

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



LUKA PREZELJ

**VREDNOTENJE PREMEŠČANJA SEDIMENTOV
NA PODLAGI PODATKOV O ZAPOLNJENOSTI
HUDOURNIŠKIH PREGRAD**

DIPLOMSKA NALOGA

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE VODARSTVO IN OKOLJSKO INŽENIRSTVO**

Ljubljana, 2021

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
gradbeništvo in
geodezijo



Kandidat/-ka:

LUKA PREZELJ

**VREDNOTENJE PREMEŠČANJA SEDIMENTOV
NA PODLAGI PODATKOV O ZAPOLNJENOSTI
HUDOURNIŠKIH PREGRAD**

Diplomska naloga št.:

**ESTIMATION OF THE SEDIMENT TRANSPORT
BASED ON VOLUME OF SEDIMENT RETAINED
BY CHECK DAMS**

Graduation thesis No.:

Mentor/-ica:

doc. dr. Nejc Bezak

Predsednik komisije:

Somentor/-ica:

viš. pred. dr. Jošt Sodnik

Član komisije:

Ljubljana, _____

POPRAVKI – ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 627.82(043.2)
Avtor: Luka Prezelj
Mentor: doc. dr. Nejc Bezak
Somentor: viš. pred. dr. Jošt Sodnik
Naslov: Vrednotenje premeščanja sedimentov na podlagi podatkov o zapolnjenosti hudourniških pregrad
Tip dokumenta: diplomsko delo
Obseg in oprema: 44 str., 6 pregl., 31 sl., 7 en., 1 pril.
Ključne besede: hudourniške pregrade, rinjene plavine, lebdeče plavine, transport, bilanca, erozijski procesi, vplivni dejavniki, RUSLE, Meltonovo število

Izveček

Rečni transport materiala je proces, ki je stalno prisoten v vodotokih. Prisotnost tega procesa je posledica energije vodnega toka, pa tudi erozije, ki predstavlja vir materiala, ki se premešča v vodotokih. Prisotnost plavin v vodotoku vpliva na spreminjanje njegovih lastnosti in oblike, njihove posledice se na primer kažejo v spremembah rečne struge in pokrajine ter zapolnjevanju akumulacijskih pregrad. Poznavanje količin transporta materiala v vodotoku ima tako pomembno vlogo pri razumevanju naravnih procesov v vodotoku.

V diplomski nalogi obravnavamo dinamiko premeščanja sedimentov v hudournikih na območju Save Dolinke. Na podlagi zapolnjenosti in projektnih volumnov zaplavnih pregrad na hudourniških pritokih Save Dolinke skušamo oceniti količine materiala, ki se premeščajo v strugah teh hudournikov. S pomočjo primerjave lastnosti prispevnih območij vodotokov s premeščanjem sedimentov v njih skušamo ugotoviti kateri dejavniki imajo največji vpliv na količino transporta sedimentov v strugah hudournikov.

Cilj diplomske naloge je nadgraditi razumevanje dinamike transporta sedimentov in določiti bilance transporta sedimentov za posamezne pritoke Save Dolinke, ter ugotoviti kateri dejavniki imajo na transport sedimentov največji vpliv. Na podlagi analize v diplomski nalogi je ocenjeno, da se v strugah hudourniških vodotokov na območju Save Dolinke letno povprečno premesti 547 m^3 rinjenih plavin oziroma $2,15 \text{ m}^3$ rinjenih plavin na hektar prispevnega območja. Po ugotovitvah diplomske naloge imajo na transport sedimentov najizrazitejši vpliv lastnosti padavin in njihova erozivnost, ter pokrovnost tal.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 627.82(043.2)

Author: Luka Prezelj

Supervisor: Assist. Prof. Nejc Bezak, PhD.

Co-supervisor: Sr. Instr. Jošt Sodnik, PhD.

Title: Estimation of the sediment transport based on volume of sediment retained by check dams

Document type: Graduation Thesis

Notes: 44 p., 6 tab., 31 fig., 7 eq., 1 ann.

Keywords: check dams, bed load, suspended load, sediments, transport, sediment budget, erosion, impact factors, RUSLE, Melton number

Abstract

River transport of material is a process that is constantly present in watercourses. Its presence is due to the energy of the water flow, as well as erosion. The presence of sediments in the watercourse changes its characteristics and shape, which can be seen in changes of the riverbed and landscape. Knowledge about the amount of sediment transport in a watercourse has an important role in understanding its natural processes.

In the graduation thesis, we discuss the dynamics of sediment transport in torrents located in Sava Dolinka river catchment. Based on the volume of retained sediments and design volumes of check dams, we try to estimate the quantities of material that is transported by these torrents. By comparing the properties of watercourses' drainage catchments with the transport of sediments in them, we try to determine which factors impact the rate of sediment transport.

The aim of the graduation thesis is to improve the understanding of sediment transport dynamics and to determine transport rates for individual torrents, as well as investigation which factors have the greatest impact on the sediment transport.

Based on the analysis conducted in the scope of the thesis, it is estimated, that an average of 547 m³ of sediments or 2,15 m³/ha of catchment area are transported annually in the torrents located in this territory. The erosivity of the precipitation and soil cover are indicated as two most dominant factors.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Nejcu Bezaku za vso strokovno pomoč in vodenje pri pisanju diplomske naloge. Hvala tudi somentorju viš. pred. dr. Joštu Sodniku.

Posebna zahvala pa gre moji družini in puncu Maruši, ki so me podpirali med študijem in pisanjem diplomske naloge.

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	II
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	III
ZAHVALA	IV
KAZALO SLIK.....	VI
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
1 UVOD	1
2 KLASIFIKACIJA ZAPLAVNIH OBJEKTOV	4
2.1 Zadrževalne pregrade	5
2.2 Prebiralne pregrade	6
3 PODATKI IN METODE	8
3.1 Bilanca premeščenih plavin	8
3.1.1 Vhodni podatki	8
3.1.2 Izbor uporabnih podatkov	11
3.1.3 Povprečna letna količina premeščenih plavin.....	12
3.1.4 Specifični transport plavin	13
3.2 Lastnosti prispevnih območij.....	14
3.2.1 Model višin in določitev prispevnih območij	14
3.2.2 Naklon prispevnega območja.....	15
3.2.3 Parametri enačbe USLE.....	16
3.2.4 Podatki o padavinah.....	18
3.2.5 Meltonovo število	18
3.2.6 Razredi stopenj nevarnosti erozije	19
3.3 Vpliv lastnosti prispevnih območij na bilanco transporta plavin	21
4 REZULTATI IN DISKUSIJA.....	22
4.1 Bilanca transporta plavin.....	22
4.2 Vpliv površine prispevnega območja	24
4.3 Vpliv naklona prispevnega območja.....	25
4.4 Vpliv parametrov enačbe USLE.....	27
4.5 Vpliv padavin	31
4.6 Vpliv Meltonovega števila.....	32
4.7 Vpliv razredov erozije	33
4.8 Primerjava vplivov različnih dejavnikov	34
5 ZAKLJUČEK	36
VIRI	38

KAZALO SLIK

Slika 1: Zaplavni objekt na potoku Hrušica.....	4
Slika 2: Zadrževalna pregrada (Steinman, Banovec, 2008: str. 138).....	5
Slika 3: Vrste prebiralnih pregrad (Steinman, Banovec, 2008: str. 138).....	6
Slika 4: Dozirna oz. filtrirna pregrada (Zalokar, 2015: str. 31).....	7
Slika 5 Zaplavni prostor na potoku Križnica.....	8
Slika 6: Zadrževalna pregrada na potoku »Graben na pruhu« iz kamna v betonu (višina: 6,5 m).	9
Slika 7: Zadrževalna pregrada na potoku Hrušica iz armirano-betonske kašte (višina: 3 m). .	9
Slika 8: Popolnoma zapolnjena in zadrževalna pregrada na potoku "Graben na pruhu".....	10
Slika 9: Lokacije pregrad z uporabnimi podatki in poligoni njihovih prispevnih območij. Z modrimi poligoni so prikazana prispevna območja, z zelenimi pikami pa označene lokacije zaplavnih pregrad.	15
Slika 10: Prikaz naklonov terena za prispevno območje zaplavne pregrade na potoku Nadiža.	15
Slika 11: Vrednosti faktorja erodibilnosti tal K za prispevno območje zaplavne pregrade na potoku Krotnjek.	17
Slika 12: Povprečna letna višina merjenih padavin 1961-1990 na območju Slovenije.	18
Slika 13: Razredi ploskovne erozije za prispevno obdobje potoka Mlinca.	20
Slika 14: Razredi linijske erozije za hidrografsko mrežo potoka Mlinca.	20
Slika 15: Grafikon odvisnosti med površino prispevnega območja in povprečno letno količino premeščenih plavin.	24
Slika 16: Grafikon odvisnosti med logaritmom površine prispevnih območij in logaritmom povprečne letnine količine premeščenih plavin	24
Slika 17: Grafikon odvisnosti med povprečnim naklonom prispevnega območja in povprečno letno količino premeščenih plavin.....	25
Slika 18: Grafikon odvisnosti med povprečnim naklonom prispevnega območja in specifičnim transportom plavin.	26
Slika 19: Grafikon odvisnosti med LS faktorjem (združen faktor dolžine in naklona pobočja) in povprečno letno količino premeščenih plavin.	27
Slika 20: Grafikon odvisnosti med LS faktorjem (združen faktor dolžine in naklona pobočja) in specifičnim transportom plavin.	27
Slika 21: Grafikon odvisnosti med faktorjem K (faktor erodibilnosti tal) in povprečno letno količino premeščenih plavin.	28
Slika 22: Grafikon odvisnosti med faktorjem K (faktor erodibilnosti tal) in specifičnim transportom plavin	28

Slika 23: Grafikon odvisnosti med faktorjem R (faktor padavin in odtoka) in povprečno letno količino premeščenih plavin.	29
Slika 24: Grafikon odvisnosti med faktorjem R (faktor padavin in odtoka) in specifičnim transportom plavin.	29
Slika 25: Grafikon odvisnosti med faktorjem C (faktor pokrovnosti tal) in povprečno letno količino premeščenih plavin.	30
Slika 26: Grafikon odvisnosti med faktorjem C (faktor pokrovnosti tal) in specifičnim transportom plavin.	30
Slika 27: Grafikon odvisnosti med povprečno letno višino padavin in povprečno letno količino premeščenih plavin.	31
Slika 28: Grafikon odvisnosti med povprečno letno višino padavin in specifičnim transportom padavin.	32
Slika 29: Grafikon odvisnosti med Meltonovim številom in povprečno letno količino premeščenih plavin.	33
Slika 30: Grafikon odvisnosti med povprečno vrednostjo razreda ploskovne erozije prispevnega območja in povprečno letno količino premeščenih plavin.	33
Slika 31: Grafikon odvisnosti med povprečno vrednostjo razreda linijske erozije prispevnega območja in povprečno letno količino premeščenih plavin.	34

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Primer podatkov 100% zapolnjenosti skozi celotno obdobje opazovanja.....	11
Preglednica 2: Seznam pregrad s podatki, primernimi za analizo. Oznaka pomeni označbo pregrade glede na evidenco zaplavnih objektov, predvidenih za redno čiščenje (priloga A).	12
Preglednica 3: Podatki o povprečni količini premeščenih plavin in specifičnem transportu plavin.	22
Preglednica 4: Prikaz ocen specifičnega sproščanja gradiva za območje Slovenije (Komac in Zorn, 2005):	23
Preglednica 5: Primerjava izračunanih povprečnih letnih količin premeščenih plavin s podatki o povprečnem letnem sproščanju materiala (VGI, 1995).....	23
Preglednica 6: Primerjava odvisnosti posameznih dejavnikov in povprečne letne količine premeščenih plavin s prikazom R^2 vrednosti.	35

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

Rečni transport materiala je proces, ki je stalno prisoten v vodotokih. Prisotnost tega procesa je posledica energije vodnega toka, pa tudi erozije, ki predstavlja vir materiala, ki se premešča. Ta je lahko posledica naravnih procesov (spiranje preperine, plazovi, usadi) ali umetnih vplivov v bližini rečne struge (kmetijstvo, gradbena dela). Modeliranje rečnega transporta materiala je pomembno, ker ta predstavlja enega od potencialnih faktorjev, ki povečujejo obseg in intenziteto uničujočih učinkov voda. Nimajo pa sedimenti zgolj negativnega vpliva. Rečni material, kot na primer pesek in prod, predstavlja uporaben gradbeni material. Pomembnost dinamike transporta je vidna že v prazgodovini, ko so se prve civilizacije razvile ob večjih rekah prav zaradi rodovitne zemlje, ki so jo reke odlagale med poplavami. Količina transporta ima vpliv na življenje vodnih organizmov v vodotoku, z opazovanjem njegove količine pa lahko dobimo tudi vpogled v intenzivnost erozijskih procesov v zaledju (Ulaga, 2006).

Pojem sediment je uporabljen za vse zemljine, ki so bile premeščene iz svoje prvotne lege na drugo lokacijo kot posledica procesov, ki definirajo erozijski krog. Plavine pa predstavljajo vse sedimente znotraj rečne struge, ki se vsaj občasno premeščajo kot posledica delovanja vodnega toka (Rusjan in Mikoš, 2006). Prisotnost plavin v vodotoku vpliva na spreminjanje njegovih lastnosti in oblike. Posledice prisotnosti plavin se na primer kažejo v spremembah rečne struge in pokrajine ter zapolnjevanju akumulacijskih pregrad. Ob poplavah vplivajo tudi na povzročanje škode na kmetijskih zemljiščih in infrastrukturnih objektih, kar pa je večinoma posledica človekove prisotnosti na poplavno ogroženih območjih. Usedanje drobnih zrn lahko poslabša naravni cikel kroženja vode, saj blokira dreniranje v podtalnico (Ulaga, 2006). Po drugi strani pa ravno odloženi rečni sedimenti predstavljajo ugodno podlago za kmetijsko dejavnost.

Plavine lahko razdelimo v dve skupini. Prva skupina so lebdeče oziroma suspendirane plavine. V to skupino štejemo vse delce, ki so dovolj majhni, da lebdi v vodnem toku in so zato redko v stiku z dnom struge. Ti delci so največkrat velikostnega razreda gline in melja, gibljejo pa se večinoma s hitrostjo vodnega toka (Rusjan in Mikoš, 2006). Prisotnost lebdečih plavin je posledica površinskega spiranja zemljin in povzroča kalnost (motnost, da se ne vidi rečnega dna). Poznamo naravno kalnost, ki je prisotna ob normalnih pretokih, ter poplavno kalnost, ki pa je prisotna zgolj ob povečanih pretokih. Pri poplavni kalnosti v vodnem toku lebdi tudi večji delci peskov, ki pa se ob nižjih pretokih usedejo nazaj na dno vodotoka. Druga skupina plavin so rinjene plavine, te predstavljajo večje delce, ki se zaradi svoje velikosti večinoma premikajo ali poskakujejo po rečnem dnu. Pretok rinjenih plavin v vodotoku predstavlja prodonosnost (Mikoš, 2012). Premestitvena zmogljivost pa predstavlja največjo količino rinjenih plavin, ki jih

je vodotok še sposoben premeščati. Prodonosnost ne more biti večja od premestitvene zmogljivosti. Kadar je dotok rinjenih plavin iz gorvodnih odsekov večji od premestitvene zmogljivosti tako pride do zaplavljanja struge, saj vodotok ni sposoben premeščati presežkov plavin. Takrat je vodni tok zasičen. Obratno pa pride do erozije kadar je premestitvena zmogljivost večja od dotoka rinjenih plavin iz gorvodnih odsekov (Mikoš, 2000). Umeščanje objektov kot so pregrade v strugo ta naravni tok sedimentov prekine in spremeni razmere v vodotoku.

Obe skupini plavin se premeščata po vodotokih kot del erozijsko-sedimentacijskega kroga. Glavna gonilna sila premeščanja plavin je vodni tok, ki poganja omenjeni krog. Ta se tesno prepleta s hidrološkim krogom, saj so ekstremne padavine eden izmed glavnih vzrokov za erozijo in premeščanje rečnih plavin. Ob povečanih vodnih pretokih se tako premeščajo večje količine plavin, kar je še posebej značilno za vodotoke s hudourniški značilnostmi, ki bodo obravnavani v nadaljevanju diplomske naloge. Erozijsko-sedimentacijski krog je sestavljen iz procesov sproščanja materiala oz. erozije, spiranja in premeščanja plavin (transport) in odlaganja premeščenih plavin (Rusjan in sod., 2015). Protiutež erozijskemu delovanju pa predstavlja geološko delovanje, ki dviguje površje. Na območju vodotoka prihaja do velikih časovnih in prostorskih spremenljivosti teh procesov.

Sproščanje materiala je posledica procesov erozije tal, podpovršinskega spiranja in premeščanja, ter erozije brežin vodotoka. Erozijska tal predstavlja spiranje in odplavljanje zemljin na površju zaradi delovanja tekoče vode. Sestavljajo jo ploskovna, žlebična, medžlebična in jarkovna erozija. Podpovršinsko premeščanje je posledica spiranja zemljin zaradi pronicajoče vode, erozijska brežin vodotoka pa je posledica delovanja vodnega toka v strugi (Rusjan in Mikoš, 2006). Plavine se nato z vodnim tokom premeščajo dolvodno, dokler je za to na voljo zadostna količina energije. Ko se hitrost vodnega toka zmanjša, nastopi proces odlaganja premeščenih plavin (Rusjan in sod., 2015).

Ena od tradicionalnih metod za izračun erozije je Univerzalna enačba izgub zemljine USLE oziroma v novejšem času izboljšana verzija z oznako RUSLE (Revised USLE). Enačba nam kot rezultat poda povprečno izgubo tal na enoto površine. Vhodne podatke za enačbo predstavlja 6 faktorjev, ki jih izračunamo s pomožnih enačb oziroma preglednic in grafikonov, ter upoštevanjem lastnosti terena. Te bodo tudi eni od glavnih dejavnikov, s katerimi bomo v nadaljevanju primerjali ocenjeno količino transporta plavin. Med tradicionalne metode napovedovanja erozije spada še Gavrilovičeva enačba, ki jo je za območje Sredozemlja predlagal Gavrilović (1970) (Petkovšek, 2000). Poznamo tudi sodobnejše »Moderne metode« modeliranja erozije tal, med katere spadajo modeli WEPP, LISEM in TOPOG. Te za razliko od

tradicionalnih metod upoštevajo celoten cikel erozijskega procesa (sproščanje, premeščanje in odlaganje) (Petkovšek, 2000).

V diplomski nalogi bomo poskušali ovrednotiti premeščanje plavin v strugi Save Dolinke in strugah njenih pritokov. Pritoki Save Dolinke so v večini vodotoki hudourniške narave, zato se v njih večji del premeščanja plavin zgodi ob izdatnejših padavinskih dogodkih, ko se pretoki znatno povečajo. Opazovana prispevna območja vodotokov so večinoma v strmem terenu, kjer ima vodni tok sploh ob večjih pretokih veliko energije. Zato prevladujeta procesa sproščanja in transporta plavin, odlaganje plavin pa je prisotno na območjih zaplavnih pregrad na vodotokih. Na osnovi zapolnjenosti teh zaplavnih pregrad bodo v diplomski nalogi ocenjene količine premeščenih plavin na posameznih vodotokih. Zaplavne pregrade zadržijo večinoma rinjene plavine, tako da se bo ocena nanašala na to vrsto plavin. Namen diplomske naloge je primerjati količino premeščenih plavin v posameznih vodotokih z lastnostmi njihovih porečij. S pomočjo teh primerjav bomo skušali ugotoviti kateri dejavniki oziroma katere lastnosti porečja imajo največji vpliv na količino premeščanja sedimentov v hudourniških vodotokih.

Hipoteza, ki jo bomo skušali utemeljiti v diplomski nalogi, je, da imajo lastnosti terena prispevnih območij vodotokov (nakloni terena, površina in dolžina prispevnega območja) ter padavine in njihova erozivnost bistven vpliv na premeščanje sedimentov oz. plavin v strugah vodotokov na območju Save Dolinke.

2 KLASIFIKACIJA ZAPLAVNIH OBJEKTOV

Zaplavne objekte (slika 1) umeščamo v strugo vodotoka z namenom, da bi zadržali čim večjo količino plavin, ki se premeščajo s tokom. S temi objekti zmanjšamo premestitveno zmogljivost vodotoka, posledica tega pa je zmanjšana erozijska moč vodotoka. Razen pretvarjanja in izničevanja energije vodnega toka v erozijskih tolmunih, zaplavni objekti nimajo bistvenega vpliva na visokovodne pretoke. Hitrost zaplavljanja teh objektov je težko napovedati ali nadzorovati, saj je močno odvisna od razpona pretokov (največ plavin se premešča ob visokih pretokih) in prodonosnosti (Indihar, 2020).

Zaplavni objekti lahko poleg prestrezanja kamnitega in peščenega materiala služijo tudi za prestrezanje plavja rastlinskega izvora (drevesni ostanki, grmovje). Za ta namen so uporabne predvsem mrežaste in rešetaste filtrirne pregrade (Zalokar, 2015).

Pomembno je, da se zajet material v zaplavnih prostorih odstranjuje oziroma čisti v ustreznem časovnem intervalu. Ob neustreznem vzdrževanju pride do popolne zapolnjenosti objektov. Takrat ne morejo več zadrževati plavin in imajo samo še t.i. »ustalitveno« funkcijo. Sploh v zgornjem toku je tudi ustalitvena funkcija zelo pomembna, saj kontrolira energijo vodnega toka (t.j. lokalno zmanjšuje vzdolžni padec).



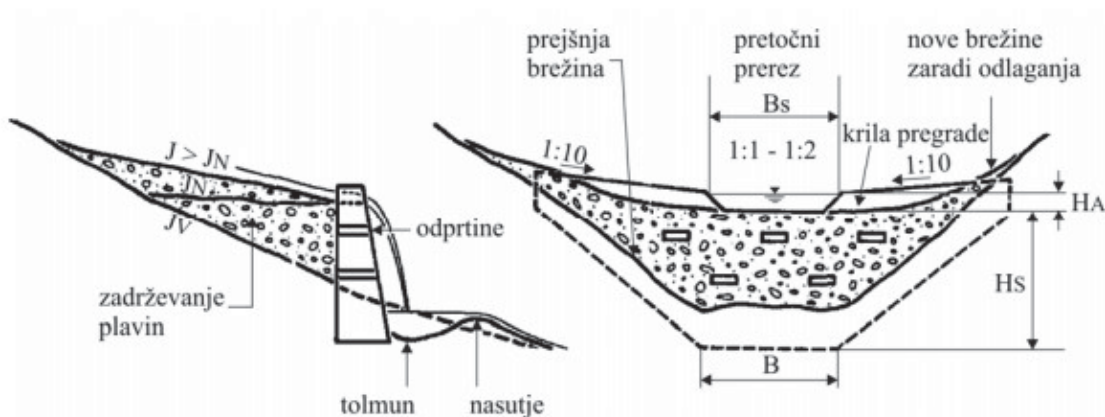
Slika 1: Zaplavni objekt na potoku Hrušica.

2.1 Zadrževalne pregrade

Glavni namen zadrževalnih pregrad (slika 2) na hudournikih je zajem dotoka plavin, predvsem v času visokih pretokov, ko je premeščanje plavin največje. Z umeščanjem razbremenimo strugo dolvodno od pregrade. S tem vodo dolvodno od pregrade očistimo plavin, kar pa poveča premestitveno zmogljivost vodotoka. S tem se poveča izpostavljenost eroziji struge pod pregrado. Z izgradnjo pregrade se zmanjša tudi naklon struge gorvodno od pregrade, posledica tega pa je počasnejši tok in manjša transportna moč hudournika.

Pregrade zadržijo plavine v naravnih ali umetnih zbiralnikih nad njimi. Za zadrževanje plavin se najpogosteje uporabljajo pregrade z majhnimi režami, zgrajene iz kombinacije povsem naravnih in človeško izdelanih materialov (beton, kamen v betonu, les).

Ta tip pregrad se najpogosteje umešča na vrh vršaja, kjer se padci struge zmanjšajo. Zaradi razširitve struge lahko tam zagotovimo ustrezne volumne zaplavnih prostorov. Poleg zadrževanja plavin imajo tudi ustalitevno funkcijo, saj zmanjšujejo erozijo struge in spodkopavanje pobočij. Posledica tega je tudi manjša količina sproščenih plavin (Zalokar, 2015).



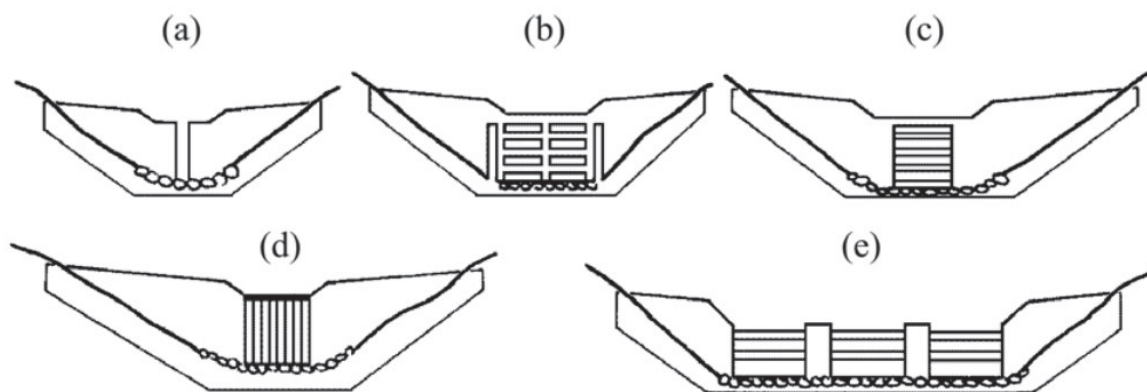
Slika 2: Zadrževalna pregrada (Steinman, Banovec, 2008: str. 138).

2.2 Prebiralne pregrade

Osnovna funkcija prebiralnih pregrad je zadrževanje plavin, ki se premeščajo po strugi vodotoka, namenjene pa so tudi kontroliranemu prepuščanju določenih manjših frakcij sedimentov preko pregrade dolvodno po strugi.

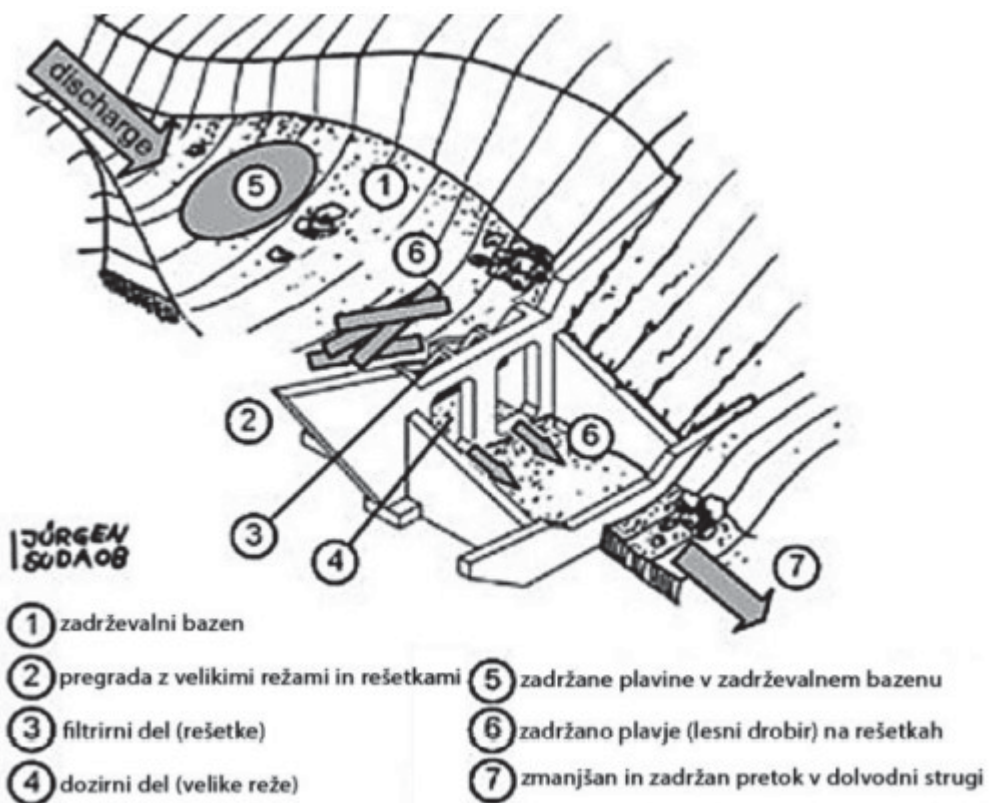
Prebiralne pregrade (slika 3) imajo vertikalno odprtino, ki prepušča fine sedimente. Ti za procese v strugi niso škodljivi in zagotavljajo obnavljanje posteljice struge. Zadržijo pa ves grobi material, ki ima premer večji od širine odprtine, in s tem zmanjšajo negativne vplive premeščanja plavin. Tipični primeri takih pregrad so armiranobetonske zagatne pregrade z jeklenimi zagatnimi nosilci ter režaste armiranobetonske pregrade (Zalokar, 2015).

Negativne vplive na prebiralne pregrade ima plavje, ki se premešča z vodotokom (grmovje, veje, debla). Ta zamaši odprtino pregrad in s tem onemogoči premeščanje drobnih sedimentov. Prebiralna pregrada tako izgubi svoj glavni namen in deluje kot klasična zadrževalna pregrada. Dotok plavja je potrebno preprečiti z lovilnimi mrežami nad pregrado, ali pa pregrado umestiti v hudournik nad gozdno mejo (če je to mogoče) (Senič, 2010).



Slika 3: Vrste prebiralnih pregrad (Steinman, Banovec, 2008: str. 138).

Posebna vrsta prebiralnih pregrad so dozirne oz. filtrirne pregrade (slika 4). Te ob visokih vodah zadržijo večje kose plavja (debla, veje), ki bi lahko poškodovali objekte dolvodno. Namenjene pa so tudi zmanjševanju energije vodnega toka ob visokovodnih pretokih. Zadržano večje plavje nato kontrolirano prepuščajo ob normalnih pretokih. Zasnovane morajo biti tako, da zadržijo samo omenjeno večje plavje, fin material pa nemoteno prepuščajo. Tipičen primer dozirnih in filtrirnih pregrad so pregrade z velikimi režami (Torkar, 2013).



Slika 4: Dozirna oz. filtrirna pregrada (Zalokar, 2015: str. 31).

3 PODATKI IN METODE

Cilj diplomske naloge je ovrednotiti količino premeščenih plavin v hudournikih, ki se izlivajo v Savo Dolinko, ter te podatke primerjati z lastnostmi prispevnih območij posameznih hudournikov. S tem smo ovrednotili vpliv posameznih dejavnikov na količino premeščanja plavin v hudourniških vodotokih. Pri določanju količine premeščenih plavin se nanašamo predvsem na premeščanje rinjenih plavin, saj smo za vhodni podatek uporabili količino zajetega materiala v zaplavni objekti, ki pa zadržijo večinoma to vrsto plavin. Podatke o lastnostih posameznih prispevnih območij smo pridobili s pomočjo analiz v programu SAGA GIS.

3.1 Bilanca premeščenih plavin

3.1.1 Vhodni podatki

Kot vhodne podatke za določanje bilance premeščanja plavin smo uporabili podatke o zapolnjenosti zaplavni objektov, zgrajenih na hudourniških pritokih Save Dolinke. Te podatke smo povzeli iz tabele »Evidenca zaplavni objektov predvidenih za redno čiščenje – Sava Dolinka« (priloga A) podjetja Vodnogospodarsko podjetje d.d. Kranj (VGP Kranj), ki je izvajalo čiščenje in vodilo evidenco omenjenih pregrad v letih od 2011 do 2018. V tabeli so zabeleženi podatki o prostornini in procentu zapolnjenosti objektov ob posameznih ogledih in terminih čiščenja oz. odstranjevanja materiala.

Večino zaplavni objektov vključenih v evidenco predstavljajo zadrževalne pregrade, nekaj objektov pa predstavljajo tudi zaplavni prostori (slika 5).



Slika 5 Zaplavni prostor na potoku Križnica.

Obravnavane zaplavne pregrade so izvedene v treh različnih kombinacijah materialov. Glede na uporabljen konstrukcijski material jih tako lahko razdelimo na betonske pregrade, pregrade iz kamna v betonu (Slika 6) in pregrade iz armirano-betonskih kašt (slika 7). Višine teh pregrad variirajo med 2,5 m in 6,5 m. Prav tako so različni njihovi zadrževalni volumni, ki znašajo od nekaj deset kubičnih metrov do nekaj tisoč kubičnih metrov.



Slika 6: Zadrževalna pregrada na potoku »Graben na pruhu« iz kamna v betonu (višina: 6,5 m).



Slika 7: Zadrževalna pregrada na potoku Hrušica iz armirano-betonske kašte (višina: 3 m).

Opazimo lahko, da se vzdrževanje oz. odstranjevanje zadržanega materiala iz zaplavnih prostorov na tem območju v zadnjem času opušča. To predvidevamo na podlagi popolne zapolnjenosti večine pregrad (slika 8) in zaraščanja dovoznih poti. Polne pregrade ne morejo več prestrezati plavin in izgubijo svojo funkcijo – zadrževati plavine (slika 8). Polna pregrada služi zgolj še kot kaskada za zmanjševanje energije vodnega toka in ima ustalitveno funkcijo. Pri ogledu pregrad smo ugotovili, da je večina obravnavanih pregrad 100% polnih. Ponekod je opuščanje čiščenja zaznati tudi po zaraslih dostopnih poteh, ki ne omogočajo dostopa mehanizaciji za čiščenje. Opuščanje vzdrževanja je razvidno tudi iz tabele evidence čiščenja zaplavnih objektov, kjer opazimo, da je večina pregrad v zadnjih letih zabeleženih kot 100% polnih oz. nepregledanih.



Slika 8: Popolnoma zapolnjena in zadrževalna pregrada na potoku "Grabena na pruhu".

Podatki o zapolnjenosti posameznih pregrad so pridobljeni z ocenami na podlagi terenskih ogledov. Ti podatki so tako lahko relativno netočni. Tudi pri ocenah volumnov zaplavnih prostorov, ki so vzete iz projektne dokumentacije, so verjetno odstopanja od dejanskih vrednosti. Posledično tudi izračunane količine transporta plavin do neke mere odstopajo od dejanskega transporta. Vseeno pa so te vrednosti izračunane na podlagi dejanskih podatkov pridobljenih na terenu. Tako jih lahko primerjamo in z njimi kontroliramo vrednosti, pridobljene na podlagi modeliranja.

3.1.2 Izbor uporabnih podatkov

Kot je omenjeno zgoraj smo za izračun bilance transporta plavin uporabili podatke iz evidence zaplavnih objektov, vendar pa vsi podatki o zapolnjenosti teh objektov niso uporabni za analizo in določanje količine transporta plavin. Pri nekaterih objektih je zapolnjenost 100% celotno obdobje opazovanja (preglednica 1). Ti podatki za analizo niso uporabni, saj ne moremo določiti količine plavin, ki so se premestile preko polne pregrade. Prav tako so nezanesljivi podatki pregrad, kjer zapolnjenost ni 100%, vendar se ta skozi obdobje opazovanja ne spreminja. Podatke, kjer je zapolnjenost enaka 100%, ter podatke, kjer se zapolnjenost med posameznimi ogledi ne spreminja, tako izključimo iz analize.

Preglednica 1: Primer podatkov 100% zapolnjenosti skozi celotno obdobje opazovanja.

21	ŽAKELJ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Manj zanesljivi so tudi podatki, kjer se zapolnjenost iz manjše vrednosti poveča na 100%, saj ne vemo, koliko plavin se je premestilo tudi po tem, ko se je pregrada zapolnila. Takšne podatke smo zato uporabili zgolj v primeru, ko je bil to edini podatek za določeno zaplavno pregrado. Ugotovimo lahko, da so za analizo uporabni predvsem podatki ne povsem zapolnjenih pregrad, kjer se zapolnjenost med dvema ogledoma (čiščenjema) poveča, vendar ne zapolni do konca.

V primeru, ko je na enem vodotoku prisotnih več zaplavnih pregrad, ima zajem plavin zgornje pregrade vpliv na stopnjo zapolnjenosti spodnje pregrade. Dokler zgornja pregrada ni polna, zajema večji del materiala, ko pa se zapolni, gre material naprej in začne polniti spodnjo pregrado. Podatek o zapolnjenosti spodnje pregrade tako ne predstavlja dejanskega dogajanja v vodotoku, zato bomo podatke teh pregrad izključili iz analize. Tako smo izključili nekatere podatke zapolnjenosti zaplavnih pregrad na hudournikih Nadiža, Tofov graben in Hrušica. Po takšni selekciji nam ostanejo podatki za 21 zaplavnih objektov, ki jih bomo lahko uporabili pri analizi in izračunu bilance transporta plavin (preglednica 2). Oznake v preglednici 2 predstavljajo označbe posameznih pregrad, ki smo jih povzeli po evidenci zaplavnih objektov, predvidenih za redno čiščenje (priloga A).

Preglednica 2: Seznam pregrad s podatki, primernimi za analizo. Oznaka pomeni označbo pregrade glede na evidenco zaplavnih objektov, predvidenih za redno čiščenje (priloga A).

Oznaka	Vodotok
10	NADIŽA
11	KLEMUCOV GRABEN
12	KROTNJEK
13	SUHELJ
14	SUHELJ
19	KRIŽNICA
20	ŽAKELJ
26	GRABEN NA PRUHU
27	TARMANOV GRABEN
29	TOFOV GRABEN
34	pritok izpod Mežakle
39	MLINCA
40	PRESUŠNIK
43	DOBRŠNIK
45	HRUŠICA
491	KORANTARJEV (ČOPOV) GR.
50	JAVORNIK
51	pritok Javornika v Jav. Rovtu
52	pritok Javornika pri Kladniku
59	KOTARICA
60	REČICA

3.1.3 Povprečna letna količina premeščenih plavin

Povprečno količino premeščenih plavin v hudourniku v enem letu smo izračunali iz podatkov o času med posameznimi ogledi, podatkov o spremembi stopnje zapolnjenosti pregrad ter podatka o volumnu pregrade. Kot je omenjeno v prejšnjem odstavku, smo količino premeščenih plavin izračunali za tista leta, ko se je zapolnjenost pregrade povečala, vendar ne na 100%.

Letno količino premeščenih plavin na določenem objektu smo izračunali s pomočjo enačbe (1):

$$Q_{plavin} \left[\frac{m^3}{leto} \right] = \frac{\Delta V [m^3]}{\Delta t [dni]} \times 365,26 \quad (1)$$

kjer Q_{plavin} predstavlja letno količino premeščenih plavin za obdobje med dvema zabeleženima podatkom o zapolnjenosti. Δt predstavlja čas med zabeleženima podatkom, ΔV pa volumen materiala, ki se je v tem času zajel na pregradi in ga izračunamo po enačbi (2):

$$\Delta V = \Delta\% \times V \quad (2)$$

Kjer $\Delta\%$ predstavlja spremembo procenta zapolnjenosti v času med dvema zabeleženima podatkom in V celoten volumen obravnavane pregrade.

Iz vseh tako izračunanih podatkov o letni količini premeščenih plavin za določeno pregrado lahko nato izvedemo povprečje, ki predstavlja povprečno letno količino premeščenih plavin za to pregrado izračunano po enačbi 3:

$$\overline{Q_{plavin}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{plavin_i}}{n} \quad (3)$$

3.1.4 Specifični transport plavin

Specifični transport plavin v hudourniku smo z enačbo (4) izračunali iz povprečne letne količine premeščenih plavin in podatka o velikosti prispevnega območja hudournika:

$$Q_{spec} \left[\frac{m^3/leto}{ha} \right] = \frac{\overline{Q_{plavin}}}{A} \quad (4)$$

Kjer Q_{spec} predstavlja specifični transport plavin, A pa velikost prispevne površine v hektarih. Specifični transport nam poda podatek o tem, koliko plavin se premesti na enoto (hektar) prispevne površine oziroma koliko materiala se sprosti oz. erodira na vsako enoto površine.

3.2 Lastnosti prispevnih območij

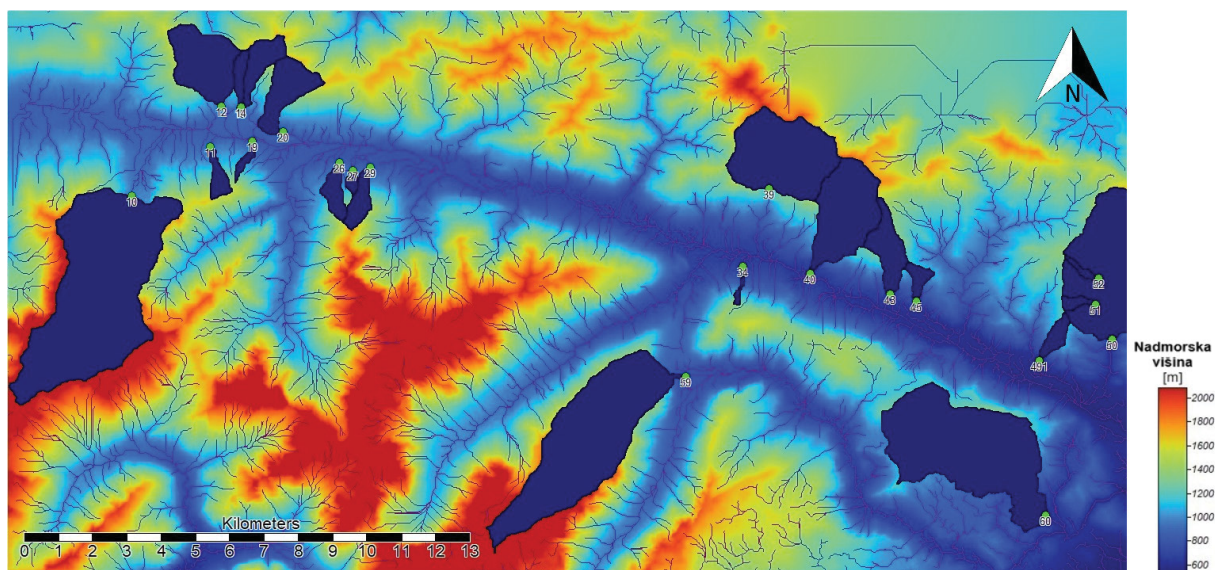
Lastnosti prispevnih območij posameznih hudournikov smo iz vrednotili s pomočjo analize teh območij v GIS programu System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) (Conrad in sod., 2015). Za namene nadaljnje analize in primerjave s količino premeščenih plavin smo uporabili podatke o povprečnih vrednostih lastnosti za prispevna območja hudournikov. Te smo določili za prispevna območja hudournikov, za katere smo v poglavju 3.1.2 ugotovili, da vsebujejo uporabne podatke za določitev bilance transporta plavin.

3.2.1 Model višin in določitev prispevnih območij

Kot prvi korak pri določanju lastnosti porečij moramo določiti meje prispevnih območij hudournikov na mestih pregrad z uporabnimi podatki o bilanci transporta plavin, ki smo jih določili v poglavju 3.1.2. Kot vhodni podatek za določitev prispevnih območij smo uporabili digitalni model višin (DMV), ki smo ga povzeli po »Estimation of soil loss by the WATEM/SEDEM model using an automatic parameter estimation procedure« (Bezák in sod., 2015). Digitalni model višin smo uvozili v omenjeni GIS program ter izbrisali lokalne depresije, ki bi lahko vplivale na izračune (uporaba funkcije sink removal). Za lažje določanje pozicije objektov na hudournikih smo generirali rečno mrežo in uvozili koordinate teh objektov.

S funkcijo »Upslope area« smo v programu za vsako pregrado določili prispevno območje, prikazano v rastrski obliki. Rastrske prikaze prispevnih območij smo pretvorili v poligone. Iz lastnosti teh poligonov smo pridobili podatke o površini posameznih prispevnih območij, ki so ena od glavnih lastnosti, za katere bomo v nadaljevanju preverjali povezanost s transportom plavin v hudournikih.

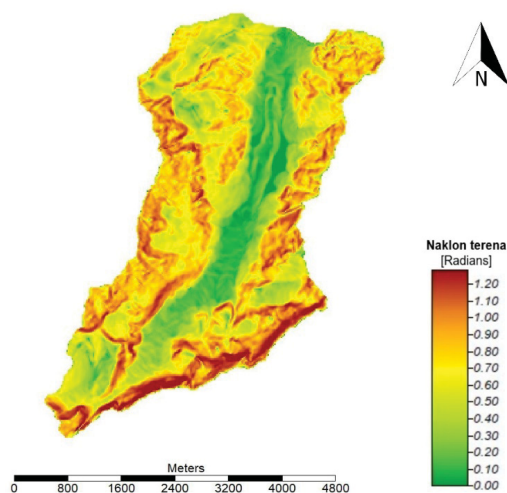
Z ustvarjenimi poligoni prispevnih območij smo v nadaljevanju obrezali sloje podatkov na meje prispevnih območij in s tem pridobili podatke za zaledja posameznih pregrad, ki jih bomo primerjali s količino premeščenih plavin. Na sliki 9 so prikazani poligoni prispevnih območij pregrad s podatki, uporabnimi za analizo bilance transporta, ki smo jih določili v poglavju 3.1.2. Oznake posameznih pregrad so podane v prilogi A.



Slika 9: Lokacije pregrad z uporabnimi podatki in poligoni njihovih prispevnih območij. Z modrimi poligoni so prikazana prispevna območja, z zelenimi pikami pa označene lokacije zaplavnih pregrad.

3.2.2 Naklon prispevnega območja

Rastrski sloj s podatki o naklonih terena smo pridobili z analizo terena v programu Saga GIS. Poleg naklonov smo iz analize pridobili tudi rastrski sloj z vrednostmi LS koeficienta, ki ga bomo obravnavali pri faktorjih enačbe USLE v poglavju 3.2.3. Sloj s podatki o naklonih terena smo obrezali s poligoni posameznih prispevnih območij in tako dobili podatke o naklonih terena za zaledja posameznih pregrad. Za vsako prispevno območje smo tako določili povprečen naklon terena, podanega v radianih, ki ga bomo pri analizi primerjali z bilanco transporta plavin tega območja. Nakloni terena za prispevno območje pregrade na potoku Nadiža so prikazani na sliki 10.



Slika 10: Prikaz naklonov terena za prispevno območje zaplavne pregrade na potoku Nadiža.

3.2.3 Parametri enačbe USLE

Enačba USLE (angl. Universal Soil loss Equation) predstavlja empirični model za napovedovanje sproščanja zemljine, ki jo voda erodira iz matičnih tal. Omenjena enačba spada med tradicionalne metode za napovedovanje erozije, katere izhajajo iz področja kmetijstva.

Enačba je bila v osnovi zasnovana za napovedovanje srednje letne izgube tal, naknadno pa je bila prilagojena tako, da je z njo erozijo možno napovedovati tudi za krajša obdobja. Kasneje je bil model izboljšán, ter dobil ime RUSLE (Revised USLE oz. popravljena USLE) (Petkovšek, 2000).

Enačbo, ki nam poda povprečno letno izgubo tal, predstavlja zmnožek šestih dejavnikov. Faktorji v enačbi so večinoma določeni iz razmerja lastnosti dejanskih in standardnih razmer. Pri tem standardne razmere predstavlja erozijska ploskev dolžine 22,1 m (in širine približno 4 m), z naklonom 9%, neporaščena in obdelana z oranjem v smeri padca pobočja. Pri teh standardnih razmerah so bili opravljeni poskusi, na katerih je zasnovana enačba USLE (Petan, 2010). Enačba ima obliko:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (6)$$

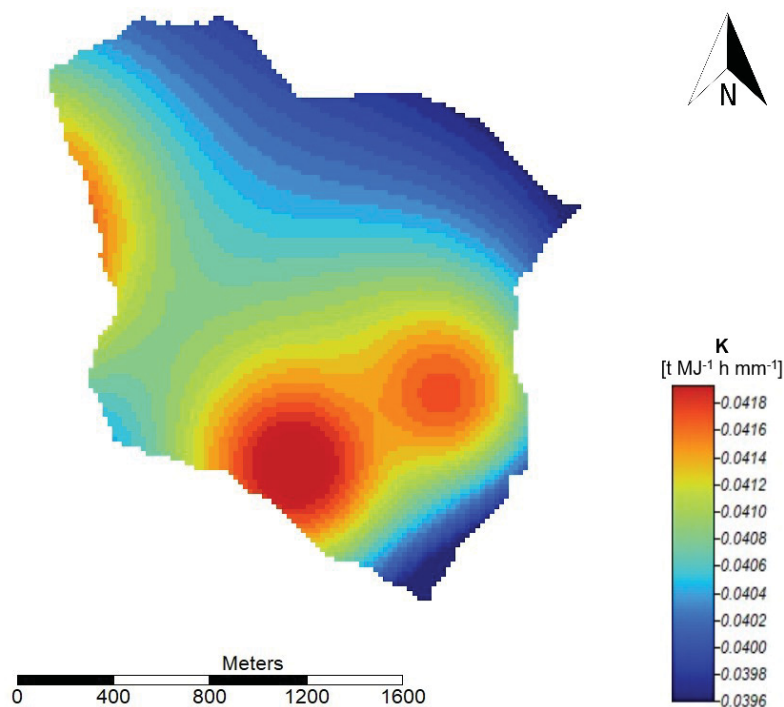
V enačbi 6 posamezne oznake predstavljajo:

- A ... povprečna letna izguba tal na enoto površine [t/ha]
- R ... faktor erozivnosti padavin in odtoka [$\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm h}^{-1}$],
- K ... faktor erodibilnosti tal glede na standardne razmere [$\text{t MJ}^{-1} \text{ h mm}^{-1}$],
- L ... faktor dolžine pobočja oz. razmerje med izgubo tal pri dejanski in standardni dolžini [-],
- S ... faktor naklona pobočja oz. razmerje med izgubo tal pri dejanskem in standardnem naklonu [-],
- C ... faktor pokrovnosti tal oz. razmerje med izgubo tal pri dejanski in standardni pokrovnosti [-],
- P ... faktor zaščitnih (kmetijskih) ukrepov oz. razmerje med izgubo tal pri dejanski in standardni obdelavi oz. zaščiti zemljišča [-].

Faktorji v enačbi se delijo na dve skupini. Faktorji R, L in S spadajo v skupino aktivnih dejavnikov in so odvisni od podnebnih in topografskih lastnosti terena. Faktorja L in S lahko združimo v skupni faktor LS, ki povzema lastnosti terena. Drugo skupino pa predstavljajo reaktivni dejavniki, kamor spadajo faktorji K, C in P, ki opisujejo erodibilnost, pokrovnost in zaščitne ukrepe tal (Petan, 2010).

V okviru diplomske naloge bomo vrednosti faktorjev LS, R, K in C za posamezna prispevna območja primerjali s podatki o bilanci transporta plavin za ta območja. Tako bomo lahko ovrednotili vpliv posameznega faktorja na transport plavin oz. zapolnjenost zaplavnih pregrad. Faktorja P v analizo nismo vključili, saj na obravnavanih območjih ni prisotnih večjih kmetijskih površin, s tem pa tudi ne zaščitnih kmetijskih ukrepov.

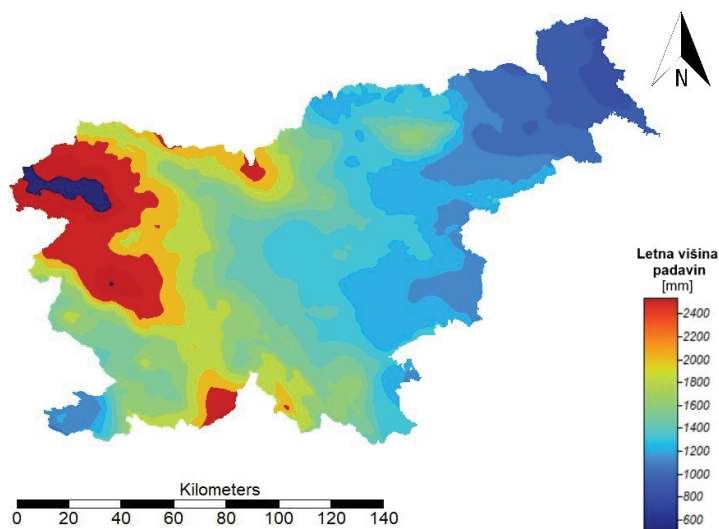
Rastrski sloj s podatki o vrednostih LS faktorja smo pridobili s pomočjo analize terena v programu SAGA GIS, kot smo omenili v poglavju 3.2.2. Sloje s podatki o faktorjih R, K in C pa smo povzeli po »Estimation of soil loss by the WATEM/SEDEM model using an automatic parameter estimation procedure« (Bezak in sod., 2015). Povprečne vrednosti faktorjev za posamezna prispevna območja smo pridobili z obrezom omenjenih rastrskih slojev na poligone teh območij. Vrednosti faktorja K za prispevno območje pregrade na potoku Krotnjek so prikazane na sliki 11.



Slika 11: Vrednosti faktorja erodibilnosti tal K za prispevno območje zaplavne pregrade na potoku Krotnjek.

3.2.4 Podatki o padavinah

Pri podatkih o lastnostih padavin smo uporabili podatke o povprečni letni višini merjenih padavin v obdobju 1961-1990. Podatke smo v obliki rastrskih slojev pridobili iz spletne objektno storitve (WFS) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov (ARSO, 2021). Enako kot pri podatkih v poglavjih 3.2.2 in 3.2.3 smo povprečne vrednosti prispevnih območij za primerjavo z bilanco transporta dobili z obrezom slojev na poligone teh območij (funkcija Clip grid with polygon). Na sliki 12 so prikazane povprečne letne višine padavin za območje Slovenije.



Slika 12: Povprečna letna višina merjenih padavin 1961-1990 na območju Slovenije.

3.2.5 Meltonovo število

Meltonovo število je del zveze med naklonom hudourniškega vršaja in nekaterimi drugimi topografskimi parametri, ki jo je v eni od prvih terenskih študij geomorfnih procesov predlagal Melton (1965) (Sodnik in Mikoš, 2006). Na vrednost števila vplivata višinska razlika med najvišjo in najnižjo točko prispevnega območja ter njegova površina. Izračunamo ga po enačbi:

$$Mel = (H_{MAX} - H_{MIN}) \times A^{-0,5} \quad (7)$$

V enačbi 7 posamezne oznake predstavljajo:

Mel ... Meltonovo število

H_{MAX} ... višina najvišje točke hudourniškega območja [km]

H_{MIN} ... višina najnižje točke hudourniškega območja [km]

A ... površina hudourniškega območja [km²]

Parametre za izračun Meltonovega števila za posamezna prispevna območja smo pridobili iz analize terena teh območij v programu SAGA. Iz pridobljenih parametrov smo izračunali vrednosti Meltonovega števila za prispevna območja zaplavnih pregrad.

3.2.6 Razredi stopenj nevarnosti erozije

Za prispevna območja zaplavnih pregrad smo določili razrede stopenj nevarnosti ploskovne in linijske erozije. Te smo pridobili na podlagi opozorilne karte ploskovne erozije in opozorilne karte linijske erozije. Obe karti je po naročilu Geološkega zavoda Slovenije izdelalo podjetje Eho projekt d.o.o. (Lajevec in sod., 2020). Podatke v obliki rastrskih slojev smo obrezali na poligone prispevnih območij, da smo dobili vrednosti za posamezno območje. Erozijski obeh vrst sta razdeljeni v štiri razrede stopenj nevarnosti (1, 2, 3 in 4), povprečno vrednost posameznega območja pa predstavlja številka med 1 in 4, odvisno katera stopnja erozije je na tem območju najbolj zastopana.

3.2.6.1 Opozorilna karta ploskovne erozije

Opozorilna karta ploskovne erozije je izdelana v merilu 1:25.000. Izdelana je z GIS modeliranjem na podlagi prilagojene metode RUSLE (Lajevec in sod., 2020). Omenjena karta razdeli območje na štiri stopnje nevarnosti pojavljanja ploskovne erozije:

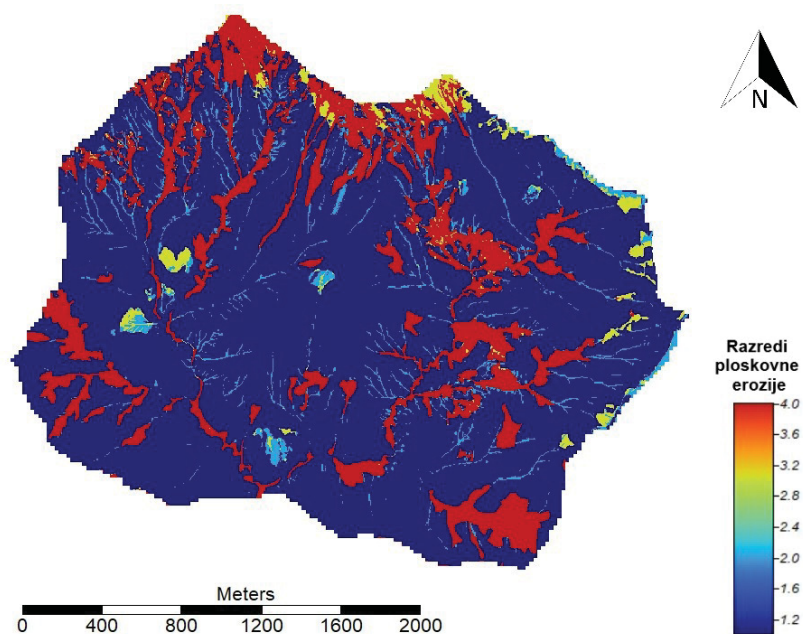
- I. stopnja - neznatna erozijska nevarnost
- II. stopnja - majhna erozijska nevarnost
- III. stopnja - srednja erozijska nevarnost
- IV. stopnja - velika erozijska nevarnost

3.2.6.2 Opozorilna karta linijske erozije

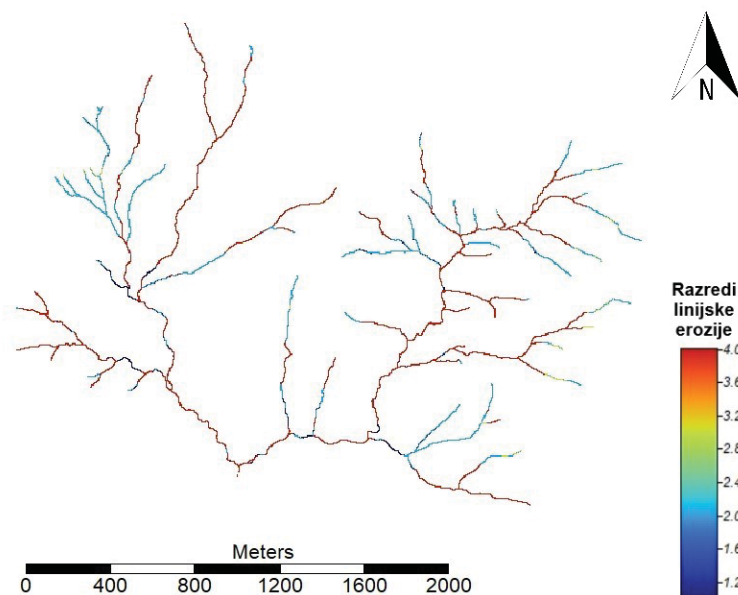
Tudi opozorilna karta linijske erozije je izdelana v merilu 1:25.000. Izdelana je s pomočjo GIS modeliranja (Lajevec in sod., 2020). Karta hidrografske mreže obravnavanega območja razdeli na štiri stopnje nevarnosti pojavljanja linijske erozije:

- I. stopnja - zelo majhna erozijska nevarnost
- II. stopnja - majhna erozijska nevarnost
- III. stopnja - srednja erozijska nevarnost
- IV. stopnja - velika erozijska nevarnost

Na slikah 13 in 14 so prikazani razredi ploskovne in linijske erozije za prispevno območje ene od pregrad.



Slika 13: Razredi ploskovne erozije za prispevno obdobje potoka Mlinca.



Slika 14: Razredi linijske erozije za hidrografsko mrežo potoka Mlinca.

3.3 Vpliv lastnosti prispevnih območij na bilanco transporta plavin

Radi bi ovrednotili, kateri dejavniki oz. lastnosti prispevnih območij imajo najvidnejši vpliv na transport plavin, oziroma poiskali morebitno korelacijo med parametri povodja in transportom plavin na hudourniku. To bomo ugotovili s primerjavo bilance transporta plavin, ki smo jo ocenili v poglavju 3.1, in lastnostmi oz. izbranimi parametri prispevnih območij, ki smo jih izrednotili v poglavju 3.2 .

Posamezne lastnosti prispevnih območij bomo primerjali s povprečno letno količino premeščenih plavin ter s specifičnim transportom plavin. Pri primerjavi z letno količino premeščenih plavin preverjamo direkten vpliv posamezne lastnosti na premeščanje plavin v vodotoku. Pri primerjavi s specifičnim transportom plavin (kjer je transport normiran na enoto površine) pa izključimo vpliv površine prispevnih območij in tako ovrednotimo, kakšen vpliv ima posamezna lastnost na transport plavin v vodotoku ob upoštevanju vpliva velikosti prispevne površine. V primeru, da ima površina prispevnega območja bistven vpliv na transport plavin, lahko tako v drugem primeru ta vpliv izključimo in med seboj primerjamo podatke prispevnih območij različnih velikosti.

Za vsak obravnavan dejavnik oz. lastnost prispevnega območja bomo iz podatkov ustvarili raztreseni grafikon. Na eno os naneseemo podatke o bilanci transporta plavin za posamezne pregrade, na drugo os pa vrednosti obravnavane lastnosti za te pregrade. Vpliv na transport plavin bo največji pri tistih dejavnikih, kjer bo linearna odvisnost na raztresenem grafu največja. Odvisnost med podatki na grafu dobimo z izrisom linearne trendne črte in pripadajoče vrednosti $R - \text{kvadrat}$. Vrednost R predstavlja Pearsonov koeficient korelacije. Ta predstavlja številsko mero za ugotavljanje linearnih povezanosti dveh spremenljivk oziroma skupin podatkov. Zavzame lahko vrednosti od -1 do 1. Če je vrednost koeficienta blizu 0, to pomeni, da je korelacija majhna. S približevanjem njegove vrednosti proti 1 oz. -1, pa se večja povezanost med spremenljivkama oziroma se večja korelacija med njima. Pri tem gre pri pozitivnih vrednostih za pozitivno korelacijo, pri negativnih pa za negativno. Razlikovanju med pozitivno in negativno korelacijo se izognemo z uporabo kvadrirane vrednosti (Zemljak, 2019).

Za vsak dejavnik bomo torej izrisali dva raztresena grafikona, kjer bomo pri prvem njegove vrednosti primerjali s povprečno letno količino premeščenih plavin, pri drugem pa s specifičnim transportom plavin.

4 REZULTATI IN DISKUSIJA

4.1 Bilanca transporta plavin

Podatki o povprečni letni količini premeščenih plavin in specifičnem transportu plavin, ki smo jih izračunali po metodah opisanih v poglavjih 3.1.3 in 3.1.4, so prikazani v preglednici 3.

Preglednica 3: Podatki o povprečni količini premeščenih plavin in specifičnem transportu plavin.

Oznaka	Vodotok	Povprečna količina premeščenih plavin [m ³ /leto]	Specifični transport [m ³ /(ha*leto)]
10	NADIŽA	3500,0	2,18
11	KLEMUCOV GRABEN	160,0	2,83
12	KROTNJEK	163,9	0,50
13	SUHELJ	1360,0	8,28
14	SUHELJ	900,0	7,58
19	KRIŽNICA	13,7	0,64
20	ŽAKELJ	27,8	0,14
26	GRABEN NA PRUHU	166,6	2,25
27	TARMANOV GRABEN	41,3	2,24
29	TOFOV GRABEN	165,9	2,08
34	pritok izpod Mežaklje	33,2	2,59
39	MLINCA	1356,8	2,21
40	PRESUŠNIK	2054,6	4,58
43	DOBRŠNIK	281,3	1,70
45	HRUŠICA	60,0	1,31
491	KORANTARJEV (ČOPOV) GR.	4,2	0,07
50	JAVORNIK	585,0	0,89
51	pritok Javornika v Jav. Rovtu	63,3	2,40
52	pritok Javornika pri Kladniku	3,8	0,21
59	KOTARICA	435,6	0,38
60	REČICA	111,3	0,10
	POVPREČNA VREDNOST	547,1	2,15

Izračunana povprečna vrednost specifičnega transporta plavin za pregrade, katerih podatke smo uporabili, znaša $2,15 \frac{m^3}{ha \cdot leto}$. Vrednost povprečnega sproščanja hribinskega materiala in plodnih tal zaradi erozije za območje Karavank, ki smo jo povzeli po Vodnogospodarskih osnovah (Zveza vodnih skupnosti Slovenije, 1978), znaša $797 \frac{m^3}{km^2 \cdot leto}$ oziroma $7,97 \frac{m^3}{ha \cdot leto}$. Vendar pa se moramo zavedati, da več kot polovica količine materiala zaostane na mestu in ne doseže struge vodotokov. Povprečni specifični transport plavin v strugah tako po tem viru znaša približno $3-4 \frac{m^3}{ha \cdot leto}$. V preglednici 4 pa so prikazane ocene specifičnega sproščanja gradiva za območje celotne Slovenije različnih avtorjev. Vrednosti, ki smo jih izračunali na

podlagi analize zapolnjenosti zaplavnih pregrad, so primerljive s podanimi ocenami transporta drugih avtorjev, saj se nahajajo v območju med temi vrednostmi. Vrednosti se predvsem ujemajo z oceno povprečnega specifičnega transporta za območje Karavank (Zveza vodnih skupnosti Slovenije, 1978), ki so sicer nekoliko večje. Razlog za to je tudi ta, da količine transporta, izračunane na podlagi zapolnjenosti pregrad, obsegajo le rinjene plavine, saj zaplavne pregrade ne zadržijo lebdečih plavin.

Preglednica 4: Prikaz ocen specifičnega sproščanja gradiva za območje Slovenije (Komac in Zorn, 2005):

Vir	Specifično sproščanje gradiva [t/(ha*leto)]	Specifično sproščanje gradiva [m ³ /(ha*leto)]
Lazarevič, 1981	3,13	1,18
Zemljič, 1972; Rainer in Zemljič, 1975; Horvat, 1987; Horvat, 2002	4,18	1,58
Komac in Zorn, 2005	3,7 - 4,52	1,40 – 1,71

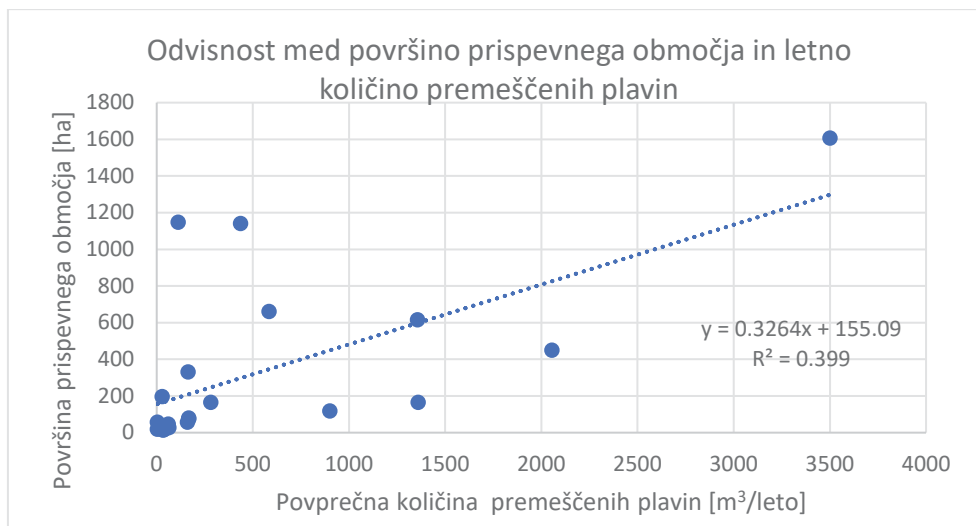
Primerjava izračunane povprečne letne količine premeščenih plavin s podatki hidrološke študije Save Dolinke (VGI, 1995) za nekatere vodotoke je prikazana v preglednici 5. V študiji smo pridobili podatke zgolj za tri pregrade, ki smo jih uporabili pri analizi. Za te tri pregrade so količine premeščanja, pridobljene iz študije VGI, precej večje od izračunanih. Pri tem je potrebno upoštevati, da določena količina sproščenega materiala, ocenjenega v študiji (VGI, 1995), zaostane na mestu in ne doseže struge vodotoka. Izračunane vrednosti so manjše tudi zato, ker te obsegajo le količine premeščenih rinjenih plavin, ne pa tudi lebdečih plavin. Eden od razlogov za odstopanja je lahko tudi ta, da so količine v študiji VGI podane za prerez struge pri izlivu v Savo Dolinko, v diplomski nalogi izračunane količine pa temeljijo na podatkih zaplavnih pregrad, ki so stacionirane višje v vodotoku. Boljšo primerjavo bi lahko izvedli, če bi imeli iz študije na voljo podatke za več vodotokov, ki jih obravnavamo.

Preglednica 5: Primerjava izračunanih povprečnih letnih količin premeščenih plavin s podatki o povprečnem letnem sproščanju materiala (VGI, 1995)

Povodje	Povprečno letno sproščanje materiala [m ³ /leto] (VGI, 1995)	Izračunana povprečna letna količina premeščenih plavin [m ³ /leto] (Prezelj, 2021)
Mlinca	11481	1357
Presušnik	9521	2055
Dobršnik	2396	281

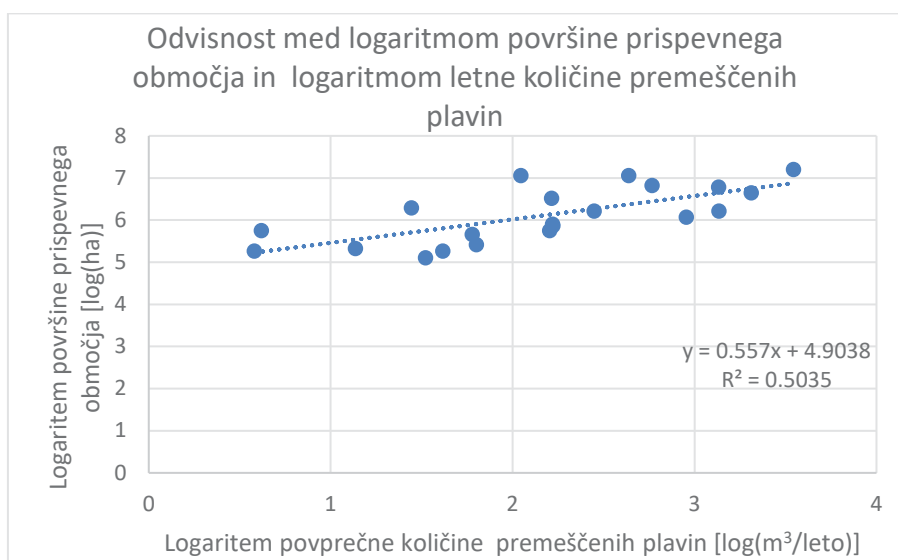
4.2 Vpliv površine prispevnega območja

Na grafikonu na sliki 15 je prikazana odvisnost med površinami prispevnih območij in povprečnimi letnimi količinami premeščenih plavin.



Slika 15: Grafikon odvisnosti med površino prispevnega območja in povprečno letno količino premeščenih plavin.

Dodatno je na grafikonu na sliki 16 prikazana še odvisnost med logaritmiranimi vrednostmi površin prispevnih območij in logaritmiranimi povprečnimi letnimi količinami premeščenih plavin. Pri preverjanju vplivov drugih dejavnikov odvisnosti za logaritmirane vrednosti ne bomo prikazovali, saj so tam odvisnosti podobne ali manjše.

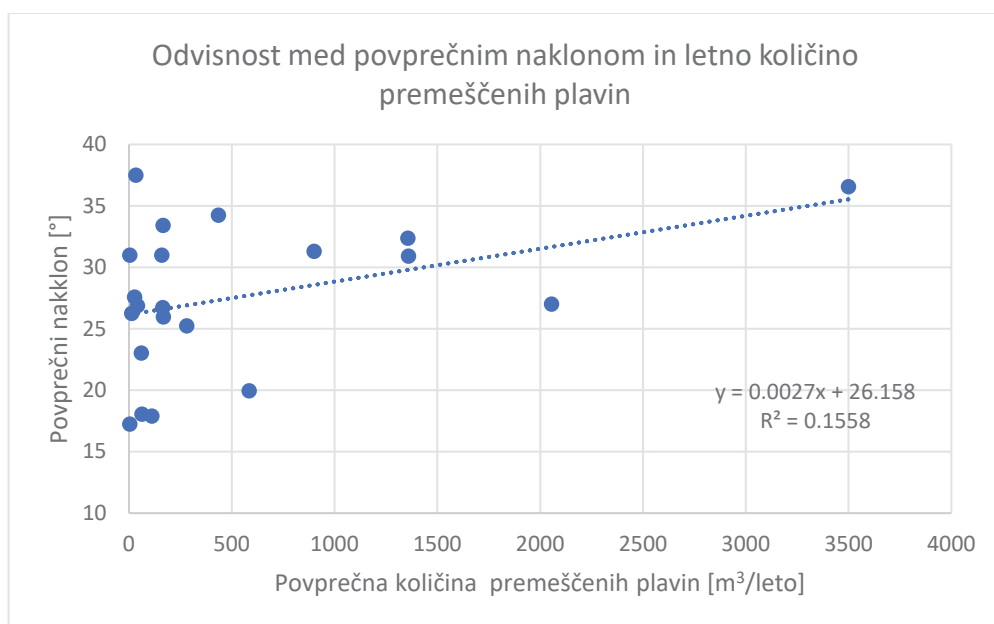


Slika 16: Grafikon odvisnosti med logaritmom površine prispevnih območij in logaritmom povprečne letne količine premeščenih plavin

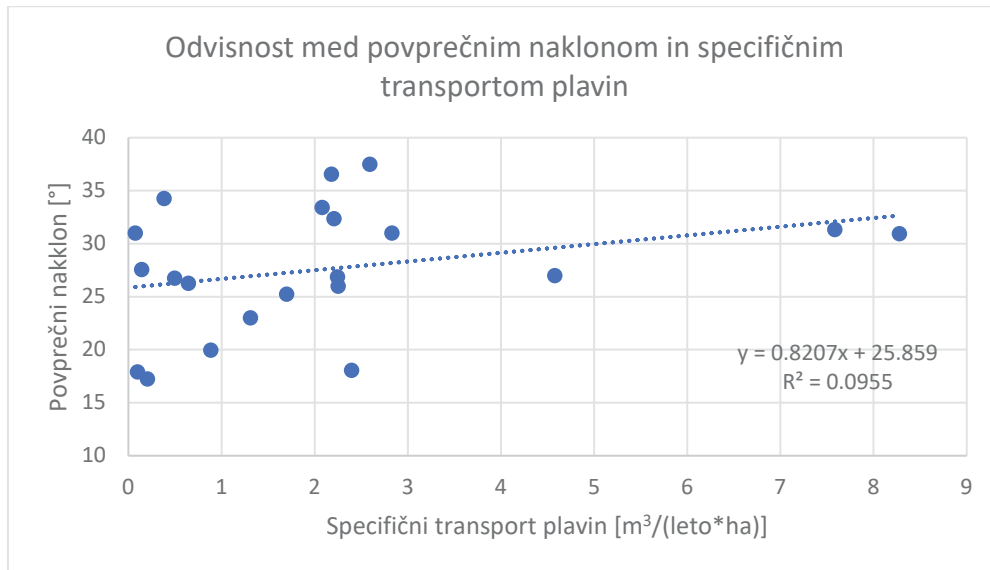
Iz grafikonov na slikah 15 in 16 je razvidno, da odvisnost med površino prispevnih območij in povprečno letno količino premeščenih plavin ni najboljša, vendar je viden trend večanja transporta s povečevanjem površine. Predvidevamo torej lahko, da površina do neke mere ima vpliv na premeščanje plavin. Glede na velik raztros količin glede na površino lahko sklepamo, da imajo na transport pomemben vpliv tudi drugi dejavniki. Na manjšo odvisnost bi lahko vplivala tudi negotovost vhodnih podatkov, saj analiza premeščenih plavin temelji na terenskih ocenah zapolnjenosti pregrad in njihovih volumnov, ne na dejanskih točnih podatkih (npr. geodetske izmere).

4.3 Vpliv naklona prispevnega območja

Na grafikonih na slikah 17 in 18 sta prikazani odvisnosti med povprečnim naklonom prispevnega območja v stopinjah in povprečno letno količino premeščenih plavin ter specifičnim transportom plavin.



Slika 17: Grafikon odvisnosti med povprečnim naklonom prispevnega območja in povprečno letno količino premeščenih plavin.

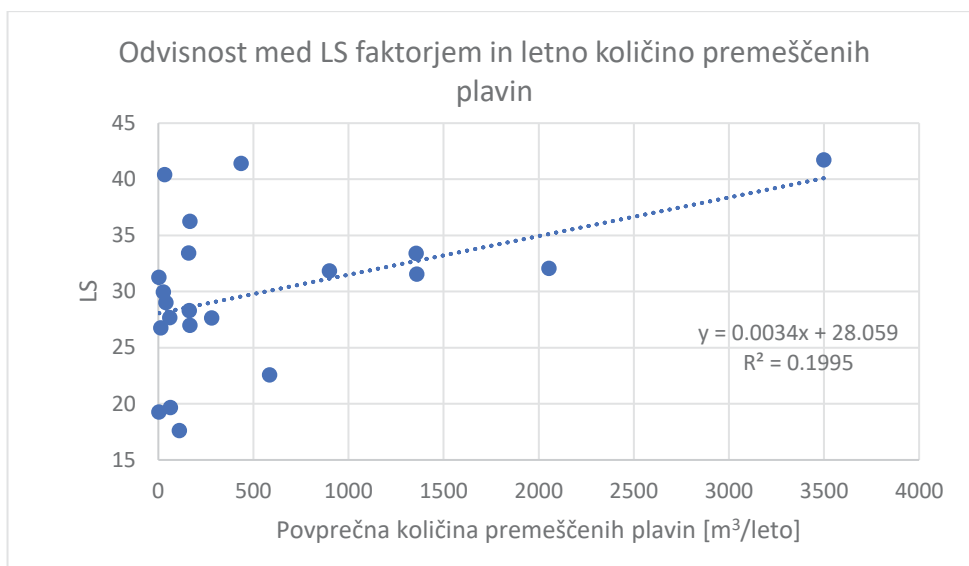


Slika 18: Grafikon odvisnosti med povprečnim naklonom prispevnega območja in specifičnim transportom plavin.

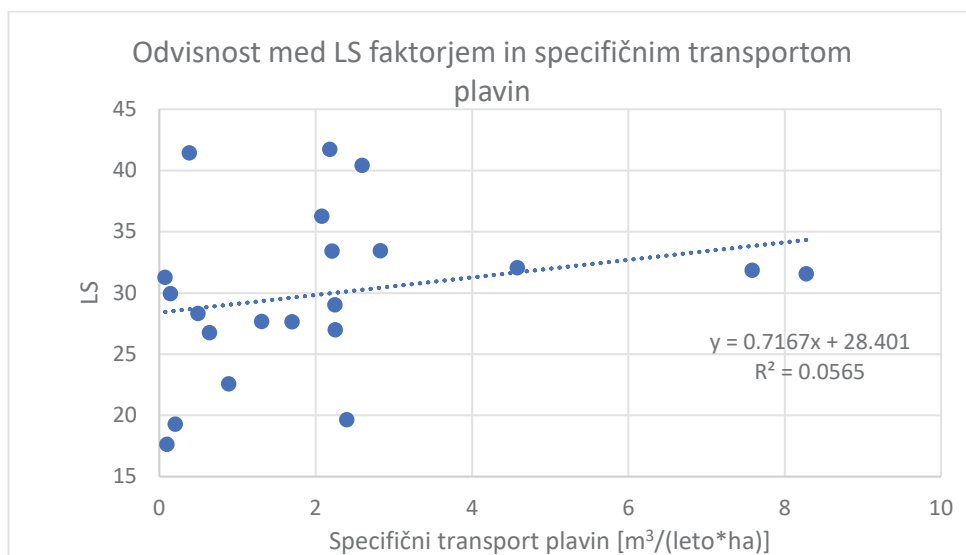
Iz grafov lahko razberemo, da obstaja rahel trend večanja transporta plavin z večanjem povprečnih naklonov, vendar ta odvisnost ni velika oziroma izrazita. Večja kot pri specifičnem transportu (kjer je transport normiran na enoto površine) je odvisnost pri dejanskem transportu, iz česar lahko sklepamo, da površina pri vplivu naklona nima bistvene vloge. Iz tega sledi, da imajo na transport plavin največji vpliv nakloni same struge in ne celotnega prispevnega območja.

4.4 Vpliv parametrov enačbe USLE

Na grafikonih na slikah 19 in 20 so prikazane odvisnosti med parametrom LS enačbe USLE in povprečno letno količino premeščenih plavin, ter specifičnim transportom plavin.



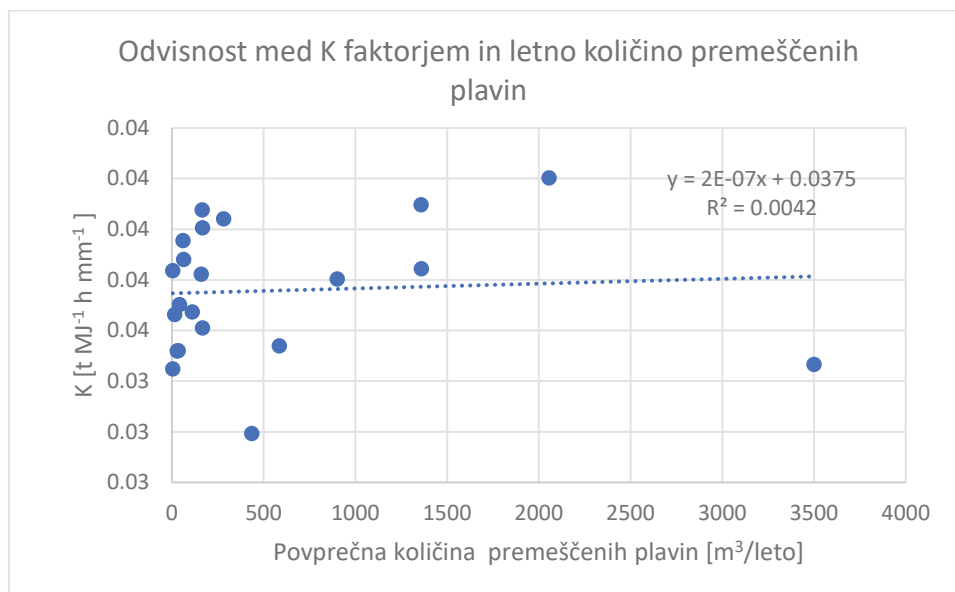
Slika 19: Grafikon odvisnosti med LS faktorjem (združen faktor dolžine in naklona pobočja) in povprečno letno količino premeščenih plavin.



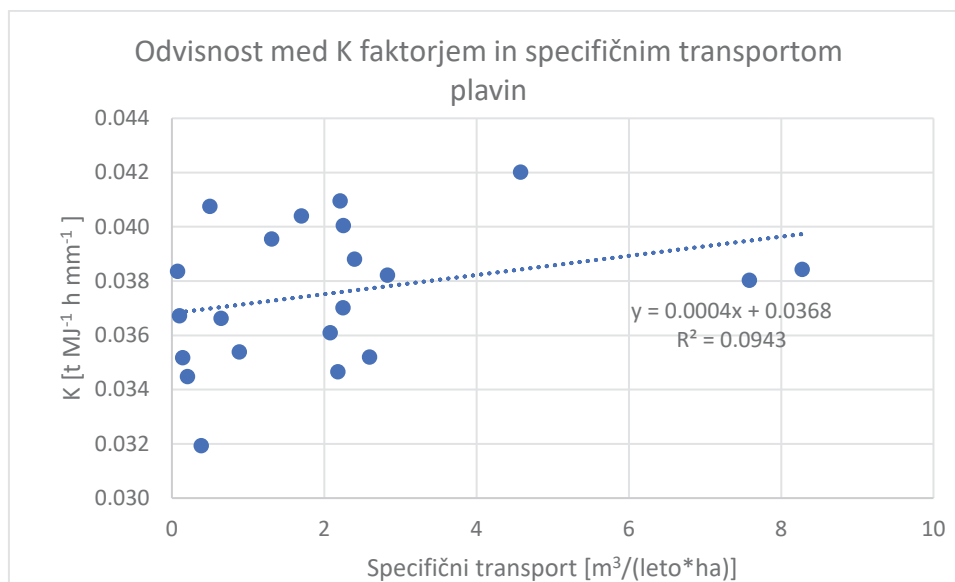
Slika 20: Grafikon odvisnosti med LS faktorjem (združen faktor dolžine in naklona pobočja) in specifičnim transportom plavin.

Opazimo lahko, da je odvisnost pri faktorju LS podobna kot odvisnost pri povprečnih naklonih prispevnih območij. Pri dejanski količini premeščenih plavin, ki je v tem primeru bolj relevantna, je odvisnost pri LS faktorju nekoliko večja. Po tem lahko sklepamo, da ima tudi dolžina vodotoka nekočšen vpliv na transport plavin.

Na grafikonih na slikah 21 in 22 so prikazane odvisnosti med parametrom K enačbe USLE in povprečno letno količino premeščenih plavin ter specifičnim transportom plavin.



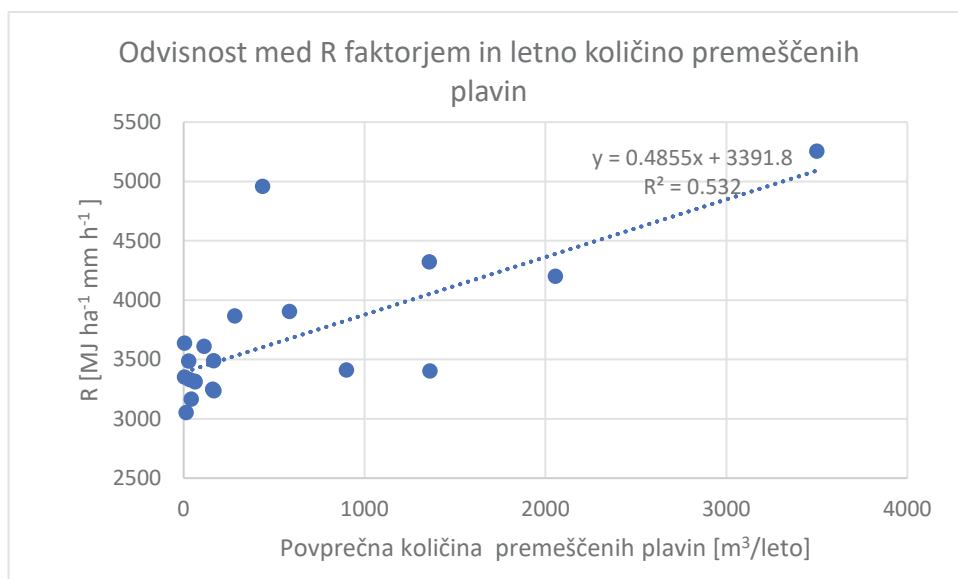
Slika 21: Grafikon odvisnosti med faktorjem K (faktor erodibilnosti tal) in povprečno letno količino premeščenih plavin.



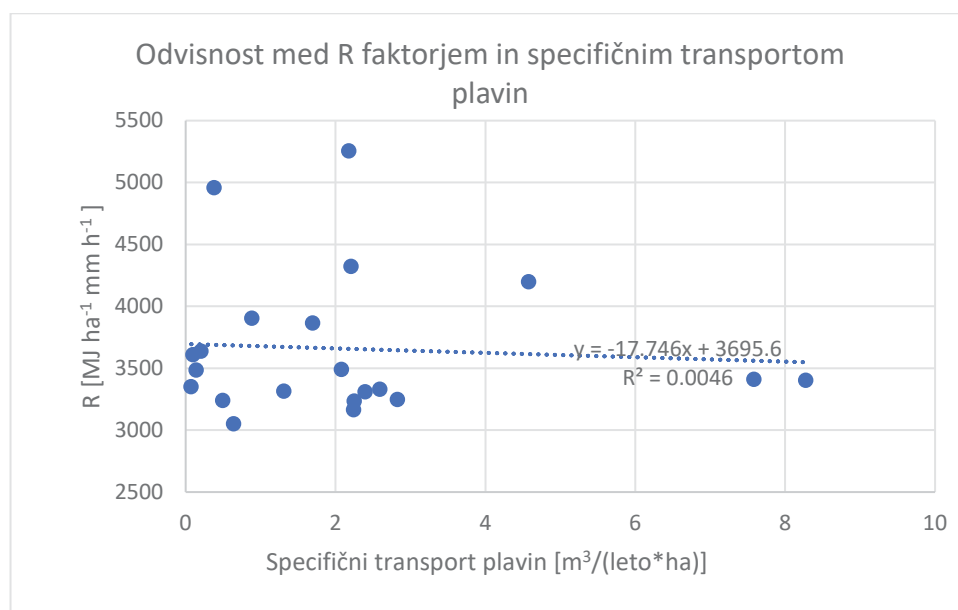
Slika 22: Grafikon odvisnosti med faktorjem K (faktor erodibilnosti tal) in specifičnim transportom plavin

Pri parametru K je odvisnost večja pri specifičnem transportu, ki je normiran na enoto površine. Iz tega sledi, da na količino transporta vpliva stopnja erodibilnosti celotnega prispevnega območja oz. ne samo stopnja erodibilnosti tal v bližini struge.

Na grafikonih na slikah 23 in 24 so prikazane odvisnosti med parametrom R enačbe USLE in povprečno letno količino premeščenih plavin ter specifičnim transportom plavin.



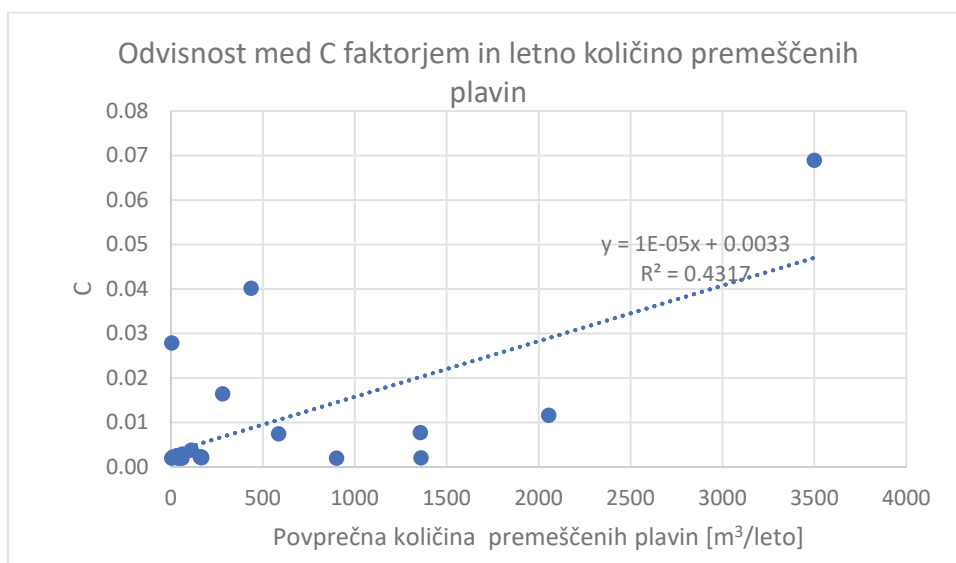
Slika 23: Grafikon odvisnosti med faktorjem R (faktor padavin in odtoka) in povprečno letno količino premeščenih plavin.



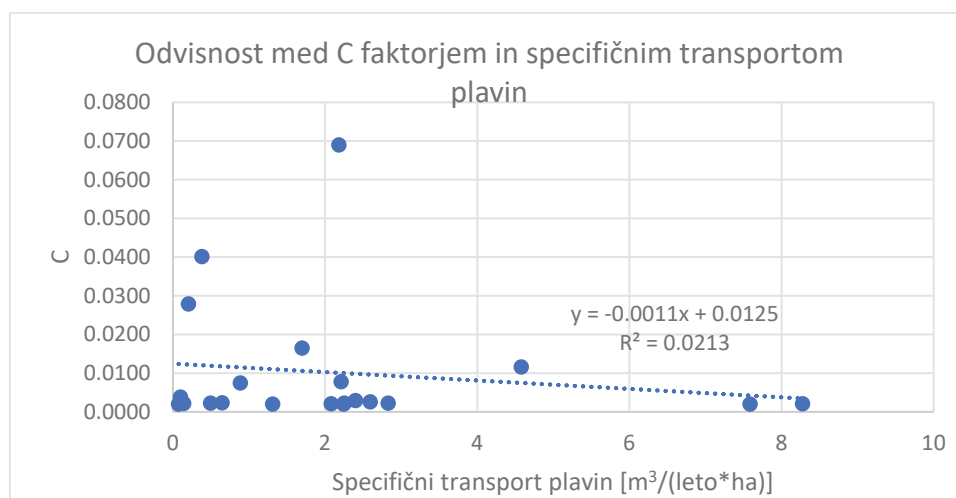
Slika 24: Grafikon odvisnosti med faktorjem R (faktor padavin in odtoka) in specifičnim transportom plavin.

Pri parametru erozivnosti padavin in odtoka je odvisnost bistveno bolj izrazita pri dejanski količini premeščenih plavin. Pri dejanski količini premeščenih plavin podatki niso normirani na enoto površine. Iz tega sledi, da na povezavo med parametrom R in transportom plavin površina posameznega prispevnega območja nima vpliva. Tako lahko sklepamo, da ima parameter padavin in odtoka R vpliv večinoma na procese v strugi in ob njej.

Na grafikonih na slikah 25 in 26 so prikazane odvisnosti med parametrom C enačbe USLE in povprečno letno količino premeščenih plavin ter specifičnim transportom plavin.



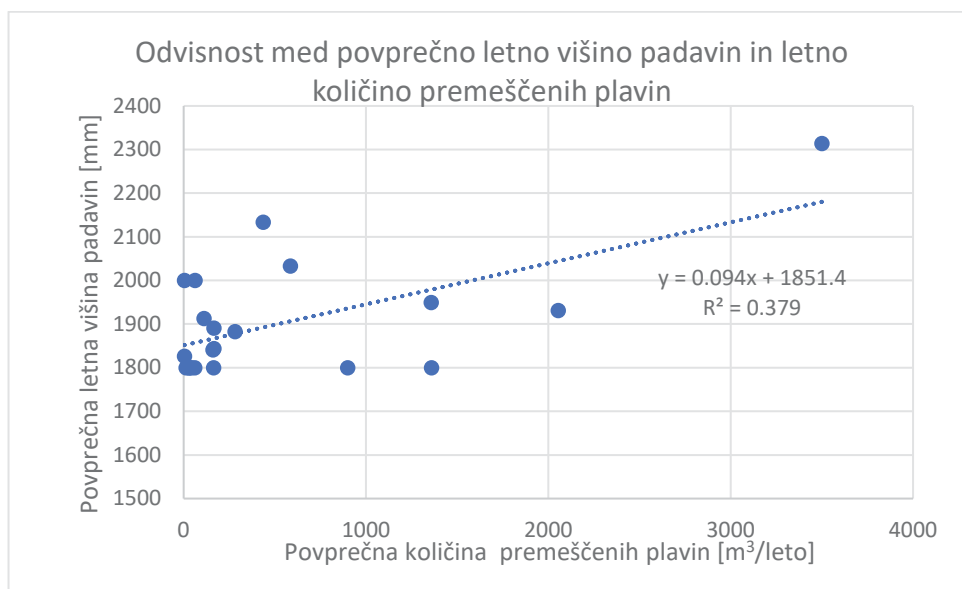
Slika 25: Grafikon odvisnosti med faktorjem C (faktor pokrovnosti tal) in povprečno letno količino premeščenih plavin.



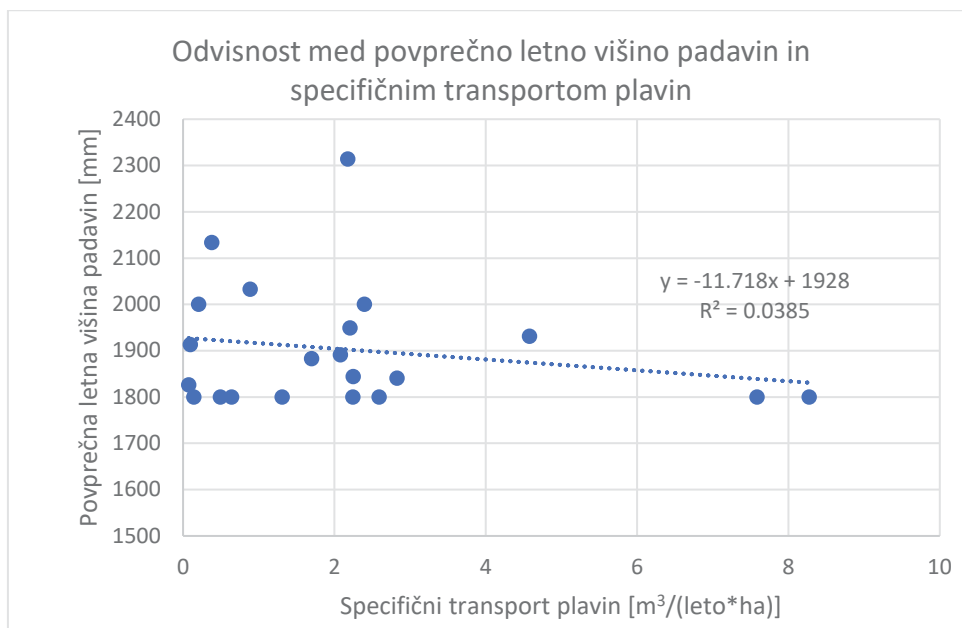
Slika 26: Grafikon odvisnosti med faktorjem C (faktor pokrovnosti tal) in specifičnem transportom plavin.

Iz zgornjih grafikonov lahko ocenimo, da imata na transport plavin v hudournikih med parametri enačbe USLE največji vpliv faktor padavin in odtoka, pa tudi faktor pokrovnosti tal.

Odvisnost med povprečno letno količino padavin na prispevnih območjih in povprečno letno količino premeščenih plavin ter specifičnim transportom plavin je prikazana na grafikonih na slikah 27 in 28.



Slika 27: Grafikon odvisnosti med povprečno letno višino padavin in povprečno letno količino premeščenih plavin.

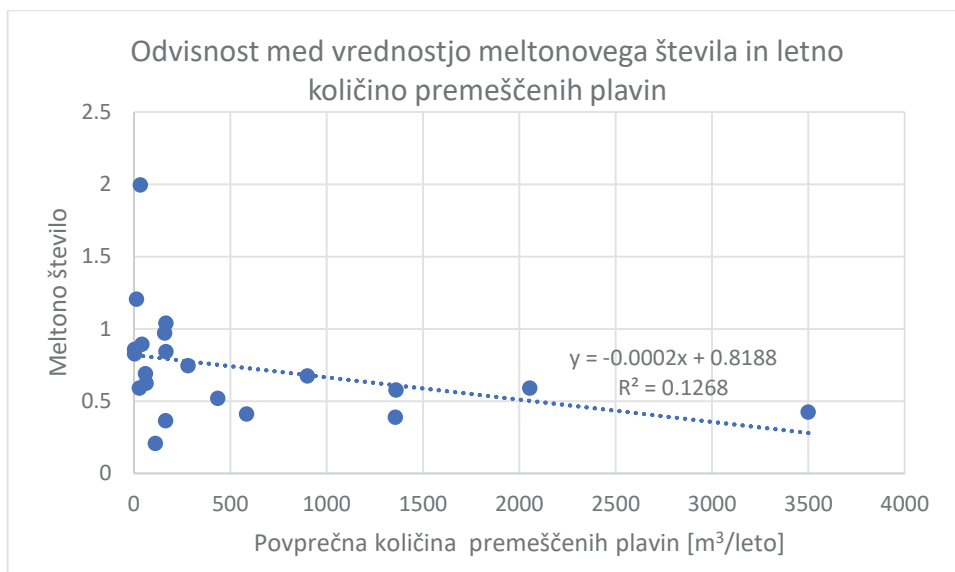


Slika 28: Grafikon odvisnosti med povprečno letno višino padavin in specifičnim transportom padavin.

Iz grafikonov na slikah 27 in 28 lahko razberemo, da je odvisnost boljša med padavinami in dejansko količino premeščenih plavin. Pri primerjavi s specifičnim transportom je odvisnost slaba, oz. je tudi trend napačen, saj se specifični transport s povečevanjem padavin manjša. To bi bila lahko posledica prevelikega upoštevanja vpliva površine prispevnih območij, s katerimi smo normirali dejanske vrednosti transporta plavin.

4.6 Vpliv Meltonovega števila

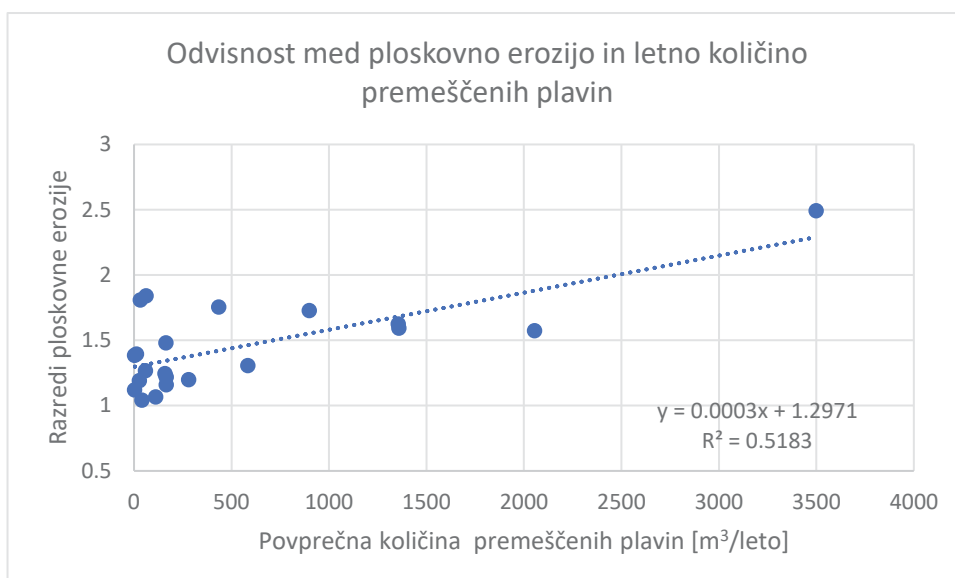
Pri preverjanju vpliva Meltonovega števila smo preverjali zgolj odvisnost med Meltonovim številom in dejanskim transportom, saj je v enačbi, ki je predstavljena v poglavju 3.2.5, že zajeta površina prispevnega območja. Večje odvisnosti med vrednostmi Meltonovega števila in transportom plavin, ki so prikazane na grafikonu (Slika 29), ni zaznati.



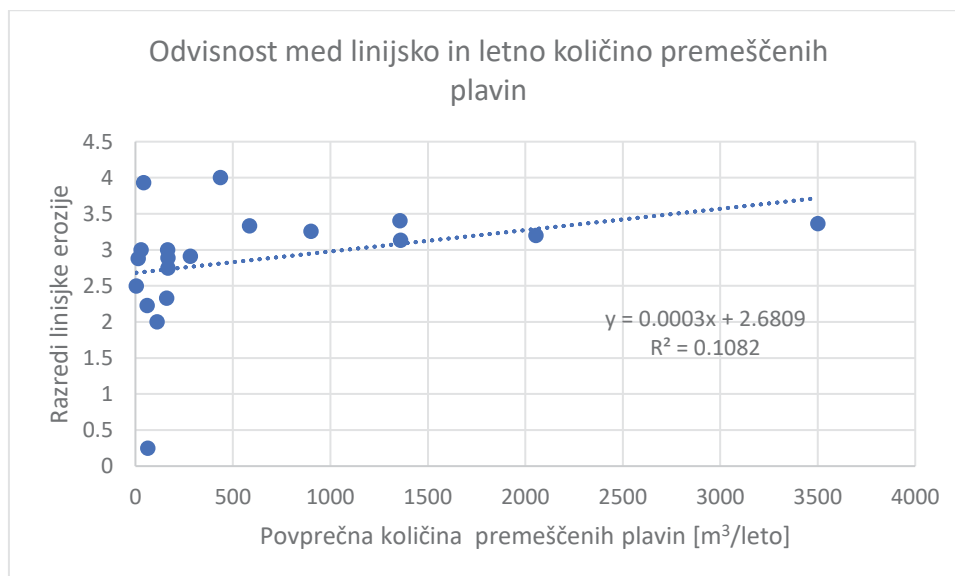
Slika 29: Grafikon odvisnosti med Meltonovim številom in povprečno letno količino premeščenih plavin.

4.7 Vpliv razredov erozije

Odvisnosti med razredi ploskovne in linijske erozije ter povprečno letno količino premeščenih plavin sta prikazani na grafikonih na slikah 30 in 31. Relativno izrazito odvisnost zaznamo predvsem na grafikonu na sliki 30, ki prikazuje vpliv razredov ploskovne erozije. Pri razredih linijske erozije je odvisnost slabša.



Slika 30: Grafikon odvisnosti med povprečno vrednostjo razreda ploskovne erozije prispevnega območja in povprečno letno količino premeščenih plavin.



Slika 31: Grafikon odvisnosti med povprečno vrednostjo razreda linijske erozije prispevnega območja in povprečno letno količino premeščenih plavin.

4.8 Primerjava vplivov različnih dejavnikov

Pri večini dejavnikov, katerih vpliv obravnavamo, je odvisnost v primeru, da uporabimo podatke o dejanskem transportu, boljša kot pri specifičnem transportu. Pred izvedenimi analizami smo predvidevali, da bi lahko odvisnosti bile boljše pri specifičnem transportu plavin, saj je razviden trend odvisnosti med površinami prispevnega območja in količinami premeščenih plavin. Po izvedenih analizah lahko ugotovimo, da temu ni tako, in da so bolj izrazite odvisnosti pri primerjavi z dejanskimi količinami premeščenih plavin. Kot smo že omenili pri vplivu posameznih dejavnikov, bi to lahko bila posledica prevelikega upoštevanja vpliva površine prispevnih območij, s katerimi smo pri izračunu specifičnega transporta normirali dejanske vrednosti transporta plavin. Iz tega lahko sklepamo, da na količino transporta plavin nima vpliva celotna površina prispevnega območja in njene pripadajoče lastnosti, pač pa imajo večji vpliv lastnosti območij bližje strugi vodotoka. To še posebej velja za večja prispevna območja.

Iz analize ugotovimo, da imata na bilanco transporta plavin največji vpliv dejavnik pokrovnosti tal in dejavnik erozivnosti padavin in odtoka (parametra enačbe USLE). Viden vpliv ima tudi ločeno obravnavan podatek o padavinah, kar je logično, saj je z njim neposredno povezan USLE parameter padavin in odtoka. Bolj izrazito odvisnost oz. vpliv smo izvednotili tudi za razrede ploskovne erozije, kar je pričakovano, saj so ti razredi izračunani na podlagi uporabe enačbe USLE in direktno podajo stopnjo erozije, ki je glavni vzrok transporta plavin. Zanimivo pa je, da imajo razredi linijske erozije, ki so povzeti po isti študiji, razmeroma majhen vpliv oz. majhno odvisnost. Manjša je odvisnost pri povprečnih naklonih, Meltonovem številu in LS

faktorju prispevnega območja, vendar še vedno lahko opazimo trende naraščanja količine transporta plavin. Vpliv teh treh faktorjev je podoben, kar se ujema s tem, da so vsi povezani z nakloni terena. Primerjava R^2 vrednosti za odvisnosti posameznih dejavnikov je prikazana v preglednici 6.

Preglednica 6: Primerjava odvisnosti posameznih dejavnikov in povprečne letne količine premeščenih plavin s prikazom R^2 vrednosti.

	Površina prispevnega območja	Povprečni naklon terena	LS faktor (USLE)	K faktor (USLE)	R faktor (USLE)	C faktor (USLE)	Letna višina padavin	Meltonovo število	Razredi ploskovne erozije	Razredi linijske erozije
R^2	0.40	0.16	0.20	0.00	0.53	0.43	0.38	0.13	0.52	0.11

Največji vpliv na količino premeščanja plavin oz. zapolnjenost zaplavnih pregrad imajo torej padavine in njihova erozivnost ter pretok v strugi, ki ga te padavine povzročajo. Viden vpliv na premeščanje ima tudi pokrovnost tal. Velika je odvisnost pri razredih ploskovne erozije, vendar so ti razredi že določeni na podlagi kombinacije obravnavanih dejavnikov, tako da na podlagi te odvisnosti ne moremo pripisati vpliva nobenemu dejavniku. Transport plavin je povezan tudi s površino prispevnega območja vodotoka. Z večjo površino prispevnega območja je posledično povezan tudi večji pretok, za katerega smo ovrednotili opazen vpliv na transport plavin. Manjši vpliv imajo tudi nakloni terena.

5 ZAKLJUČEK

Namen diplomske je bil ovrednotiti vpliv različnih dejavnikov na premeščanje plavin v strugah hudournikov. Obravnavali smo hudourniške pritoke Save Dolinke. Lastnosti premeščanja plavin v hudournikih in dejavnike, ki vplivajo nanj, je dobro poznati, saj imajo vpliv na nadaljnje procese in rečno dinamiko Save Dolinke oz. v splošnem drugih večjih vodotokov, v katere se izlivajo.

Pri delu smo se spoznali z osnovami programa SAGA GIS, ki je uporabno orodje za analizo vodotokov in njihovih prispevnih območij. Kot vhodni podatek za določanje bilance transporta plavin smo uporabili podatke podjetja VGP Kranj o prostorninah hudourniških pregrad in spreminjanju njihove zapolnjenosti. Opazili smo lahko, da se v zadnjih letih vzdrževanje teh pregrad opušča in da je večina polno zapolnjenih. Tako ne služijo več svojemu prvotnemu namenu, pač pa predstavljajo zgolj kaskade v strugi vodotoka, ki opravljajo ustalitevno funkcijo. Podatki o zapolnjenostih pregrad, pa tudi o njihovih volumnih, niso natančni in temeljijo zgolj na približnih ocenah opazovalcev. Kljub nenatančnosti teh vhodnih podatkov pa smo pri analizi prišli do relativno izrazitih povezav med transportom plavin in posameznimi dejavniki.

Pričakovano imajo na transport plavin večji vpliv pokrovnost in lastnosti padavin. Pričakovali pa smo večji vpliv naklonov ter erodibilnosti tal. Za slednjo smo pri analizi izvedli majhno povezanost s transportom plavin. Predvsem je nepričakovan ocenjen majhen vpliv naklonov terena. Presenetljivo majhna je tudi ovrednotena odvisnost med razredi linijske erozije in transportom plavin, ob tem, da imajo razredi ploskovne erozije, ki so del iste študije, viden vpliv na omenjeni transport.

V hipotezi na začetku diplomske naloge smo predvidevali, da je transport plavin v veliki meri odvisen od lastnosti terena ter količine in erozivnosti padavin. V splošnem so dobljene odvisnosti in vplivi teh dejavnikov na transport manjši, kot smo pričakovali. Presenetljivo majhen je vpliv naklona prispevnih območij, za katerega smo predvidevali viden vpliv. Za bolj pravilno se je izkazala hipoteza, da imajo lastnosti padavin vpliv na transport plavin, saj pri primerjavi faktorja erozivnosti padavin dobimo največji koeficient korelacije med vsemi dejavniki. Ugotovili pa smo, da imajo na transport plavin v hudournikih poleg obravnavanih vpliv tudi drugi dejavniki, kot so npr. geološke lastnosti prispevnih območij, ki jih v sklopu diplomske naloge nismo obravnavali.

Poudariti pa moramo, da je analiza bilance transporta opravljena na podlagi podatkov o zapolnjenosti in volumnih zaplavnih pregrad, ki so bili pridobljeni na podlagi terenskih ocen. Pri izračunanih količinah transporta plavin tako prihaja do odstopanj od dejanskih vrednosti. Negotovost podatkov je povezana tudi s tem, da v naši analizi obravnavamo le plavine, ki se ulovijo za zaplavnimi pregradami. Te v večini predstavljajo rinjene plavine, saj lebdečih plavin pregrade praviloma ne zadržijo. Omeniti moramo tudi, da je bila enačba RUSLE razvite za kmetijske površine, prispevna območja obravnavanih hudournikov pa večinoma predstavlja hribovit in gorski teren. Vsa našeta dejstva so razlog, da odvisnosti niso bolj izrazite. Vendar pa odvisnosti vseeno niso tako nizke, glede na vse upoštevane negotovosti. Podatki, ki jih uporabljamo, so dejanski terensko pridobljeni podatki o transportu rinjenih plavin, ki jih na drug tako preprost način praktično ni možno izmeriti in bi za meritve potrebovali precej bolj kompleksne metode. Zato so lahko te podatki uporabna alternativa in kontrola teoretično pridobljenim podatkom iz modelov.

VIRI

- Bezak, N., Rusjan, S., Petan, S., Sodnik, J., Mikoš, M. 2015. Estimation of soil loss by the WATEM/SEDEM model using an automatic parameter estimation procedure. *Environmental earth sciences*. 74: 5245–5261 10.1007/s12665-015-4534-0.
- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V., and Bědřich, J. 2015. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4, *Geosci. Model Dev.*, 8, 1991-2007, doi:10.5194/gmd-8-1991-2015. [Download](#).
- Indihar, R. 2020. Klasifikacija hudourniških pregrad s primerom uporabe. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba R. Indihar): 99 f.
- Komac, B., Zorn, M. 2005. Erozija prsti na kmetijskih zemljiščih v Sloveniji. *Ujma*, 19: 163–174. <http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2005/erozija.pdf> (Pridobljeno 25. 5. 2021)
- Lajevec, D., Ribičič, M., Klabus, A., Galič, R., Durjava, D., Jeriha, Ž., Korošec, R. 2020. Opozorilne nevarnosti erozije za območja nekaterih občin v Sloveniji. Ministrstvo za okolje in prostor. Ljubljana: 41 f.
- Mikoš, M. 2012. Kalnost v rekah kot del erozijsko-sedimentacijskega kroga. *Gradbeni vestnik* 61(6): 129–142.
- Mikoš, M. 2000. Prodna bilanca reke Save od Jesenic do Mokric. *Gradbeni vestnik* 49(9): 208–219.
- Petan, S., 2010. Meritve in modeliranje erozivnosti padavin kot parametra erozije tal. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba S. Petan): 205 f.
- Petkovšek, G. 2000. Procesno utemeljeno modeliranje erozije tal. *Acta hydrotehnica* 18(28): 41–60.
- Povprečna letna višina merjenih padavin 1961–1990. 2021. Spletna objektna storitev (WFS) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Rusjan, S., Mikoš, M. 2006. Dinamika premeščanja lebdečih plavin v porečjih. *Acta hydrotehnica* 24(40): 1–20
- Rusjan, S., Mikoš, M., Bezak, N. 2015. Vodna erozija v porečju Gradaščice = Water erosion in the Gradaščica river catchment. *Ujma*, 29: 79-84, http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2015/79_84.pdf. (Pridobljeno 25. 5. 2021)
- Senič, K. 2010. Ureditev dela vodotoka Tesnica pri kraju Stranice. Diplomsko naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo (samozaložba K. Senič): 46 f.
- Sodnik, J., Mikoš, M. 2006. Estimation of magnitudes of debris flows in selected torrential watersheds in Slovenia. *Acta geographica Slovenica*. 46: 93-123.

Steinman, F., Banovec, P. 2008. Hidrotehnika, Vodne zgradbe I. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 147 str.

Torkar, V. 2013. Primerjava 2D in 3D analize hudourniške pregrade s programom Midas GTS. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba V. Torkar): 95 f.

Uлага, F. 2006. Transport suspendiranega materiala v slovenskih rekah. Ujma 20, 1: 144–150. <http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2006/ulaga.pdf> (Pridobljeno 25. 5. 2021)

VGI, 1995. Sava Dolinka: hidrološka študija. Ljubljana: številka C-159.

Zalokar, M. 2015. Prečni objekti na hudournikih. Diplomski naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Zalokar): 68 f.

Zemljak, D. 2019. Korelacijska analiza. Magistrsko delo. Maribor. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko (samozaložba D. Zemljak): 83 f.

Zveza vodnih skupnosti Slovenije. 1978. Vodnogospodarske osnove Slovenije. Ljubljana, Zveza vodnih skupnosti Slovenije: 173 str.

SEZNAM PRILOG

Priloga A.....	A-1
----------------	-----

Priloga A

SAVA DOLINKA										Evidenca zaplavljenih objektov predvidenih za redno čiščenje										STR 1		
oznaka	VODOTOK	opis zaplavljenega objekta	lokacija	koo	inv	lok	volumen m3	material	rang	dovoz	program za čiščenje	opombe	datumi ogledov / zapolnjenost									
1	TREBIŽA v km 1.43	zaplavljena pregrada s stopnjo 2,5 m iz kamna v alno	na zbehu graje nad zaplavljeni tlakom Rakec	401062 151740	189 151740	60111 1001106	400	O	A	n dovorne poti	/	dobaj problematičen dostop, potrebno bi bilo navklanje pregrade	2010	2011	nov 2012	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	
2	TREBIŽA v km 1.91	zaplavljena pregrada s stopnjo 7 m iz kamna v alno	v zaplavljeni graji	402738 152034	191 152034	60111 1001106	?	O	D	n dovorne poti	/	problematičen dostop	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
3	TREBIŽA v km 2.12	zaplavljena pregrada s stopnjo 4,0 m iz kamna v alno	v zaplavljeni graji	402764 152309	189 152309	60111 1001106	500	O	B	obdelanka dovorna cesta	/		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
4	PRITOK RAJEŠKIH BLAT pritok izpod Macesovca	zaplavljena pregrada - razširitev stopnje na vrtu, nad stopnjo iz zaplavljenih materialov	pri spojni potisi sebovke Macesovce	401032 152682	189 152682	60111 1001106	400	O	C	prebrano izablavl dovorno pot	/		100%	+100%	+100%	+100%	+100%	100%	100%	100%	100%	
5	KRAVNAJAK v km 0.65	zaplavljena zaplavljena pregrada s stopnjo 3,00 m iz betona	nad naseljem Rakec, na zabluhi kamne pri vrtanu	401036 151409	189 151409	60111 1001106	500	-	B	prebrano izablavl dovorno cesto	/	problematičen dostop ?	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
6	KRAVNAJAK v km 0.68	zaplavljena zaplavljena pregrada s stopnjo 3,20 m iz betona	nad naseljem Rakec, na vrtu	401051 151428	189 151428	60111 1001106	1200	O	A	prebrano izablavl dovorno cesto	/	problematičen dostop ?	100%	100%	nov 2012	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	
7	POTOK	zaplavljena zaplavljena pregrada s stopnjo 4,20 m iz betona in kamna v betonu	na vrtu vrtu nad naseljem Rakec	402355 151735	191 151735	60111 1001106	100	O	B	obdelanka dovorna poti	8 - A/10		100%	+100%	+100%	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	
8	POTOK	zaplavljena pregrada s stopnjo 5,20 m iz betona in kamna v betonu	na vrtu vrtu nad naseljem Rakec	402380 151144	191 151144	60111 1001106	1100	O	A	obdelanka dovorna poti	8 - A/10		100%	+100%	+100%	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	
9	MAJŽA v km 0.31	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,00 m iz kamna v betonu	gradišče od hleva v alno, gradišče od hleva v alno	403103 152071	191 152071	60111 1001106	do 3000	+	B	obdelanka dovorna cesta in rampa	?		20%	60%	80%	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	
10	MAJŽA v km 2.32	zaplavljena zaplavljena pregrada s stopnjo 3,20 m iz aln	gradišče na zbehu v zaplavljeni pod skalalnimi, gradišče od hleva v alno	402354 148844	191 148844	60111 1001106	do 7000	+	A	stara dovorna rampa	?		20%	70%	50%	maj 2013	50%?	?	?	?	?	
101	ČOŠELJNOV GRABEN	zaplavljena pregrada 2,0 do 4,0 x 20,0 m	gradišče od hleva v alno, gradišče od hleva v alno	402359 150447	191 150447	60111 1001106	220	O	B	stara dovorna rampa	?	izvajanje čiščenja ?	2010	2011	2012	prazno	?	?	?	?	?	
11	KLEMČICOV GRABEN v km 0.42	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,0 m iz aln	na vrtu vrtu, nad sp. postajo sedelca Podkoren	404537 152062	191 152062	60111 1001106	500	O	B	prebrano naplavl dovorno cest priko dovorna kila	9 - A/06		2010	maj 2011	nov 2012	maj 2013	apr 2014	2015	2016	nov 2017	2018	
12	KROTNJEK v km 1.18	zaplavljena pregrada s stopnjo 1,50 m iz betona, z debelina gradbenim prebram	na vrtu vrtu nad naseljem Podkoren	404652 151056	191 151056	60111 1001106	500	O	A	po obdelanci dovorni cest priko dovorna vrtu	14 - A/07		100%	100%	100%	100%	100%	?	?	?	?	
13	SUHELJ v km 0.87	zaplavljena pregrada s stopnjo 4,0 m iz betona	pri serpeniti cesti na Koroško	405412 151191	191 151191	60111 1001106	1700	+	A	po obdelanci dovorni cest	44 - A/05	na drugi strani zaplavlja se naplavljeni HČ, dober material za g. cesto (lokalen gradbeni)	2010	2011	nov 2012	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	
14	SUHELJ v km 0.95	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,5 (7) m iz betona	pri serpeniti cesti na Koroško	405440 151020	191 151020	60111 1001106	1500	+	A	po obdelanci dovorni cest priko dovorna kila	44 - A/05		2010	jun 2011	nov 2012	maj 2013	prazno	?	?	?	?	
15	SUHELJ v km 1.01	zaplavljena pregrada s stopnjo 6,0 m iz betona	v graju nad serpenito cesti na Koroško	405481 151040	191 151040	60111 1001106	1500	+	C	po obdelanci dovorni cest priko dovorna poti	/		2010	maj 2011	nov 2012	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	
161	SUHELJ v km 2.09	zaplavljena pregrada z gradbenim prebram s stopnjo 5,0 m iz betona	v zaplavljeni graji nad sp. postajo	405821 152163	191 152163	60111 1001106	?	+	B	po obdelanci dovorna cest (famo.1)	/		2010	2011	nov 2012	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	
162	SUHELJ v km 2.08	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,00 m iz kamna v betonu	v zaplavljeni graji 45 m gr. od sp.	405780 152081	191 152081	60111 1001106	1000	+	B	po obdelanci dovorni cest	11-O/2014		2010	2011	2012	2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018	
17	SUHELJ v km 2.99	zaplavljena pregrada s stopnjo 4,00 m iz betona	v zaplavljeni graji nad sp. postajo, pod serpenito zablavljeni	406257 152766	191 152766	60111 1001106	?	+	C	po obdelanci dovorni cest (famo.1)	/	zelo hitro dostavljanje granit, tudi veliko betn	2010	2011	nov 2012	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	
18	RUTEČ	zaplavljena pregrada s stopnjo 4,00 m iz betona	na vrtu vrtu nad hlevom v alno, v zaplavljeni graji nad hlevom v alno	405332 152057	191 152057	60111 1001106	65	O	B	obdelanka dovorna ampa	72 - A/05	zelo hitro dostavljanje granit, tudi za na hlev je potno	2010	2011	nov 2012	maj 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018	

SAVA DOLINKA

STR 2

Evidenca zaplavnih objektov predvidenih za redno čiščenje

oznaka	VODOTOK	opis zaplavlnega objekta	lokacija	koo	inv	lok	volumen m3	material	rang	dovoz	program za čiščenje	opombe	datumi ogledov / zapolnjenosti											
19	KRŽIČNICA v km 0.12	zaplavni prostor "Zelen - voda" in tisti pri pogoju, dodatne brizgane	med kolesarsko cesto in gozdno cesto pri pogoju pred Podkorenj	405737	12 020 429 472	111 111118	70	-	B	obdelava gozdna cesta	/		2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	apr 2014	2015	2016	nov 2017	2018			
20	ZAMELJ v km 0.54	zaplavni prostor - tisti pri pogoju, dodatne brizgane	v Dolicih pri Kranjski Gori, med prvimi predelanimi gozdne ceste	150568	12 020 411 114	127 111111	150	O	B	obdelava gozdna rampa	101 - A08		2010	jun 2011	nov 2012	apr 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018			
21	ZAMELJ v km 1.00	zaplavna progreda s stopnjo 4.2 m iz karnia v bečnu	na tisti graje na vrtu vršaja, med Dolham pri Kranjski Gori	405328	12 020 411 114	127 111111	800	O	C	potrebno je upoštevati gozdno cesto	/		2010	maj 2011	jul 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
22	PIŠNICA v km 1.84	zaplavna progreda s stopnjo 4.20 m iz karnia v bečnu	pri hotelu Lela v Kranjski Gori	405912	12 020 411 114	127 111111	do ca 8 000	+	B	obdelava gozdna rampa	/		2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
23	PIŠNICA km 2.61 do 2.65	zaplavna progreda s stopnjo 4.20 m iz karnia v bečnu	ob urenihih cestni v lasti pri Glavi Male Pivnice	407367	12 020 411 114	127 111111	do 10 000	+	A	gozdna cesta preko parkirišča - pomirje gozdne rampe	(49 - A07)		nov 2010	okt 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
24	PIŠNICA v km 4.93	zaplavna progreda s stopnjo 5 km iz karnia v bečnu	pri tisti Ralskega gozda v km 4.85	405880	12 020 411 114	127 111111	> 10 000	+	C	gozdna rampa z obdelavo ceste	?		2010	okt 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
25	PIŠNICA v km 5.37	zaplavna progreda s stopnjo 3.0 m iz karnia v bečnu	pri tisti Količnega gozda	405880	12 020 411 114	127 111111	> 10 000	+	C	gozdna rampa z obdelavo ceste	?		2010	okt 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
26	GRABEN NA PRUHU v km 0.43	zaplavna progreda s stopnjo 5.5 m iz karnia v bečnu	na tisti graje na vrtu vršaja	405839	12 020 411 114	127 111111	900	+	A	obdelava gozdna cesta	/		2010	jun 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
27	TARJANOV GRABEN v km 0.73	zaplavna progreda iz ob lasti s stopnjo 2.50 m	na tisti graje na vrtu vršaja	405898	12 020 411 114	127 111111	200	O	B	obdelava gozdna cesta, potrebno napelje	71 - A07		2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
28	TOFOV GRABEN v km 0.47	zaplavni prostor - rističev struga z obdelanim zavrnjenjem	dolovno od mostu dolokaste ceste	405189	12 020 411 114	127 111111	150	+	B	gozdna rampa	/		2010	jun 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
29	TOFOV GRABEN v km 0.91	zaplavna progreda iz karnia v bečnu s stopnjo 4.0 m	na vrtu vršaja, na tisti graje	405189	12 020 411 114	127 111111	do 500	+	A	obdelava gozdna cesta	/		2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
30	HLADNIK v km 1.16	zaplavna progreda s stopnjo 4.7 m iz karnia v bečnu	v zabeli graji nad skalo sotesko, dolovno od Hadina	411757	12 020 411 114	127 111111	> 10 000	+	B	gozdna rampa z gozde ceste	/	Prostovoljni oddelci materiala v dolini Obdeluje travniški količar Kolesarska HČ	2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
31	JUNČEV GRABEN glavna struga	zaplavna progreda s stopnjo 1.2 m iz karnia v bečnu	na tisti graje nad naseljem vrtov v Mariboru	415434	12 020 411 114	127 111111	50	-	B	potrebno je obdelava ceste	/	obdelani neregularni obdelani plani	2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
32	pritok izpod Lešnikovega Rova glavna struga	zaplavna progreda s stopnjo 3.0 m iz ob lasti	ca 130 m nad gozdno cesto v Batcu	415434	12 020 411 114	127 111111	200	+	C	potrebno je obdelava ceste	/	zelo problematičen dovoz	2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
33	pritok Save v Batcu v km 0.97	zaplavna progreda s stopnjo 3.0 m iz ob lasti	ca 100 m nad nrg, cesto na vrtu vršaja, vrti Batcu	415876	12 020 411 114	127 111111	100	-	C	potrebno je obdelava ceste	/		2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
34	pritok izpod Mežaklje v km 0.97	zaplavna progreda s stopnjo 3.0 m iz ob lasti	na tisti graje na vrtu vršaja, vrti Batcu	415876	12 020 411 114	127 111111	100	-	C	potrebno je obdelava ceste	/		2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
35	SEDUČNIKOV POTOK v km 0.78	zaplavna progreda s stopnjo 2.50 m iz karnia v bečnu	pri stopnji nHČ na vrtu vršaja, na tisti graje	415811	12 020 411 114	127 111111	300	+	B	obdelava ceste	/		2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
36	DOVŠKI POTOK - desni krak v km 1.00	zaplavna progreda s stopnjo 2.50 m iz karnia v bečnu	na tisti graje na vrtu vršaja, vrti Batcu	415811	12 020 411 114	127 111111	500	O	A	potrebno je upoštevati gozdno cesto	/		2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
37	DOVŠKI POTOK - levi krak v km 0.05	zaplavna progreda s stopnjo 2.20 m iz ob lasti, potrebno je napelje	na tisti graje na vrtu vršaja, vrti Batcu	415811	12 020 411 114	127 111111	500	O	C	obdelava ceste	/	material upoštevati gozde?	2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			
38	MILINCA glavna struga v km 0.44	zaplavna progreda s stopnjo 3.8 m iz karnia v bečnu	na tisti graje na vrtu vršaja, vrti Batcu	425404	12 020 411 114	127 111111	400	O	C	potrebno je upoštevati gozdno cesto	/		2010	maj 2011	nov 2012	apr 2013	maj 2014	2015	2016	2017	2018			

SAVA DOLINKA												Evidenca zaplavljenih objektov predvidenih za redno čiščenje												STR 3											
oznaka	VODOTOK	opis zaplavljenega objekta	lokacija	koo	inv	lok	volumen m3	material	rang	dovoz	program za čiščenje	opombe	datumi ogledov / zapolnjenosti																						
39	MILNCA	zaplavljena pregrada s stopnjo 5,5 m iz kamna v betonu	v zabreju 16 m pod sončnim Milnica in Zavrhu	420812	199609	1996	do 6000	+	B	napovedno z gostine ceste	/		2010	20%	30%	30%	40%	60%	100%	?	?	2017	2018												
40	PRESUŠNIK	zaplavljena pregrada s stopnjo 2,5 m iz kamna v betonu	na vrhu 25 m gorovod od mostu stare ceste	422020	199609	1996	1300	+	A	potrebno bi izvesti dovzno rampo z oddelke g. ceste	4 - A/10	POZOR: 3 m gr od pregrade se nahaja prečkanje estofarbov il	2010	100%	100%	40%	90%	100%	100%	prazno	2017	2018													
41	PRESUŠNIK	zaplavljena pregrada s stopnjo 2,5 m iz kamna v betonu	na vrhu 80 m gorovod od mostu stare ceste	422041	199609	1996	2100	+	B	potrebno bi izvesti dovzno rampo z oddelke g. ceste	4 - A/10		2010	100%	100%	40%	90%	100%	100%	100%	prazno	2017	2018												
42	PRESUŠNIK	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,0 m iz kamna v betonu	na vrhu 140 m gorovod od mostu stare ceste	422034	199609	1996	400	+	B	potrebno bi izvesti dovzno rampo z oddelke g. ceste	4 - A/10		2010	100%	100%	60%	100%	100%	100%	100%	prazno	2017	2018												
43	DOBRŠNIK	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,7 m iz kamna v betonu	na vrhu vrhja nad naseljem Hudica	423444	199609	1996	do 4000	+	A	potrebno bi izvesti dovzno rampo z oddelke g. ceste	83 - A/06		2010	90%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2017	2018												
44	HRIŠČICA	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,1 m iz kamna v betonu	na vrhu vrhja nad naseljem Hudica	425118	199609	1996	50	O	B	potrebno je izvesti dovzno cesto preko denarnega lila pregrade	39/2012	problematičen odvoz skozi vas	2010		2011	2012	apr 2013	apr 2014	2015	2016	2017	2018													
45	HRIŠČICA	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,0 m iz ab. vseh	na vrhu vrhja nad naseljem Hudica	425118	199609	1996	600	O	A	potrebno je izvesti dovzno cesto preko denarnega lila pregrade	39/2012	problematičen odvoz skozi vas	nov. 2010	100%	100%	30%	30%	40%	?	?	?	2017	2018												
46	SAVA DOLINKA	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,0 + 1,15 m iz betona + mehkši jec	pod gorovod koncem ac posteljalnice Podmeškja	425429	199609	1996	> 60.000	O	A	potrebno je izvesti dovzno cesto preko denarnega lila pregrade	78 - A/08		nov. 2010	50%	np	50%	50%	np	?	?	?	2017	2018												
47	RATEN POTOK	zaplavljena pregrada s stopnjo 4,0 m iz betona	zajetje šimovske žage nad Frasken rovam	426059	199609	1996	?	O	C	?	/		nov. 2010	np	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2017	2018												
48	SAVA DOLINKA	pregrada JAVORNIK	na vrhu vrhja nad naseljem Javorink	426210	199609	1996	> 75.000		A	po oddelku dovzno cesti	3 - A/05	izvajalec čiščenja se očitaj	nov. 2010	np	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2017	2018												
491	KORANTARJEV (ČOPOV) GR.	zaplavljena pregrada s stopnjo 2,0 x 10,0 x 1,5 m - vrhovi in vrhovi prijam odseki zidov	na vrhu vrhja nad naseljem Javorink	428702	199609	1996	30	-	B	po oddelku dovzno cesti	/		2010	np	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2017	2018												
492	KORANTARJEV (ČOPOV) GR.	zaplavljena pregrada s stopnjo 2,20 m iz kamna v betonu	na vrhu vrhja nad naseljem Javorink	428713	199609	1996	150	-	A	dovzno pod po gozdni viali	29/2016		2010	np	100%	100%	100%	100%	100%	100%	prazno	2017	2018												
50	JAVORNIK	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,5 m iz betona	v srednjem delu gripe nad Zgajem	428816	199609	1996	1500	+	A	odlopljena dovzna rampa	69 - A/07		apr. 2010	prazno	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2017	2018												
51	pritok Javornika v Jav. Rovtu	zaplavljena pregrada s stopnjo 2,6 m iz kamna v betonu	na vrhu vrhja nad naseljem Javorink	429343	199609	1996	100	O	B	potrebno je izvesti dovzno pot	32-A/10		2010	prazno	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2017	2018												
52	pritok Javornika pri Kladniku	zaplavljena pregrada s stopnjo 2,0 m iz kamna v betonu	na vrhu vrhja nad naseljem Javorink	429343	199609	1996	20	O	C	potrebno je izvesti dovzno pot	/		2010	50%	60%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2017	2018												
53	BEJA	zaplavljena pregrada s stopnjo 4,0 m iz kamna v betonu	v naselju Korolca Bela	429351	199609	1996	500	+	B	potrebno je izvesti dovzno pot	/		maj 2010	prazno	50%	100%	100%	100%	100%	100%	prazno	2017	2018												
54	dšen priok Bale v km 1,21	zaplavljena pregrada s stopnjo 2,0 m iz kamna v betonu	na vrhu vrhja nad naseljem Korolca Bela	429356	199609	1996	100	O	B	potrebno je izvesti dovzno pot	65 - A/07		2010	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	2017	2018												
55	BEJA	zaplavljena pregrada s stopnjo 4,5 m iz kamna v betonu	na vrhu vrhja nad naseljem Korolca Bela	429362	199609	1996	1000	+	A	potrebno je izvesti dovzno pot	65 - A/07		maj 2010	prazno	50%	100%	100%	100%	100%	100%	prazno	2017	2018												
56	PRITOK V KOČNI	zaplavljena pregrada s stopnjo 3,2 m iz kamna v betonu	na vrhu vrhja nad naseljem Korolca	429369	199609	1996	ca 200	O	A	potrebno je izvesti dovzno cesto		pregrada uničena za 80 cm v letu 2017	2010	+100%	+100%	+100%	+100%	+100%	+100%	+100%	prazno	2017	2018												
57	ZAVRŠNICA	zaplavljena pregrada s stopnjo 2,50 m iz kamna v betonu	300 m gr od akumulacijskega jezera	429361	199609	1996	2100	O	A	odlopljena dovzna rampa	3 - A/05		2010	100%	100%	100%	50%	50%	?	?	?	2017	2018												

SAVA DOLINKA										Evidence zaplavnih objektov predvidenih za redno čiščenje										STR 4	
oznaka	vodotok	opis zaplavnega objekta	lokacija	koo	inv	lok	volumen m ³	material	rang	dovoz	program za čiščenje	opombe	datumi ogledov / zapolnjenost								
58	BUDEN POTOK	zaplavna pregrada s stopnjo 1,5 m iz kamna v betonu	pod dvilokom cesto v vasi Krimca	427833 137343	252.30600(8)	010.001.861	200	O	B	potrebno je izvesti odprgo divovozno cesto		prisrček izredni v feb.2012 (v skladu zmeritev za dolčnuj)	2010 100%	maj 2011 100%	nov 2012 100%	apr 2013 100%	apr 2014 100%	2015 100%	sept. 2016 100%	2017 100%	2018 100%
59	KOTARICA v km 0,57	zaplavna pregrada s stopnjo 2,2 m iz betona n kamna v betonu	ca 250 m dolžino od mostu lok. cesta v Galdivnem Rovtu	418386 144361	125.23054372	010.001.861	3600	O	B	potrebno je izvesti divovozno rampo	65/2016		2010 70%	maj 2011 80%	nov 2012 100%	apr 2013 100%	apr 2014 100%	2015 100%	nov. 2016 100%	sept. 2017 prazno	2018 100%
60	REČICA v km 0,90	zaplavna pregrada s stopnjo 1,20 m iz kamna v betonu	ca 200 m garazno od mostu odste KČS-a - Gorje	428872 138315			ca 500	O	B	potrebno je izvesti divovozno rampo	75/2010		nov 2010 prazno	2011 10%	2012 30%	2013 50%	2014 60%	2015 100%	sept. 2016 100%	nov. 2017 100%	2018 100%