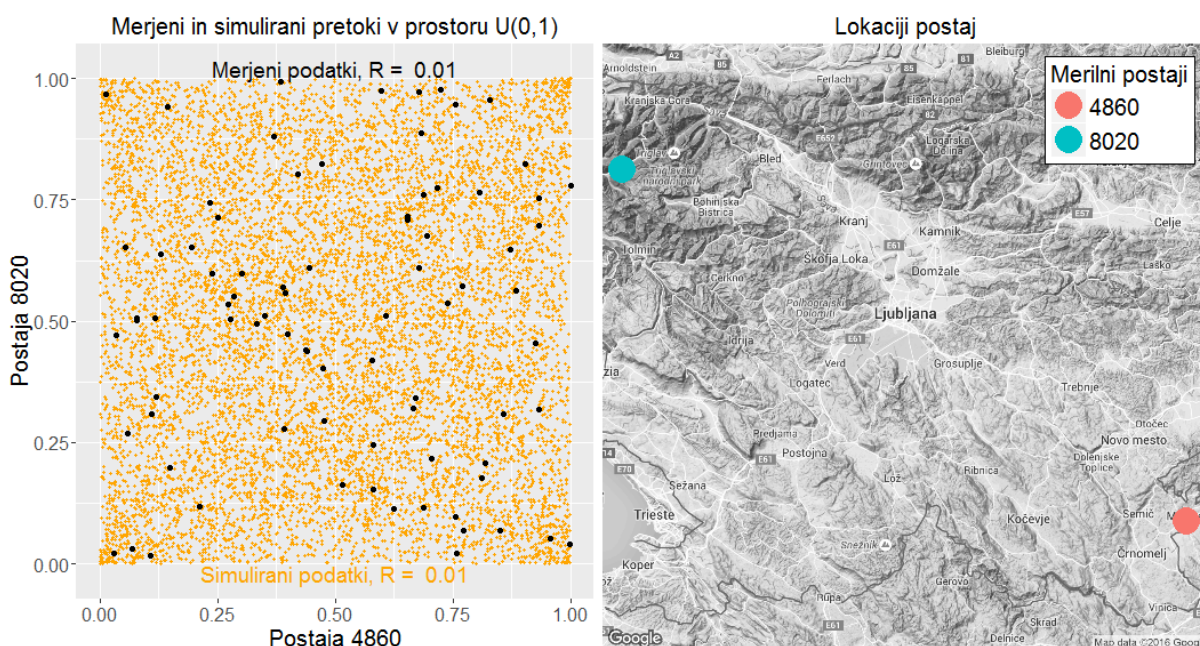
7.1.2 Postaji Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020) s koeficientom korelacije $R = 0,01$

V sledečem poglavju so bili primerjani rezultati simuliranja analiziranih kopul na postajah Metlika (4860) na reki Kolpi ter Zgornja Soča (8020) na reki Soči. Pričakovano imata postaji koeficient korelacije blizu 0, natančneje $R = 0,01$, saj je medsebojna oddaljenost velika, prav tako pa pripadata različnima povodjema, kar se odraža v nepovezanosti med poplavnimi dogodki. Reka Soča se izliva v Jadransko morje, medtem ko je reka Kolpa del povodja reke Donave, z izlivom v Črno morje. V primerjavi z rezultatom kopule z 0,483 prostostnimi stopnjami iz točke 7.1.1, je na sliki 28 z uporabo iste kopule bolj razvidna gostota simuliranih dogodkov, kjer le ena izmed postaj izkazuje pretoke z manjšo verjetnostjo nastopa (zgornji levi in spodnji desni kot). Opaziti je manjšo gostoto verjetnosti v predelih srednjih pretokov ene postaje in nižjih ali večjih pretokih druge postaje. V tem primeru obravnavana kopula manj ustrezno zajame pogoje realnega sveta.

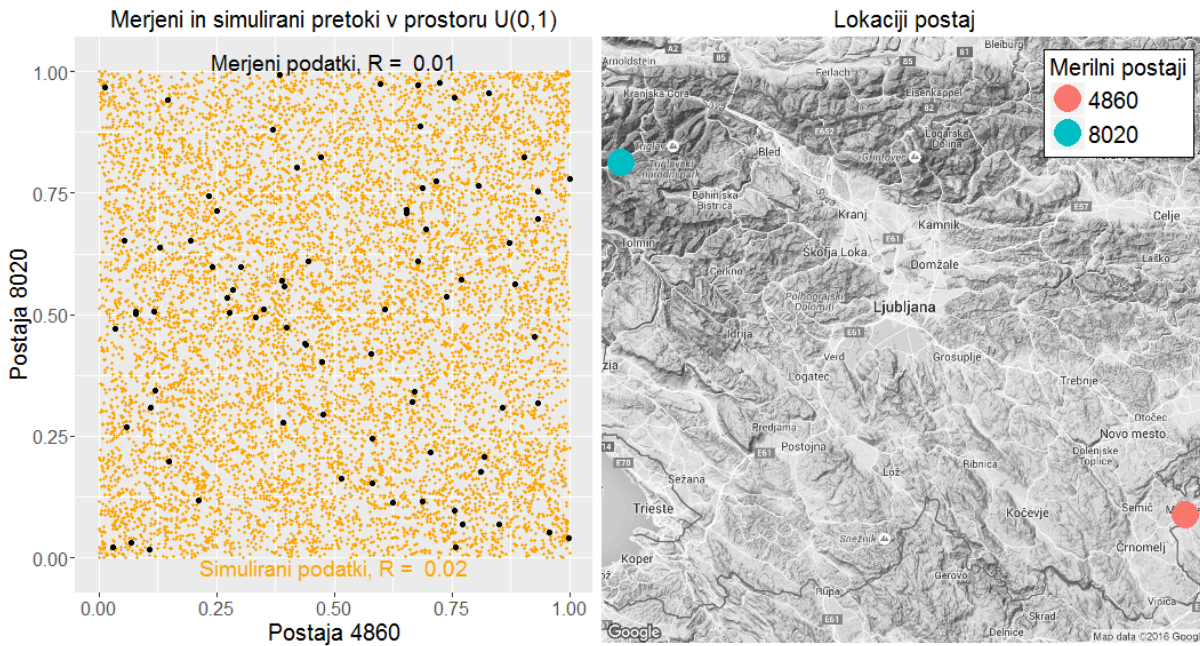


Slika 28: Primerjava postaj Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020), Studentova t kopula, $\nu = 0,483$

Na drugi strani kopuli s štirimi prostostnimi stopnjami (slika 29) ter desetimi prostostnimi stopnjami (slika 30) simulirata poplavne dogodke, ki so vizualno bolj skladni z merjenimi dogodki, saj so razpršeni po celotnem verjetnostnem prostoru. Pri uporabi kopule s štirimi prostostnimi stopnjami je možno opaziti rahlo večjo gostoto verjetnosti v levem spodnjem in desnem zgornjem kotu.

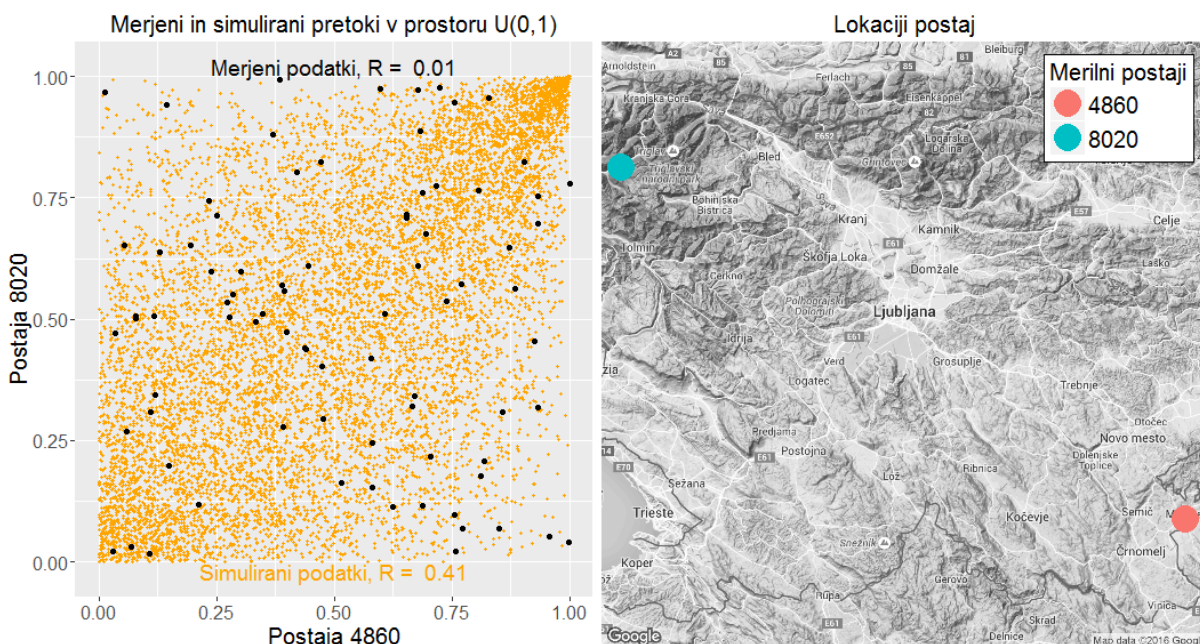


Slika 29: Primerjava postaj Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020), Studentova t kopula, $\nu = 4$



Slika 30: Primerjava postaj Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020), Studentova t kopula, $\nu = 10$

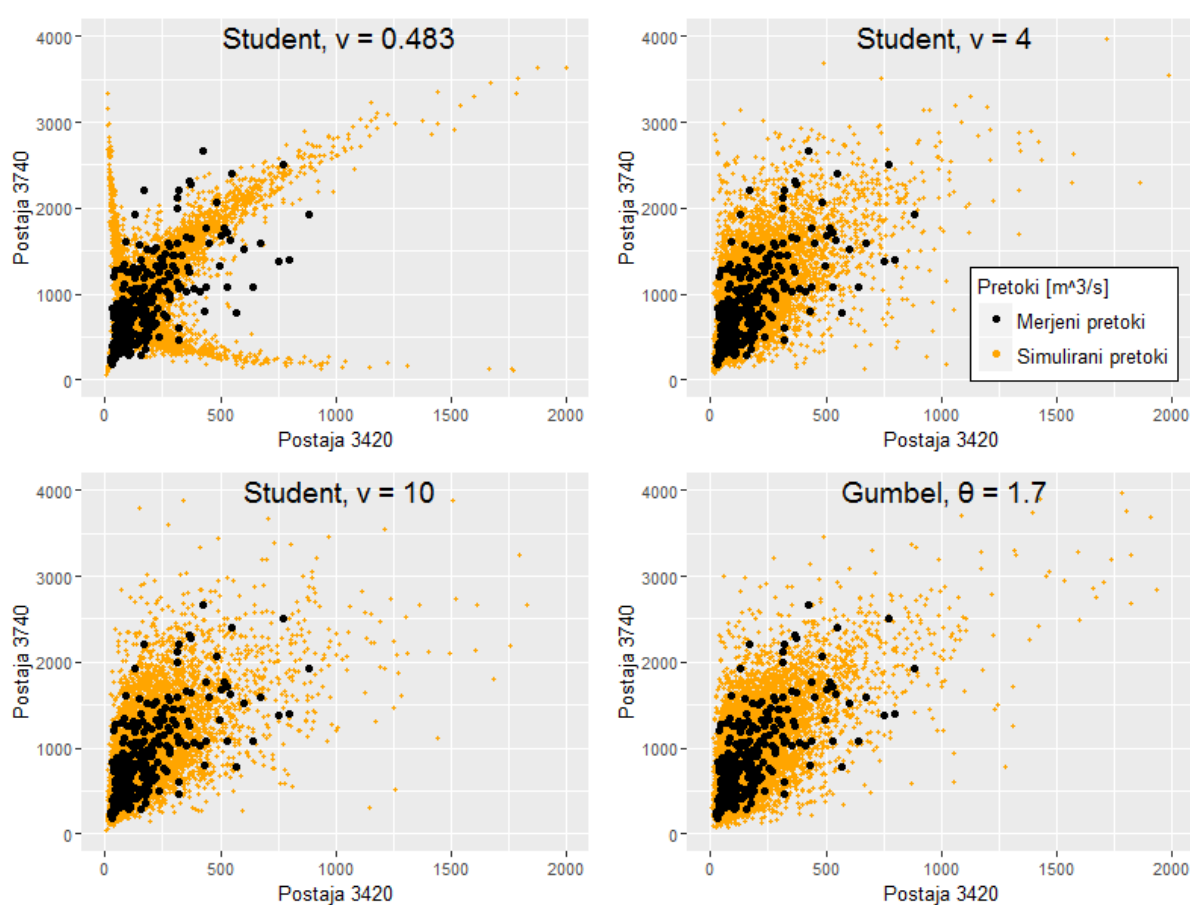
Pri uporabi Gumbelove kopule je moč opaziti višjo gostoto verjetnosti v zgornjem desnem delu ter manjšo v spodnjem levem delu (slika 31). Gostota dogodkov v nasprotnih koncih pa je manjša v primerjavi z dogodki generiranimi preko Studentove t kopule. Koeficient korelacije je pri uporabi kopule Gumbel mnogo večji kot merjeni koeficient in tako generira neustrezno korelirane pretoke na omenjenih postajah.



Slika 31: Primerjava postaj Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020), Gumbel kopula, $\theta = 1,7$

7.2 Bivariatna primerjava merjenih in simuliranih pretokov

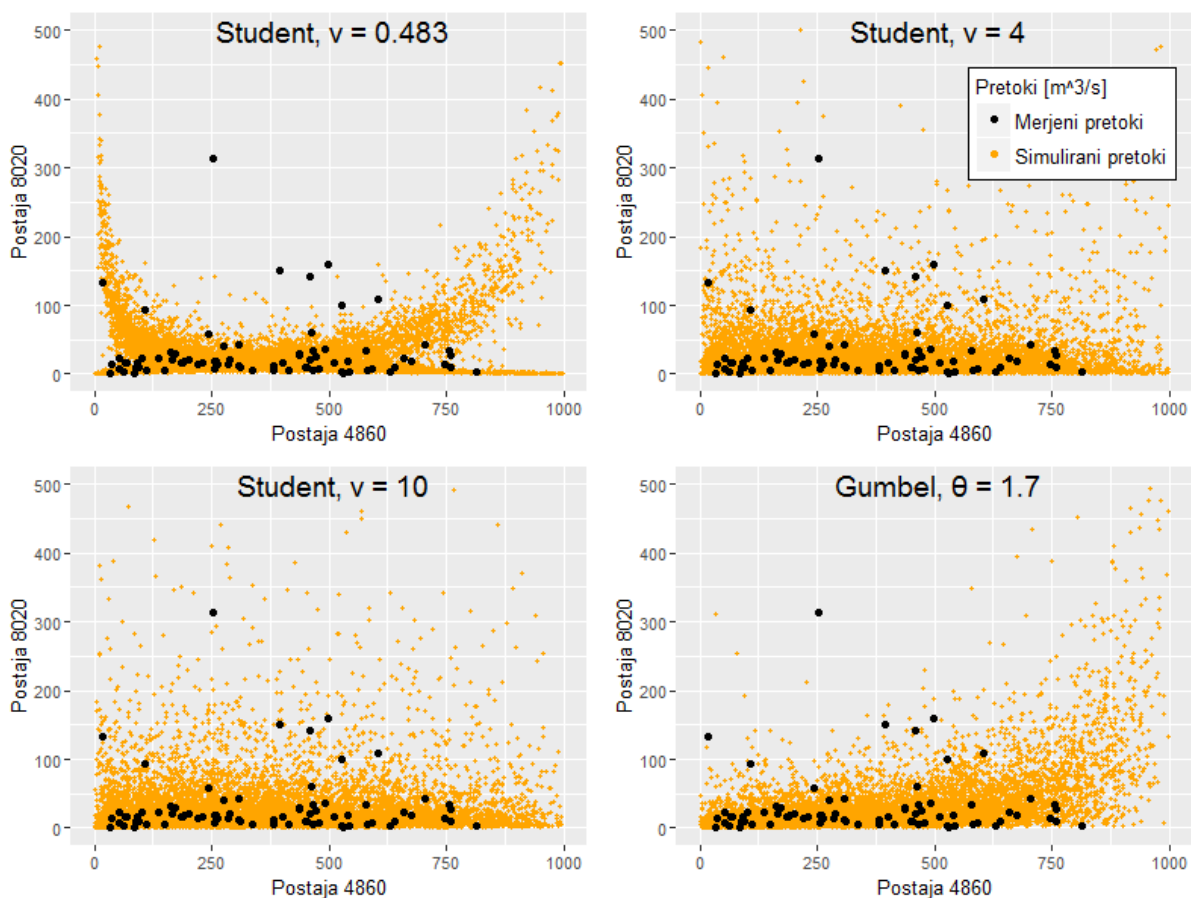
Analizo rezultatov lahko izvedemo tudi preko primerjave merjenih in simuliranih pretokov posameznih parov postaj. Slika 32 prikazuje primerjavo na postajah Radovljica I (3420) in Radeče (3740) na reki Savi. Vse analizirane kopule razen Studentove t kopule z 0,483 prostostnimi stopnjami so sposobne simulirati ustrezne pare pretokov na obeh postajah, kar je v skladu z opažanji pod točko 7.1. Studentova t kopula z 0,483 prostostnimi stopnjami ne zajame celotnega merjenega razpona bivariatnih pretokov. Med ostalimi kopulami ni opaziti pomembnejših razlik pri primerjavi omenjenih postaj. Koeficient korelacije med postajama Radovljica I (3420) in Radeče (3740) je $R = 0,48$.



Slika 32: Primerjava pretokov na postajah Radovljica I (3420) in Radeče (3740)

Slika 33 primerja pretoke na postajah Metlika (4860) na reki Kolpi in Zgornja Soča (8020) na reki Soči s koeficientom korelacije $R = 0,01$. Tudi v tem primeru, je Studentova t kopula z 0,483 prostostnimi stopnjami najmanj ustrezna, saj generira veliko število kombinacij pretokov, kjer ena izmed postaj izkazuje visoke pretoke. Omenjenega trenda med merjenimi podatki ni zaznati. Na drugi strani se generirani pretoki preostalih Studentovih t kopul bolje prilegajo merjenim pretokom, med njimi pa ni moč zaznati posebnih razlik. Gumbelova kopula pa daje

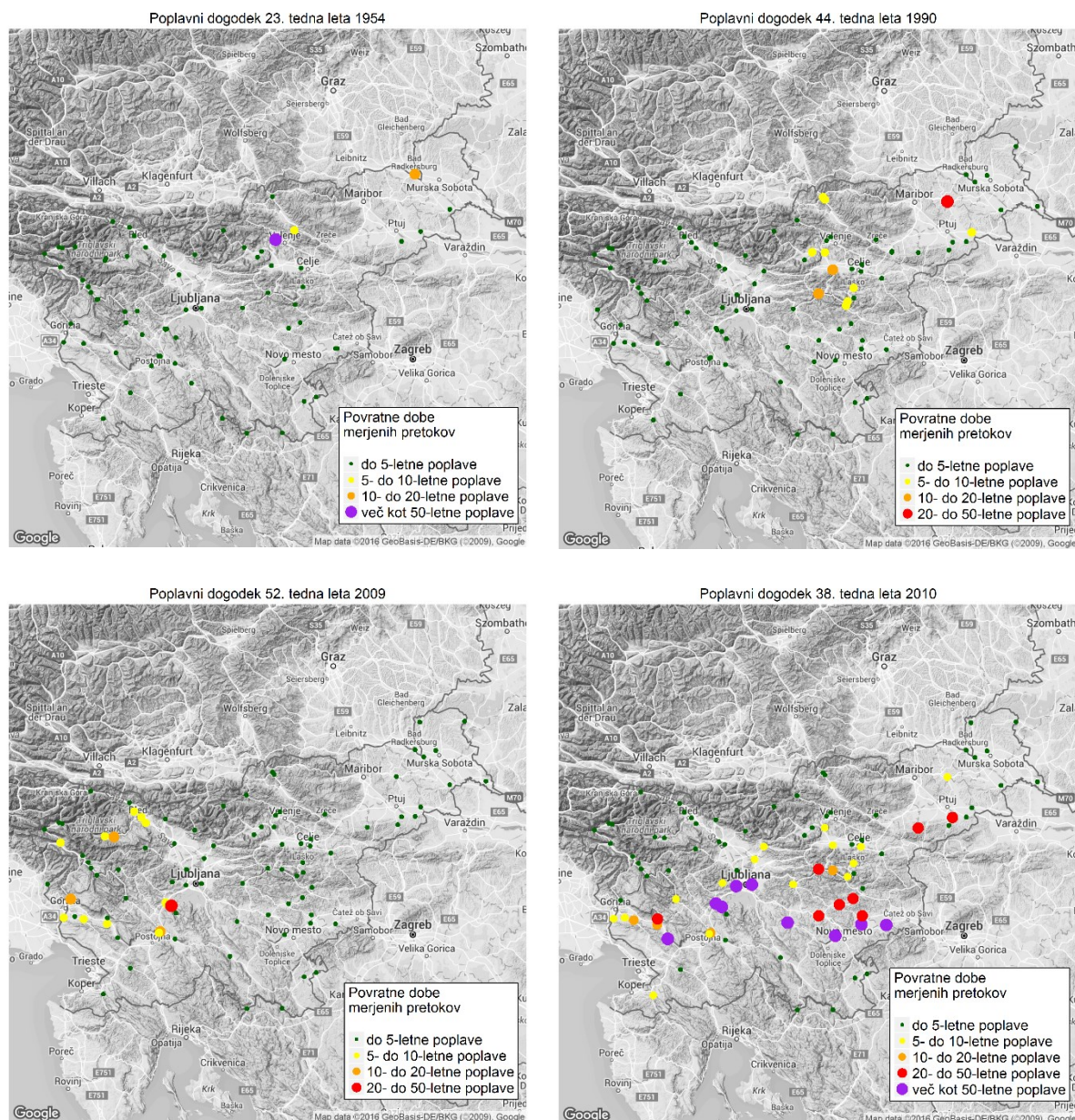
poudarek na dogodkih, kjer obe postaji generirata visoke pretoke.



Slika 33: Primerjava pretokov na postajah Metlika (4860) in Zgornja Soča (8020)

7.3 Primerjava geografske razsežnosti merjenih in generiranih dogodkov

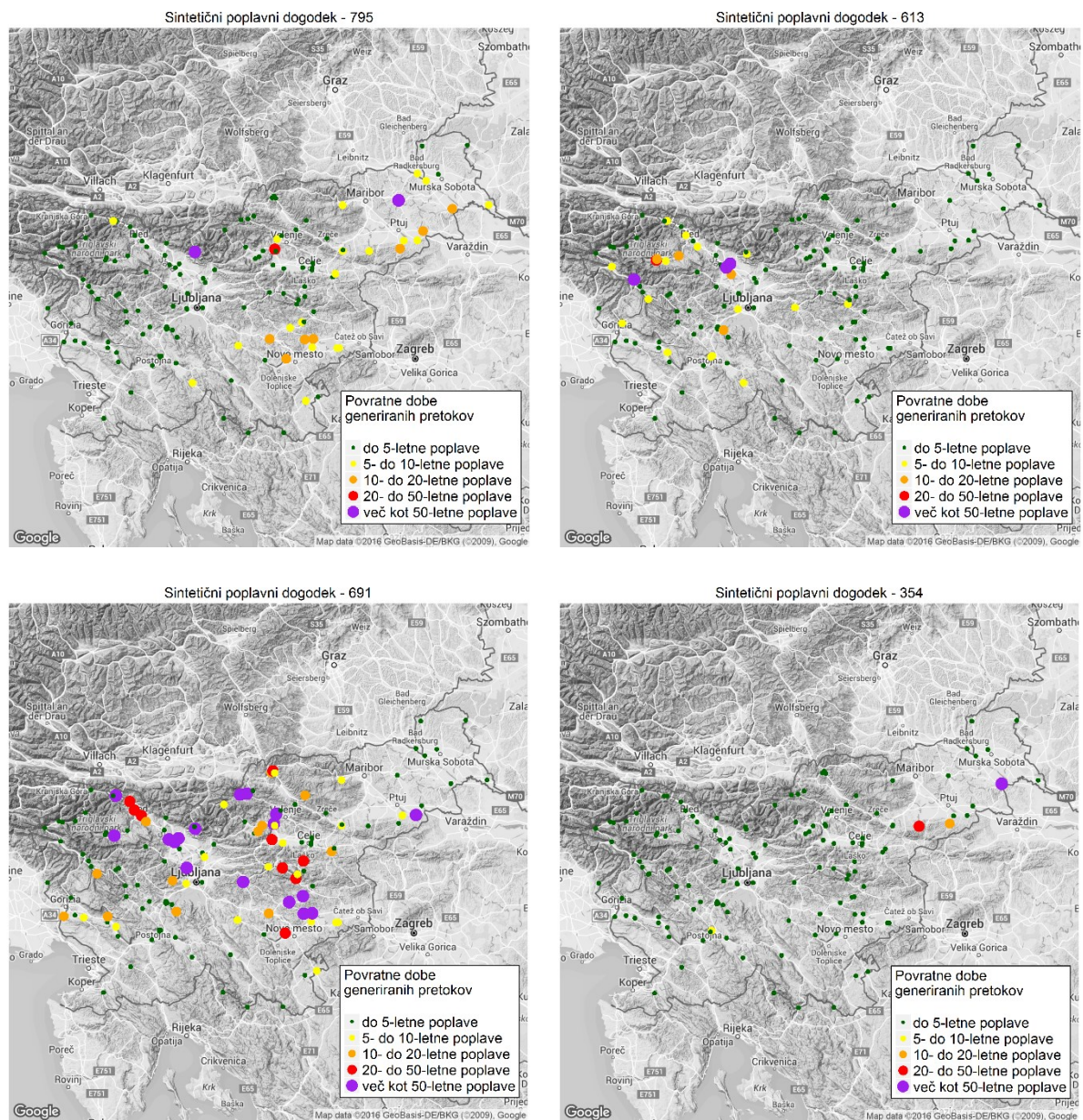
V sledečem poglavju smo primerjali nekatere zgodovinske poplavne dogodke s podobnimi dogodki iz vzorca generiranih dogodkov. Tudi v tem primeru, gre za grafične oziroma vizualne metode primerjanja posameznih metod. Za zgodovinski poplavni dogodek je bilo uporabljeno enako merilo kot v fazi izbire poplavnih dogodkov za izdelavo robnih porazdelitev posameznih postaj, torej prisotnost vsaj ene postaje, kjer pretok presega 5 letno povratno dobo. Slika 34 prikazuje primere zgodovinskih poplavnih dogodkov, izraženih kot povratne dobe pretokov na posameznih postajah, izračunanih z uporabo izbranih porazdelitev verjetnosti. Ker se je število merilnih mest skozi zgodovino spreminjalo, so seveda poplavni dogodki določeni preko različnega števila postaj. Tako lahko na primer za poplave junija 1954 vidimo, da je število merilnih mest manjše kot v primeru novejših poplavnih dogodkov.



Slika 34: Zgodovinski poplavni dogodki (1954, 1990, 2009, 2010)

Prostorski razpon simuliranih dogodkov je označen na sliki 35. Prikazani dogodki so bili generirani z uporabo posamezne analizirane kopule. Opaziti je, da so kopule sposobne simulirati različne poplavne dogodke, lokalizirane in bolj razširjene. Pri pregledu sintetičnih poplavnih dogodkov, je bilo razvidno tudi dejstvo, da so sintetični dogodki v primerjavi z zgodovinskimi dogodki prostorsko bolj razširjeni. To je sicer logična posledica uporabe funkcije kopula, saj so bili zgodovinski dogodki izbrani preko kriterija prisotnosti vsaj ene postaje s povratno dobo 5 let ali več, medtem ko so bili sintetični dogodki razviti z uporabo kopule in korelacije med postajami, kar je rezultiralo v večji razširjenosti teh. Posledično med zgodovinskimi dogodki najdemo veliko takih, kjer so bili pretoki le na eni postaji večji od 5 letnih, še posebej v primeru starejših dogodkov, kjer je bila mreža merilnih postaj slabše razvita

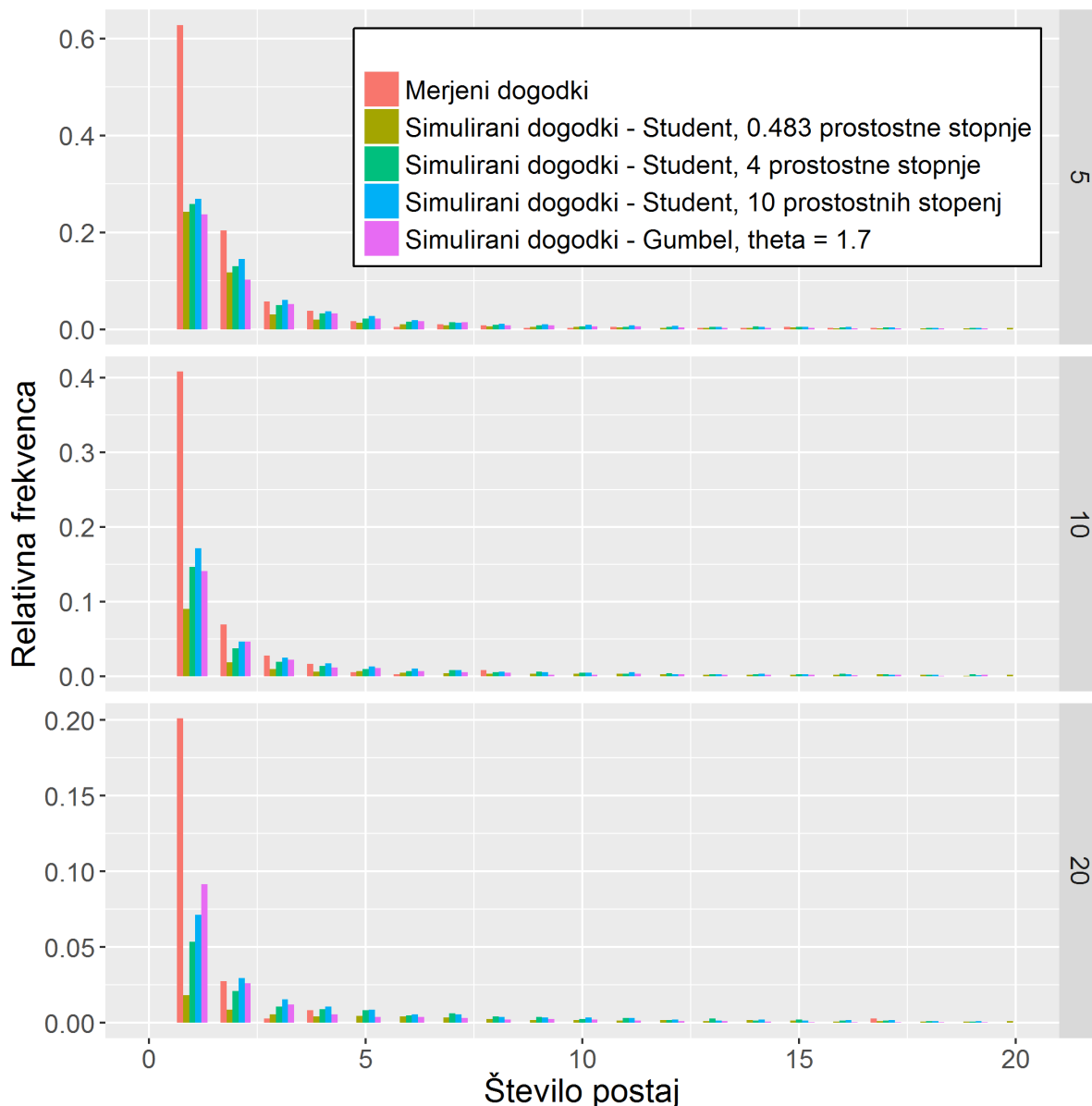
in nesposobna zajeti pretoke na ostalih mestih, kjer bi lahko izkazovali povečane vrednosti.



Slika 35: Sintetični poplavni dogodki. Levo zgoraj kopula Student $v = 0,483$, desno zgoraj kopula Student $v = 4$, levo spodaj kopula Student $v = 10$, desno spodaj kopula Gumbel $\theta = 1,7$.

7.4 Primerjava sočasnosti poplavnih dogodkov

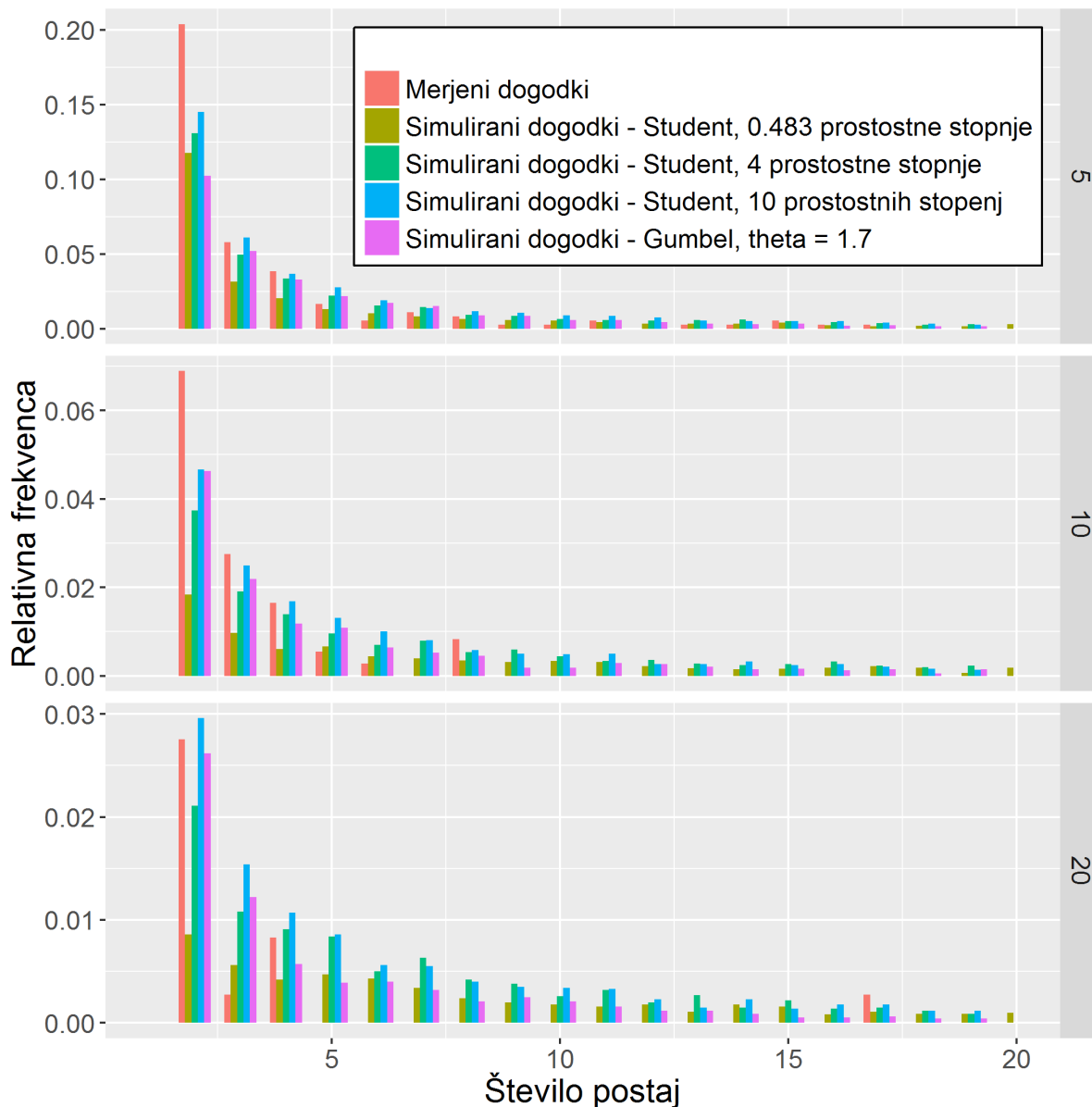
Kataloge merjenih in sintetičnih dogodkov smo primerjali tudi preko histogramov različnih povratnih dob števila poplavnih dogodkov, ki sočasno poplavlja različno število postaj (slika 36).



Slika 36: Primerjava števila postaj s sočasnim pojavom merjenih in simuliranih dogodkov z vsaj 5, 10 in 20-letno povratno dobo

Kot pričakovano, ima katalog merjenih zgodovinskih dogodkov večji delež lokaliziranih poplavnih dogodkov, kjer je le ena postaja izkazovala pretoke z vsaj 5-letno povratno dobo, saj je bil to neposredni pogoj za uvrstitev v katalog zgodovinskih dogodkov. Slika 37 prikazuje iste rezultate, a brez dogodkov s samo eno postajo. Pri vseh treh obravnavanih povratnih dobah je opazen eksponentni razkroj števila dogodkov z zviševanjem števila postaj. Dogodki, simulirani s Studentovo t kopulo z 0.483 stopnjami prostosti imajo večinoma najnižjo relativno frekvenco. Za Studentove t kopule lahko opazimo, da načeloma velja, da višja kot je prostostna stopnja, višja je relativna frekvenca števila dogodkov. Na splošno se izmed Studentovih t kopul merjenim rezultatom najbolje prilegata kopuli s štirimi in desetimi stopnjami prostosti.

Gumbelova kopula se dobro prilega merjenim rezultatom pri analizi s 5-letno povratno dobo. Pri ostalih povratnih dobah je ujemanje manj očitno, tudi zaradi dejstva, da merjeni dogodki pri le-teh niso zastopani v taki količini, kot pri 5-letni povratni dobi.



Slika 37: Primerjava števila postaj s sočasnim pojavom merjenih in simuliranih dogodkov z vsaj 5, 10 in 20-letno povratno dobo za vsaj 2 postaji

7.5 Povezava rezultatov z mehanizmom poplavljanja v modelu – propagacija

Rezultat uporabe funkcije kopula so pretoki, pretvorjeni v verjetnost nastopa oziroma v povratno dobo na obravnavanih merilnih postajah oziroma vodotokih. Ker nas zanima velikost vseh škod potencialnega poplavnega dogodka, je potrebno izračunati vrednosti pretokov oziroma povratnih dob na vseh odsekih vodotokov, ne le merjenih. Eden izmed pristopov k rešitvi problema je uporaba funkcije interpolacije. V nalogi je bila uporabljena funkcija inverzne

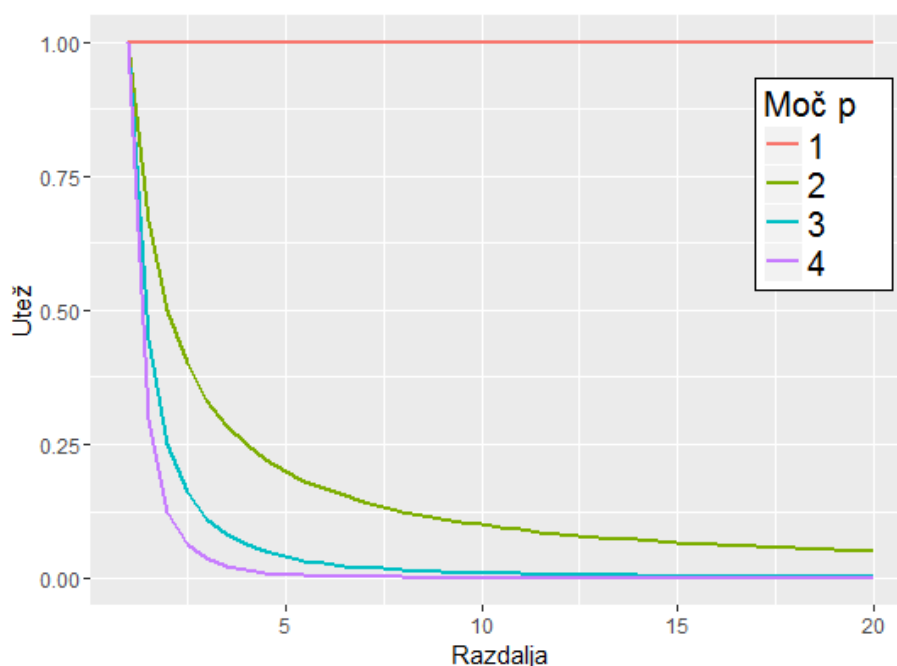
utežene razdalje (angl. »*inverse distance weight*«) »idw« iz R paketa »gstat«. Metoda inverzne utežene razdalje je metoda interpolacije, ki omogoča izračun vrednosti obravnavanih spremenljivk na nemerjenih lokacijah, preko vzorčnih podatkov, ki so na voljo. Metoda deluje na predpostavki, da so si pojavi, ki nastanejo bližje bolj podobni, kot če so bolj oddaljeni (ArcGIS, 2016).

Za oceno vrednosti spremenljivke na neki lokaciji metoda uporablja uteženo povprečje vzorčnih vrednosti, ki se nahajajo v bližini analizirane točke. Utež posamezne vzorčne točke predstavlja njena razdalja do analizirane točke. Točke v bližini imajo večjo utež, kot pa točke, ki so bolj oddaljene, vpliv se torej zmanjšuje z oddaljenostjo. Uporabnik metode lahko sam določi hitrost zmanjševanja vpliva preko moči p (slika 38):

$$Z(x) = \frac{\sum u_i z_i}{\sum u_i} = \frac{\frac{z_1}{u_1^p} + \frac{z_2}{u_2^p} + \frac{z_3}{u_3^p} + \dots + \frac{z_{n-1}}{u_{n-1}^p} + \frac{z_n}{u_n^p}}{\frac{1}{u_1^p} + \frac{1}{u_2^p} + \frac{1}{u_3^p} + \dots + \frac{1}{u_{n-1}^p} + \frac{1}{u_n^p}} \quad (24)$$

kjer je Z neznan, interpolirana vrednost, u_i posamezna utež oziroma razdalja, z_i pa vrednosti znanih točk.

Inverzna utežena metoda ima nekaj lastnosti, zaradi katerih je potrebno metodo uporabljati pazljivo in poizkusiti različne nastavitve, v iskanju tiste, ki se najbolje prilega obravnavanemu pojavu. Ker je to metoda interpolacije, vrednost iskane točke nikoli ne more bit izven intervala vzorčnih točk.



Slika 38: Primerjava razmerja velikosti uteži in razdalje različnih vrednosti moči p

Za izbiro ustrezne vrednosti moči p je bil izveden test, kjer so bile preko ustreznih dogodkov in vzorčnih postaj primerjane vrednosti izmerjenih in interpoliranih povratnih dob. Za ustrezne dogodke so bili arbitrarno izbrani vsi tisti, kjer je bilo vsaj 100 postaj s prisotnimi podatki o pretoku oziroma povratni dobi. Od zbirke 363-ih poplavnih dogodkov jih je bilo tako ustreznih 75.

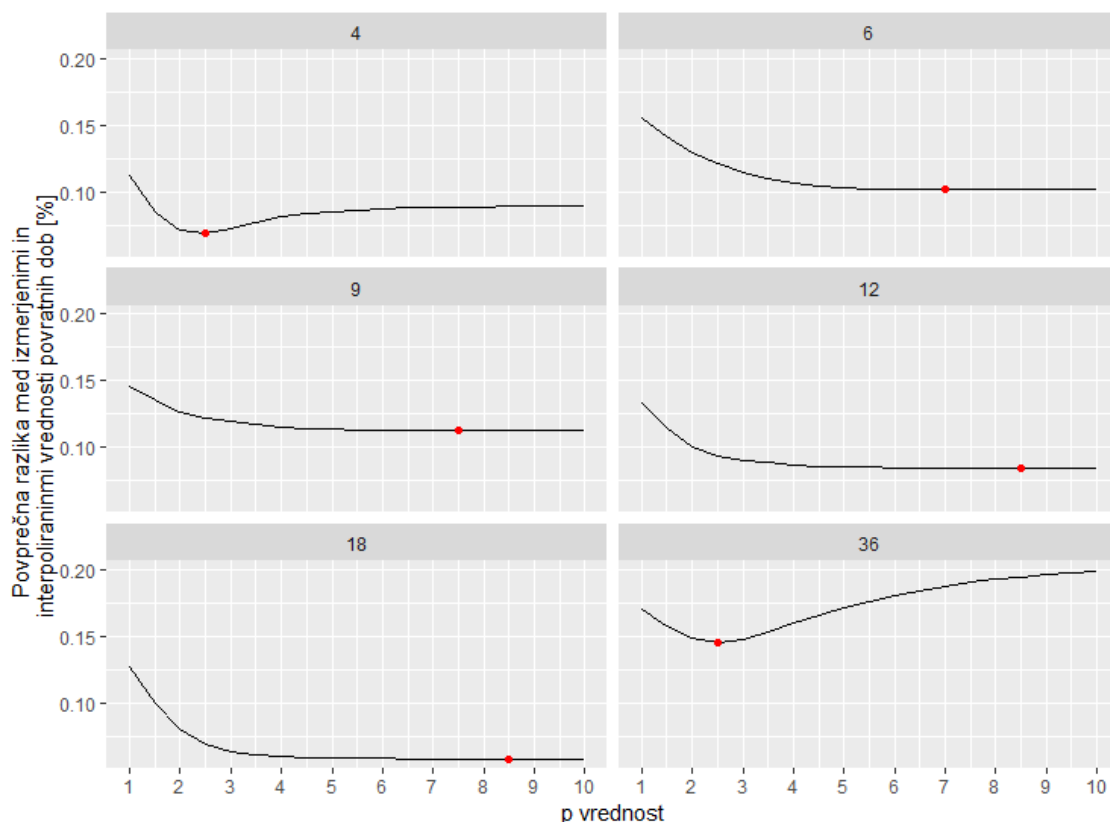
Izmed 139 postaj je bilo nato v programu R naključno odstranjenih različno število postaj. Povprečna vrednosti manjkajočih postaj je 35,84, zato so bila za namen testiranja izbrana naslednja števila manjkajočih postaj: 4, 6, 9, 12, 18, 36. Za naključno izbiro teh postaj med množico 139-ih postaj je bila uporabljena R funkcija:

```
set.seed(317),  
sample(1:139, n),
```

kjer n predstavlja število odstranjenih postaj.

Preostale postaje so bile nato uporabljene za interpolacijo poplavnih dogodkov. Za vsak dogodek in za vsako merilno postajo, ki je bila odstranjena iz zbirke postaj, je bila nato ugotovljena razlika med izračunanimi povratnimi dobami in interpoliranimi povratnimi dobami vodotoka, kjer se postaja nahaja.

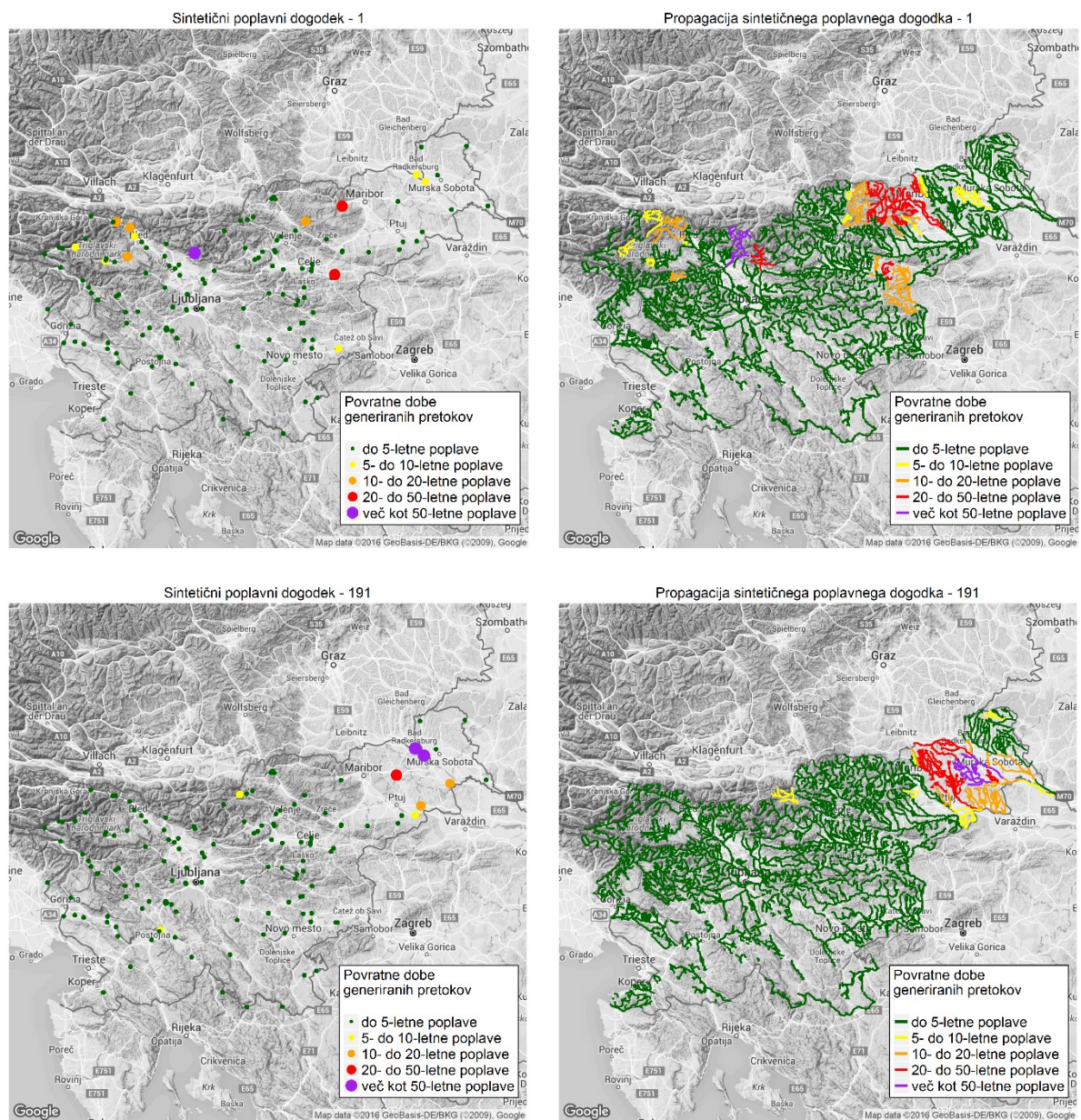
V primeru, da uporabnik ne določi moči p , bo »*idw*« funkcija uporabila moč $p = 2$. Za testiranje ustrezne vrednosti p so bila tako izbrana vsa števila na intervalu s spodnjo mejo $p = 1$ in z zgornjo mejo $p = 10$ ter s korakom 0,5 (slika 39).



Slika 39: Relativna vrednost odstopanja pri različnih vrednostih moči p in različnih številih odstranjenih postaj. Rdeča točka predstavlja najmanjše odstopanje.

Razvidno je, da število odstranjenih postaj močno vpliva na izbiro najbolj ustrezne p vrednosti. Vseeno lahko opazimo dve območji, kjer se nahajajo najmanjše razlike med izmerjenimi in interpoliranimi vrednostmi. Prvo območje je pri vrednosti $p = 2,5$, kjer so rezultati najmanj odstopali pri 4-ih in 36-ih manjkajočih postajah. Drugo tako območje je med $p = 7$ in $p = 8,5$, kjer je bila razlika najmanjša v primeru 6-h, 9-ih, 12-ih in 18-ih manjkajočih postaj.

Za interpoliranje je bila zato izbrana vrednost $p = 8,5$. Slika 40 prikazuje interpolirane sintetične dogodke, pridobljene z uporabo Studentove t kopule s 4 prostostnimi stopnjami. Tako pridobljene podatke o povratnih dobah pretokov lahko v kombinaciji s poplavnimi kartami različnih povratnih dob uporabimo za izračun poplavnih škod, povzročenih s strani vsakega generiranega dogodka.



Slika 40: Interpolacija sintetičnih dogodkov. Levo: povratne dobe pretokov merilnih postaj, desno: interpolirane povratne dobe na vodotokih. Predstavljena sta sintetična dogodka 1 in

191.

8 ZAKLJUČKI

V Sloveniji so poplave vedno pogostejše in tako predstavljajo pomemben del vsakoletnih škod. Najpogosteje se pojavljajo jeseni ali spomladi, prav tako pa so značilne tudi poletne poplave, zaradi nenadne večje količine vode ob nevihtah. (Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, 2002).

Računalniški modeli naravnih nesreč predstavljajo pomembno orodje, s katerim posamezni deležniki v zavarovalniški industriji lahko bolje ocenijo ogroženost svojih portfeljev zavarovalnih polic, izračunajo premije, ki jih zaračunavajo ali pa izračunajo količino kapitala, ki ga morajo zagotoviti, da ostanejo solventni in zagotovijo pogoje državnih zavarovalniških regulatorjev (Grossi in Kunreuther, 2005). V Evropi je z regulatorskega vidika pomembna Direktiva 2009/138/ES, ki v povezavi z računalniškimi modeli naravnih nesreč nalaga, da zavarovalnice in pozavarovalnice v primeru uporabe modelov dokažejo ustrezno stopnjo razumevanja zgradbe in delovanja modela ter njegove ustreznosti za njihove portfelje (Direktiva ..., 2009).

Bistvo vsakega modela za izračun škod, povzročenih s strani naravnih nesreč, je modul nevarnosti, ki ustrezno in zadovoljivo posnema naravne pojave ter njihove fizične lastnosti. V diplomskem delu smo se ukvarjali z razvojem kataloga poplavnih dogodkov z uporabo funkcij kopula. Vhodne podatke so predstavljali merjeni podatki ARSO za 139 izbranih postaj. Poplavni dogodek smo arbitrarno definirali kot dogodek, kjer je na vsaj eni vodomerni postaji dosežena vrednost pretoka s 5-letno povratno dobo. Za vsako postajo je bila naprej narejena verjetnostna analiza letnih konic pretoka, kjer so bile testirane različne porazdelitvene funkcije. Najbolj primerno porazdelitev smo zbrali na podlagi različnih testov. Podoben pristop za definiranje poplavnih dogodkov so uporabili Ghizzoni in sod. (2012) na reki Mississippi ter Willis Limited (2014) za izdelavo kataloga poplavnih dogodkov v državah srednje in vzhodne Evrope.

Matrika s pretoki, transformiranimi z ustrezno izbrano porazdelitveno funkcijo, velikosti 139 x 363 je bila uporabljena kot vhodni sloj podatkov za različne funkcije kopula. Funkcija kopula je funkcija, ki poveže različne univariatne robne porazdelitvene funkcije v multivariatno porazdelitveno funkcijo, kar je njena glavna prednost v primerjavi z ostalimi multivariatnimi pristopi. V diplomskem delu smo uporabili tri Studentove t kopule ter Gumbel kopulo. Ocena parametrov za funkcije kopula je v primerih velikih dimenzij vhodne matrike otežena (Dematra in McNeil, 2004), zato smo za oceno prostostnih stopenj uporabili inverzno metodo Kendallovega koeficienta korelacije. Ocena je znašala 0,483 prostostne stopnje, izdelali pa smo tudi Studentove t kopule s štirimi in desetimi stopnjami prostosti. Stopnja prostosti štiri se

pogosto uporablja v oceni finančnih tveganj, deset prostostnih stopenj pa smo izbrali na podlagi članka Ghizzoni in sod. (2012), kjer so avtorji uporabili 9,43 prostostnih stopenj. V primeru Gumbel kopule je bila ocena parametra θ enaka $\theta = 1,7$.

Z vsako omenjeno funkcijo kopule smo generirali zbirko 10.000 poplavnih dogodkov, ki vsebujejo podatke o verjetnostih nastopa posameznega pretoka. Analiza merjenih in generiranih podatkov para postaj Gornja Radgona I (1060) in Petanjci (1070) na reki Muri, s koeficientom korelacije $R = 0,94$, v enotnem in realnem prostoru je pokazala, da sta Studentovi kopuli s štirimi in desetimi prostostnimi stopnjami sposobni bolje posnemati merjene dogodke, kot Studentova t kopula s 0,483 prostostnimi stopnjami ter uporabljena kopula Gumbel. Do podobnih ugotovitev smo prišli tudi v primeru analize postaj Metlika (4860) na reki Kolpi ter Zgornja Soča (8020) na reki Soči, kjer je merjeni koeficient korelacije znašal $R = 0,01$. Studentova kopula s 0,483 stopnjami izkazuje preveliko množico dogodkov v vseh štirih ekstremnih delih verjetnostnega prostora, kopula Gumbel pa daje prevelik poudarek zgornjemu desnemu kotu verjetnostnega prostora, torej delu, ki pomeni visoke verjetnosti pretokov na obeh obravnavanih postajah.

Generirane podatke smo primerjali tudi v realnem prostoru. Z uporabo izbranih porazdelitvenih funkcij smo verjetnosti pretvorili v pretoke in zopet primerjali pare postaj. Studentova kopula s 0,483 se je pričakovano izkazala za najmanj ustrezno, tudi v tem testu izkazovala prevelik delež ekstremnih dogodkov. Pri Gumbel kopuli je možno opaziti preveliko koncentracijo ekstremnih pretokov na obeh postajah, medtem ko sta se Studentovi kopuli s štirimi in desetimi prostostnimi stopnjami tudi tukaj izkazali kot najbolj primerni.

Omenjene ugotovitve je težje pokazati preko primerjave geografske razsežnosti generiranih dogodkov, saj je za tako primerjavo z merjenimi dogodki med zbirko 10.000 dogodkov možno najti ustrezne dogodke pri vseh analiziranih kopulah. Geografsko razsežnost poplavljanja bi bilo bolje ocenjevati preko primerjave histograma sočasnosti poplavnih dogodkov na različnih postajah. Tudi v tej primerjavi sta se Studentovi t kopuli s štirimi in desetimi stopnjami prostosti odrezali najboljše.

Vse analize so pokazale, da sta Studentovi kopuli s štirimi in desetimi stopnjami prostosti odrezeta najboljše v primerjavi z merjenimi dogodki in sta tako bolj primerni za uporabo pri izdelavi zbirke poplavnih dogodkov. Ob koncu naloge je prikazan tudi eden izmed možnih načinov prenosa generiranih dogodkov posameznih postaj na državno mrežo vodotokov, s čimer so posamezni poplavni dogodki generirani za celotno hidrološko mrežo. To omogoča izračune velikosti poplavnih škod posameznih dogodkov, kar predstavlja bistvo računalniškega modeliranja škod, povzročenih s strani naravnih nesreč.

VIRI

AIR Worldwide. 2014. About Catastrophe Models.

<http://www.air-worldwide.com/Models/About-Catastrophe-Modeling/> (Pridobljeno 9. 11. 2014.)

ArcGIS Resource Center. 2016.

<http://help.arcgis.com/En/Arcgisdesktop/10.0/Help/index.html#/0031000002m000000>
(Pridobljeno 10. 4. 2016.)

ARSO. 2008. Visoke vode in poplave 18. septembra 2007.

<http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Visoke%20vode%20in%20poplave%2018.%20septembra%202007.pdf> (Pridobljeno 9. 4. 2015.)

ARSO. 2010. Hidrološko poročilo o povodnji v dneh od 17. do 21. septembra 2010.

<http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Poplave%2017.%20-%2021.%20september%202010.pdf> (Pridobljeno 9. 4. 2015.)

ARSO. 2015a. Naravne in druge nesreče.

<http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/nesrece.pdf> (Pridobljeno 16. 4. 2015.)

ARSO. 2015b. Kazalci okolja v Sloveniji.

<http://kazalci.arso.gov.si/> (Pridobljeno 30. 9. 2015.)

ARSO. 2015c. Agencija Republike Slovenije za okolje – arhiv hidroloških podatkov.

http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/hidroloski_arhiv.html (Pridobljeno 28. 10. 2015.)

Banovec, P. 2003. Vrednotenje poplavnih škod ter analiza preventivnih ukrepov. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 166 str.

Bengston, H. 2013. Hydrology (Part 2) – Frequency Analysis of Flood Data.

<http://www.cedengineering.com/upload/Hydrology%202%20-%20Flood%20Data.pdf>
(Pridobljeno 9. 5. 2015.)

Berg, D. 2008. Using copulas: An introduction for practitioners. Norwegian ASTIN society. Oslo: 62 str.

<http://www.danielberg.no/presentations/astin08.pdf> (Pridobljeno 5. 5. 2015.)

Bezak, N. 2012. Verjetnostna analiza visokovodnih konic z metodo vrednosti nad izbranim pragom in z metodo letnih maksimumov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba N. Bezak): 106 str.

Bezak, N., Brilly, M., Mikoš, M., Šraj, M. 2014a. Applicability of copula functions in analysis of extreme hydrological events. Proceedings of the Mediterranean meeting on »Monitoring, modelling and early warning of extreme events triggered by heavy rainfalls«. Consenza, Italija, 11 str.

Bezak, N., Brilly, M., Šraj, M. 2014b. Comparison between the peaks-over-threshold method and the annual maximum method for flood frequency analysis, Hydrological Sciences Journal, 59, 5: 959–977.

Bezak, N., Mikoš, M., Šraj, M. 2014c. Trivariate frequency analyses of peak discharge, hydrograph volume and suspended sediment concentration data using copulas. Water Resources Management 28: 2195–2212.

Bogacka, B. 2016. Computational Techniques in Statistics. Kolmogorov-Smirnov Tests. http://www.maths.qmul.ac.uk/~bb/CTS_Chapter3_Students.pdf (Pridobljeno 26. 1. 2016.)

Brilly, M., Mikoš, M., Šraj, M. 1999. Vodne ujme. Varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 186 str.

Brilly, M., Šraj, M. 2005. Osnove hidrologije. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 309 str.

Chávez-López, G., Zolfaghari, M. 2010. Natural Catastrophe Loss modeling: The value of knowing how little you know. ResearchGate: 9 str.

https://www.researchgate.net/publication/266529619_Natural_Catastrophe_Loss_modeling_The_value_of_knowing_how_little_you_know_G_Chavez-Lopez (Pridobljeno 30. 11. 2014.)

Ciurean, R., L., Schröter, D., Glade, T. 2013. Conceptual Frameworks of Vulnerability Assessments for Natural Disasters Reduction, Approaches to Disaster Management - Examining the Implications of Hazards, Emergencies and Disasters. 30 str.
<http://www.intechopen.com/books/approaches-to-disaster-management-examining-the-implications-of-hazards-emergencies-and-disasters/conceptual-frameworks-of-vulnerability-assessments-for-natural-disasters-reduction> (Pridobljeno 14. 3. 2015.)

Clark, K. 2002. The use of computer modelling in estimating and managing future catastrophe losses. The Geneva papers on Risk and Insurance. 27, 2: 181–195.
http://www.air-worldwide.com/_public/NewsData/000252/geneva_papers.pdf (Pridobljeno 10. 10. 2014.)

Cresta. 2015.
<https://www.cresta.org/> (Pridobljeno 19. 3. 2015.)

Demarta, S., McNeil, A., J. 2004. The t copula and related copulas. ETH Zentrum. Federal institute of technology. Department of mathematics: 20 str.

Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in sveta. Uradni list Evropske unije. 288, 27–34.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:SL:PDF> (Pridobljeno 12. 4. 2015.)

Direktiva 2009/138/ES Evropskega parlamenta in sveta. Uradni list Evropske unije. 335, 1–155.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0138&from=SL> (Pridobljeno 8. 5. 2016.)

Đurović, B. 2012. Določitev in razvrstitev poplavno ogroženih območij v Sloveniji. Povzetek metode dela in rezultatov. Inštitut za vode Republike Slovenije. 103 str.
http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/metodologija_dolocanja_obmocij.pdf (Pridobljeno 14. 3. 2015.)

Favre, A.-C., El Adlouni, S., Perreault, L., Thiemonge, N., Bobee, B. 2004. Multivariate hydrological frequency analysis using copulas. Water resources research. 40, 1–12.

Genest, C., A.-C. Favre, J. Be´liveau, C. Jacques. 2007. Metaelliptical copulas and their use in frequency analysis of multivariate hydrological data. *Water resources research*. 43, 1–12.

Geopedia. 2015.

<http://www.geopedia.si/> (Pridobljeno 9. 3. 2015.)

Ghizzoni, T., Roth, G., Rudari, R. 2012. Multisite flooding hazard assesment in the Upper Mississippi river. *Journal of hydrology*. 412–413,101–113.

Ghizzoni, T., Roth, G., Rudari, R. 2010. Multivariate skew-t approach to the design of accumulation risk scenarios fort he flooding hazard. *Advances in water resources*. 33, 1243–1255.

Glynn, P. W. Introduction to stohastic modeling.

<http://web.stanford.edu/class/cme308/OldWebsite/notes/ProbReview.pdf> (Pridobljeno 8. 5. 2015.)

Grossi, P., Kunreuther, H. 2005. Catastrophe modelling: A new approach to managing risk. Springer Science & Business Media. 252 str.

Jha, A. K., Bloch, R., Lamond, J. 2012. Cities and flooding: A guide to integrated urban flood risk management for the 21st century. World Bank Publications. 631 str.

Kavčič, K. 2013. Hidrološka regionalizacija verjetnostnih analiz visokovodnih konic v Sloveniji. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba K. Kavčič): 113 str.

Komac, B., Natek, K., Zorn, M., 2008. Geografski vidiki poplav v Sloveniji. *Geografija Slovenije* 20. Ljubljana, Založba ZRC: 179 str.

Kozelj, D., Kozelj, K., Steinman, F., Gosar, L., 2008. Poplavna ogroženost in posledice dogodkov preostalega tveganja. *Ujma*, 22, str. 145–151.

<http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2008/145.pdf> (Pridobljeno 13. 3. 2015.)

Lavakare, A., Mawk, K. 2008. A guide to catastrophe modelling. Exposure data quality. The review. *Worldwide reinsurance*: str. 12–14.

Li, T., Guo, S., Chen, L., Guo, J. 2013. Bivariate flood frequency analysis with historical information based on copula. *Journal of hydrologic engineering*. 18, 8: 1018–1030.

Lloyd's market association. 2013. Catastrophe modelling. Guidance for non-catastrophe modellers: 10 str.

Maleki-Nezhad, H. 2007. Regional Flood Frequency Analysis Using L-moment Approach. V: *Proceedings of 7th International Congress on Civil Engineering*: 7 str.

<http://iransaze.com/files->

[fordownload/maghale/haftomin%20konferanse%20sarasari%20mohandsi%20omran/latin/E1226.pdf](http://iransaze.com/files-fordownload/maghale/haftomin%20konferanse%20sarasari%20mohandsi%20omran/latin/E1226.pdf) (Pridobljeno 09. 05. 2015.)

Messner, F. (ur.), Penning-Rowsell, E. (ur.), Green, C. (ur), in sod. 2007. Evaluating flood damages: Guidance and recommendations on principles and methods: 178 str.

http://www.floodsite.net/html/partner_area/search_results3b.asp?docID=50 (Pridobljeno 1. 2. 2015).

Mikoš, M. in sod. 2002. Hidrološko izrazje – Terminology in Hydrology. *Acta hydrotechnica*. 20, 32: 3–324.

Minitab. 2015.

[http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-](http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/tables/data-and-table-layouts/what-are-concordant-and-discordant-pairs/)

[graphs/tables/data-and-table-layouts/what-are-concordant-and-discordant-pairs/](http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/tables/data-and-table-layouts/what-are-concordant-and-discordant-pairs/) (Pridobljeno 17. 5. 2015.)

Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Uradni list RS št. 44/2002: 4297 – 4323.

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2002-01-2147> (Pridobljeno 17. 3. 2015.)

Nekrep, M. 2014. Trenutna in prihodnja tveganja v zavarovalništvu – predstavitev raziskave Swiss RE. *Zavarovalniški horizonti*. 10, 3: 23–38.

NIST/SEMATECH. e-Handbook of Statistical Methods. 2016.

<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/index.htm> (Pridobljeno 3. 2. 2016.)

Noether, G., E. 2015. Why Kendall Tau?

<http://www.teachingstatistics.co.uk/bts/noether/text.html> (Pridobljeno 17. 5. 2015.)

Plestenjak, B. 2015. Linearni sistemi

http://www-lp.fmf.uni-lj.si/plestenjak/vaje/nafgg/predavanja/fgg_04.pdf (Pridobljeno 17. 5. 2015.)

R. 2015.

<http://www.r-project.org/> (Pridobljeno 9. 5. 2015.)

RStudio. 2015.

<http://www.rstudio.com/> (Pridobljeno 9. 5. 2015.)

r-tutor. 2015.

<http://www.r-tutor.com/gpu-computing/correlation/kendall-rank-coefficient> (Pridobljeno 17. 5. 2015.)

Salvadori, G., De Michele, C. 2004. Frequency analysis via copulas. Theoretical aspects and applications to hydrological events. *Water resources research*. 40, 1-17.

Schmieder, J. 2014. The relevance of disaggregation in risk models. *Natural catastrophes 2013: Analyses, assessments, positions*. Topics GEO. Munich Re

Steinman, F., Banovec, P. 2005. Poplavna ogroženost in prevzeto tveganje pri protipoplavnih gradbenih in negradbenih ukrepih. 16. Mišičev vodarski dan 2005: 18–25.

<http://mvd20.com/LETO2005/R3.pdf> (Pridobljeno 13. 3. 2015.)

Statistični urad republike Slovenije. 2013. Ocenjena škoda po vzroku elementarne nesreče.

http://pxweb.stat.si/pxweb/Database/Okolje/27_okolje/05_Nesrece/27089_ocenjena_skoda/27089_ocenjena_skoda.asp (Pridobljeno 6. 5. 2015.)

Swiss Re. 2014. Sigma report 2014.

http://media.swissre.com/documents/sigma1_2014_en.pdf (Pridobljeno 13. 11. 2014.)

Šraj, M., Bezak, N., Brilly, M. 2012. Vpliv izbire metode na rezultate verjetnostnih analiz konic, volumnov in trajanj visokovodnih valov Save v Litiji. *Acta hydrotechnica*, 25, 42: 41–58.

Šraj, M., Bezak, N., Brilly, M. 2013. Primerjava med klasičnimi univariatnimi verjetnostnimi analizami in bivariatnimi z uporabo funkcije kopula. *Acta hydrotechnica*, 26, 44: 37–48.

Šraj, M., Bezak, N., Brilly, M. 2015 Bivariate flood frequency analysis using the copula function: a case study of the Litija station on the Sava River. *Hydrological Processes*, 29: 225–238.

Timonina, A., Hochrainer-Stigler, S., Pflug, G., Jongman, B., Rojas, R. 2015. Structured coupling of probability loss distributions: Assessing joint flood risk in multiple river basins. *Risk Analysis*. 18 str.

Toumi, R., Restell, L. 2014. Catastrophe modeling and climate change. 41 str.
<https://www.lloyds.com/~media/lloyds/reports/emerging%20risk%20reports/cc%20and%20modelling%20template%20v6.pdf> (Pridobljeno 8. 12. 2014.)

Trobec, T. 2011. Vodogradbeni protipoplavni ukrepi za varstvo pred škodljivim delovanjem hudourniških poplav kot sestavni del obvladovanja poplavnega tveganja. *Razprave*. 35: 103-124.

U.S. Department of Transportation. 2002. Highway Hydrology. Hydraulic Design Series No. 2, Second edition. Federal Highway Administration. National Highway Institute. 90 str.
<http://www.cedengineering.com/upload/Hydrology%20-%20Flood%20Data.pdf>
(Pridobljeno 9. 5. 2015.)

Westen, van, C. (ur.) 2009. Multi-hazard risk assessment. United Nations University – ITC School on Disaster Geoinformation Management. Twente. United Nations University: 371 str.

Willis Limited Limited. 2007. Catastrophe modelling basics. London, Willis Limited Limited: 43 str.

Willis Limited Limited. 2014. Central and Eastern Europe flood model. London, Willis Limited Limited: 63 str.

Zorn, M., Komac, B., 2011. Naravne nesreče v Sloveniji. Idrijski razgledi. 56,1: 16–25.

Zorn, M., Komac, B. 2012. Škoda zaradi naravnih nesreč v Sloveniji in svetu med letoma 1995 in 2010. Acta geographica Slovenica. 51,1: 7–41.

KAZALO PRILOG

Priloga A: Obravnavane postaje	A1
Priloga B: Izsek iz pozavarovalne pogodbe	B1
Priloga C: Rezultati testiranja ustreznosti porazdelitev letnih konic pretoka	C1
Priloga D: Rezultati testov za izbiro primernih porazdelitev letnih konic pretoka	D1
Priloga E: Rezultati testov za izbiro primernih porazdelitev izbranih poplavnih dogodkov	E1

»Ta stran je namenoma prazna.«

PRILOGA A: Obravnavane postaje

Šifra	Ime postaje	Vodotok	Delež prisotnih podatkov	Zemljepisna širina	Zemljepisna dolžina
1060	Gornja Radgona I	Mura	1,00	16,0003	46,6815
1070	Petanjci	Mura	0,98	16,0592	46,6488
1140	Pristava I	Ščavnica	1,00	16,2367	46,5189
1165	Nuskova	Ledava	1,00	16,0325	46,8104
1220	Polana I	Ledava	1,00	16,1421	46,6784
1260	Čentiba	Ledava	1,00	16,4826	46,5356
1355	Hodoš I	Velika Krka	1,00	16,3380	46,8145
2150	Borl I	Drava	1,00	16,0011	46,3713
2210	Topla	Meža	0,96	14,8087	46,4665
2220	Črna	Meža	1,00	14,8532	46,4707
2240	Podklanc I	Meža	0,92	15,0192	46,5699
2250	Otiški Vrh I	Meža	0,99	15,0308	46,5781
2311	Žerjav I	Jazbina	1,00	14,8951	46,4848
2340	Mislinja	Mislinja	0,92	15,2490	46,4634
2390	Otiški Vrh I	Mislinja	0,91	15,0421	46,5679
2560	Ruše	Lobnica	1,00	15,4965	46,5348
2600	Zreče	Dravinja	1,00	15,3882	46,3802
2610	Dražava	Dravinja	1,00	15,4961	46,3211
2640	Makole	Dravinja	1,00	15,6753	46,3196
2652	Videm	Dravinja	1,00	15,9079	46,3686
2670	Dražava	Oplotnica	1,00	15,4979	46,3260
2719	Podlehnik I	Rogatnica	1,00	15,8833	46,3328
2880	Gočova	Pesnica	1,00	15,8735	46,5571
2900	Zamušani I	Pesnica	0,99	16,0389	46,4144
3015	Kranjska Gora	Sava Dolinka	1,00	13,7960	46,4891
3040	Dovje	Sava Dolinka	1,00	13,9658	46,4613
3060	Jesenice	Sava Dolinka	0,99	14,0590	46,4342
3080	Blejski most	Sava Dolinka	0,90	14,1393	46,3679
3100	Mojstrana I	Bistrica	0,99	13,9461	46,4617
3180	Podhom	Radovna	1,00	14,0904	46,3938
3200	Sveti Janez	Sava Bohinjka	1,00	13,8913	46,2786
3220	Soteska	Sava Bohinjka	1,00	14,0423	46,2985
3285	Stara Fužina I	Mostnica	0,94	13,8989	46,2888
3300	Stara Fužina II	Mostnica	1,00	13,8939	46,2832
3320	Bohinjska Bistrica	Bistrica	1,00	13,9548	46,2739
3420	Radovljica I	Sava	1,00	14,1701	46,3404
3465	Okroglo	Sava	0,96	14,3244	46,2563
3500	Prebačevo	Sava	1,00	14,3958	46,2126
3530	Medno	Sava	0,95	14,4452	46,1228

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Priloge A

3650	Litija I	Sava	1,00	14,8277	46,0559
3725	Hrastnik	Sava	1,00	15,0955	46,1221
3740	Radeče	Sava	1,00	15,1860	46,0718
4050	Preska	Tržiška Bistrica	0,98	14,3043	46,3582
4070	Zgornje Duplje	Tržiška Bistrica	1,00	14,2927	46,3006
4120	Kokra I	Kokra	1,00	14,5036	46,3062
4150	Britof I	Kokra	1,00	14,3901	46,2615
4155	Kranj II	Kokra	0,91	14,3643	46,2434
4215	Žiri II	Poljanska Sora	0,95	14,1127	46,0420
4240	Zminec I	Poljanska Sora	0,96	14,2954	46,1538
4270	Železniki	Selška Sora	1,00	14,1665	46,2223
4480	Nevlje I	Nevljica	1,00	14,6296	46,2332
4560	Moste I	Pšata	0,94	14,5522	46,1937
4570	Topole	Pšata	1,00	14,5674	46,1741
4626	Zagorje II	Medija	0,92	15,0011	46,1279
4660	Martinja vas I	Mirna	1,00	15,1406	45,9607
4690	Gabrje I	Mirna	1,00	15,2192	45,9876
4695	Jelovec	Mirna	1,00	15,2351	45,9889
4705	Orešje	Sevnična	0,92	15,3000	46,0373
4820	Petrina	Kolpa	1,00	14,8565	45,4641
4850	Radenci II	Kolpa	1,00	15,0966	45,4650
4860	Metlika	Kolpa	1,00	15,3277	45,6351
4883	Zamost I	Čabranka	1,00	14,6908	45,5334
4970	Gradac	Lahinja	1,00	15,2474	45,6157
5030	Vrhnika	Ljubljana	1,00	14,3048	45,9665
5078	Moste I	Ljubljana	1,00	14,5492	46,0557
5130	Mirke I	Velika Ljubljana	1,00	14,3041	45,9542
5150	Mirke	Mala Ljubljana	1,00	14,3016	45,9586
5240	Verd I	Ljubija	0,98	14,3133	45,9577
5270	Bistra I	Bistra	1,00	14,3440	45,9501
5330	Borovnica	Borovniščica	0,91	14,3744	45,9166
5480	Razori	Gradaščica	0,93	14,4400	46,0522
5500	Dvor	Gradaščica	0,97	14,3497	46,0626
5540	Razori	Šujica	1,00	14,4425	46,0484
5590	Pudob	Veliki Obrh	0,97	14,4805	45,7007
5770	Cerknica I	Cerkniščica	0,97	14,3694	45,7942
5820	Postojnska jama	Pivka	1,00	14,2079	45,7827
5870	Most v Malne	Unica	0,94	14,2587	45,8282
5880	Hasberg	Unica	1,00	14,2686	45,8288
5910	Malni	Malenščica	0,92	14,2598	45,8232

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Priloge A

5930	Hotedrščica	Hotenjka	0,90	14,1459	45,9306
5950	Rovte	Rovtarica	0,90	14,1914	45,9650
6020	Solčava I	Savinja	0,97	14,6979	46,4200
6050	Ljubno	Savinja	1,00	14,8394	46,3402
6060	Nazarje	Savinja	1,00	14,9573	46,3216
6200	Laško I	Savinja	0,92	15,2384	46,1543
6210	Veliko Širje I	Savinja	0,95	15,1972	46,0923
6240	Kraše	Dreta	1,00	14,9050	46,2850
6250	Pusto Polje	Dreta	0,94	14,9293	46,2953
6260	Zgornji Dolič	Paka	0,91	15,1797	46,4205
6300	Šoštanj	Paka	0,97	15,0532	46,3761
6330	Šmartno	Paka	1,00	15,0361	46,3290
6340	Rečica	Paka	0,99	15,0431	46,3214
6415	Gaberke	Velunja	1,00	15,0827	46,3934
6520	Kapla	Bolska	0,90	15,0253	46,2548
6550	Dolenja vas II	Bolska	0,95	15,0977	46,2395
6630	Levec I	Ložnica	1,00	15,2250	46,2442
6691	Črnolica I	Voglajna	0,99	15,4276	46,2001
6705	Šentjur I	Voglajna	1,00	14,4974	46,3169
6720	Celje II	Voglajna	1,00	15,2881	46,2323
6760	Grobelno	Slomščica	1,00	15,4456	46,2143
6790	Škofja Vas	Hudinja	1,00	15,2915	46,2650
6800	Spodnja Hudinja	Hudinja	0,92	15,2895	46,2416
6835	Vodiško I	Gračnica	1,00	15,2385	46,1072
7030	Podbukovje	Krka	1,00	14,7906	45,8771
7040	Dvor	Krka	1,00	14,9696	45,8082
7110	Gorenja Gomila	Krka	1,00	15,2904	45,8678
7160	Podbočje	Krka	0,98	15,4602	45,8651
7310	Rožni Vrh	Temenica	0,98	15,0013	45,9080
7340	Prečna	Prečna	1,00	15,1135	45,8150
7370	Klevevž	Radulja	1,00	15,2398	45,9065
7380	Škocjan	Radulja	1,00	15,2967	45,9078
7430	Podbočje	Sušica	0,94	15,4718	45,8650
7488	Prigorica I	Ribnica	1,00	14,7425	45,7126
8020	Zgornja Soča	Soča	0,95	13,6894	46,3428
8031	Kršovec I	Soča	1,00	13,6033	46,3373
8080	Kobarid I	Soča	0,97	13,5910	46,2477
8180	Solkan I	Soča	0,95	13,6599	45,9819
8210	Trenta	Zadnjica	1,00	13,7584	46,3821
8242	Kal-Koritnica I	Koritnica	0,98	13,5800	46,3418

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Priloge A

8270	Žaga	Učja	1,00	13,4824	46,3101
8330	Tolmin	Tolminka	0,92	13,7402	46,1875
8350	Podroteja I	Idrijca	1,00	14,0354	45,9871
8380	Spodnja Idrija I	Idrijca	1,00	14,0288	46,0384
8410	Dolenja Trebuša	Idrijca	1,00	13,8450	46,0969
8450	Hotešk	Idrijca	0,95	13,7984	46,1287
8454	Cerkno III	Cerknica	0,92	13,9835	46,1217
8460	Cerkno	Cerknica	1,00	13,9654	46,1131
8480	Dolenja Trebuša	Trebuša	1,00	13,8373	46,0949
8500	Bača pri Modreju	Bača	0,93	13,7802	46,1559
8550	Vipava	Vipava	1,00	13,9675	45,8445
8565	Dolenje	Vipava	1,00	13,9060	45,8665
8590	Dornberk	Vipava	0,98	13,7484	45,8885
8601	Miren I	Vipava	1,00	13,6126	45,8944
8610	Podnanos	Močilnik	0,99	13,9783	45,7994
8630	Ajdovščina I	Hubelj	1,00	13,9097	45,8940
8660	Volčja Draga	Lijak	1,00	13,6879	45,9000
8690	Golo Brdo	Idrija	1,00	13,5020	46,0537
9050	Cerkvenikov mlin	Reka	1,00	14,0655	45,6552
9210	Kubed II	Rižana	0,91	13,8808	45,5329

PRILOGA B: Izsek iz pozavarovalne pogodbe

UMR : [REDACTED]
Reinsured : [REDACTED]
Type : [REDACTED]

DEFINITION OF LOSS OCCURRENCE

The words "loss occurrence" shall mean all individual losses directly occasioned by one and the same occurrence. However, provided that the following perils are covered, the duration and extent of any loss occurrence so defined shall be limited to:-

- (a) 96 consecutive hours as regards hurricane, typhoon, cyclone, windstorm, rainstorm, hailstorm and/or tornado
- (b) 168 consecutive hours as regards earthquake, seaquake, tidal wave and/or volcanic eruption
- (c) 504 consecutive hours as regards flood losses
- (d) 72 consecutive hours and within the limits of one city, town or village as regards riots, civil commotions and malicious damage
- (e) 168 consecutive hours for any "loss occurrence" of whatsoever nature not included in a), b), c) and d) above.

The Reinsured may choose the date and time when any such period of consecutive hours commences provided that no period commences earlier than the date and time of the first recorded recoverable individual loss from this event or catastrophe to the Reinsured and provided that no two periods of consecutive hours will overlap.

Notwithstanding the above, as regards loss or losses from collapse caused by weight of snow and water damage from burst pipes due to freeze only, the Reinsured shall have the option to deem any one Loss Occurrence to be in the aggregate of all such individual losses which occur during the period of this contract (One year).

TWO RISK WARRANTY CLAUSE (EXCEPT FOR PROBABLE MAXIMUM LOSS ERROR)

It is hereby warranted that no claim will be payable under this Contract unless the Ultimate Net Loss includes payments by the Reinsured under business the subject matter hereof in respect of two or more risks.

TERMINATION CLAUSE

Either party shall have the right to terminate this Contract immediately by giving the other party notice: -

- (a) if the performance of the whole or any part of this Contract be prohibited or rendered impossible de jure or de facto in particular and without prejudice to the generality of the preceding words in consequence of any law or regulation which is or shall be in force in any country or territory or if any law or regulation shall prevent directly or indirectly the remittance of any or all or any part of the balance of payments due to or from either party;

»Ta stran je namenoma prazna.«

PRILOGA C: Rezultati testiranja ustreznosti porazdelitev letnih konic pretoka

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_1060				
GAM	0,066	0,09565439	0,09910512	39,65181
GEV	0,017	0,0968452	0,08808336	42,81467
GLO	0,007	0,10816852	0,09213688	55,49534
GPA	0,038	0,08717546	0,08434434	44,26988
GUM	0,071	0,09751017	0,10169643	46,61599
LN3	0,033	0,09975383	0,09478233	81,95422
LPE3	0,03	0,09187585	0,08751876	46,71631
PE3	0,025	0,09499489	0,09079326	39,91148
WEI	0,05	0,08994361	0,08974507	38,98374

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_1070				
GAM	0,159	0,0989089	0,11495736	49,53203
GEV	0,056	0,09937242	0,1007715	43,34014
GLO	0,025	0,11282744	0,10479797	58,64639
GPA	0,498	0,07220213	0,09791408	26,59726
GUM	0,167	0,10177001	0,11877044	60,70535
LN3	0,004	0,13518625	0,11050406	105,11802
LPE3	0,101	0,09361945	0,10114142	43,89675
PE3	0,051	0,10143918	0,10152204	44,28693
WEI	0,119	0,09350301	0,10251598	56,93151

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_1140				
GAM	0,616	0,0725404	0,10897537	1,1823932
GEV	0,874	0,05697752	0,09625982	0,9644214
GLO	0,449	0,07502742	0,09943987	1,2728269
GPA	0,019	0,11086717	0,09836066	3,2489297
GUM	0,57	0,07575848	0,11431955	1,4254922
LN3	0,01	0,11745498	0,10175922	2,818435
LPE3	0,924	0,05317223	0,09889609	1,1011282
PE3	0,863	0,05767618	0,09721381	0,9733028
WEI	0,478	0,07224365	0,0977951	1,1219938

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_1165				
GAM	0,557	0,12722	0,1858731	1,829669
GEV	0,234	0,1405098	0,1690549	1,755347
GLO	0,131	0,1573287	0,1744621	2,041797
GPA	0,728	0,1070488	0,1619265	1,273933
GUM	0,481	0,1338695	0,1934795	1,818226
LN3	0,062	0,1768905	0,1851441	2,761394
LPE3	0,423	0,1215791	0,1635096	1,561489
PE3	0,304	0,1366303	0,1720706	1,683644
WEI	0,511	0,1239087	0,1741526	1,811761

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_1220				
GAM	0,545	0,07680449	0,11048535	1,869697
GEV	0,656	0,06707458	0,10204951	1,831607
GLO	0,487	0,07489955	0,10496075	2,477556
GPA	0,041	0,0977688	0,09676486	4,084843
GUM	0,662	0,07335746	0,11790746	1,905859
LN3	0,021	0,11855352	0,1073772	3,702305
LPE3	0,51	0,07070772	0,10038745	1,631947
PE3	0,774	0,06338066	0,10372859	1,71714
WEI	0,435	0,0751234	0,10207421	1,644435

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_1260				
GAM	0,179	0,10884004	0,1302648	2,856632
GEV	0,391	0,08666373	0,1124755	2,823738
GLO	0,682	0,07658198	0,1165849	2,732208
GPA	0,065	0,10694956	0,1087162	5,74263
GUM	0,165	0,11487918	0,1355993	2,877988
LN3	0,001	0,16740912	0,1204897	4,806443
LPE3	0,29	0,0900444	0,1107561	3,507389
PE3	0,408	0,08635358	0,1149066	2,834534
WEI	0,048	0,11572273	0,1151399	3,088995

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_1355				
GAM	0,3	0,10633419	0,1387049	2,173982
GEV	0,063	0,11786524	0,119653	2,60072
GLO	0,04	0,12985866	0,1250928	3,063989
GPA	0,288	0,09662856	0,1170304	1,923264
GUM	0,202	0,11983801	0,1467546	2,558018
LN3	0,022	0,13804251	0,1307489	3,554919
LPE3	0,237	0,09805107	0,1179726	2,009532
PE3	0,238	0,10496482	0,1279863	2,164507
WEI	0,26	0,10210829	0,1245021	2,064104

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2150				
GAM	0,365	0,13086	0,1726919	159,577
GEV	0,168	0,1359501	0,1540543	153,3144
GLO	0,363	0,1234749	0,159234	149,8679
GPA	0,049	0,1483114	0,1479212	220,8315
GUM	0,331	0,1373373	0,1811095	152,7091
LN3	0,018	0,1886482	0,1655183	144,7349
LPE3	0,375	0,1141707	0,1489189	175,602
PE3	0,16	0,1394001	0,1592549	157,0022
WEI	0,141	0,140163	0,1557525	162,3287

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2210				
GAM	0,448	0,12978267	0,1835051	1,635163
GEV	0,904	0,09231391	0,1608891	1,28801
GLO	0,651	0,11038557	0,1654602	1,531341
GPA	0,26	0,125	0,1553541	1,829511
GUM	0,322	0,14495086	0,1901852	1,900387
LN3	0,015	0,19260257	0,1743586	2,832448
LPE3	0,927	0,08595809	0,1598854	1,307558
PE3	0,849	0,09694729	0,1600583	1,327441
WEI	0,282	0,13346843	0,1638187	1,689668

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2220				
GAM	0,777	0,076025	0,1315602	2,333179
GEV	0,219	0,09775029	0,1153184	1,97017
GLO	0,135	0,10728094	0,1190126	1,840858
GPA	0,001	0,18998667	0,1333333	4,630479
GUM	0,438	0,09629724	0,1369557	1,986375
LN3	0,047	0,11985679	0,1177451	1,854897
LPE3	0,39	0,08629812	0,1128413	2,162822
PE3	0,358	0,09225861	0,1180483	2,089272
WEI	0,577	0,0805516	0,1132271	2,488512

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2240				
GAM	0,263	0,1213521	0,151828	7,277136
GEV	0,213	0,1128083	0,1327593	6,416568
GLO	0,076	0,1319018	0,1371363	7,799519
GPA	0,27	0,1047095	0,1257786	7,253336
GUM	0,192	0,1314509	0,15988	8,252763
LN3	0,027	0,153169	0,1442878	12,229752
LPE3	0,33	0,1035059	0,1298107	6,085517
PE3	0,21	0,1140513	0,133336	6,498281
WEI	0,2	0,1160482	0,1360215	7,148662

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2250				
GAM	0,044	0,11472055	0,1128092	15,48774
GEV	0,226	0,08460474	0,10326086	10,63162
GLO	0,587	0,07088933	0,10669114	12,00616
GPA	0	0,15339846	0,09677419	27,04482
GUM	0,116	0,10480859	0,1169452	13,7972
LN3	0,088	0,09703243	0,10466294	10,22117
LPE3	0,116	0,09011161	0,09954309	10,04189
PE3	0,033	0,11058365	0,10559286	10,58212
WEI	0,032	0,10515151	0,10003714	14,79613

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2311				
GAM	0,567	0,1138839	0,1756834	0,8078964
GEV	0,234	0,128491	0,153696	0,7370645
GLO	0,462	0,1173186	0,1596518	0,8180175
GPA	0,181	0,1281994	0,1487649	0,9685674
GUM	0,522	0,1182746	0,1860012	0,7667329
LN3	0,006	0,193873	0,1651375	0,88567
LPE3	0,281	0,1214155	0,1494134	0,720619
PE3	0,214	0,1336557	0,1617845	0,7331969
WEI	0,093	0,1471148	0,1571934	0,7274323

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2340				
GAM	0,469	0,1330911	0,1858871	0,948234
GEV	0,356	0,1317602	0,1692149	1,0287975
GLO	0,27	0,1428541	0,1756143	1,2117155
GPA	0,308	0,1333911	0,1653779	0,8821399
GUM	0,517	0,1302144	0,1934795	1,0284803
LN3	0,03	0,197385	0,1851118	1,6372968
LPE3	0,268	0,1332672	0,1637947	0,8964154
PE3	0,469	0,1257324	0,1736585	0,9622633
WEI	0,208	0,1493405	0,178344	1,032355

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2390				
GAM	0,135	0,10693242	0,1205672	8,406792
GEV	0,415	0,08281185	0,1107753	6,229889
GLO	0,247	0,09289829	0,1141752	6,987885
GPA	0	0,13419082	0,1020885	14,146148
GUM	0,134	0,11159633	0,1260787	8,405971
LN3	0,446	0,08257991	0,1143667	6,012914
LPE3	0,578	0,07333039	0,1046722	5,504889
PE3	0,41	0,08454724	0,1149669	6,179457
WEI	0,112	0,0992742	0,1084258	8,242822

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2560				
GAM	0,608	0,1339376	0,2020458	2,548009
GEV	0,913	0,1122815	0,1906271	2,309781
GLO	0,887	0,1168957	0,1950586	2,449737
GPA	0,423	0,1416525	0,1861158	1,999118
GUM	0,734	0,125185	0,2094583	2,622922
LN3	0,603	0,1355568	0,2091706	2,058003
LPE3	0,897	0,1072265	0,1899672	1,79682
PE3	0,427	0,1621371	0,25	1,808243
WEI	0,389	0,1492111	0,2023278	1,990386

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2600				
GAM	0,91	0,07141688	0,1375524	1,1287465
GEV	0,345	0,09571716	0,1231369	0,9352398
GLO	0,403	0,09505345	0,1259529	1,0418763
GPA	0,674	0,07998156	0,1188011	1,2735133
GUM	0,906	0,07233406	0,1451949	1,2214432
LN3	0,023	0,14876153	0,1316226	0,9754156
LPE3	0,331	0,09316962	0,1167529	0,8182198
PE3	0,443	0,09299095	0,129099	0,9390616
WEI	0,381	0,09422507	0,1264929	0,9485285

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2610				
GAM	0,264	0,1798229	0,2264764	1,960997
GEV	0,852	0,1189109	0,1880228	1,216086
GLO	0,59	0,1409375	0,1993602	1,724086
GPA	0,849	0,1203725	0,1875	1,105094
GUM	0,142	0,2075882	0,2373052	2,551028
LN3	0,013	0,2427763	0,2366324	3,451777
LPE3	0,834	0,1194048	0,1921003	1,245092
PE3	0,784	0,1243338	0,1906434	1,35667
WEI	0,077	0,1928723	0,2018196	2,365096

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2640				
GAM	0,852	0,0742059	0,1383222	2,709228
GEV	0,829	0,07249921	0,1189468	2,786976
GLO	0,551	0,08689166	0,1219266	3,434203
GPA	0,61	0,07986241	0,1152976	4,539107
GUM	0,5	0,09484412	0,1451949	3,017416
LN3	0,012	0,15091047	0,1274645	5,902093
LPE3	0,731	0,07501474	0,1162318	2,588582
PE3	0,862	0,07099519	0,1224805	2,753008
WEI	0,38	0,09294503	0,1225115	2,880232

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2652				
GAM	0,857	0,05673179	0,10524214	8,560883
GEV	0,921	0,05132936	0,09351019	7,960884
GLO	0,914	0,05327147	0,0972283	9,379405
GPA	0,004	0,10673733	0,08814759	18,975122
GUM	0,941	0,05267622	0,11104192	8,022244
LN3	0,194	0,08314163	0,09938007	10,757732
LPE3	0,904	0,0509922	0,09091618	7,717353
PE3	0,913	0,05230331	0,09533365	7,82257
WEI	0,797	0,05682344	0,09340737	8,515636

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2670				
GAM	0,343	0,11118898	0,1465826	1,22191
GEV	0,317	0,10108205	0,1233657	1,081291
GLO	0,599	0,09039398	0,1288243	1,20508
GPA	0	0,16216216	0,1351351	2,06935
GUM	0,208	0,1253749	0,1542558	1,608538
LN3	0,008	0,15173832	0,134501	2,172559
LPE3	0,292	0,10063858	0,1246742	1,089778
PE3	0,399	0,09748094	0,1264773	1,10107
WEI	0,06	0,12490339	0,127047	1,295651

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2719				
GAM	0,002	0,1873716	0,1399755	1,535312
GEV	0,009	0,1420871	0,1259657	1,284989
GLO	0,048	0,12958	0,1291231	1,308465
GPA	0	0,3018447	0,15	2,632061
GUM	0,032	0,1566231	0,1455933	1,36301
LN3	0,011	0,1451946	0,1280331	1,295267
LPE3	0,007	0,1447495	0,1229176	1,347019
PE3	0,011	0,1529625	0,1303547	1,324179
WEI	0	0,1928942	0,123572	1,589257

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2880				
GAM	0,288	0,10303563	0,1311344	2,42419
GEV	0,357	0,08778899	0,1121851	1,528387
GLO	0,1	0,10839568	0,1170911	2,105888
GPA	0,11	0,10963889	0,1146933	2,500028
GUM	0,148	0,1186244	0,1369557	2,970894
LN3	0,002	0,15754624	0,1187035	4,314982
LPE3	0,57	0,07813829	0,1129918	1,414942
PE3	0,264	0,09362758	0,1131822	1,631344
WEI	0,223	0,09742162	0,1132572	2,204478

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_2900				
GAM	0,242	0,08537884	0,1086967	4,973428
GEV	0,333	0,07235622	0,09228402	3,311463
GLO	0,078	0,09179989	0,09675337	4,64615
GPA	0,354	0,07049449	0,09056658	4,24943
GUM	0,154	0,09525589	0,11391999	5,735489
LN3	0,005	0,1291222	0,09953049	9,842514
LPE3	0,636	0,06156414	0,09516517	2,881653
PE3	0,251	0,0765688	0,09375955	3,443398
WEI	0,206	0,08020095	0,09503924	4,868065

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3015				
GAM	0,075	0,1801653	0,1899685	4,327877
GEV	0,816	0,1078375	0,1758076	5,331227
GLO	0,786	0,1106961	0,1798583	5,611338
GPA	0,502	0,1270289	0,1788617	5,177557
GUM	0,062	0,1872588	0,1901852	6,057033
LN3	0,23	0,1531525	0,1976621	4,965099
LPE3	0,651	0,1081301	0,161181	3,210926
PE3	0,824	0,1277385	0,25	3,689651
WEI	0,755	0,1221976	0,2083333	3,879066

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3040				
GAM	0,181	0,1815785	0,2118574	12,783747
GEV	0,823	0,1275652	0,1981156	12,789762
GLO	0,832	0,1295453	0,2036694	13,460212
GPA	0,414	0,1535132	0,2026097	12,494188
GUM	0,257	0,1734969	0,2205963	12,984582
LN3	0,258	0,1738017	0,2228935	12,866736
LPE3	0,814	0,1256588	0,2068237	9,874634
PE3	0,946	0,1246465	0,2593916	9,494814
WEI	0,844	0,1317244	0,2254519	9,964736

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3060				
GAM	0,218	0,0728971	0,08673923	12,30131
GEV	0,288	0,06460237	0,08304212	7,201132
GLO	0,475	0,05976287	0,08583683	6,942643
GPA	0,001	0,11271557	0,07506667	18,738993
GUM	0,292	0,07111201	0,09081777	11,847646
LN3	0,034	0,08753216	0,08492053	6,527073
LPE3	0,265	0,0629895	0,07798029	8,828637
PE3	0,048	0,08588285	0,08525457	9,062934
WEI	0,041	0,08151822	0,080584	12,039665

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3080				
GAM	0,285	0,10093773	0,1283103	15,72894
GEV	0,101	0,10780037	0,1169231	12,71402
GLO	0,046	0,12141065	0,1193196	14,21886
GPA	0,356	0,08695156	0,1108374	16,26678
GUM	0,237	0,10796212	0,1343928	14,97223
LN3	0,019	0,13642695	0,123926	14,79036
LPE3	0,117	0,10279406	0,1116366	10,93543
PE3	0,4	0,08884492	0,1201302	12,30077
WEI	0,526	0,08221658	0,1182137	12,0697

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3100				
GAM	0,017	0,15757161	0,1402741	8,280083
GEV	0,566	0,0945531	0,1381462	7,023776
GLO	0,754	0,08724452	0,1417899	7,219797
GPA	0,01	0,14805192	0,1294719	7,894089
GUM	0,006	0,18828827	0,1472504	8,879606
LN3	0,252	0,11211081	0,1449731	6,851927
LPE3	0,671	0,08517057	0,1254158	7,501985
PE3	0,386	0,16574033	0,2368421	6,427345
WEI	0,025	0,14582751	0,1379349	7,824708

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3180				
GAM	0,807	0,05454986	0,09769467	5,49898
GEV	0,538	0,05996401	0,08672824	3,443871
GLO	0,275	0,07221447	0,09188217	3,245655
GPA	0,142	0,07409582	0,0815647	8,291146
GUM	0,902	0,05043151	0,10204957	4,048231
LN3	0,021	0,1003144	0,09275198	3,628943
LPE3	0,581	0,0578647	0,08530303	3,400833
PE3	0,836	0,05094888	0,09043854	3,877762
WEI	0,954	0,04456756	0,0879288	4,335996

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3200				
GAM	0,96	0,05286701	0,10725475	4,586784
GEV	0,694	0,06361777	0,09682737	3,536956
GLO	0,39	0,0762488	0,10132946	4,875921
GPA	0,353	0,07300946	0,09260041	7,06065
GUM	0,905	0,05821211	0,11113782	3,611093
LN3	0,065	0,0994342	0,10295701	7,310931
LPE3	0,676	0,0624761	0,09617613	3,244425
PE3	0,9	0,05589034	0,09904848	3,116084
WEI	0,94	0,05376836	0,09725973	2,982357

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3220				
GAM	0,983	0,04899857	0,10905737	8,284819
GEV	0,962	0,0500213	0,09528938	8,62583
GLO	0,698	0,06400128	0,09802517	13,089785
GPA	0,087	0,08894357	0,09302591	24,373122
GUM	0,943	0,05391351	0,11553637	10,936952
LN3	0,233	0,08303006	0,09961068	23,082975
LPE3	0,983	0,04549269	0,09430927	7,989613
PE3	0,975	0,04905909	0,09539743	8,280862
WEI	0,962	0,05053037	0,09448989	8,203384

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3285				
GAM	0,349	0,1723199	0,2268915	7,088366
GEV	0,792	0,1378615	0,2067388	6,775631
GLO	0,773	0,140888	0,2095137	7,251893
GPA	0,304	0,1608746	0,1952196	6,068738
GUM	0,46	0,1652312	0,2373052	6,895569
LN3	0,506	0,1575671	0,2213108	6,441964
LPE3	0,699	0,1382467	0,2065451	5,814416
PE3	0,286	0,1790588	0,246081	5,740512
WEI	0,471	0,1560283	0,2094214	6,011423

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3300				
GAM	0,763	0,06792531	0,11597487	3,661043
GEV	0,649	0,06915012	0,10382217	3,867079
GLO	0,475	0,07760541	0,1075376	4,897808
GPA	0,794	0,06293433	0,09989408	3,320495
GUM	0,766	0,06939124	0,119628	3,879723
LN3	0,013	0,13228947	0,11214309	7,717058
LPE3	0,631	0,06830883	0,10024442	3,712754
PE3	0,738	0,06616086	0,1061022	3,437949
WEI	0,356	0,0811214	0,10438806	3,595928

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3320				
GAM	0,112	0,1174897	0,1296751	6,010529
GEV	0,008	0,1387344	0,1186319	4,100828
GLO	0,046	0,1244347	0,1226319	4,194406
GPA	0	0,217081	0,1276596	10,28941
GUM	0,094	0,123509	0,1343928	5,217335
LN3	0,008	0,1418562	0,1187591	4,460057
LPE3	0,003	0,1395527	0,1121449	4,556696
PE3	0,001	0,1683591	0,1243141	4,431959
WEI	0,021	0,1256021	0,1127245	6,291365

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3420				
GAM	0,748	0,05055443	0,08573307	12,94855
GEV	0,364	0,0576644	0,07640494	12,8089
GLO	0,162	0,06867397	0,07856836	19,4498
GPA	0,001	0,10592939	0,07619048	47,75911
GUM	0,353	0,06625517	0,08871491	13,5014
LN3	0,001	0,11108001	0,07897624	31,14947
LPE3	0,329	0,05852729	0,07467537	11,85443
PE3	0,461	0,05536268	0,07771563	12,18846
WEI	0,593	0,05192176	0,07642177	12,53481

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3465				
GAM	0,585	0,11230444	0,1756055	35,40216
GEV	0,531	0,10989608	0,1522378	37,18544
GLO	0,47	0,11614148	0,1584836	44,39313
GPA	0,795	0,09593919	0,1499486	27,75447
GUM	0,674	0,10920915	0,1860012	37,90291
LN3	0,042	0,16985253	0,1675016	63,0224
LPE3	0,641	0,10192333	0,1507585	38,33626
PE3	0,578	0,10898425	0,1584519	34,85356
WEI	0,44	0,11755139	0,1590144	39,19417

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3500				
GAM	0,021	0,1694671	0,1534694	52,05761
GEV	0,126	0,1206457	0,1315685	36,84726
GLO	0,04	0,139611	0,1350507	47,86578
GPA	0,162	0,1155205	0,1311836	35,79866
GUM	0,014	0,1888107	0,1623223	63,67813
LN3	0,001	0,2288155	0,1431263	95,37254
LPE3	0,127	0,1218565	0,1328497	34,62755
PE3	0,093	0,1249576	0,1311786	39,41849
WEI	0,002	0,1788356	0,1375076	61,77755

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3530				
GAM	0,442	0,10448405	0,1479625	39,46949
GEV	0,267	0,10614525	0,1276849	40,49583
GLO	0,11	0,1224709	0,1344939	51,20196
GPA	0,772	0,08111538	0,1225155	26,39759
GUM	0,375	0,11289651	0,1548029	47,00728
LN3	0,082	0,13248426	0,1387083	80,26272
LPE3	0,27	0,10450322	0,1271622	42,30386
PE3	0,303	0,10510566	0,1318294	39,55334
WEI	0,33	0,10396709	0,133057	44,82832

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3650				
GAM	0,311	0,06141671	0,08021505	36,88041
GEV	0,598	0,0472359	0,0696903	27,71709
GLO	0,113	0,06571938	0,07229995	49,19766
GPA	0,003	0,11666667	0,09155064	109,85051
GUM	0,072	0,08057321	0,08378816	64,95303
LN3	0	0,11273238	0,07361689	104,74658
LPE3	0,475	0,05000799	0,07011071	26,57722
PE3	0,513	0,04935389	0,07014257	29,44878
WEI	0,091	0,06591533	0,07032628	33,39657

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3725				
GAM	0,087	0,1806331	0,1921638	98,83423
GEV	0,088	0,1649149	0,1766188	93,91115
GLO	0,047	0,1801256	0,179338	105,27238
GPA	0,352	0,1356505	0,1740084	77,22573
GUM	0,16	0,1736612	0,2002363	90,92977
LN3	0,055	0,1892123	0,1910329	122,77014
LPE3	0,207	0,1486713	0,1795086	89,46129
PE3	0,332	0,1420147	0,1893053	80,70348
WEI	0,299	0,1435544	0,1843033	83,27285

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_3740				
GAM	0,334	0,0708024	0,09529624	71,23705
GEV	0,1	0,07700463	0,08372517	50,5656
GLO	0,601	0,0586514	0,08724335	59,1038
GPA	0,002	0,12449601	0,08782288	210,60954
GUM	0,257	0,07725615	0,09921488	50,33124
LN3	0,008	0,10478226	0,08678553	77,57974
LPE3	0,08	0,07864748	0,08337574	50,29371
PE3	0,056	0,08512933	0,08614924	54,16135
WEI	0,05	0,08420334	0,08361625	71,66069

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4050				
GAM	0,911	0,06080564	0,1183615	3,642302
GEV	0,73	0,06678834	0,1051743	3,314017
GLO	0,437	0,07949807	0,1080836	3,325587
GPA	0,059	0,09926195	0,101011	8,242432
GUM	0,712	0,07358746	0,1234222	3,133252
LN3	0,016	0,12265493	0,1106266	4,19304
LPE3	0,718	0,0656356	0,1033571	3,293514
PE3	0,739	0,06709247	0,104248	3,44782
WEI	0,543	0,07356072	0,1031259	3,649334

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4070				
GAM	0,369	0,10080015	0,1375517	5,950011
GEV	0,161	0,10580238	0,1205449	6,600862
GLO	0,069	0,12011074	0,1234475	8,15878
GPA	0,641	0,08065831	0,1175929	3,477219
GUM	0,349	0,10451951	0,1451949	6,514625
LN3	0,046	0,13194313	0,1307811	11,611635
LPE3	0,234	0,09811742	0,1160939	7,058554
PE3	0,286	0,09922535	0,1246274	5,838598
WEI	0,291	0,09952568	0,1251505	6,072144

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4120				
GAM	0,116	0,08519993	0,09347756	6,141108
GEV	0,455	0,05881738	0,08062338	2,914054
GLO	0,08	0,08046036	0,0856589	4,903
GPA	0,036	0,09479813	0,08988764	7,558925
GUM	0,068	0,09509002	0,09824261	7,282042
LN3	0,001	0,13145192	0,08763998	11,578395
LPE3	0,919	0,04352251	0,08286064	2,646592
PE3	0,337	0,06367129	0,08214598	3,150293
WEI	0,167	0,07135332	0,08254792	4,719113

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4150				
GAM	0,232	0,171227	0,21168	8,913157
GEV	0,625	0,1268973	0,1822327	7,193158
GLO	0,476	0,1403029	0,1889788	8,89392
GPA	0,336	0,1424465	0,1774342	6,230997
GUM	0,151	0,1904846	0,2205963	10,361732
LN3	0,01	0,2484198	0,2101614	15,182153
LPE3	0,493	0,1303948	0,1795365	7,0853
PE3	0,628	0,1275849	0,1857249	7,567162
WEI	0,057	0,190645	0,1943937	10,172016

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4155				
GAM	0,109	0,11076477	0,1201279	6,909513
GEV	0,277	0,08622068	0,1049238	5,604917
GLO	0,558	0,07673249	0,1083709	7,623421
GPA	0,061	0,09934958	0,1019074	8,075028
GUM	0,11	0,11511467	0,1260787	8,336935
LN3	0,002	0,1614413	0,1119138	14,228438
LPE3	0,127	0,09463222	0,1039555	5,140035
PE3	0,326	0,08433777	0,1060061	5,766579
WEI	0,01	0,12141087	0,1078672	6,931113

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4215				
GAM	0,018	0,1279646	0,11477552	8,378355
GEV	0,004	0,1281122	0,10376354	7,380673
GLO	0,031	0,1130449	0,10798351	7,252668
GPA	0	0,1762222	0,09795836	12,588056
GUM	0,045	0,1211826	0,11877044	7,709593
LN3	0,001	0,1769726	0,11026411	7,31412
LPE3	0,004	0,1215857	0,10048908	8,515854
PE3	0,002	0,1360342	0,10618609	7,772581
WEI	0,001	0,1385643	0,10247462	8,21322

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4240				
GAM	0,795	0,1076079	0,1858631	7,931565
GEV	0,843	0,09815313	0,163694	6,309447
GLO	0,803	0,10345531	0,1695889	6,888099
GPA	0,021	0,17391304	0,173913	12,305582
GUM	0,606	0,12461323	0,1934795	9,918401
LN3	0,181	0,15129967	0,1852337	12,537317
LPE3	0,751	0,10090589	0,1657967	6,524819
PE3	0,81	0,10066337	0,1648457	6,40858
WEI	0,656	0,11116616	0,1668493	7,753682

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4270				
GAM	0,02	0,201099	0,182213	31,85133
GEV	0,105	0,160526	0,17557	27,29291
GLO	0,185	0,1519931	0,1797671	28,14933
GPA	0,028	0,1792537	0,1715404	25,90919
GUM	0,026	0,2028358	0,1901852	31,65503
LN3	0,044	0,1917328	0,1893223	25,15226
LPE3	0,092	0,1602946	0,172301	25,78378
PE3	0,08	0,2281005	0,25	24,33016
WEI	0,049	0,1819078	0,1809175	26,14611

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4480				
GAM	0,013	0,137235	0,1185456	2,61194
GEV	0,007	0,1284285	0,1082103	2,501094
GLO	0,004	0,1440019	0,1107476	2,932234
GPA	0,024	0,1103203	0,1026592	1,964258
GUM	0,027	0,1350196	0,1234222	2,434685
LN3	0,046	0,1171632	0,114221	3,475562
LPE3	0,021	0,1168874	0,1036494	2,670513
PE3	0,06	0,108195	0,1100006	2,093547
WEI	0,09	0,1000243	0,1066099	1,997543

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4560				
GAM	0,281	0,12216026	0,1539784	0,7939414
GEV	0,494	0,09729007	0,1318149	0,7135835
GLO	0,906	0,07921034	0,1349606	0,8052767
GPA	0,166	0,11614485	0,1304772	1,0545578
GUM	0,105	0,14970219	0,1623223	1,0656175
LN3	0,001	0,19732462	0,1419585	1,5874925
LPE3	0,476	0,09687703	0,1329974	0,7138599
PE3	0,607	0,09270515	0,1317574	0,7202463
WEI	0,021	0,14623949	0,1358551	0,9508658

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4570				
GAM	0,392	0,1279312	0,1721497	2,864896
GEV	0,47	0,1173138	0,1602397	1,957761
GLO	0,518	0,1165371	0,1639115	2,145562
GPA	0,254	0,1258497	0,1517126	2,314483
GUM	0,78	0,1039901	0,1811095	2,345929
LN3	0,174	0,1426684	0,1690319	1,817973
LPE3	0,556	0,1117953	0,1620552	1,735226
PE3	0,601	0,1134917	0,1746045	1,772964
WEI	0,777	0,1007603	0,160798	1,986062

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4626				
GAM	0,376	0,08145117	0,10894882	4,241687
GEV	0,845	0,05986789	0,10304012	3,949285
GLO	0,696	0,06609384	0,10568084	4,980675
GPA	0,824	0,06036971	0,1007304	2,530406
GUM	0,201	0,09426416	0,11626281	5,68835
LN3	0,093	0,10080005	0,11069968	6,376763
LPE3	0,935	0,05235262	0,09692266	3,207276
PE3	0,987	0,0498087	0,10723615	2,792089
WEI	0,89	0,05853036	0,10438119	2,610192

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4660				
GAM	0,767	0,06579596	0,10927109	2,497705
GEV	0,809	0,06107613	0,09691789	2,069235
GLO	0,95	0,05419659	0,09976449	1,855316
GPA	0,001	0,16940257	0,13114754	5,677064
GUM	0,797	0,06528554	0,11431955	2,003811
LN3	0,151	0,08930976	0,09962944	2,016427
LPE3	0,698	0,06371634	0,09672209	2,258374
PE3	0,649	0,06710161	0,09925488	2,205194
WEI	0,376	0,07566294	0,09705535	2,676587

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4690				
GAM	0,604	0,09012594	0,1400862	2,237684
GEV	0,63	0,08149188	0,1213485	1,798235
GLO	0,31	0,10019221	0,1254145	2,511496
GPA	0,307	0,09696591	0,1227558	2,685923
GUM	0,206	0,11917252	0,1455933	3,298498
LN3	0,005	0,15657043	0,1287108	5,047433
LPE3	0,664	0,07895337	0,1223542	1,822513
PE3	0,568	0,08520757	0,122765	1,913235
WEI	0,297	0,09914601	0,1257931	2,566808

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4695				
GAM	0,541	0,1234676	0,1835908	7,640936
GEV	0,555	0,1141311	0,162796	7,602278
GLO	0,793	0,1038749	0,1674362	7,245527
GPA	0,009	0,2260786	0,2083333	13,089621
GUM	0,505	0,1290205	0,1901852	7,382895
LN3	0,133	0,1508247	0,1815497	7,447192
LPE3	0,172	0,1408953	0,1666667	9,895996
PE3	0,551	0,1155676	0,1646516	7,697496
WEI	0,646	0,1084265	0,1612405	8,144804

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4705				
GAM	0,044	0,2070812	0,2042713	1,0422492
GEV	0,28	0,1428065	0,1753344	0,5942461
GLO	0,098	0,1719795	0,1850011	0,8083837
GPA	0,462	0,1288581	0,1734914	0,492918
GUM	0,034	0,2234034	0,2104525	1,2105818
LN3	0,006	0,249137	0,2081867	1,5621081
LPE3	0,396	0,136162	0,1823266	0,5546536
PE3	0,213	0,1508962	0,1778294	0,6535813
WEI	0,014	0,2060536	0,1869201	1,0978116

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4820				
GAM	0,129	0,09837684	0,11139458	13,85414
GEV	0,142	0,08544121	0,09628127	14,21573
GLO	0,377	0,0753641	0,10124971	13,11829
GPA	0,004	0,17349556	0,12698413	37,38722
GUM	0,007	0,13418186	0,11626281	18,655
LN3	0	0,16147458	0,10247293	24,88609
LPE3	0,231	0,08007553	0,09630934	14,68222
PE3	0,183	0,08289439	0,09781807	13,79744
WEI	0,028	0,10359177	0,09856183	15,22361

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4850				
GAM	0,002	0,13735096	0,10975767	26,39758
GEV	0,053	0,09235248	0,09271436	19,03717
GLO	0,057	0,09566431	0,09760481	18,51008
GPA	0,028	0,17011934	0,16176471	48,06895
GUM	0	0,17693391	0,11391999	40,13889
LN3	0	0,191006	0,09748331	46,20941
LPE3	0,106	0,08681153	0,09495028	19,59325
PE3	0,057	0,09193368	0,09383701	17,96592
WEI	0	0,12854369	0,09347705	25,41679

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4860				
GAM	0,001	0,13373643	0,09424054	34,88875
GEV	0,115	0,0740263	0,08030092	16,71846
GLO	0,243	0,06918857	0,08440835	22,12826
GPA	0,038	0,14770218	0,14606742	43,8087
GUM	0	0,17311626	0,09824261	53,75025
LN3	0	0,18992564	0,08513891	62,24791
LPE3	0,171	0,07179517	0,0828952	16,91867
PE3	0,163	0,07130771	0,08101756	16,53811
WEI	0	0,12762705	0,08186536	32,6116

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4883				
GAM	0,175	0,11736386	0,1405125	4,215306
GEV	0,104	0,10925922	0,1173917	3,284024
GLO	0,029	0,12936298	0,1214452	4,545763
GPA	0,646	0,07821193	0,1135409	2,602603
GUM	0,14	0,12565727	0,1467546	5,570956
LN3	0,007	0,15274868	0,1258553	8,470244
LPE3	0,131	0,10644777	0,1179589	3,325889
PE3	0,081	0,11390362	0,1201888	3,515091
WEI	0,098	0,11360766	0,1217798	4,693711

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_4970				
GAM	0,052	0,11108707	0,11133433	8,528891
GEV	0,036	0,10240251	0,09961585	7,965683
GLO	0,181	0,08648366	0,100634	7,374845
GPA	0	0,16964991	0,09435033	11,324397
GUM	0,127	0,10269145	0,11626281	7,716826
LN3	0	0,15329502	0,10543248	7,046092
LPE3	0,035	0,10083855	0,09733596	8,806529
PE3	0,03	0,10639556	0,10137642	8,152249
WEI	0,006	0,11560462	0,09994287	8,354279

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5030				
GAM	0,212	0,0775237	0,09403643	1,311407
GEV	0,196	0,0694931	0,08106058	1,352131
GLO	0,2	0,07151332	0,08583497	1,252494
GPA	0,019	0,20690527	0,19101124	4,879383
GUM	0,113	0,08911662	0,09824261	2,092044
LN3	0,015	0,09508654	0,08419837	2,220361
LPE3	0,147	0,07232595	0,08121768	1,314978
PE3	0,176	0,07088848	0,08263607	1,333309
WEI	0,057	0,08004907	0,08188416	1,457819

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5078				
GAM	0,151	0,07897943	0,0915872	4,618563
GEV	0,762	0,04930674	0,08020207	3,394531
GLO	0,244	0,06765056	0,08282593	4,994727
GPA	0,053	0,10989011	0,11029581	9,693709
GUM	0,002	0,12518251	0,09387569	9,780951
LN3	0	0,1477694	0,08495566	12,83342
LPE3	0,738	0,05028422	0,07978502	3,307601
PE3	0,683	0,05185375	0,07993789	3,494537
WEI	0,023	0,08762294	0,08110329	5,783094

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5130				
GAM	0,593	0,09929968	0,1510801	0,8443552
GEV	0,539	0,09645426	0,1350136	0,52559
GLO	0,83	0,08435656	0,139429	0,5952971
GPA	0,057	0,12435516	0,1257671	1,1377187
GUM	0,665	0,09804215	0,15988	0,521935
LN3	0,179	0,12058557	0,1444439	0,7485099
LPE3	0,478	0,10008762	0,1360759	0,5216324
PE3	0,425	0,103563	0,137092	0,5309502
WEI	0,209	0,11452356	0,1367585	0,5474145

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5150				
GAM	0,416	0,10936276	0,1512393	0,3533716
GEV	0,144	0,11856137	0,1344524	0,3095686
GLO	0,52	0,09942009	0,1380568	0,289243
GPA	0,001	0,17998975	0,1355313	0,4944349
GUM	0,271	0,1246403	0,15988	0,2972061
LN3	0,014	0,1588776	0,1444693	0,2899632
LPE3	0,152	0,11924203	0,1343558	0,3160907
PE3	0,127	0,12274049	0,1363115	0,3152245
WEI	0,071	0,12970623	0,1338876	0,3314893

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5240				
GAM	0,151	0,09753239	0,1128241	0,3053884
GEV	0,736	0,06233302	0,10049688	0,1868731
GLO	0,737	0,06395837	0,10473082	0,1743568
GPA	0	0,16756517	0,10465927	0,5559057
GUM	0,685	0,07117732	0,1169452	0,174121
LN3	0,033	0,10896777	0,10338149	0,2412447
LPE3	0,681	0,06434213	0,10086677	0,1899827
PE3	0,657	0,06567045	0,10120052	0,1954115
WEI	0,399	0,07469661	0,09989199	0,2212348

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5270				
GAM	0,09	0,12277799	0,1309798	0,3894748
GEV	0,101	0,10591032	0,1127428	0,3509045
GLO	0,348	0,09236888	0,1172613	0,3203439
GPA	0	0,21368604	0,1306196	0,6087884
GUM	0,262	0,10774301	0,1369557	0,3273206
LN3	0,015	0,13437193	0,1178932	0,3381945
LPE3	0,106	0,10572922	0,1135735	0,3550258
PE3	0,115	0,10667275	0,1148279	0,3529919
WEI	0,053	0,11256445	0,1131655	0,3685461

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5330				
GAM	0,627	0,07581923	0,1187936	1,145621
GEV	0,853	0,06021332	0,1025063	1,118835
GLO	0,415	0,07974972	0,1073264	0,989422
GPA	0,034	0,13662015	0,125	2,949643
GUM	0,346	0,09166745	0,1234222	1,334982
LN3	0,021	0,11826894	0,1081946	1,829214
LPE3	0,809	0,06098561	0,1026703	1,29402
PE3	0,83	0,06249359	0,1030746	1,085575
WEI	0,729	0,06615118	0,1023064	1,185644

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5480				
GAM	0,108	0,155076	0,1746321	2,75104
GEV	0,088	0,1406533	0,148511	1,944344
GLO	0,019	0,1646508	0,1553168	2,527083
GPA	0,236	0,1212229	0,1481481	1,724398
GUM	0,099	0,1649673	0,1860012	3,701791
LN3	0,017	0,1758954	0,1619846	5,017339
LPE3	0,096	0,139534	0,1488329	1,979855
PE3	0,052	0,1491249	0,1493284	2,098208
WEI	0,055	0,1522773	0,1545033	3,273553

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5500				
GAM	0,638	0,09520592	0,1494974	3,531526
GEV	0,185	0,11450889	0,1308486	3,21251
GLO	0,498	0,09882289	0,1371589	2,98325
GPA	0,009	0,21521736	0,1714286	6,970338
GUM	0,273	0,12196724	0,1594875	3,123025
LN3	0,038	0,13957427	0,1387747	3,096345
LPE3	0,354	0,10155881	0,1306071	3,483809
PE3	0,168	0,1177766	0,1356059	3,324557
WEI	0,529	0,09359634	0,1313628	3,797623

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5540				
GAM	0,802	0,06358614	0,10924771	1,0986661
GEV	0,867	0,05820278	0,09700263	0,8225841
GLO	0,974	0,05195525	0,10008961	0,7693395
GPA	0	0,15658206	0,10867808	2,5706132
GUM	0,934	0,05716746	0,11431955	0,8322876
LN3	0,151	0,08992678	0,10064922	0,8178333
LPE3	0,925	0,05418642	0,09664099	0,8816497
PE3	0,726	0,06473808	0,09978928	0,8979043
WEI	0,547	0,06968357	0,09778633	1,1455505

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5590				
GAM	0,1	0,1317389	0,1412104	1,428543
GEV	0,01	0,1365602	0,124046	1,401238
GLO	0,128	0,1163701	0,1293293	1,313161
GPA	0	0,1570378	0,1189777	2,057958
GUM	0,041	0,1524036	0,1472504	1,322613
LN3	0,001	0,1886803	0,1357899	1,493611
LPE3	0,025	0,1314436	0,1226623	1,438786
PE3	0,019	0,136696	0,1255834	1,403254
WEI	0,002	0,1636481	0,126164	1,42265

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5770				
GAM	0,408	0,08184127	0,11209457	1,493084
GEV	0,114	0,09218175	0,10183968	1,400681
GLO	0,257	0,0853843	0,1054224	1,650371
GPA	0,001	0,14207953	0,1	4,302049
GUM	0,337	0,08859224	0,11888772	1,415402
LN3	0,005	0,12954128	0,1057002	1,712236
LPE3	0,099	0,09171254	0,09806609	1,327446
PE3	0,111	0,0934514	0,10319602	1,3874
WEI	0,435	0,07393804	0,10033174	1,707315

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5820				
GAM	0,591	0,09272588	0,1410668	1,6197036
GEV	0,512	0,08974558	0,1228489	1,3609433
GLO	0,246	0,1058162	0,1269046	1,9092667
GPA	0,959	0,06361145	0,1187148	0,5937427
GUM	0,168	0,12713737	0,1472504	2,4279414
LN3	0,003	0,1706266	0,1359579	3,6004466
LPE3	0,496	0,08976164	0,1222743	1,4700015
PE3	0,414	0,09475619	0,1228958	1,4903326
WEI	0,133	0,11476237	0,1264878	2,1319679

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5870				
GAM	0,487	0,1331687	0,1930931	1,764103
GEV	0,765	0,1041311	0,1672372	1,521527
GLO	0,49	0,123998	0,1710175	1,970567
GPA	0,151	0,1456786	0,1634462	1,577139
GUM	0,111	0,1833444	0,2002363	2,476274
LN3	0,003	0,2469874	0,1850656	3,672797
LPE3	0,702	0,1080913	0,1655893	1,610147
PE3	0,711	0,107698	0,1675119	1,642136
WEI	0,019	0,1898768	0,1779442	2,550709

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5880				
GAM	0,565	0,06099578	0,09425292	1,239325
GEV	0,332	0,06328961	0,08052721	1,200625
GLO	0,228	0,06998656	0,08501607	1,270709
GPA	0,002	0,21574331	0,18044602	3,798155
GUM	0,088	0,09175795	0,09824261	2,167683
LN3	0,012	0,09941824	0,08440092	2,336578
LPE3	0,322	0,06355667	0,08090152	1,18517
PE3	0,324	0,06427155	0,08176255	1,182071
WEI	0,43	0,05966672	0,08189498	1,2693

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5910				
GAM	0,413	0,09050769	0,1237529	0,12709707
GEV	0,464	0,08074041	0,1123974	0,07239953
GLO	0,347	0,08781761	0,1154358	0,08628452
GPA	0,004	0,12843	0,1045841	0,12874203
GUM	0,639	0,08147045	0,1302739	0,07257993
LN3	0,275	0,0927996	0,1185539	0,11001695
LPE3	0,318	0,08838122	0,113078	0,06971799
PE3	0,266	0,09148565	0,1139406	0,06974218
WEI	0,126	0,10136331	0,1115279	0,07031067

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5930				
GAM	0,207	0,13727207	0,1613754	2,539251
GEV	0,822	0,09394363	0,1497303	2,321678
GLO	0,789	0,09781689	0,1551353	2,427432
GPA	0,293	0,12217816	0,1482137	2,131917
GUM	0,158	0,14723962	0,1725074	2,816217
LN3	0,454	0,11689193	0,1658279	2,130356
LPE3	0,756	0,09232101	0,1411489	2,000663
PE3	0,235	0,15182991	0,2	2,056454
WEI	0,227	0,13328027	0,1643866	2,114389

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_5950				
GAM	0,078	0,1919467	0,2008304	0,5921271
GEV	0,03	0,185159	0,1766327	0,5634803
GLO	0,011	0,2051989	0,18357	0,681678
GPA	0,242	0,1437406	0,1719156	0,4192523
GUM	0,059	0,2046111	0,2094583	0,7051567
LN3	0,009	0,2255019	0,1970237	1,0361668
LPE3	0,024	0,1842651	0,1736221	0,5714221
PE3	0,029	0,1876817	0,1801852	0,5756084
WEI	0,027	0,1939868	0,1850863	0,6646938

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6020				
GAM	0,404	0,07887182	0,10845306	6,951809
GEV	0,72	0,06278165	0,09852121	5,106585
GLO	0,527	0,07166604	0,10214353	5,004956
GPA	0	0,12703354	0,09212315	10,004727
GUM	0,424	0,07980745	0,11553637	6,879016
LN3	0,386	0,07637153	0,10052443	4,889047
LPE3	0,657	0,06284477	0,09468275	5,69265
PE3	0,184	0,08802336	0,10214135	5,764531
WEI	0,215	0,0819191	0,09548562	7,032495

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6050				
GAM	0,053	0,1620624	0,1637747	17,40045
GEV	0,02	0,1508407	0,1405721	17,62823
GLO	0,04	0,1473563	0,1454423	16,88433
GPA	0,002	0,1752683	0,137367	24,22938
GUM	0,027	0,1810506	0,1725074	16,85189
LN3	0	0,2180835	0,1493766	16,96252
LPE3	0,076	0,1340106	0,1402708	19,04518
PE3	0,032	0,1496645	0,1410293	17,64818
WEI	0,015	0,1581304	0,1410817	17,87323

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6060				
GAM	0,009	0,10967893	0,09375932	32,7687
GEV	0,025	0,09561694	0,08772737	20,03689
GLO	0,1	0,08260922	0,0917482	20,86075
GPA	0	0,16065605	0,07872512	52,79832
GUM	0,076	0,09379107	0,09824261	28,54942
LN3	0,007	0,10714151	0,08871624	19,74007
LPE3	0,007	0,09931783	0,08290308	22,01824
PE3	0,002	0,1257553	0,09110521	22,45578
WEI	0,002	0,10817683	0,08296426	31,81901

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6200				
GAM	0,476	0,06004937	0,08689548	37,99305
GEV	0,924	0,0420652	0,07763919	27,56333
GLO	0,872	0,04547627	0,08051461	32,81429
GPA	0	0,13957923	0,07843137	105,42518
GUM	0,806	0,05008955	0,0905013	30,26203
LN3	0,399	0,05891695	0,08052825	32,91711
LPE3	0,677	0,04923289	0,07523555	28,29502
PE3	0,738	0,04899878	0,07944874	29,28814
WEI	0,136	0,06803557	0,07646294	42,4027

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6210				
GAM	0,039	0,11781334	0,1149328	59,82307
GEV	0,733	0,06728105	0,10636909	44,20544
GLO	0,578	0,07467371	0,11027304	52,13922
GPA	0,027	0,10528592	0,09898771	70,45982
GUM	0,098	0,10826018	0,11877044	52,91811
LN3	0,282	0,08696288	0,1116712	48,43415
LPE3	0,597	0,07064169	0,10147479	39,64851
PE3	0,19	0,09153542	0,11113411	37,73601
WEI	0,178	0,08867301	0,10406389	44,0905

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6240				
GAM	0,324	0,09058156	0,1183008	6,773318
GEV	0,103	0,09698482	0,1053577	6,472418
GLO	0,296	0,08540402	0,1084193	7,629046
GPA	0,021	0,10821836	0,100515	12,550876
GUM	0,235	0,09994602	0,1234222	6,452413
LN3	0,002	0,16022026	0,1122129	10,527982
LPE3	0,087	0,09646302	0,1033587	6,331135
PE3	0,092	0,09969638	0,1049557	6,435745
WEI	0,031	0,11087727	0,1037381	6,484328

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6250				
GAM	0,524	0,1434892	0,211414	7,727391
GEV	0,473	0,1368909	0,1838574	7,253922
GLO	0,273	0,1567739	0,1899753	8,676879
GPA	0,356	0,1411978	0,1798	6,529314
GUM	0,455	0,1540046	0,2205963	9,241522
LN3	0,072	0,1950338	0,2078835	14,195812
LPE3	0,472	0,1335066	0,1816769	7,229251
PE3	0,433	0,1401162	0,1873279	7,433633
WEI	0,427	0,1457483	0,1935362	9,435747

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6260				
GAM	0,156	0,1760418	0,2019163	8,279757
GEV	0,493	0,1325631	0,1835278	10,468514
GLO	0,468	0,136183	0,1883366	10,941214
GPA	0,678	0,1243199	0,1859187	9,388118
GUM	0,143	0,1769523	0,2002363	11,150401
LN3	0,53	0,1355802	0,2018209	9,50862
LPE3	0,613	0,1174868	0,1753816	7,02186
PE3	0,881	0,1269209	0,2694173	7,236804
WEI	0,583	0,1346966	0,2036419	7,735102

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6300				
GAM	0,006	0,1062339	0,08911056	7,266093
GEV	0,146	0,07375108	0,08429409	4,147999
GLO	0,082	0,08377731	0,08848307	4,767697
GPA	0	0,15763329	0,07730308	14,851689
GUM	0,004	0,11723969	0,09374849	7,584273
LN3	0,193	0,0719965	0,08632152	3,858382
LPE3	0,167	0,06977647	0,07968286	3,695135
PE3	0,421	0,06328715	0,08859729	4,662343
WEI	0,001	0,10859961	0,0822181	8,033416

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6330				
GAM	0,005	0,1561859	0,1263946	9,97583
GEV	0,055	0,1085057	0,1105552	8,357636
GLO	0,078	0,1099994	0,1143331	8,656013
GPA	0,003	0,135645	0,1068594	14,215437
GUM	0,012	0,1518145	0,1320177	9,314489
LN3	0	0,1993978	0,1189404	14,730944
LPE3	0,069	0,1115063	0,1166372	11,574929
PE3	0,077	0,1075296	0,1118892	8,316807
WEI	0,004	0,1403035	0,1141034	9,072742

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6340				
GAM	0,365	0,10016408	0,1327754	13,081155
GEV	0,718	0,08032892	0,1235157	9,717237
GLO	0,458	0,09301421	0,1274235	11,072917
GPA	0,603	0,08394805	0,1231093	8,15098
GUM	0,299	0,10820384	0,1409919	14,153712
LN3	0,157	0,11458894	0,1326855	9,471492
LPE3	0,79	0,07403651	0,1203339	6,902568
PE3	0,71	0,08456059	0,1395349	7,781255
WEI	0,677	0,08298631	0,1284334	8,109623

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6415				
GAM	0,032	0,176649	0,1679799	7,022022
GEV	0,37	0,1198758	0,1566366	7,13313
GLO	0,542	0,1128432	0,1600681	7,436617
GPA	0,213	0,130821	0,1527059	6,24139
GUM	0	0,2362351	0,1743233	8,377238
LN3	0,113	0,1506046	0,1688455	6,205355
LPE3	0,2	0,1247109	0,1462897	5,805321
PE3	0,298	0,1781809	0,2413793	5,305858
WEI	0,296	0,1318959	0,1670418	5,905176

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6520				
GAM	0,096	0,1877025	0,2014059	4,101735
GEV	0,804	0,1053186	0,1722814	1,952147
GLO	0,605	0,1236305	0,1794187	2,549474
GPA	0,712	0,110184	0,2	2,638487
GUM	0,055	0,207053	0,2094583	4,80359
LN3	0,003	0,2379854	0,2137299	5,828065
LPE3	0,845	0,1007612	0,1961454	2,117947
PE3	0,782	0,1074839	0,1728267	2,053585
WEI	0,052	0,1797905	0,1823081	3,760049

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6550				
GAM	0,587	0,0739469	0,11216064	6,702578
GEV	0,179	0,08671435	0,10188809	5,7728
GLO	0,295	0,08264058	0,10548635	5,385689
GPA	0,001	0,1238139	0,09683033	13,391837
GUM	0,44	0,08259895	0,11888772	5,962457
LN3	0,005	0,13358633	0,10670622	5,534795
LPE3	0,37	0,07540413	0,09799185	6,85486
PE3	0,214	0,08663096	0,10324996	6,248915
WEI	0,393	0,07625662	0,10097242	7,101

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6630				
GAM	0,21	0,09050867	0,10954328	3,403146
GEV	0,855	0,05722552	0,09598588	3,2339
GLO	0,322	0,07915444	0,09896073	3,092634
GPA	0,038	0,1147541	0,1147541	6,27637
GUM	0,076	0,10900682	0,11431955	3,914221
LN3	0,001	0,1399738	0,10018205	5,195938
LPE3	0,982	0,04801043	0,09951672	3,485508
PE3	0,758	0,06168405	0,09678486	3,112037
WEI	0,293	0,07924889	0,09744064	3,289204

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6691				
GAM	0,966	0,0570108	0,1165441	1,921392
GEV	0,265	0,0863272	0,1098923	2,634655
GLO	0,103	0,10161381	0,1119944	3,2107
GPA	0,9	0,06054386	0,1063459	1,701143
GUM	0,172	0,10475067	0,1234222	2,904094
LN3	0,128	0,10217382	0,1186992	4,280073
LPE3	0,911	0,05546309	0,1023636	1,620257
PE3	0,872	0,0631783	0,1117395	1,914291
WEI	0,877	0,06345863	0,1094199	1,978306

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6705				
GAM	0,004	0,2669863	0,2178792	6,57302
GEV	0,644	0,1244087	0,1910304	4,487344
GLO	0,296	0,1578306	0,199775	5,447057
GPA	0,067	0,1768453	0,182261	4,951077
GUM	0,001	0,2973954	0,2303344	7,497966
LN3	0	0,3225122	0,2480891	8,422147
LPE3	0,794	0,1182113	0,2352941	4,17035
PE3	0,675	0,125654	0,2065134	4,523042
WEI	0	0,2719383	0,2033106	6,947011

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6720				
GAM	0,825	0,07180786	0,126477	2,019714
GEV	0,749	0,07184638	0,1117001	1,986734
GLO	0,362	0,08888322	0,11605	2,471199
GPA	0,076	0,10416667	0,1067228	5,514366
GUM	0,677	0,08143032	0,1320177	2,183014
LN3	0,055	0,11786163	0,1187902	4,17801
LPE3	0,707	0,07153534	0,1105385	1,917311
PE3	0,738	0,07293374	0,1145238	2,004466
WEI	0,332	0,08851996	0,114066	2,073037

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6760				
GAM	0,259	0,12592661	0,1581288	1,2221438
GEV	0,964	0,07136166	0,1338897	0,7761052
GLO	0,623	0,09531403	0,1396881	0,9497923
GPA	0,519	0,09483459	0,1367481	1,0704101
GUM	0,133	0,14548966	0,1655617	1,4824374
LN3	0,003	0,18301445	0,1450628	1,9949261
LPE3	0,977	0,06612512	0,1367538	0,7717454
PE3	0,901	0,07783943	0,1339964	0,8029031
WEI	0,161	0,12298715	0,1378256	1,1778338

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6790				
GAM	0,688	0,09653686	0,1584199	11,265917
GEV	0,46	0,10529538	0,1410857	9,936162
GLO	0,646	0,09800084	0,1444979	9,854124
GPA	0,003	0,16723219	0,1317305	15,200465
GUM	0,852	0,08779449	0,1655617	10,665344
LN3	0,093	0,13665675	0,1460583	9,397013
LPE3	0,696	0,08838521	0,1338383	11,252621
PE3	0,305	0,11648131	0,1447209	10,337747
WEI	0,565	0,09885686	0,1387282	11,274387

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6800				
GAM	0,613	0,1273048	0,1903675	18,96295
GEV	0,353	0,1379374	0,1810052	19,44978
GLO	0,288	0,1466165	0,1823662	21,45186
GPA	0,366	0,1352371	0,1748113	16,28577
GUM	0,696	0,1200471	0,2002363	21,70778
LN3	0,244	0,1540764	0,1919262	20,31764
LPE3	0,477	0,1236462	0,1722882	14,43273
PE3	0,537	0,1310331	0,1946588	16,57397
WEI	0,482	0,1320425	0,1853038	16,41549

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_6835				
GAM	0,613	0,08151805	0,1283628	2,877212
GEV	0,619	0,07770869	0,1165209	2,527525
GLO	0,435	0,08783346	0,1194392	3,053223
GPA	0,026	0,11740452	0,1081902	3,831152
GUM	0,822	0,07343828	0,1343928	2,734514
LN3	0,102	0,11192494	0,1225687	3,478692
LPE3	0,597	0,07679841	0,1110385	2,247412
PE3	0,649	0,07774189	0,1193696	2,289882
WEI	0,443	0,08537893	0,1163183	2,283401

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7030				
GAM	0,775	0,06837872	0,1186513	5,019205
GEV	0,663	0,06821242	0,1024661	5,162449
GLO	0,809	0,06439326	0,1072883	4,627362
GPA	0,048	0,2256962	0,218706	8,815574
GUM	0,192	0,10291772	0,1234222	4,872009
LN3	0,048	0,10592763	0,1064905	4,926281
LPE3	0,463	0,07545681	0,1023135	5,455419
PE3	0,696	0,06740554	0,1031854	5,068814
WEI	0,454	0,07588274	0,1022296	5,324701

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7040				
GAM	0,764	0,07440828	0,1304742	5,97958
GEV	0,68	0,07343531	0,1120744	5,868463
GLO	0,322	0,09203714	0,1168769	6,499493
GPA	0,099	0,17048725	0,1914894	17,607825
GUM	0,429	0,09399925	0,1343928	7,327005
LN3	0,199	0,09837394	0,1171367	8,007453
LPE3	0,734	0,06997327	0,1109272	5,759244
PE3	0,692	0,07370937	0,1126238	5,950719
WEI	0,646	0,07463542	0,1112861	6,118226

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7110				
GAM	0,023	0,1341966	0,1213168	17,52542
GEV	0,008	0,1231075	0,1051951	17,29941
GLO	0,05	0,1089654	0,1089587	15,75191
GPA	0	0,3491571	0,2602509	27,38504
GUM	0,036	0,1315042	0,1260787	16,2752
LN3	0,006	0,1282045	0,1095425	16,52479
LPE3	0,002	0,1341123	0,1042989	18,04716
PE3	0,008	0,123405	0,1067935	17,24695
WEI	0	0,1539418	0,1046573	18,4412

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7160				
GAM	0,037	0,09784973	0,09510207	9,904386
GEV	0,157	0,07237026	0,08206982	9,582619
GLO	0,576	0,05765273	0,08521225	6,57167
GPA	0,053	0,21028644	0,21590909	26,811013
GUM	0,003	0,13932446	0,09905229	14,534385
LN3	0	0,14102106	0,08407947	14,807785
LPE3	0,297	0,06539908	0,08349858	9,664361
PE3	0,251	0,06771618	0,08277408	8,551014
WEI	0,036	0,08384134	0,08198088	9,777079

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7310				
GAM	0,111	0,110377	0,1204881	0,9573948
GEV	0,249	0,09078737	0,1113169	0,9394399
GLO	0,12	0,10316211	0,1166281	1,0062771
GPA	0	0,14484039	0,102475	1,1599958
GUM	0,102	0,11572028	0,1260787	0,9488645
LN3	0,116	0,10286146	0,1147166	0,8969882
LPE3	0,078	0,10262996	0,107806	0,9199965
PE3	0,033	0,12759542	0,117867	0,8208847
WEI	0,032	0,1143336	0,1086211	0,8984878

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7340				
GAM	0	0,2544725	0,11297452	3,66988
GEV	0,005	0,1460992	0,10628181	2,656143
GLO	0,011	0,1408769	0,1092427	2,674535
GPA	0	0,3505775	0,11290323	4,655912
GUM	0	0,2210462	0,1169452	3,338594
LN3	0	0,195263	0,10334658	3,080473
LPE3	0	0,1621506	0,10223114	3,088682
PE3	0,002	0,1948219	0,12903226	2,842897
WEI	0	0,249814	0,09956043	3,638348

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7370				
GAM	0,019	0,2070739	0,1858937	2,065026
GEV	0,026	0,173841	0,162695	1,41122
GLO	0,002	0,2007977	0,169019	1,705363
GPA	0,582	0,1121999	0,173913	1,582958
GUM	0,021	0,2212219	0,1934795	2,488927
LN3	0	0,2335018	0,1855827	3,037414
LPE3	0,057	0,1642476	0,1661893	1,386584
PE3	0,013	0,1821617	0,1637872	1,481867
WEI	0,004	0,198796	0,16667	1,960446

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7380				
GAM	0,171	0,10179448	0,1185606	1,538912
GEV	0,049	0,10543985	0,105176	1,353991
GLO	0,282	0,08715115	0,1091642	1,279458
GPA	0	0,13829274	0,0996377	3,358497
GUM	0,135	0,11028071	0,1238172	1,28594
LN3	0,004	0,14894934	0,1106445	1,688961
LPE3	0,049	0,10263587	0,1023321	1,522748
PE3	0,035	0,11051293	0,1073927	1,438032
WEI	0,011	0,11993324	0,1049998	1,568672

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7430				
GAM	0,989	0,07212567	0,1583168	1,643212
GEV	0,927	0,08067608	0,1425205	1,441786
GLO	0,794	0,09109673	0,1469169	1,605438
GPA	0,856	0,08445995	0,1375132	1,602095
GUM	0,923	0,08233321	0,1655617	1,832153
LN3	0,443	0,11037168	0,1511907	1,413713
LPE3	0,987	0,06779504	0,1342577	1,211186
PE3	1	0,06410287	0,1501701	1,373353
WEI	0,999	0,06756772	0,144498	1,39312

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_7488				
GAM	0,355	0,1335955	0,177654	0,4868831
GEV	0,185	0,1342634	0,1560559	0,4853255
GLO	0,194	0,1375974	0,1594399	0,4715166
GPA	0,014	0,2763013	0,24	0,8368014
GUM	0,306	0,1429309	0,1891702	0,5557194
LN3	0,078	0,153815	0,2057433	0,5802408
LPE3	0,141	0,1381723	0,1540386	0,481215
PE3	0,181	0,1360618	0,1556871	0,4830701
WEI	0,195	0,1334348	0,1595508	0,4982072

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8020				
GAM	0,412	0,1493632	0,1990711	32,73707
GEV	0,516	0,1338305	0,1861259	37,42485
GLO	0,459	0,1392161	0,1902228	39,93549
GPA	0,68	0,1256699	0,1862166	32,30186
GUM	0,165	0,175591	0,2028423	41,75864
LN3	0,313	0,1535007	0,2017851	35,48142
LPE3	0,462	0,1307726	0,1768542	23,67609
PE3	0,55	0,1440828	0,2318549	28,50429
WEI	0,528	0,1385327	0,1989618	29,42854

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8031				
GAM	0,048	0,11017002	0,10910288	24,01387
GEV	0,035	0,10249252	0,09763184	16,36421
GLO	0,136	0,08892445	0,10184469	15,8498
GPA	0	0,17430207	0,10294118	39,6579
GUM	0,141	0,09663165	0,11391999	21,46639
LN3	0,026	0,10691107	0,09889572	17,36755
LPE3	0,055	0,09224482	0,09357342	19,63648
PE3	0,01	0,1216026	0,1026129	18,7325
WEI	0,013	0,1097621	0,09429431	25,22721

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8080				
GAM	0,331	0,07831674	0,10386647	16,52695
GEV	0,579	0,06253927	0,09301176	17,55148
GLO	0,798	0,05656403	0,09622837	13,43348
GPA	0,017	0,18492204	0,16666667	52,61879
GUM	0,048	0,10911438	0,10836118	19,80429
LN3	0,002	0,12373151	0,09709908	23,21339
LPE3	0,751	0,056431	0,09123392	19,23046
PE3	0,668	0,0601272	0,09412767	16,63823
WEI	0,456	0,06598602	0,09409955	18,4159

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8180				
GAM	0,188	0,08071156	0,09740097	49,21714
GEV	0,083	0,08175916	0,08633748	51,7361
GLO	0,02	0,1012357	0,09048211	70,56284
GPA	0,003	0,1022334	0,08433735	103,56067
GUM	0,218	0,08173366	0,1017026	60,43745
LN3	0,049	0,09117803	0,0908228	111,21928
LPE3	0,14	0,07584953	0,08507647	53,02849
PE3	0,136	0,07773135	0,08810505	49,20301
WEI	0,196	0,07269562	0,08751774	46,89458

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8210				
GAM	0,995	0,09161655	0,2019684	2,75102
GEV	0,983	0,0978961	0,1859917	2,57715
GLO	0,937	0,10881662	0,1895548	2,801053
GPA	0,671	0,12052319	0,1789104	2,854213
GUM	0,998	0,08628235	0,2094583	2,841294
LN3	0,486	0,14088172	0,1993715	2,545792
LPE3	0,978	0,08971107	0,1733674	2,465444
PE3	0,823	0,11767527	0,2011204	2,468561
WEI	0,791	0,11859003	0,188181	2,518742

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8242				
GAM	0,035	0,11704939	0,111251	23,29521
GEV	0,356	0,08094436	0,1120626	15,29605
GLO	0,608	0,07201529	0,1129028	15,92352
GPA	0,035	0,10583236	0,1016449	20,2434
GUM	0,04	0,1213133	0,1188877	23,45962
LN3	0,124	0,09883295	0,1143108	14,46155
LPE3	0,397	0,0763695	0,1015165	15,69506
PE3	0,249	0,11573727	0,15	15,95058
WEI	0,089	0,09933214	0,1073319	19,31374

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8270				
GAM	0,544	0,07488146	0,1095754	10,852422
GEV	0,988	0,04912942	0,09850954	6,271841
GLO	0,821	0,06252465	0,10247006	7,147664
GPA	0,152	0,08498682	0,09550931	11,320658
GUM	0,725	0,06886717	0,11431955	8,946668
LN3	0,21	0,0887621	0,10642414	7,032798
LPE3	0,969	0,05152319	0,09694051	5,534448
PE3	0,616	0,06989096	0,10433131	6,46774
WEI	0,526	0,07185269	0,09917519	7,135718

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8330				
GAM	0,764	0,06810722	0,1172999	2,417395
GEV	0,654	0,06806055	0,1013314	2,391009
GLO	0,453	0,07725521	0,1065985	3,142647
GPA	0,008	0,12280702	0,1052632	6,859857
GUM	0,27	0,09507887	0,119628	3,109359
LN3	0,005	0,13218173	0,1071819	5,138292
LPE3	0,66	0,06691118	0,1007815	2,365791
PE3	0,706	0,06676268	0,1031717	2,421069
WEI	0,555	0,07184053	0,1018071	2,41505

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8350				
GAM	0,233	0,08943458	0,10949738	6,145521
GEV	0,363	0,07587087	0,09635392	5,438938
GLO	0,218	0,08520528	0,09965213	8,203724
GPA	0,011	0,11184329	0,09836066	13,385718
GUM	0,064	0,11082531	0,11431955	9,232625
LN3	0,002	0,14934009	0,10215287	17,091036
LPE3	0,369	0,07486746	0,09723694	5,143965
PE3	0,389	0,07538196	0,09680715	5,593759
WEI	0,077	0,09273438	0,09777076	6,747399

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8380				
GAM	0,425	0,12497862	0,1728355	9,572806
GEV	0,304	0,12193653	0,1522999	9,566439
GLO	0,196	0,13505576	0,1567876	11,638608
GPA	0,724	0,09756194	0,1475111	13,577186
GUM	0,208	0,15042866	0,1811095	11,281413
LN3	0,013	0,19230863	0,1658476	19,43996
LPE3	0,301	0,12028858	0,1497886	9,244979
PE3	0,346	0,12135455	0,1548023	9,680301
WEI	0,143	0,14037536	0,1564467	10,730507

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8410				
GAM	0,216	0,173117	0,211373	27,30753
GEV	0,121	0,1696942	0,1839588	27,27088
GLO	0,16	0,170875	0,1906796	29,91702
GPA	0,191	0,1549236	0,1787277	30,07024
GUM	0,125	0,1969949	0,2205963	28,52023
LN3	0,005	0,2587985	0,2074664	38,97635
LPE3	0,136	0,1633397	0,1827972	26,91677
PE3	0,145	0,1684049	0,1891256	27,41582
WEI	0,033	0,2013265	0,1941636	28,54124

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8450				
GAM	0,171	0,08894646	0,10328926	17,19384
GEV	0,299	0,07312441	0,08978659	15,84609
GLO	0,752	0,05832082	0,09427984	18,24856
GPA	0,001	0,17719286	0,11689085	55,72833
GUM	0,056	0,10711173	0,10850505	23,45244
LN3	0	0,13478242	0,09395463	34,28861
LPE3	0,327	0,07161068	0,09074637	16,95696
PE3	0,362	0,0712063	0,090944	15,96091
WEI	0,12	0,08359886	0,09044918	16,94574

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8454				
GAM	0,494	0,10869843	0,1578504	4,606587
GEV	0,57	0,10154822	0,1444388	3,532001
GLO	0,812	0,09067865	0,1484634	3,751648
GPA	0,014	0,14490032	0,1336031	6,258115
GUM	0,71	0,09738673	0,1655617	4,592979
LN3	0,335	0,11456956	0,147001	3,44476
LPE3	0,372	0,10641181	0,1355718	3,772695
PE3	0,111	0,1419594	0,1563602	3,527612
WEI	0,198	0,12098984	0,1399648	4,596302

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8460				
GAM	0,06	0,1688151	0,172741	4,71817
GEV	0,005	0,1919288	0,1571656	4,288419
GLO	0,021	0,1782247	0,1610104	4,26378
GPA	0	0,2656499	0,1923077	7,799535
GUM	0,068	0,1738893	0,1811095	4,507395
LN3	0,005	0,1936198	0,1696779	4,360501
LPE3	0,014	0,169814	0,1538462	5,95719
PE3	0,006	0,2028452	0,1641489	4,456445
WEI	0,039	0,1543025	0,1530794	5,155631

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8480				
GAM	0,209	0,09051509	0,10955603	3,88297
GEV	0,802	0,06200411	0,09820443	2,563188
GLO	0,704	0,0672962	0,1022828	2,893433
GPA	0,001	0,14285615	0,09581541	6,653771
GUM	0,503	0,078344	0,11431955	3,199067
LN3	0,403	0,07796491	0,10262302	2,582589
LPE3	0,824	0,05937128	0,09687465	2,444805
PE3	0,629	0,06941065	0,10364217	2,607556
WEI	0,337	0,07848632	0,09880081	3,471368

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8500				
GAM	0,035	0,10857114	0,10494201	7,229933
GEV	0,029	0,09795515	0,09276755	6,452452
GLO	0,01	0,11339921	0,09634262	9,215369
GPA	0,206	0,07578011	0,08955305	7,698221
GUM	0,023	0,1202525	0,11045996	8,89555
LN3	0,002	0,15552425	0,10149192	16,277292
LPE3	0,026	0,09669591	0,09069648	6,199795
PE3	0,044	0,09699039	0,09536922	6,429653
WEI	0,01	0,10768091	0,09654088	7,287635

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8550				
GAM	0,737	0,1230337	0,2049903	0,7803194
GEV	0,709	0,1174099	0,1780219	0,7605577
GLO	0,882	0,1092921	0,1877956	0,7510151
GPA	0,189	0,1796332	0,2167431	1,2517178
GUM	0,293	0,1672866	0,2104525	0,9931799
LN3	0,076	0,1805042		1,0628919
LPE3	0,784	0,1124892	0,1796358	0,7520352
PE3	0,807	0,1117518	0,1800595	0,7549695
WEI	0,368	0,139874	0,1924039	0,8254851

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8565				
GAM	0,616	0,1172605	0,1848752	7,091001
GEV	0,495	0,1163387	0,161828	7,037401
GLO	0,706	0,1073406	0,1665703	6,988929
GPA	0,079	0,1666667	0,2083333	14,218018
GUM	0,452	0,1328393	0,1901852	8,048983
LN3	0,162	0,1464915	0,181553	9,107826
LPE3	0,507	0,1133562	0,1597169	7,002709
PE3	0,537	0,1142411	0,1612498	7,053547
WEI	0,35	0,1261006	0,1612334	7,313093

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8590				
GAM	0,427	0,07881764	0,11134182	12,6462
GEV	0,589	0,0677307	0,10140387	8,127082
GLO	0,927	0,05557549	0,10427521	8,156894
GPA	0,002	0,11943193	0,09416233	17,031347
GUM	0,9	0,05877878	0,11626281	9,403616
LN3	0,046	0,10644076	0,10586112	7,740801
LPE3	0,661	0,06475789	0,09936495	8,529899
PE3	0,385	0,07617707	0,10393187	8,78351
WEI	0,28	0,07893962	0,10061527	10,161644

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8601				
GAM	0,857	0,05912762	0,10926855	9,199047
GEV	0,551	0,06659425	0,09420961	8,894917
GLO	0,454	0,07199166	0,09765377	8,392213
GPA	0,039	0,16715218	0,15384615	29,063816
GUM	0,192	0,09479605	0,11553637	9,148279
LN3	0,014	0,11034506	0,09657947	10,670085
LPE3	0,627	0,06377278	0,0944355	8,882819
PE3	0,615	0,06530089	0,09535881	8,945695
WEI	0,546	0,06662196	0,0948333	10,380476

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8610				
GAM	0,283	0,123745	0,1581776	1,527144
GEV	0,045	0,1456022	0,1429371	1,392559
GLO	0,057	0,1453586	0,1467132	1,582388
GPA	0,071	0,1353849	0,13879	1,086332
GUM	0,247	0,1307064	0,1655617	1,544993
LN3	0,007	0,197614	0,1529113	1,610711
LPE3	0,018	0,1546306	0,138154	1,220916
PE3	0,084	0,1415228	0,1511225	1,148701
WEI	0,054	0,1448603	0,1458457	1,125691

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8630				
GAM	0,41	0,08155542	0,11248498	1,497842
GEV	0,61	0,06704204	0,09841995	1,506181
GLO	0,155	0,08902723	0,10148186	1,386749
GPA	0,192	0,09427653	0,11666667	3,026187
GUM	0,101	0,10797476	0,11888772	1,83834
LN3	0,005	0,13338776	0,10454864	2,392362
LPE3	0,699	0,06374889	0,09893175	1,548741
PE3	0,476	0,07144032	0,09911654	1,4513
WEI	0,409	0,07484966	0,09953809	1,585508

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8660				
GAM	0,763	0,1040492	0,1793843	3,151886
GEV	0,711	0,10478745	0,1583623	2,697104
GLO	0,958	0,08891414	0,1631163	2,846247
GPA	0,106	0,1426831	0,1589438	5,643928
GUM	0,787	0,10480448	0,1891702	2,686855
LN3	0,172	0,14502903	0,1686058	2,930313
LPE3	0,663	0,10419739	0,155838	2,711368
PE3	0,589	0,11347457	0,1627371	2,765996
WEI	0,428	0,12054104	0,1586598	2,992172

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_8690				
GAM	0,198	0,1404306	0,164476	2,863165
GEV	0,301	0,1137632	0,1403624	2,691463
GLO	0,209	0,1259169	0,1468247	3,011179
GPA	0,426	0,1034483	0,137931	3,935073
GUM	0,041	0,1788365	0,1743233	4,06065
LN3	0,001	0,2119619	0,1540169	5,589816
LPE3	0,28	0,1143381	0,1414621	2,699625
PE3	0,286	0,1156295	0,1424288	2,717602
WEI	0,027	0,1546294	0,1453995	3,401791

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_9050				
GAM	0,121	0,09904557	0,11134053	9,041815
GEV	0,119	0,08734163	0,0959597	6,313009
GLO	0,015	0,10917968	0,10121342	9,157847
GPA	0,127	0,09104575	0,10038864	9,556845
GUM	0,072	0,11088541	0,11626281	12,956579
LN3	0,003	0,1367193	0,1038514	18,752397
LPE3	0,151	0,08521247	0,09659084	6,201377
PE3	0,077	0,09315364	0,09720631	6,856993
WEI	0,043	0,10056713	0,09914293	9,461857

Porazdelitev	p_vrednost	KS_statistika_D	D_krit	RMSE
Postaja_9210				
GAM	0,108	0,0875612	0,09624134	7,013536
GEV	0,02	0,09436238	0,08685576	5,558873
GLO	0,023	0,09959702	0,09131871	5,218656
GPA	0,061	0,0799418	0,08161673	7,421544
GUM	0,336	0,07393822	0,1002679	6,244227
LN3	0,002	0,14339737	0,09372361	4,9036
LPE3	0,014	0,09492787	0,0856423	5,670761
PE3	0,064	0,08735261	0,08900719	5,962945
WEI	0,043	0,08910305	0,08684677	6,025139

»Ta stran je namenoma prazna«

PRILOGA D: Rezultati testov za izbiro primernih porazdelitev letnih konic pretoka

Postaja	Kolmogorov-Smirnov	RMSE	Q-Q graf 1	Q-Q graf 2	Q-Q graf 3	EVDIST	Izbrana porazdelitev
1060	GUM	WEI	GAM	WEI	PE3	GUM	GUM
1070	GPA	GPA	GPA	GAM	LPE3	LPE3	LPE3
1140	LPE3	GEV	GEV	GAM	PE3	LPE3	LPE3
1165	GPA	GPA	GPA	LPE3		LPE3	LPE3
1220	PE3	LPE3	GEV	LPE3	PE3	LPE3	LPE3
1260	GLO	GLO	GLO	PE3	GEV	PE3	PE3
1355	GAM	GPA	GPA	GAM	WEI	WEI	WEI
2150	LPE3	LN3	GAM	GLO		GAM	GAM
2210	LPE3	GEV	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
2220	GAM	GLO	WEI	GAM	GLO	GLO	GLO
2240	LPE3	LPE3	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3
2250	GLO	LPE3	PE3	LPE3	LN3	LPE3	LPE3
2311	GAM	LPE3	LPE3	PE3		LPE3	LPE3
2340	GUM	GPA	GEV	GAM	LPE3	LPE3	LPE3
2390	LPE3	LPE3	GEV	LPE3	LN3	LPE3	LPE3
2560	GEV	LPE3	LPE3	WEI	GPA	LPE3	LPE3
2600	GAM	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
2610	GEV	GPA	GEV	PE3	GPA	GAM	GPA
2640	PE3	LPE3	PE3	LPE3	GAM	LPE3	LPE3
2652	GUM	LPE3	GEV	LPE3		LPE3	LPE3
2670	GLO	GEV	GLO	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
2719	GLO	GEV	GEV	PE3	GUM	GEV	GEV
2880	LPE3	LPE3	LPE3	GEV		LPE3	LPE3
2900	LPE3	LPE3	GPA	LPE3		LPE3	LPE3
3015	PE3	LPE3	PE3	LPE3	WEI	PE3	PE3
3040	PE3	PE3	PE3	LPE3	WEI	PE3	PE3
3060	GLO	LN3	GLO	LN3		GLO	GLO
3080	WEI	LPE3	GEV	LPE3	PE3	LPE3	LPE3
3100	GLO	PE3	GEV	LPE3	GLO	GEV	GEV
3180	WEI	GLO	GEV	LPE3	GLO	GLO	GLO
3200	GAM	WEI	LPE3	PE3	WEI	PE3	PE3
3220	LPE3	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
3285	GEV	PE3	PE3	LPE3	LN3	LPE3	LPE3
3300	GPA	GPA	WEI	GPA	LPE3	LPE3	LPE3
3320	GAM	GEV	LPE3	GEV	GLO	GEV	GUM
3420	GAM	LPE3	PE3	GEV	LPE3	LPE3	LPE3
3465	GPA	GPA	WEI	GPA		GPA	GPA
3500	GPA	LPE3	GPA	LPE3		LPE3	LPE3

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Priloge D

3530	GPA	GPA	GPA	PE3	GEV	GPA	GPA
3650	GEV	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
3725	GPA	GPA	WEI	GPA	GEV	GPA	GPA
3740	GLO	LPE3	GEV	GUM	LPE3	LPE3	LPE3
4050	GAM	GUM	GUM	GLO		GUM	GUM
4070	GPA	GPA	GPA	GUM		GPA	GPA
4120	LPE3	LPE3	LPE3	PE3	GEV	LPE3	LPE3
4150	PE3	GPA	GPA	GEV	PE3	LPE3	GPA
4155	GLO	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
4215	GUM	GLO	GLO	GEV	PE3	GLO	GLO
4240	GEV	GEV	GEV	PE3	LPE3	GEV	GEV
4270	GLO	PE3	PE3	LPE3		PE3	PE3
4480	WEI	GPA	WEI	GPA		GPA	GPA
4560	GLO	GEV	LPE3	PE3	GEV	GEV	GEV
4570	GUM	LPE3	LPE3	GEV		GEV	GEV
4626	PE3	GPA	WEI	GPA		GPA	GPA
4660	GLO	GLO	GLO	GAM		GLO	GLO
4690	LPE3	GEV	GEV	PE3	LPE3	GEV	GEV
4695	GLO	GLO	LPE3	GLO		GLO	GLO
4705	GPA	GPA	GPA	LPE3	GEV	LPE3	LPE3
4820	GLO	GLO	GLO	GAM	PE3	GLO	GLO
4850	LPE3	PE3	GLO	PE3	GEV	PE3	PE3
4860	GLO	PE3	GEV	LPE3	PE3	GEV	GEV
4883	GPA	GPA	GPA	LPE3		LPE3	LPE3
4970	GLO	LN3	PE3	GLO		GLO	GLO
5030	GAM	GLO	GLO	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
5078	GEV	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
5130	GLO	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
5150	GLO	GLO	GUM	GLO		GLO	GLO
5240	GLO	GUM	GUM	GLO		GUM	GUM
5270	GLO	GLO	GLO	GAM	LPE3	GLO	GLO
5330	GEV	GLO	GLO	GEV	PE3	GLO	GLO
5480	GPA	GPA	GPA	GEV		GEV	GEV
5500	GAM	GLO	LN3	GLO		GLO	GLO
5540	GLO	GLO	GLO	GAM		GLO	GLO
5590	GLO	GLO	GLO	GAM		GLO	GLO
5770	WEI	LPE3	LPE3	PE3	GEV	LPE3	LPE3
5820	GPA	GPA	GPA			GPA	GPA
5870	GEV	GEV	LPE3	GPA		GEV	GEV
5880	GAM	PE3	LPE3	GEV	PE3	PE3	PE3

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Priloge D

5910	GUM	LPE3	GUM	LPE3	PE3	LPE3	LPE3
5930	GEV	LPE3	LPE3	WEI	GAM	LPE3	LPE3
5950	GPA	GPA	GAM	GPA		GAM	GAM
6020	GEV	LN3	LN3	LPE3	GEV	GLO	GLO
6050	LPE3	GUM	GLO	PE3	LPE3	PE3	LPE3
6060	GLO	LN3	LPE3	GLO	LN3	GLO	GLO
6200	GEV	GEV	GEV	GLO	PE3	GEV	GEV
6210	GEV	PE3	PE3	WEI		LPE3	LPE3
6240	GAM	LPE3	GAM	LPE3	GEV	LPE3	LPE3
6250	GAM	GPA	GPA	GEV		GEV	GEV
6260	PE3	LPE3	GAM	LPE3	WEI	LPE3	LPE3
6300	PE3	LPE3	GEV	LPE3	LN3	GEV	GEV
6330	GLO	PE3	PE3	GEV		PE3	PE3
6340	LPE3	LPE3	LPE3	PE3		LPE3	LPE3
6415	GLO	PE3	PE3	LPE3	LN3	LPE3	LPE3
6520	LPE3	GEV	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
6550	GAM	GLO	GLO	GEV	GUM	GEV	GEV
6630	LPE3	GLO	GLO	LPE3	GAM	GLO	GLO
6691	GAM	LPE3	LPE3	PE3		LPE3	LPE3
6705	LPE3	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
6720	GAM	LPE3	PE3	LPE3	GAM	LPE3	LPE3
6760	LPE3	LPE3	LPE3	PE3	GEV	LPE3	LPE3
6790	GUM	LN3	GLO	GAM		GLO	GLO
6800	GUM	LPE3	LPE3	PE3		LPE3	LPE3
6835	GUM	LPE3	LPE3	LPE3		GEV	GEV
7030	GLO	GLO	GUM	GLO		GLO	GLO
7040	GAM	LPE3	LPE3	PE3	GEV	LPE3	LPE3
7110	GLO	GLO	GUM	GLO		GLO	GLO
7160	GLO	GLO	GLO	GEV		GLO	GLO
7310	GEV	PE3	GLO	PE3	GAM	GLO	GLO
7340	GLO	GEV	GEV	LPE3	PE3	GEV	GEV
7370	GPA	LPE3	GEV	LPE3	PE3	LPE3	LPE3
7380	GLO	GLO	GUM	GLO		GAM	GLO
7430	PE3	LPE3	LPE3	GEV		LPE3	LPE3
7488	GAM	GLO	GLO	GAM		GLO	GLO
8020	GPA	LPE3	LPE3	GPA	GAM	LPE3	LPE3
8031	GUM	GLO	GEV	LN3	GLO	GLO	GLO
8080	GLO	GLO	GLO	GAM		GLO	GLO
8180	GUM	WEI	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
8210	GUM	LPE3	LPE3	WEI		LPE3	LPE3

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Priloge D

8242	GLO	LN3	GEV	LPE3	LN3	LN3	LN3
8270	GEV	LPE3	PE3	LPE3	WEI	LPE3	LPE3
8330	GAM	LPE3	GEV	PE3	LPE3	GEV	GEV
8350	PE3	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
8380	GPA	LPE3	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
8410	GAM	LPE3	GEV	PE3	LPE3	GEV	GEV
8450	GLO	GEV	GEV	GLO		GEV	GEV
8454	GLO	LN3	GEV	LPE3	LN3	GEV	GEV
8460	GUM	GLO	GEV	GLO		GUM	GUM
8480	LPE3	LPE3	GEV	GLO		GEV	GEV
8500	GPA	LPE3	PE3	LPE3		GPA	GPA
8550	GLO	GLO	PE3	LPE3	GLO	LPE3	LPE3
8565	GLO	GLO	GLO	GAM		GLO	GLO
8590	GLO	LN3	GEV	LPE3	GLO	GEV	GEV
8601	GAM	GLO	GEV	LPE3	GLO	GEV	GEV
8610	GAM	GPA	WEI	GPA		GLO	GLO
8630	LPE3	GLO	GLO	GAM		GAM	GAM
8660	GLO	GUM	GUM	GLO		GLO	GLO
8690	GPA	GEV	GEV	PE3	LPE3	GEV	GEV
9050	LPE3	LPE3	GEV	PE3	LPE3	GEV	GEV
9210	GUM	LN3	PE3	LN3	GLO	GUM	GUM

PRILOGA E: Rezultati testov za izbiro primernih porazdelitev izbranih poplavnih dogodkov

Postaja	Kolmogorov-Smirnov	RMSE	Q-Q graf 1	Q-Q graf 2	Q-Q graf 3	EVDIST	Izbrana porazdelitev
1060	GEV	PE3	LN3	GEV	LPE3	LPE3	LPE3
1070	LPE3	PE3	LPE3	LN3	PE3	PE3	PE3
1140	WEI	GPA	GPA	PE3	WEI	WEI	WEI
1165	PE3	PE3	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
1220	PE3	PE3	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
1260	PE3	GAM	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
1355	PE3	PE3	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
2150	WEI	WEI	PE3	WEI	GPA	WEI	WEI
2210	WEI	PE3	PE3	GAM	WEI	WEI	WEI
2220	GPA	LPE3	LPE3	PE3	WEI	LPE3	LPE3
2240	GPA	LPE3	GEV	LPE3	GLO	PE3	PE3
2250	LPE3	LPE3	GEV	LPE3	LN3	LPE3	LPE3
2311	GAM	GPA	WEI	GPA	GAM	GPA	GPA
2340	LPE3	PE3	LPE3	WEI	PE3	PE3	PE3
2390	LPE3	LPE3	PE3	LPE3	LN3	LPE3	LPE3
2560	GLO	PE3	LPE3	LN3	GLO	LPE3	LPE3
2600	LPE3	GLO	GEV	GLO	GPA	GLO	GLO
2610	GPA	GPA	PE3	GPA	GAM	GPA	GPA
2640	GPA	PE3	PE3	WEI	GAM	WEI	WEI
2652	GPA	GPA	PE3	GPA	GAM	GPA	GPA
2670	WEI	GPA	PE3	GPA	GAM	GPA	GPA
2719	PE3	GPA	WEI	GPA	GAM	WEI	WEI
2880	GAM	GPA	PE3	GPA	GAM	GAM	GAM
2900	WEI	GPA	PE3	GPA	GAM	GAM	GAM
3015	PE3	GPA	PE3	LN3	GPA	GLO	GLO
3040	GEV	LPE3	LPE3	LN3		LPE3	LPE3
3060	LPE3	GPA	PE3	GPA		PE3	PE3
3080	GEV	GPA	GEV	LPE3	LN3	LN3	LN3
3100	LN3	LPE3	LPE3	LN3	GLO	LPE3	LPE3
3180	PE3	GPA	PE3	WEI	GPA	GPA	GPA
3200	PE3	PE3	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
3220	PE3	GAM	PE3	WEI	GPA	PE3	PE3
3285	WEI	LN3	LN3	GLO	GPA	LN3	LN3
3300	PE3	WEI	LPE3	WEI	GPA	WEI	WEI
3320	WEI	GPA	PE3	GPA	GAM	WEI	WEI
3420	LPE3	GPA	PE3	GPA		PE3	PE3
3465	PE3	PE3	PE3	WEI	GPA	WEI	WEI

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Priloge E

3500	LPE3	PE3	LPE3	LN3	GLO	LN3	LN3
3530	GPA	GPA	PE3	WEI	GPA	GPA	GPA
3650	PE3	PE3	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
3725	PE3	LPE3	GEV	LPE3	GLO	LPE3	LPE3
3740	WEI	PE3	PE3	LPE3		PE3	PE3
4050	LPE3	GPA	GEV	PE3	LN3	PE3	PE3
4070	PE3	PE3	LPE3	LN3		LN3	LN3
4120	LPE3	PE3	PE3	GPA		PE3	PE3
4150	GEV	PE3	LPE3	LN3	WEI	LN3	LN3
4155	PE3	PE3	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
4215	PE3	GPA	PE3	LPE3	GPA	GPA	GPA
4240	GPA	GPA	PE3	GPA	GAM	GPA	GPA
4270	PE3	PE3	PE3	WEI	GPA	PE3	PE3
4480	PE3	GEV	PE3	WEI	GAM	GAM	GAM
4560	LPE3	GAM	LPE3	WEI	GAM	LPE3	LPE3
4570	GAM	WEI	PE3	WEI	GAM	GAM	GAM
4626	GLO	LN3	GEV	LN3	GLO	LN3	LN3
4660	GPA	GPA	PE3	WEI	GPA	GPA	GPA
4690	GPA	GPA	WEI	GPA	GAM	GPA	GPA
4695	GPA	PE3	PE3	WEI	GPA	GPA	GPA
4705	GPA	WEI	WEI	GPA	GAM	GPA	GPA
4820	LPE3	LPE3	LPE3	GPA		LPE3	LPE3
4850	LPE3	LPE3	LPE3	GPA		LPE3	LPE3
4860	LPE3	LPE3	LPE3	WEI	GPA	LPE3	LPE3
4883	PE3	GAM	PE3	WEI	GAM	GPA	GPA
4970	GPA	PE3	LPE3	WEI	GPA	GPA	GPA
5030	LPE3	GEV	GEV	PE3	GLO	LPE3	LPE3
5078	LPE3	GEV	GEV	PE3	WEI	LPE3	LPE3
5130	LPE3	PE3	PE3	LPE3	GLO	LPE3	LPE3
5150	LPE3	GEV	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
5240	LPE3	GEV	PE3	LPE3	GLO	LPE3	LPE3
5270	LPE3	PE3	GEV	PE3	GLO	LPE3	LPE3
5330	GAM	GPA	PE3	WEI	GPA	GPA	GPA
5480	GPA	GPA	LPE3	GPA		GPA	GPA
5500	PE3	GAM	PE3	GPA	GAM	GAM	GAM
5540	GPA	PE3	LPE3	WEI	GAM	LPE3	LPE3
5590	LPE3	GEV	LPE3	GPA		LPE3	LPE3
5770	GAM	GLO	GEV	LN3	GLO	PE3	PE3
5820	GEV	GPA	LPE3	WEI	GPA	GPA	GPA
5870	PE3	GEV	PE3	LPE3	GPA	LPE3	LPE3

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Priloge E

5880	LPE3	LPE3	LPE3	GPA		LPE3	LPE3
5910	GPA	GLO	GLO			LPE3	LPE3
5930	WEI	LN3	GEV	LN3	GPA	LPE3	LPE3
5950	PE3	LPE3	PE3	LPE3	GPA	LPE3	LPE3
6020	GLO	GLO	GEV	LN3	GLO	LN3	LN3
6050	GAM	GPA	PE3	LPE3	GPA	GPA	GPA
6060	PE3	GEV	GEV	LPE3	GLO	LPE3	LPE3
6200	GAM	GEV	GEV	PE3	LPE3	LPE3	LPE3
6210	GAM	GEV	PE3	LPE3	LN3	PE3	PE3
6240	LPE3	GLO	GEV	LN3	GLO	LN3	LN3
6250	GAM	GPA	PE3	LPE3	GPA	GPA	GPA
6260	PE3	PE3	PE3	LN3	WEI	LN3	LN3
6300	PE3	PE3	PE3	LN3	WEI	PE3	PE3
6330	PE3	GAM	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
6340	PE3	LN3	GEV	LN3	GLO	GPA	GPA
6415	GLO	LN3	GEV	LN3	GLO	LPE3	LPE3
6520	GLO	GEV	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
6550	GAM	LPE3	GEV	PE3	LPE3	PE3	PE3
6630	PE3	LPE3	PE3	LPE3	WEI	WEI	WEI
6691	PE3	GPA	PE3	LPE3	GPA	PE3	PE3
6705	LPE3	GPA	LPE3	GPA		LPE3	LPE3
6720	GPA	WEI	PE3	LPE3	WEI	WEI	WEI
6760	GPA	GPA	PE3	GPA	GAM	GAM	GAM
6790	PE3	GEV	LPE3	WEI	GPA	GPA	GPA
6800	PE3	LPE3	LPE3	LN3	GPA	LN3	LN3
6835	GPA	LPE3	PE3	GPA	GAM	GAM	GAM
7030	GPA	LPE3	LPE3	GPA		GPA	GPA
7040	LPE3	PE3	PE3	WEI	GAM	LPE3	LPE3
7110	LPE3	LPE3	LPE3	GPA		LPE3	LPE3
7160	LPE3	LPE3	LPE3	WEI	GPA	LPE3	LPE3
7310	LPE3	PE3	PE3	LPE3	WEI	LPE3	LPE3
7340	GUM	GLO	GEV	PE3	GAM	PE3	PE3
7370	WEI	GPA	PE3	GPA	GAM	GAM	GAM
7380	GEV	GPA	PE3	GPA	GAM	GAM	GAM
7430	PE3	PE3	PE3	WEI	GAM	PE3	PE3
7488	LPE3	GEV	PE3	GLO	GPA	LPE3	LPE3
8020	GEV	LN3	PE3	LPE3	LN3	LN3	LN3
8031	GPA	LPE3	LPE3	LN3	GPA	LPE3	LPE3
8080	PE3	PE3	PE3	WEI	GPA	GPA	GPA
8180	PE3	GPA	WEI	GPA	GAM	GPA	GPA

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Priloge E

8210	GLO	GPA	LN3	WEI	GPA	LN3	LN3
8242	LPE3	GLO	PE3	LPE3	WEI	LN3	LN3
8270	GPA	GLO	GEV	LPE3	LN3	LN3	LN3
8330	LPE3	PE3	PE3	LPE3	GPA	PE3	PE3
8350	LPE3	GPA	PE3	LPE3	GPA	GPA	GPA
8380	GPA	PE3	PE3	LPE3	WEI	WEI	WEI
8410	GEV	GPA	PE3	LPE3	GAM	LPE3	LPE3
8450	GAM	GPA	PE3	LPE3	GPA	GPA	GPA
8454	GEV	LN3	PE3	LPE3	GPA	LN3	LN3
8460	GUM	GEV	PE3	WEI	GAM	GAM	GAM
8480	GPA	GPA	PE3	WEI	GPA	GPA	GPA
8500	PE3	GPA	WEI	GPA	GAM	WEI	WEI
8550	LPE3	LPE3	LPE3	GPA		LPE3	LPE3
8565	PE3	WEI	PE3	WEI	GAM	WEI	WEI
8590	GPA	LPE3	LPE3	WEI	GPA	LPE3	LPE3
8601	GPA	LPE3	LPE3	GPA		LPE3	LPE3
8610	GLO	LN3	GEV	LN3	GLO	LN3	LN3
8630	GPA	GPA	LPE3	GPA		GPA	GPA
8660	LPE3	GPA	LPE3	GPA		LPE3	LPE3
8690	GAM	GAM	LPE3	WEI	GPA	LPE3	LPE3
9050	PE3	GAM	PE3	WEI	GAM	WEI	WEI
9210	LPE3	PE3	LPE3	WEI	GPA	LPE3	LPE3