

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

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



Univerzitetni program Vodarstvo in
komunalno inženirstvo

Kandidat:

Jure Maček

Analiza erozivnosti padavin na območju Kamniško-Savinjskih alp

Diplomska naloga št.: 62

Mentor:
prof. dr. Matjaž Mikoš

Ljubljana, 6. 7. 2006

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica napake

Namesto

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani **JURE MAČEK** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**»ANALIZA EROZIVNOSTI PADAVIN NA OBMOČJU KAMNIŠKO-SAVINJSKIH
ALP«.**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatorke FGG.

Ljubljana, 26. 6. 2006

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	551.3.053:556.12 (043.2)
Avtor:	Jure Maček
Mentor:	izr. prof. dr. Matjaž Mikoš (mentor)
Naslov :	Analiza erozivnosti padavin na območju Kamniško-Savinjskih Alp
Obseg in oprema:	78 str., 13 pregl., 22 sl., 18 pril.
Ključne besede:	padavine, intenziteta, erozivnost padavin, erozija tal, signifikantnost

IZVLEČEK

Naloga obravnava erozivnost padavin, ki je eden od pomembnih dejavnikov erozije tal. V prvem delu diplomske naloge je narejen splošen pregled erozijskih procesov, njihov mehanizem, oblike, dejavniki ter metode za napovedovanje le-teh. V nadaljevanju sledi splošen opis padavin in problemov za določanje erozivnosti padavin.

Posebno pozornost sem posvetil metodi RUSLE, ki je služila za oceno dejavnikov erozivnost R. S pomočjo podatkov o padavinah za merilna mesta Kamniška Bistrica, Solčava in Zgornje Jezersko sem ocenil erozivnost R, s pomočjo katere sem potem določil trende erozivnosti in potem rezultate primerjal med seboj. Trende sem ugotavljal z več različnimi metodami kot sta: linearna regresija in Mann-Kendallov statistični test.

Ugotovil sem, da je ujemanje med različnimi metodami dokaj dobro in pa da so rezultati signifikantni le, če je dolžina nizov vrednosti erozivnosti R dovolj velika. Največje odstopanje po mesecih je v pomladanskih mesecih, ko narava padavin prehaja med pomladnim in poletnim režimom. Erozivnost je zelo različna glede na prostorsko razporeditev, relief in sezonskost.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDK: 551.3.053:556.12 (043.2)
Author: Jure Maček
Supervisor: prof. dr. Matjaž Mikoš
Title: Analysis of rainfall erosivity in the area of the Kamnik Alps
Notes: 78 p., 13 tab., 22 fig., 18 suppl.
Key words: precipitation, intensity, rainfall erosivity, soil erosion, significance

ABSTRACT

Article describes rainfall erosivity, which is one of the main factors in surface soil erosion. In the first part, an overview of soil erosion process is given and its different forms presented. The main factors of the process are described and some methods for estimating soil erosion are cited. Further, a short overview of traditional and modern precipitation measurement methods is given.

A special attention is given to the RUSLE method and its rainfall and runoff R factor. R factor was computed for Kamniška Bistrica, Solčava and Zgornje Jezersko measuring sites. On the base of R factors then were computed trends of erosivity. The results were then compared with each other. The trends were assessed by different methods: linear regression and Mann-Kendall statistic tests.

I discovered similarity between different methods. The significance level depends on length of a series of values of erosivity R. The bigger length of the series gives the higher significance level. The Biggest deviation by month was found in springtime, when nature turns from spring to summer. Erosivity varies a lot among spatial distribution, relief and seasonality.

ZAHVALA

Za pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Matjažu Mikošu. Zahvaljujem se tudi Agenciji Republike Slovenije za okolje, kjer so mi posredovali podatke o padavinah za merilna mesta Zgornje Jezersko, Kamniška Bistrica in Solčava. Zahvala gre tudi univ. dipl. ing. računalništva Alešu Porenti in Sašu Robidi za pomoč pri programiranju ter univ. dipl. ing. gradbeništva Goranu Skubetu za posredovanje podatkov in informacij.

KAZALO

1	UVOD.....	1
2	SPLOŠNO O EROZIJI TAL	1
2.1	ENACĀBA USLE IN NJENA NADGRADNJA, ENACĀBA RUSLE.....	2
2.2	EROZIVNOST PADAVIN	3
2.2.1	Dejavnik R po metodi RUSLE	3
2.2.2	Problemi doloĀanja erozivnosti padavin kot erozijskega dejavnika.....	6
2.3	DELOVNA HIPOTEZA.....	7
2.4	CILJI NALOGE.....	8
2.5	OBRAVNAVANI PODATKI	8
2.6	OPIS MERILNIH MEST.....	9
2.7	OPIS MODULA ZA DOLOĀANJE EROZIVNOSTI PADAVIN (RF)	14
3	ANALIZA PADAVINSKIH DOGODKOV	17
3.1	MESEĀNE VREDNOSTI	17
3.2	LETNE VREDNOSTI	22
3.3	EKSTREMNE VREDNOSTI.....	24
3.4	TRENDNE ĀRTE.....	28
4	PRIMERJAVA REZULTATOV IN UGOTAVLJANJE TRENDATA.....	31
4.1	UPORABA BOOTSTRAP IN MANN-KENDALL TESTA ZA UGOTAVLJANJE TRENDATA	31
4.1.1	Uvod.....	31
4.1.2	Bootstrap slope (BS-slope) test.....	32
4.1.3	Bootstrap Mann-Kendall (BS-MK) test.....	32
4.1.4	Signifikantnost trenda	33
4.2	ANALIZA REZULTATOV	34
4.2.1	Test.....	34
4.2.2	Primerjava trendov erozivnosti na šestih razliĀnih postajah.....	42
5	ZAKLJUĀEK	46
5.1	SEZONSKO SPREMINJANJE EROZIVNOSTI.....	46
5.2	SPREMINJANJE EROZIVNOSTI PADAVIN V PROSTORU.....	47
5.3	POMEN DOBE MERJENJA PADAVIN.....	47
	VIRI	48
	PRILOGE.....	53

KAZALO SLIK

Slika 1: Diagram zveze med intenziteto in energijo padavin	5
Slika 2: Slika merilnega mesta v Solčavi	10
Slika 3: Shema sestavnih delov Hellmanovega ombrometra (ARSO, 2003b: 5).....	11
Slika 4: Zgradba ombrografa "P-2" (HZB, 1974: 167)	12
Slika 5: Lambrechtov ombrograf, kakršnega uporabljajo na Zgornjem Jezerskem (http://www.lambrecht.net , 2006).....	13
Slika 6: Grafični prikaz rezultatov v programu RF	15
Slika 7: Pogovorno okno programa RF za določitev kriterija dogodkov in njihove ločenosti	15
Slika 8: Pogovorno okno programa RF za določitev energijskih parametrov e_{max} , a in b.....	16
Slika 10: Grafični prikaz povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Kamniška Bistrica	18
Slika 11: Grafični prikaz povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Solčava	19
Slika 12: Grafični prikaz povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Zgornje Jezersko	21
Slika 13: Grafični prikaz števila maksimalnih dogodkov po mesecih za vse tri postaje.....	27
Slika 14: Grafični prikaz trenda padavin P in erozivnosti R za obdobje 25 let (1981–2005) za	28
merilno mesto Kamniška Bistrica	28
Slika 15: Grafični prikaz trenda padavin P in erozivnosti R za obdobje 25 let (1990–2005) za	29
merilno mesto Zgornje Jezersko	29
Slika 16: Grafični prikaz trenda padavin P in erozivnosti R za obdobje 25 let (1990–2005) za	30
merilno mesto Solčava	30
Slika 17: Pogovorno okno v programu za računanje permutacij	35
Slika 18: Shema v MatLabu.....	36
Slika 19: Histogram BS-slope testa za dolžino niza 20	37
Slika 20: Histogram BS-slope testa za dolžino niza 50	38
Slika 21: Histogram BS-MK testa za dolžino niza 20	39
Slika 22: Histogram BS-MK testa za dolžino niza 50	40

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Podatki o lokacijah (Gauss-Krügerjeve koordinate) za merilna mesta.....	9
Preglednica 2: Primerjava povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Kamniška Bistrica	17
Preglednica 3: Primerjava povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Solčava	19
Preglednica 4: Primerjava povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost za merilno mesto Zgornje Jezersko	20
Preglednica 5: Padavine P, erozivnost R in število erozivnih dogodkov n po letih za postaje Kamniška Bistrica, Zgornje Jezersko in Solčava.....	22
Preglednica 6: Maksimalni letni dogodki in njihov delež letne vrednosti ter delež povprečne letne vrednosti za merilno mesto Kamniška Bistrica.....	24
Preglednica 7: Maksimalni letni dogodki in njihov delež letne vrednosti ter delež povprečne letne vrednosti za merilno mesto Solčava.....	25
Preglednica 8: Maksimalni letni dogodki in njihov delež letne vrednosti ter delež povprečne letne vrednosti za merilno mesto Zgornje Jezersko	26
Preglednica 9: Število maksimalnih letnih dogodkov po mesecih	27
Preglednica 10: Kritično območje za izračun moči P.....	41
Preglednica 11: Kritično območje za izračun moči P za postaje Kamniška Bistrica, Solčava, Zgornje Jezersko	42
Preglednica 12: Kritično območje za izračun moči P za postaje Javorniški Rovt, Lesce, Rateče.....	43
Preglednica 13: Primerjalna tabela	44

KAZALO PRILOG

Priloga A: Prikaz datoteke, ki jo zapiše ombrograf, posredovane s strani ARSO.....	53
Priloga B: Prikaz vhodne datoteke za program RF.....	54
Priloga C: Prikaz izhodne datoteke programa RF.....	55
Priloga D: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-slope test</i> za merilno mesto Javorniški Rovt	56
Priloga E: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-slope test</i> za merilno mesto Kamniška Bistrica	57
Priloga F: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-slope test</i> za merilno mesto Lesce	58
Priloga G: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-slope test</i> za merilno mesto Rateče.....	59
Priloga H: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-slope test</i> za merilno mesto Solčava.....	60
Priloga I: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-slope test</i> za merilno mesto Zgornje Jezersko	61
Priloga J: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-MK test</i> za merilno mesto Javorniški Rovt	62
Priloga K: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-MK test</i> za merilno mesto Kamniška Bistrica.....	63
Priloga L: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-MK test</i> za merilno mesto Lesce	64
Priloga M: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-MK test</i> za merilno mesto Rateče.....	65
Priloga N: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-MK test</i> za merilno mesto Solčava.....	66
Priloga O: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi <i>BS-MK test</i> za merilno mesto Zgornje Jezersko	67
Priloga P: Prikaz trenda po metodi <i>linearne regresije</i> za merilno mesto Javorniški Rovt.....	68
Priloga R: Prikaz trenda po metodi <i>linearne regresije</i> za merilno mesto Lesce	68
Priloga S: Prikaz trenda po metodi <i>linearne regresije</i> za merilno mesto Rateče	69

1 UVOD

Živimo v času, ko so ekstremni vremenski dogodki vse pogostejši. Zato je merjenje in analiziranje vremenskih pojavov potrebno.

V moji diplomski nalogi se bom posvetil analizi podatkov o padavinah, ki jih je zbrala Agencija RS za okolje na merilnih mestih Kamniška Bistrica, Solčava ter Zgornje Jezersko, predvsem s stališča erozivnosti. Ob padavinah sproščena energija se izraža s faktorjem R, ki povzroča erozivnost.

Ker sem o padavinah in o površinski eroziji tal veliko povedal v svoji seminarski nalogi z naslovom Padavine in površinska erozija tal, se bom v tej diplomski nalogi izognil podrobnejšemu teoretičnemu opisovanju erozivnosti padavin in bo glavni poudarek na analizi merjenih podatkov.

2 SPLOŠNO O EROZIJI TAL

Erozija tal¹ ali denudacija je pojem, ki v slovenski literaturi predstavlja vse oblike erozije tal. Erozijska erozija tal je posledica eksogenih naravnih sil vetra, vode, snega, ledu, težnosti in temperaturnih nihanj. Glede na vzrok nastanka erozijskega pojava delita Pintar in Mikoš (1983) le-te tako:

- pojav kemičnega, biološkega in fizikalnega preperevanja,
- vetrna erozija,
- snežna erozija,
- ledeniška erozija,
- vodna erozija,
- plazna erozija in
- podorna erozija.

¹ Lat. *erodere* pomeni 'glodati', *denudere* pa 'odkriti'.

Erozijski pojavi nastopajo mešano, kar je posledica prepletanja dinamičnih sil narave. Prav tako pa imajo na erozijo vpliv aktivnosti, ki jih povzroča človek (kmetijstvo, rudarstvo, gradbeništvo, ...).

V tej diplomski nalogi bomo s pojmom erozije tal označevali predvsem vodno erozijo, ki se pojavlja na površini s spiranjem in odplavljanjem. Vodna erozija je tako odvisna od padavin in njihove oblike. Kratkotrajni in intenzivni nalivi povzročajo vodno erozijo in so tako predmet obdelave te diplomske naloge.

2.1 ENAČBA USLE IN NJENA NADGRADNJA, ENAČBA RUSLE

Universal Soil Loss Equation (USLE) – univerzalna enačba izgub zemljine je empiričen model, ki je namenjen napovedovanju sproščanja zemljin. Metoda je bila prvotno razvita za potrebe kmetijstva, kjer so sproščanje zemljin in nadaljnji procesi erozije najbolj nezaželeni. USLE je sestavljena iz glavne enačbe in pomožnih enačb oziroma preglednic in grafikonov za določanje posameznih vrednosti glavne enačbe. Enačba je prvotno služila za napovedovanje srednje letne izgube tal, kasneje pa spremenjena tako, da je bilo z njo mogoče napovedati erozijo tudi mesečno in celo ob posameznem nalivu. Nova spoznanja so vključili v nov model imenovan Revised USLE – popravljena univerzalna enačba izgub zemljine.

Glavna enačba za izračun povprečne izgube tal na enoto površine A , ki je odvisna od aktivnih hidroloških in topografskih dejavnikov (R , L , S) in reaktivnih dejavnikov (K , C , P), ki opisujejo erodibilnost, pokrovnost in rabo tal, je v obeh primerih (USLE in RUSLE) podana v obliki zmnožka:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

Pri tem posamezni dejavniki pomenijo (Hahn in sod., 1994):

R ...dejavnik padavin in odtoka – število enot dežja za energijo padavin in odtok ter vode iz taljenja snega za odtok [$\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm h}^{-1}$]

- K* ...dejavnik erodibilnosti zemljine glede na standardne razmere (raba tal, padec in dolžina pobočja)
- L* ...dejavnik dolžine pobočja – razmerje med izgubo tal pri podani dolžini in standardni dolžini 22,1 m
- S* ...dejavnik naklona pobočja – razmerje med izgubo tal pri podanem padcu in standardnem padcu 9 %
- C* ...dejavnik pokrovnosti in obdelave tal – razmerje med izgubo tal pri podani pokrovnosti in izgubo s tal iz neobdelanega polja
- P* ...dejavnik kmetijskih zaščitnih ukrepov – razmerje med izgubo tal s polja, ki se obdeluje s podanimi ukrepi in izgubo tal s polja, ki se obdeluje z oranjem navzgor in navzdol

2.2 EROZIVNOST PDAVIN

2.2.1 Dejavnik R po metodi RUSLE

Renard in sod. (1997) navajajo ugotovitve mnogih raziskav, na podlagi katerih je bil izpeljan R-faktor padavin in odtoka – v enačbi RUSLE. V primeru, ko so vsi ostali parametri, razen padavin, konstantni, je izguba zemljine na obdelovalni površini neposredno premosorazmerna parametru naliva: celotna energija naliva (E), pomnožena z maksimalno 30-minutno intenziteto (I_{30}). Dolgoletna opazovanja in meritve so pokazali tudi, da za oceno povprečnih letnih izgub zemljine niso pomembni le neprizanesljivi nalivi. Ocena mora namreč vsebovati vpliv vseh nalivov, tako mnogih nalivov zmerne velikosti kot vpliv velikih nalivov. Vrednost R-faktorja, uporabljenega v enačbah USLE in RUSLE, mora ovrednotiti vpliv trkov vodnih kapelj in vpliv količine ter stopnje odtoka zaradi padavin. Erozivnost padavin je namreč sestavljena iz erozivnosti dežnih kapelj in erozivnosti, ki jo povzroči odtok. Vrednost tega indeksa za območje ZDA lahko dobimo iz kart, kjer črte na karti povezujejo kraje z enako erozivnostjo padavin. Vrednosti indeksa za kraje med črtami lahko dobimo z linearno interpolacijo ali v računalniški podatkovni bazi.

Vrednost EI-parametra za posamezni naliv je enaka zmnožku celotne energije naliva E [MJ ha⁻¹], pomnoženo z največ 30-minutno intenziteto naliva I_{30} [mm h⁻¹]:

$$R = E \cdot I_{30} \text{ [MJ ha}^{-1} \text{ mm h}^{-1}\text{]}. \quad (2)$$

Parameter EI je torej okrajšava za energijo, pomnoženo z intenziteto, zato ga enostavno ne smemo upoštevati kot energijski parameter. Sama energija ni zadosten pokazatelj erozijske moči, saj ima lahko počasen in dolg dež enako energijo kot mnogo krajši dež z večjo intenziteto. Erozivnost dežnih kapelj se povečuje z intenziteto, ki jo upoštevamo s komponento I_{30} .

Pri izračunu erozivnosti padavin upoštevamo le nalive oz. erozivne dogodke. To pomeni, da iz izračuna izpustimo nalive z manj kot 12 mm padavin, razen če v 15 minutah pade več kot 6 mm padavin. Dogodke med seboj ločimo, če v 6 urah pade manj kot 12 mm padavin.

Energija posameznega naliva je funkcija količine dežja in intenzitete med nalivom. Srednja velikost dežnih kapelj splošno narašča z večanjem intenzitete, končna hitrost prosto padajočih dežnih kapelj pa narašča z večanjem njihove velikosti. Energija je neposredno povezana z intenziteto, ker je energija padajočih kapelj premosorazmerna kvadratu hitrosti. Opisano zvezo ponazarja diagram na sliki 1.

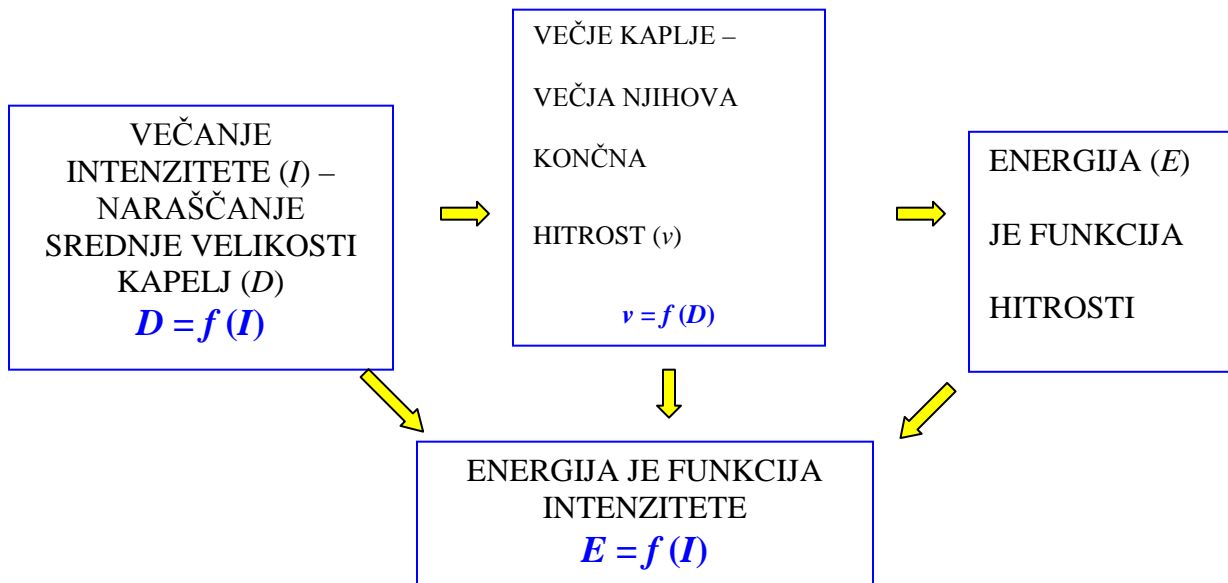
Izračun energije zahteva zvezo energije z nekim merjenim parametrom, ki je običajno intenziteta. Prvo zvezo med energijo in intenziteto (enačba 6) sta leta 1958 podala Smith in Wischmeier. Leta 1981 so jo Foster in sod. prilagodili za uporabo v SI-metričnem sistemu:

$$\begin{aligned} e &= 0,119 + 0,0873 \cdot \log_{10}(i) & i \leq 76 \text{ mm h}^{-1} \\ e &= 0,283 & i > 76 \text{ mm h}^{-1}, \end{aligned} \quad (3)$$

pri čemer je:

e ... specifična energija padavin na enoto površine [ha] in enoto količine padavin [MJ ha⁻¹ mm⁻¹] in

i ... trenutna intenziteta naliva [mm h^{-1}].



Slika 1: Diagram zveze med intenziteto in energijo padavin

Meja 76 mm h^{-1} je določena, ker se srednja velikost vodnih kapelj in s tem njihova hitrost ne povečujeta več, ko intenziteta preseže to vrednost. Energija se več ne povečuje in se stabilizira ($e = 0,283 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$), ko dežne kaplje dosežejo svojo maksimalno velikost.

Tudi drugi raziskovalci so predstavili algoritme za izračun energije na drugih geografskih območjih. Tako je nastala enačba za zvezo e – I v eksponentni obliki:

$$e = e_{\max} \cdot [1 - a \cdot \exp(-bi)], \quad (4)$$

pri čemer je:

e_{\max} ... maksimum enotske energije (e), ko se intenziteta bliža neskončnosti [$\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$],

a, b ... koeficient in

\exp ... osnova naravnega algoritma.

Koeficient a skupaj z e_{\max} določa minimalno kritično energijo padavin. Koeficient b [h mm^{-1}] pa definira obliko eksponentne krivulje.

Prvi je zvezo v eksponentni obliki uporabil Kinnell (1981). Več drugih avtorjev pa je za različna področja ugotovilo, da ta porazdelitev dobro opisuje zvezo med intenziteto in energijo. Tudi v popravljeni univerzalni enačbi za izračun izgub zemljine (RUSLE) logaritmično enačbo za zvezo $e-I$ zamenja enačba v eksponentni obliki, pri čemer sta koeficiente e_{\max} , a in b podala Brown in Foster leta 1987:

$$a = 0,72,$$

$$b = 0,05 \text{ h mm}^{-1} \text{ in}$$

$e_{\max} = 0,29 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, iz česar izhaja, da je

$$e = 0,29 \cdot [1 - 0,72 \cdot \exp(-0,05i)]. \quad (5)$$

Energijo naliva E [MJ ha^{-1}] na enoto površine dobimo kot seštevek zmnožka specifične energije padavin e_k in višine padavin P_k v časovnem intervalu k :

$$E = \sum_k e_k \cdot P_k. \quad (6)$$

Letno erozivnost dobimo kot seštevek erozivnosti vseh posameznih nalivov v izbranem letu.

2.2.2 Problemi določanja erozivnosti padavin kot erozijskega dejavnika

Erozivnost padavin je eden od pomembnih dejavnikov procesa erozije tal. Sam proces na prvi pogled izgleda precej enostaven: dežne kaplje trčijo ob tla in s tem povzročajo sproščanje delcev zemljine s podlage. Pa vendar je vsak erozivni dogodek zase enkraten in neponovljiv. Zato bi v okviru obravnavane naloge rad pokazal kompleksnost tega procesa.

Glavni dejavnik, ki vpliva na erozivnost padavin, so vsekakor padavine same. Pomembno je poznati njihovo količino in intenziteto (časovni potek padavin), vrsto padavin, energijo, porazdelitev in hitrost dežnih kapelj,... Vsi naštetni parametri so medsebojno povezani in odvisni. Najpomembnejša parametra sta količina in intenziteta padavin, saj sta to merjena parametra na standardnih meteoroloških postajah in zato so ti podatki lahko dostopni.

Da bi lahko napovedali erozijo tal npr. v enotah mase, ki se erodira v določenem časovnem obdobju, pa moramo poleg podatkov o padavinah, ki so osnova za napoved, poznati še metode in enačbe za ovrednotenje erozije.

2.3 DELOVNA HIPOTEZA

Narava erozivnih dogodkov je taka, da le-ti niso ponovljivi in se jih ne da zagotovo napovedati. V primeru, da upoštevamo samo padavine v tekoči obliki, veljajo naslednje odvisnosti:

- z večanjem intenzitete dežja narašča srednja velikost dežnih kapelj,
- končna hitrost kaplje je odvisna od njene velikosti in
- energija prosto padajoče dežne kaplje je sorazmerna kvadratu hitrosti le-te.

Iz navedenih odvisnosti lahko sklepamo, da je energija dežnih kapelj direktno povezana z intenziteto. Iz tega sledi, da če poznamo intenziteto padavin in zvezo med energijo in intenziteto, lahko ocenimo erozivnost padavin. Problem, ki nastane pri določanju erozivnosti padavin pa je, da ne obstajajo podatki o intenzitetah padavin za vse klimatološke postaje. Zato je smotrno obravnavati oz. raziskati možne povezave med erozivnostjo na letni ravni in parametri, ki pa jih meri vsaka oz. večina klimatoloških postaj. Tako sem za osnovo vzel ugotovitve, ki jih v svoji doktorski disertaciji navaja G. Petkovšek, in sicer povezavo med dnevno količino padavin in mesečnimi povprečnimi temperaturami, ta odvisnost se je pokazala kot ustrezna za področje slovenske Istre.

Potrebno je poudariti, da erozivni dogodki niso samo posledica padavin v tekoči obliki, saj tudi sneg povzroča erozijo tal, vendar ne ob samem stiku padavin s tlemi, ampak kasneje, ko se sneg stopi in se pojavi površinski odtok, ki povzroča erozijo. Kljub temu v svoji diplomski nalogi ne bom obravnaval erozivnosti snežnih padavin, ampak samo padavine v tekoči obliki.

Delovne hipoteze so:

- erozivnost ni linearno odvisna od količine padavin,

- erozivnost je prostorsko in časovno spremenljiva,
- erozivnost na letni ravni se da določiti brez poznavanja intenzitete padavin.

2.4 CILJI NALOGE

Cilj diplomske naloge je ovreči ali potrditi v prejšnji točki navedene delovne hipoteze. Prav tako bi rad v svoji diplomski nalogi primerjal ugotovitve, ki jih v svoji diplomski nalogi obravnava G. Skube, ki je obravnaval padavine na območju Zgornjesavske doline, ki je po podnebnih lastnostih podobna Kamniško-Savinjskim Alpam.

Cilj diplomske naloge je tudi analiza podatkov s pomočjo Mann-Kendallovega statističnega testa, s katerim se računajo trendi in potem primerjava tako izračunanih trendov s trendi izračunanimi po metodi linearne regresije.

Podatke o padavinah, merjenih na treh klimatoloških postajah, bom, ker imam podatke o petminutnih intenzitetah, obravnaval najprej z modulom RF, nato pa bom primerjal rezultate še z rezultati, ki jih je dobil G. Skube pri svojih treh padavinskih postajah.

Mreža klimatoloških postaj, ki merijo temperaturo in dnevne padavine, je veliko bolj gosta kot mreža postaj, ki merijo petminutno intenziteto padavin. Torej bi morali, če bi želeli uspešno opisati erozivnost padavin na območju celotne Slovenije, potrditi odvisnost parametrov v različnih podnebnih okoljih.

2.5 OBRAVNAVANI PODATKI

V svoji diplomski nalogi obravnavam podatke, pridobljene na merilnih mestih Agencije RS za okolje, in sicer v Kamniški Bistrici, Solčavi in na Zgornjem Jezerskem. Podatki o padavinah so pridobljeni z ombrometrom, ki v petminutnih intervalih zapisuje količino

padavin padlih v preteklih petih minutah. Prav tako pa so predmet te diplomske naloge podatki o dnevni temperaturah.

2.6 OPIS MERILNIH MEST

POSTAJA	NADM. VIŠ.	Y	X	OBDOBJE OBRAT.
Kamniška Bistrica	610	46°20'	14°36'	1976-
Solčava	658	46°25'	14°42'	1990-
Zgornje Jezersko	894	46°24'	14°30'	1977-1986, 1986-

Preglednica 1: Podatki o lokacijah (Gauss-Krügerjeve koordinate) za merilna mesta

ARSO na teh treh klimatoloških postajah zbira podatke z ombrometrom v Kamniški Bistrici od leta 1976 naprej, v Solčavi od leta 1990 naprej ter na Zgornjem Jezerskem v letih od 1977 do 1986 in od 1986 naprej. Na Zgornjem Jezerskem postaja ni delovala v letih 1987 in 1988 skozi celo leto, v letih 1985, 1986 in 1989 pa ni delovala po nekaj mesecev. Na ARSO –tu so mi kot vzrok nedelovanja navedli odpoved opazovalca.

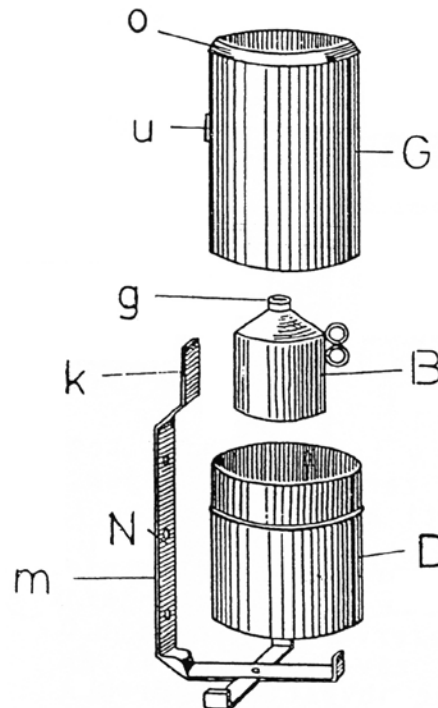
Kot na večini postaj v Sloveniji, se tudi na obravnavanih treh postajah uporabljajo Hellmanovi dežemeri z odprtino 200 cm². V Kamniški Bistrici in Solčavi se uporablja ombrograf P-2 (ruske izdelave). Na Zgornjem Jezerskem pa se uporablja ombrograf tipa Lambrecht.



Slika 2: Slika merilnega mesta v Solčavi

Hellmanov ombrometer z odprtino 200 cm^2 je izdelan iz cinkove pločevine in je valjaste oblike, visok pa je približno 0,5 m. V zgornji del dežemera skozi odprtino padajo padavine. Na dnu je lijak z ozkim grlom, skozi katerega odtekajo padavine v posodo za zbiranje padavin. Vanjo lahko pade okoli 74 mm vode v tekočem stanju. Spodnji del dežemera služi kot zaščita zbirne posode pred segrevanjem.

- G – zgornji del dežemera
- o – odprtina
- u – uho dežemera
- B – posoda za zbiranje padavin
- g – grlo posode
- D – spodnji del dežemera
- N – železni nosilni križ
- m – nosilec
- k – zgornji konec križa



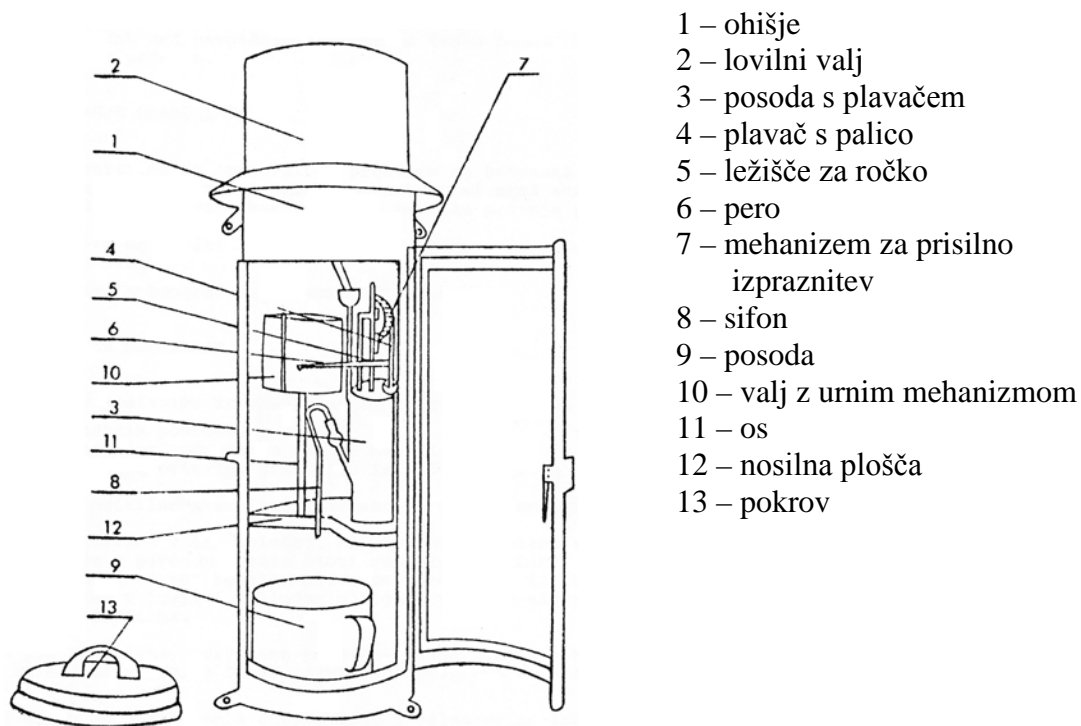
Slika 3: Shema sestavnih delov Hellmanovega ombrometra (ARSO, 2003b: 5)

Višino padavin, ki so se zbrale v posodi za zbiranje padavin, določimo s posebno mero imenovano merilni valj. To je steklena posoda valjaste oblike z zaobljenim dnom, ki ima na zunanji strani vgravirano skalo v celih milimetrih in desetinkah milimetra. Celi milimetri so na skali označeni z dolgimi črtami, krajše črtice brez števil označujejo desetinke milimetra. (ARSO, 2003b)

Opis ombrografa Ruski "P-2" z odprtino 500 cm^2 , z mehansko uro in registracijo na trak, ki se nahaja v Kamniški Bistrici in Solčavi:

Kadar dežuje, teče voda iz lovilnega valja po dovodni cevi in počasi polni posodo s plavačem. Pri tem se plavač dviga in kazalec s svojim peresom piše po traku krivuljo. Strmina krivulje kaže jakost padavin. Bolj ko je krivulja strma, večja je intenziteta padavin. Kadar doseže množina padavin v posodi s plavačem 500 cm^3 , pero pa doseže razdelek $100 \pm 0,5$ na diagramu, se plavač dvigne v zgornji položaj in pritisne na podporni vijak, tako premakne vzvod iz zareze na robu drsnega kolesa. Drсно kolo se začne pod vplivom uteži

obračati in z izbočenim delom udari po ležišču, ki je pritrjeno na palico plavača ter ga potopi v vodo. Voda, ki jo je iztisnil plavač, izteče iz sifonske cevi in začne odtekati v lonec. Plavač, ki se spušča, sprosti podporni vijak, vzvod ponovno pride v zarezo na drsnem kolesu in ga drži v tem položaju, dokler se spet ne napolni posoda s plavačem. Pri tem se kazalec vrne v ničelno lego. Padavine, ki še naprej pritekajo v posodo s plavačem, spet dvigajo plavač in naprava nadaljuje z zapisovanjem padavin, ponavljajoč delovni krog. Ravne navpične črte, ki potekajo od zgornjega roba traku do njegove ničelne črte, ustrezajo trenutkom izliva vode skozi sifon. Po številu teh črt ugotovimo število praznitev. Vodo, ki se je nabrala v posodi, pri zamenjavi traku izlijemo. Če vodo iz posode izmerimo, lahko kontroliramo pravilnost zapisovanja praznitev. (HZB, 1974)



Slika 4: Zgradba ombrografa "P-2" (HZB, 1974: 167)

Za pravilno delo z merilno napravo je nujno poznati njene tehnične podatke.

Najpomembnejši za ruski ombrograf "P-2" so (HZB, 1974):

- ombrograf lahko padavine registrira v katerem koli časovnem obdobju in kakršnekoli jakosti, pri temperaturah od 0 do 45 °C,
- valj z urnim mehanizmom se obrne enkrat v 26 urah, mehanizem navijemo enkrat tedensko,
- 500 cm³ vode se izprazni skozi sifon v največ 20 sekundah,
- najmanjši razmak med navpičnimi črtami na traku pomeni 10 minut, med vodoravnimi pa 0,1 mm padavin,
- debelina črte, ki jo piše pero na traku je 0,3 mm.

Tehnični podatki za Lambrechtov ombrograf:

- deluje tudi pri temperaturah do –20° C,
- primeren je za kraje, ki so bolj odročni, saj lahko neprestano deluje 31 dni,
- ostale karakteristike so podobne kot pri ostalih ombrografih



Slika 5: Lambrechtov ombrograf, kakršnega uporabljajo na Zgornjem Jezerskem
(<http://www.lambrecht.net>, 2006)

2.7 OPIS MODULA ZA DOLOČANJE EROZIVNOSTI PADAVIN (RF)

Petkovšek (2002) je razvil program RF za določanje erozivnosti padavin. V prvotni obliki je služil kot orodje za določanje R-faktorja v enačbi RUSLE. Darja Jošt je v svoji diplomski nalogi (2003) ta program izboljšala, tako da se erozivnost izračuna po metodah, katerih osnovna enačba ima eksponentno obliko. Program za vhodno datoteko potrebuje podatke o padavinah, ki jih običajno dobimo iz avtomatskih dežemerov. Podatke lahko v program uvozimo bodisi iz datoteke programa Matlab bodisi iz tekstovnih datotek. Primer vhodne datoteke je prikazan v prilogi B.

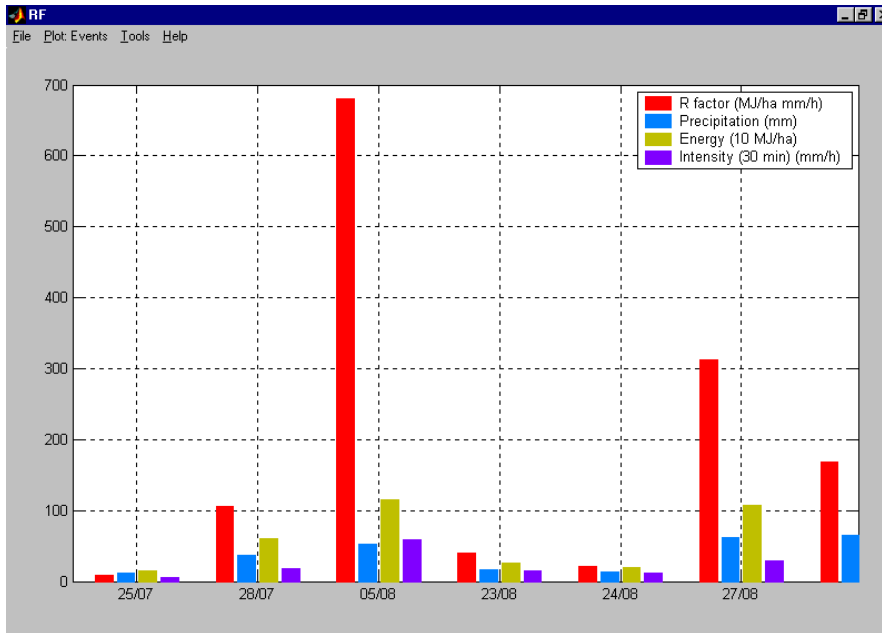
Program za podane padavine izpiše erozivne dogodke in za vsakega izmed njih izračuna:

- R-faktor.
- padavine,
- energijo padavin,
- maksimalne 30-minutne intenzitete.

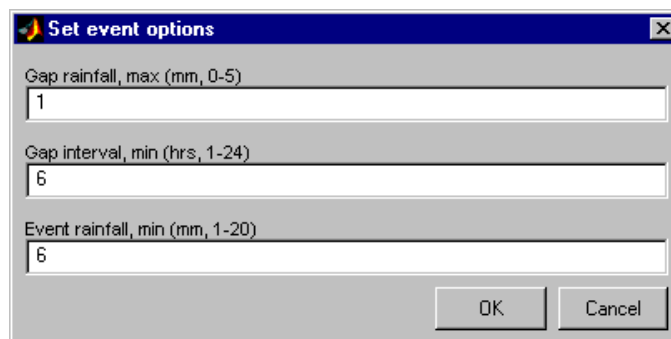
Program rezultate prikaže v grafični obliki (slika 4) in nam omogoča, da lahko prikažemo vse spremenljivke hkrati ali vsako posebej (P, E, I_{30} in R). Spreminjamo lahko tudi časovno os (prikažejo se lahko vrednosti za posamezni dogodek, dan, teden, mesec ali leto). Izrisane rezultate lahko izvozimo tudi v obliki tekstovne datoteke, kar nam omogoča, da rezultate lahko nadalje urejamo, npr. s programom Excel. Primer izhodne datoteke RF je prikazan v prilogi K.

V meniju Tools – Orodja ima program več možnosti.

V posebnem oknu (slika 7) lahko nastavimo kriterije za dogodke (Event rainfall, mm) in njihovo ločenost (Gap rainfall, mm; Gap interval, hrs), pri čemer je eden splošno uporabljenih kriterijev za dogodke, tj. po metodi RUSLE, podan v poglavju 2.3.1. Ta kriterij nam program ponudi sam. Če pa ga želimo spremeniti, vnesemo drugačne vrednosti v okviru intervalov, ki so na voljo.

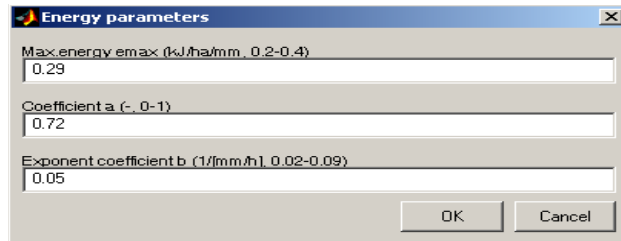


Slika 6: Grafični prikaz rezultatov v programu RF



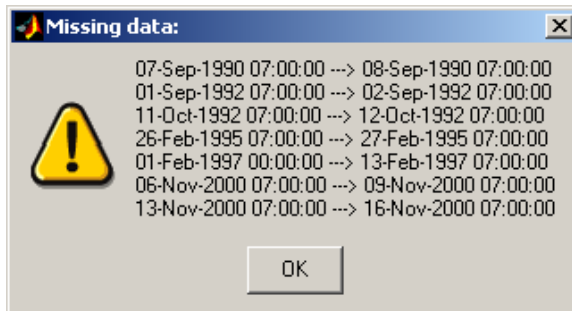
Slika 7: Pogovorno okno programa RF za določitev kriterija dogodkov in njihove ločenosti

V pogovornem oknu (slika 8) lahko nastavimo vrednosti energijskih parametrov e_{max} , a in b po eksponentni enačbi. Podobno kot pri kriteriju za dogodke nam program sam ponudi opcijo z vrednostjo koeficientov. Lahko pa vrednost parametrov nastavimo sami, če nam le-ta ne odgovarja.



Slika 8: Pogovorno okno programa RF za določitev energijskih parametrov e_{\max} , a in b

Kadar imamo v vhodni datoteki manjkajoče podatke (časovne intervale), nam jih program sam izpiše (slika 9). Program kot manjkajoči podatek razume negativno vrednost v vhodni datoteki.



Slika 9: Okno programa RF, v katerem se izpišejo manjkajoči podatki

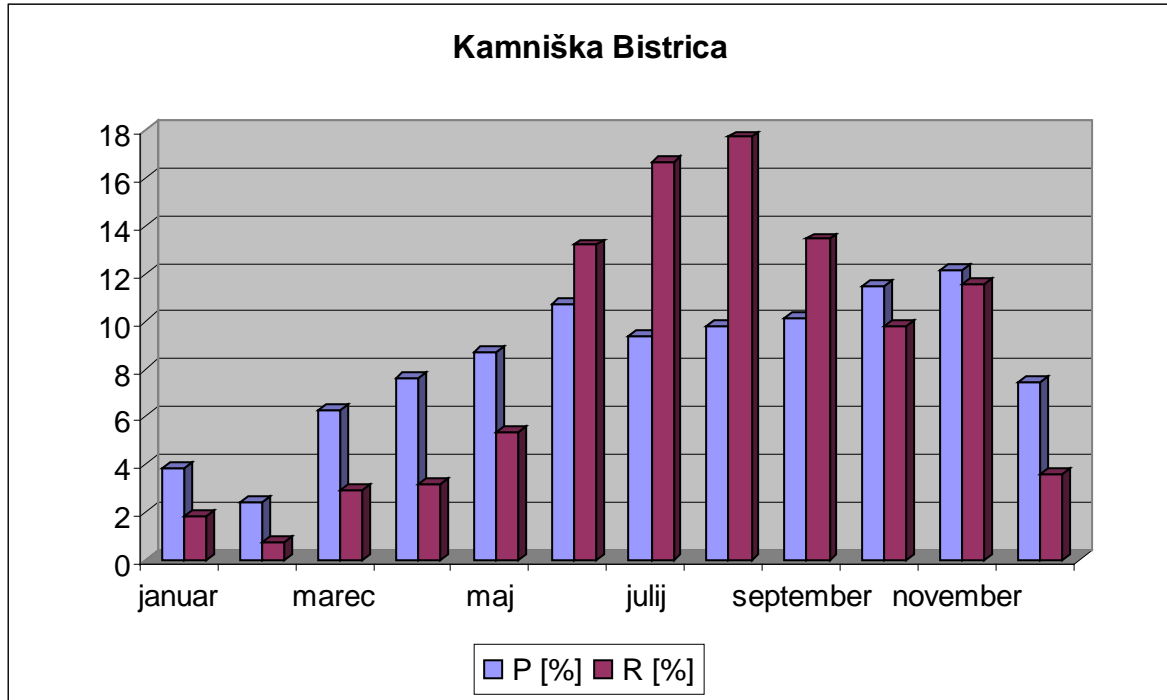
3 ANALIZA PADAVINSKIH DOGODKOV

3.1 MESEČNE VREDNOSTI

Pregled mesečnih povprečnih vrednosti padavin P in dejavnika erozivnosti R za obravnavane klimatološke postaje je prikazan v preglednicah 2, 3 in 4.

Kam. Bistrica	P	P	R	R
MESEC	[mm]	[%]	[MJ/ha mm/h]	[%]
januar	65.51	3.83	71.27	1.82
februar	41.19	2.41	30.14	0.77
marec	107.18	6.27	114.60	2.93
april	130.55	7.64	124.79	3.19
maj	148.93	8.71	210.81	5.38
junij	183.20	10.72	516.71	13.19
julij	160.49	9.39	652.30	16.65
avgust	167.86	9.82	694.02	17.72
september	173.23	10.13	526.43	13.44
oktober	196.67	11.50	382.62	9.77
november	207.74	12.15	452.44	11.55
december	127.16	7.44	141.16	3.60

Preglednica 2: Primerjava povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Kamniška Bistrica

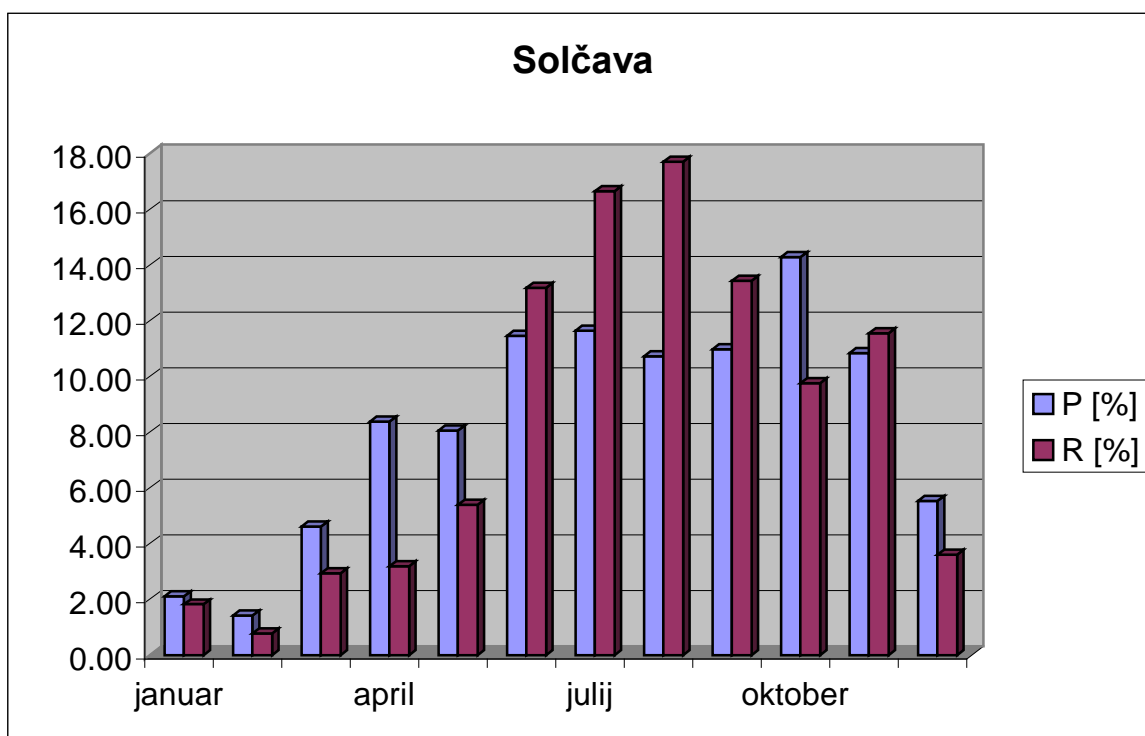


Slika 10: Grafični prikaz povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Kamniška Bistrica

Iz preglednice in grafikona je razvidno, da je povprečna mesečna količina padavin največja v mesecu novembru, in sicer znaša kar 12,15 % celotne letne povprečne količine. Najmanj padavin v tekočem stanju na merilnem mestu Kamniška Bistrica pade v mesecu februarju, ko doseže količina 2,41 % letne količine. Mesec z najmanj padavinami je hkrati tudi mesec, ko je dejavnik erozivnosti najmanjši. Najvišja mesečna povprečna erozivnost pa ni dosežena v mesecu z največ padavinami, ampak je dosežena v mesecu avgustu, ko je vrednost kar 17,72 % letne vrednosti.

Solčava	P	P	R	R
MESEC	[mm]	[%]	[MJ/ha mm/h]	[%]
januar	27.919	2.10	18.22	1.82
februar	18.713	1.41	7.70	0.77
marec	61.313	4.61	38.78	2.93
april	111.38	8.38	66.08	3.19
maj	106.97	8.05	118.24	5.38
junij	152.16	11.45	321.33	13.19
julij	154.62	11.64	324.30	16.65
avgust	142.5	10.73	452.05	17.72
september	145.91	10.98	226.49	13.44
oktober	189.68	14.28	274.03	9.77
november	143.96	10.84	167.63	11.55
december	73.519	5.53	65.74	3.60

Preglednica 3: Primerjava povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Solčava

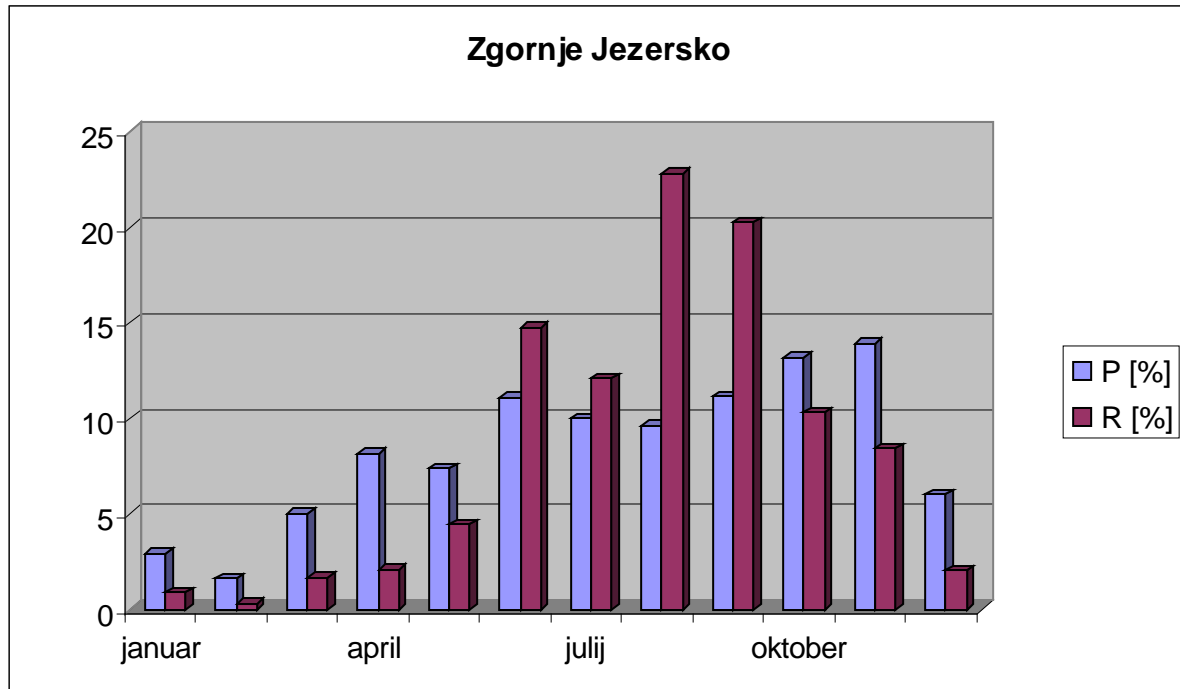


Slika 11: Grafični prikaz povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Solčava

Na merilnem mestu Solčava je bilo v povprečju največ padavin v mesecu oktobru, in sicer kar 14,28 % letne povprečne vrednosti. Dejavnik erozivnosti je največji v mesecu avgustu, ko je bilo doseženo kar 17,72 % celotne povprečne vrednosti. Najmanj padavin v tekočem stanju pade v mesecu februarju, ko doseže količina 1,41 % letne količine. Mesec z najmanj padavinami je hkrati tudi mesec, ko je dejavnik erozivnosti najmanjši.

Zg. Jezersko	P	P	R	R
MESEC	[mm]	[%]	[MJ/ha mm/h]	[%]
januar	42.78	2.90	37.88	0.87
februar	23.73	1.61	13.35	0.31
marec	73.84	5.01	71.87	1.66
april	120.19	8.15	89.61	2.07
maj	108.78	7.37	192.43	4.44
junij	163.78	11.10	638.93	14.75
julij	147.47	10.00	523.61	12.09
avgust	142.06	9.63	989.25	22.84
september	164.34	11.14	877.13	20.25
oktober	194.36	13.17	445.21	10.28
november	205.24	13.91	363.51	8.39
december	88.7	6.01	88.05	2.03

Preglednica 4: Primerjava povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost za merilno mesto Zgornje Jezersko



Slika 12: Grafični prikaz povprečnih mesečnih vrednosti padavin P in erozivnosti R ter procentualna letna vrednost le-teh za merilno mesto Zgornje Jezersko

Na merilnem mestu Zgornje Jezersko je v povprečju največ padavin padlo v mesecu oktobru, in sicer 13 % letne vrednosti. Maksimalna erozivnost 22,84 % letne vrednosti je dosežena v mesecu avgustu.

Na vseh treh merilnih mestih je padlo največ padavin v jesenskih mesecih, ko je za področje merilnih mest značilno jesensko deževje. Narava padavinskih dogodkov v tem delu leta je takšna, da dežuje dlje časa z manjšo intenziteto, medtem ko v poletnih mesecih pade manjša količina padavin, a le-te padejo z višjo intenziteto, kar povzroči, da so najvišje mesečne vrednosti dejavnika erozivnosti v poletnih mesecih, ko je značilno, da so padavinski dogodki v obliki krajših poletnih neviht, med katerimi se sprosti velik del celoletne erozivnosti.

V razliki med doseženimi maksimalnimi vrednostmi se kaže sezonsko spreminjanje padavinskih dogodkov. Prav tako je območje slovenskih Alp podvrženo surovim

vremenskim dogodkom predvsem v poletju. Največja erozivnost se pojavi na merilnem mestu Zgornje Jezersko, ki leži od treh obravnavanih postaj na največji nadmorski višini.

3.2 LETNE VREDNOSTI

Pregled letnih vrednosti padavin P, dejavnika erozivnosti padavin in odtoka R po metodi RUSLE ter števila erozivnih dogodkov za obravnavane klimatološke postaje podaja preglednica 5.

	Kamniška Bistrica			Zgornje Jezersko			Solčava		
	P	R	n	P	R	n	P	R	n
	[mm]	[MJ/a mm/h]		[mm]	[MJ/a mm/h]		[mm]	[MJ/a mm/h]	
1981	1319.9	3388.8	55	1170.5	2371.8	38			
1982	938.0	3766.9	38	1479.6	2732.8	44			
1983	829.8	2455.1	31	1053.8	2151.6	32			
1984	1236.4	3336.0	44	531.7	1099.6	20			
1985	1693.3	4163.4	55	293.1	718.3	12			
1986	1459.4	4705.0	48	220.8	349.7	8			
1987	1760.2	4293.3	60						
1988	1180.5	2487.8	52						
1989	1748.5	4896.3	60	187.8	213.4	3			
1990	2035.6	5509.2	62	1654.4	3446.8	46	1475.0	2391.8	43
1991	1711.2	5516.0	51	1474.0	3575.6	41	1521.0	2842.0	46
1992	1687.0	3938.0	47	1862.4	4314.2	43	1533.2	2452.1	41
1993	1260.6	2379.8	51	1331.7	2638.1	37	1273.1	1896.3	45
1994	1730.9	6053.8	67	1310.6	2589.9	52	1237.3	1857.1	54
1995	1754.8	4765.6	59	984.8	3897.5	40	1125.5	1741.2	40
1996	1816.4	5224.7	60	1442.0	2115.9	51	1427.8	2352.7	56
1997	1498.4	3143.4	60	1241.0	2138.2	37	1214.2	1655.4	43
1998	1889.0	5998.6	62	1602.5	4021.9	53	1401.4	2995.5	47
1999	1434.5	3198.6	60	1439.9	3573.6	57	1434.9	2941.2	61
2000	1840.4	3312.5	66	1986.9	5096.4	60	1467.8	2001.7	57
2001	1543.1	4089.0	54	1615.3	3937.3	58	1166.8	1318.1	49
2002	1462.1	3469.0	59	1494.4	2507.2	59	1164.4	1975.5	46
2003	1295.1	2439.2	51	1052.4	1604.0	38	1141.3	1645.9	43
2004	1709.4	4597.6	56	1291.4	2581.0	42	1407.7	1760.4	55
2005	1507.4	2688.5	54	1112.9	1465.1	38	1266.6	1462.5	45

Preglednica 5: Padavine P, erozivnost R in število erozivnih dogodkov n po letih za postaje Kamniška Bistrica, Zgornje Jezersko in Solčava

Postaja Zgornje Jezersko ni delovala v letih 1987 in 1988, leta 1985 je delovala samo februarja, marca, maja, junija in julija, leta 1986 je delovala samo junija, leta 1989 je delovala samo novembra, tako da teh 5 let ne moremo obravnavati pri ugotavljanju števila erozivnih dogodkov.

Podatki za Solčavo so na razpolago od leta 1990 naprej, tako da se bom pri obravnavi erozivnih dogodkov za te 3 postaje osredotočil le na leta od 1990 naprej, ko so za vse 3 postaje na razpolago popolni podatki. V preglednici so ta leta poudarjena s svetlo modro barvo.

Leto z največjo količino padavin se pri postajah Kamniška Bistrica in Solčava ne ujema z letom, ko je bil dejavnik erozivnosti največji. Prav tako je število erozivnih dogodkov popolnoma neodvisno od samega razmerja med količino letnih padavin in dejavnikom erozivnosti.

Na merilnih mestih Zgornje Jezersko in Solčava je največ padavin padlo v letu 2000. Na Zgornjem Jezerskem je bilo tega leta tudi največje število erozivnih dogodkov. Iz tega vidimo, da je bilo za ti dve postaji to najbolj mokro leto, ki pa pri Solčavi ne izstopa po vrednosti dejavnika erozivnosti R, katerega maksimalne vrednosti v istem letu ne izstopajo. Prav tako najbolj sušno leto ne sovпада z letom, ko je bilo najmanj padavinskih dogodkov.

3.3 EKSTREMNE VREDNOSTI

Neenakomerne intenzitete v posameznih dogodkih vplivajo na velike razlike v letnih vrednostih. V preglednici 7 so prikazani ekstremni dogodki in parametri le-teh v razmerju do letnih vrednosti.

datum	R [MJ/ha mm/h]	P [mm]	E [10 MJ/ha]	delež R v letu [%]	delež R v povpr. letu [%]
21-avg-81	522.10	66.20	14.34	15.41	86.51
14-nov-82	405.68	149.50	24.15	21.54	48.08
11-sep-83	656.62	72.50	16.42	26.75	62.67
23-sep-84	943.06	161.90	31.23	28.27	85.16
4-sep-85	741.98	71.50	15.52	17.82	106.28
28-avg-86	1137.30	167.00	33.25	24.17	120.11
4-avg-87	852.44	120.70	22.32	19.86	109.60
21-avg-88	347.14	81.90	16.22	13.95	63.51
17-avg-89	1159.20	53.50	14.38	23.68	124.99
1-nov-90	1015.40	190.10	35.50	18.43	140.64
14-jul-91	1017.30	49.70	12.94	18.44	140.81
16-nov-92	786.11	202.20	34.48	19.96	100.53
25-sep-93	298.43	81.30	12.98	12.54	60.75
19-jul-94	2177.10	71.60	19.83	35.96	154.54
14-jul-95	1134.30	95.80	23.34	23.80	121.66
7-avg-96	1609.60	117.20	25.39	30.81	133.38
8-nov-97	552.90	189.90	27.37	17.59	80.24
4-nov-98	1171.60	143.80	24.82	19.53	153.13
16-avg-99	346.77	44.50	9.47	10.84	81.65
4-nov-00	346.56	122.80	17.16	10.46	84.56
14-sep-01	800.76	98.60	17.95	19.58	104.38
4-jul-02	467.06	35.90	8.81	13.46	88.56
31-avg-03	279.45	71.80	12.82	11.46	62.27
25-jun-04	563.40	53.20	12.30	12.25	117.37
9-apr-05	250.29	99.50	16.25	17.08	68.63

Preglednica 6: Maksimalni letni dogodki in njihov delež letne vrednosti ter delež povprečne letne vrednosti za merilno mesto Kamniška Bistrica

Na merilnem mestu Kamniška Bistrica se je v obdobju 1981–2005 prvi maksimalni dogodek zgodil 19. julija 1994, ko je v samo enem padavinskem dogodku vrednost dejavnika

erozivnosti R znašala 2177,10 MJ/ha mm/s, kar znaša 35,96 % celotne vrednosti in kar 154,54 % povprečne letne vrednosti.

Drugi zanimiv dogodek pa se je zgodil 4. novembra 1998, ko je vrednost dejavnika erozivnosti R znašala 1171,60 MJ/ha mm/s, kar znaša 'le' 19,53 % celotne vrednosti in kar 153,13 % povprečne letne vrednosti.

datum	R [MJ/ha mm/h]	P [mm]	E [10 MJ/ha]	delež R v letu [%]	delež R v povpr. letu [%]
24-sep-90	428.07	99.00	16.22	17.90	20.57
27-jun-91	644.14	70.30	15.94	22.67	30.96
17-okt-92	543.92	161.60	25.18	22.18	26.14
17-avg-93	353.27	36.90	7.92	18.63	16.98
14-sep-94	274.71	69.70	12.49	14.79	13.20
9-avg-95	665.41	78.30	16.55	38.22	31.98
7-avg-96	420.93	60.70	11.76	17.89	20.23
8-nov-97	498.60	96.60	16.51	30.12	23.96
5-avg-98	680.25	53.00	11.45	22.71	32.70
16-avg-99	457.37	54.70	12.23	15.55	21.98
5-avg-00	313.06	64.80	11.43	15.64	15.05
11-jun-01	167.98	46.90	8.00	12.74	8.07
27-avg-02	352.37	63.30	12.07	17.84	16.94
31-avg-03	221.96	81.70	13.37	13.49	10.67
25-jun-04	213.69	45.30	8.48	12.14	10.27
1-jul-05	171.52	66.10	10.09	11.73	8.24

Preglednica 7: Maksimalni letni dogodki in njihov delež letne vrednosti ter delež povprečne letne vrednosti za merilno mesto Solčava

Na merilnem mestu Solčava se je v obdobju 1990–2005 prvi maksimalni letni dogodek zgodil 9. avgusta 1995, ko je v enem padavinskem dogodku vrednost dejavnika erozivnosti R znašala 665,41 MJ/ha mm/s, kar znaša 38,22 % celotne vrednosti in 'le' 31,98 % povprečne letne vrednosti.

Drugi zanimiv dogodek se je zgodil 5. avgusta 1998, ko je v enem padavinskem dogodku vrednost dejavnika R znašala 680,25 MJ/ha mm/s, kar znaša 22,71 % letne vrednosti in 32,70 % povprečne letne vrednosti.

datum	R [MJ/ha mm/h]	P [mm]	E [10 MJ/ha]	delež R v letu [%]	delež R v povpr. letu [%]
21-avg-81	544.95	62.30	12.85	22.98	15.88
13-nov-82	403.22	153.30	24.59	14.75	11.75
11-sep-83	452.13	73.90	15.48	21.01	13.17
23-sep-84	560.87	144.30	26.97	51.01	16.34
8-jun-85	218.60	30.80	7.05	30.43	6.37
4-jun-86	108.69	64.70	9.21	31.08	3.17
6-nov-89	174.77	114.30	15.07	81.90	5.09
24-sep-90	809.25	127.20	24.67	23.48	23.58
27-jun-91	497.83	67.80	14.73	13.92	14.51
16-nov-92	725.04	210.80	36.99	16.81	21.13
11-jul-93	504.83	68.10	13.08	19.14	14.71
14-sep-94	710.94	83.80	16.77	27.45	20.72
11-jun-95	2998.60	92.40	22.61	76.94	87.38
21-jun-96	361.86	76.20	14.25	17.10	10.54
8-nov-97	467.96	192.50	26.89	21.89	13.64
06-okt-1998	1124.50	120.10	19.87	27.96	32.77
16-avg-99	729.91	56.20	13.47	20.43	21.27
25-jun-00	1512.10	85.00	18.81	29.67	44.06
31-maj-01	1199.70	63.40	15.38	30.47	34.96
14-jul-02	487.83	66.60	13.94	19.46	14.22
1-nov-03	295.62	88.90	14.21	18.43	8.61
24-jul-04	689.50	44.80	10.61	26.71	20.09
9.apr.05	156.94	103.8	12.66	10.71	5.07

Preglednica 8: Maksimalni letni dogodki in njihov delež letne vrednosti ter delež povprečne letne vrednosti za merilno mesto Zgornje Jezersko

Kot je omenjeno že zgoraj, postaja Zgornje Jezersko ni delovala v letih 1987 in 1988, leta 1985 je delovala samo februarja, marca, maja, junija in julija, leta 1986 je delovala samo junija, leta 1989 je delovala samo novembra, tako da teh 5 let ne moremo obravnavati tudi pri vrednotenju maksimalnih erozivnih dogodkov. Tako so tudi tukaj obravnavani samo podatki, ki so poudarjeni s svetlo modro barvo.

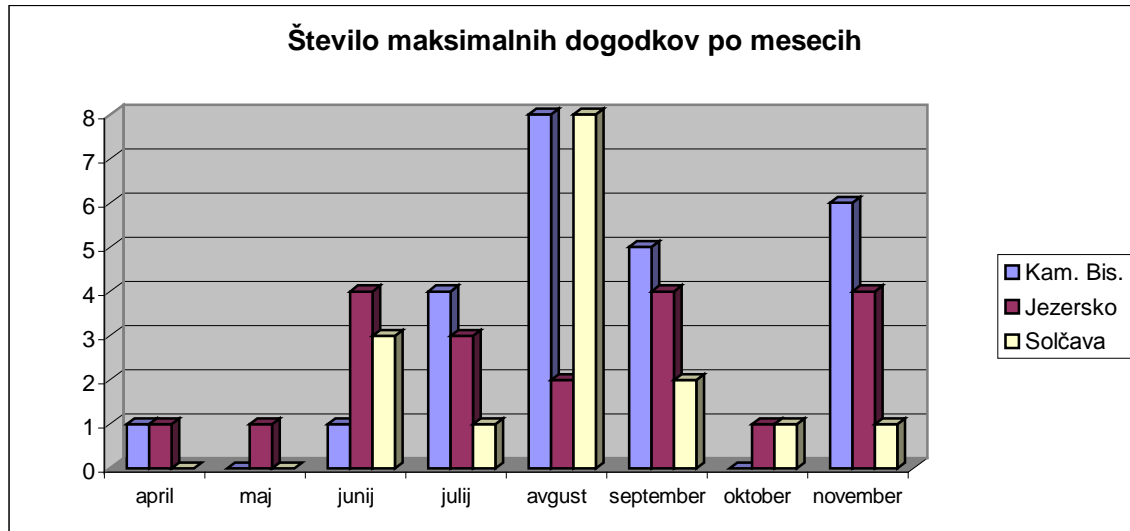
Na tem merilnem mestu se je v obdobju 1990–2005 (z izjemo zgoraj naštetih let) maksimalni letni dogodek zgodil 11. junija 1995, ko je v enem padavinskem dogodku vrednost dejavnika

erozivnosti R znašala 2998,60 MJ/ha mm/s, kar znaša kar 76,94 % celotne vrednosti in 87.38 % povprečne letne vrednosti.

Zanimivo je, da se pri obravnavanih treh postajah niti en maksimalni dogodek pri posamezni postaji datumsko ne ujema z maksimalnim dogodkom druge postaje.

	Kam. Bis.	Zg.Jezersko	Solčava
april	1	1	0
maj	0	1	0
junij	1	4	3
julij	4	3	1
avgust	8	2	8
september	5	4	2
oktober	0	1	1
november	6	4	1
Σ	25	20	16

Preglednica 9: Število maksimalnih letnih dogodkov po mesecih



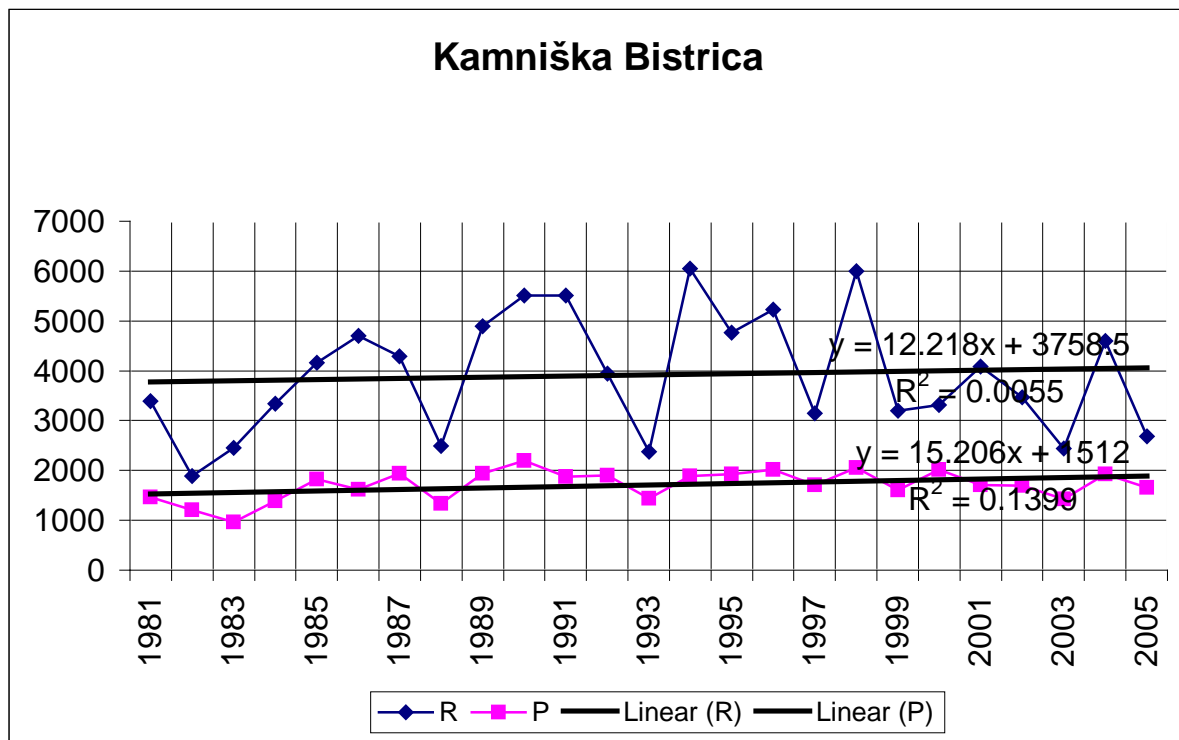
Slika 13: Grafični prikaz števila maksimalnih dogodkov po mesecih za vse tri postaje

Za Kamniško Bistrico podatki zajemajo 25 letni niz, za Zgornje Jezersko 20 letni niz, za Solčavo pa 16 letni niz. Iz preglednice vidimo, da je bilo največ maksimalnih letnih

dogodkov pri Kamniški Bistrici in Solčavi v mesecu avgustu, na Zgornjem Jezerskem pa v juniju, septembru in novembru.

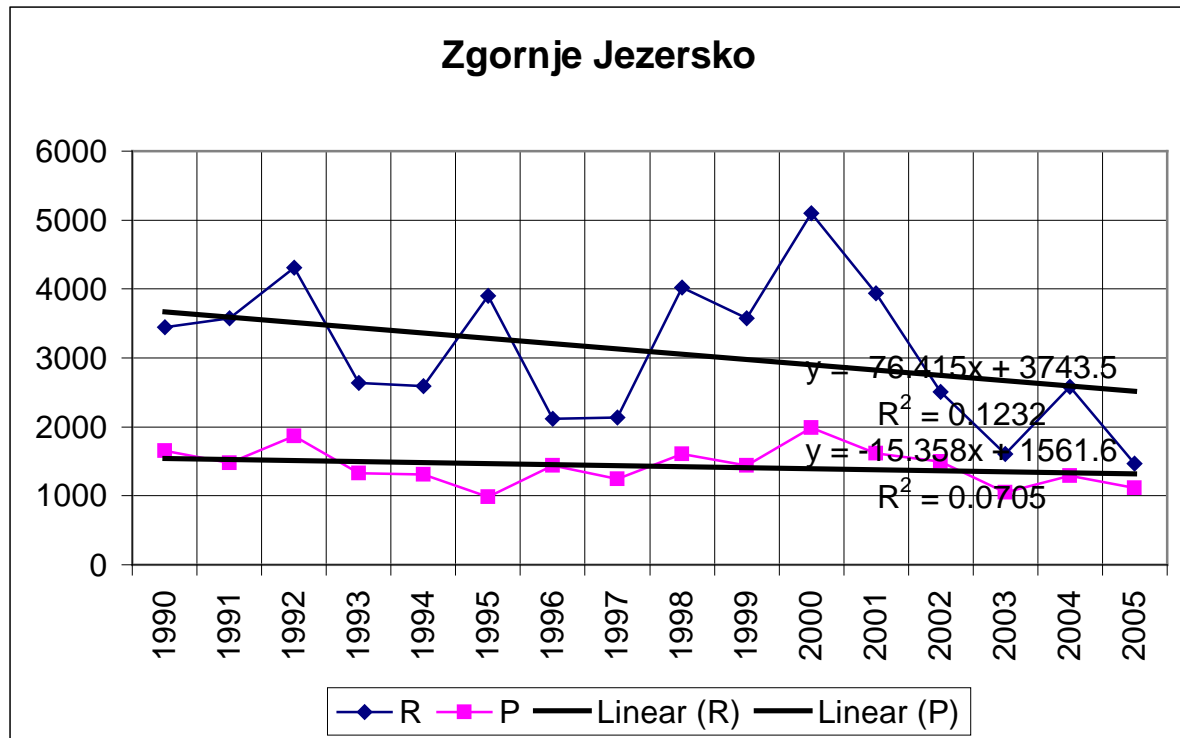
3.4 TRENDNE ČRTE

Letne vrednosti izmerjenih padavin P in ocene erozivnosti R sicer nihajo, a kljub temu se da določiti trende. Tako v nadaljevanju prikazujem trende letnih vrednosti P in R za 12-letno obdobje. Če sta trendni črti vzporedni, to pomeni spreminjanje količin padavin. Če pa trendni liniji nista vzporedni, to pomeni, da se spreminja narava padavin.



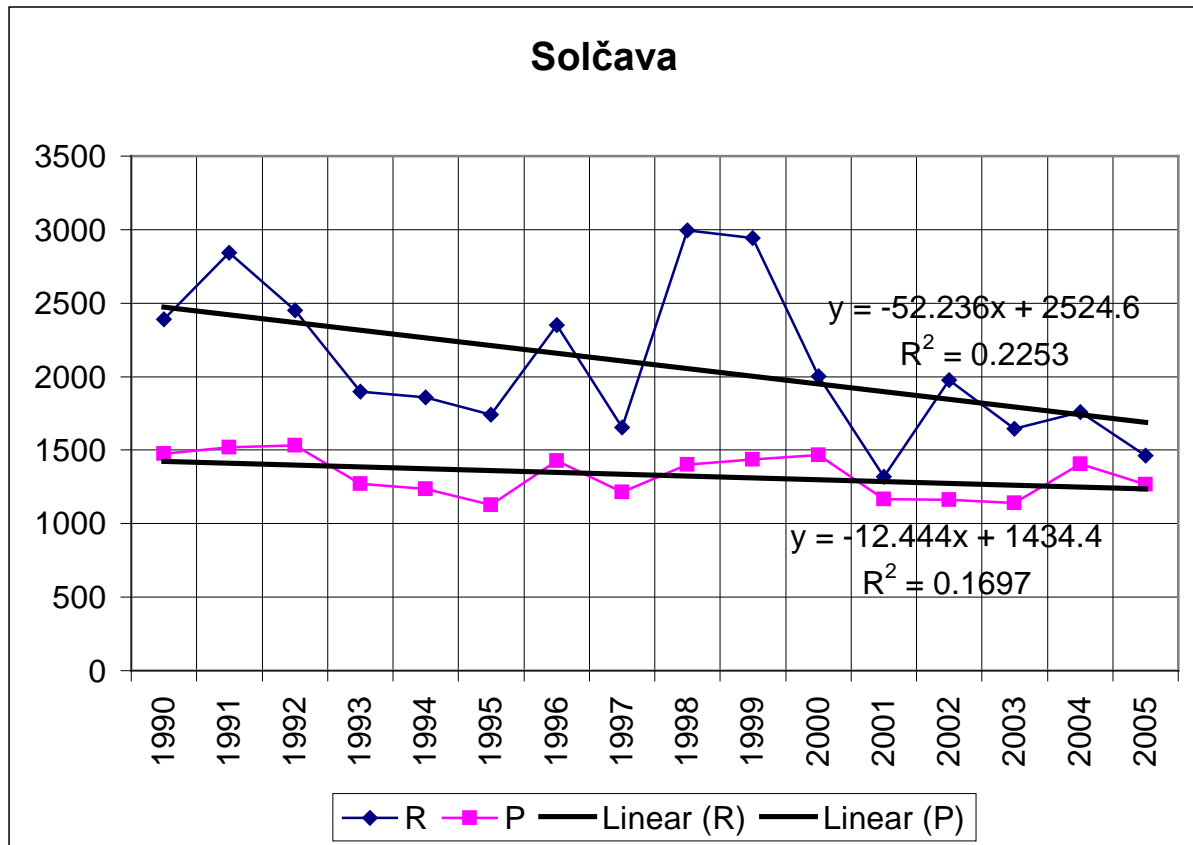
Slika 14: Grafični prikaz trenda padavin P in erozivnosti R za obdobje 25 let (1981–2005) za merilno mesto Kamniška Bistrica

Na tem grafu vidimo, da sta trendni črti naraščajoči in dokaj vzporedni, kar pomeni, da padavine in erozivnost enako naraščata.



Slika 15: Grafični prikaz trenda padavin P in erozivnosti R za obdobje 25 let (1990–2005) za merilno mesto Zgornje Jezersko

Na tem grafu je trendna črta padavin rahlo padajoča, kar pomeni, da količina padavin z leti rahlo upada, medtem ko je trendna črta erozivnosti precej bolj strmo padajoča, kar pomeni, da se erozivnost z leti zmanjšuje hitreje. Iz tega lahko tudi razberemo, da se spreminja tudi tip padavin.



Slika 16: Grafični prikaz trenda padavin P in erozivnosti R za obdobje 25 let (1990–2005) za merilno mesto Solčava

Na tem grafu opazimo, da se letne padavine zmanjšujejo, prav tako pa erozivnost, ki pa se zmanjšuje veliko bolj intenzivno. Torej tudi tukaj zaznamo spremembo v tipu padavin.

4 PRIMERJAVA REZULTATOV IN UGOTAVLJANJE TREND

4.1 UPORABA BOOTSTRAP IN MANN-KENDALL TESTA ZA UGOTAVLJANJE TREND

4.1.1 Uvod

Mann-Kendallov (MK) test (Mann, 1945; Kendall, 1975), ki temelji na razvrstitvi števil je bil običajno uporabljen za ugotavljanje signifikantnosti monotonih trendov v hidrometeoroloških časovnih intervalih. V novejšem času je bilo veliko pozornosti namenjene tudi bootstrap tehniki, ki se je razmahnila z razvojem zmogljivosti osebnih računalnikov. Bootstrap je računsko intenziven pristop za določanje natančnosti meritev pri statističnih izračunih. Točnost statističnega izračuna je odvisna od števila bootstrap vzorcev. Če je število vzorcev večje, je večja tudi točnost izračuna. Prednost pred drugimi testi je v tem, da nima omejitev pri predpostavljajanju pravilnosti podatkov in pa v tem, da je test lahek za razumevanje in za realiziranje. V tem testu so podatki naključno razvrščeni in permutirani, potem pa izračunani po MK statističnemu testu. Z naključnim permutiranjem originalnih podatkov N krat in potem računanjem z MK testom N krat, dobimo bootstrap empirično distribucijsko funkcijo, računano po MK statistični metodi. Ta test poimenujemo bootstrap MK (BS-MK) test.

MK in BS-MK testa se oba uporabljata za doseganje signifikantnosti trenda s pomočjo MK statistične metode. Pri tem lahko ugotavljamo tudi velikost in naklon trenda s pomočjo svoje standardne deviacije. To je mogoče z izračunom naklona vsakega bootstrap vzorca. Te vrednosti se potem uporabijo za vzpostavitev empirične distribucije testa, ki se potem uporabi za doseganje signifikantnosti specifičnega trenda. Ta test za naklon poimenujemo bootstrap slope (BS-slope) test.

4.1.2 Bootstrap slope (BS-slope) test

Za prepoznavanje časovnih intervalov, ki izkazujejo trend, je zaželeno, da določimo velikost takega trenda. Odločimo se, da to velikost izrazimo z naklonom (sprememba na časovno enoto), ampak to ne pomeni, da trend prevzame obliko linearnega trenda pri računanju srednje vrednosti.

Pri BS-slope testu se uporablja sledeča formula:

$$d_{ijk} = \frac{(x_{ij} - x_{ik})}{(j - k)} ; 1 < k < j < n; \quad (7)$$

za vse (x_{ij}, x_{ik}) pare, $i = 1, 2, \dots, n$; kjer n predstavlja dolžino časovnega niza podatkov. Določevalec naklona B je mediana teh d_{ijk} vrednosti.

4.1.3 Bootstrap Mann-Kendall (BS-MK) test

Statistika Mann-Kendallovega testa se računa z enačbo:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{Sgn}(X_j - X_i), \quad (8)$$

kjer sta X_i in X_j vrednosti podatkov, n je dolžina podatkovnega niza in

$$\text{Sgn}(\theta) = \begin{cases} +1 & \theta > 0 \\ 0 & \text{če } \theta = 0, \\ -1 & \theta < 0 \end{cases} \quad (9)$$

kjer je θ diferenca vrednosti. +1 tukaj pomeni, da je trend pozitiven, -1 pomeni, da je trend negativen, 0 pa pomeni, da trenda ni.

4.1.4 Signifikantnost trenda

Da ugotovimo statistično signifikantnost trenda, moramo izračunati še moč izračuna P , za vsak test posebej. Za pozitiven trend mora biti vrednost moči $P \geq 0,50$. Da smo dosledni pri določevanju signifikantnosti pozitivnih in negativnih trendov, je vrednost P podana kot:

$$p' = \begin{cases} p & \text{za negativen trend} \\ 1 - p & \text{za pozitiven trend} \end{cases}, \quad (10)$$

kjer se p izračuna po enačbi:

$$P = \frac{N_{rej}}{N}, \quad (11)$$

kjer je N končno število eksperimentov (permutacij) in N_{rej} število eksperimentov, ki padejo v kritično območje. Kritično območje je definirano z α in se določi glede na število eksperimentov. Če je število eksperimentov med 1000 in 2000, je $\alpha \geq 90\%$, če pa je število eksperimentov večje od 2000, je $\alpha \geq 95\%$. V mojem primeru je $\alpha \geq 90\%$.

Vrednosti P teh podatkov so podane v primerjalni tabeli v zadnjih treh kolonah (preglednica 13). Poudarjene številke pomenijo, da je test statistično signifikanten pri $\alpha = 0.10$. Za nize z večjim koeficientom poševnosti C_s , to pomeni da so trendi bolj poševni, velja, da so testi, ki temeljijo na razvrščenosti bolj primerni za določanje trenda.

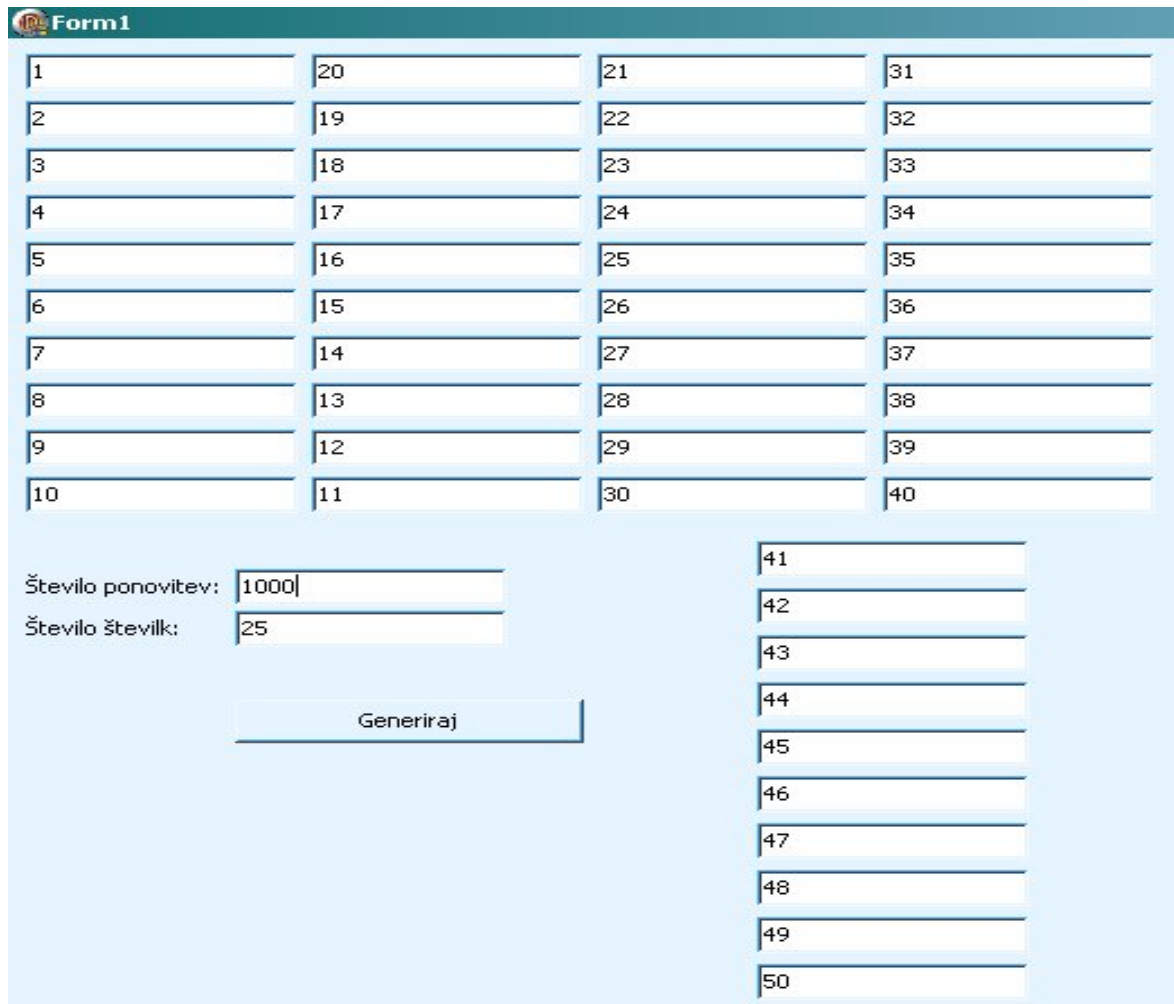
K večji signifikantnosti trenda prispeva tudi daljši niz podatkov. V mojem primeru je to daljša doba merjenja padavin.

4.2 ANALIZA REZULTATOV

4.2.1 Test

Najprej bom opisal postopek, po katerem se določa trend. Na začetku je potrebno niz podatkov naključno permutirati. V mojem primeru je ta niz podatkov erozivnost padavin R za vsako leto. Torej je dolžina niza odvisna od dobe trajanja tega niza.

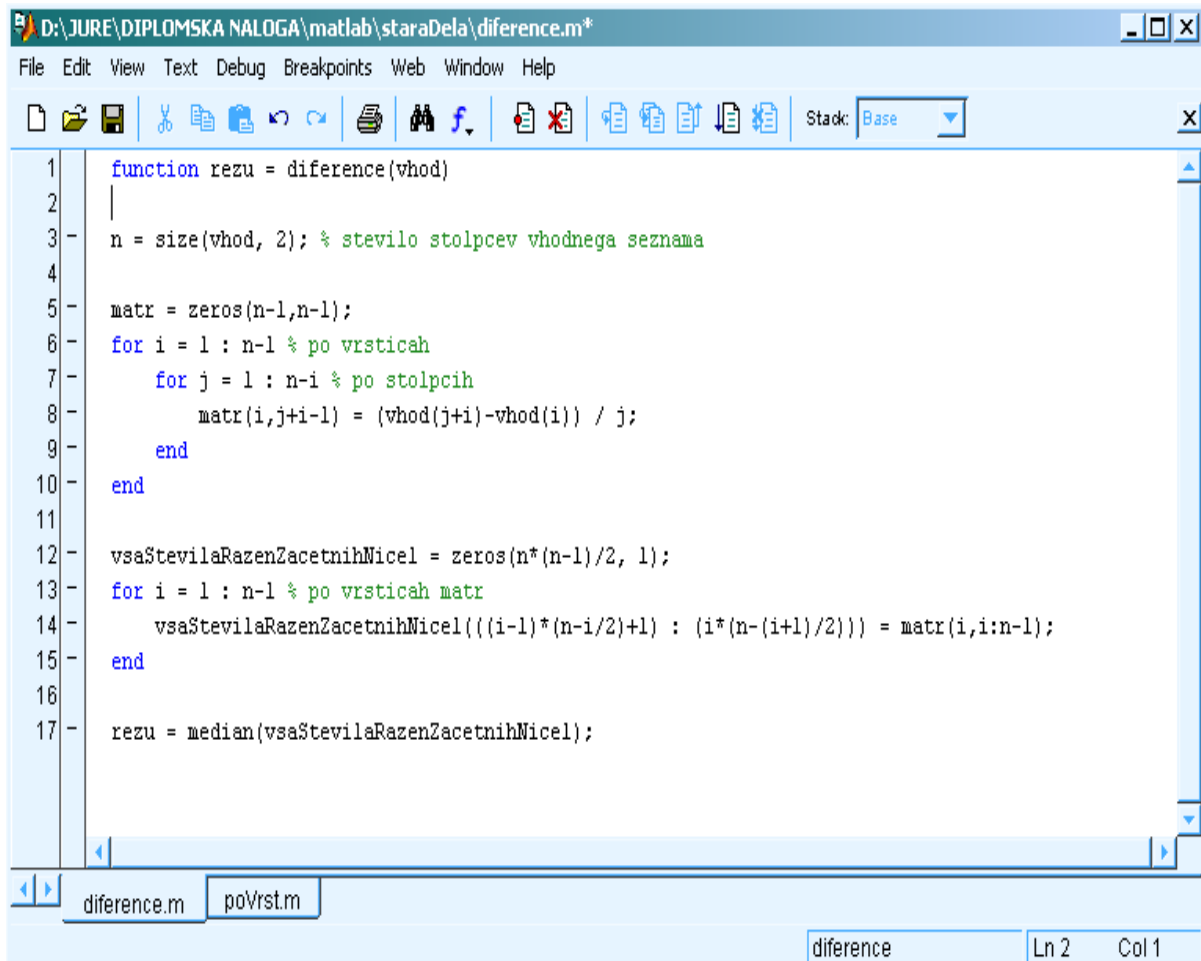
Najprej je potrebno narediti permutacije, ki sem jih izvajal v programu, ki je napisan v programskem jeziku *Borland Delfi*. Uporabljeni sta dve *for* zanki, ki za 25 letni niz in za 1000 permutacij tečeta od 1 do 25 oz. od 1 do 1000. Program deluje na osnovi *random* funkcije. Za ta programski jezik sem se odločil, ker funkcija, ki je vgrajena v program *MatLab* omogoča permutacije le na naravnih številih, moje vrednosti pa so bila realna števila. Vhodna datoteka za program je vektor dolžine n , kjer je n število let, izhodna datoteka pa je matrika $n * i$, kjer je i število permutacij. Program deluje tako, da najprej permutira pozicije števil, nato pa vsaki poziciji dodeli svojo vrednost, ki je v mojem primeru erozivnost R v vsakem letu.



The screenshot shows a software window titled "Form1" with a light blue background. At the top, there is a header bar with the title "Form1" and a small icon. Below the header, there is a grid of 40 input fields arranged in 10 rows and 4 columns. The fields are numbered 1 through 40 in a row-major order. Below the grid, there are two input fields: "Število ponovitev:" with the value "1000" and "Število števil:" with the value "25". Below these fields is a button labeled "Generiraj". To the right of the "Generiraj" button, there is a vertical list of 10 empty input fields numbered 41 through 50.

Slika 17: Pogovorno okno v programu za računanje permutacij

Nato je potrebno za BS-slope test za vsako permutacijo posebej po enačbi 7 izračunati mediano B. Ta izračun sem izvajal v programu *MatLab*. Vhodna datoteka je matrika permutiranih vrednosti R, izhodna pa vektor median B. Na slikah 18 in 19 je shema funkcije, ki se zažene v *MatLab* –u.



```
1 function rezu = diference(vhod)
2 |
3 n = size(vhod, 2); % stevilo stolpcev vhodnega seznama
4
5 matr = zeros(n-1,n-1);
6 for i = 1 : n-1 % po vrsticah
7     for j = 1 : n-i % po stolpcih
8         matr(i,j+i-1) = (vhod(j+i)-vhod(i)) / j;
9     end
10 end
11
12 vsaŠtevilaRazenZacetnihNicel = zeros(n*(n-1)/2, 1);
13 for i = 1 : n-1 % po vrsticah matr
14     vsaŠtevilaRazenZacetnihNicel((i-1)*(n-i/2)+1) : (i*(n-(i+1)/2)) = matr(i,i:n-1);
15 end
16
17 rezu = median(vsaŠtevilaRazenZacetnihNicel);
```

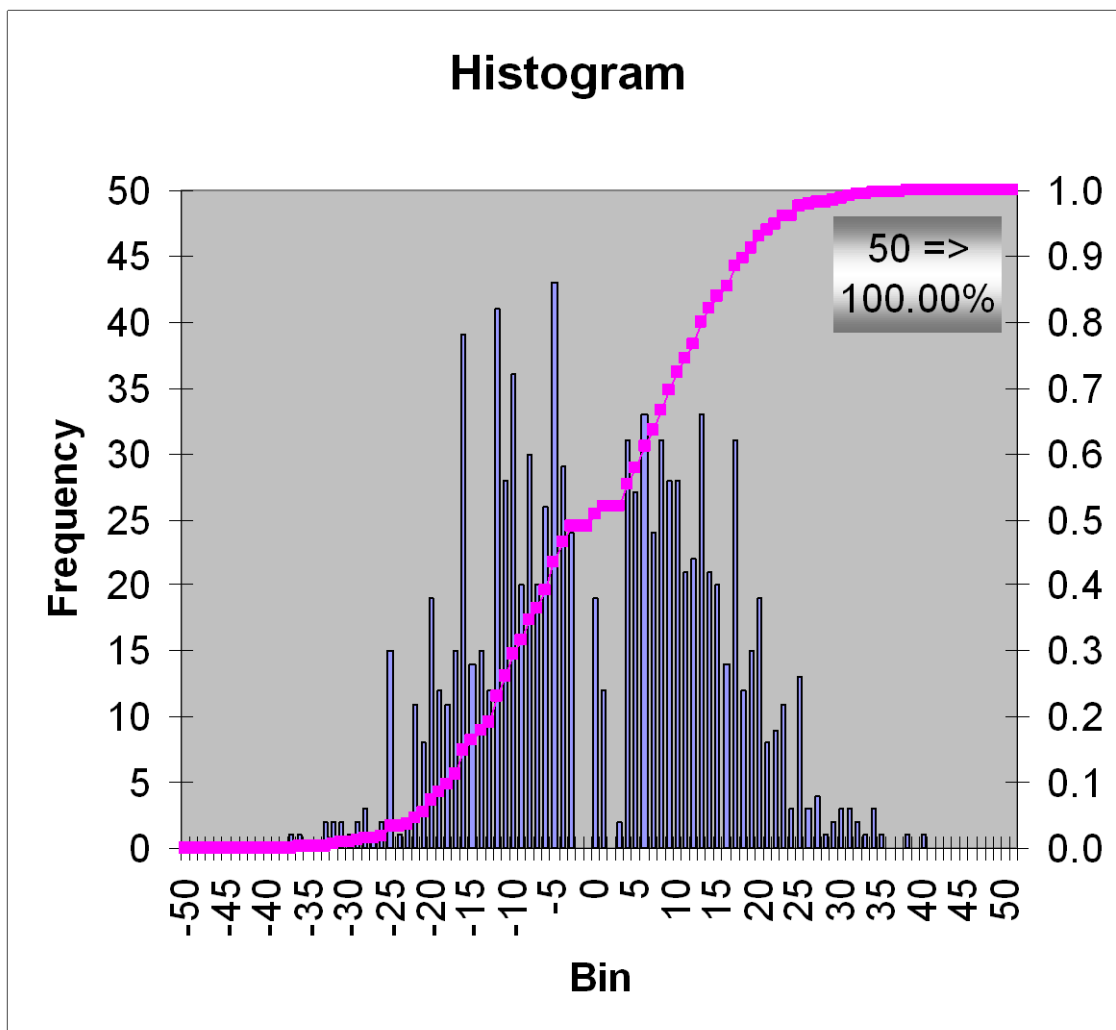
Slika 18: Shema v MatLabu

Vektor median B nato prenesemo v Excel, kjer zrišemo histogram. Potem postopek v MatLabu ponovimo še z vektorjem, ki vsebuje vrednosti erozivnosti R, v takšnem vrstnem redu kot so po letih. Rezultat je število p_0 , s katerim iz grafa razberemo p' .

Pri BS-MK testu je postopek permutiranja enak. Nato za vsako permutacijo posebej izračunamo S po enačbi 8. Funkcijo *sign* (enačba 9) sem izvajal v *Excelu*. Rezultat je vektor števil S iz katerih potem zrišemo histogram (enako kot pri BS-slope testu). Postopek potem ponovimo še z vektorjem, ki vsebuje vrednosti erozivnosti R, v takšnem vrstnem redu kot so po letih. Rezultat je število p_0 s katerim iz grafa razberemo p' .

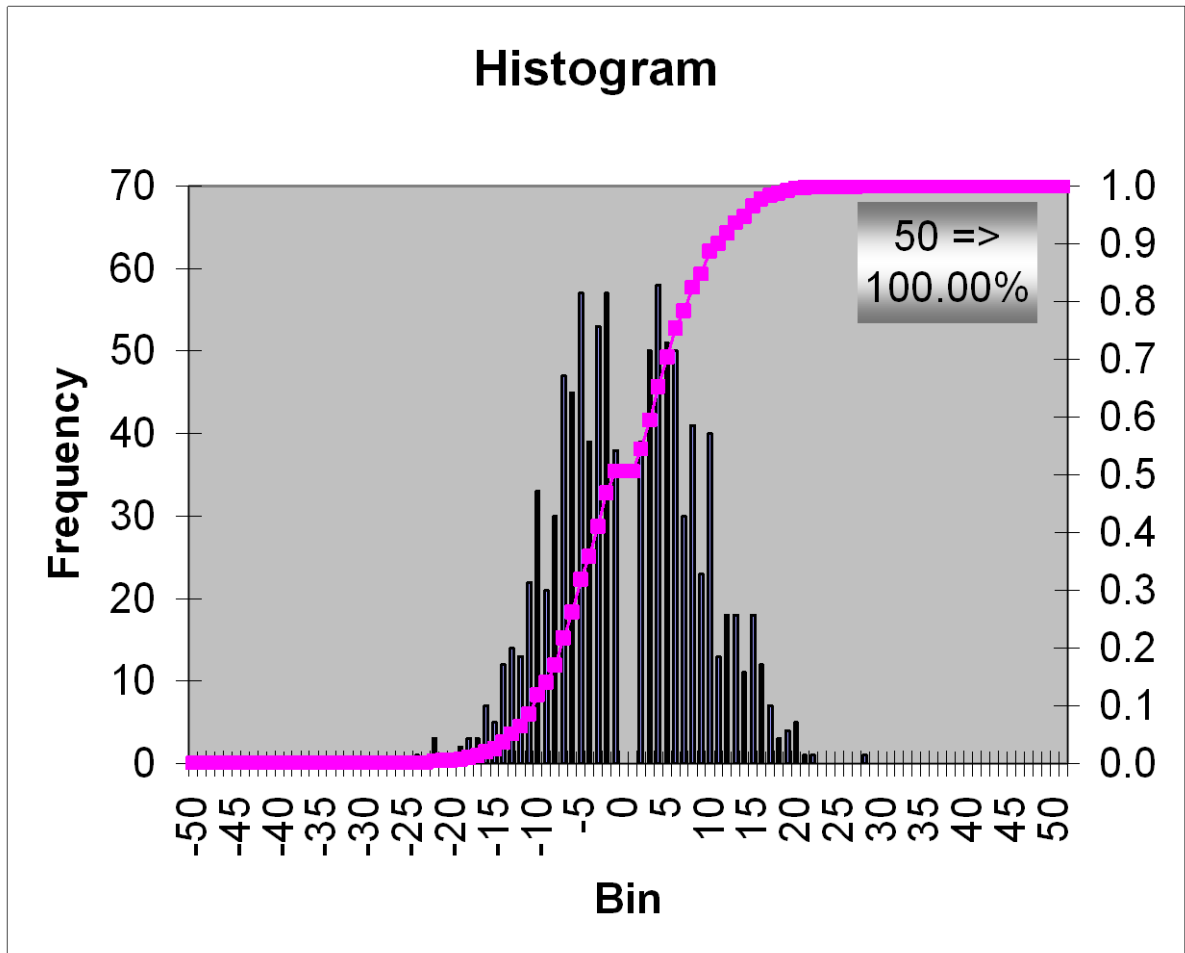
Najprej sem naredil test delovanja statistične metode. Za to sem se odločil, ker je dolžina mojih nizov podatkov ravno na meji, ko naj bi bil test še signifikanten, to je cca. 20 let. Izbral sem dva niza podatkov, za katera vem, da imata izrazito naraščajoči trend. Prvi niz je bil dolžine 20, drugi pa dolžine 50. 50 zato, ker je to že zagotovo zadovoljiva dolžina trenda.

Pri prvem nizu je prva vrednost 1050 in jo povečujem za 50. Tako je zadnja 20. vrednost 2000. Pri drugem nizu naredim enako, le da je niz podatkov daljši in zadnja vrednost znaša 3500. To pomeni, da sem izbral izrazito naraščajoča niza, saj se vrednost stalno povečuje. Pričakujemo torej, da je trend izrazito naraščajoč in pa da je izrazito signifikanten, kar bi moralo veljati še posebej za drugi niz, ki je dolžine 50.



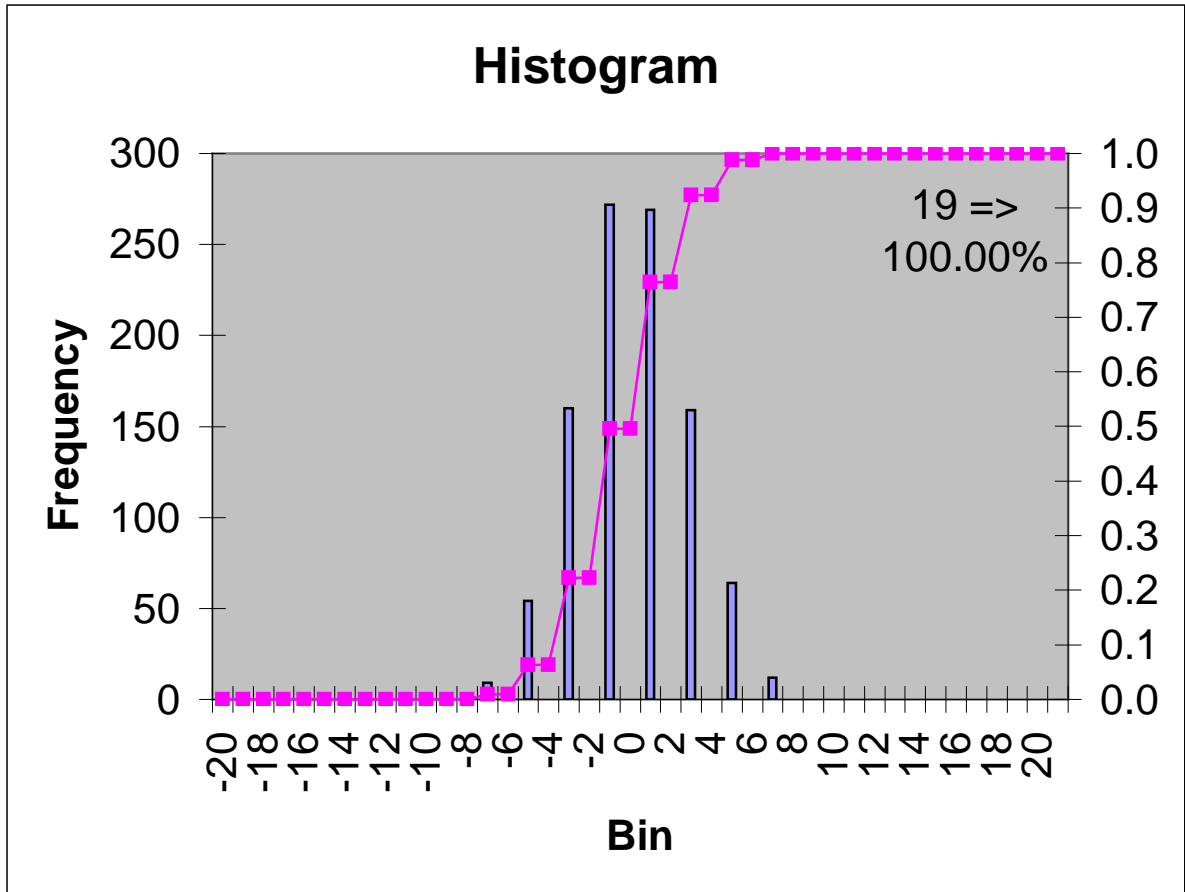
Slika 19: Histogram BS-slope testa za dolžino niza 20

Vrednost p_0 tukaj pride 50. Iz grafa tako lahko razberemo p' , ki znaša 0, kar pomeni, da je trend izrazito naraščajoč.



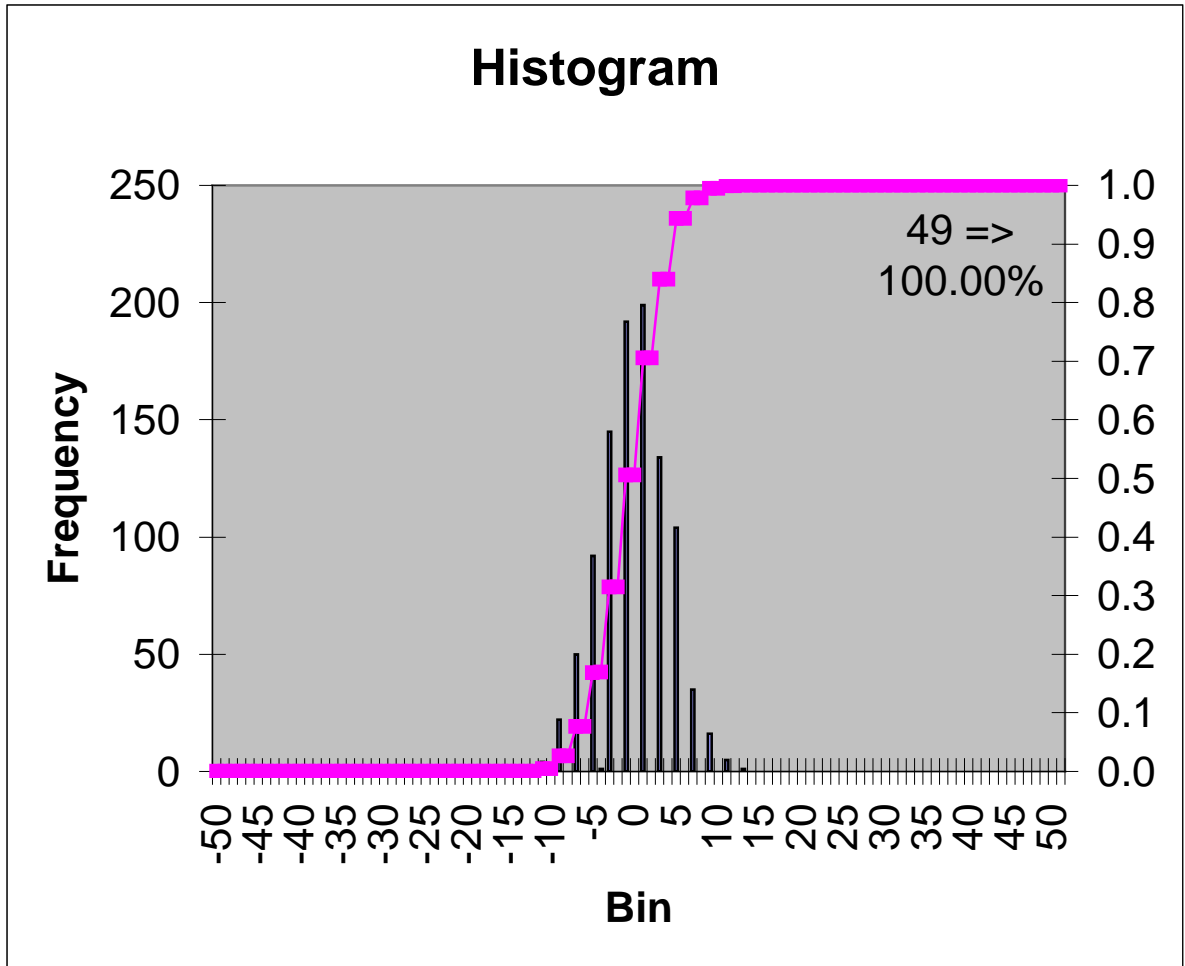
Slika 20: Histogram BS-slope testa za dolžino niza 50

Tudi tukaj je vrednost $p_0 = 50$, zato je tudi tukaj trend izrazito naraščajoč. Pri grafu z dolžino niza 50 lahko opazimo, da je raztros okoli vrednosti 0 veliko manjši kot pri nizu dolžine 20. To nam potrjuje teorijo, da so podatki za daljše nize bolj signifikantni.



Slika 21: Histogram BS-MK testa za dolžino niza 20

Tukaj dobimo vrednost $p_0 = 19$, torej iz grafa razberemo, da imamo izrazito pozitiven trend.



Slika 22: Histogram BS-MK testa za dolžino niza 50

Tukaj je vrednost $p_0 = 49$, zato je tudi ta trend izrazito pozitiven.

Za oba niza podatkov sem preveril še moč P , ki nam pokaže signifikantnost testa. V preglednici 10, je s svetlo modro barvo označeno kritično območje iz katerega razberemo moč P .

niz 50		niz 20	
Frequency	Cumulative %	Frequency	Cumulative %
0	.00%	0	.00%
4	.40%	9	.90%
0	.40%	0	.90%
22	2.60%	54	6.31%
0	2.60%	0	6.31%
50	7.60%	160	22.32%
0	7.60%	0	22.32%
92	16.80%	272	49.55%
1	16.90%	0	49.55%
145	31.40%	269	76.48%
0	31.40%	0	76.48%
192	50.60%	159	92.39%
0	50.60%	0	92.39%
199	70.50%	64	98.80%
0	70.50%	0	98.80%
134	83.90%	12	100.00%
0	83.90%	0	100.00%
104	94.30%		
0	94.30%		
35	97.80%		
0	97.80%		
16	99.40%		
0	99.40%		
5	99.90%		
0	99.90%		
1	100.00%		
0	100.00%		

Preglednica 10: Kritično območje za izračun moči P .

Vrednost N_{rej} za niz 50 je 83, za niz 20 pa 85. N je v obeh primerih 1000, saj smo za oba primera naredili 1000 permutacij. Po enačbi X je $P_{50} = 0,083$, $P_{20} = 0,085$. Tudi ti dve vrednosti moči nam potrdita teorijo, da je daljši niz bolj signifikanten, saj je $P_{50} < P_{20}$. Oba padeta v območje $\alpha = 0.10$, torej sta oba signifikantna.

4.2.2 Primerjava trendov erozivnosti na šestih različnih postajah

V tem poglavju želim ugotoviti razlike oz. enakosti med Kamniško-Savinjskimi Alpami in Zgornjesavsko dolino. V Kamniško-Savinjskih Alpah ležijo padavinske postaje Kamniška Bistrica, Solčava in Zgornje Jezersko, v Zgornjesavski dolini pa Javorniški Rovt, Lesce in Rateče. Najprej nas zanima signifikantnost trendov erozivnosti na vseh postajah, kar lahko razberemo iz preglednic 11 in 12.

Kamniška Bistrica			Solčava			Zgornje Jezersko		
Bin	Frequency	Cumulative	Bin	Frequency	Cumulative	Bin	Frequency	Cumulative
-9	0	.00%	-8	0	.00%	-8	0	.00%
-8	6	.60%	-7	4	.40%	-7	6	.60%
-7	0	.60%	-6	0	.40%	-6	0	.60%
-6	33	3.90%	-5	40	4.40%	-5	38	4.40%
-5	0	3.90%	-4	0	4.40%	-4	0	4.40%
-4	108	14.71%	-3	173	21.70%	-3	171	21.52%
-3	0	14.71%	-2	0	21.70%	-2	1	21.62%
-2	226	37.34%	-1	280	49.70%	-1	308	52.45%
-1	0	37.34%	0	0	49.70%	0	0	52.30%
0	261	63.46%	1	329	82.60%	1	297	82.18%
1	1	63.56%	2	0	82.60%	2	0	82.18%
2	203	83.88%	3	144	97.00%	3	141	96.30%
3	1	83.98%	4	0	97.00%	4	0	96.30%
4	114	95.40%	5	26	99.60%	5	33	99.60%
5	0	95.40%	6	0	99.60%	6	0	99.60%
6	40	99.40%	7	3	99.90%	7	4	100.00%
7	0	99.40%	8	0	99.90%	8	0	100.00%
8	6	100.00%	9	1	100.00%			
9	0	100.00%	10	0	100.00%			

Preglednica 11: Kritično območje za izračun moči P za postaje Kamniška Bistrica, Solčava, Zgornje Jezersko

Javorniški Rovt			Lesce			Rateče		
Bin	Frequency	Cumulative	Bin	Frequency	Cumulative	Bin	Frequency	Cumulative
-10	0	.00%	-12	0	.00%	-10	0	.00%
-9	3	.30%	-11	1	.10%	-9	3	.30%
-8	0	.30%	-10	0	.10%	-8	0	.30%
-7	12	1.50%	-9	0	.10%	-7	14	1.70%
-6	0	1.50%	-8	0	.10%	-6	0	1.70%
-5	50	6.51%	-7	17	1.80%	-5	71	8.81%
-4	0	6.51%	-6	0	1.80%	-4	0	8.81%
-3	160	22.52%	-5	71	8.90%	-3	155	24.32%
-2	0	22.52%	-4	0	8.90%	-2	0	24.32%
-1	263	48.85%	-3	169	25.80%	-1	262	50.55%
0	0	48.85%	-2	0	25.80%	0	0	50.55%
1	261	74.97%	-1	260	51.80%	1	257	76.28%
2	0	74.97%	0	0	51.80%	2	0	76.28%
3	168	91.79%	1	270	78.80%	3	168	93.09%
4	0	91.79%	2	0	78.80%	4	0	93.09%
5	68	98.60%	3	153	94.10%	5	51	98.20%
6	0	98.60%	4	0	94.10%	6	1	98.30%
7	12	99.80%	5	46	98.70%	7	12	99.50%
8	0	99.80%	6	0	98.70%	8	0	99.50%
9	2	100.00%	7	12	99.90%	9	4	99.90%
10	0	100.00%	8	0	99.90%	10	0	99.90%
			9	1	100.00%	11	1	100.00%
			10	0	100.00%	12	0	100.00%

Preglednica 12: Kritično območje za izračun moči P za postaje Javorniški Rovt, Lesce, Rateče

V preglednici je kritično območje tisto ki je obarvano s svetlo modro barvo. Iz te preglednice potem lahko izračunamo moč P za vsako postajo posebej. Te moči so potem podane v preglednici 13 (MK-test). Ta prikazuje še: ime postaje, dobo trajanja niza (v letih), srednjo vrednost erozivnosti R_m , koeficient variacije C_v , koeficient poševnosti C_s , koeficient stopnje pogostosti C_k , naklon premice linearne regresije letne erozivnosti (trend v poglavju 3.4), BS-slope test, slope test, BS-MK test in MK-test.

POSTAJ A	DOBA TRAJANJA	R_m	C_v	C_s	C_k	NAKLON	BS-slope test	slope test	BS-MK test	MK test
Jav. Rovt	24	2928.30	0.36	0.16	0.12	77.57	0	0.106	0.250	0.097
Kam. Bis	25	3938.07	0.31	0.17	-1.02	12.22	0.311	0.099	0.161	0.193
Lesce	24	1760.68	0.34	0.44	-0.41	-21.04	0.015	0.098	0.059	0.077
Rateče	24	1629.35	0.49	2.37	8.17	69.88	0	0.098	0.237	0.086
Solčava	16	1935.93	0.25	0.54	-0.80	-52.24	0.011	0.104	0.044	0.218
Zg. Jezerško	16	3510.18	1.06	3.72	14.4 2	-76.42	0.105	0.097	0.475	0.222

Preglednica 13: Primerjalna tabela

V zgornji preglednici so s poudarjeno rdečo barvo označene vrednosti, ki pri BS-slope testu, slope testu, BS-MK testu in MK testu padejo v območje $\alpha = 0.10$, kar pomeni, da je trend pri BS-slope testu signifikantno naraščajoč oz. padajoč (izraža naklon). Pri BS-MK testu te vrednosti pomenijo, da je trend signifikantno pozitiven oz. negativen. Za slope in MK test nam poudarjene rdeče številke povejo, da je trend signifikanten. Pri Zgornjem Jezerskem je vrednost 0,105, kar pomeni da je na meji signifikantnosti in jo zaradi kratke dobe niza še lahko štejemo kot signifikantno. Če je vrednost cca. $\alpha = 0.50$, pomeni, da trenda ni.

Za postaje Javorniški Rovt, Lesce, Rateče in Solčava iz razpredelnice vidimo, da imajo izrazit trend naklona (BS-slope test). Od teh imata Javorniški Rovt (77,57) in Rateče (69,88) izrazito naraščajoč trend, Lesce (-21,04) in Solčava (-52,24) pa padajočega. Te vrednosti dobimo iz naklona premice linearne regresije (poglavje 3.4). Postaja Zgornje Jezerško ima vrednost naklona na meji signifikantnosti, kar lahko pripisujemo kratkemu nizu, saj je krajši od 20 let. Da test ni signifikanten, nam potrjujeta tudi vrednosti BS-MK testa (0,475) in MK-testa (0,222).

Pri postajah Lesce in Solčava iz vrednosti BS-MK testa 0,059 in 0,044 vidimo, da sta trenda izrazito negativna. Pri ostalih postajah vrednosti padejo izven območja $\alpha = 0.10$, torej ti trendi nimajo izrazito pozitivnega oz. negativnega značaja, kljub temu pa je pozitivnost oz. negativnost trenda prisotna, saj je vrednost različna od $\alpha = 0.50$.

Iz MK-testa vidimo, da so trendi pri postajah Javorniški Rovt (0,097), Lesce (0,077) in Rateče (0,086) signifikantni, saj so znotraj območja $\alpha = 0.10$. Ti podatki potrjujejo teorijo, da doba trajanja niza povečuje signifikantnost trenda, saj so trendi postaj z dobami nad 20 let bolj signifikantni od postaj, ki imajo krajšo dobo trajanja (Solčava in Zgornje Jezersko 16 let). Izjema tukaj je Kamniška Bistrica (25 let), ki pa ima kljub temu boljšo signifikantnost od postaj Solčava in Zgornje Jezersko.

Vsi histogrami iz katerih so črpani podatki za preglednico 13 so prikazani v prilogah.

5 ZAKLJUČEK

Analiza merjenih padavin v Kamniško-Savinjskih Alpah in Zgornjesavski dolini pokaže, da se le-te sezonsko spreminjajo in ne vplivajo neposredno na erozivnost R. Količina padavin le malo pove o njihovi erozivnosti, saj se meseci z največ padavinami ne skladajo z meseci, ko je dosežena največja erozivnost. To potrjuje hipotezo o tem, da dva padavinska dogodka, v katerih je padla enaka količina padavin, ne povzročita iste erozivnosti, če ni enake intenzitete.

5.1 SEZONSKO SPREMINJANJE EROZIVNOSTI

Analiza spreminjanja erozivnosti padavin v Kamniško-Savinjskih Alpah in Zgornjesavski dolini je pokazala, da je erozivnost največja v poletnih mesecih. Narava padavinskih dogodkov v poletnem času je takšna, da v zelo kratkem času v obliki poletnih neviht pade velika količina padavin z veliko intenziteto, kar ima za posledico veliko erozivnost. Večina ekstremnih padavinskih dogodkov se je tako zgodila v poletnem času.

Če je za poletno obdobje značilna velika intenziteta padavin, je za meseca april in maj značilno, da so padavine enkrat po lastnostih enake poletnim nevihtam, drugič pa pomladanskim padavinam z manjšo intenziteto. Posledice tega so, da so bile ocene erozivnosti najslabše prav v teh mesecih.

Erozivnost padavin je po izračunih majhna v zimskih mesecih. Do tega pride, ker je pozimi temperatura pod lediščem in zato nimamo tekočih padavin, pač pa so v obliki snega. Zato že podatki, ki so posredovani iz strani ARSO, v teh mesecih nimajo vrednosti za padavine.

5.2 SPREMINJANJE EROZIVNOSTI PADAVIN V PROSTORU

Rezultati obravnavanih padavin so pokazali, da je prostorsko spreminjanje erozivnosti padavin zelo veliko, saj so kljub temu, da je vseh šest merilnih mest geografsko gledano blizu, razlike precejšnje. Vse postaje se tudi nahajajo na gorskem območju, kar pomeni, da je vreme veliko bolj spremenljivo zaradi lokalnih neviht.

Obravnavana merilna mesta so geografsko gledano na majhnem območju, ki pa je zaradi reliefa zelo raznoliko.

Za Zgornjesavsko dolino in Kamniško-Savinjske Alpe so značilne lokalne nevihte, ki so prispevale velik delež erozivnosti, pojavljajo pa se lahko praktično skozi celo leto.

Če je možno za ostale klimatske regije v Sloveniji določiti ustrezen model za oceno erozivnosti na podlagi dnevnih padavin, je za območje Gorenjske to skoraj nemogoče, saj je vsako merilno mesto specifično zaradi velikih nadmorskih višin ter lege proti visokim goram. Zelo pomembna je tudi lokacija merilnega mesta proti potovanju zračnih mas.

5.3 POMEN DOBE MERJENJA PADAVIN

Za statistične metode, ki sem jih uporabil, je zelo pomembno, da so dolžine obravnavanih nizov dovolj velike. Minimalna doba je okoli 20 let. Pri mojih padavinskih postajah sem imel na razpolago 4 postaje, ki so imele niz daljši od 20 let (Javorniški Rovt 24 let, Kamniška Bistrica 25 let, Lesce 24 let in Rateče 24 let) in dve postaji, ki sta imeli niz krajši od 20 let (Solčava in Zgornje Jezersko po 16 let).

Signifikantnost trendov je pokazala, da je dolžina nizov mojih podatkov za prve štiri postaje zadovoljiva, za zadnji dve postaji pa lahko rečemo, da je njuna signifikantnost trendov blizu tega.

VIRI

Klimatografija Slovenije. 1995. Ljubljana, ARSO. Zvezek1: Padavine, str. 279

ARSO 2003b. Navodilo za delo na padavinski postaji. Ljubljana, 26 str.

Auerswald, K. 1998. Bodenerosion durch Wasser. Bodenerosion: Analyse und Bilanz eines Umweltproblems. Darmstadt. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. str. 39-42

Barrow C.J., 1991. Land degradation: Development and breakdown of terrestrial environments. Cambridge. Cambridge University Press, 295 str.

Beard, K.V. 1976. Terminal velocity and shape of cloud and precipitation drops aloft. Journal of Atmospheric Sciences 33, str. 851-864

Beniston, M. 2002. Climatic Change: Implications for the hydrological cycle and for water management. Kluwer academic publishers. Dordrecht Boston London. 501 str.

Brilly, M., Mikoš, M., Šraj, M. 1999. Vodne ujme. Ljubljana, UL FGG, 186 str.

Brilly, M., Šraj, M. 2000. Osnove hidrologije. Ljubljana UL FGG, str. 86-107

Buh, Š. 2004. Ekstremne padavine v Sloveniji med obdobjema 1961–1990 in 1991–2002. Diplomsko delo. Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo. Ljubljana.

Burn, H. D., Hag Elnur, A. M. 2002. Detection of hydrologic trends and variability, Journal of Hydrology 255 , 107-122

Cook, H. L. 1936. The nature and controlling variables of the water erosion process. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 1, str. 60-64

Čeh, B. 1999. Izgubljammo rodovitne površine. Kmetovalec 67-8. Ljubljana. str. 6

Foster, G. R., McCool, D. K., Renard, K. G., Moldenhauer W. C. 1981. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. J. Soil Water Conserv. 36, str. 355-359

Hahn, C. T., Barfield, B. J., Hayes J. C. 1994. Design hydrology and sedimentology for small catchments. Academic Press Inc., San Diego, USA, 588 str.

Gabrovec, M., Kladnik, D. 1997. Some new aspects of land use in Slovenia. Geografski zbornik 37. Ljubljana. 34 str.

Gams, I. 1974. Kras: zgodovinski, naravoslovni in geografski oris. Slovenska matica. Ljubljana.

Gavrilović, S. 1970. Savremeni načini proračunavanja bujičnih nanosa i izrada karata erozije. Posvet Eroziija, bujični tokovi i rečni nanos, Institut Jaroslav Černi, Beograd, str. 85-100

Geografija: tematski leksikoni. 2001. Učila International. Tržič.

Hirsch, M. R., Slack, R. J., Smith, A. R., 1982. Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data, *Water Resources research*, vol 18, no. 1, pages 107-121, february 1982

Horvat, A., Zemljič, M. 1998. Protierozijska vloga gorskega gozda. *Gorski gozd. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire*. Ljubljana. 422 str.

Hrvat, M., Komac, B., Perko, D., Zorn, M. 1996. *Slovenia. Soil Erosion in Europe*. Wiley. New York. In Press.

HZB (Zvezni hidrometeorološki zavod Beograd). 1974. Navodila za opazovanja in merjenja na glavnih meteoroloških postajah, str. 160-169

Jošt, D. 2003. Analiza merjanih padavin v Solčavi za določanje erozivnosti padavin. Ljubljana, diplomska naloga, UL FGG, 88 f.

Kinnell, P. I. A. 1981. Rainfall-kinetic energy relationships for soil loss prediction. *Soil Sci. Am. J.* 45, str. 153-155

Kladnik, D. 1998. Zemljiška razdrobljenost. *Geografski atlas Slovenije. Državna založba Slovenije*. Ljubljana. 197 str.

Klimatografija Slovenije. 1995. Padavine 1961–1990. Hidrometeorološki zavod. Ljubljana. str. 47, 53, 60, 92, 99, 186

Klimatografija Slovenije. Število dni s snežno odejo 1961–1990. 2000. Ljubljana Hidrometeorološki zavod. 331 str.

Kolbezen, M. 1979. Transport hribinskega materiala na potokih vzhodnega in jugovzhodnega Pohorja kot posledica erozije tal. *Geografski vestnik* 51. Ljubljana. str. 73, 81

Kranjc, A. 1982. Erozija v porečju Pivke. *Geografski vestnik* 54. Ljubljana.

Lazarevič, R. 1981. Erozija zemljišta u Jugoslaviji. *Geographica Jugoslavica* 3. Ljubljana. 9 str.

Lovrenčak, F. 1994. Pedogeografija. Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo. Ljubljana. 165 str.

Maidment, R. D. 1993. *Handbook of hydrology*, New York, McGraw-Hill, INC.

Mikoš, M. 1995. Soodvisnost erozijskih pojavov v prostoru. *Gozdarski vestnik*, 53, 9, str. 342-351

Mikoš, M., Zupanc, V. 2000. Erozijska tal na kmetijskih površinah. *Sodobno kmetijstvo*. Ljubljana. 33, 10, str. 419-423

Myers, N. 1991. *Gaia, modri planet: atlas za današnje upravljalce jutrišnjega sveta*. Mladinska knjiga. Ljubljana. 41 str.

Natek, K. 1983. Metoda izdelave in uporabnost splošne geomorfološke karte. Magistrska naloga. Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo. Ljubljana.

Natek, K. 1989b. Erozijska. *Enciklopedija Slovenije* 3. Mladinska knjiga, Ljubljana. 58 str.

Nearing, M., A. 1998. Why soil erosion models over-predict small soil losses and under-predict large soil losses. *Catena* 32. Amsterdam.

Paulič, V. 1971. Erozijska tal in hudourniki: Dragonja v slovenski Istri. Diplomsko delo. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo. Ljubljana.

Penck, W. 1924. *Die Morphologische Analyse: ein Kapitel der physikalischen Geologie*. Engelhorn. Stuttgart. *Acta geographica Slovenica*, 45-1, 2005. 84 str.

Penning de Vries, F. W. T., Agus, F., Kerr, J. 1998. CABI Publishing in association with the International Board for Soil Research and Management (IBSRAM). Wallingford Oxon UK. New York USA. 390 str.

Petek, F. 2004. Land use in Slovenia: Geographical Overview. *Zveza geografskih društev Slovenije*. Ljubljana. 107 str.

Petkovšek, G. 2000. Procesno utemeljeno modeliranje erozije tal. *Acta hydrotechnica* 18/28 Ljubljana. str. 41-60

Petkovšek, G. 2002. Kvantifikacija in modeliranje erozije tal z aplikacijo na povodju Dragonje. Doktorska disertacija. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Ljubljana. 205 str.

Pilon, P., Yue, S. 2004. A comparison of the power of the t test, Mann-Kendall and bootstrap tests for trend detection, *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 49 (1) February 2004

Pintar, J., Mikoš, M., Verbovšek, V. 1986. Elementi okolju prilagojenega urejanja vodotokov, *Drugi kongres o vodama Jugoslavije*, Ljubljana, knjiga II, str. 800-814

Podobnikar, T., Stančič Z., Oštir, K., 2000 Data integration for DTM production. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* 32–6W8/1. Ljubljana.

Povratne dobe za ekstremne padavine. 2004. Agencija RS za okolje, Urad za meteorologijo. Ljubljana. str. 5, 29, 36, 41

- Pučnik, J., 1980. Velika knjiga o vremenu, Cankarjeva založba, Ljubljana. 366 str.
- Rakovec, J., Vrhovec, T. 2000. Osnove meteorologije za naravoslovce in tehnike. DMFA, Ljubljana, 2. popravljena izdaja, str. 43-71
- Raba kmetijskih zemljišč. 2002. Različica 1.0. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Ljubljana.
- Rainer, F., Pintar, J. 1972. Ogrožanje tal zaradi erozije, hudournikov in plazov. Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji. Prirodoslovno društvo Slovenije, Zavod za spomeniško varstvo Socialistične Republike Slovenije. Ljubljana. 23 str.
- Rainer, F., Zemljič, M. 1975. Vpliv gozdov na vodni režim in erozijske procese. Gozdovi na Slovenskem. Borec. Ljubljana. 98 str.
- Ravbar, M. 1975. Kraška erozija v okolici Straže pri Novem mestu. Geografski obzornik 22, 1–2. Ljubljana. 15 str.
- Renard, K. G., Foster, G. A., Weesies, G. A., McCool, D. K., Yoder, D. C. 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). USDA, Agriculture Handbook Number 703, str. 1-64, 325-336
- Skube, G. 2006. Analiza merjanih padavin v Zgornjesavski dolini. Ljubljana, diplomska naloga, UL FGG
- Smith, D. D. 1941. Interpretation of soil conservation data for field use. Agric. Eng. 22, str. 173-175
- Stahler, A. N. 1952. Hypsometric (area-alitude curve) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin 63. New York
- Staut, M. 2004. Recentni erozijski procesi v porečju Dragonje. Diplomsko delo. Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo. Ljubljana.
- Sukhanovski, Yu. P., Khan, K. Yu. 1983. Erosional characteristics of rain. Pochvovednia 9, str. 123-125
- Sukhanovski, Yu. P., Ollesch, G., Khan, K. Yu., Meissner, R. 2002. A new index for rainfall erosivity on a physical basis. J. Plant Nutr. Soil Sci. 165, str 51-57
- Toy, J. T., Foster R. G., Renard, G. K. 2002. Soil Erosion: processes, prediction, measurement, and control. John Wiley & Sons, Inc., New York. 338 str.
- Troeh, F. R., Hobbs, J. A., Donahue, R. L. 1999. Soil an water conservation: productivity and environmental protection. 3. rd. edition Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 610 str.

Van Dijk, A. I. J. M., Bruijnzeel, L. A., Rosewell, C. J. 2002. Rainfall intensity – kinetic energy relationships: a critical literature appraisal. *Journal of Hydrology*, 261, str. 1-23

Vrišer, I. 1953. Erozijski prsti. *Proteus*, 16, 4–5. Ljubljana.

Vršič, S., Valdhuber, J., Pulko, B., Stergar, A. 2000. Einfluß der Bodenpflege auf Erosion und Nährstoffbilanz. *Bergrünung im Weinbau: XIII. Kolloquium des Internationalen Arbeitskreises*. Fakulteta za kmetijstvo. Maribor. 113 str.

Wischmeier, W. H., Smith, D. D. 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Trans. AGU* 39, str. 285-291

Wischmeier, W. H., Smith, D. D. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains: Guide for selection of practices for soil and water conservation. U. S. Dep. Agric., *Agric. Handbook No. 537*

Zakon o kmetijskih zemljiščih. Uradni list RS 95. 1996. Ljubljana.

Zemljič, M., Blažič, J., Pirnat, M. 1970. Stanje, problemi in suvremene metode za borbu protiv erozije i bujca. *Biotehnična fakulteta, Inštitut za gozdarstvo in lesno gospodarstvo, Oddelek za erozijo tal*. Ljubljana.

Zemljič, M. 1972. Erozijski pojavi v Sloveniji. *Gozdarski vestnik* 30-8. Ljubljana. str. 234-236

Zingg, A. W. 1940. Degree and length of land slope as it affects soil loss and run off. *Agric. Eng.* 21, str. 59-64

Zupanc, V., Mikoš, M. 2000. Protierozijski ukrepi na kmetijskih površinah. *Sodobno kmetijstvo* 33, 11–12. Ljubljana. str. 490-493

Zupanc, V., Pintar, M., Mikoš, M. 2000. Simulacija erozije tal s poskusnega polja v Latkovi vasi s pomočjo modela GLEAMS 2.1. *Novi izzivi v poljedelstvu 2000*. Slovensko agronomsko društvo. Ljubljana. 110 str.

PRILOGE

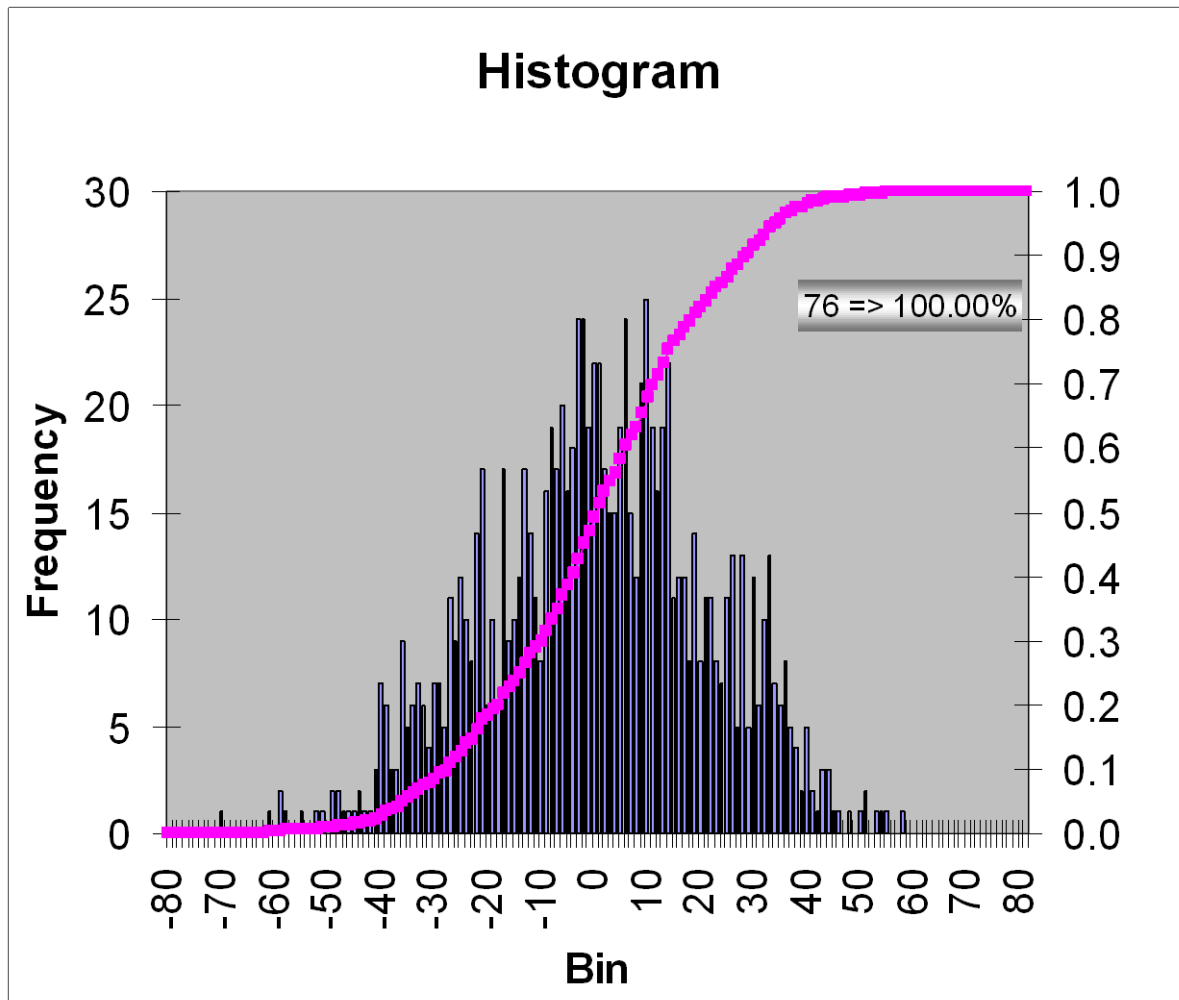
Priloga A: Prikaz datoteke, ki jo zapiše ombrograf, posredovane s strani ARSO

1993	9	15	24	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
1993	9	16	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	16	17	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2
1993	9	16	18	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
1993	9	16	19	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
1993	9	16	20	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
1993	9	16	21	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
1993	9	17	1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
1993	9	17	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	17	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
1993	9	17	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1993	9	17	6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2
1993	9	17	7	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
1993	9	17	8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2
1993	9	17	9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6
1993	9	17	10	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
1993	9	17	11	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
1993	9	17	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	17	17	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	17	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	17	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	18	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1
1993	9	18	2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
1993	9	18	3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1993	9	18	4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	18	8	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1993	9	18	9	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
1993	9	18	10	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
1993	9	18	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	24	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	25	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1993	9	25	8	0.0	0.6	1.5	2.1	1.6	0.2	0.2	0.1	0.1
1993	9	25	9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1993	9	25	11	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0
1993	9	25	12	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
1993	9	25	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
1993	9	25	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
1993	9	25	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	25	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	9	25	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3
1993	9	25	18	0.1	0.2	0.4	0.5	0.4	0.5	1.2	1.2	0.8
1993	9	25	19	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.7	0.6	0.5	0.4
1993	9	25	20	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0

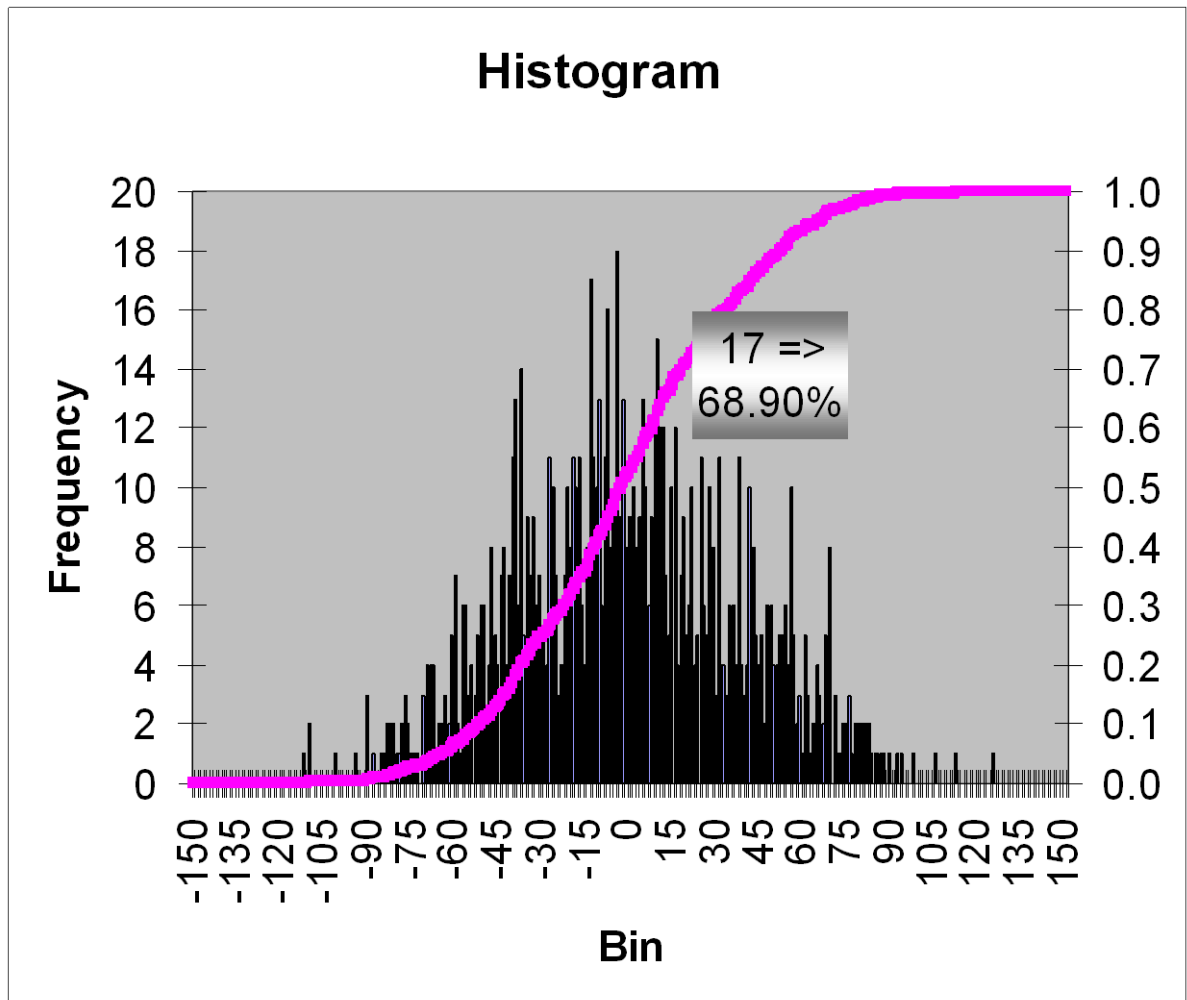
Priloga C: Prikaz izhodne datoteke programa RF

12-Mar-1981	22:05:00	5.0122	13.6	1.3923	3.6
30-Mar-1981	10:15:00	2.6445	7.5	0.77779	3.4
16-Apr-1981	22:10:00	8.0553	11.5	1.3888	5.8
24-Apr-1981	07:55:00	3.6132	12.3	1.2044	3
27-Apr-1981	01:20:00	45.809	33.1	4.8733	9.4
28-Apr-1981	08:40:00	3.0014	8.6	0.88277	3.4
02-May-1981	14:40:00	4.2254	18.2	1.7606	2.4
11-May-1981	11:25:00	6.2135	11.4	1.2945	4.8
12-May-1981	15:00:00	67.611	57.3	7.3491	9.2
22-May-1981	17:55:00	26.04	32.4	4.0688	6.4
27-May-1981	03:55:00	166.94	58.2	8.8799	18.8
05-Jun-1981	08:25:00	27.433	28.3	3.6096	7.6
06-Jun-1981	08:45:00	1.8933	6.1	0.6311	3
10-Jun-1981	11:00:00	395.52	45.2	10.748	36.8
16-Jun-1981	17:15:00	31.059	23.3	3.376	9.2
17-Jun-1981	23:00:00	105.95	82.8	10.811	9.8
22-Jun-1981	11:30:00	17.248	35.6	3.7495	4.6
24-Jun-1981	04:55:00	13.24	24.6	2.7583	4.8
26-Jun-1981	14:00:00	2.7378	8	0.80522	3.4
30-Jun-1981	22:35:00	5.0942	8.1	0.97966	5.2
13-Jul-1981	13:25:00	114.82	19.9	4.7058	24.4
19-Jul-1981	01:55:00	150.81	47.3	8.108	18.6
25-Jul-1981	23:45:00	51.25	36.6	4.6591	11
10-Aug-1981	03:25:00	59.06	12.4	2.7343	21.6
21-Aug-1981	04:40:00	544.95	62.3	12.853	42.4
23-Aug-1981	13:55:00	10.293	8.6	1.1969	8.6
10-Sep-1981	00:05:00	1.9489	6.2	0.64965	3
14-Sep-1981	02:35:00	38.876	29.1	4.0496	9.6
23-Sep-1981	19:40:00	49.278	21.4	3.2852	15
28-Sep-1981	03:05:00	7.2265	10.3	1.246	5.8
30-Sep-1981	13:25:00	5.4077	13.2	1.3519	4
10-Oct-1981	18:10:00	1.5369	7.8	0.76845	2
21-Oct-1981	06:45:00	4.744	7.4	0.9123	5.2
22-Oct-1981	13:15:00	94.909	59.6	8.3254	11.4
27-Oct-1981	08:30:00	90.026	53	7.0332	12.8
29-Dec-1981	13:00:00	90.63	52.8	7.3089	12.4
30-Dec-1981	23:05:00	3.1824	11.3	1.1366	2.8
31-Dec-1981	21:10:00	113.48	54.6	8.2229	13.8
01-Jan-1982	13:30:00	36.516	39.7	4.8048	7.6
30-Mar-1982	12:25:00	4.8258	14	1.4194	3.4
14-Apr-1982	10:00:00	1.0003	6.5	0.62516	1.6
06-May-1982	20:15:00	10.131	13.2	1.634	6.2
09-May-1982	07:35:00	31.182	46.3	4.8721	6.4
11-May-1982	00:45:00	36.656	48.8	5.554	6.6
20-May-1982	18:55:00	7.0754	8.4	1.072	6.6
24-May-1982	09:05:00	82.172	61.4	8.5596	9.6
09-Jun-1982	10:05:00	23.849	9.2	1.7798	13.4
11-Jun-1982	13:00:00	33.144	8.3	1.9966	16.6
11-Jun-1982	22:35:00	19.733	14	2.0136	9.8
13-Jun-1982	10:50:00	70.878	44.5	6.2174	11.4

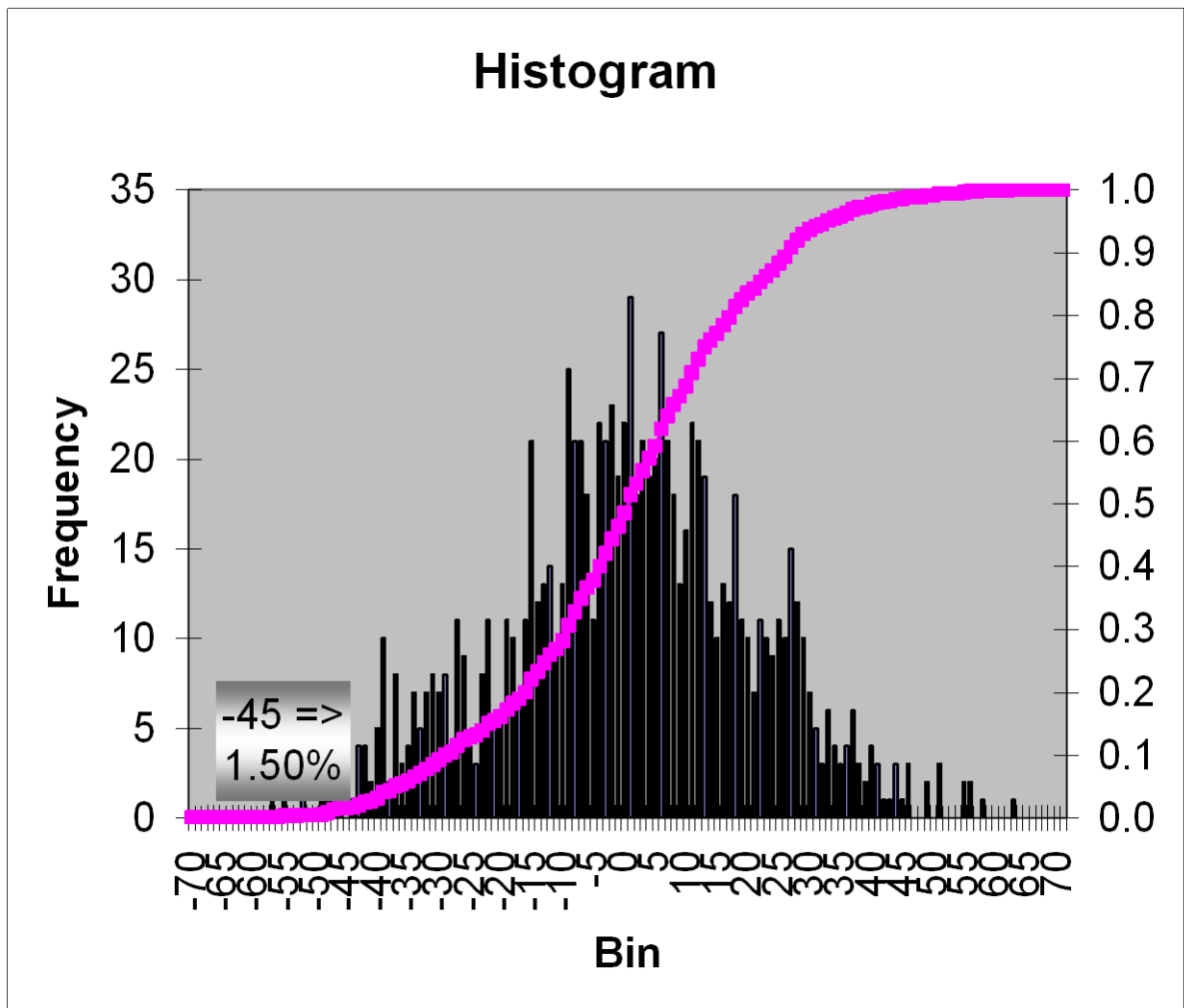
Priloga D: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-slope test* za merilno mesto Javorniški Rovt



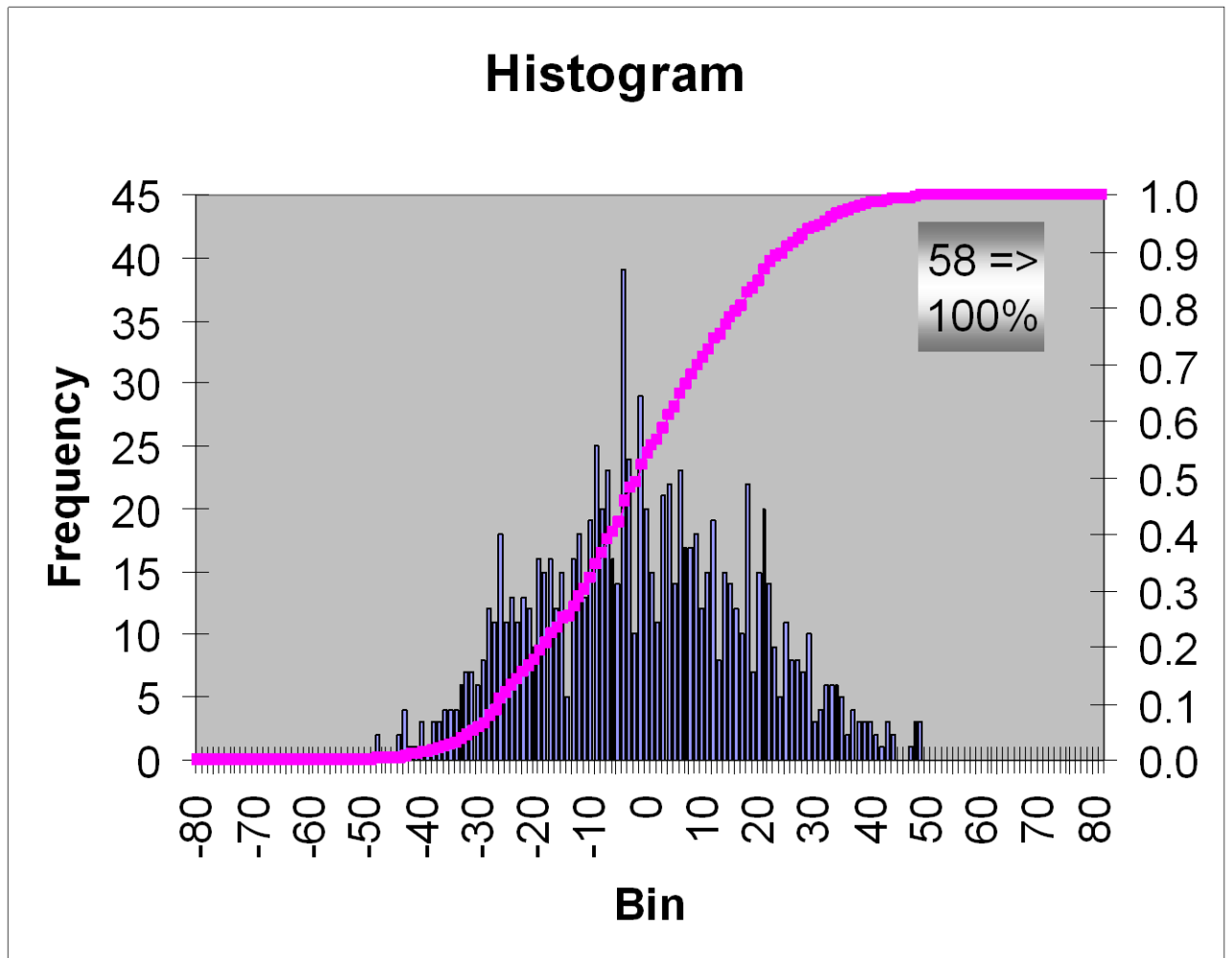
Priloga E: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-slope test* za merilno mesto
Kamniška Bistrica



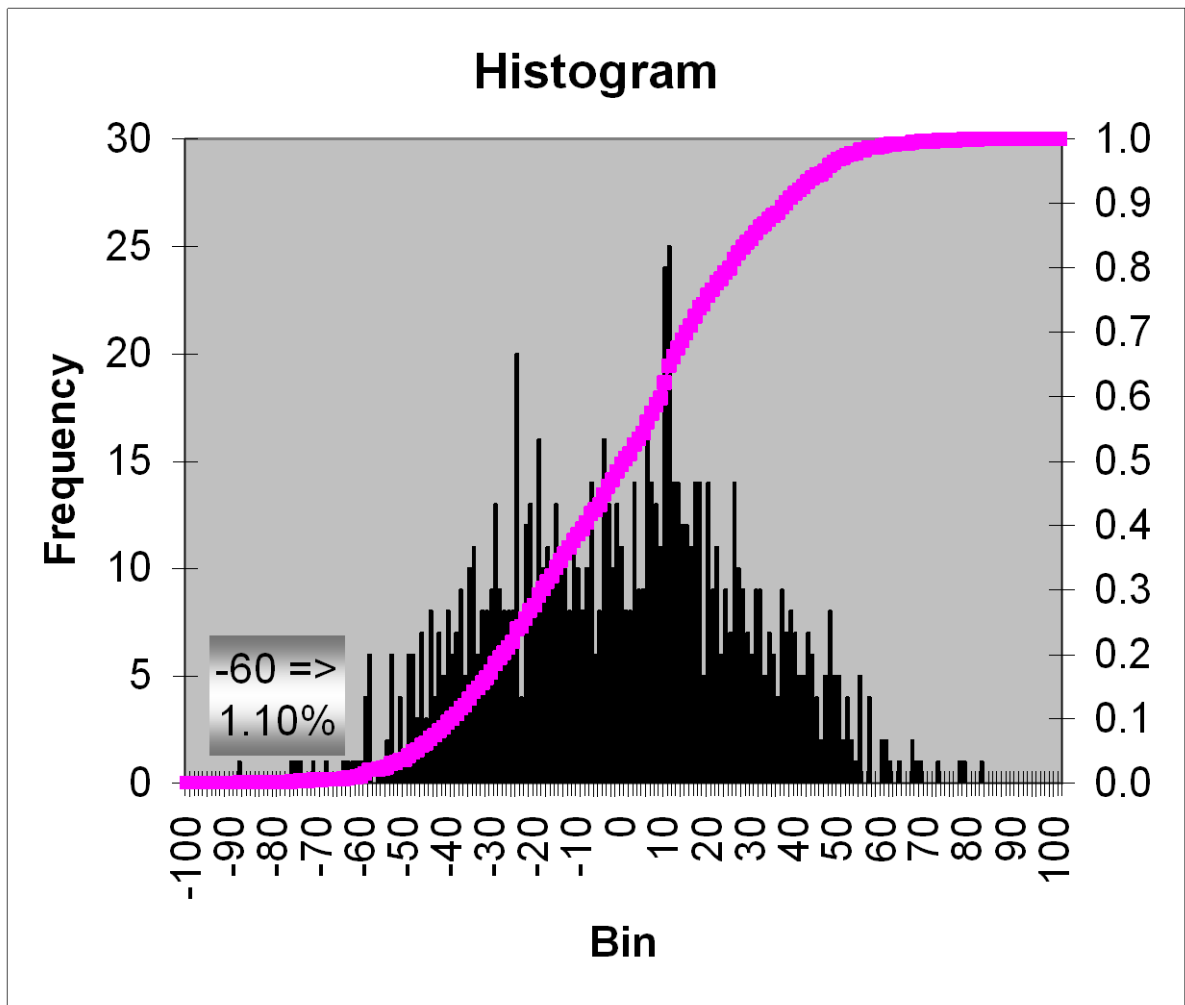
Priloga F: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-slope test* za merilno mesto Lesce



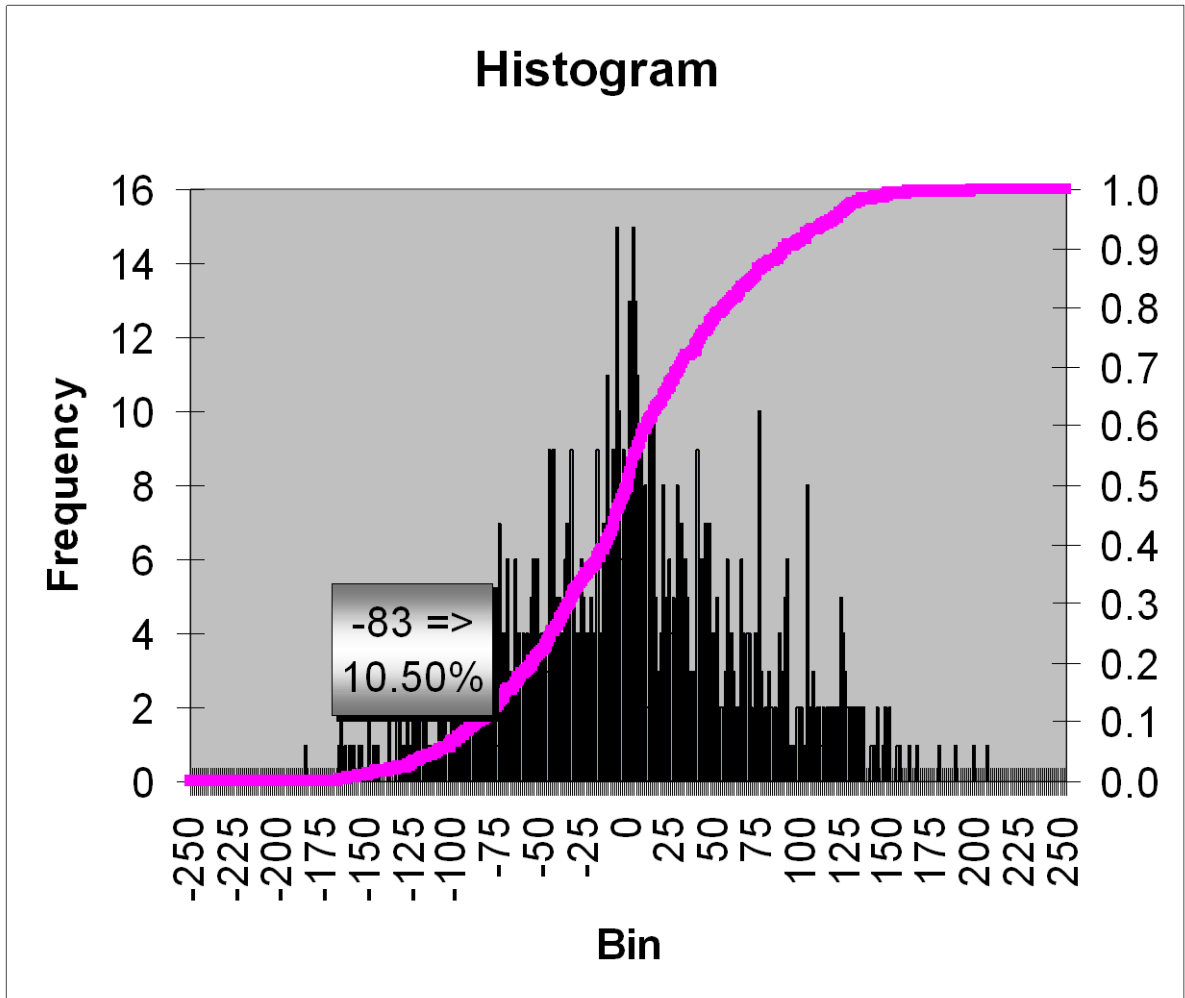
Priloga G: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-slope test* za merilno mesto Rateče



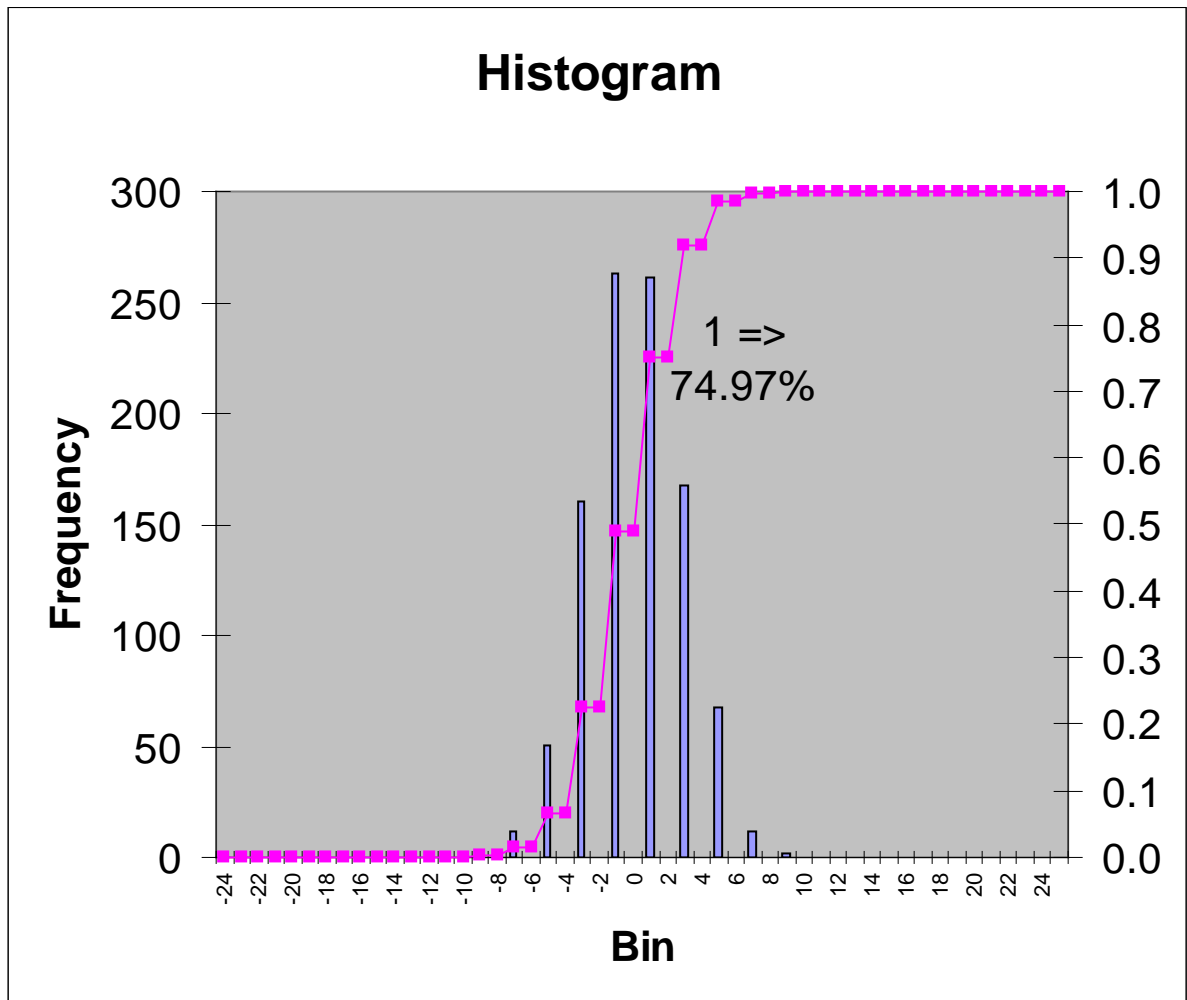
Priloga H: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-slope test* za merilno mesto Solčava



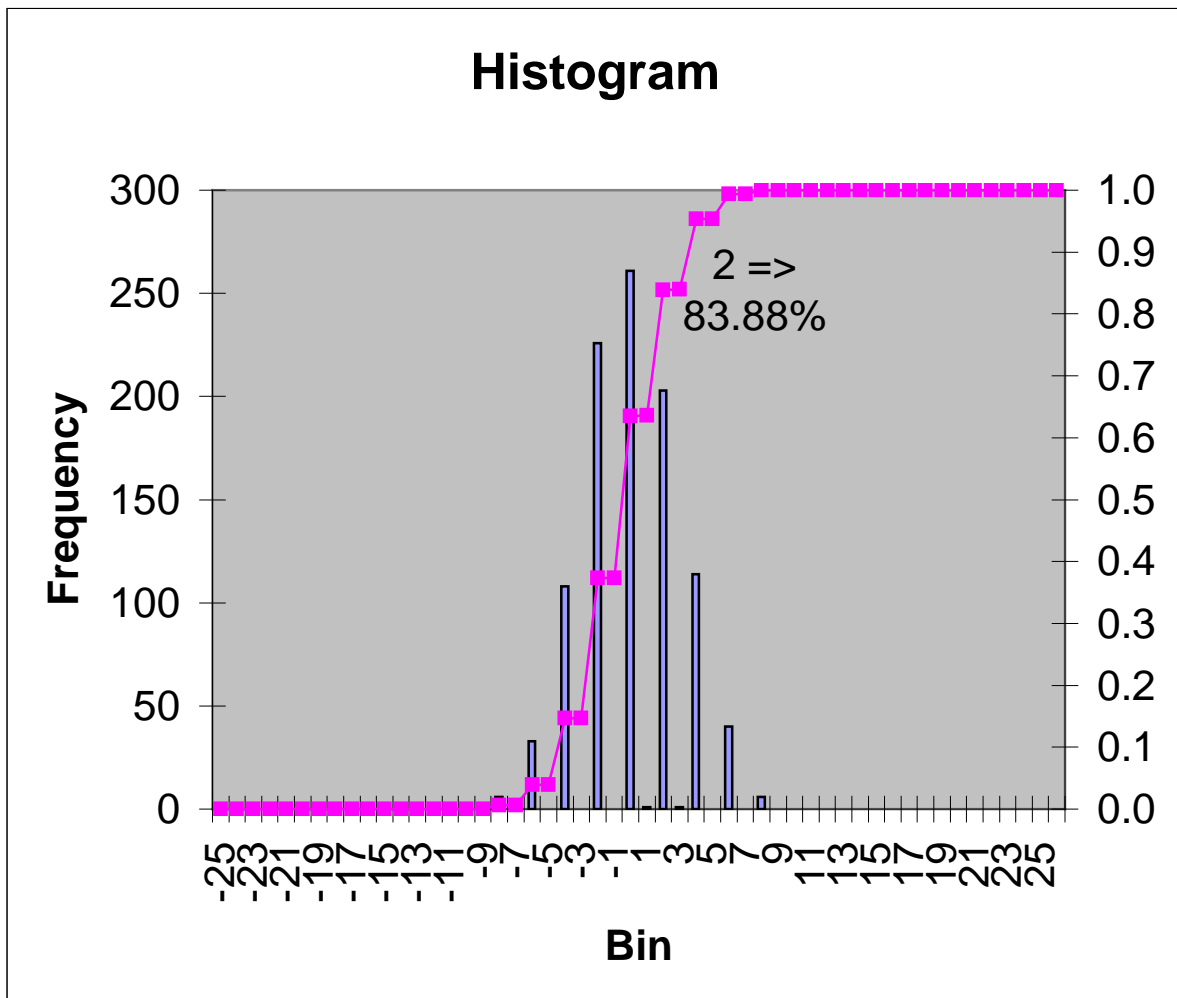
Priloga I: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-slope test* za merilno mesto
Zgornje Jezersko



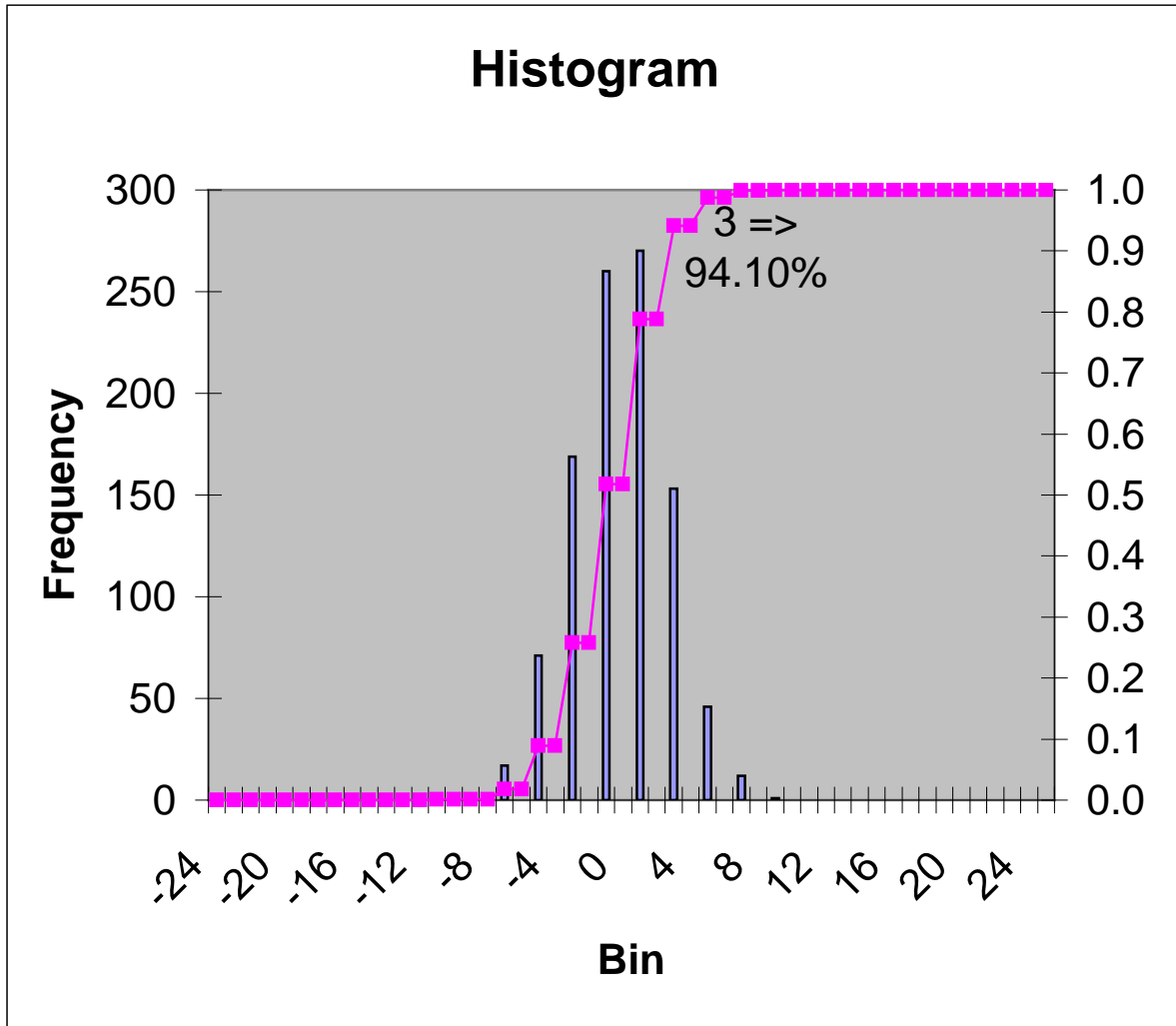
Priloga J: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-MK test* za merilno mesto
Javorniški Rovt



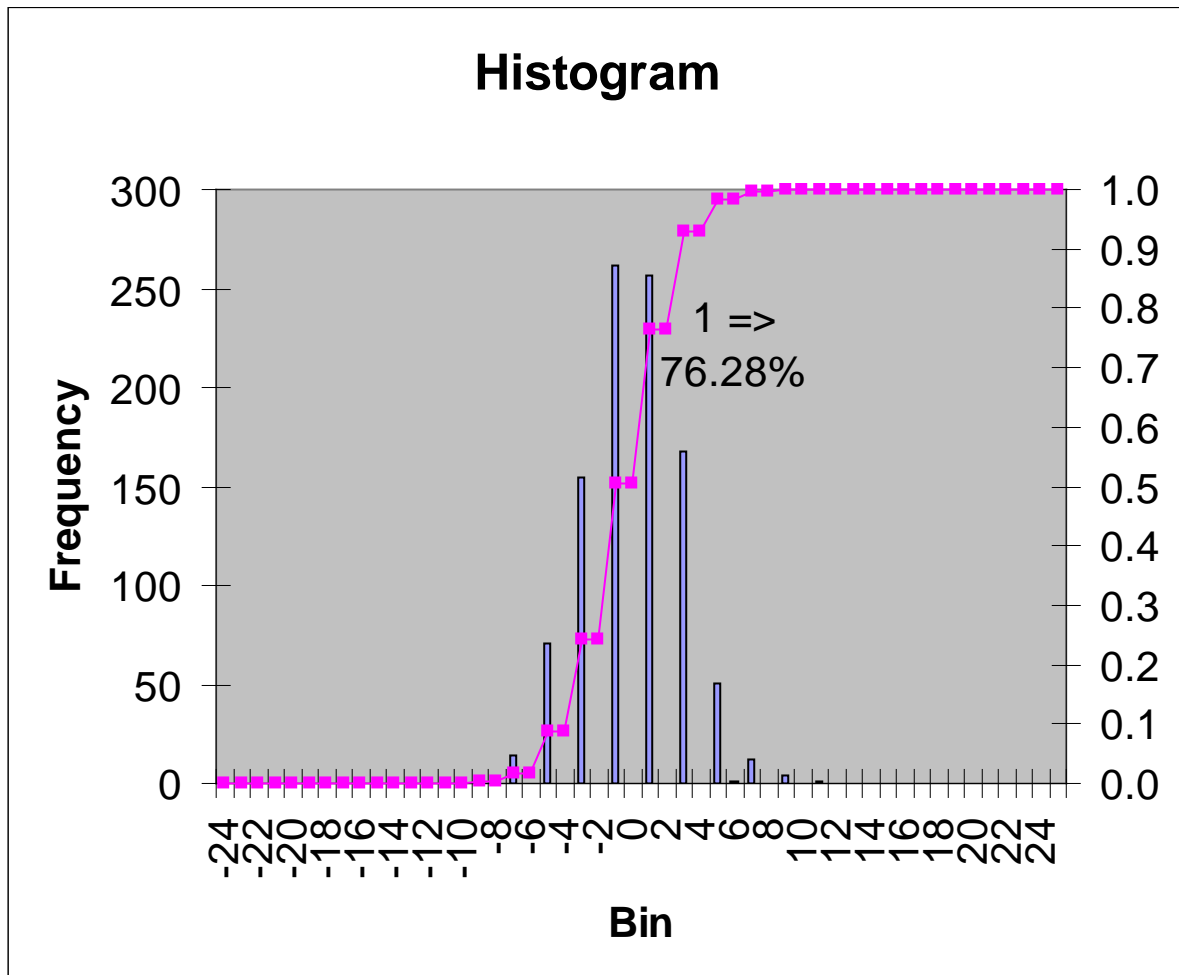
Priloga K: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-MK test* za merilno mesto
Kamniška Bistrica



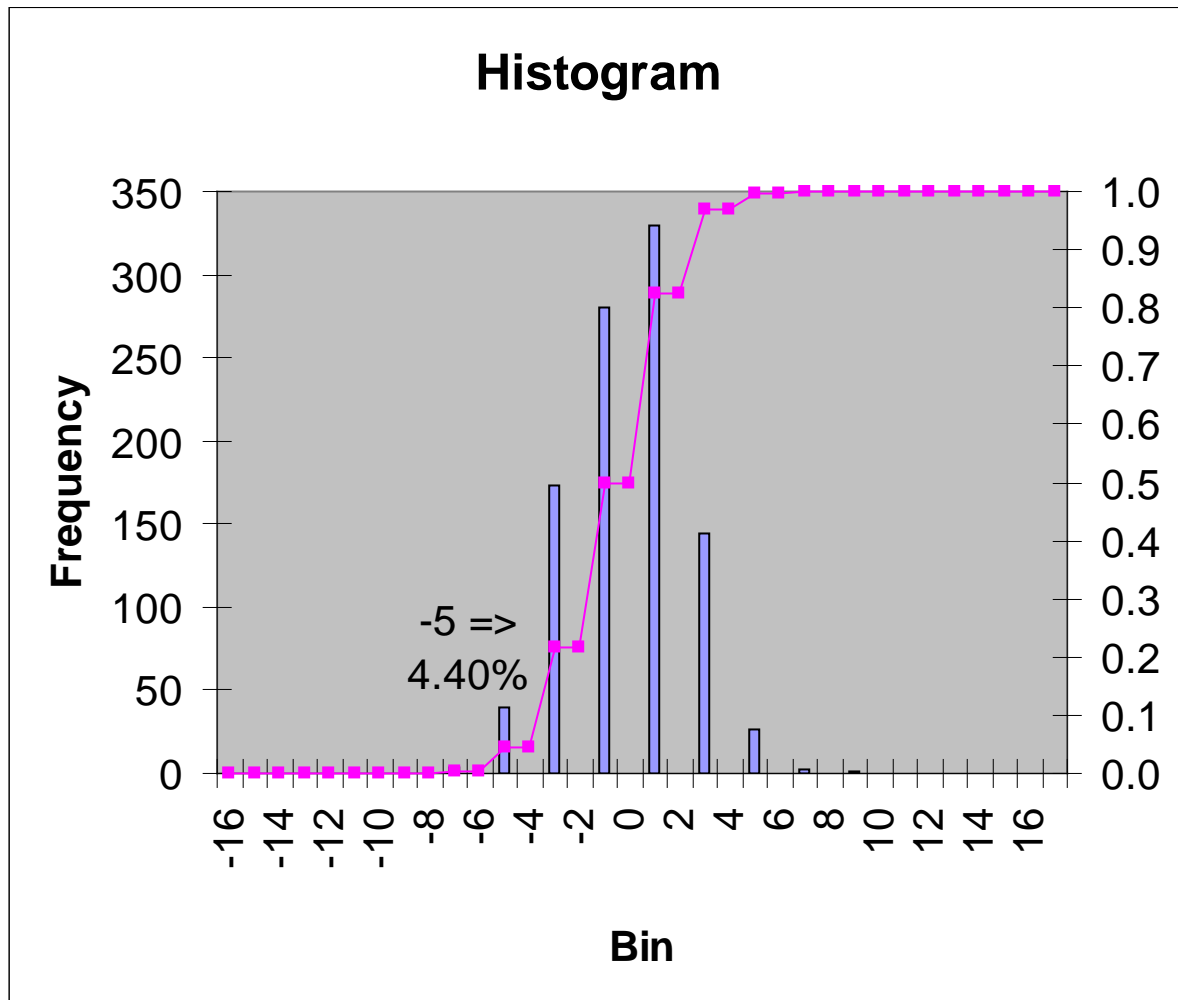
Priloga L: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-MK test* za merilno mesto Lesce



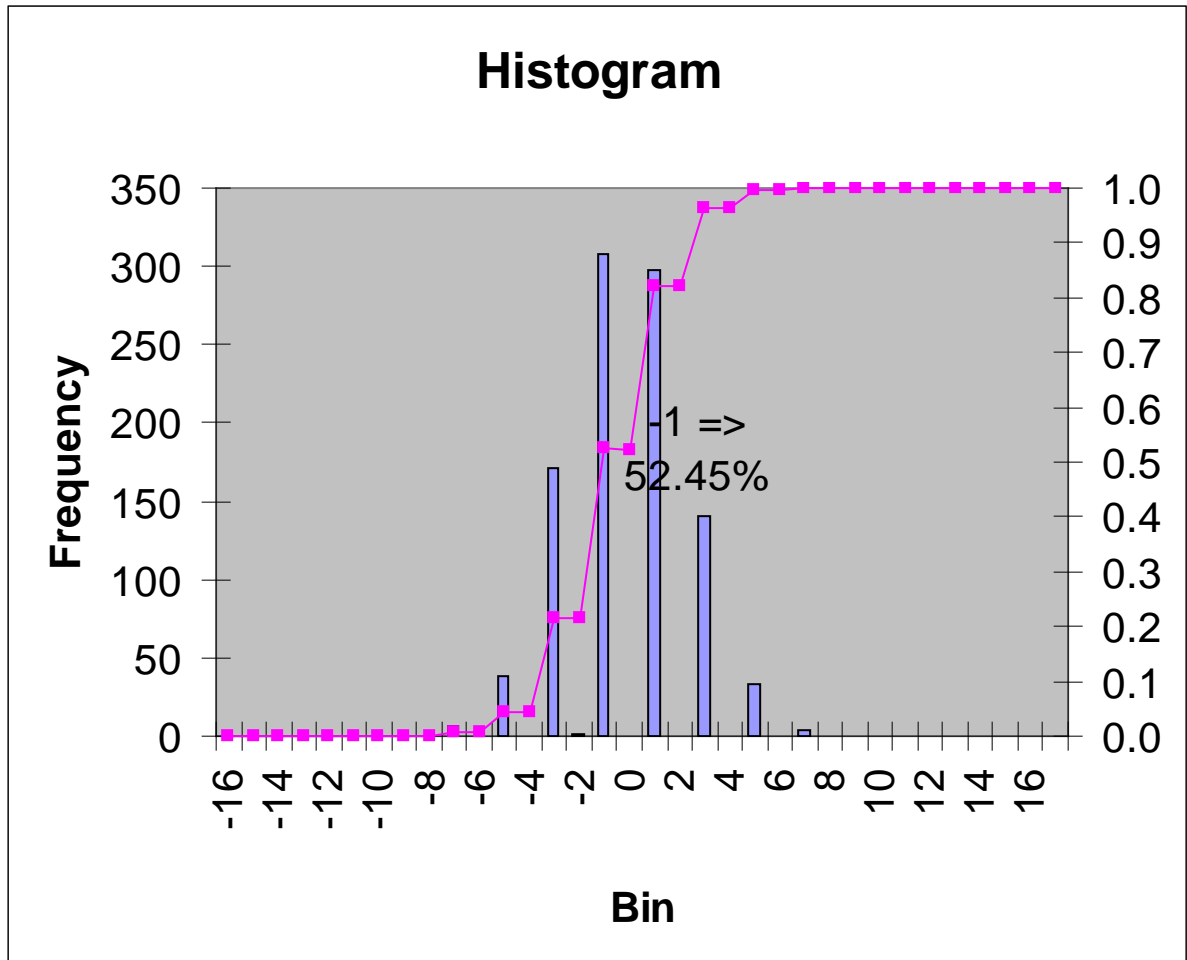
Priloga M: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-MK test* za merilno mesto Rateče



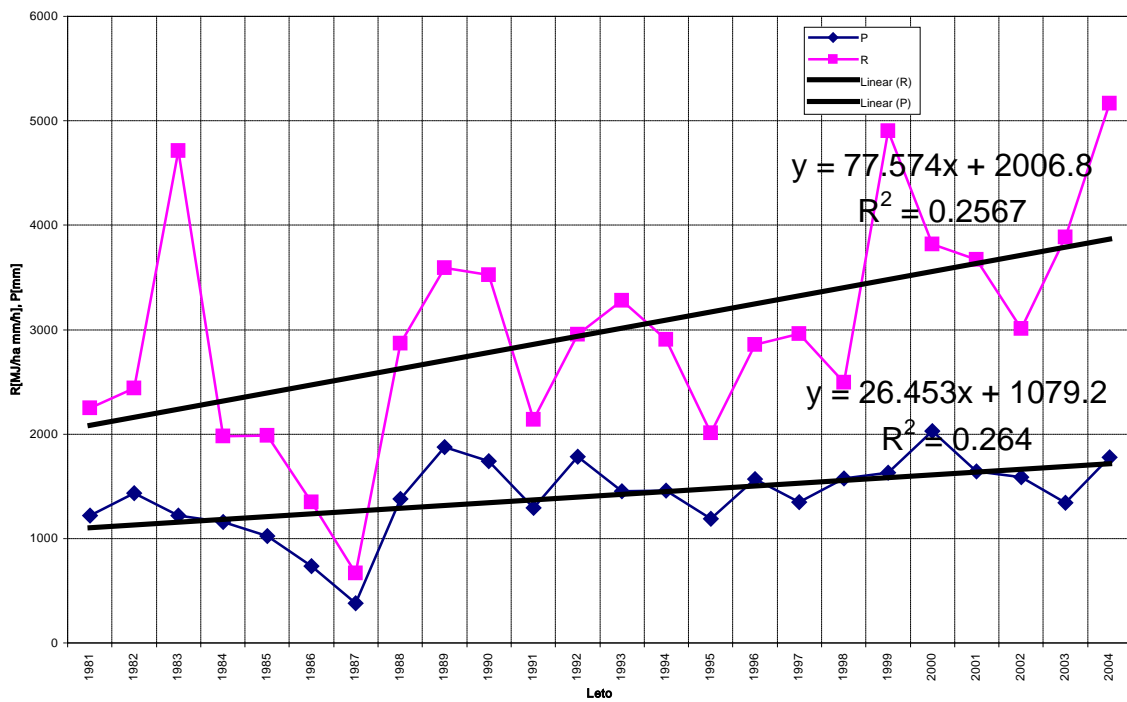
Priloga N: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-MK test* za merilno mesto Solčava



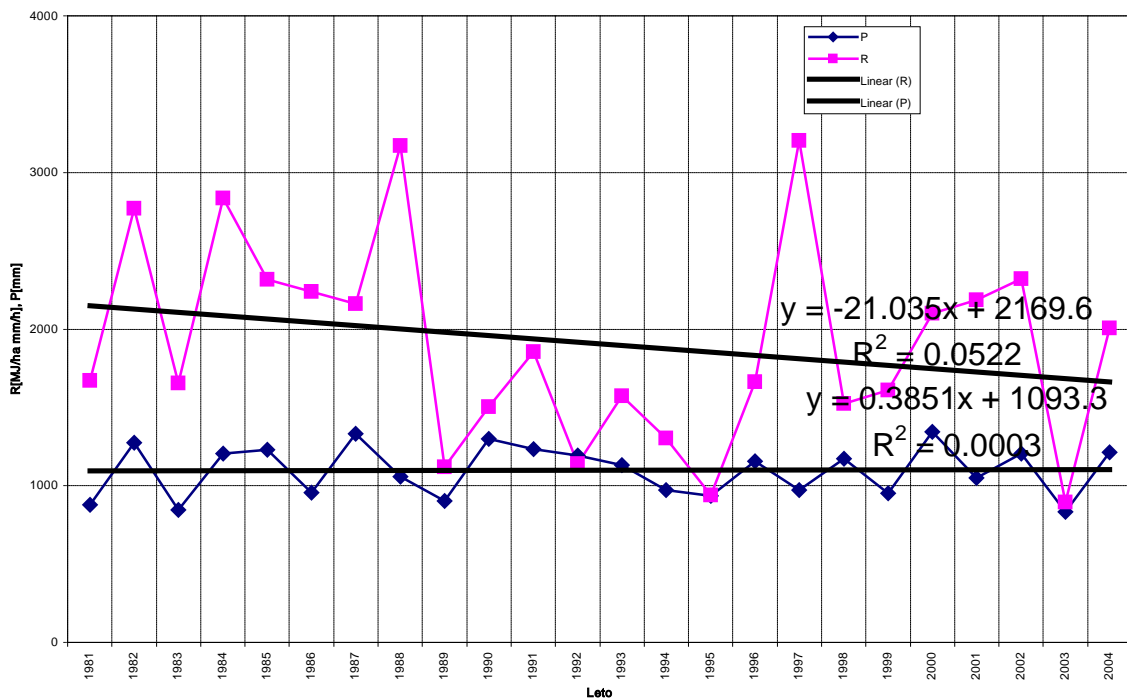
Priloga O: Prikaz diagrama za določitev trenda po metodi *BS-MK test* za merilno mesto
Zgornje Jezersko



Priloga P: Prikaz trenda po metodi *linearne regresije* za merilno mesto Javorniški Rovt



Priloga R: Prikaz trenda po metodi *linearne regresije* za merilno mesto Lesce



Priloga S: Prikaz trenda po metodi *linearne regresije* za merilno mesto Rateče

