

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Rok ZUPIN

**PADAVINSKI REŽIM NA PLOSKVAH
INTENZIVNEGA MONITORINGA GOZDOV V
SLOVENIJI V LETIH OD 2004 DO 2013**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Rok ZUPIN

**PADAVINSKI REŽIM NA PLOSKVAH INTENZIVNEGA
MONITORINGA GOZDOV V SLOVENIJI V LETIH OD 2004 DO 2013**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**PRECIPITATION REGIME ON THE PLOTS OF INTENSIVE
FOREST MONITORING IN SLOVENIA BETWEEN 2004 AND 2013**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire v okviru Katedre za gojenje gozdov na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je na seji 28. 8. 2015 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija, somentorico dr. Uršo Vilhar, za recenzenta pa prof. dr. Janez Pirnata.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Rok Zupin

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	GDK 116.14:524.63"2004-2013"(043.2)=163.6
KG	padavinski režim/intenzivni monitoring gozdov/gozdna hidrologija/sestojne padavine/padavine na prostem/odtok po deblu
KK	
AV	ZUPIN, Rok
SA	DIACI, Jurij (mentor) / VILHAR, Urša (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2016
IN	PADAVINSKI REŽIM NA PLOSKVAH INTENZIVNEGA MONITORINGA GOZDOV V SLOVENIJI V LETIH OD 2004 DO 2013
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	XI, 70 str., 9 pregl., 40 sl., 1 pril., 71 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

V Sloveniji je bil v začetku leta 2004 vzpostavljen intenzivni monitoring gozdov za spremljanje stanja gozdnih sestojev. Na enajstih ploskvah se stalno ali občasno spremlja več parametrov, med njimi tudi meteorološki. Žal so sčasoma nekatere ploskve opustili, nekatere pa postavili na novo, tako da smo imeli na voljo samo podatke iz osmih ploskev. Podatke smo najprej uredili, nato pa izračunali najpomembnejše statistične parametre za nadaljnjo obdelavo. Padavine na prostem smo primerjali z najbližjo meteorološko postajo. Rezultati, ki smo jih dobili, kažejo, da je na ploskvah povprečno padlo manj dežja kot na ARSO postajah, razen v primeru ploskev Borovec, Tratice in Lontovž. Med seboj smo primerjali tudi padavine na prostem s prepuščenimi padavinami. V večini primerov so se rezultati gibali od 15 % do 20 % manj prepuščenih padavin, razen na ploskvi Brdo (101,9 %), kjer je bilo prepuščenih padavin celo več kot pa na prostem. Odtok po deblu smo merili samo na štirih ploskvah, in sicer na Borovcu (7,7 %), Fondku (11,3 %), Lontovžu (14,3 %) in Traticah (2,0 %). Rezultati odtoka po deblu so primerljivi z drugimi študijami.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Vs
DC	FDC 116.14:524.63"2004-2013"(043.2)=163.6
CX	precipitation regime/intensive monitoring forest/forest hidrology/throughfall/precipitation in the open/stem flow
CC	
AU	ZUPIN, Rok
AA	DIACIJ, Jurij (supervisor) / VILHAR, Urša (co-advisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2016
TI	PRECIPITATION REGIME ON THE PLOTS OF INTENSIVE FOREST MONITORING IN SLOVENIA BETWEEN 2004 AND 2013
DT	Graduation thesis (Higher professional studies)
NO	XI, 70 p., 9 tab., 40 fig., 1 ann., 71 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

The program of intensive monitoring of forests in Slovenia started at the beginning of 2004, when eleven such plots were established. On these plots several parameters – meteorological, among others – are constantly or occasionally monitored. Unfortunately, with time, some of the plots have been abandoned, while some of them have been established anew. Therefore, we only had information available from eight plots. First, we organized all the data and then we calculated the most important statistical parameters for further processing. We compared precipitation in the open with the nearest meteorological station. The results show that, on average, there was less rain on the permanent plots than on ARSO stations, with the exception of Borovec, Tratice, and Lontovž. We also compared precipitation in the open with throughfall. In most cases, the results indicated between 15 % and 20 % less throughfall on plots, with the exception of the plots Brdo (101,9 %), where there was even more throughfall than in the open. We measured the stem flow on four permanent plots only, namely Borovec (7,7 %), Fondek (11,3 %), Lontovž (14,3 %), and Tratice (2,0 %). The results of stem flow are comparable with other studies.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	II
KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO VSEBINE.....	IV
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PRILOG	XI
1 UVOD	1
1.1 PADAVINE.....	1
1.1.1 Padavinski režim	3
1.2 INTENZIVNO SPREMLJANJE STANJA GOZDOV (IMGE)	4
2 PREGLED OBJAV	7
2.1 KOLIČINA, OBLIKA IN ČASOVNA RAZPOREDITEV PADAVIN	7
2.2 SESTOJNE PADAVINE.....	7
2.3 PREPUŠČENE PADAVINE	8
2.4 ODTOK PO DEBLU	8
3 NAMEN NALOGE, CILJI IN HIPOTEZE	11
3.1 NAMEN IN CILJI NALOGE.....	11
3.2 HIPOTEZE	11
4 METODE DELA.....	12
4.1 PLOSKVE INTENZIVNEGA MONITORINGA GOZDOV	12
4.2 MERITVE PADAVIN.....	15
4.2.1 Padavine na prostem.....	15
4.2.2 Prepuščene padavine.....	16
4.2.3 Odtok po deblu	18

4.2.4	Sestojne in prestrežene padavine	19
4.3	DOLOČITEV VEGETACIJSKEGA OBDOBJA ZA IZBRANE SESTOJE	19
4.4	PRIPRAVA IN UREJANJE PODATKOVNE BAZE O PADAVINAH TER UPORABLJENE STATISTIČNE METODE PRI ANALIZI PODATKOV	20
5	REZULTATI.....	23
5.1	DOLOČITEV VEGETACIJSKEGA OBDOBJA ZA IZBRANE SESTOJE	23
5.2	PADAVINE NA PROSTEM.....	23
5.2.1	Ploskev Fondek	24
5.2.2	Ploskev Gropajski Bori.....	25
5.2.3	Ploskev Brdo	27
5.2.4	Borovec.....	29
5.2.5	Ploskev Lontovž	31
5.2.6	Ploskev Murska Šuma	32
5.2.7	Ploskev Tratice	34
5.2.8	Ploskev Rožnik.....	35
5.3	PREPUŠČENE PADAVINE	40
5.3.1	Ploskev Fondek	41
5.3.2	Ploskev Gropajski Bori.....	42
5.3.3	Ploskev Brdo	43
5.3.4	Ploskev Borovec	45
5.3.5	Ploskev Lontovž	46
5.3.6	Ploskev Murska Šuma	48
5.3.7	Ploskev Tratice	49
5.3.8	Ploskev Rožnik.....	51
5.3.9	Vse IMGE ploskve skupaj.....	53
5.4	ODTOK PO DEBLU	56

5.4.1	Ploskev Fondek	56
5.4.2	Ploskev Borovec	57
5.4.3	Ploskev Lontovž	58
5.4.4	Ploskev Tratice	59
5.4.5	Ploskev Rožnik	60
5.4.6	Vse IMGE ploskve skupaj	60
5.5	SESTOJNE IN PRESTREŽENE PADAVINE	62
6	RAZPRAVA IN SKLEPI	65
6.1	PADAVINE NA PROSTEM	65
6.2	PREPUŠČENE PADAVINE	66
6.3	ODTOK PO DEBLU	67
6.4	SESTOJNE IN PRESTREŽENE PADAVINE	68
7	POVZETEK	69
8	VIRI	71
	ZAHVALA	76
	PRILOGE	77

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Podatki o ploskvah intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji	13
Preglednica 2: Opis najbližje padavinske postaje ARSO in njena primerjava z IMGE.....	14
Preglednica 3: Linearna odvisnost in R^2 med padavinami na prostem na IMGE ploskvah ter padavinami na ARSO postajah.....	24
Preglednica 4: Padavine na prostem za vse ploskve skupaj po letih ter po sezonah.....	37
Preglednica 5: Linearna odvisnost in R^2 med prepuščenimi padavinami (y) in padavinami na prostem (x) na IMGE ploskvah	40
Preglednica 6: Prepuščene padavine za vse IMGE ploskve po letih ter po sezonah.....	53
Preglednica 7: Linearna odvisnost in R^2 med odtokom po deblu (y) in padavinami na prostem (x) na IMGE ploskvah	56
Preglednica 8: Odtok po deblu za vse IMGE ploskve po letih ter po sezonah v mm in % padavin na prostem.....	61
Preglednica 9: Padavine na prostem, prepuščene padavine in odtok po deblu na IMGE ploskvah.....	62

KAZALO SLIK

Slika 1: Gozdni hidrološki krog (Vir: Šraj, 2003).	2
Slika 2: Ploskve spremljanja stanja gozdnih ekosistemov v Sloveniji (Raven I in Raven II) (Čater in sod., 2015).	4
Slika 3: Dejavnost intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji (Čater in sod., 2015)	5
Slika 4: Ploskev intenzivnega monitoringa gozdov Brdo za merjenje padavin na prostem z oskrbnikom Tomažem Polajnarjem (Vir: Rok Zupin, 2016).	16
Slika 5: Linija lijev in žlebičev za merjenje prepuščenih padavin – IMGE ploskev Brdo (Vir: Rok Zupin, 2016).	17
Slika 6: Žlebič za merjenje prepuščenih padavin na IMGE ploskvi Brdo (Vir: Rok Zupin, 2016).	18
Slika 7: Prikazuje spiralni vzorčevalni trak za vzorčenje odtoka po deblu na bukvi, s plastično cevjo in sodi za zbiranje odtoka (Kovač in sod., 2011).	19
Slika 8: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Fondek s padavinami na ARSO postaji	25
Slika 9: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Fondek s padavinami na ARSO postaji	25
Slika 10: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Gropajski Bori s padavinami na ARSO postaji.....	26
Slika 11: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Gropajski Bori s padavinami na ARSO postaji.....	27
Slika 12: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Brdo s padavinami na ARSO postaji	28
Slika 13: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Brdo s padavinami na ARSO postaji	29
Slika 14: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Borovec s padavinami na ARSO postaji.....	30
Slika 15: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Borovec s padavinami na ARSO postaji.....	30
Slika 16: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Lontovž s padavinami na ARSO postaji.....	31

Slika 17: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Lontovž s padavinami na ARSO postaji.....	32
Slika 18: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Murska Šuma s padavinami na ARSO postaji.....	33
Slika 19: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Murska Šuma s padavinami na ARSO postaji.....	33
Slika 20: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Tratice s padavinami na ARSO postaji	34
Slika 21: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Tratice s padavinami na ARSO postaji	35
Slika 22: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Rožnik s padavinami na ARSO postaji	36
Slika 23: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Rožnik s padavinami na ARSO postaji	36
Slika 24: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Fondek	41
Slika 25: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Fondek	42
Slika 26: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Gropajski Bori	42
Slika 27: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Gropajski Bori	43
Slika 28: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Brdo	44
Slika 29: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Brdo	44
Slika 30: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Borovec.....	45
Slika 31: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Borovec.....	46
Slika 32: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Lontovž.....	47

Slika 33: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Lontovž.....	47
Slika 34: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Murska Šuma.....	48
Slika 35: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Murska Šuma.....	49
Slika 36: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Tratice.....	50
Slika 37: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Tratice.....	50
Slika 38: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Rožnik.....	51
Slika 39: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Rožnik.....	52
Slika 40: Letne sestojne padavine (vsota prepuščenih padavin in odtoka po deblu) kot odstotek padavin na prostem (%) na IMGE ploskvah.....	63

KAZALO PRILOG

Priloga A: Število meritev padavin na prostem, prepuščenih padavin in odtoka po deblu v razpoložljivih časovnih obdobjih ter delež izračunanih vrednosti zaradi nelogičnih ali manjkajočih podatkov na ploskvah IMGE	77
--	----

1 UVOD

Gozdna hidrologija proučuje kroženje vode v gozdnem ekosistemu. Proučuje poti in načine prehajanja vode iz ozračja skozi gozdne ekosisteme do tal, v tla, podtalnico in površinske vodne tokove, pa tudi vračanje vode nazaj v ozračje. Zanimajo jo količinski in kakovostni odnosi med kroženjem vode in gozdom, zlasti še vpliv gozdnega rastlinja na prehajanje padavin v tla, na ustvarjanje vodnih zalog. Spoznanja iz gozdne hidrologije so lahko osnova za gospodarske ukrepe, s katerimi je mogoče krepiti hidrološko funkcijo gozda in dosegati tudi vodnogospodarske cilje (Smolej, 1988).

Količina, oblika in časovna razporeditev padavin so izrednega pomena za gozdne ekosisteme, saj pomembno vplivajo na preskrbo s pitno vodo, kroženje hranil in dinamiko ogljika v ekosistemu (Vilhar, 2010a). Hkrati so gozdovi pomembni z vidika ohranjanja kakovosti ter uravnavanja količine vodnih virov v porečjih, saj povečujejo prestrežanje padavin in infiltracijo vode v tleh. Zaradi vse pogostejših ekstremnih vremenskih dogodkov (poplave ob obilnem deževju) podrobnejše poznavanje padavinskega režima v gozdnih ekosistemih pridobiva na pomenu. Meritve padavin so v gozdni krajini redke, čeprav so pomemben vhodni podatek za modeliranje procesov v gozdnih ekosistemih. Uporaba meritev padavin z uradnih meteoroloških postaj izven preučevanega gozdnega prostora je zaradi njegove oddaljenosti vprašljiva.

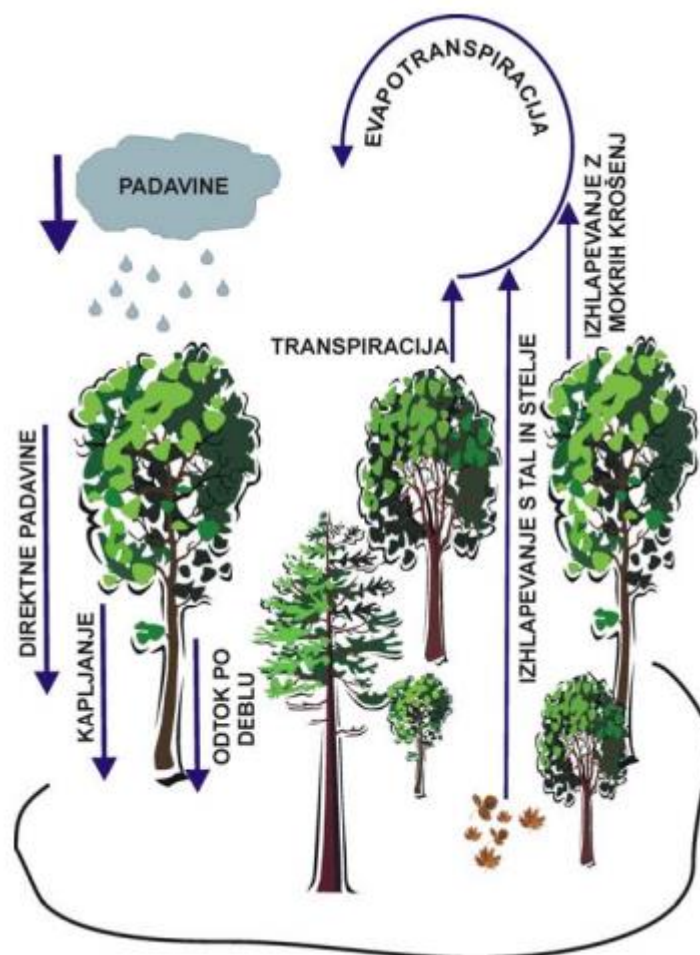
1.1 PADAVINE

Padavine so vseh oblik, trdne ali tekoče vode, ki nastanejo iz oblakov ali iz vlage v zraku. Najbolj pogosti padavini sta dež in sneg, poznamo pa tudi sodro, točo, roso, ivje in žled (Oblike padavin, 2016).

V naših podnebnih razmerah sta dež in sneg glavni vrsti padavin, ponekod je treba upoštevati tudi roso in izločanje kapljic iz megle (Smolej, 1988). Padavine so prostorsko in časovno zelo neenakomerno razporejene, tudi na majhnih razdaljah, zato jih je težko natančno izmeriti (Vilhar, 2009). Padavine se pri nas pojavijo v različno dolgih presledkih, tudi njihovo trajanje ali padavinsko obdobje je lahko precej različno: od kratkih ploh do

večdnevnega deževja. Poleg trajanja je v hidrologiji pomembna tudi jakost padavin, saj skupaj določata količino vode, ki pade na zlivno območje (Smolej, 1988).

Predvsem v goratem svetu je poleg dežja treba enakovredno upoštevati tudi padavinsko vodo, ki pada kot sneg. Snežna odeja predstavlja pomembno zalogo vode, ker se v fiziološko aktivnem spomladanskem obdobju sprošča in je lahko pomemben vir vlage za rastline. Količino snega običajno merimo kot debelino, včasih tudi z gostoto. Osnovna mera je enaka kot pri dežju – mm oziroma l na m². Dobimo jo lahko tako, da stalimo del snežne odeje znane prostornine, enostavneje pa s tehtanjem vzorcev snega (Smolej, 1988).



Slika 1: Gozdni hidrološki krog (Vir: Šraj, 2003).

Vir vode na gozdnatem zemljišču so padavine. Ko padejo na gozd, zadevajo ob drevje ali pa skozi odprtine v krošnjah padejo na gozdna tla. Prvi stik padavin z gozdom so krošnje,

ki padavine prestrežejo. Določen del jih zadržijo in te potem izhlapijo, ostale pa se stekajo po listih, vejicah in vejah ter po deblu na gozdna tla. Podobno se dogaja pri grmovju in travnatih rastlinah. Povsod pa določen del padavin izhlapi, še preden doseže tla. Padavinska voda, ki pade ali priteče na gozdna tla, izhlapeva tudi iz njih, večinoma pa odteka v globino ali pa po površini. Po površini odteče do vodotoka, v globino pa pronica skozi talne plasti in jih vlaži in moči. Če je padavinske vode na površini dovolj, doseže podtalnico in obogati vodne zaloge v tleh, kar se pokaže v boljšem napajanju izvirov, rek in jezer (Lah, 2007).

Iz tal prehaja voda preko korenin v rastline in nato zaradi transpiracije nazaj v ozračje, kjer se pridruži padavinski vodi, ki je izhlapela s krošenj, pritalnega rastlinja in tal. Oba procesa se združita v evapotranspiracijo, izhlapelo vodo pa imenujemo tudi evapotranspiracijska izguba. Ostala v tleh shranjena voda priteče iz podtalnice v površinski vodotok, nato v jezero ali morje, od koder se končno vrača v ozračje, kjer se ponovno zgosti v padavine (Smolej, 1988).

1.1.1 Padavinski režim

Padavinski režim je povprečen raspored količine in oblike padavin med letom (Slovar..., 2016). Kot je ugotovila že Cegnarjeva (2003) v knjigi Podnebne spremembe in padavinski režim, nam padavinski režim določa tudi, kakšno je razmerje med padavinami v obliki snega in dežja in kakšna je njihova intenzivnost.

Na višino padavin vplivajo različni parametri (Šraj in sod., 2008):

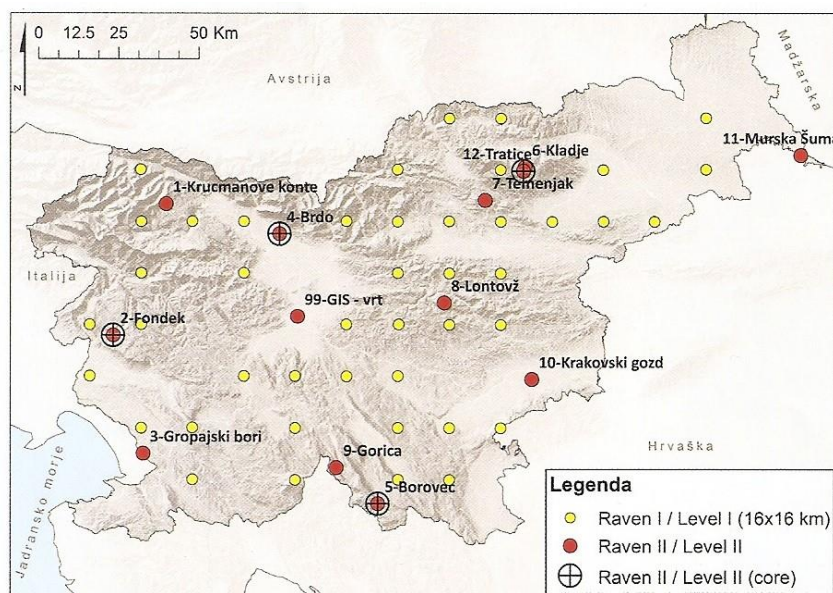
- geografska širina – s povečevanjem geografske širine se padavine zmanjšujejo,
- bližina morja – padavine se z oddaljenostjo od morja zmanjšujejo,
- relief – količina padavin narašča z nadmorsko višino do višine 2500 m, nad to višino se količina padavin le še zmerno povečuje ali celo zmanjšuje,
- gozdovi – mnenja so še deljenja glede delovanja gozdov; značilno je delovanje gozda na povečanje horizontalnih padavin oziroma zadrževanje večjih količin vlage, ki se s kondenzacijo izloča iz megle,

- večja mesta – imajo nekoliko višje padavine kot okolica. V mestih so padavine pogostejše, a manjše.

Pomembna dejavnika pri razporeditvi padavin sta smer in hitrost vetra, ki vplivata na prostorsko razporeditev padavin in zadrževalno sposobnost krošenj (Krečmer, 1967).

1.2 INTENZIVNO SPREMLJANJE STANJA GOZDOV (IMGE)

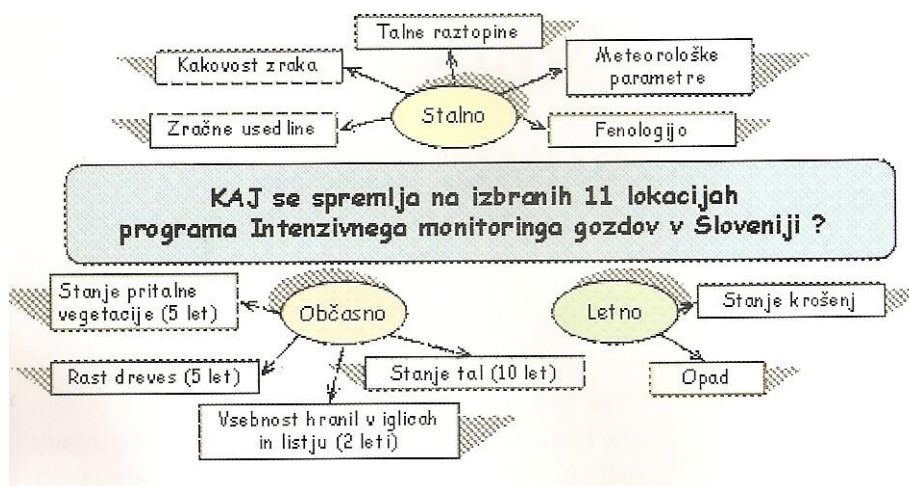
Program intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji poteka na Gozdarskem inštitutu Slovenije (GIS) od leta 2004 naprej. Namen intenzivnega monitoringa gozdov (IMGE) je seznanjanje z ekološkimi procesi in razvojem gozdnih sestojev, identificiranje vzorčno-posledičnih mehanizmov, ocenjevanje sposobnosti prilagajanja gozdnih ekosistemov na vnose onesnaževal in ne nazadnje priprava ukrepov za zmanjševanje tveganj glede okoljskih vplivov in stabilnosti gozdnih ekosistemov danes ter v prihodnosti (Čater in sod., 2015). Program sestavljata dva pristopa, in sicer Raven I in Raven II.



Slika 2: Ploskve spremljanja stanja gozdnih ekosistemov v Sloveniji (Raven I in Raven II) (Čater in sod., 2015).

Namen Ravni I je vsakoletno spremljanje vitalnosti gozda preko kazalcev osutosti in poškodovanosti drevja. Izvaja se na sistematični vzorčni mreži na razdalji 16×16 km, ki v Sloveniji obsega 44 ploskev (Kranjc in sod., 2006).

Na Ravni II je bilo v letu 2004 postavljenih 11 ploskev po vsej Sloveniji. Na tej ravni je spremljanje kompleksnejše in bolj poglobljeno (Čater in sod., 2015), zato ga imenujemo intenzivni monitoring gozdov. Ocenjuje se vpliv gozdnega ekosistema na spremembe onesnaženosti zraka v povezavi s trendi stresnih dejavnikov in ekosistemskih razmer, prav tako; kopičenje, sproščanje in spiranje onesnažil v gozdnih ekosistemih; kritične vnose in obremenitve gozdnih ekosistemov z SO_3 , NO_x , NH_3 in kovinami, z upoštevanjem učinkov trenutnih obremenitev. Pripravljajo se scenariji za prihodnost z modeli vpliva onesnaženega zraka na stanje gozdnih ekosistemov in meritev; biotske raznolikosti, nakopičeni ogljik v gozdovih. Cilj intenzivnega monitoringa je med drugim tudi, izboljšati oceno globalne bilance ogljika in ovrednotiti vpliv podnebnih sprememb v povezavi s toplogrednimi plini na gozdne ekosisteme (Kranjc in sod., 2006).



Slika 3: Dejavnost intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji (Čater in sod., 2015)

Na osmih ploskvah intenzivnega monitoringa gozdov se med drugim spremlja tudi padavine na prostem in prepuščene padavine v sestojih ter na ploskvah, kjer prevladuje bukev, tudi odtok po deblu. Tovrstni večletni podatki omogočajo analizo padavinskega

režima na ploskvah intenzivnega spremljanja stanja gozdov ter primerjavo s podatki uradnih postaj Državne meteorološke službe Agencije RS za okolje (ARSO).

2 PREGLED OBJAV

2.1 KOLIČINA, OBLIKA IN ČASOVNA RAZPOREDITEV PADAVIN

Urša Vilhar (2010a) je v članku Padavinski režim v izbranih vrzelih in sestojih dinarskega jelovo-bukovega gozda analizirala padavinski režim v dveh sestojih in vrzelih različnih velikosti v dinarskem jelovo-bukovem pragozdu in v sonaravnem gospodarskem gozdu. Ugotovila je, da lahko so lahko količine prepuščenih padavin v gozdnem sestoju večje od količine padavin na prostem, kar je lahko posledica večjega vrtinčenja zraka na prostem v primerjavi z gozdom, pri čemer v dežemere na prostem pade manjša količina padavin, lahko pa tudi oblikovanost krošenj dreves in vej prispeva k stekanju večje količine padavin v dežemere v gozdu, kar ugotavljajo številni avtorji (Vilhar, 2010; Kermavnar, 2015; Vilhar, 2016; Siegert in sod., 2016, itd.).

Siegert in sod. (2016) v članku opisujejo razlike padavinskega režima glede na mejne topografske spremembe. Poskušajo določiti spremenljivost padavinskega režima glede na obdobje, drevesne in rastne razmere.

2.2 SESTOJNE PADAVINE

Sestojne padavine so seštevek prepuščenih padavin in odtoka po deblu, te lahko znašajo v bukovih gozdovih srednje Evrope od 73 % do 95 % letne količine padavin (Peck, 2004). Neenakomerna razporeditev padavin v sestoju pomembno vpliva na razraščanje korenin dreves ter pritalne vegetacije (Larcher, 1995). Pomembna dejavnika pri razporeditvi padavin sta smer in hitrost vetra (Krečmer, 1967), ki vplivata na prostorsko razporeditev padavin in zadrževalno sposobnost krošenj za padavine.

Šraj (2009) opisuje v članku »Prestrežene padavine: Meritve in analiza« metode merjenja padavin na prostem, prepuščenih padavin in odtoka po deblu. Opisuje tudi načine modeliranja prestreženih padavin.

Kermavnar (2015) v svojem magistrskem delu Sestojne padavine v izbranih urbanih gozdovih Ljubljane ugotavlja, da je v povprečju delež sestojnih padavin (vsota prepuščenih padavin in odtoka po deblu) najvišji v rdečemborovju (96,1 %), nato v nižinskem poplavnem gozdu (92,9 %), najmanjše pa v mešanem gozdu gradna in domačega kostanja s primesjo smreke (82 %). Prav tako sklepa, da na sestojne padavine ne vpliva samo zgradba sestoja, ampak tudi intenziteta padavin.

2.3 PREPUŠČENE PADAVINE

Prepuščene padavine so padavine, ki so padle v vrzelih in v obliki kapljic odtekle s krošenj (Rutter, 1975). Odvisne so od zgradbe gozdnega sestoja, drevesne vrste, letnega časa, intenzivnosti padavin, smeri in hitrosti vetra, pritalne vegetacije,...

Šraj in sod. (2008) ugotavljajo, da breze prepustijo 57–70 %, bori pa 35–49 % padavin, medtem ko je odtok pri brezi od 1,1–6,7 % padlih padavin, pri boru pa praktično zanemarljiv. Meritve so izvajali v urbanem predelu mesta Ljubljane na dveh drevesih breze in rdečega bora.

Lah (2007) v svoji diplomski nalogi opisuje merjenje in analizo prepuščenih padavin in odtoka po deblu ter primerja posamezne komponente hidrološkega kroga za listavce in iglavce. Rezultati, ki jih je dobil, so primerljivi z drugimi podobnimi študijami.

2.4 ODTOK PO DEBLU

Odtok po deblu so tiste padavine, ki se stekajo po vejah do debla in naprej do koreninskega sistema. Odtok po deblu je v glavnem odvisen od naslednjih dejavnikov.

- Zgradba krošnje, vejni kot. Navzgor usmerjene veje vodijo padavinsko vodo k deblu, povešene pa na robove krošenj, pri njih odtoka po deblu ni.
- Površina skorje. Gladko deblo pospešuje odtekanje vode, na hrapavem se voda zadržuje in težje odteka.

- Sposobnost vpijanja vode. Drevesna skorja zadrži in vpije del odtekajoče vode. Tako zadrževanje vode je zlasti veliko pri starih hrastih, borih in macesnih. Dodatno ga povečujejo na skorji naseljeni lišaji (Smolej, 1988).

Levia in Germer (2015) opisujeta različne metode merjenja odtoka po deblu. Prav tako opisujeta, kako odtok po deblu vpliva na podtalnico, pritalno vegetacijo ter hidrološki in biokemični krog gozdnih ekosistemov.

Vilharjeva (2006) je v svoji doktorski disertaciji proučevala značilnosti vodnega cikla v procesu naravnega pomlajevanja v jelovo-bukovem pragozdu in gospodarskem sonaravnem gozdu. Odtok po deblu bukev je v letu 2003 znašal 8 %, medtem ko je bil v letu 2004 6,2 %.

Vilharjeva (2009) v knjigi o vodni bilanci jelovo-bukovih gozdov Dinarskega krasa navaja, da odtok po deblu predstavlja 5 do 10 % letne količine padavin v listnatih gozdovih zmerne pasu, v bukovem gozdu lahko tudi do 20 %. V sestojih iglavcev znaša odtok po deblu največ 2 % letne količine padavin. Zaradi razmeroma majhnega deleža je pomen odtoka po deblu v vodni bilanci gozda pogosto podcenjen, vendar pa ima kot točkovni vnos vode in hranil ob rastlinskem deblu pomemben vpliv na odtok, erozijo tal, podtalnico, prostorsko porazdelitev vlage v tleh, kemizem talne raztopine ter razporeditev pritalne vegetacije in epifitov.

Pri nas so meritve odtoka po deblu večinoma potekale le na drevesnih vrstah z gladko skorjo, predvsem bukvi (Vilhar, 2006; Lah, 2007; Šraj in sod., 2008). Številni raziskovalci ugotavljajo, da je pri drevesnih vrstah z vodoravno rastočimi vejami in grobim lubjem (hrast) ter pri iglavcih (bor, smreka, macesen) odtok po deblu zanemarljiv (Syke, 2013; Zabret, 2013).

2.5 SESTOJNE IN PRESTREŽENE PADAVINE

Sestojne padavine so vsota prepuščenih padavin in odtoka po deblu.

Iz razlike med padavinami na prostem in sestojnimi padavinami lahko izračunamo v krošnjah prestrežene padavine oziroma intercepcijo krošenj.

Intercepcija krošenj je odvisna od stopnje izhlapevanja, smeri in hitrosti vetra, tipa padavin in vegetacije (Vilhar, 2009). Ker so ti dejavniki zelo spremenljivi, se močno spreminja tudi prestrezanje krošenj. Meritve so pokazale, da lahko krošnje prestrežejo in posledično lahko v ugodnih razmerah na tak način izhlapi od 6 do 93 % padavin. V gozdnem sestoju je prestrezanje lahko veliko, kadar je padavin malo, so kratkotrajne in večkrat prekinjene. Pri odvisnosti prestrezanja od količine padavin je treba upoštevati tudi jakost padavin (Smolej, 1988). Prestrezanje je odvisno tudi od drevesnih vrst in od starosti sestojev, saj imajo mlajša drevesa manjšo površino krošenj, zato prestrežejo manj padavin. Intercepcija snežnih padavin ni zanemarljiva. V iglastem gozdu je lahko intercepcija, zaradi enakomerno razporejenih padavin prek celega leta v zimskih mesecih enaka tisti v poletnem času (Rutter, 1975).

Ker intercepcije ne moremo neposredno meriti, jo običajno izračunamo iz razlike med padavinami na prostem ter sestojnimi padavinami (Price in Carlyle-Moses, 2003).

Rutter (1975) je ugotovil, da intercepcija krošenj oziroma prestrezanje padavin v krošnjah predstavlja v gozdovih iglavcev od 15 do 40 % ter v listnatih gozdovih do 10 do 20 % skupne količine letnih padavin. Sklenjen zastor gozdne podrasti je pri intercepciji prav tako pomemben, saj zeliščna plast ne prestreza dosti manj kot drevesna. Roberts in Rosier (1994) sta ugotovila, da letno pritalna vegetacija prispeva 30 % k celotni intercepciji v sestoju velikega jesena.

3 NAMEN NALOGE, CILJI IN HIPOTEZE

3.1 NAMEN IN CILJI NALOGE

Glavni namen naloge je primerjati in ovrednotiti razlike v količini, obliki in časovni razporeditvi padavin (padavinski režim) izbranih gozdnih sestojev na ploskvah Intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji na podlagi podatkov, zbranih v letih od 2004 do 2013. Te podatke smo primerjali s podatki postaj državne meteorološke službe Agencije Republike Slovenije za okolje.

3.2 HIPOTEZE

Delovne hipoteze so:

- predpostavljamo, da so količina, oblika in časovna razporeditev padavin odvisne od topografskih dejavnikov (nadmorska višina, naklon, ekspozicija) ter zgradbe sestoja.
- predpostavljamo, da je več prepuščenih padavin v listnatih gozdovih kot v gozdovih iglavcev.
- predpostavljamo, da se padavinski režim na izbranih ploskvah intenzivnega monitoringa gozdov razlikuje od najbližje meteorološke postaje Agencije Republike Slovenije za okolje.

4 METODE DELA

V nalogi so zbrani podatki iz osmih ploskev intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji, na katerih so v letih od 2004 do 2013 potekale redne 14-dnevne meritve količine padavin na prostem in prepuščenih padavin v sestoji skladno z navodili za intenzivno spremljanje stanja gozdov (Clarke in sod., 2010). Dodatno so bile na štirih ploskvah, na katerih prevladuje bukev, merjene tudi količine odtoka po deblu.

4.1 PLOSKVE INTENZIVNEGA MONITORINGA GOZDOV

Iz podatkovne baze Gozdarskega inštituta Slovenije smo pridobili podatke o padavinah v letih od 2004 do 2013 iz naslednjih ploskev: Fondek, Gropajski Bori, Brdo, Borovec, Lontovž, Murska Šuma, Tratice in Rožnik (preglednica 1). Nekatere ploskve so sčasoma opustili, spet druge pa na novo postavili. Za ploskve Fondek, Brdo, Borovec in Murska Šuma velja, da jih merimo že od samega začetka, torej od 1. 7. 2004, in ostajajo aktivne vse do danes. Ploskev Gropajski Bori so postavili naknadno šele 31. 12. 2008 in ostaja še danes aktivna. Ploskev Lontovž so postavili na začetku, vendar so z dnem 25. 1. 2011 prenehali zbirati podatke. Ploskev Tratice pa so postavili z dnem 20. 5. 2009, medtem ko so ploskev Rožnik postavili 5. 1. 2005, obe dve ploskvi ostajata aktivni vse do danes.

Terenske meritve opravljajo skrbniki ploskev, ki so revirni gozdarji Zavoda za Gozdove Slovenije, podatki pa se shranjujejo v podatkovni bazi intenzivnega monitoringa gozdov Gozdarskega inštituta Slovenije.

V diplomskem delu smo se usmerili v urejanje in statistično obdelavo podatkov, ki so bili zbrani na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdov in jih primerjali z najbližjo meteorološko postajo Agencije Republike Slovenije za okolje. Največ pozornosti smo namenili primerjavi padavin na prostem, prepuščenih padavin v sestoji in odtoka po deblu.

Preglednica 1: Podatki o ploskvah intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji

Ploskev intenzivnega monitoringa gozdov											
Oznaka	Ime	Nadmorska višina (m)	Koordinate		Ekološka regija	Glavna drevesna vrsta	Obdobje meritev padavin	Naklon (°)	Ekspozicija (°)	Razvojna faza	Št dreves listavci/ iglavci (%)
			Zemljepisna širina	dolžina							
2	Fondek	827	45°59'55"	13°44'16"	Dinarska	Bukev (<i>Fagus sylvatica</i>)	od 7. 1 .2004 -	10	165	Debeljak	100/0
3	Gropajski Bori	420	45°40'13"	13°51'55"	Submediteranska	Črni bor (<i>Pinus nigra</i>)	od 31. 12 .2008 -	5	43	Letvenjak	58/42
4	Brdo	471	46°17'14"	14°24'17"	Predalpska	Rdeči bor (<i>Pinus sylvestris</i>)	2004 – 16.11.2011 16.11.2011 – 2013	5	210	Debelejši drogovnjak	3/97
5	Borovec	705	45°32'12"	14°48'16"	Dinarska	Bukev (<i>Fagus sylvatica</i>)	od 7. 1 .2004 -	10	45	Debeljak	100/0
8	Lontovž	950	46°06'51"	15°04'13"	Predalpska	Bukev (<i>Fagus sylvatica</i>)	od 7. 1 .2004 – 25. 1. 2011	20-25	290	Debelejši drogovnjak	93/7
11	Murska Šuma	170	46°29'50"	16°31'05"	Predpanonska	Beli gaber (<i>Carpinus betulus</i>)	od 7. 1 .2004 -	0	/	Tanjši drogovnjak	100/0
12	Tratice	1289	46°27'48"	15°23'12"	/	Bukev (<i>Fagus sylvatica</i>)	od 20. 5 .2009 -	/	/	Debeljak	72/28
	Rožnik	310	46°02'47"	14°29'01"	Predalpska	Graden (<i>Quercus petraea</i>)	od 5. 1 .2005 -	/	/	Debeljak	65/35

Preglednica 2 prikazuje najbližje padavinske postaje ARSO, s katerih smo pridobili podatke o padavinah ter jih primerjali z količinami padavin na IMGE ploskvah. V povprečju so ARSO postaje oddaljene 5632 m od IMGE ploskev, razlike v nadmorski višini pa znašajo od 11 m (ploskev Rožnik) do 263 m (ploskev Lontovž). Te razlike precej prispevajo k stopnji linearne odvisnosti med izmerjenimi količinami padavin na padavinskih postajah ARSO in IMGE ploskvah na prostem (Preglednica 3).

Preglednica 2: Opis najbližje padavinske postaje ARSO in njena primerjava z IMGE

Postaja ARSO*	IMGE** postaja	Nadmorska višina (m)	Koordinate		Oddaljenost od IMGE** (m)	Razlika v nadmorski višini od IMGE** (m)
			širina	dolžina		
Lokve	Fondek	946	46°01'01"	13°47'23"	4500	119
Godnje	Gropajski Bori	320	45°45'30"	13°50'24"	9986	-100
Preddvor	Brdo	485	46°18'16"	14°25'50"	2758	14
Kranj		394	46°14'38"	14°20'35"	6759	-77
Iskrba	Borovec	540	45°34'07"	14°51'48"	5800	-165
Kum	Lontovž	1213	46°05'46"	15°04'12"	2008	263
Lendava	Murska Šuma	190	46°33'41"	16°28'13"	8017	20
Rogla	Tratice	1492	46°27'12"	15°27'12"	5226	203
Ljubljana Bežigrad	Rožnik	299	46°04'33"	14°31'14"	4341	11

* Agencija Republike Slovenije za okolje ** Intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov

4.2 MERITVE PADAVIN

Na izbranih merilnih mestih se za merjenje padavin uporablja tri različne tipe vzorčevalnikov. Postavljeni so na višini 1,3 m od tal in potrebno jih je ročno odčitati. Razlikujejo se glede dimenzije (velikost lovilne površine) in po obliki.

Ločimo:

- lij: meritve količine padavin na prostem in prepuščenih padavin v obliki dežja, zbirna površina 415 cm² ;
- žlebiče (ang. gutters): meritve prepuščenih padavin v obliki dežja, zbirna površina 185 cm²;
- črn valj (t. i. korneti); meritve padavin na prostem in prepuščenih padavin v zimskih mesecih, primernejši za snežne padavine, zbirna površina 415 cm² (Kermavnar, 2015).

4.2.1 Padavine na prostem

Ploskve za merjenje padavin na prostem so postavljene na prostem, kjer ni vpliva drevesnih krošenj ali drugih objektov na same padavine (običajno na travniku) oziroma so oddaljeni od vzorčevalnikov vsaj za dvakratno višino dreves (Clarke in sod., 2010). Hkrati so te ploskve postavljene čim bližje ploskvi za merjenje prepuščenih padavin, saj so le tako podatki z obeh ploskev med seboj primerljivi.

Sam sem si ogledal ploskev Brdo. V času mojega obiska so bili na ploskvi postavljeni trije liji (enega na fotografiji v rokah drži oskrbnik ploskve) za merjenje dežnih padavin. Okrog lijev je bila nameščena ovira za ptice, ki jim preprečuje, da bi v lij izločale svoje iztrebke ali prinašale kakšno drugo mehansko oviro, ki bi onemogočila pravilno meritev. Lij ima zbirno površino 415 cm².

V zimskem času na ploskev na prostem postavijo še dva korneta, ki sta namenjena vzorčenju snežnih padavin. Pred vzorčenjem iz kornetov se moramo prepričati, da smo prej ves led oziroma sneg, ki se je nabral v kornetu, stopili, saj so le tako podatki zanesljivi. Kornet ima prav tako kot lij zbirno površino 415 cm².

V zimskem času, ko imamo za isto periodo na voljo meritve padavin iz lijev in kornetov, smo upoštevali količine, kjer se je nabralo več padavin in so torej bolj zanesljive.

Vzorci se zbirajo vsaka dva tedna (kolikor traja perioda) ob istem času. Na nekaterih drugih ploskvah (Gropajski Bori, Murska Šuma) pa sem zasledil, da jih pobirajo tudi na 28 dni.



Slika 4: Ploskev intenzivnega monitoringa gozdov Brdo za merjenje padavin na prostem z oskrbnikom Tomažem Polajnarjem (Vir: Rok Zupin, 2016).

4.2.2 Prepuščene padavine

Za meritve prepuščenih padavin v gozdnem sestoju uporabljamo sistematično razporejene dežemere ali žlebiče predpisane oblike (Clarke in sod., 2010).

Ploskev IMGE za merjenje prepuščenih padavin sem si ogledal na Brdu.

Za merjenje prepuščenih padavin v poletnem času se uporablja lije, v zimskem času pa kornete. Poleg lijev oziroma kornetov pa prepuščene padavine spremljajo tudi z žlebiči. Vzorčevalniki so postavljeni v dveh linijah, pri čemer vsaka linija vključuje pet žlebičev in štiri lije.

V spomladanskih in jesenskih mesecih so meritve padavin pogosto potekale tako z žlebiči kot tudi s korneti. V takih primerih smo za analizo uporabili količino padavin iz tistih vzorčevalnikov, v katerih se je nabrala večja količina padavin.



Slika 5: Linija lijev in žlebičev za merjenje prepuščenih padavin – IMGE ploskev Brdo (Vir: Rok Zupin, 2016).

Oskrbniki ploskev vzorce pobirajo vsaka dva tedna, na nekaterih ploskvah pa tudi vsake štiri tedne. Ploskev Brdo stoji že od samega začetka, torej od dne 7. 1. 2004 pa do danes, vseskozi se je na njej redno zbiralo podatke.



Slika 6: Žlebič za merjenje prepuščenih padavin na IMGE ploskvi Brdo (Vir: Rok Zupin, 2016).

4.2.3 Odtok po deblu

Na ploskvah, na katerih prevladuje bukev, je na drevesih različnih premerov postavljenih pet vzorčevalnikov za merjenje količine odtoka po deblu (Žlindra in sod., 2011).

Odtok po deblu merimo s posebnim spiralnim trakom, ki je nameščen okrog debla in speljan v sode za zbiranje vode. Sodi so pokriti s pokrovi in stojijo v senci, da je izhlapevanje vzorca čim manjše.

Odtok po deblu se meri samo na ploskvah, kjer je prisotna bukev, ker ima gladko skorjo in so tako podatki najbolj zanesljivi. Te ploskve so: Fondek, Borovec, Lontovž in Tratice.



Slika 7: Prikazuje spiralni vzorčevalni trak za vzorčenje odtoka po deblu na bukvi, s plastično cevjo in sodi za zbiranje odtoka (Kovač in sod., 2011).

4.2.4 Sestojne in prestrežene padavine

Na podlagi meritev prepuščenih padavin in odtoka po deblu smo za posamezne ploskve izračunali sestojne padavine in jih prikazali kot delež padavin na prostem (%) za celotno obdobje meritev, po letih ter tudi sezonsko (v obdobju mirovanja vegetacije in v vegetacijskem obdobju). Razliko med sestojnimi padavinami in padavinami na prostem predstavljajo prestrežene padavine oziroma intercepcija.

4.3 DOLOČITEV VEGETACIJSKEGA OBDOBJA ZA IZBRANE SESTOJE

Predvsem pri listopadnih drevesih se olistanost krošnje tekom leta močno spreminja, kar pomembno vpliva na prestrezanje padavin. Zato smo celotno obdobje meritev padavin na podlagi fenološkega razvoja dreves razdelili na dve obdobji: vegetacijsko obdobje in obdobje mirovanja vegetacije. S tem smo lahko preverili, ali se deleži prepuščenih padavin in odtoka po deblu v padavinah na prostem sezonsko bistveno razlikujejo.

Vegetacijsko obdobje smo določili za ploskve, kjer so prisotni listavci (Fondek, Borovec, Lontovž, Murska Šuma in Tratice) na podlagi večletnih opazovanj pojava fenofaze prvih listov (pričetek vegetacijskega obdobja) in fenofaze splošnega odpadanja listov (kot

zaključek vegetacijskega obdobja) (Vilhar, 2010b) po članku Fenološke faze dreves na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov v Sloveniji (Vilhar in sod., 2013).

Obdobje mirovanja vegetacije navadno traja od konca oktobra pa vse do začetka maja, seveda je precej odvisno od letnih temperatur. Vegetacijsko obdobje pa traja od maja do konca oktobra. Vegetacijsko obdobje smo označili z 2, medtem ko smo obdobje mirovanja vegetacije označili z 1. Na ploskvah Brdo in Gropajski Bori prevladujejo iglavci, tako da podatki o trajanju vegetacijskega obdobja na osnovi fenoloških opazovanj niso razpoložljivi. Za te ploskve smo upoštevali le podatke na letni ravni.

4.4 PRIPRAVA IN UREJANJE PODATKOVNE BAZE O PADAVINAH TER UPORABLJENE STATISTIČNE METODE PRI ANALIZI PODATKOV

Na podlagi podatkov iz podatkovne baze Gozdarskega inštituta Slovenije za intenzivni monitoring gozdov smo uredili podatke za padavine na prostem, prepuščene padavine in odtok po deblu (kjer je prisotna bukev in se je meril tudi odtok po deblu). Podatke smo uredili glede na enotne časovne intervale meritev oziroma vzorčenj padavin na izbranih ploskvah, in sicer na 14 dni oziroma na 28 dni, kjer pridobljeni podatki niso dopuščali 14 dnevne periode.

Za vsak časovni interval posebej smo določili še sezono, saj smo podatke primerjali tudi glede na vegetacijsko obdobje, obdobje mirovanja vegetacije ter po posameznih letih.

V naslednjem koraku smo za prepuščene padavine in padavine na prostem za vsak časovni interval posebej izračunali povprečje in standardni odklon merjenih količin padavin.

Tako smo za padavine na prostem izračunali povprečje in standardni odklon na podlagi treh ljev in iz dveh kornetov, ki so bili postavljeni samo v zimskem času. V nadaljnji obdelavi smo upoštevali tiste vzorčevalnike, pri katerih se je povprečno nabrala večja količina padavin.

Za prepuščene padavine smo izračunali povprečje in standardni odklon na podlagi dveh linij žlebičev in dveh linij kornetov. Prav tako kot pri padavinah na prostem smo tudi tukaj za nadaljnjo obdelavo upoštevali tiste količine, ki so bile višje in so zato bolj zanesljive. Iz podatkovne baze smo izločili tudi napačne (nelogične) vnose, kot na primer padavine v obliki snega v poletnih mesecih.

V tretjem koraku smo iz internetne strani ARSO (Državna meteorološka služba, 2015) pridobili podatke iz najbližjih padavinskih ali meteoroloških postaj o skupnih količinah padavin za posamezni časovni interval posebej.

Vse razpoložljive meritve padavin na prostem smo primerjali s količino padavin na ARSO postaji ter ugotavljali stopnjo odvisnost med njimi. V primeru manjkajočih ali nelogičnih podatkov (napaka pri vnosu, velika odstopanja) smo upoštevali izračunane vrednosti na podlagi regresijske analize med padavinami na ARSO postaji in padavinami na prostem.

Prepuščene padavine na posamezni ploskvi smo izračunali kot povprečje vseh vzorčevalnikov na ploskvi za posamezno obdobje meritev in jih primerjali s padavinami na prostem ter ugotavljali linearno odvisnost med njimi. V primeru manjkajočih podatkov smo upoštevali izračunane vrednosti na podlagi regresijske analize med prepuščenimi padavinami in padavinami na prostem. Določili smo tudi koeficient determinacije (R^2), ki pokaže razmerje med pojasnjeno varianco in skupno varianco (Pearsonov koeficient korelacije, 2016).

Pri uvrščanju posameznih količin po obdobjih (vegetacijsko obdobje, obdobje mirovanja vegetacije), ki so bila opredeljena glede na fenološke značilnosti prevladujočih drevesnih vrst na ploskvi, smo kot kriterij upoštevali končni datum časovnega intervala (Kermavnar, 2015). Vsa vzorčenja padavin na ploskvah, opravljena po datumu, ki označuje ocenjeni pričetek vegetacijskega obdobja, in pred datumom, ki označuje ocenjeni zaključek vegetacijskega obdobja, smo pri analizi količin uvrstili v vegetacijsko obdobje. Enako velja za meritve padavin, ki so bile izvedene v obdobju mirovanja vegetacije. V primeru mejnih časovnih intervalov (začetni datum vzorčenja je znotraj vegetacijskega obdobja/obdobja mirovanja vegetacije, končni datum pa že sodi v obdobje mirovanja

vegetacije/vegetacijsko obdobje) smo upoštevali načelo večjega števila dni – mejni časovni interval smo uvrstili v tisto obdobje, v katero je spadalo večje število dni tega časovnega intervala.

Ko smo imeli zbrane vse podatke po periodah, smo jih med seboj primerjali. Med seboj smo primerjali padavine na prostem z najbližjo postajo ARSO. Zaradi lažje primerjave med ploskvami smo prepuščene padavine in odtok po deblu prikazali v mm in kot odstotek v padavinah na prostem (%).

Odtok po deblu smo izračunali kot povprečje vseh vzorčevalnikov na štirih bukovih ploskvah IMGE (Fondek, Borovec, Lontovž in Tratice) za obdobje mirovanja vegetacije in vegetacijsko obdobje v letih od 2004 do 2014 (Podatkovna baza Gozdarskega inštituta Slovenije). Izmerjene količine odtoka po deblu smo primerjali s padavinami na prostem ter ugotavljali linearno odvisnost med njimi. V primeru manjkajočih podatkov smo upoštevali izračunane vrednosti na podlagi regresijske analize med prepuščenimi padavinami in padavinami na prostem. Za ploskve, kjer so prisotni iglavci (rdeči bor na Brdu) ali listavci z grobim lubjem (dob v Murški Šumi), smo predpostavili, da je odtok po deblu zanemarljiv. Za ploskev Rožnik, kjer so prisotni tako iglavci kot listavci, meritve odtoka po deblu pa se ne izvajajo, smo upoštevali ocene odtoka po deblu iz raziskave Kermavnarja (2015).

Bazo podatkov smo uredili v programu Microsoft Excel.

5 REZULTATI

5.1 DOLOČITEV VEGETACIJSKEGA OBDOBJA ZA IZBRANE SESTOJE

Za ploskev Fondek se je v povprečju vegetacijsko obdobje začelo 14. maja, končalo pa 2. novembra. Za ploskev Borovec se je v povprečju vegetacijsko obdobje začelo 30. aprila, končalo pa 23. oktobra. Za ploskev Lontovž se je v povprečju vegetacijsko obdobje začelo 14. maja, končalo pa 17. oktobra. Za ploskev Tratice se je v povprečju vegetacijsko obdobje začelo 8. maja, končalo pa 27. septembra. Za ploskev Murska Šuma se je v povprečju vegetacijsko obdobje začelo 24. marca, končalo pa 7. novembra (Vilhar in sod., 2013; Vilhar, 2015). Za ploskev Rožnik pa se je v povprečju vegetacijsko obdobje začelo 1. maja, končalo pa 31. oktobra (Kermavnar, 2015).

5.2 PADAVINE NA PROSTEM

Preglednica 3 prikazuje ujemanje med padavinami na padavinskih postajah ARSO in padavinami na prostem na IMGE ploskvah (večji ko je R^2 , boljše je ujemanje). Na vseh ploskvah je R^2 večji od 0,86, kar kaže na visoko stopnjo ujemanja. Ujemanje je najboljše na ploskvi Fondek, saj sta merilni mesti postavljeni dokaj blizu (zračna razdalja je 4500 m), razlika v nadmorski višini pa je 119 m. Najslabše ujemanje je bilo na ploskvah Murska Šuma (zračna razdalja je 8017 m) in Lontovž, kjer je bila razlika v nadmorski višini kar 263 m, kar je največ izmed vseh ploskev.

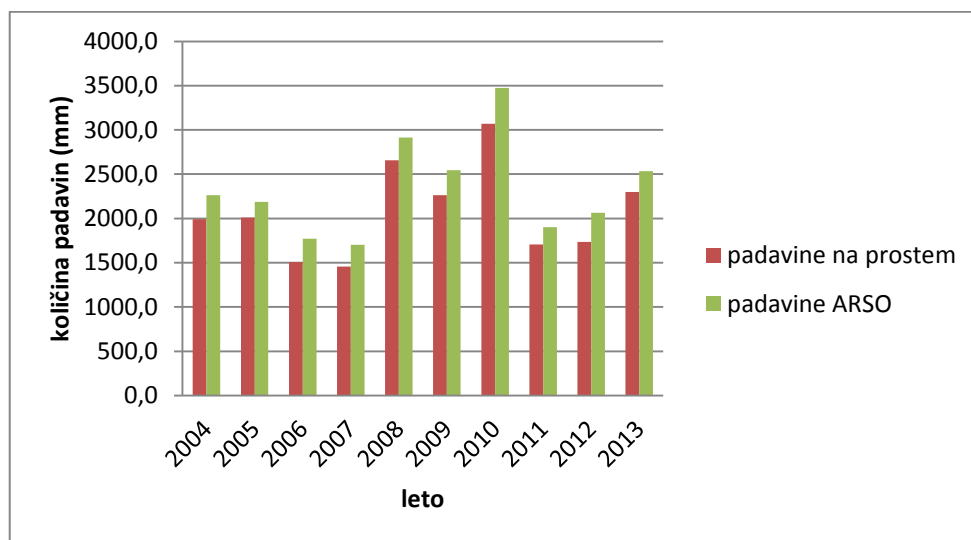
Preglednica 3: Linearna odvisnost in R^2 med padavinami na prostem na IMGE ploskvah ter padavinami na ARSO postajah

IMGE ploskev	ARSO postaja	Linearno odvisnost med padavinami	R^2
Fondek	Lokve	$y = 0,8509x + 3,2448$	0,972
Gropajski Bori	Godnje	$y = 0,7514x + 7,5088$	0,942
Brdo	Preddvor	$y = 0,9367x + 1,2675$	0,948
	Kranj	$y = 0,8868x + 2,4006$	0,952
Borovec	Iskrba	$y = 0,965x + 5,8579$	0,912
Lontovž	Kum	$y = 0,9506x + 3,4141$	0,896
Murska Šuma	Lendava	$y = 0,8932x + 2,1528$	0,866
Tratice	Rogla	$y = 0,9893x + 8,7498$	0,929
Rožnik	Lj. Bežigrad	$y = 0,8974x + 3,3868$	0,933

V primeru nelogičnih ali manjkajočih podatkov smo za nadaljnje analize upoštevali izračunane vrednosti na podlagi regresijske analize med padavinami na ARSO postajah in padavinami na prostem na IMGE ploskvah (Preglednica 5). Delež izračunanih vrednosti je znašal od 6,0 % vseh meritev (ploskev Rožnik) pa do 30,7 % vseh meritev (Gropajski Bori) (Priloga 1).

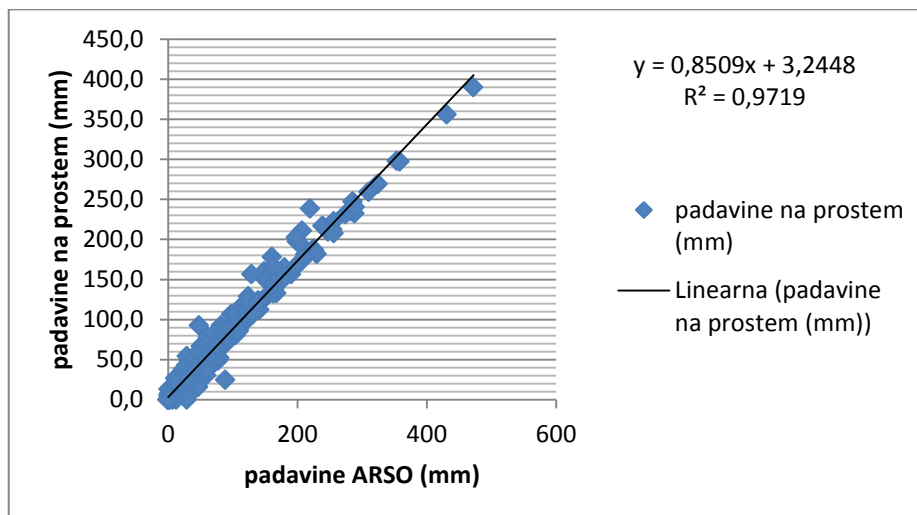
5.2.1 Ploskev Fondek

Slika 8 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje padavine na prostem na IMGE ploskvi Fondek, medtem ko zeleni prikazuje padavine na najbližji ARSO postaji, ki je v tem primeru Lokve. Največ padavin je bilo leta 2010, in sicer na prostem jih je padlo 3069,4 mm, medtem ko jih je bilo na najbližji ARSO postaji 3472,6 mm. Najmanj padavin pa je bilo v letu 2007, na prostem jih je padlo 1456,4 mm, medtem ko jih je na ARSO postaji padlo 1703,3 mm. V primeru ploskve Fondek je bilo v vseh letih izrazito več padavin na padavinski postaji ARSO. Povprečno je na IMGE ploskvi padlo 2071,2 mm padavin letno, na ARSO postaji pa 2335,1 mm.



Slika 8: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Fondek s padavinami na ARSO postaji

Na sliki 9 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem na IMGE ploskvi Fondek in na ARSO postaji Lokve. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 260 meritev padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 24. 12. 2013 in kaže na dobro ujemanje.

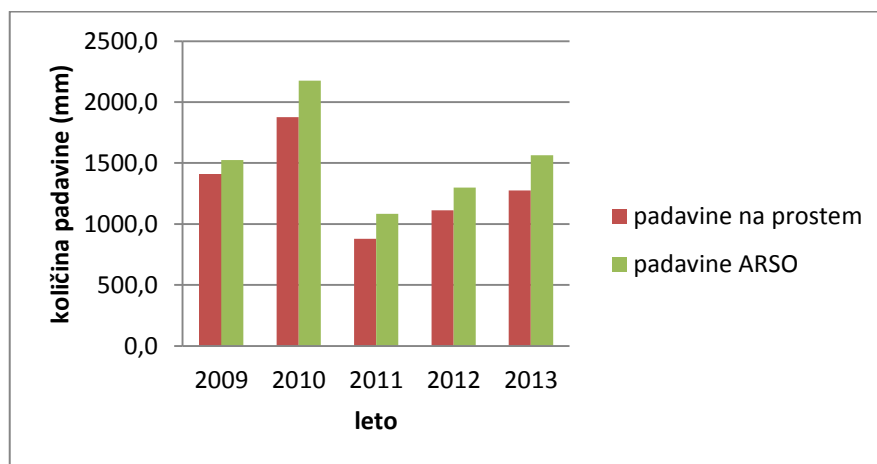


Slika 9: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Fondek s padavinami na ARSO postaji

5.2.2 Ploskev Gropajski Bori

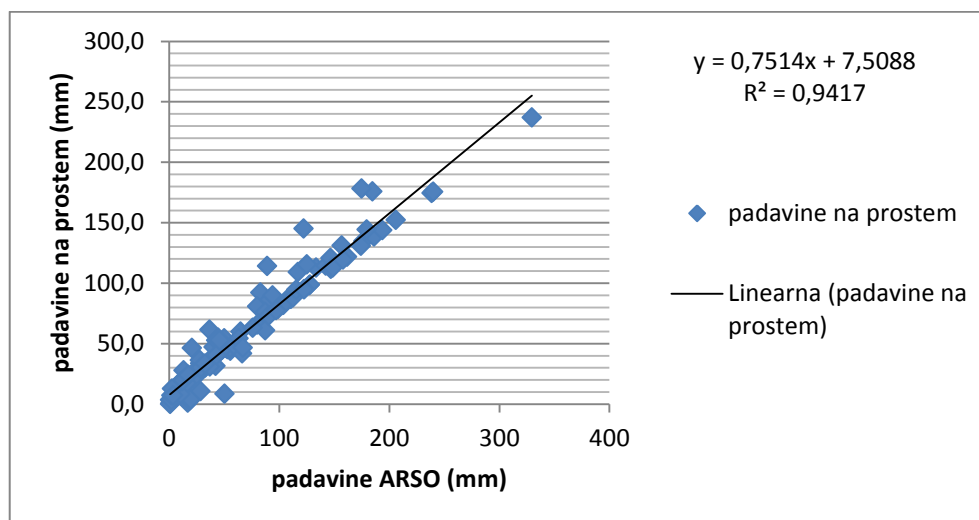
Slika 10 prikazuje količine padavin (mm) po letih od 2009 do 2013. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje padavine na prostem na IMGE ploskvi Gropajski Bori, medtem ko zeleni

prikazuje padavine iz najbližje ARSO postaje, ki je v tem primeru Godnje. Največ padavin je bilo leta 2010, in sicer na IMGE ploskvi 1877,6 mm, medtem ko jih je bilo na najbližji ARSO postaji 2175,6 mm. Najmanj padavin pa je bilo v letu 2011, na IMGE ploskvi jih je padlo 879,6 mm, medtem ko jih je na ARSO postaji padlo 1082,2 mm. V primeru Gropajskih Borov je bilo prav tako v vseh letih izrazito več padavin na postaji ARSO. Povprečno je bilo na IMGE ploskvi 1310,4 mm padavin letno, na ARSO postaji pa 1528,7 mm.



Slika 10: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Gropajski Bori s padavinami na ARSO postaji

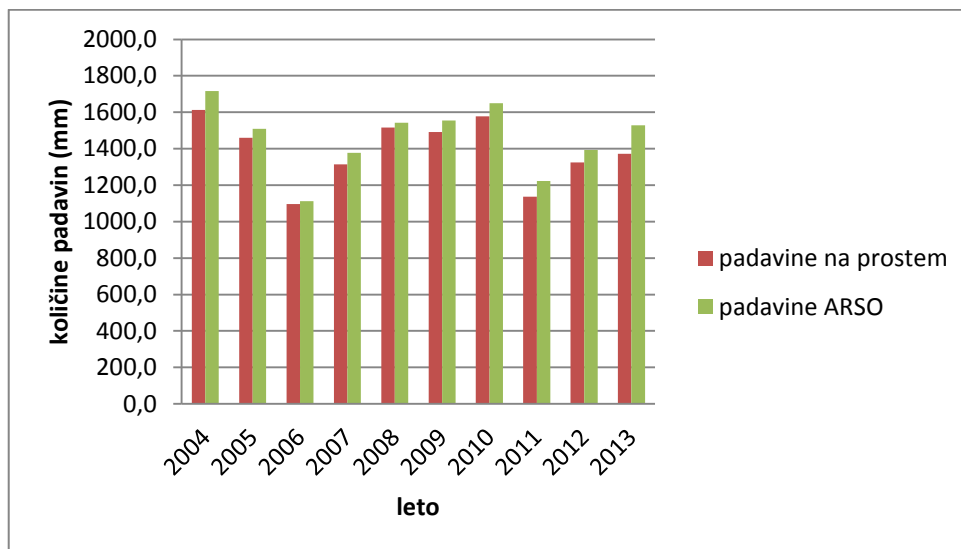
Na sliki 11 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem na IMGE ploskvi Gropajski Bori in na ARSO postaji Godnje. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 101 meritve količin padavin v obdobju od 31. 12. 2008 do 24. 12. 2013. Koeficient determinacije je 0,9417 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 11: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Gropajski Bori s padavinami na ARSO postaji

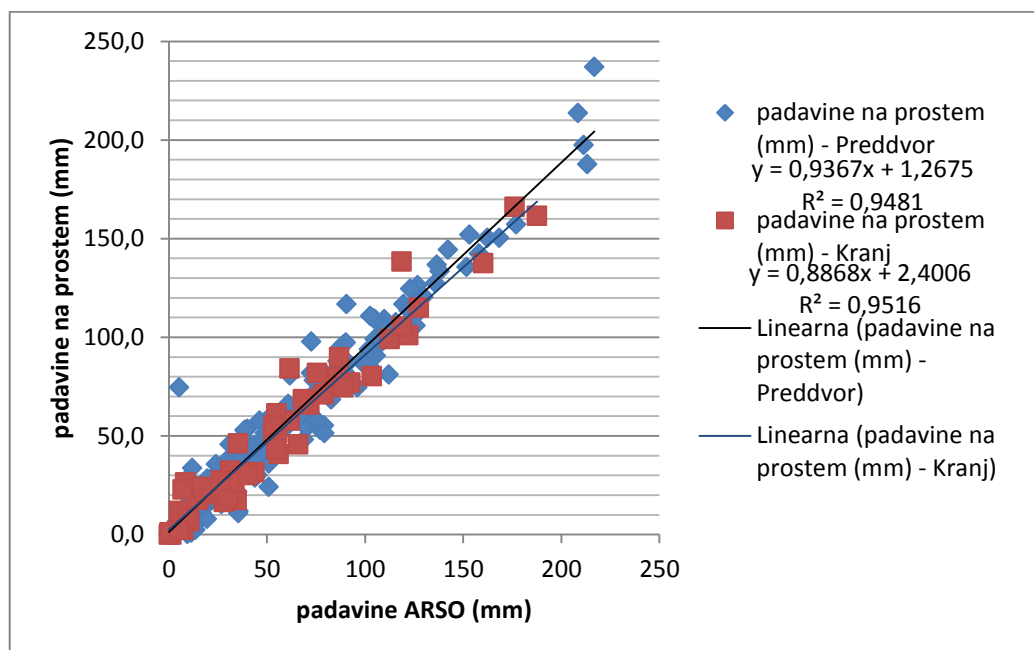
5.2.3 Ploskev Brdo

Histogram na sliki 12 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje padavine na prostem na IMGE ploskvi Brdo, medtem ko zeleni prikazuje padavine iz najbližje ARSO postaje, ki je v tem primeru Preddvor (od leta 2004 do 2011) oziroma Kranj (od leta 2011 do 2013). Največ padavin je bilo leta 2004, in sicer na prostem jih je padlo 1613,4 mm, medtem ko jih je bilo na najbližji ARSO postaji Preddvor 1716 mm. Najmanj padavin pa je bilo v letu 2006, na prostem jih je padlo 1095,8 mm, medtem ko jih je na ARSO postaji Preddvor padlo 1111,1 mm. V primeru Brda je bilo prav tako v vseh letih izrazito več padavin na ARSO postajah. Povprečno je na IMGE ploskvi padlo 1390,4 mm padavin letno, na ARSO postaji pa 1460,5 mm.



Slika 12: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Brdo s padavinami na ARSO postaji

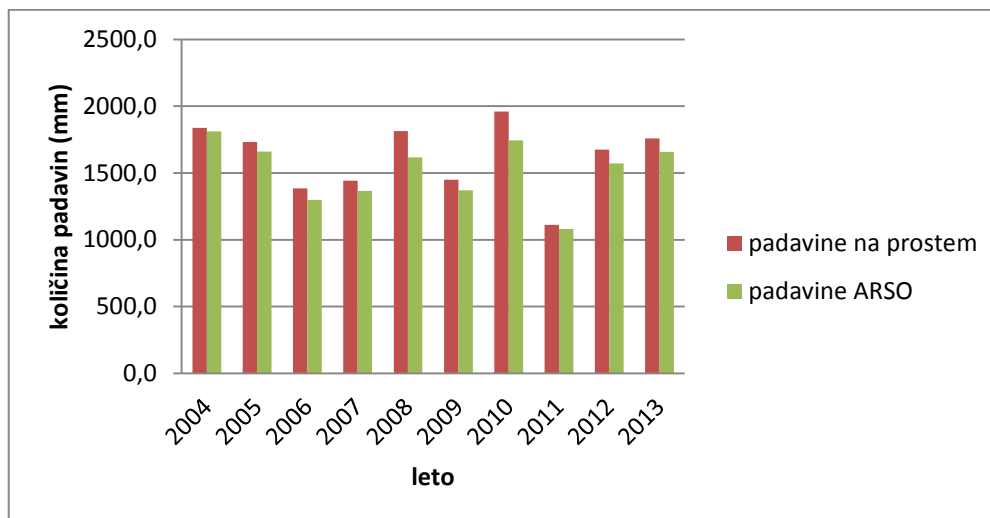
Na sliki 13 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem na IMGE ploskvi Brdo in na ARSO postaji Preddvor oziroma Kranj. Stopnja odvisnosti za Preddvor je prikazana na osnovi 205 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 15. 11. 2011. Stopnja odvisnosti za Kranj pa je prikazana na osnovi 55 meritev količin padavin v obdobju od 16. 11. 2011 do 24. 12. 2013. Tu imamo dve stopnji odvisnosti, ker so bili podatki za ARSO postajo Preddvor dostopni samo do 15. 11. 2011. Vidimo, da se podatki zbrani na ARSO postaji Kranj bolj ujemajo z meritvami padavin na IMGE ploskvi Brdo kot na postaji Preddvor.



Slika 13: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Brdo s padavinami na ARSO postaji

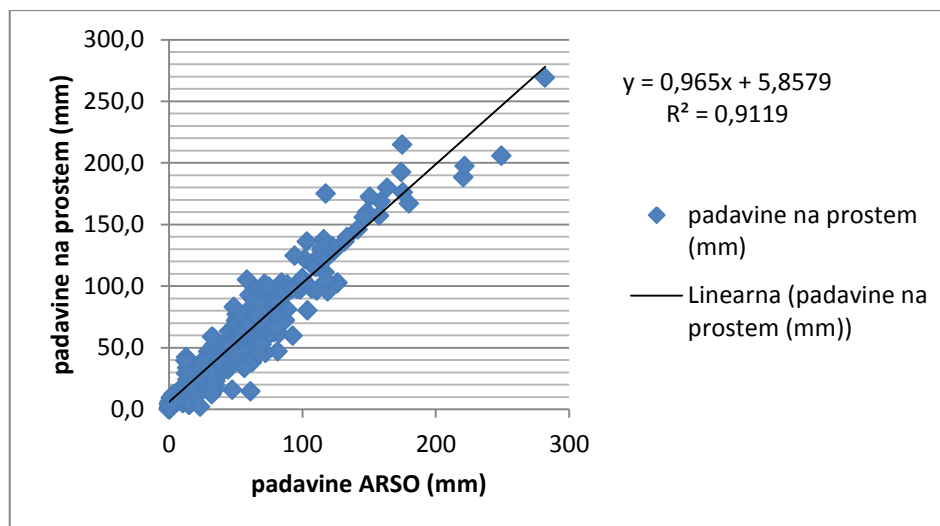
5.2.4 Borovec

Histogram na sliki 14 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje padavine na prostem na IMGE ploskvi Borovec, medtem ko zeleni prikazuje padavine na najbližji ARSO postaji, ki je v tem primeru Iskrba. Največ padavin na IMGE ploskvi je bilo leta 2010, in sicer jih je padlo 1960 mm, medtem ko jih je bilo na najbližji ARSO postaji največ padavin leta 2004, in sicer 1811,3 mm. Najmanj padavin pa je bilo v letu 2011, na IMGE ploskvi jih je padlo 1112,9 mm, medtem ko jih je na ARSO postaji padlo 1081,8 mm. V primeru Borovca pa je bilo ravno obratno kot pri prejšnjih primerih, saj gre tukaj za občutno več padavin na IMGE ploskvi kot pa na ARSO postaji. Povprečno je na IMGE ploskvi padlo 1616,9 mm padavin letno, na ARSO postaji pa 1517,7 mm.



Slika 14: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Borovec s padavinami na ARSO postaji

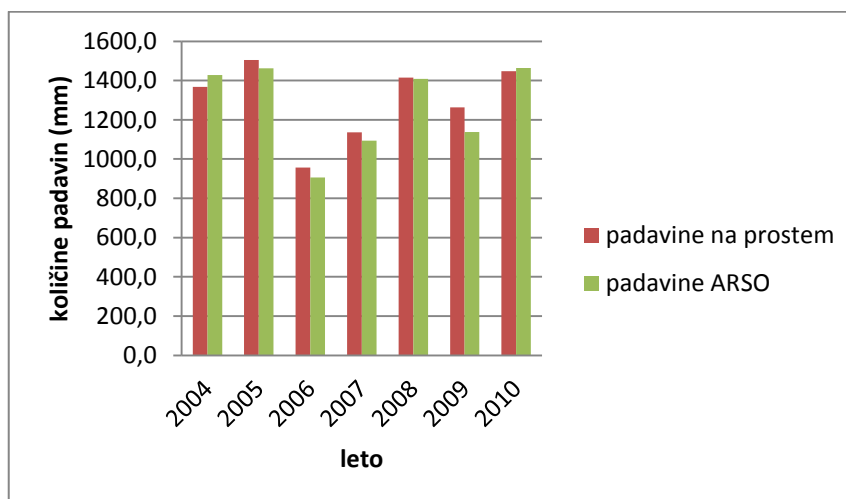
Na sliki 15 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem na IMGE ploskvi Borovec in na ARSO postaji Iskrba. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 260 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 24. 12. 2013. Koeficient determinacije je 0,9119 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 15: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Borovec s padavinami na ARSO postaji

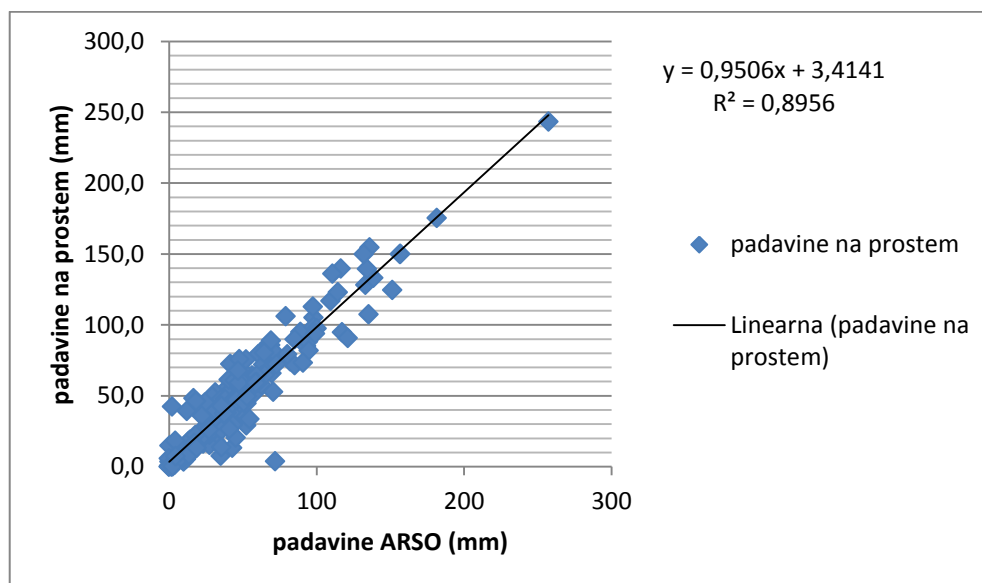
5.2.5 Ploskev Lontovž

Histogram na sliki 16 prikazuje količine padavin (mm) po letih od 2004 do 2010. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje padavine na prostem na IMGE ploskvi Lontovž, medtem ko zeleni prikazuje padavine iz najbližje ARSO postaje, ki je v tem primeru Kum. Največ padavin na IMGE ploskvi je bilo leta 2005, in sicer jih je padlo 1504,8 mm, medtem ko jih je bilo na najbližji ARSO postaji največ padavin leta 2010, in sicer 1464,3 mm. Najmanj padavin pa je bilo v letu 2006, na IMGE ploskvi jih je padlo 956,6 mm, medtem ko jih je na ARSO postaji padlo 906,1 mm. Na tej ploskvi se izmenjujeta večja izmerjena količina padavin na IMGE ploskvi in najbližji ARSO postaji. Podatki so zbrani samo do leta 2010, nato pa se je ploskev opustila. Povprečno je na IMGE ploskvi padlo 1298,5 mm padavin letno, na ARSO postaji pa 1274,6 mm.



Slika 16: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Lontovž s padavinami na ARSO postaji

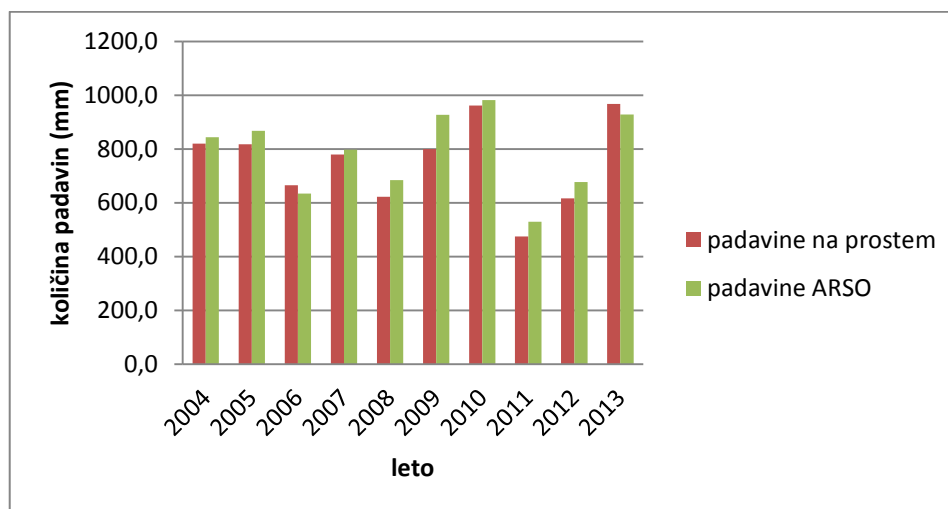
Na sliki 17 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem na IMGE ploskvi Lontovž in na ARSO postaji Kum. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 184 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 25. 1. 2011. Koeficient determinacije je 0,8956. Samo še na ploskvi Murska Šuma je bil slabši, vendar je še vedno zadovoljiv.



Slika 17: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Lontovž s padavinami na ARSO postaji

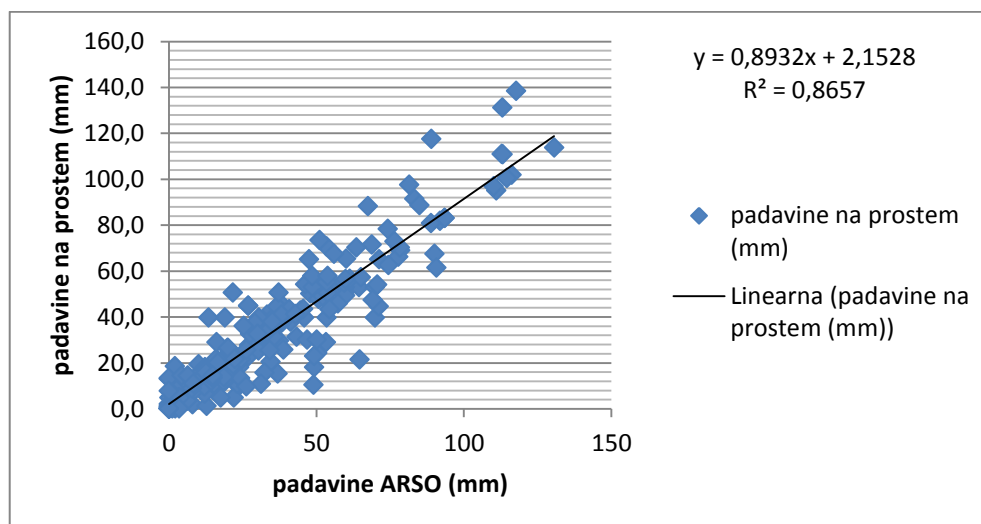
5.2.6 Ploskev Murska Šuma

Histogram na sliki 18 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje padavine na prostem na IMGE ploskvi Murska Šuma, medtem ko zeleni prikazuje padavine iz najbližje ARSO postaje, ki je v tem primeru Lendava. Največ padavin je bilo leta 2010, in sicer jih je na IMGE ploskvi padlo 961,6 mm, medtem ko jih je bilo na najbližji ARSO postaji 981,5 mm. Najmanj padavin pa je bilo v letu 2011, na IMGE ploskvi jih je padlo 474,6 mm, medtem ko jih je na ARSO postaji padlo 529,9 mm. Na tej ploskvi se izmenjujeta večja izmerjena količina padavin na IMGE ploskvi in najbližji ARSO postaji. Povprečno je na IMGE ploskvi padlo 752,5 mm padavin letno, na ARSO postaji pa 787 mm.



Slika 18: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Murska Šuma s padavinami na ARSO postaji

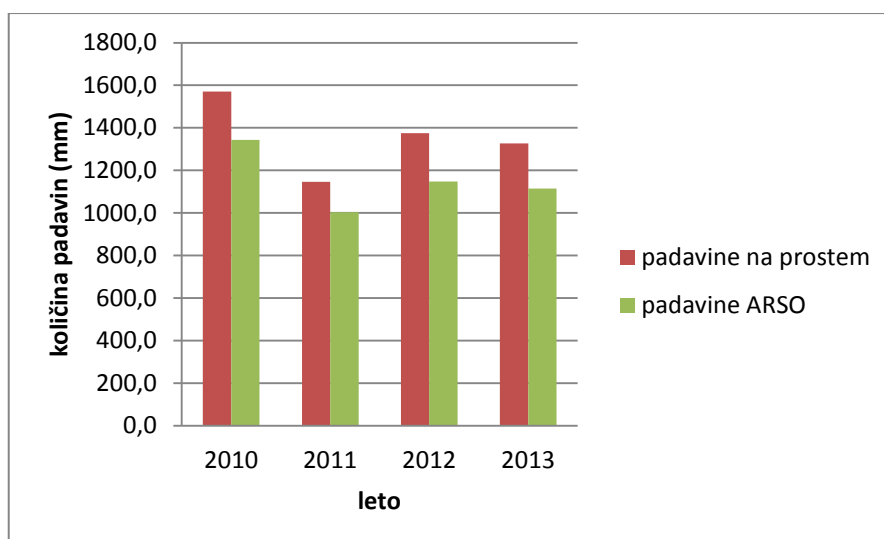
Na sliki 19 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem na IMGE ploskvi Murska Šuma in na ARSO postaji Lendava. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 231 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 24. 12. 2013. Koeficient determinacije je 0,8657 oziroma najnižji v primerjavi z ostalimi IMGE ploskvami. Nižji koeficient, slabše je ujemanje.



Slika 19: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Murska Šuma s padavinami na ARSO postaji

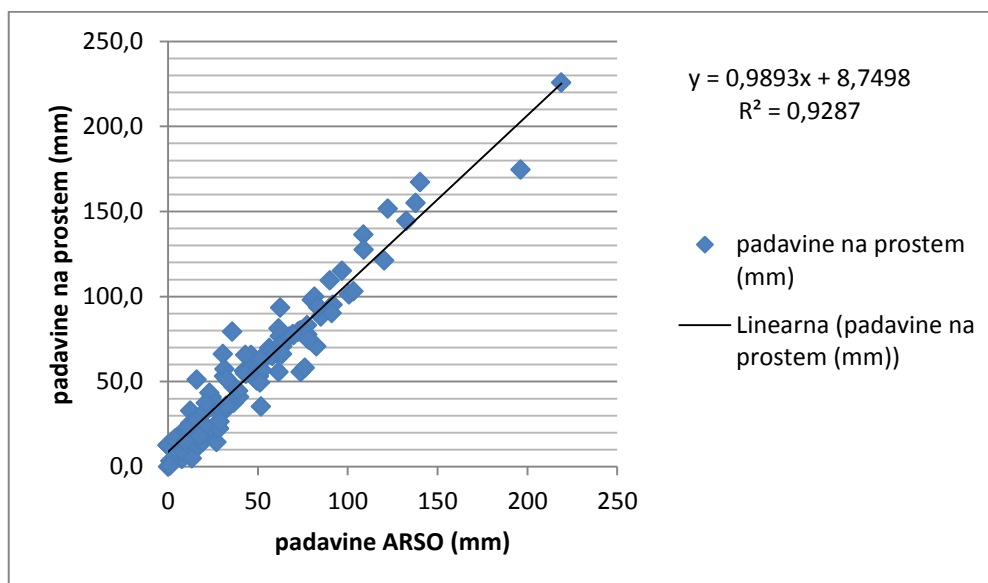
5.2.7 Ploskev Tratice

Histogram na sliki 20 nam prikazuje količine padavin (mm) po letih od 2010 do 2013. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje padavine na prostem na IMGE ploskvi Tratice, medtem ko zeleni prikazuje padavine iz najbližje ARSO postaje, ki je v tem primeru Rogla. Največ padavin je bilo leta 2010, in sicer na IMGE ploskvi jih je padlo 1570,8 mm, medtem ko jih je bilo na najbližji ARSO postaji 1343,2 mm. Najmanj padavin pa je bilo v letu 2011, na IMGE ploskvi jih je padlo 1146,9 mm, medtem ko jih je na ARSO postaji padlo 1003,9 mm. V primeru Tratice gre za občutno več padavin na IMGE ploskvi kot pa na ARSO postaji. Povprečno je na IMGE ploskvi padlo 1354,7 mm padavin letno, na ARSO postaji pa 1152,3 mm.



Slika 20: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Tratice s padavinami na ARSO postaji

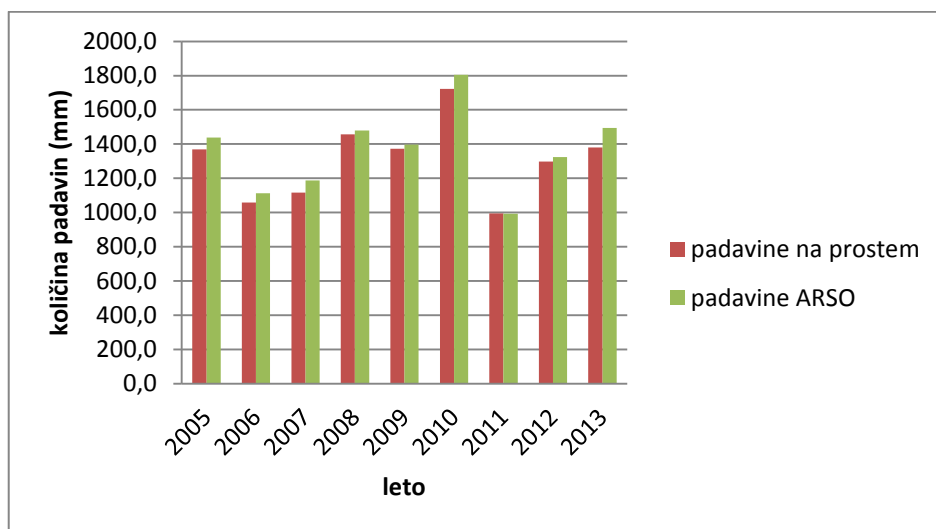
Na sliki 21 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem na IMGE ploskvi Tratice in na ARSO postaji Rogla. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 120 meritev količin padavin v obdobju od 20. 5. 2009 do 24. 12. 2013 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 21: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Tratice s padavinami na ARSO postaji

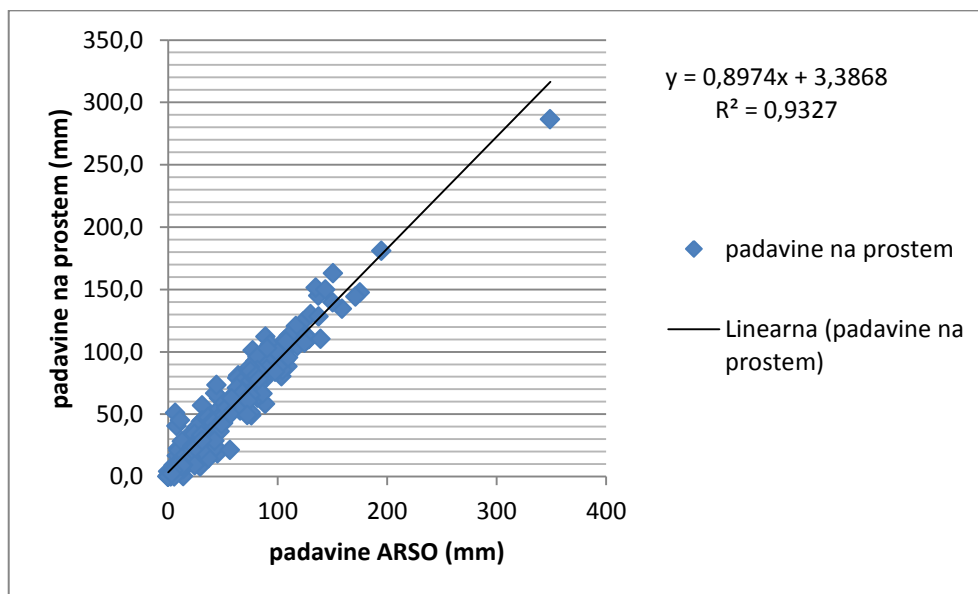
5.2.8 Ploskev Rožnik

Histogram na sliki 22 prikazuje količine padavin (mm) po letih od 2005 do 2013. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje padavine na prostem na IMGE ploskvi Rožnik, medtem ko zeleni prikazuje padavine iz najbližje ARSO postaje, ki je v tem primeru Ljubljana Bežigrad. Največ padavin je bilo leta 2010, in sicer na IMGE ploskvi 1722,5 mm, medtem ko jih je bilo na najbližji ARSO postaji 1805,6 mm. Najmanj padavin pa je bilo v letu 2011, na IMGE ploskvi jih je padlo 995,4 mm, medtem ko jih je na ARSO postaji padlo 992,4 mm. Na tej ploskvi se izmenjujeta večja izmerjena količina padavin na IMGE ploskvi in najbližji ARSO postaji. Povprečno je na IMGE ploskvi padlo 1307,9 mm padavin letno, na ARSO postaji pa 1359,4 mm.



Slika 22: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Rožnik s padavinami na ARSO postaji

Na sliki 23 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem na IMGE ploskvi Rožnik in na ARSO postaji Ljubljana Bežigrad. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 234 meritev količin padavin v obdobju od 5. 1. 2005 do 24. 12. 2013 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 23: Primerjava padavin na prostem na IMGE ploskvi Rožnik s padavinami na ARSO postaji

5.2.9 Vse IMGE ploskve skupaj

Preglednica 4 prikazuje padavine na prostem za vse IMGE ploskve skupaj. Podatki so prikazani za vsako leto posebej in po sezonah v mm in % padavin na prostem. Na nekaterih IMGE ploskvah (Gropajski Bori in Brdo) nismo določili sezone, zato nam ti podatki manjkajo. Nekaterih IMGE ploskev pa nismo merili od samega začetka (leta 2004) ali pa nismo imeli podatkov za celo leto, zato ti podatki niso v preglednici (Gropajski Bori, Lontovž, Tratice in Rožnik). Sezona 1 predstavlja obdobje mirovanja, medtem ko sezona 2 vegetacijsko obdobje. Iz preglednice je razvidno, da se količine padavin na prostem med leti močno razlikujejo, lahko tudi za več kot 1000 mm (Fondek). Največja razlika med sezonama pa je bila na ploskvi Murska Šuma, kjer je v obdobju mirovanja padlo 27,7 % padavin, v vegetacijskem obdobju pa 72,3 %, na ostalih ploskvah pa ni bilo večjih razlik.

Preglednica 4: Padavine na prostem za vse ploskve skupaj po letih ter po sezonah v mm in % letnih padavin na prostem

Padavine na prostem																
	Fondek		Gropajski Bori		Brdo		Borovec		Lontovž		Murska Šuma		Tratice		Rožnik	
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Leto 2004	1992,6	100	/	/	1613,4	100	1837,4	100	1367,6	100	820,6	100	/	/	/	/
Sezona 1	861,1	43,2	/	/	/	/	1021,1	55,6	738,5	54	232,1	28,3	/	/	/	/
Sezona 2	1131,5	56,8	/	/	/	/	816,3	44,4	629,1	46	588,5	71,7	/	/	/	/
Leto 2005	2010,7	100	/	/	1460,1	100	1733,0	100	1504,8	100	817,1	100	/	/	1369,5	100
Sezona 1	811,7	40,4	/	/	/	/	813,8	47	530,3	35,2	266,3	32,6	/	/	491,3	35,9
Sezona 2	1199,0	59,6	/	/	/	/	919,3	53	974,5	64,8	552,4	67,6	/	/	878,2	64,1

»se nadaljuje«

»nadaljevanje preglednice 4«

Padavine na prostem																
	Fondek		Gropajski Bori		Brdo		Borovec		Lontovž		Murska Šuma		Tratice		Rožnik	
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Leto 2007	1456,4	100	/	/	1314,9	100	1443,5	100	1135,4	100	779,4	100	/	/	1117,6	100
Sezona 1	654,4	44,9	/	/	/	/	660,7	45,8	442,7	39	261,6	33,6	/	/	379,6	34
Sezona 2	802,1	55,1	/	/	/	/	782,8	54,2	692,8	61	517,7	66,4	/	/	737,9	66
Leto 2008	2656,8	100	/	/	1516,7	100	1813,9	100	1414,7	100	622,3	100	/	/	1457,1	100
Sezona 1	1588,2	59,8	/	/	/	/	1033,5	57	676,4	47,8	178,5	28,7	/	/	696,5	47,8
Sezona 2	1068,7	40,2	/	/	/	/	780,5	43	738,3	52,2	443,8	71,3	/	/	760,6	52,2
Leto 2009	2282,0	100	1407,5	100	1490,9	100	1449,9	100	1263,3	100	800,1	100	/	/	1372,5	100
Sezona 1	1516,6	66,5	/	/	/	/	1025,7	70,7	715,2	56,6	247,8	31	/	/	762,3	55,5
Sezona 2	765,4	33,5	/	/	/	/	424,2	29,3	548,1	43,4	553,4	69	/	/	610,2	44,5
Leto 2010	3069,4	100	1877,6	100	1577,9	100	1960,0	100	1447,3	100	961,6	100	1570,8	100	1722,5	100
Sezona 1	1543,6	50,3	/	/	/	/	1077,5	55,0	670,8	46,3	265,7	27,6	708,0	45,1	783,6	45,5
Sezona 2	1525,8	49,7	/	/	/	/	882,5	45,0	776,6	53,7	695,9	72,4	862,9	54,9	938,9	54,5
Leto 2011	1704,9	100	879,6	100	1137,2	100	1112,9	100	/	/	474,6	100	1146,9	100	995,4	100
Sezona 1	673,0	39,5	/	/	/	/	587,0	52,7	/	/	87,6	18,5	472,0	41,2	306,9	30,8
Sezona 2	1031,9	60,5	/	/	/	/	525,9	47,3	/	/	388,2	81,5	674,9	58,8	688,5	69,2
Leto 2012	1733,7	100	1111,6	100	1324,7	100	1674,8	100	/	/	616,9	100	1374,6	100	1298,1	100
Sezona 1	901,6	52,0	/	/	/	/	625,3	37,3	/	/	109,7	17,8	741,1	53,9	461,5	35,6
Sezona 2	832,1	48,0	/	/	/	/	1049,5	62,7	/	/	507,2	82,2	633,5	46,1	836,6	64,4

»se nadaljuje«

»nadaljevanje preglednice 4«

Padavine na prostem																
	Fondek		Gropajski Bori		Brdo		Borovec		Lontovž		Murska Šuma		Tratice		Rožnik	
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Leto 2013	2297,8	100	1275,5	100	1372,8	100	1758,2	100	/	/	967,3	100	1326,5	100	1379,7	100
Sezona 1	1241,2	54,0	/	/	/	/	1053,7	59,9	/	/	305,3	31,6	857,7	64,7	739,1	53,6
Sezona 2	1056,6	46,0	/	/	/	/	704,5	40,1	/	/	662,1	68,4	468,9	35,3	640,6	46,4
Skupaj leto	20712,3	100	6551,8	100	13904,4	100	16169,3	100	9089,7	100	7525,1	100	5418,8	100	11771,5	100
Sezona 1	10616,6	51,3	/	/	/	/	8548,9	52,9	4168,8	45,9	2088,8	27,7	2778,8	51,3	5006,2	42,5
Sezona 2	10095,9	48,7	/	/	/	/	7620,6	47,1	4921,1	54,1	5440,2	72,3	2640,2	48,7	6765,2	57,5

5.3 PREPUŠČENE PADAVINE

Iz preglednice 9 je razvidno, da je bilo prepuščenih padavin več kot padavin na prostem le na ploskvi Brdo, pa še to samo slaba dva odstotka.

Preglednica 5 prikazuje linearno odvisnost med prepuščenimi padavinami in padavinami na prostem na IMGE ploskvah. Na vseh ploskvah je R^2 večji od 0,929, kar kaže na visoko stopnjo ujemanja. Ujemanje je najboljše na ploskvi Tratice ($R^2 = 0,969$), najslabše pa na ploskvi Borovec ($R^2 = 0,929$).

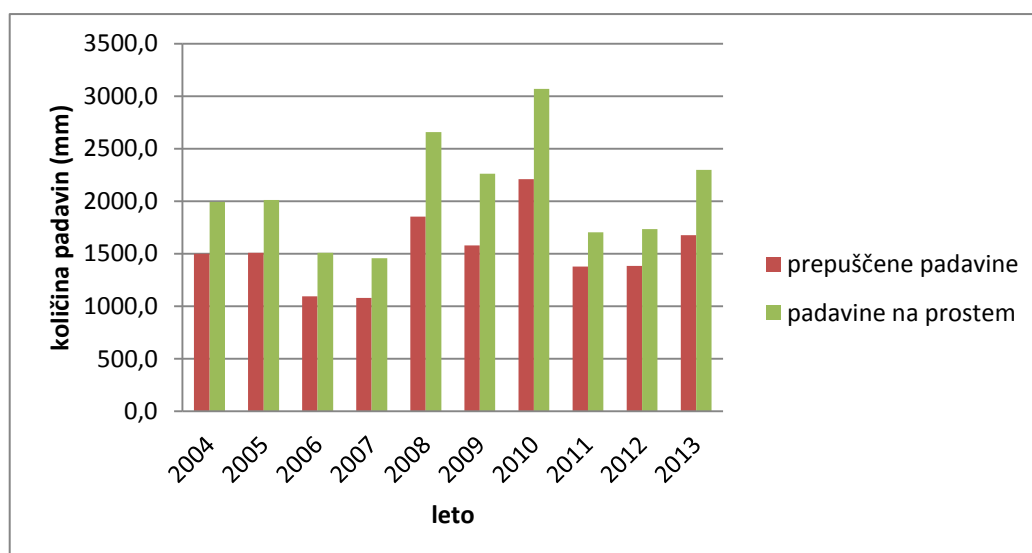
Preglednica 5: Linearna odvisnost in R^2 med prepuščenimi padavinami (y) in padavinami na prostem (x) na IMGE ploskvah

IMGE ploskev	Enačba za linearno odvisnost	R^2
Fondek	$y = 0,7523x - 1,2362$	0,936
Gropajski Bori	$y = 0,9852x - 4,6636$	0,952
Brdo	$y = 1,0287x - 0,5797$	0,943
Borovec	$y = 0,8463x - 1,5792$	0,929
Lontovž	$y = 0,9585x - 4,0289$	0,946
Murska Šuma	$y = 0,8943x - 0,2286$	0,938
Tratice	$y = 1,092x - 5,0115$	0,969
Rožnik	$y = 0,9102x - 3,7374$	0,948

V primeru nelogičnih ali manjkajočih podatkov smo za nadaljnje analize upoštevali izračunane vrednosti na podlagi regresijske analize med prepuščenimi padavinami in padavinami na prostem (Priloga 1). Delež izračunanih vrednosti je znašal od 4,6 % vseh meritev (ploskev Borovec) pa do 23,3 % vseh meritev (ploskev Tratice) (Priloga 1).

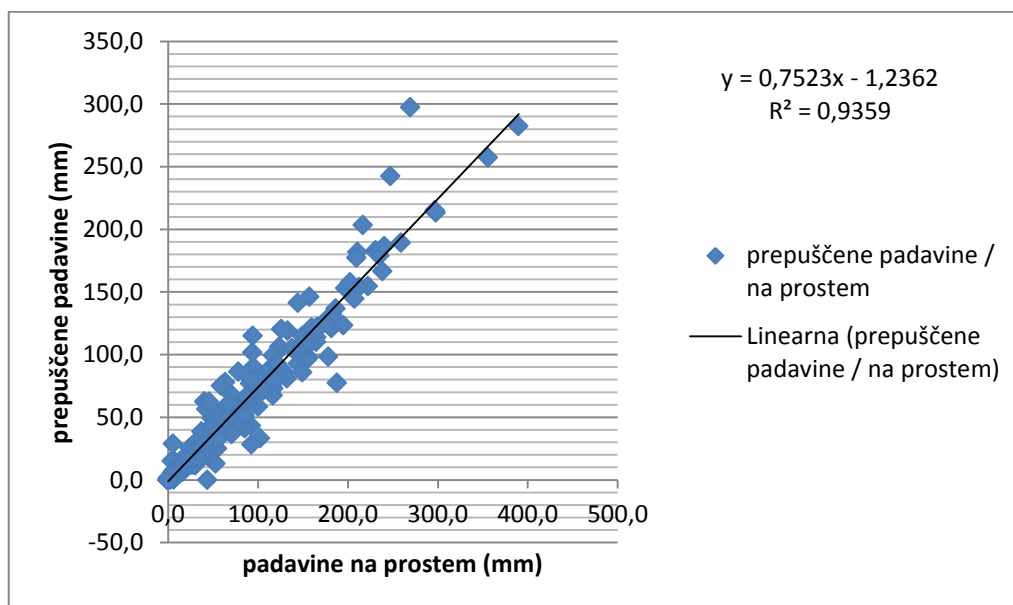
5.3.1 Ploskev Fondek

Histogram na sliki 24 nam prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje prepuščene padavine, medtem ko zeleni prikazuje padavine na prostem za ploskev Fondek. Največ prepuščenih padavin je bilo v letu 2010 (2209,9 mm oziroma 72 % padavin na prostem), najmanj pa v letu 2007 (1079,9 mm oziroma 74,1 % padavin na prostem). V vseh letih je bilo več padavin na prostem kot pa v sestoji, največja razlika pa je bila v letu 2008, ko je znašala kar 803,4 mm. V obdobju mirovanja vegetacije je v povprečju padlo 750,1 mm oziroma 48,8 % letnih prepuščenih padavin, v vegetacijskem obdobju pa 775,9 mm oziroma 51,2 % letnih prepuščenih padavin.



Slika 24: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Fondek

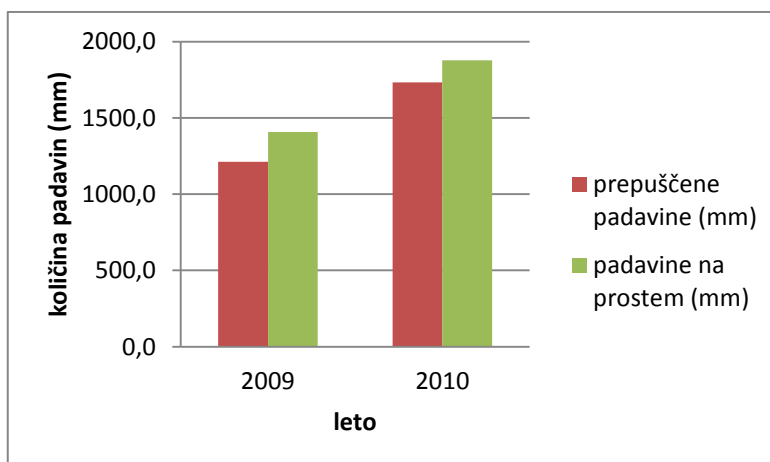
Na sliki 25 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in prepuščenimi padavinami za IMGE ploskev Fondek. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 260 meritev padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 24. 12. 2013 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 25: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Fondek

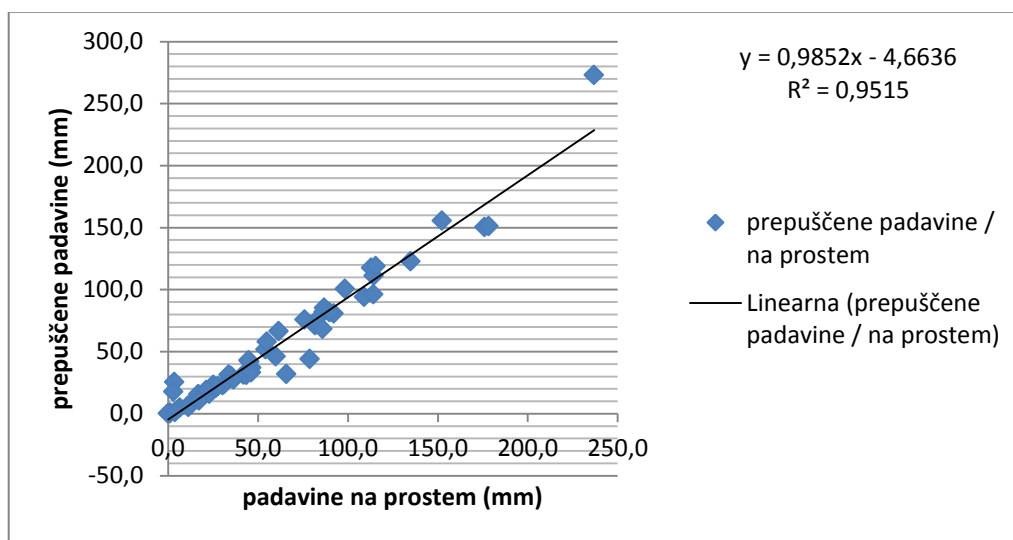
5.3.2 Ploskev Gropajski Bori

Histogram na sliki 26 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje prepuščene padavine, medtem ko zeleni prikazuje padavine na prostem za IMGE ploskev Gropajski Bori. Skupne podatke imamo samo za dve leti, in sicer za leti 2009 in 2010. V obeh letih je bilo več padavin na prostem kot pa v sestoju. Povprečne letne prepuščene padavine so bile 1472,1 mm oziroma 89,2 % padavin na prostem.



Slika 26: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Gropajski Bori

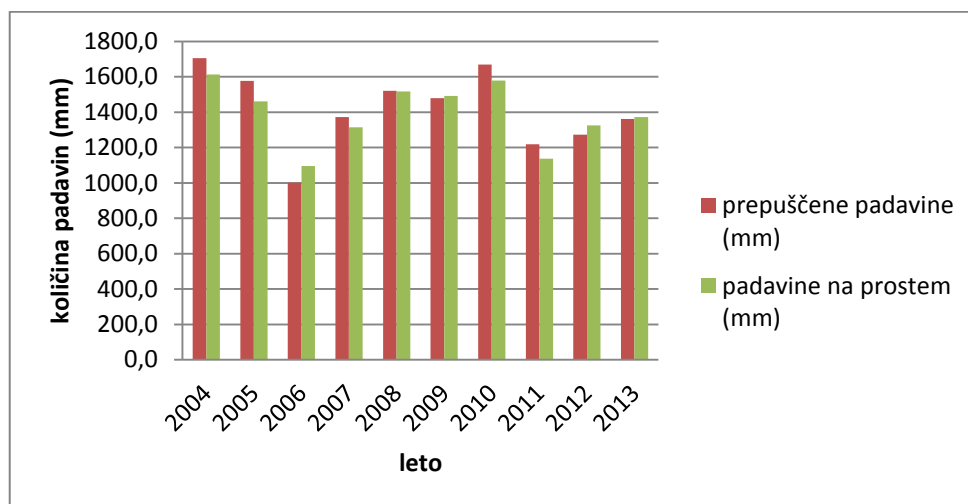
Na sliki 27 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in prepuščenimi padavinami za IMGE ploskev Gropajski Bori. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 54 meritve količin padavin v obdobju od 31. 12. 2008 do 25. 1. 2011. Koeficient determinacije je 0,9515 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 27: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Gropajski Bori

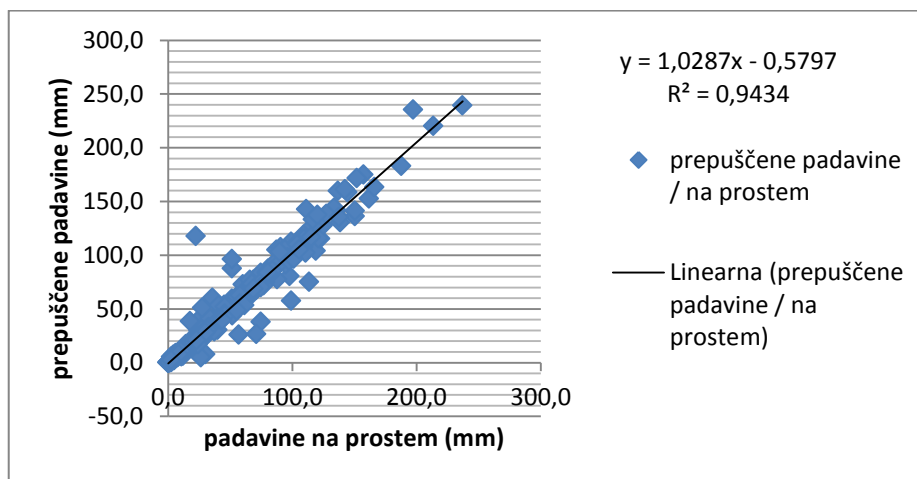
5.3.3 Ploskev Brdo

Histogram na sliki 28 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje prepuščene padavine, medtem ko zeleni prikazuje padavine na prostem za IMGE ploskev Brdo. Največ prepuščenih padavin je bilo v letu 2004 (1704,9 mm oziroma 105,7 % padavin na prostem), najmanj pa v letu 2006 (1000,4 mm oziroma 91,3 % padavin na prostem). Zanimivo je, da je povprečno padlo več padavin v sestoji kot na prostem. Največja razlika je bila leta 2005, ko je bilo izmerjenih 116,5 mm več padavin v sestoji kot na prostem. Podobni podatki so navedeni tudi v zgibanki Raziskovalna ploskev Brdo (Simončič in sod., 2011).



Slika 28: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Brdo

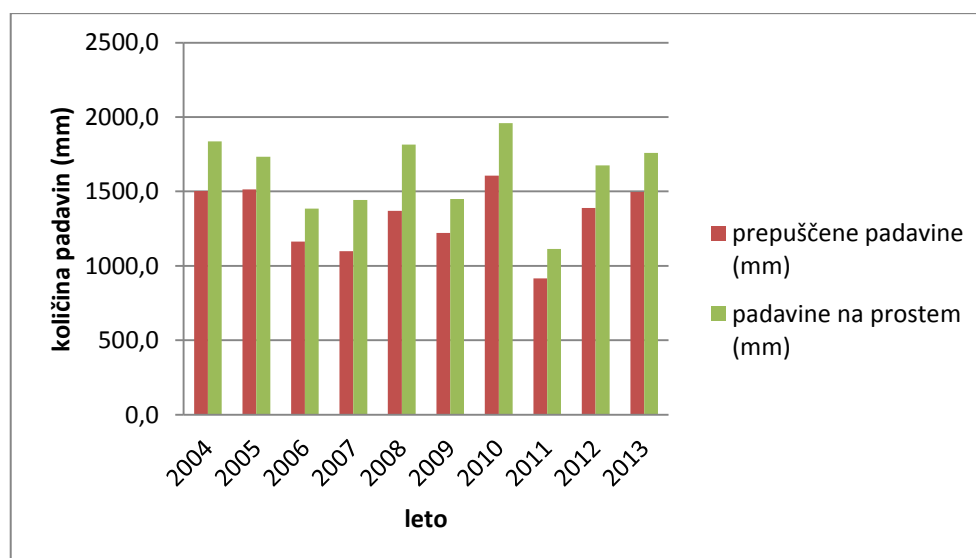
Na sliki 29 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in prepuščenimi padavinami za IMGE ploskev Brdo. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 260 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 24. 12. 2013 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 29: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Brdo

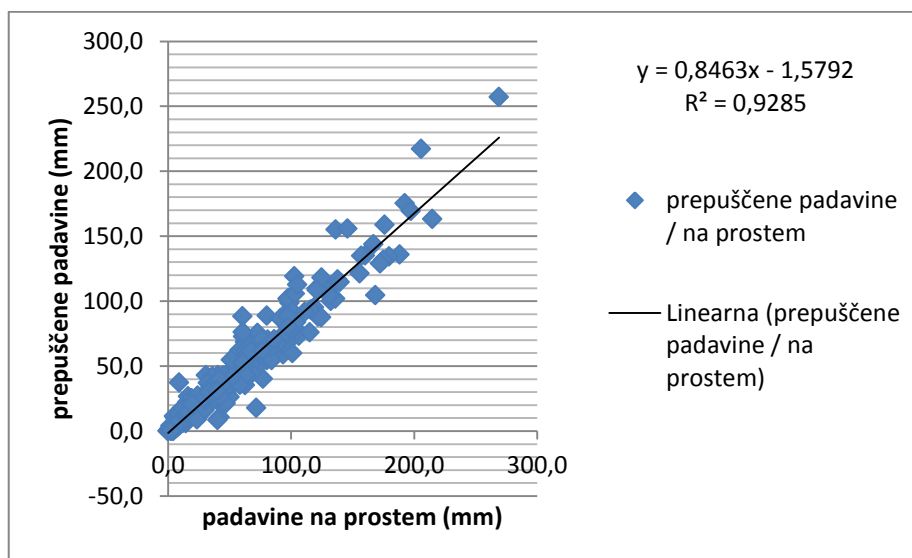
5.3.4 Ploskev Borovec

Histogram na sliki 30 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje prepuščene padavine, medtem ko zeleni prikazuje padavine na prostem za ploskev Borovec. Največ prepuščenih padavin je bilo v letu 2010 (1605,5 mm oziroma 81,9 % padavin na prostem), najmanj pa v letu 2011 (915,1 mm oziroma 82,2 % padavin na prostem). V vseh letih je bilo več padavin na prostem kot pa v sestoju. Največja razlika je bila v letu 2008, ko je znašala kar 444,8 mm. V obdobju mirovanja vegetacije je v povprečju padlo 681 mm oziroma 51,2 % letnih prepuščenih padavin, v vegetacijskem obdobju pa 646,4 mm oziroma 48,8 % letnih prepuščenih padavin.



Slika 30: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Borovec

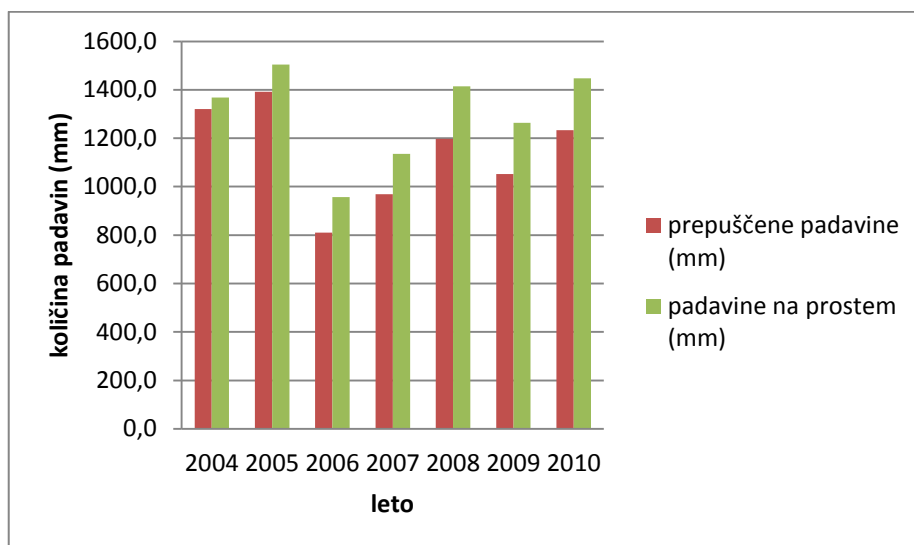
Na sliki 31 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in prepuščenimi padavinami za IMGE ploskev Borovec. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 260 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 24. 12. 2013. Koeficient determinacije je 0,9285 oziroma najnižji. Nižji ko je koeficient, slabše je ujemanje.



Slika 31: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Borovec

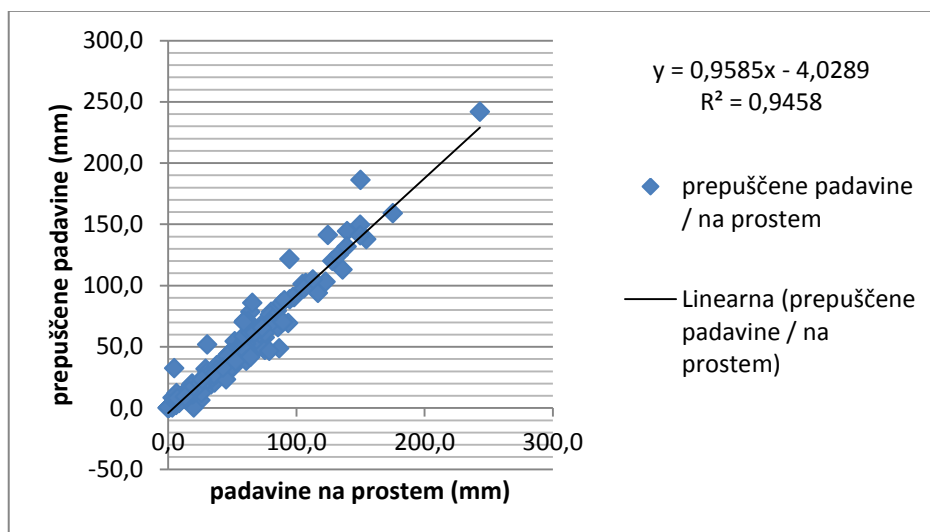
5.3.5 Ploskev Lontovž

Histogram na sliki 32 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje prepuščene padavine, medtem ko zeleni prikazuje padavine na prostem za ploskev Lontovž. Največ prepuščenih padavin je bilo v letu 2005 (1391,8 mm oziroma 92,5 % padavin na prostem), najmanj pa v letu 2006 (810,2 mm oziroma 84,7 % padavin na prostem). V vseh letih je bilo več padavin na prostem, kot pa v sestoji. Največja razlika je bila v letu 2008, ko je znašala 217,4 mm. V obdobju mirovanja vegetacije je v povprečju padlo 482 mm oziroma 42,2 % letnih prepuščenih padavin, v vegetacijskem obdobju pa 687,6 mm oziroma 57,8 % letnih prepuščenih padavin.



Slika 32: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Lontovž

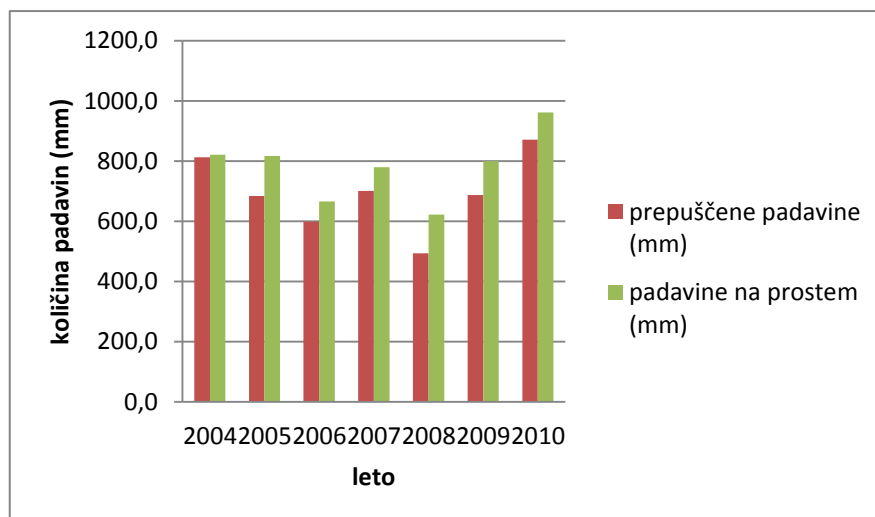
Na sliki 33 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in prepuščenimi padavinami za IMGE ploskev Lontovž. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 184 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 25. 1. 2011 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 33: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Lontovž

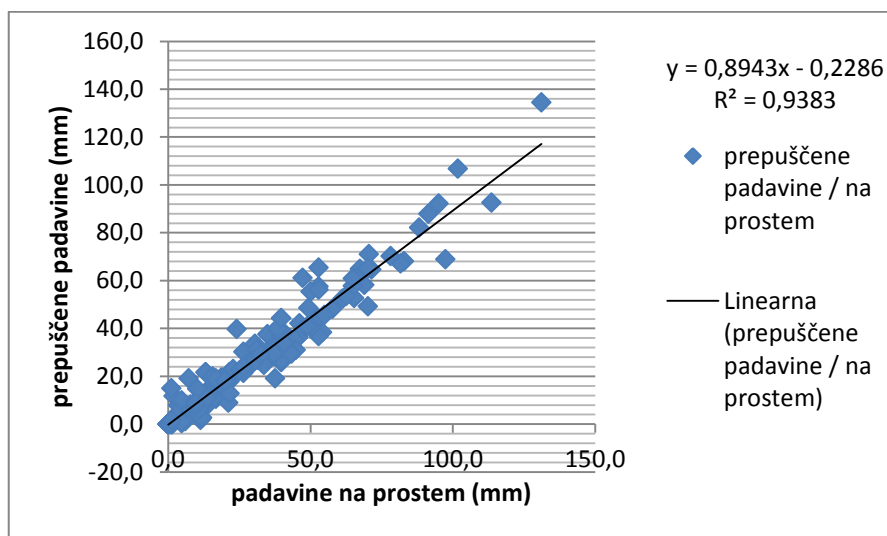
5.3.6 Ploskev Murska Šuma

Histogram na sliki 34 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje prepuščene padavine, medtem ko zeleni prikazuje padavine na prostem za ploskev Murska Šuma. Največ prepuščenih padavin je bilo v letu 2010 (870,6 mm oziroma 90,5 % padavin na prostem), najmanj pa v letu 2008 (493,3 mm oziroma 79,3 % padavin na prostem). V vseh letih je bilo več padavin na prostem kot pa v sestoju. Največja razlika pa je bila v letu 2005, ko je znašala 132,9 mm. V obdobju mirovanja vegetacije je v povprečju padlo 195,8 mm oziroma 28,3 % letnih prepuščenih padavin, v vegetacijskem obdobju pa 498,1 mm oziroma 71,9 % letnih prepuščenih padavin.



Slika 34: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Murska Šuma

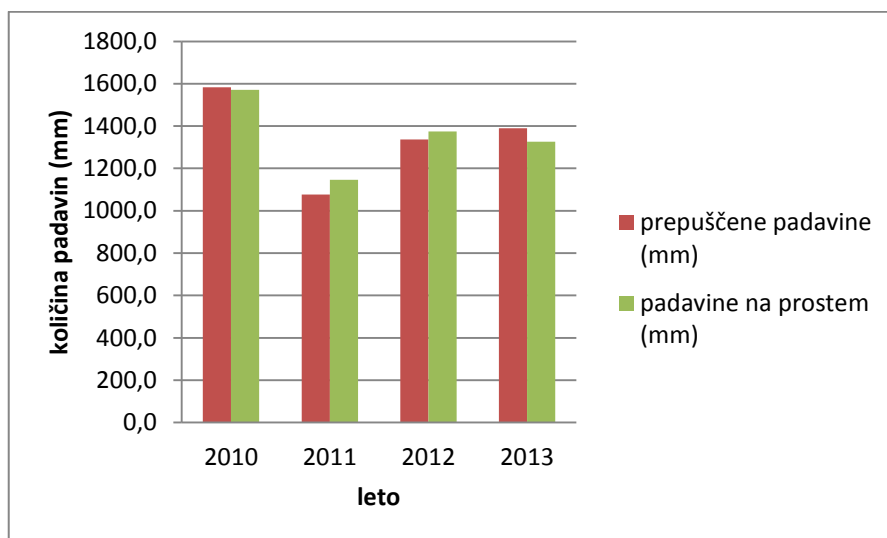
Na sliki 35 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in prepuščenimi padavinami za IMGE ploskev Murska Šuma. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 231 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 24. 12. 2013 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 35: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Murska Šuma

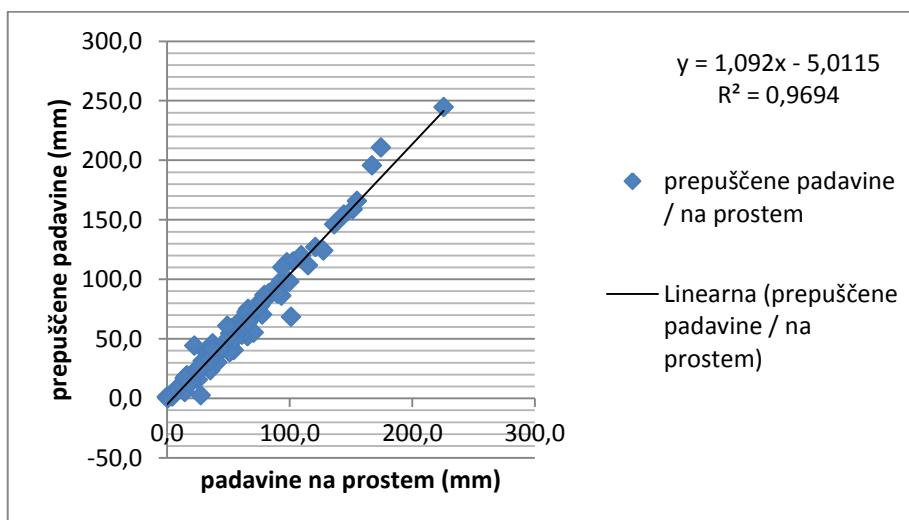
5.3.7 Ploskev Tratice

Histogram na sliki 36 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje prepuščene padavine, medtem ko zeleni prikazuje padavine na prostem za ploskev Tratice. Največ prepuščenih padavin je bilo v letu 2010 (1583,2 mm oziroma 100,8 % padavin na prostem), najmanj pa v letu 2011 (1076,7 mm oziroma 93,9 % padavin na prostem). V letih 2010 in 2013 je bilo več prepuščenih padavin, v ostalih letih pa na prostem. Največja razlika je bila v letu 2011, ko je 70,3 mm več padavin padlo na prostem kot pa v sestoju. V obdobju mirovanja vegetacije je v povprečju padlo 680,3 mm oziroma 50,2 % letnih prepuščenih padavin, v vegetacijskem obdobju pa 666,4 mm oziroma 49,8 % letnih prepuščenih padavin.



Slika 36: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Tratice

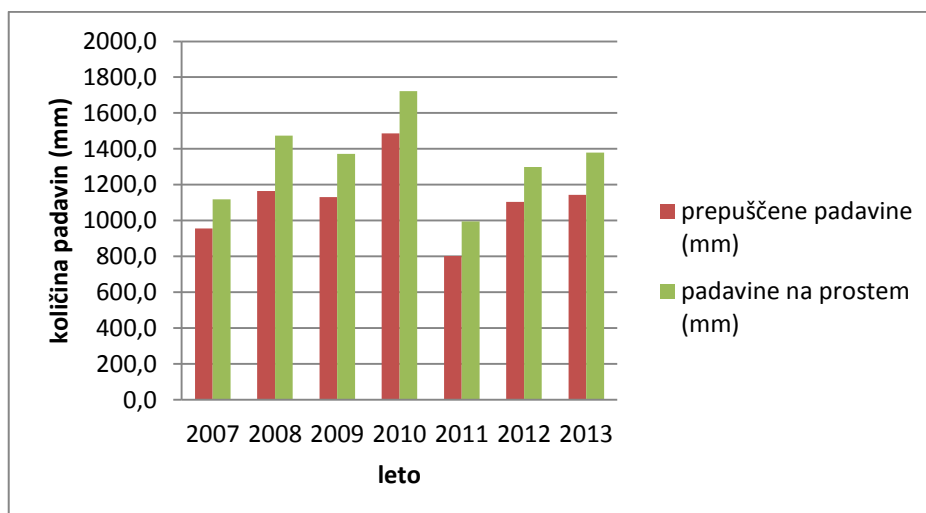
Na sliki 37 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in prepuščenimi padavinami za IMGE ploskev Tratice. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 120 meritev količin padavin v obdobju od 20. 5. 2009 do 24. 12. 2013 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 37: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Tratice

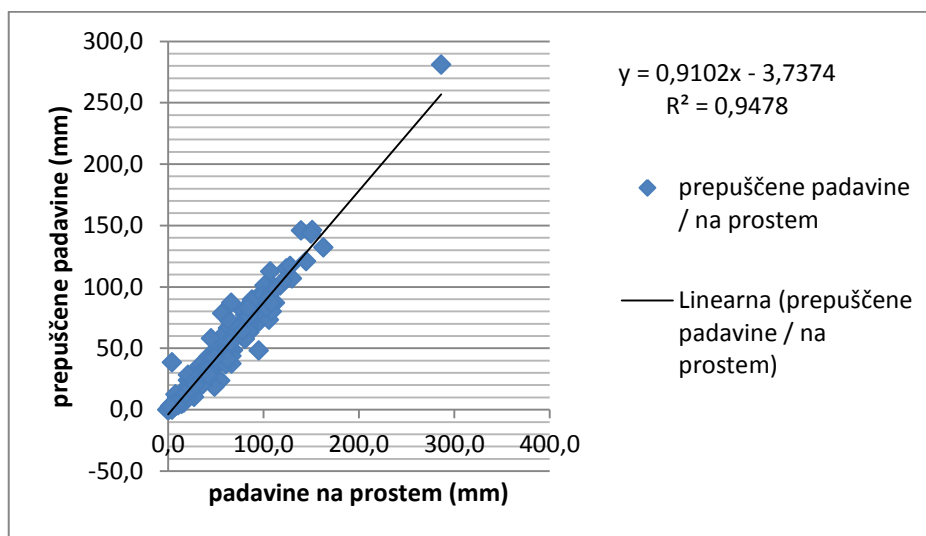
5.3.8 Ploskev Rožnik

Histogram na sliki 38 prikazuje količine padavin (mm) po letih. Vsebuje dva stolpca; rdeči prikazuje prepuščene padavine, medtem ko zeleni prikazuje padavine na prostem za IMGE ploskev Rožnik. Največ prepuščenih padavin je bilo v letu 2010 (1491,5 mm oziroma 86,6 % padavin na prostem), najmanj pa v letu 2011 (813,3 mm oziroma 81,7 % padavin na prostem). V vseh letih je bilo več padavin na prostem kot pa v sestoji. Največja razlika je bila v letu 2008, ko je znašala kar 309,3 mm. V obdobju mirovanja vegetacije je v povprečju padlo 483,4 mm oziroma 43,9 % letnih prepuščenih padavin, v vegetacijskem obdobju pa 629,3 mm oziroma 56,1 % letnih prepuščenih padavin.



Slika 38: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Rožnik

Na sliki 39 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in prepuščenimi padavinami za IMGE ploskev Rožnik. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 234 meritev količin padavin v obdobju od 5. 1. 2005 do 24. 12. 2013 in kaže na dobro ujemanje.



Slika 39: Primerjava padavin na prostem s prepuščenimi padavinami na IMGE ploskvi Rožnik

5.3.9 Vse IMGE ploskve skupaj

Preglednica 6 prikazuje prepuščene padavine za vse IMGE ploskve skupaj. Podatki so prikazani za vsako leto posebej in po sezonah v mm in % padavin na prostem. Na nekaterih IMGE ploskvah (Gropajski Bori in Brdo) nismo določili sezone, zato nam ti podatki manjkajo. Nekaterih IMGE ploskev pa nismo merili od samega začetka (leta 2004) ali pa nismo imeli podatkov za celo leto, zato ti podatki niso v preglednici (Gropajski Bori, Lontovž, Tratice in Rožnik). Sezona 1 predstavlja obdobje mirovanja, medtem ko sezona 2 vegetacijsko obdobje. Iz preglednice je razvidno, da so na nekaterih IMGE ploskvah prepuščene padavine presegle padavine na prostem (Brdo, Lontovž, Murska Šuma in Tratice), vendar edino na IMGE ploskvi Brdo in Tratice (v vegetacijskem obdobju) je bilo povprečno več prepuščenih padavin kot padavin na prostem. Najmanj prepuščenih padavin pa je padlo na IMGE ploskvi Fondek (73,7 %).

Preglednica 6: Prepuščene padavine za vse IMGE ploskve po letih ter po sezonah v mm in % padavin na prostem

Prepuščene padavine																
	Fondek		Gropajski Bori		Brdo		Borovec		Lontovž		Murska Šuma		Tratice		Rožnik	
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Leto 2004	1500,5	75,3	/	/	1704,9	105,7	1503,7	81,8	1320,8	96,6	812,9	99,1	/	/	/	/
Sezona 1	576,0	66,9	/	/	/	/	744,0	72,9	676,2	91,6	199,9	86,1	/	/	/	/
Sezona 2	924,5	81,7	/	/	/	/	759,7	93,1	644,7	102,5	613	104,2	/	/	/	/

»se nadaljuje«

»nadaljevanje preglednice 6«

Prepuščene padavine																
	Fondek		Gropajski Bori		Brdo		Borovec		Lontovž		Murska Šuma		Tratice		Rožnik	
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Leto 2005	1508,1	75,0	/	/	1576,7	108,0	1512,9	87,3	1391,8	92,5	684,2	83,7	/	/	/	/
Sezona 1	572	70,5	/	/	/	/	698,3	85,8	435,4	82,1	213,7	80,2	/	/	/	/
Sezona 2	936,1	78,1	/	/	/	/	814,6	88,6	956,4	98,1	470,5	85,2	/	/	/	/
Leto 2006	1093,1	72,5	/	/	1000,4	91,3	1164,3	84,0	810,2	84,7	598,2	89,9	/	/	/	/
Sezona 1	619,1	75,0	/	/	/	/	521,8	80,2	289,8	73,4	111,4	83,0	/	/	/	/
Sezona 2	474	69,4	/	/	/	/	642,5	87,4	520,4	92,7	486,8	91,7	/	/	/	/
Leto 2007	1079,9	74,1	/	/	1371,9	104,3	1098,7	76,1	968,3	85,3	701,1	90,0	/	/	955,6	85,5
Sezona 1	504	77,0	/	/	/	/	446,0	67,5	359,4	81,2	228,1	87,2	/	/	287,8	75,8
Sezona 2	575,9	71,8	/	/	/	/	652,7	83,4	608,9	87,9	473	91,4	/	/	667,8	90,5
Leto 2008	1853,5	69,8	/	/	1519,7	100,2	1369,2	75,5	1197,3	84,6	493,3	79,3	/	/	1164,5	79,0
Sezona 1	1061,6	66,8	/	/	/	/	802,9	77,7	527,5	78,0	156,1	87,4	/	/	530,4	76,2
Sezona 2	791,9	74,1	/	/	/	/	566,3	72,6	669,8	90,7	337,2	76,0	/	/	634	83,4
Leto 2009	1580,1	69,2	1211,8	86,1	1478,7	99,2	1220,3	84,2	1051,6	83,2	686,7	85,8	/	/	1131,5	82,4
Sezona 1	1057,1	69,7	/	/	/	/	868,8	84,7	560,5	78,4	214,3	86,5	/	/	620,6	81,4
Sezona 2	523	68,3	/	/	/	/	351,6	82,9	491,1	89,6	472,4	85,4	/	/	510,9	83,7

»se nadaljuje«

»nadaljevanje preglednice 6«

Prepuščene padavine																
	Fondek		Gropajski Bori		Brdo		Borovec		Lontovž		Murska Šuma		Tratice		Rožnik	
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Leto 2010	2209,9	72,0	1732,3	92,3	1669,8	105,8	1605,5	81,9	1233,8	85,2	870,6	90,5	1583,2	100,8	1487	86,6
Sezona 1	1122,1	72,7	/	/	/	/	834,3	77,4	525	78,3	236,6	89,1	674,9	95,3	697,5	89,0
Sezona 2	1087,8	71,3	/	/	/	/	771,3	87,4	708,7	91,3	634	91,1	908,3	105,3	789,5	84,1
Leto 2011	1377,6	80,8	/	/	1218,9	107,2	915,1	82,2	/	/	/	/	1076,6	93,9	802,7	81,7
Sezona 1	476,4	70,8	/	/	/	/	474,0	80,7	/	/	/	/	433,1	91,8	231	75,3
Sezona 2	901,2	87,3	/	/	/	/	441,1	83,9	/	/	/	/	643,5	95,3	571,7	83,0
Leto 2012	1382,4	79,7	/	/	1271,8	96,0	1388,2	82,9	/	/	/	/	1337,3	97,3	1104,4	85,4
Sezona 1	665,9	73,8	/	/	/	/	504,9	80,7	/	/	/	/	722,1	97,4	367,6	79,7
Sezona 2	716,6	86,1	/	/	/	/	883,3	84,2	/	/	/	/	615,2	97,1	736,8	88,1
Leto 2013	1675,2	72,9	/	/	1361,7	99,2	1495,6	85,1	/	/	/	/	1389,6	104,8	1143,1	82,9
Sezona 1	847,1	68,2	/	/	/	/	914,8	86,8	/	/	/	/	891	103,9	648,9	87,8
Sezona 2	828,1	78,4	/	/	/	/	580,7	82,4	/	/	/	/	498,6	106,3	494,2	77,2
Skupaj leto	15260,3	73,7	2944,1	89,6	14174,5	101,9	13273,5	82,1	7973,8	87,7	4847,0	88,7	5386,7	99,4	7788,8	83,4
Sezona 1	7501,3	70,7	/	/	/	/	6809,8	79,7	3373,8	80,9	1360,1	85,7	2721,1	97,9	3383,8	81,9
Sezona 2	7759,1	76,9	/	/	/	/	6463,8	84,8	4600,0	93,5	3486,9	89,8	2665,6	101,0	4404,9	84,5

5.4 ODTOK PO DEBLU

Preglednica 7 prikazuje linearno odvisnost med odtokom po deblu in padavinami na prostem na IMGE ploskvah. Ujemanje je najboljše na ploskvi Tratice ($R^2 = 0,817$), najslabše pa na ploskvi Fondek ($R^2 = 0,629$).

Preglednica 7: Linearna odvisnost in R^2 med odtokom po deblu (y) in padavinami na prostem (x) na IMGE ploskvah

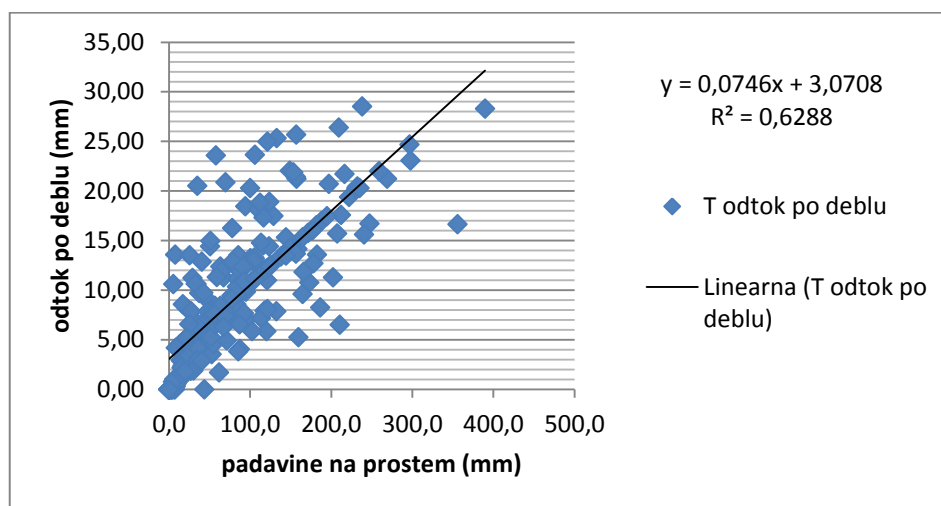
IMGE ploskev	Enačba za linearno odvisnost	R^2
Fondek	$y = 0,0746x + 3,0708$	0,629
Borovec	$y = 0,0593x + 1,1$	0,714
Lontovž	$y = 0,1197x + 1,139$	0,691
Tratice	$y = 0,0203x + 0,0055$	0,817

V primeru nelogičnih ali manjkajočih podatkov smo za nadaljnje analize upoštevali izračunane vrednosti na podlagi regresijske analize med odtokom po deblu in padavinami na prostem (Preglednica 5). Delež izračunanih vrednosti je znašal od 32,3 % vseh meritev (ploskev Fondek) pa do 58,3 % vseh meritev (ploskev Tratice) (Priloga 1), saj se meritve v zimskem času zaradi zmrzovanja vode ne izvajajo in je posledično podatkov v obdobju mirovanja manj.

5.4.1 Ploskev Fondek

Na sliki 40 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in odtokom po deblu za IMGE ploskev Fondek. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 260 meritev padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 24. 12. 2013. Koefficient determinacije je 0,6288 oziroma najnižji. Nižji ko je koefficient, slabše je ujemanje. Odtok po deblu je na IMGE ploskvi Fondek v povprečju znašal 234,4 mm oziroma 11,3 % padavin na prostem. Največji je bil v letu 2004 (282,9 mm oziroma 14,2 % padavin na prostem), najmanjši pa v

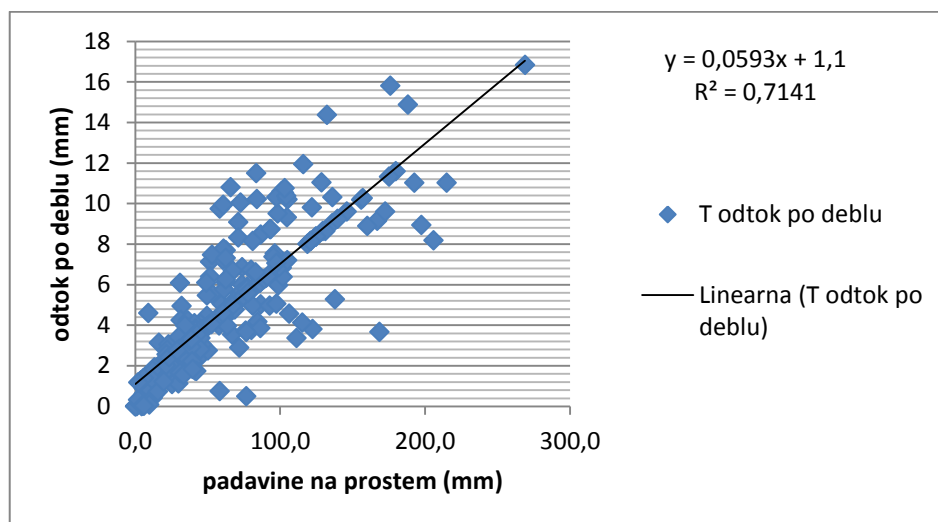
letu 2011 (179,3 mm oziroma 10,5 % padavin na prostem). V obdobju mirovanja vegetacije je odtok po deblu povprečno znašal 118,0 mm oziroma 50,4 % letnega odtoka po deblu, v vegetacijskem obdobju pa 116,4 mm oziroma 49,6 % letnega odtoka po deblu.



Slika 40: Primerjava padavin na prostem z odtokom po deblu na IMGE ploskvi Fondek

5.4.2 Ploskev Borovec

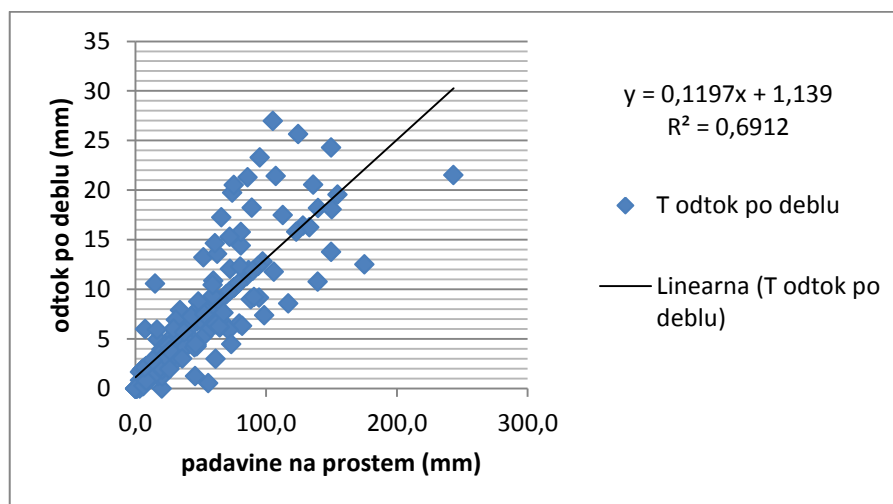
Na sliki 41 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in odtokom po deblu za IMGE ploskev Borovec. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 260 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 24. 12. 2013 in kaže na zadovoljivo ujemanje. Odtok po deblu je na IMGE ploskvi Borovec v povprečju znašal 124,5 mm oziroma 7,7 % padavin na prostem. Največji je bil v letu 2005 (146,0 mm oziroma 8,4 % padavin na prostem), najmanjši pa v letu 2011 (81,2 mm oziroma 7,3 % padavin na prostem). V obdobju mirovanja vegetacije je odtok po deblu povprečno znašal 62,0 mm oziroma 49,8 % letnega odtoka po deblu, v vegetacijskem obdobju pa 62,5 mm oziroma 50,2 % letnega odtoka po deblu.



Slika 41: Primerjava padavin na prostem z odtokom po deblu na IMGE ploskvi Borovec

5.4.3 Ploskev Lontovž

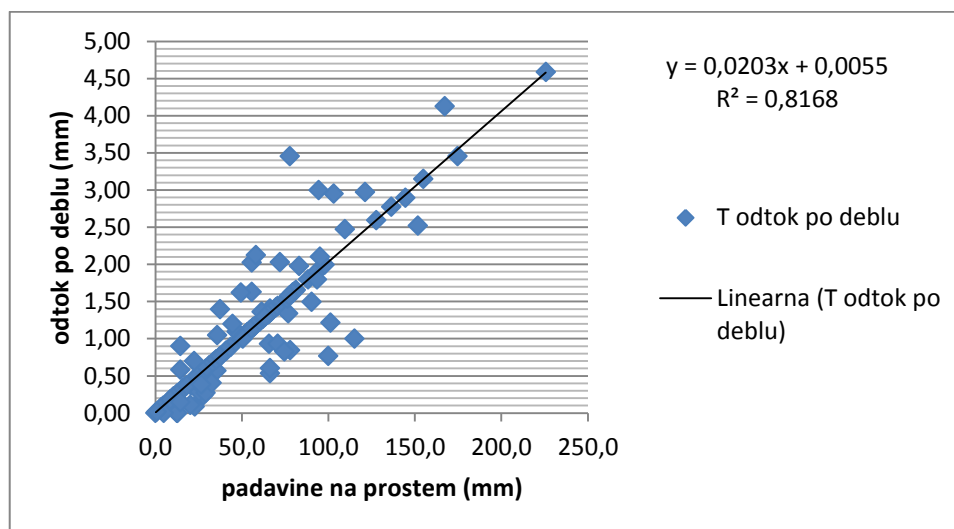
Na sliki 42 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in odtokom po deblu za IMGE ploskev Lontovž. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 184 meritev količin padavin v obdobju od 7. 1. 2004 do 25. 1. 2011. Koeficient determinacije je 0,6612. Samo še na IMGE ploskvi Fondek je bil slabši. Odtok po deblu je na IMGE ploskvi Lontovž v povprečju znašal 185,1 mm oziroma 14,3 % padavin na prostem. Največji je bil v letu 2005 (216,6 mm oziroma 14,4 % padavin na prostem), najmanjši pa v letu 2007 (150,3 mm oziroma 13,2 % padavin na prostem). V obdobju mirovanja vegetacije je odtok po deblu povprečno znašal 87,7 mm oziroma 47,4 % letnega odtoka po deblu, v vegetacijskem obdobju pa 97,4 mm oziroma 52,6 % letnega odtoka po deblu.



Slika 42: Primerjava padavin na prostem z odtokom po deblu na IMGE ploskvi Lontovž

5.4.4 Ploskev Tratice

Na sliki 43 so podatki regresijske analize med količino padavin na prostem in odtokom po deblu padavinami za IMGE ploskev Tratice. Stopnja odvisnosti je prikazana na osnovi 120 meritev količin padavin v obdobju od 20. 5. 2009 do 24. 12. 2013 in kaže na dobro ujemanje. Odtok po deblu je na IMGE ploskvi Tratice v povprečju znašal 27,6 mm oziroma 2,0 % padavin na prostem. Največji je bil v letu 2010 (32,9 mm oziroma 2,1 % padavin na prostem), najmanjši pa v letu 2011 (22,2 mm oziroma 1,9 % padavin na prostem). V obdobju mirovanja vegetacije je odtok po deblu povprečno znašal 13,6 mm oziroma 49,3 % letnega odtoka po deblu, v vegetacijskem obdobju pa 14,0 mm oziroma 50,7 % letnega odtoka po deblu.



Slika 43: Primerjava padavin na prostem z odtokom po deblu na IMGE ploskvi Tratice

5.4.5 Ploskev Rožnik

Na podlagi pregleda literature Kermavnar 2015 je odtok po deblu na IMGE ploskvi Rožnik ocenjen v povprečju 47,0 mm oziroma 3,5 % padavin na prostem. V obdobju mirovanja vegetacije je ocena odtoka po deblu 24,8 mm oziroma 52,8 % letnih padavin na prostem, v vegetacijskem obdobju pa 22,2 mm oziroma 47,2 % letnih padavin na prostem.

5.4.6 Vse IMGE ploskve skupaj

Preglednica 8 prikazuje odtok po deblu za vse IMGE ploskve skupaj. Podatki so prikazani za vsako leto posebej, in po sezonah v mm in % padavin na prostem. Odtok po deblu smo merili samo na štirih IMGE ploskvah. Sezona 1 predstavlja obdobje mirovanja, medtem ko sezona 2 vegetacijsko obdobje. Iz preglednice je razvidno, da je bilo največ odtoka po deblu na ploski Lontovž leta 2006, ko je znašal kar 19,4 % padavin na prostem. Najmanj odtoka po deblu pa je bilo na ploskvi Tratice leta 2011, ko je znašal samo 1,9 % padavin na prostem.

Preglednica 8: Odtok po deblu za vse IMGE ploskve po letih ter po sezonah v mm in % padavin na prostem

Odtok po deblu								
	Fondek		Borovec		Lontovž		Tratice	
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Leto 2004	282,9	14,2	144,7	7,9	209,8	15,3	/	/
Sezona 1	96,6	11,2	66,7	6,5	114,6	15,5	/	/
Sezona 2	186,3	16,5	78,0	9,6	95,2	15,1	/	/
Leto 2005	245,9	12,2	146	8,4	216,6	14,4	/	/
Sezona 1	88,5	10,9	69,4	8,5	78,2	14,8	/	/
Sezona 2	157,4	13,1	76,6	8,3	138,4	14,2	/	/
Leto 2006	210,8	14,0	139,6	10,1	185,2	19,4	/	/
Sezona 1	125	15,1	61,8	9,5	76,4	19,3	/	/
Sezona 2	85,8	12,6	77,7	10,6	108,8	19,4	/	/
Leto 2007	197,3	13,5	126,4	8,8	150,3	13,2	/	/
Sezona 1	92,7	14,2	50,6	7,7	62,6	14,1	/	/
Sezona 2	104,6	13,0	75,8	9,7	87,7	12,7	/	/
Leto 2008	277,5	10,4	142,9	7,9	184,9	13,1	/	/
Sezona 1	176,7	11,1	71,1	6,9	90,7	13,4	/	/
Sezona 2	100,8	9,4	71,8	9,2	94,2	12,8	/	/
Leto 2009	261,8	11,5	117,4	8,1	169,5	13,4	/	/
Sezona 1	160,5	10,6	74,3	7,2	103,9	14,5	/	/
Sezona 2	101,4	13,2	43,1	10,2	65,7	12,0	/	/
Leto 2010	279,7	9,1	126,1	6,4	179,1	12,4	32,9	2,1
Sezona 1	134,5	8,7	70,9	6,6	87,2	13,0	14,6	2,1
Sezona 2	145,3	9,5	55,2	6,3	91,9	11,8	18,3	2,1
Leto 2011	179,3	10,5	81,2	7,3	/	/	22,2	1,9
Sezona 1	71,8	10,7	39,7	6,8	/	/	9,5	2,0
Sezona 2	107,6	10,4	41,5	7,9	/	/	12,6	1,9
Leto 2012	206,4	11,9	115,9	6,9	/	/	27,7	2,0
Sezona 1	117	13,0	44,6	7,1	/	/	11,7	1,6
Sezona 2	89,4	10,7	71,3	6,8	/	/	16	2,5
Leto 2013	202,3	8,8	104,6	5,9	/	/	27,7	2,1
Sezona 1	117,2	9,4	70,6	6,7	/	/	18,7	2,2
Sezona 2	85,2	8,1	34	4,8	/	/	9	1,9

5.5 SESTOJNE IN PRESTREŽENE PADAVINE

Preglednica 9 prikazuje padavine na prostem, prepuščene padavine, odtok po deblu, sestojne padavine in prestrežene padavine (intercepcijo krošenj) na IMGE ploskvah po letih ter sezonah (obdobje mirovanja vegetacije in vegetacijsko obdobje). Za ploskvi Gropajski Bori in Brdo podatki za določitev vegetacijskega obdobja niso bili razpoložljivi, zato smo podatke prikazali samo po letih.

Preglednica 9: Padavine na prostem, prepuščene padavine, odtok po deblu, sestojne padavine in prestrežene padavine na IMGE ploskvah v mm in % padavin na prostem

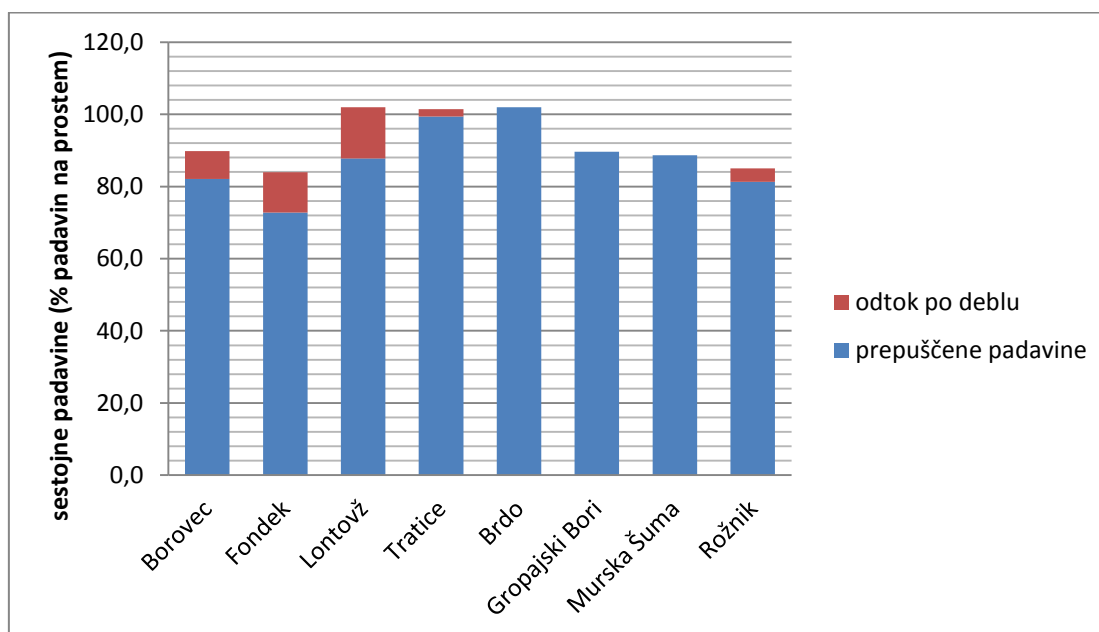
Ploskev	Sezona	Padavine	Prepuščene		Odtok po		Sestojne		Prestrežene	
		na prostem	padavine		deblu		padavine		padavine	
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Fondek	1*	1061,7	750,1	71,2	118	11,5	866,5	81,6	195,2	18,4
	2**	1009,6	775,9	76,8	116,4	11,7	892,3	88,4	117,3	11,6
	Leto	2071,2	1526	73,7	234,4	11,3	1760,4	85,1	308,9	14,9
Borovec	1	854,9	681	79,6	62,0	7,4	743	86,9	111,9	13,1
	2	762,1	646,4	84,8	62,5	8,3	708,9	93	53,2	7
	Leto	1616,9	1327,3	82,1	121,5	7,7	1448,8	89,6	168,1	10,4
Lontovž	1	595,5	482	80,9	87,7	14,7	569,7	95,7	25,8	4,3
	2	703	687,6	97,8	97,4	13,8	785	111,7	-82	-11,7
	Leto	1298,5	1139,1	87,7	185,8	14,3	1324,9	102	-26,4	-2
Murska Šuma	1	230,9	195,8	84,8	/	/	194,3	84,8	35,1	15,2
	2	554,7	498,1	89,8	/	/	498,1	89,8	56,6	10,2
	Leto	780,9	692,4	88,7	/	/	692,4	88,7	88,5	11,3
Tratice	1	694,7	680,3	97,9	13,6	2,0	693,9	99,9	0,8	0,1
	2	660	614,8	93,1	14,0	2,1	628,8	95,3	31,2	4,7
	Leto	1354,7	1346,7	99,4	27,6	2,0	1374,3	101	-19,6	-1

»se nadaljuje«

»nadaljevanje preglednice 9«

Ploskev	Sezona	Padavine na prostem	Prepuščene padavine		Odtok po deblu		Sestojne padavine		Prestrežene padavine	
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Rožnik	1	556,3	483,4	86,9	24,8	3,7 – 5,2 ***	508,2	91,3	48,1	8,7
	2	751,7	629,3	83,7	22,2	2,2 - 3,7 ***	651,5	86,7	100,2	13,3
	Leto	1337,1	1086,6	81,3	46,9	3,5 ***	1086,6	81,3	250,5	18,7
Brdo	Leto	1390,4	1417,4	101,9	/	/	1417,4	101,9	-27	-1,9
Gropajski Bori	Leto	1642,5	1472,1	89,6	/	/	1472,1	89,6	170,4	10,4

* obdobje mirovanja vegetacije ** vegetacijsko obdobje *** vir Kermavnar 2015



Slika 40: Letne sestojne padavine (vsota prepuščenih padavin in odtoka po deblu) kot odstotek padavin na prostem (%) na IMGE ploskvah

Histogram na sliki 40 prikazuje povprečno letno količino sestojnih padavin (vsota prepuščenih padavin in odtoka po deblu). Letne sestojne padavine so največje na ploskvi Lontovž (102,0 %), sledita ji ploskev Brdo (101,9 %) in ploskev Tratice (101,4 %). Te tri ploskve imajo tudi večji delež sestojnih padavin od padavin na prostem. Najmanj letnih sestojnih padavin je na ploskvah Fondék (84,0 %) in Rožnik (85 %).

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

6.1 PADAVINE NA PROSTEM

Ploskve za merjenje padavin na prostem so običajno postavljene v bližini ploskve za merjenje padavin v sestoju. Navadno je to na travniku, kjer ni vpliva drevesnih krošenj ali katerih drugih objektov.

Iz rezultatov je razvidno, da smo te padavine primerjali s podatki iz najbližje meteorološke postaje Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO). V primeru Brda smo ploskev najprej primerjali z meteorološko postajo Preddvor, nato pa s postajo Kranj, ker za Preddvor po 15. 11. 2011 ni bilo več podatkov.

Povprečno je bila v večini primerov količina padavin iz najbližje meteorološke postaje večja kot na sami ploskvi Gozdarskega inštituta Slovenije (Fondek, Murska Šuma, Rožnik, Gropajski Bori in Brdo), kar nam pove, da je na urbanih površinah več padavin kot izven naselij. Na ostalih primerih (Borovec, Lontovž in Tratice) pa je bilo nekoliko več padavin na IMGE ploskvi.

V tretji hipotezi smo predpostavljali, da se padavinski režim na izbranih ploskvah Intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov razlikuje od najbližjih meteoroloških postaj. Na vseh naših ploskvah se je količina padavin razlikovala od najbližje meteorološke postaje. S tem smo potrdili to hipotezo, vendar ni nekega enakomernega vzorca, kje naj bi bilo več padavin.

Vilharjeva (2010a) je primerjala postajo Iskrba s klimatološko postajo Kočevje in prav tako ugotovila, da se padavine med seboj razlikujejo. Do enakih ugotovitev pa je prišel tudi Kermavnar (2015), ko je ploskvi (Gameljne, Rožnik) primerjal s količino padavin na meteorološki postaji (Ljubljana – Bežigrad).

V prvi hipotezi smo predpostavljali, da so količina, oblika in časovna razporeditev padavin odvisne od topografskih dejavnikov (nadmorska višina, naklon, ekspozicija) ter zgradbe sestoja. V nekaterih naših primerih sta si bili merilni mesti ARSO in IMGE med seboj zelo oddaljeni (preglednica 2), kar se je odražalo tudi na rezultatih, saj so se tam najmanj ujemali. Torej lahko sklepamo, da na samo količino padavin zelo vpliva oddaljenost in razlika v nadmorski višini. Seveda pa ne smemo pozabiti na poletne mesece, ko je lahko lokalna razlika padavin med dvema krajema zelo velika (plohe, nevihte). S tem smo to hipotezo potrdili.

6.2 PREPUŠČENE PADAVINE

Prepuščene padavine smo primerjali s padavinami na prostem. Tako smo dobili primerjavo, kje pade več padavin pod krošnjami dreves, vendar moramo upoštevati, da nekaj padavin še odteče po deblu (v listnatih gozdovih 5 - 10 %, lahko tudi več, v iglastih pa je ta odstotek zanemarljiv), nekaj pa se jih ujame v drevesne krošnje in tam izhlapijo.

V večini primerov so se prepuščene padavine gibale okrog 75 - 95 % padavin na prostem. Najmanj jih je bilo na ploskvi Fondek, največ pa na ploskvi Brdo. Ugotovili smo tudi, da je v vegetacijskem obdobju okrog 5 % več prepuščenih padavin kot v obdobju mirovanja vegetacije. Pričakovali smo, da bo v vegetacijskem obdobju zaradi olistanja krošenj delež prepuščenih padavin manjši kot v obdobju mirovanja vegetacije. Vendar o večjem deležu prepuščenih padavin v vegetacijskem obdobju poročata tudi Šraj s sod. (2008) in Kermavner (2015), ki kot glavni razlog navajata večjo intenziteto padavin in posledično manjše prestrežanje krošenj v vegetacijskem obdobju v primerjavi z obdobjem mirovanja vegetacije.

Kot je razvidno iz rezultatov je skoraj na vseh ploskvah večja količina padavin padla na prostem kot pod krošnjami dreves, kar je logično, saj tam ni drevesnih krošenj, ki bi ovirale padavine na poti do tal.

Pri ploskvi Brdo je opazna razlika, saj je tam povprečno na leto padlo več padavin v sestoji kot pa na prostem. Kot navajajo nekateri avtorji (Vilhar, 2010a; Kermavnar, 2015; Vilhar, 2016; Siegert in sod. 2016, itd.) lahko do tega pride zaradi oblikovanosti krošenj in dreves in zaradi večjega vrtinčenja zraka na prostem v primerjavi z gozdom, pri čemer v dežemere na prostem pade manjša količina padavin.

V drugi hipotezi smo se spraševali ali pade več prepuščenih padavin v listnatih ali v iglastih gozdovih. Na večini naših raziskovalnih ploskev so prevladovali listavci, razen na ploskvi Brdo, kjer je bil izrazito iglast gozd rdečega bora; na ploskvah Gropajski Bori in Tratice pa je šlo za mešani gozd. V našem primeru smo edino na ploskvi Brdo izpostavili, da je padlo več padavin v sestoji kot pa na prostem, zato smo ovrgli to hipotezo.

6.3 ODTOK PO DEBLU

V listnatih gozdovih naj bi odtok po deblu pomenil od 5 do 10 % letne količine padavin (Vilhar, 2006; Lah, 2007; Šraj in sod., 2008; Vilhar, 2009). V nekaterih primerih pa bi lahko zaradi navzgor raščeni vej in gladke skorje znašal lahko tudi prek 20 % letne količine padavin (Peck, 2004).

V našem primeru smo merili odtok po deblu samo na IMGE ploskvah, kjer so bila drevesa z gladko skorjo (Borovec, Fondek, Lontovž in Tratice), za IMGE ploskev Rožnik pa smo podatke dobili iz Kermavnarjevega magistrskega dela. V sestoji iglavcev je odtok po deblu zanemarljiv, saj znaša največ 2 % letne količine padavin (Brechtel in Pavlov, 1977; Syke, 2013; Zabret, 2013).

Rezultati, ki smo jih dobil, so znotraj vrednosti, ki jih navajajo zgoraj omenjeni avtorji. Izpostaviti je potrebno edino ploskev Tratice, kjer je odtok po deblu znašal samo 2,1 %, saj gre za mešan sestoj smreke in bukve, pri čemer je odtok po deblu smreke zanemarljivo majhen.

6.4 SESTOJNE IN PRESTREŽENE PADAVINE

Peck (2004) je ugotovil, da sestojne padavine predstavljajo od 73 do 95 % letne količine padavin. Pri nas pa je Kermavnar (2015) ugotovil, da v rdečemborovju predstavljajo 96,1 %, v nižinskem poplavnem gozdu 92,9 % in v mešanem gozdu smreke in kostanja 82 % letne količine padavin.

V naših primerih (IMGE ploskve Fondek, Borovec, Murska Šuma, Tratice, Rožnik in Gropajski Bori) so se vrednosti sestojnih padavin gibale znotraj zgoraj omenjenih (od 80 do 95 %). Na ploskvah Brdo, Tratice in Lontovž pa je letna količina sestojnih padavin presegla letno količino padavin na prostem.

Prestrežene padavine v iglastem gozdu znašajo od 15 do 40 %, medtem ko v listnatem ta odstotek znaša od 10 do 20 % letne količine padavin (Rutter, 1975; Šraj in sod., 2008). Torej je delež intercepcije na naših ploskvah primerljiv, razen na ploskvah Brdo in Lontovž, kjer delež sestojnih padavin presega delež padavin na prostem.

7 POVZETEK

Padavine (večinoma gre za dež ali sneg) so glavni vir gozdnega hidrološkega kroga. Ko padavine padejo na gozd, zadevajo ob krošnje ali pa skozi vrzeli prispejo do tal. Veliko padavin krošnje prestrežejo in tam tudi izhlapijo, veliko pa jih prispe do tal po deblu. Zato lahko trdimo, da do gozdnih tal prispe manj padavin, kot če bi te padle na prostem.

V nalogi smo se osredotočili na izračun teh padavin, in sicer s pomočjo podatkov, ki smo jih dobili iz podatkovne baze Gozdarskega inštituta Slovenije. Podatke so zbirali na ploskvah Intenzivnega monitoringa gozdnega ekosistema. Na začetku so te podatke zbirali na enajstih ploskvah, vendar so jih sčasoma nekaj opustili, nekaj pa postavili na novo, tako da je danes aktivnih samo še osem ploskev. Na teh ploskvah poleg meteoroloških parametrov spremljajo tudi fenologijo, talno raztopino, kakovost zraka in zračne usedline. Letno spremljajo opad in stanje krošenj, občasno pa rast dreves, vsebnost hranil v iglicah in listih, stanje pritalne vegetacije in stanje tal. Takšne raziskave se izvajajo, da bi čim bolj pripravili scenarije za nadaljnji razvoj gozda.

Ploskve, kjer še zbirajo podatke, so: Borovec, Brdo, Fondek, Rožnik, Gropajski Bori, Lontovž, Murska Šuma, Rožnik in Tratice. Podatke iz teh ploskev smo statistično obdelali, nato pa jih primerjali. Najprej smo med seboj primerjali padavine na prostem z najbližjo meteorološko postajo. Ugotovili smo, da je v večini primerov padlo več padavin na meteorološki postaji kot pa na naši ploskvi. V večini primerov je na ploskvah padlo od 5 do 15 % manj padavin. Izpostavili bi le ploskev Tratice, ki smo jo primerjali z meteorološko postajo Rogla, kjer je padlo kar 27 % več padavin na naši ploskvi.

Padavine na prostem smo primerjali tudi s prepuščenimi padavinami. Ugotovili smo, da je v večini primerov v gozdu prispelo do tal od 15 do 25 % manj padavin kot na prostem. Seveda tudi tukaj ne gre brez izjem, ki sta tokrat ploskvi Brdo, kjer je bilo več prepuščenih padavin kot pa padavin na prostem. Vilharjeva predvideva, da do tega pride zaradi vrtinčenja zračnih tokov na prostem.

Na ploskvah, kjer je zastopana bukev se meri tudi odtok po deblu. Te ploskve so: Borovec, Fondek, Lontovž in Tratice. Prejšnje raziskave so ugotovile, da naj bi po deblu odteklo od 5 do 10 % padavin, v bukovih gozdovih pa lahko ta količina doseže tudi 20 %. V naših primerih je bilo odtoka po deblu od 1,9 % pa vse do 14 %, kar je povsem primerljivo z drugimi analizami. V iglastih gozdovih odtoka ne merimo, ker ga je zelo malo (do 2 %), zato ga lahko zanemarimo.

Za konec bi izpostavil še, da so padavine časovno in prostorsko neenakomerno razporejene, zato jih je zelo težko natančno izmeriti.

V bodoče predlagamo, da tisti, ki skrbi za podatkovno bazo, vzorcev, ki zelo odstopajo od dejanskega stanja (zaradi različnih vzrokov), ne vpisuje v tabelo, saj s tem otežuje nadaljnjo statistično obdelavo podatkov.

8 VIRI

Brechtel H. M., Pavlov M. B. 1977. Niederschlagbilanz von Waldpestaenden verscheidener Baumarten und Altersklassen in der Rhein-Main-Eben. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Institut fuer Forsthydrologie: 80 str.

Cegnar T. 2003. Podnebne spremembe in padavinski režim.

http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/publikacije/Podnebne_spremembe.pdf (6. jun. 2016)

Clarke N., Zlindra D., Ulrich E., Mosello R., Derome J., Derome K., Konig N., Lovblad G., Draaijers G. P. J., Hansen K., Thimonier A., Waldner P. 2010. Sampling and Analysis of Deposition: manual Part XIV. V: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, United Nations Economic Commission for Europe Convention on Longrange Transboundary Air Pollution. ICP Forests: 7–22

Čater M., Ferlan M., Kobal M., Kovač M., Kutnar L., Levanič T., Marinšek A., Rupel M., Simončič P., Sinjur I., Skudnik M., Urbančič M., Vilhar U., Žlindra D. 2015. Program in metodologija ICP Forests v Sloveniji. V: 30 let spremljanja stanja gozdov v Sloveniji. Ljubljana, Silva Slovenica: 9-11

Dolžina letne rastne dobe. 2008. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.

http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=11 (6. jun. 2016)

Kermavnar J. 2015. Sestojne padavine v izbranih urbanih gozdovih Ljubljane: magistrska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 103 str.

- Kovač M., Simončič P., Skudnik M., Kušar G., Vochl S., Ogris N., Levanič T., Kutnar L., Rupel M., Žlindra D., Ferlan M. in Verlič A. 2011. Poročilo o projektni nalogi FutMon LIFE07ENV/D/000218, Mejnik 5 (30. jun. 2011).
http://www.gozdis.si/data/publikacije/23_FutMon_Life__ZAKLJUCNO_POROCILO.pdf (23. avg. 2016)
- Kranjc N., Mavsar R., Vilhar U., Simončič P. 2006. Intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov in program Forest Focus v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*: 111-124
- Krečmer V. 1967. Das Mikroklima der Kieferlochkahlschlaege. IV Teil: Vertikale Niederschlaege, Luftfeuchtigkeit. *Wetter und Leben*, 19, 9-10: 203-214
- Lah A. 2007. Meritve in analiza prestreženih padavin: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerzitetni program Gradbeništvo, Hidrotehniška smer). Ljubljana, samozal.: 110 str.
- Larcher W. 1995. *Physiological Plant Ecology. Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. 4. ed. Berlin, Springer: 488 str.
- Levia D. F., Germer S. 2015. A review of stemflow generation dynamics and stemflow environment interactions in forests and shrublands. *Reviews of Geophysics*, 53: 673–714
- Državna meteorološka služba. 2015. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdf>; (6. sep. 2015)

Oblike padavin. 2016.

http://www.o4os.ce.edus.si/gradiva/geo/podnebje/padavine_oblika.html (12. avg. 2016)

Pearsonov koeficient korelacije. 2016.

https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Pearsonov_koeficient_korelacije (18. avg. 2016)

Peck A. K. 2004. Hydrometeorologische und mikroklimatische Kennzeichen von Buchenwäldern. Freiburg, Meteorologisches Institut der Universität Freiburg: 187 str.

Price A. G., Carlyle-Moses D. E. 2003. Measurement and modelling of growing-season canopy water fluxes in a mature mixed deciduous forest stand, southern Ontario, Canada. *Agricultural and Forest Meteorology*, 119, 1–2: 69–85

Roberts J., Rosier P.T.W. 1994. Comparative estimates of transpiration of ash and beech forest at a chalk site in southern Britain. *Journal of Hydrology*, 162, 3-4: 229-245

Rutter A. J. 1975. The Hydrological Cycle in Vegetation. *Vegetation and Atmosphere*. London, Academic press: 111 – 154

Siegert in sod. 2016. Small-scale topographic variability influences tree species distribution and canopy throughfall partitioning in a temperate deciduous forest. *Forest Ecology and Management*, 359: 109 – 117.

Simončič P. in sod. 2011. Raziskovalna ploskev Brdo. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije.

http://www.gozdis.si/data/publikacije/42_Zgibanka_Brdo.pdf (6. jun. 2016)

Slovar slovenskega knjižnega jezika. 2016.

http://bos.zrcsazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj_testa&expression=padavinski+re%C2%BEim&hs=1 (6. jun. 2016)

Smolej I. 1988. Gozdna hidrologija. V: Sladkovodni ekosistemi in varstvo voda. Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, BF, VTOZD za gozdarstvo: 187 – 225

Syke. 2013. Finnish Environment Institute.
<http://www.syke.fi/en-US> (28. avg. 2016)

Šraj M., 2003. Modeliranje in merjenje prestreženih padavin: doktorska disertacija. (Univerze v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo). Ljubljana, samozal.: 236 str.

Šraj M., Lah A., Brilly M. 2008. Meritve in analiza prestreženih padavin navadne breze (*Betulapendula* Roth) in rdečega bora (*Pinus sylvestris* L.) v urbanem okolju. *Gozdarski vestnik*, 66, 9: 406 – 416

Šraj M. 2009. Prestrežene padavine: meritve in analiza. *Geografski vestnik*, 81, 1: 99-111

Vilhar U. 2006. Vodna bilanca dinarskega jelovo-bukovega gozda v Kočevskem rogu: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Gozdarskem inštitutu Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo). Ljubljana, samozal.: 195 str.

Vilhar U. 2009. Vpliv gospodarjenja na vodno bilanco jelovo-bukovih gozdov Dinarskega krasa. Ljubljana, *Silva Slovenica*: 122 str.

Vilhar U. 2010a. Padavinski režim v vrzelih in sestojih dinarskega jelovo-bukovega gozda. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 91: 3-10

Vilhar U. 2010b. Priročnik za fenološka opazovanja v okviru Intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov (Raven II): dopolnitve in prilagoditev za Slovenijo. *International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air*

Pollution Effects on Forests. Expert Panel on Meteorology and Phenology.
Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 17 str.

Vilhar U. 2015. Podatkovna baza Gozdarskega inštituta Slovenije. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije (osebni vir, maj 2015)

Vilhar U. 2016. Sestojne padavine v mešanih sestojih smreke in bukve na Pohorju.
Gozdarski vestnik, 74, 1: 28-45

Vilhar U., Skudnik M., Simončič P. 2013. Fenološke faze dreves na ploskvah Intenzivnega monitoring gozdov v Sloveniji. Phenological phases of trees on the Intensive monitoring plots in Slovenia. *Acta Silvae et Ligni*, 100: 5-17

Zabret K. 2013. Vpliv značilnosti drevesnih vrst na prestrezanje padavin. *Acta hydrotehnica*, 26, 45: 99-116

Žlindra D., Skudnik M., Rupel M., Simončič P. 2011. Meritve kakovosti padavin na prostem in v sestoju na ploskvah intenzivnega spremljanja gozdnih ekosistemov. *Gozdarski vestnik*, 69: 279-288

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojemu mentorju prof. dr. Juriju Diaciju, za idejo pri izbiri diplomske naloge.

Zahvaljujem se somentorici dr. Urši Vilhar, ki mi je vseskozi dajala koristne nasvete ter me usmerjala in mi pomagala pri pripravi in izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se prof. dr. Janezu Pirnatu za recenziranje diplome in gospe Tatjani Stritar za pomoč pri dokumentaciji.

Zahvaljujem se Urši Tršan za prevajanje naloge.

Zahvaljujem se Urši Pertot za oblikovanje diplomske naloge.

Posebna zahvala gre moji puncu Katji Pertot, ki me je vseskozi spodbujala in mi pomagala pri pisanju diplomske naloge.

Seveda pa se moram zahvaliti tudi staršema, predvsem za vso potrpežljivost, ki sta jo izkazala pri mojem dolgoletnem študiju.

PRILOGE

Priloga A prikazuje število in delež (%) vrednosti padavin na prostem, prepuščenih padavin in odtoka po deblu, ki smo jih izračunali preko regresijske analize, ker nam je manjkala podatek ali pa je bilo odstopanje preveliko za nadaljnjo analizo. Pri odtoku po deblu je delež izračunanih vrednosti velik (32,2 %), saj se meritve v zimskem času zaradi zmrzovanja vode ne izvajajo in je posledično podatkov v obdobju mirovanja manj.

Priloga A: Število meritev padavin na prostem, prepuščenih padavin in odtoka po deblu v razpoložljivih časovnih obdobjih ter delež izračunanih vrednosti zaradi nelogičnih ali manjkajočih podatkov na ploskvah IMGE

Ime ploskve	ARSO postaja	Obdobje meritev	Padavine na prostem			Prepuščene padavine			Odtok po deblu		
			Št. meritev	Št. izračunanih vrednosti	Delež izračunanih vrednosti (%)	Št. meritev	Št. izračunanih vrednosti	Delež izračunanih vrednosti (%)	Št. meritev	Št. izračunanih vrednosti	Delež izračunanih vrednosti (%)
Fondek	Lokve	od 7. 1 .2004 -	260	49	18,8	260	30	11,5	260	84	32,3
Gropajski Bori	Godnje	od 31. 12 .2008 -	101	31	30,7	54	4	7,4	/	/	/
Brdo	Preddvor	od 7. 1. 2004 do 15.11.2011	205	8	3,9	205	11	5,3	/	/	/
Brdo	Kranj	od 16.11.2011 do 2013 -	55	6	11,1	55	3	5,5	/	/	/
Borovec	Iskrba	od 7. 1 .2004 -	260	31	11,9	260	12	4,6	260	86	33,1
Lontovž	Kum	od 7. 1 .2004 – 25. 1. 2011	184	15	8,1	184	10	5,4	184	65	35,3
Murska Šuma	Lendava	od 7. 1 .2004 -	231	26	11,2	184	26	14,1	/	/	/
Tratice	Rogla	od 20. 5 .2009 -	120	34	28,3	120	28	23,3	120	70	58,3
Rožnik	Lj. Bežigrad	od 5. 1 .2005 -	234	14	6,0	190	9	4,7	/	/	/