

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA KRAJINSKO ARHITEKTURO

Igor ZELNIK

**PRISOTNOST IN ŠTEVILČNOST TUJERODNIH
INVAZIVNIH VRST RASTLIN V OBREŽNEM PASU
REK V POVEZAVI Z RABO PROSTORA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA KRAJINSKO ARHITEKTURO

Igor ZELNIK

**PRISOTNOST IN ŠTEVILČNOST TUJERODNIH INVAZIVNIH VRST
RASTLIN V OBREŽNEM PASU REK V POVEZAVI Z RABO
PROSTORA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**PRESENCE AND ABUNDANCE OF ALIEN INVASIVE PLANT
SPECIES IN RIPARIAN ZONE ALONG THE RIVERS IN RELATION
WITH LAND USE**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija Krajinske arhitekture na Oddelku za Krajinsko arhitekturo Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Oddelku za Krajinsko arhitekturo.

Študijska komisija Oddelka za krajinsko arhitekturo Biotehniške fakultete je dne 6. 6. 2016 sprejela temo in za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Mojco Golobič in za recenzenta prof. dr. Davorina Gazvodo.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: doc.dr. Valentina SCHMITZER
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo

Članica: prof.dr. Mojca GOLOBIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo

Član: prof. dr. Davorin GAZVODA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega 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.

Igor Zelnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD	Dn
DK	UDK 581.524.2: 711.1:711.7 (043.2)
KG	tujerodne invazivne vrste/ Slovenija/ reke /obrežni pas/ raba prostora
AV	ZELNIK, Igor
SA	GOLOBIČ, Mojca (mentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo
LI	2016
IN	PRISOTNOST IN ŠTEVILČNOST TUJERODNIH INVAZIVNIH VRST RASTLIN V OBRÉŽNEM PASU REK V POVEZAVI Z RABO PROSTORA
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	XII, 69 str., 7 pregl., 30 sl., 110 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Delo obravnava tujerodne invazivne vrste rastlin (TIV) v obrežnem pasu (OP) rek v povezavi z lastnostmi obrežnega pasu, struge in raba prostora v ožjem prispevnem območju. TIV imajo negativen vpliv na biodiverziteto in na estetsko vrednost obvodnega prostora. Ker so obrežni pasovi koridor, ki povezuje območja različnih rab prostora, obenem pa so vodotoki vektor razširjanja TIV, to predstavlja problem. Delo vsebuje podatke o razširjenosti TIV v obrežnem pasu vzdolž spodnje Save in šestih pritokov reke Save. V odsekih je bilo skupaj najdenih 27 različnih TIV. Izračunali smo korelacije med dejavniki in prisotnostjo, številom in abundanco TIV. Ugotavljali smo v katerih dejavnikih se odseki z različno številčnostjo TIV razlikujejo. Prisotnost, število in številčnost TIV je bila v pozitivni korelaciji z oddaljenostjo od izvira, hitrostjo toka, globino vode in v negativni korelaciji z nadmorsko višino, rabo prostora, širino in sklenjenostjo OP, višino in strukturo vegetacije, ohranjenostjo struge in bregov. Parametri, ki se statistično značilno razlikujejo med odseki, kjer so TIV prevladujoče v obrežnem pasu, redke ali odsotne so: širina OP, višina in struktura vegetacije, raba prostora ter ohranjenost struge. Na osnovi ugotovitev smo podali smernice za načrtovanje rabe v obvodnem prostoru in oblikovanje vodotokov, saj je pri posegih v vodotoke zaradi povečevanja protipoplavne varnosti treba najti dolgoročno in celostno rešitev, ki ne bo razvrednotila vodotoka. Čeprav Zakon o vodah določa 15 m pas, v katerega se ne sme posegati, pa za rabe, kot so intenzivne kmetijske površine, vrtničkarstvo, prometno infrastrukturo in stavbna zemljišča predlagamo 30 m odmik od vodotoka, da bi preprečili širjenje TIV iz obrežnega pasu v tovrstna območja in obratno.

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN	Dn
DC	UDC 581.524.2: 711.1:711.7 (043.2)
CX	alien invasive species/ Slovenia/ riparian zone/ land use
AU	ZELNIK, Igor
AA	GOLOBIČ, Mojca (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo
LI	2016
TI	PRESENCE AND ABUNDANCE OF ALIEN INVASIVE PLANT SPECIES IN RIPARIAN ZONE ALONG THE RIVERS IN RELATION WITH LAND USE
DT	Graduation thesis (university studies)
NO	XII, 69 p., 7 tab., 30 fig., 110 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	The work deals with alien invasive plant species (AIS) in the riparian zone (RZ) of the rivers in relation to the characteristics of the riparian zone, riverbed and land use in the catchment area. AIS have a negative impact on biodiversity and aesthetic value of waterside areas. Since riparian zones represent corridors, which connect the areas of different land uses the watercourses become the vectors enabling the problematic spread of AIS. The work contains information on the distribution of AIS in the riparian zones along the lower Sava river and its six tributaries. In the segments, a total of 27 AIS were found. We calculated the correlations between the factors and the presence, number and abundance of AIS. We investigated which factors differ between the sections with different abundance of AIS. The presence, number and abundance of AIS were positively correlated with the distance from the source, flow velocity, water depth, and negatively correlated with the altitude, land use, width and completeness of the RZ, the height and structure of vegetation, preservation of the riverbed and banks. Parameters which were statistically significantly different between the reaches where the AIS were dominant, rare or absent in the riparian zone, were the width of the RZ, the height and structure of vegetation, land use and the preservation of the channel. Based on the findings we proposed the guidelines for land use planning of the waterside area and the formation of watercourses, as it is procedural in watercourses due to rising flood protection need to find a long-term and integrated solution that will not degrade the watercourse. Although the Water Act prescribes the 15 m zone along the waterbodies in which no measures are to be taken, but for land use such as intensive agriculture, gardening, transport infrastructure and building sites we suggest a 30 m distance from the watercourse to prevent the spread of AIS from the riparian zone to those areas and <i>vice versa</i>.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)	IV
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)	V
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PREGLEDNIC	XI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XII
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	2
1.2 CILJI NALOGE	3
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	3
2 PREGLED OBJAV	4
2.1 DEFINICIJE IZRAZOV	4
2.1.1 Kaj so tujerodne invazivne vrste rastlin	4
2.1.2 Obrežni pasovi	5
2.1.3 Naravne in kulturne krajine	5
2.1.4 Raba prostora	6
2.2 VPLIV TUJERODNIH INVAZIVNIH VRST RASTLIN NA EKOSISTEM	8
2.3 VNOS IN ŠIRJENJE TUJERODNIH VRST RASTLIN	8
2.4 ŠIRJENJE TUJERODNIH INVAZIVNIH VRST V POVEZAVI Z RABO PROSTORA	9
2.5 TUJERODNE INVAZIVNE VRSTE RASTLIN V SLOVENIJI	13
2.6 ZNAČILNOSTI OBREŽNIH PASOV	14

2.6.1 Obrežni pasovi kot krajinski element	14
2.6.2 Struktura obrežnih pasov	15
2.6.3 Delovanje obrežnih pasov	16
2.7 ČLOVEKOVI POSEGI IN SPREMEMBE V OBREŽNEM PASU	17
2.7.1 Tujerodne invazivne vrste rastlin v obrežnih pasovih ob vodotokih	18
3 METODE DELA	20
3.1 POPISOVANJE TIV V OBREŽNIH PASOVIH IN OCENJEVANJE OKOLJSKIH PARAMETROV	20
3.2 IZBOR PODATKOV ZA ANALIZE	22
3.3 PREUČEVANO OBMOČJE	23
3.4 POTENCIALNI UČINEK TIV NA BIODIVERZITETO	25
3.5 IZRAČUN KORELACIJ MED OKOLJSKIMI DEJAVNIKI IN PRISOTNOSTJO .. TER ŠTEVILČNOSTJO TIV	25
3.6 PRIMERJAVA ODSEKOV Z RAZLIČNIMI POKROVNOSTMI TIV	25
3.7 RABA PROSTORA V POVEZAVI S TIV	26
4 REZULTATI	28
4.1 RAZŠIRJENOST TIV V OBREŽNIH PASOVIH SEDMIH REK	28
4.2 KORELACIJE MED OKOLJSKIMI DEJAVNIKI IN ŠTEVILOM TER .. ŠTEVILČNOSTJO TIV	32
4.3 POSAMEZNE TIV	37
4.4 PRIMERJAVA ODSEKOV Z RAZLIČNO ŠTEVILČNOSTJO TIV	38
4.5 PRIMERI IZBRANIH ODSEKOV OBREŽNIH PASOV NA DOF	41
5 RAZPRAVA	48
5.1 ŠTEVILO IN POGOSTOST TIV	48
5.2 KORELACIJE MED OKOLJSKIMI DEJAVNIKI IN TIV	48
5.3 PRIMERJAVA ODSEKOV Z RAZLIČNO ŠTEVILČNOSTJO TIV	51

5.4 POMEN UGOTOVITEV O TIV ZA NAČRTOVANJE RABE PROSTORA	51
5.4.1 Širina obrežnih pasov	51
5.4.2 Raba prostora ob obrežnem pasu.....	52
5.5 OPREDELITEV DO HIPOTEZ	56
6 SKLEPI.....	58
6.1 POVEZAVE MED RABO PROSTORA IN TIV	58
6.1.1 Smernice za načrtovanje nove rabe prostora	58
6.1.2 Smernice za oblikovanje rečnih bregov	59
7 POVZETEK	61
8 VIRI.....	63
 ZAHVALA	

KAZALO SLIK

Slika 1: Zaradi pridobivanja zemljišč za kmetijsko in urbano rabo, ter posledično zagotavljanje večje poplavne varnosti, je struga Savinje regulirana (desno), oziroma poglobljena, zravnana in z utrjenimi bregovi.	2
Slika 2: Relativni delež in število tujerodnih in domorodnih vrst vzdolž reke Eerste glede na rabo prostora neposredno za obrežnim pasom.(daljice ponazarjajo standardno napako). Rezultati z Mann-Whitney U testom so pokazali, da se površine neposredno ob njivah statistično značilno razlikujejo v pokrovnosti TIV (Meek in sod., 2010).	11
Slika 3: Uspešnost ukrepov je omejena in je odvisna od velikosti in razširjenosti populacije TIV (Kus Veenvliet, 2009a: 8)	12
Slika 4: Spremembe deležev TIV v flori kvadrantov med obdobjema 1987-1996 in 1997-2006.	14
Slika 5: Preučevani odseki vzdolž spodnjega dela reke Save in pritokov: Tržiška Bistrica, Sora (Poljanščica), Ljubljanka, Krka, Savinja in Sotla (podlaga: QGIS..., 2016).	23
Slika 6: Delitev preučevanega območja na hidroekoregije: oranžno – alpska hidroekoregija, zeleno – dinarska hidroekoregija, modro – panonska hidroekoregija (Čarf, 2016).	24
Slika 7: Delitev preučevanega območja v skladu s fitogeografsko delitvijo Slovenije (Martinčič in sod., 2007). Preučevane reke so označene z modro črto.	24
Slika 8: Število TIV v obrežnem pasu v posameznih odsekih (kategorije: 1 = 1 ali 2 TIV, 2 = 3 ali 4 TIV, 3 = 5 ali 6 TIV, 4 = 7–9 TIV) vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).	29
Slika 9: Skupna abundanca (številčnost) TIV v obrežnem pasu v posameznih odsekih (kategorije: 1 = 1–5, 2 = 6–10, 3 = 11–15, 4 = 16–21) vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).	29
Slika 10: Vpliv TIV na biodiverzitetu v posameznih odsekih (kategorije: 1 = 0.5–12, 2 = 12.1–24, 3 = 24.1–36, 4 = 36.1–50.8) (podlaga: QGIS..., 2016).	30
Slika 11: Številčnost (0-4) robinije (<i>Robinia pseudacacia</i>) (5. najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).	30
Slika 12: Številčnost (0-4) oljne bučke (<i>Echinocystis lobata</i>) (najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).	31
Slika 13: Številčnost (0-4) orjaške zlate rozge (<i>Solidago gigantea</i>) (3. najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).	31

Slika 14: Številčnost (0-4) topinamburja (<i>Helianthus tuberosus</i>) (6. najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).	32
Slika 15: Številčnost (0-4) enoletne suholetnice (<i>Erigeron annuus</i>) (4. najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).	32
Slika 16: Raba prostora tik ob OP (levo) in raba prostora v oddaljenosti do 100 m od vodotoka (desno).....	38
Slika 17: Širina obrežnega pasu.....	39
Slika 18: Višina vegetacije obrežnega pasu.....	39
Slika 19: Struktura vegetacije obrežnega pasu.	40
Slika 20: Ohranjenost rečne struge.	40
Slika 21: Odsek Sora A, ki se nahaja 3.7 km od izvira (Geopedia ..., 2013).....	42
Slika 22: Odsek Sora 1 pod Suho pri Škofji Loki (Geopedia..., 2013).....	43
Slika 23: Odsek Sora 2 pod krajem Pungert pri Škofji Loki (Geopedia ..., 2013).	43
Slika 24: Odsek Sora 6 pod krajem Rakovnik pri Medvodah (Geopedia ..., 2013).	44
Slika 25: Odsek Ljubljana 6 pod Vrhniko (Geopedia ..., 2013).	45
Slika 26: Odsek Ljubljana 26 pri Črni vasi (Geopedia ..., 2013).....	45
Slika 27: Odsek Sava 17 pri Sevnici (Geopedia ..., 2013).....	46
Slika 28: Odsek Sava 31 pri kraju Sp. Pijavsko (Geopedia ..., 2013).....	46
Slika 29: Odsek Sava 32 pod Pleterskim hribom pri Brestanici (Geopedia ..., 2013).....	47
Slika 30: Primer izvedbe presihajočih mokrišč ob potoku Globovnica pri Lenartu (Geopedia, 2016).	60

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Seznam tujerodnih invazivnih vrst višjih rastlin v Sloveniji (Jogan, 2007, Kus Veenvliet, 2009). Na seznamu je 23 vrst, ki so nedvomno zelo invazivne (krepki tisk), druge so lahko le lokalno invazivne (Jogan, 2007).	13
Preglednica 2: Najpogostejše TIV rastlin, oziroma vrste z največjim vplivom na biodiverziteto v obrežnih pasovih ob vodotokih v Sloveniji (Zelnik, 2012).	19
Preglednica 3: Najpogostejše TIV v preučevanih odsekih. Pri nekaterih TIV je vidna močna navezanost na določeno ekoregijo, saj je vrsta lahko v eni regiji zelo pogosta, v drugi pa jo najdemo zgolj posamič.	28
Preglednica 4: Pogostost TIV v posameznih ekoregijah.	28
Preglednica 5: Spearmanovi korelacijski koeficienti prikazujejo statistično značilne korelacije med okoljskimi dejavniki in TIV. Pri okoljskih dejavnikih (razen nadm. višina, oddaljenost od izvira, hitrost toka in globina vode) večja vrednost pomeni bolj naravno stanje, manjša pa bolj degradirano.	33
Preglednica 6: Spearmanovi korelacijski koeficienti prikazujejo statistično značilne korelacije med okoljskimi dejavniki in TIV. Pri okoljskih dejavnikih (razen nadm. Višina, oddaljenost od izvira, hitrost toka in globina vode) večja vrednost pomeni bolj naravno stanje, manjša pa bolj degradirano.	34
Preglednica 7: Pregled odsekov, ki so predstavljeni na DOF-ih, raba prostora ob odsekih, značilnosti obrežnega pasu in število ter skupna abundance TIV v izbranih odsekih.	41

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

TIV – tujerodne invazivne vrste rastlin

OP – obrežni pas

DOF – digitalni satelitski ortofotoposnetek

NUV – načrt upravljanja z vodami

AL – alpska (hidro-) ekoregija/fitogeografsko območje

DN – dinarska (hidro-) ekoregija/fitogeografsko območje

SP – panonska (hidro-) ekoregija/fitogeografsko območje

1 UVOD

Tujerodne invazivne vrste imajo več značilnosti, ki v naravi pogosto pomenijo prednost pred domorodnimi vrstami, od katerih so zato tudi konkurenčno uspešnejše. Tujerodne vrste pogosto v naravi nimajo plenilcev, imajo veliko razmnoževalno sposobnost in so bolj tekmovalne od večine domorodnih vrst, saj razpoložljive vire lahko hitreje izkoristijo in s tem hitreje rastejo, oziroma imajo veliko produkcijo biomase v razmeroma kratkem času.

Stabilnost in delovanje naravnih ekosistemov je odvisno tudi od vrstne pestrosti domorodnih združb, na katero pa so v zadnjih desetletjih negativno vplivale številne tujerodne invazivne vrste. V tem času so se nekatere tujerodne invazivne vrste rastlin močno razširile. Uveljavljanje tujerodnih invazivnih vrst negativno vpliva na gospodarstvo, na dostopnost in kakovost naravnih virov, s spreminjanjem ekosistemov pa zmanjšuje pogostost in vitalnost domorodnih vrst. Tujerodne invazivne vrste so dejavnik, ki izredno negativno vpliva na biodiverzitetu kopenskih in vodnih ekosistemov. Večanje števila teh vrst le še povečuje negativni vpliv na domorodne združbe.

Pri njihovem širjenju je zelo pomembno človekovo gospodarjenje s prostorom, saj degradacija površin pogosto olajša in pospeši naseljevanje in uveljavljanje teh vrst. Raba prostora je pomembna neposredno, saj motnje na zemljiščih povzročijo porušitev domorodnih življenjskih združb in medvrstnih odnosov. Vpliv rabe prostora pa je tudi posreden, saj se pri neustrezni rabi, oziroma degradaciji omenjenih površin, ki delujejo kot žarišča širjenja, invazivne vrste pogosto hitro širijo tudi v sosednje in bližnje habitate. Če so to obrežni pasovi, ki so tipični koridorji, je njihova vloga veznih členov (Forman, 1995) pri tem še toliko bolj pomembna in obenem ranljiva.

Veliki pritiski intenzivnega kmetijstva na okolje so v preteklih desetletjih zelo negativno vplivali na kulturno krajino in na posamezne ekosisteme v njej, saj je prišlo do močne degradacije številnih površin. Poleg tega je k degradaciji pomembno prispevala tudi gradnja infrastrukturnih objektov in poslovno-obrtnih con. Tovrstni negativni učinki so imeli še posebno velik vpliv na obrežne pasove v ravninskih delih vodotokov.

Obrežni pasovi (OP) ob vodotokih vzdržujejo veliko biotsko pestrost in so osrednji krajinski element. Obenem so tudi najbolj produktiven del rečnega ekosistema, ki pomembno vpliva na njegovo strukturo in delovanje. Njihov pomen je še posebej velik v kmetijskih in mestnih krajinah, kjer so ohranjeni OP zadnji ostanki naravne vegetacije in s tem pribežališče številnim rastlinskim in živalskim vrstam. Obrežni pasovi vodotok varujejo pred različnimi negativnimi vplivi s prispevnega območja, istočasno pa optimalno ohranjeni OP povečujejo poplavno varnost v tem prispevnem območju, zlasti v dolvodnem, oziroma njegovem ravninskem delu.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Kljub njihovem velikem pomenu so obrežni pasovi izpostavljeni pogostim antropogenim motnjam, ki poleg sicer prisotnih naravnih motenj olajšujejo širjenje tujerodnih invazivnih vrst (TIV, invazivk). Vrste, ki gradijo optimalno razvit, oziroma ohranjen obrežni pas, so drevesne poznosukcesijske vrste kot so veliki jesen, dob, brest, čremsa, pa tudi črna jelša, ki so prisotne le tam, kjer človek ni bistveno posegel v strugo ali obrežni pas. Navedene vrste učinkovito preprečujejo širjenje in uveljavljanje tujerodnih invazivnih vrst.

Širjenje in uveljavljanje invazivk spodbujajo posegi v obrežni pas in strugo, kot tudi neustrezna raba prostora v ožjem prispevnem območju. Torej na eni strani odsotnost invazivk kaže na zelo dobro ohranjeno okolje, kjer je vpliv človeka zanemarljiv, po drugi strani pa prevlada invazivk kaže na degradirano (razvrednoteno) okolje, kjer so zaradi močnih vplivov človeka odnosi v ekosistemih porušeni.

Večje obremenjevanje kmetijskih površin z gnojili, oziroma hranili je močno vplivalo tudi na obrežne pasove, saj ti prestrezajo velik del hranil, ki se spira v smeri vodotokov. S tem je prišlo do eutrofikacije obrežnih pasov, ki so postali bolj ugodno rastišče za uveljavljanje invazivnih vrst.

Pogosto so v želji za povečanjem kmetijskih površin ali urbane rabe prostora obrežne pasove skrčili na nekaj metrov in jih s tem močno zožili. Odstranjevanje lesnate vegetacije in večanje presvetljenosti obrežnih pasov zelo olajša naseljevanje in uveljavljanje sonceljubnim invazivnim vrstam.



Slika 1: Zaradi pridobivanja zemljišč za kmetijsko in urbano rabo, ter posledično zagotavljanje večje poplavne varnosti, je struga Savinje regulirana (desno), oziroma poglobljena, zravnan in z utrjenimi bregovi. Pri tem so prvotne bistveno širše obrežne pasove, ki jih še vidimo na levem posnetku, v celoti odstranili, nadomestili pa so jih zelo ozki in s pionirskimi vrstami (vrbe) zarasli obrežni pasovi, ki so veliko bolj dovzetni za kolonizacijo tujerodnih invazivnih vrst (Geopedia ..., 2013).

Kjer so bili izvedeni skrajni ukrepi, kot so komasacije zemljišč in regulacije vodotokov, je prišlo do popolnega uničenja obrežnega pasu, s čimer je bila kolonizacija tujerodnih invazivnih vrst nemotena.

Vplivi, kot so intenzivna raba prostora (npr. kmetijstvo), umeščanje neustreznih dejavnosti v ožje prispevno območje, pa tudi ukrepi za povečevanja poplavne varnosti, ki večinoma porušijo celovitost struge in OP, olajšujejo širjenje in uveljavljanje TIV.

Z ustreznim gospodarjenjem/upravljanjem z obrežnimi pasovi in rečnimi strugami, ti lahko ohranijo ali celo bistveno izboljšajo svojo vlogo in preprečijo nadaljnje širjenje TIV. Preučevanje povezav med številom in abundanco TIV in habitatnih značilnosti, kot so struktura rečne struge in dinamika toka, fizikalne in biotske značilnosti bregov in raba prostora za obrežnim pasom, je ključnega pomena za zagotavljanje smernic za obvladovanje TIV.

Upravljanje s TIV, oziroma nadzor nad njimi se danes osredotoča predvsem na problematično TIV, premalo pa na združbo, v katero se naseljujejo. Vilà in Ibañez (2011) zato zagovarjata obravnavanje tega problema na nivoju krajine, v kateri se TIV širi, kar mora postati del upravljalvskega načrta za nadzor nad TIV.

1.2 CILJI NALOGE

- Ugotoviti, kateri antropogeni vplivi/dejavniki so v pozitivni korelaciji s številom in številčnostjo invazivk;
- Preveriti, če človekov pritisk na reke in obrečni prostor ter njegova degradacija narašča v smeri toka z večanjem gostote prebivalstva, oziroma, če se intenzivnost antropogenih motenj odraža v večji pogostosti TIV v obrežnem pasu.
- Ugotoviti, če se raba prostora ob preučevanih rekah bistveno razlikuje med odseki, kjer invazivke prevladujejo in odseki, kjer invazivk ni.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Predpostavili smo:

- da bo obrežni pas v odsekih, kjer invazivka prevladuje v obrežnem pasu ožji kot v odsekih, kjer je ena ali več invazivnih vrst zgolj prisotna. Obrežni pas pa je v obeh primerih ožji kot v odsekih, kjer invazivk ni. Podobno velja tudi za višino in kompleksnost vegetacije v obrežnem pasu, oziroma za sklenjenost obrežnega pasu.
- da se bodo pokazale statistično značilne razlike pri rabi tal in posegih v strugo ter rečni breg. Predvidevamo, da bo v odsekih, kjer so razmere bolj naravne, oz. jih človek ni močno spremenil, invazivk manj kot tam, kjer so vplivi močni. Pričakujemo razlike v lastnostih med odseki brez invazivk in vsemi ostalimi kategorijami.
- da bo oddaljenost od izvira, intenzivnost rabe tal in spremenjenost struge ter bregov pozitivno vplivala na število in številčnost invazivk.

2 PREGLED OBJAV

2.1 DEFINICIJE IZRAZOV

2.1.1 Kaj so tujerodne invazivne vrste rastlin

Domorodne vrste

Domorodna ali avtohtona vrsta je po konvenciji o biotski raznovrstnosti definirana kot vrsta, ki uspeva, oziroma jo le občasno najdemo na območju njene običajne sedanje ali pretekle naravne razširjenosti. To območje je vrsta poselila sama, s pomočjo vetra, vode, živali ali na kak drug način, vendar brez posredovanja človeka (Kus Veenvliet, 2009).

Tujerodne vrste

Tujerodna ali alohtona je vrsta, ki jo najdemo izven območja prvotne, oziroma naravne razširjenosti, oziroma v območju, kamor ni mogla priti brez človekove pomoči. To vključuje tudi vse dele organizma, ki so sposobni razmnoževanja, oziroma razmnoževalne strukture (semena, spore, jajca itd.) (Kus Veenvliet, 2009). Da določeno vrsto opredelimo kot tujerodno, naj bi ta »prepotovala« vsaj 100 km. Če gre za izolirane ekosisteme, v katere se vrste, oziroma taksoni ne morejo razširiti brez človekove pomoči, je lahko ta razdalja tudi manjša. Vrsta, oziroma takson je lahko tujeroden v ekosistemih, ekoregijah, na otokih, celinah itd. (Richardson, 2000).

Danes, v času globalizacije, je svet povezan z gosto mrežo zelo pogosto uporabljenih transportnih poti po katerih potujejo blago in ljudje. S tem je možnost širjenja tujerodnih rastlinskih vrst v nova območja vedno večja (Kil in sod., 2004).

Ker v diplomskem delu obravnavamo tujerodne vrste rastlin omenjamo tudi delitev na arheofite in neofite. **Arheofiti** so vrste rastlin, ki so bile na neko območje vnesene pred odkritjem Amerike, medtem ko so **neofiti** vrste, ki so bile na novo območje prinesene po odkritju Amerike. Med tujerodnimi invazivnimi vrstami rastlin najdemo predvsem slednje.

Naturalizirane vrste

Naturalizirana je tista tujerodna vrsta, ki se v novem okolju tudi razmnožuje in s tem vzdržuje svoje populacije brez neposrednega človekovega vpliva, ali pa kljub temu. Potomce najdemo predvsem v bližini matične rastline. Vsaka naturalizirana vrsta pa ne postane invazivna (Richardson, 2000) in v okolju še ne povzroča zaznavne škode (Kus Veenvliet, 2009). Skupna lastnost naturaliziranih vrst je, da so se uspešno vključile v življenjsko združbo v naravnih ali polnaravnih ekosistemih, pri čemer ne motijo delovanja teh ekosistemov, saj so njihove populacije razmeroma majhne in ne dosegajo velike gostote (Jogan, 2007).

Invazivne vrste

Invazivna vrsta je naturalizirana vrsta, ki ima plodne potomce, ki so pogosto tudi zelo številčni. Potomce lahko najdemo precej daleč od matične rastline, kar jim omogoča širjenje prek velikih območij (Richardson, 2000). Invazivna vrsta povzroča spremembe v zgradbi in delovanju ekosistema, povzroča škodo v gospodarstvu, oziroma ogroža domorodno biotsko raznovrstnost. Konvencija o biotski pestrosti kot invazivne vrste

opredeljuje tujerodne vrste, ki ogrožajo ekosisteme, habitate ali druge vrste (Kus Veenvliet, 2009).

Transformerji

Transformerji so tujerodne vrste rastlin, ki so dejansko najbolj invazivne, saj spremenijo razmere, stanje in zgradbo ekosistema ter s tem motijo, oziroma spremenijo delovanje ekosistema (Richardson, 2000). Slednji je transformerje razdelil v več kategorij, in sicer na intenzivne porabnike virov (vode, svetlobe), donorje omejujočih virov (npr. dušik), utrjevalce tal/sedimenta in zbiralce delcev in/ali soli.

2.1.2 Obrežni pasovi

Ahern (1995) in Forman (1995) navajata, da so obrežni pasovi (angl. *riparian corridors*) pomembna naravna danost, ki bi jo morali upoštevati pri strategijah planiranja v kulturni krajini.

Obrežni pasovi so **del vodnih ekosistemov**, ki jih je kolonizirala vlagoljubna, oziroma freatofitska vegetacija. Rečni ekosistem se tako ne konča na robu rečne struge, ampak sega globlje v podlago, po kateri teče. To je hiporeična cona, ki je podtalni pas pod in ob robu rečne struge. V tej coni so tako zakoreninjene **rastline obrežnega pasu**, ki so bistvene za **delovanje in produktivnost rečnega ekosistema** (Gaberščik, 1996). Vegetacija obrežnih pasov se tako izrazito razlikuje od vegetacije na drugačnih rastiščih (Ellenberg, 1988).

Zakon o vodah (2002) določa kaj je priobalno zemljišče ali obvodni ekosistem. Vodno zemljišče celinskih voda je tisto, na katerem je celinska voda trajno ali občasno prisotna in se zato oblikujejo posebne hidrološke, geomorfološke in biotske razmere, ki določajo vodni in obvodni ekosistem. Zemljišče, ki neposredno meji na vodno zemljišče, pa je priobalno zemljišče celinskih voda, ki sega do 15 m stran od meje vodnega zemljišča na vodah 1. reda in do 5 m stran na vodah 2. reda.

Nekoliko drugače pa Petersen (1992) navaja kot idealno širino obrežnega pasu 30 m, da naj bi ta res deloval kot koridor, in minimalno širino 10 m.

2.1.3 Naravne in kulturne krajine

Krajine glede na stopnjo naravnosti, oziroma spremenjenosti s strani človeka, delimo na naravne in kulturne krajine (Zelnik, 2015):

naravne krajine - vpliva človeka ni ali pa je ta majhen:

- visokogorska krajina nad gozdno mejo
- gozdna krajina, v kateri prevladuje gozd
- gozdnata krajina, v kateri je matica še vedno gozd, velik delež krajine pa so kmetijske površine in naselja;

kulturne krajine - značilen vpliv človeka, ki krajino pomembno sooblikuje in jo v takem stanju vzdržuje v celoti, ali vsaj posamezne dele, oziroma ekosisteme:

- kmetijske krajine, v katerih prevladujejo kmetijske površine. Gozd se pojavlja le v koridorjih in zaplatah, ki jih najdemo na zemljiščih, ki so neprimerna za kmetijstvo (Anko, 1998)
- mestne krajine, v katerih prevladujejo poseljena območja, infrastruktura, industrijske in poslovne cone ter drugi elementi grajenega okolja.

2.1.4 Raba prostora

Raba prostora v planersko-načrtovalskem smislu:

Zakon o prostorskem načrtovanju (ZPNačrt; 2007) namensko rabo opredeljuje kot s prostorskimi akti določeno rabo zemljišč in objektov. Območja namenske rabe prostora določajo izvedbeni deli Občinskih Prostorskih Načrtov (OPN) po posameznih enotah urejanja prostora. Območja namenske rabe prostora se določijo ob upoštevanju predpisov za posamezne dejavnosti, glede na fizične lastnosti prostora in predvideno namembnost določenega prostora.

Vrste območij namenske rabe prostora:

I. OBMOČJA STAVBNIH ZEMLJIŠČ

Na območju stavbnih zemljišč so naslednja območja podrobnejše namenske rabe:

1. OBMOČJA STANOVANJ, ki so namenjena bivanju in spremljajočim dejavnostim: stanovanjske površine, ki so namenjene bivanju brez ali s spremljajočimi dejavnostmi; površine podeželskega naselja (kmetije z dopolnilnimi dejavnostmi).
2. OBMOČJA CENTRALNIH DEJAVNOSTI, ki so namenjena oskrbnim, storitvenim in družbenim dejavnostim ter bivanju.
3. OBMOČJA PROIZVODNIH DEJAVNOSTI, ki so pretežno namenjena industrijskim, proizvodnim in spremljajočim storitvenim ter servisnim dejavnostim: gospodarske cone – obrt, skladišča, promet, trgovske, poslovne in proizvodne dejavnosti; rastlinjaki, farme.
4. POSEBNA OBMOČJA, ki so namenjena posebnim dejavnostim, kot so območja za turizem, nakupovalna središča, sejmišča, prireditveni prostori; športni centri.
5. OBMOČJA ZELENIH POVRŠIN, ki so namenjena rekreaciji in športu na prostem; površine za oddih; parki; površine za vrtičkarstvo; zeleni pasovi z zaščitno oziroma drugo funkcijo; pokopališča.
6. OBMOČJA PROMETNE INFRASTRUKTURE, ki so namenjena za izvajanje prometa: ceste; železnice; letališča; ostale prometne površine, mejni prehodi, prometni terminali, večja postajališča avtobusnega in železniškega prometa.
7. OBMOČJA KOMUNIKACIJSKE INFRASTRUKTURE
8. OBMOČJA ENERGETSKE INFRASTRUKTURE
9. OBMOČJA OKOLJSKE INFRASTRUKTURE za oskrbo z vodo, čiščenje odpadnih voda ter ravnanja z odpadki.
10. OBMOČJA ZA POTREBE OBRAMBE
11. POVRŠINE RAZPRŠENE POSELITVE kot avtohtoni poselitveni vzorec v krajini, nizke gostote pozidave, s pojavi samotnih kmetij, zaselkov, razpršenih in razloženih naselij ter drugih oblik strnjenih manjših naselij.

II. OBMOČJA KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ

Na območju kmetijskih zemljišč so naslednja območja podrobnejše namenske rabe: NAJBOLJŠA KMETIJSKA ZEMLJIŠČA, DRUGA KMETIJSKA ZEMLJIŠČA

III. OBMOČJA GOZDNIH ZEMLJIŠČ

Na območju gozdnih zemljišč so naslednja območja podrobnejše namenske rabe:

1. GOZDNA ZEMLJIŠČA, kot zemljišča porasla z gozdnim drevjem, zemljišča namenjena gojenju in ekonomskemu izkoriščanju gozdov ter zemljišča v zaraščanju, ki so v skladu z Zakonom o gozdovih določena kot gozd.

IV. OBMOČJA VODA

Na območju voda so naslednja območja podrobnejše namenske rabe:

1. OBMOČJA POVRŠINSKIH VODA, ki so namenjena za izvajanje dejavnosti s področja rabe voda.

2. OBMOČJA VODNE INFRASTRUKTURE, ki so namenjena vodnim zemljiščem površinskih voda in vodnim objektom, kot so pregrade, jezovi in podobno.

V. OBMOČJA DRUGIH ZEMLJIŠČ

Na območju drugih zemljišč so naslednja območja podrobnejše namenske rabe:

1. OBMOČJA MINERALNIH SUROVIN.

2. OBMOČJA ZA POTREBE VARSTVA PRED NARAVNIMI IN DRUGIMI NESREČAMI.

V povezavi s TIV je pomemben predvsem vidik stopnje naravne ohranjenosti prostora, oziroma tistih lastnosti, ki omogočajo uveljavljanje TIV na določenih površinah. V našem primeru smo izraz raba prostora zato uporabljali prav v odnosu do ustreznosti razmer na območju posamezne podrobnejše namenske rabe prostora za širjenje in uveljavljanje TIV.

Različne rabe prostora smo v poglavju metode razdelili na tiste, ki omogočajo širjenje in uveljavljanje TIV, oziroma imajo pozitiven vpliv na širjenje TIV in tiste, kjer se TIV le izjemoma lahko uveljavijo, oziroma imajo v prostoru negativen vpliv na TIV. V splošnem je bolj naravna, oziroma ohranjena krajina, ki jo sestavljajo območja s takšnimi rabami, ki to omogočajo, manj ugodno okolje za uveljavljanje TIV, kot pa raznaravljena kmetijska ali mestna krajina (Zelnik, 2015).

Pri vsaki dejavnosti, ki jo uvajamo v ožje prispevno območje vodotoka, je v postopku njenega načrtovanja treba opredeliti njeno razmerje do vodnega telesa in obrežnega pasu tako z vidika privlačnosti kot tudi z vidika ranljivosti vodotoka za to dejavnost (Marušič in sod., 2005). Če to povežemo z TIV v obrežnem pasu lahko seveda govorimo zgolj o vidiku ranljivosti.

2.2 VPLIV TUJERODNIH INVAZIVNIH VRST RASTLIN NA EKOSISTEM

Vplive tujerodnih invazivnih vrst rastlin zelo težko opišemo s številkami, zato tudi težko dokažemo njihove negativne vplive na ekosisteme. TIV rastlin pogosto vplivajo na domorodne vrste in na medvrstne odnose (Vermeij, 2005). Z naseljevanjem tujih vrst pa pride tudi do vzpostavljanja novih medvrstnih odnosov (Bruno in sod., 2005; Kus Veenvliet, 2009).

Invazivne tujerodne vrste rastlin (TIV) obravnavamo kot motnje, ki negativno vplivajo na domorodne vrste in ekosisteme (Essl in Rabitsch, 2002). Priseljevanje TIV bistveno zmanjšuje sposobnost proizvajanja potomcev (fitnes) in rast avtohtonih rastlinskih vrst (Vilà in sod., 2011), kar vodi v izgubo biotske raznovrstnosti in večjo homogenost flore (Lodge, 1993), spremembe v pogostosti in jakosti motenj (D'Antonio in Vitousek, 1992) ter spremembe v kroženju snovi.

V skladu z dokumentom Commission Regulation EU 1143/2014 (2014) invazivne tujerodne vrste predstavljajo eno izmed glavnih groženj za biotsko raznovrstnost. TIV predvsem kolonizirajo habitate, kjer je bila prvotna vegetacija odstranjena ali pa se ni mogla dovolj hitro obnoviti (Zelnik, 2012). Prevlada TIV v združbi spreminja ekosisteme, ki s tem postanejo manj primerni za avtohtone vrste (Hejda in Pyšek, 2006; Dassonville in sod., 2007). TIV vplivajo na ekosistem s spremembami pretoka energije in kroženjem snovi, na primer s spreminjanjem značilnosti habitatov, prekomerne uporabe virov, kopičenjem opada in spremembah v erozijsko-sedimentacijskih procesih (Mack in sod., 2000; Lake in Leishman, 2004).

2.3 VNOS IN ŠIRJENJE TUJERODNIH VRST RASTLIN

Kadar človek prenese vrsto izven območja njene naravne razširjenosti, gre pri tem za vnos tujerodne vrste. Osebkí te vrste novih območij ne morejo naseliti brez človekove pomoči. Pri tem zadostuje že prenos zgolj dela organizma, ki je sposoben preživetja in obenem omogoča tudi razmnoževanje.

Številne TIV rastlin so ljudje naselili na določeno območje, iz katerega pa so se nato razširile v naravo in po naturalizaciji postale invazivne. Nekateri načini nenamernega širjenja so tudi posledice odstranitve geografskih ovir zaradi gradnje nove prometne infrastrukture in vzpostavitve novih transportnih povezav, kot so ceste, rečni in morski kanali, ki delujejo kot koridorji, ki omogočajo širjenje (Hulme in sod., 2008).

Določene vrste so zaradi medonosnosti širili čebelarji, npr. žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*), robinija (*Robinia pseudacacia*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*), nekatere, kot je topinambur (*Helianthus tuberosus*), so sadili lovci. Številne okrasne vrste še vedno sadijo po vrtovih, na primer: budleja (*Buddleja davidii*), japonska medvejka (*Spiraea japonica*), deljenolistna rudbekija (*Rudbeckia laciniata*) (Kus Veenvliet, 2009). Do namernih vnosov je prišlo tudi za namene gozdarstva, za preprečevanje erozije (Hulme in sod., 2008; Kus Veenvliet, 2009).

Pogosto imajo TIV pred domorodnimi vrstami kompetitivne prednosti, ki jim omogočajo uspešnejše širjenje. Na primer, enoletnice proizvajajo zelo velike količine semen, ki se lahko razširjajo z vetrom, plodove raznašajo živali (zoohorija), nekatere se širijo z vodo. Tudi alelopatske snovi, ki jih sintetizirajo mnoge TIV, pripomore h konkurenčnosti teh vrst (Stachowicz in Tilman, 2005).

Širjenje uspešnih TIV poteka spontano, kar poteka razmeroma enostavno z vodnim tokom, saj voda učinkovito prenaša razmnoževalne strukture (Jogan in Kos, 2012). To je tudi eden od razlogov, da se število in pogostost TIV povečujeta vzdolž rečnega toka. Na širjenje TIV pa ima zelo pogosto pomemben in pozitiven vpliv človek.

Dejavnik, ki zelo pomembno vpliva na uspešnost razširjanja, je tudi čas (Slika 3), odkar se je vrsta priselila v novo območje (Pyšek in Jarošik, 2005). Velikost populacije TIV na začetku narašča počasi (faza prilagajanja ali *lag phase*), po prilagoditvi na novo okolje, kar lahko traja nekaj let, lahko pa tudi nekaj desetletij, pa se začne velikost populacije eksponentno večati (Kus Veenvliet, 2009).

2.4 ŠIRJENJE TUJERODNIH INVAZIVNIH VRST V POVEZAVI Z RABO PROSTORA

Tujerodne invazivne vrste se lahko hitro razširijo v nova območja, kjer pa je njihova uspešnost odvisna od obstoječe in nekdanje rabe prostora, podnebnih razmer in topografije. Za obstoj številčnih populacij v koloniziranih območjih, je poleg razširjanja s semeni pomembno tudi vegetativno širjenje. Zelnote trajnice kot so japonski dresnik, kanadska in orjaška zlata rozga, imajo močno razrasel gost preplet podzemnih korenin, ki lahko preživi več let redne košnje (Kus Veenvliet, 2009; Kuhman in sod., 2010) in je pri širjenju v nove habitate zelo učinkovit.

Širjenje TIV v nove habitate je odvisno od lastnosti vektorja razširjanja, prilagoditve na posamezen vektor razširjanja ter abiotских dejavnikov v habitatu (Cousens in Mortimer, 1995).

Razmere, v katerih imajo TIV rastlin prednost pred domorodnimi vrstami, so močno povezane s človekovim vplivom, oziroma antropogenimi spremembami ekosistemov. Učinkovitost tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst je manjša v neokrnjenih naravnih ekosistemih, kjer zelo verjetno primanjkuje ključnih hranil. Takšno okolje daje prednost domorodnim vrstam (Curtis, 2003). Po drugi strani pa spremembe v strukturi in delovanju ekosistema, ki jih pogosto povzroči človek, povezujemo z naseljevanjem TIV (Richardson in sod., 2007).

Človeške aktivnosti pogosto predstavljajo motnje v okolju in s tem olajšujejo širjenje tujerodnih invazivnih vrst, ki so prilagojene na uspevanje v okolju s pogostimi motnjami (Stachowicz in Tilman, 2005; McKinney in Lockwood, 2005).

Močna antropogena spremenjenost krajine prispeva k širjenju TIV (González-Moreno in sod., 2013). Vilà in Ibañez (2011) sta ugotovili, da je na rastiščih, ki jih obdaja krajina pod

močnim vplivom človeka (oziroma je raba prostora intenzivna), več invazivnih vrst, kot če gre za naravno rabo prostora.

Širjenje TIV je močno odvisno od stalnega prinašanja njihovih razmnoževalnih struktur s sosednjih površin, zato **raba prostora**, ki je pod intenzivnim človekovim vplivom, lahko poveča širjenje razmnoževalnih struktur v naravne habitate (Ohlemüller in sod., 2006; Gassó in sod., 2009). González-Moreno in sod. (2013) so ugotovili, da na število TIV v posameznih habitatih vpliva raba prostora na sosednjih površinah. Intenzivna raba prostora tako pospešuje širjenje TIV v sosednje naravne habitate, ker ti vplivi pomenijo močnejše in pogostejše motnje, kar pospešuje uveljavljanje TIV (Guirado in sod., 2006).

Širjenje TIV je odvisno od preteklih in sedanjih vzorcev rabe prostora (Hobbs in Humphries, 1995), kar je še posebej pomembno za enoletnice, ki so odvisne od zaloge semen v tleh za vsakoletno vzpostavitev populacij.

V naravne habitate, ki jih obdaja antropogena krajina (raba prostora) bodo invazivne vrste bolj vdirale, kot pa če jih obdaja naravna krajina (Lindenmayer in McCarthy, 2001; Guirado in sod., 2006; McKinney, 2006). Značilnosti rabe prostora, ki obdaja nek habitat, imajo pomemben vpliv na pogostost naseljevanja TIV na določeno rastišče (Vilà in Ibañez, 2011), kar določa tudi ranljivost tega rastišča. Naravni habitati v antropogenih krajinah so posebej ranljivi za vdor TIV na svojih robovih (González-Moreno in sod., 2013).

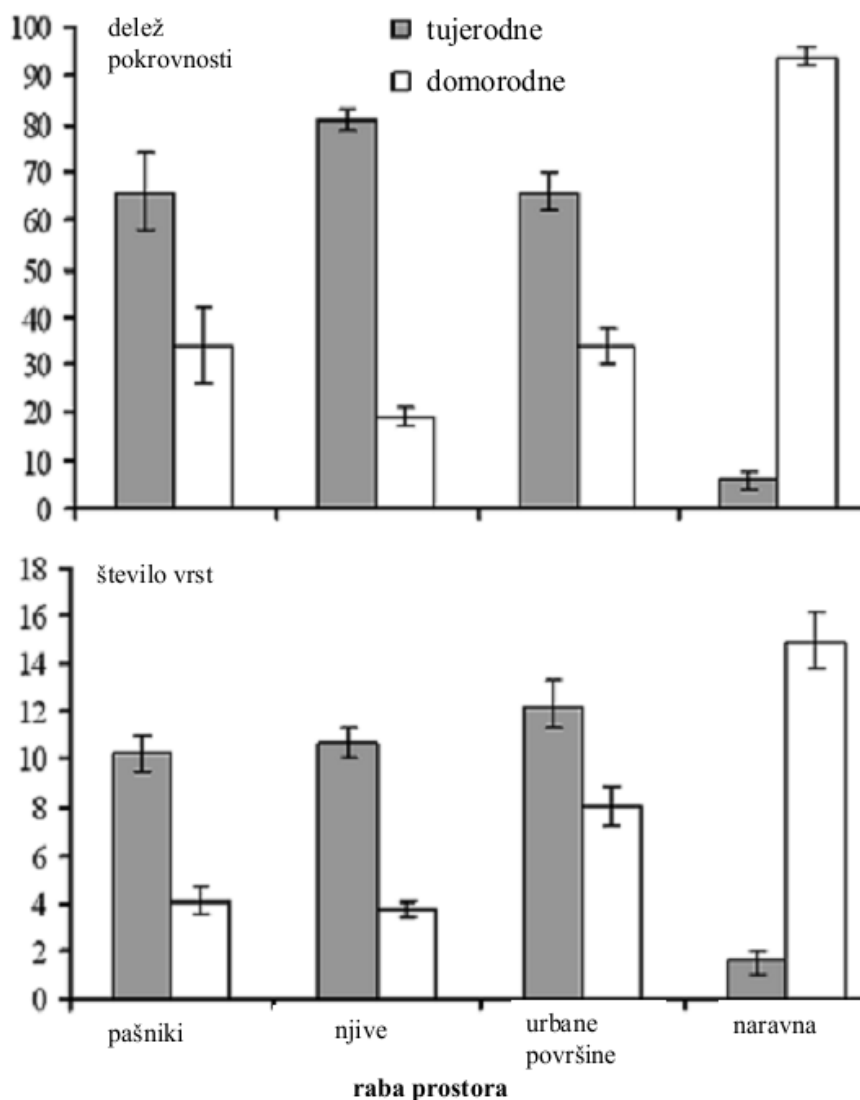
Številni avtorji (Harper in sod., 2005; Ewers in Didham, 2006; Vilà in Ibañez, 2011) so na primer ugotovili, da struktura krajine zelo močno vpliva na obseg širjenja TIV v gozdne robove.

Nekateri raziskovalci (Lake in Leishman, 2004; Jauni in Hyvönen, 2012) so ugotovili, da so TIV na motenih površinah pogostejše, zlasti enoletnice. Do drugačnih rezultatov pa so prišli González-Moreno in sod. (2013), ki so odkrili, da so to zelnate trajnice, saj so dobri kolonizatorji, kajti klonalna razrast s podzemnimi stoloni je v pozitivni korelaciji z motnjami (Gassó in sod., 2009).

Raba prostora vpliva na pogostost naseljevanja invazivnih vrst (Vilà in Ibañez, 2011): v krajini z intenzivno rabo prostora človek ustvarja rastišča z motnjami in veliko svetlobe ter tla bogata z dušikom (Saunders in sod., 1991; Turner, 2005) na katerih dobro uspevajo številne invazivne vrste. Motnje povzročajo neravnotežje, oziroma zmanjšajo kompeticijski pritisk, kar omogoča uveljavljanje novim vrstam. Zgradba krajine, oziroma njena razdrobljenost in intenzivnost rabe prostora, posredno vpliva na priseljevanje invazivk, ker vpliva na število razpoložljivih razmnoževalnih struktur (semen, plodov), ki omogočajo širjenje teh vrst (Vilà in Ibañez, 2011). Zgradba krajine, ki ustreza invazivnim vrstam, omogoča tudi večjo povezanost med populacijami invazivk.

Vilà in Ibañez (2011) sta objavila pregled dejavnikov, ki se nanašajo na rabo prostora in jih drugi avtorji najpogosteje navajajo kot najpomembnejše za širjenje TIV. Ti dejavniki so: fragmentacija (razdrobljenost) krajine, intenzivna kmetijska raba (intenzifikacija kmetijstva), urbane površine (urbanizacija), gradnja transportnih koridorjev (ceste, železnice), uničevanje habitatov, širjenje infrastrukture, opuščanje rabe prostora

(zaraščanje), pogozdovanje. Spremembe v rabi prostora, kot so zamenjave gozdov s pašniki ali obdelovalnimi površinami, opuščanje polj in urbanizacija ustvarjajo razmere za nove kolonizacije (Vilà in Ibañez, 2011).

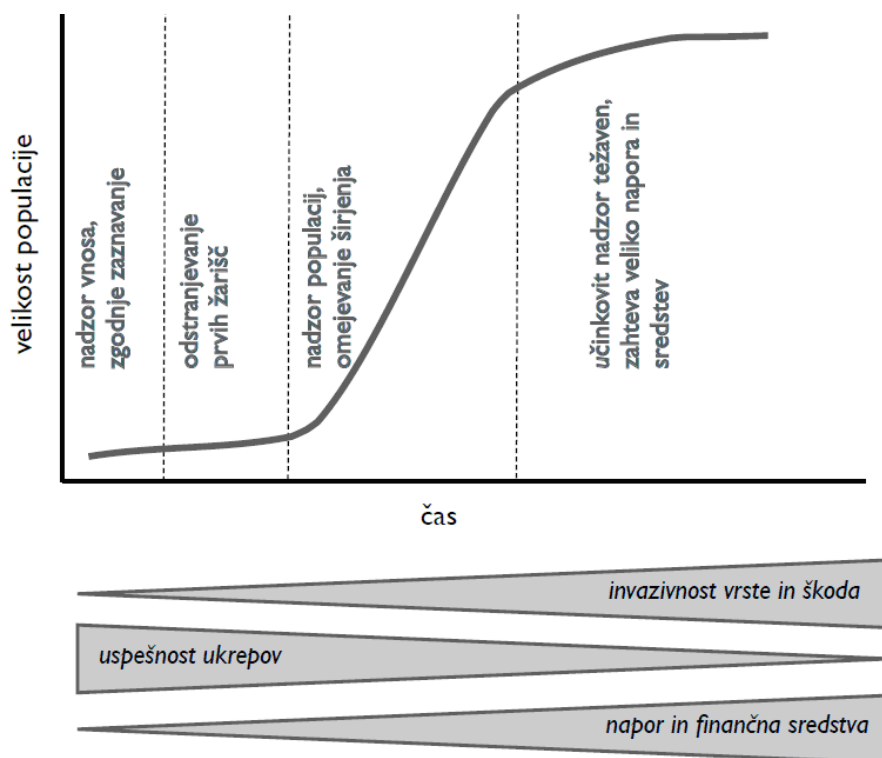


Slika 2: Relativni delež in število tujerodnih in domorodnih vrst vzdolž reke Eerste glede na rabo prostora neposredno za obrežnim pasom. (daljice ponazarjajo standardno napako). Rezultati z Mann-Whitney U testom so pokazali, da se površine neposredno ob njivah statistično značilno razlikujejo v pokrovnosti TIV (Meek in sod., 2010).

Intenzivna raba prostora ob obrežnih pasovih lahko povečuje erozijo tal in sedimentacijo v strugah, povečan vnos hranil in večjo osvetljenost (Davis in sod., 2000). Na ta način človek ustvarja idealne razmere za uveljavljanje in širjenje TIV (Richardson in sod., 2007), ki lahko dosežejo veliko gostoto osebkov in so tako lahko vzrok za degradacijo obrežnega pasu (Richardson in sod., 2007). Ena od mnogih sprememb, ki so povezane s širjenjem TIV, so spremembe strukture rečne struge (Rowntree, 1991).

Upravljanje s TIV mora zato vključevati tudi podatke o tem, kakšna je raba prostora v krajini, ki neposredno meji na naravna območja, če želimo zmanjšati širjenje, oziroma pretok razmnoževalnih struktur s prostora, za katerega je značilna intenzivna človekova raba (González-Moreno in sod., 2013).

Pri upravljanju z invazivnimi vrstami in preprečevanju njihovega nadaljnjega širjenja, so dejansko učinkoviti le preventivni ukrepi. Predvsem moramo preprečiti vnos novih potencialno invazivnih vrst. V praksi je zelo težko preprečiti naturalizacijo TIV rastlin, saj ljudje številne gojijo kot okrasne, medonosne ali krmne rastline (Bruno in sod., 2005).



Slika 3: Uspešnost ukrepov je omejena in je odvisna od velikosti in razširjenosti populacije TIV (Kus Veenvliet, 2009a: 8)

Kriterije invazivnosti težko določimo in sezname tujerodnih invazivnih vrst rastlin se od države do države razlikujejo (Jogan, 2007).

Upravljanja s tujerodnimi invazivnimi vrstami zakon ne nalaga nobeni instituciji, osnovne pristojnosti s tem niso jasne. Pri ravnanju s tujerodnimi vrstami lahko izvajamo ukrepe na različnih ravneh (odvisno od velikosti in razširjenosti populacije). Za preprečevanje vnosa TIV v naravo, oziroma v Slovenijo, moramo izvajati preventivne ukrepe. Zagotoviti moramo čim hitreje obveščanje in odkrivanje TIV, da bi jih zaznali preden se začnejo širiti. Dokler je TIV razširjena na majhnem območju, je odstranitev razmeroma enostavna. Tujerodne vrste, ki se v okolju razmnožujejo, pogosto ni več mogoče odstraniti. Populacije lahko kvečjemu omejujemo ter s tem upočasnimo njihovo širjenje.

Pri upravljanju s TIV rastlin je pomembno, da povečamo ozaveščenost javnosti (tveganje za biotsko pestrost, zdravje, gospodarstvo). Spremeniti moramo odnos in ravnanje

posameznikov ter v preprečevanje širjenja in odkrivanje novih rastišč teh vrst aktivno vključiti javnost (Kus Veenvliet, 2009a).

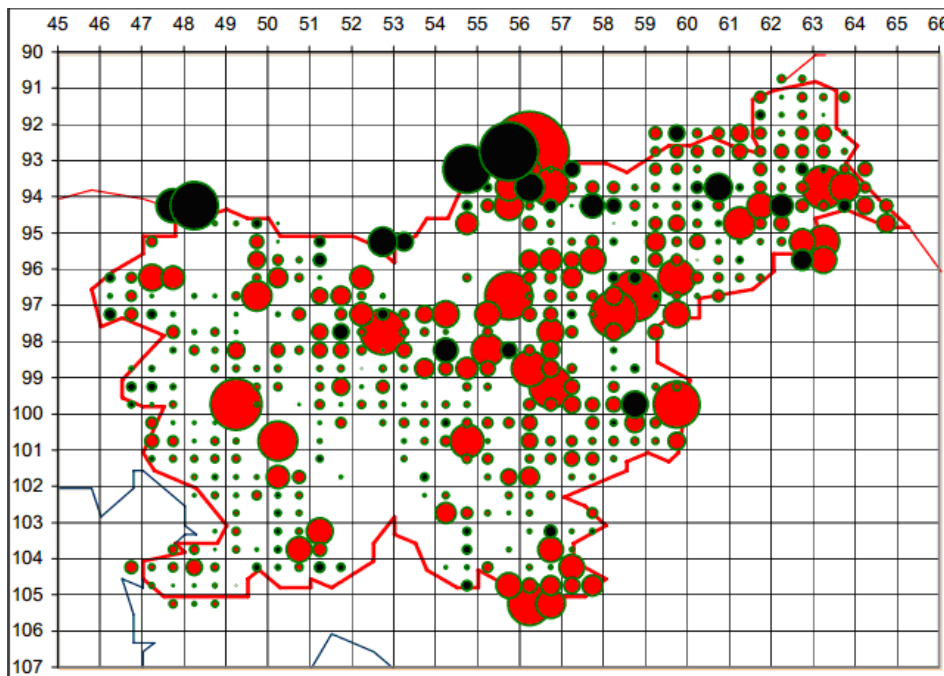
2.5 TUJERODNE INVAZIVNE VRSTE RASTLIN V SLOVENIJI

Preglednica 1: Seznam tujerodnih invazivnih vrst višjih rastlin v Sloveniji (Jogan, 2007, Kus Veenvliet, 2009). Na seznamu je 23 vrst, ki so nedvomno zelo invazivne (krepki tisk), druge so lahko le lokalno invazivne (Jogan, 2007).

<i>Acer negundo</i> L.	amerikanski javor
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	veliki pajesen
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	pelinolistna žvrklja
<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	Verlotov pelin
<i>Asclepias syriaca</i> L.	sirska svilnica
<i>Aster laevis</i> L.	gladka nebina
<i>Aster lanceolatus</i> Willd.	suličastolistna nebina
<i>Aster novae angliae</i> L.	novoanglijska nebina
<i>Aster novi belgii</i> L.	virginijska nebina
<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron.	luskasta nebina
<i>Aster tradescantii</i> auct. eur., non L.	drobnocvetna nebina
<i>Aster x salignus</i> Willd.	vrbovolistna nebina
<i>Bidens frondosa</i> L.	črnoplodni mrkač
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Vent.	navadna papirjevka
<i>Buddleja davidii</i> Fanch.	davidova budleja
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	navadni jadikovec
<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	poljska predenica
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. & A. Gray	oljna bučka
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	račja zel, vodna kuga
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	enoletna suholetnica
<i>Fallopia baldschuanica</i> (Regel) Holub	grmasti slakovec
<i>Fallopia japonica</i> (Houtt.) Ronse Decr.	japonski dresnik
<i>Fallopia sachalinensis</i> (F. Schmidt) Ronse Decr.	sahalinski dresnik
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	laška repa, topinambur
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	žlezava nedotika
<i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell	dvomljiva lindernija
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	japonsko kosteničje
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	mnogolistni volčji bob
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	navadna vinika
<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.	kalinolistni pokalec
<i>Pistia stratiotes</i> L.	vodna solata
<i>Quercus rubra</i> L.	rdeči hrast
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	robinija
<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	deljenolistna rudbekija
<i>Solidago canadensis</i> L.	kanadska zlata rozga
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	orjaška zlata rozga
<i>Spiraea japonica</i> L. f.	japonska medvejka
<i>Thuja orientalis</i> L.	vzhodni klek

Slovenija je potrdila Konvencijo o biotski pestrosti, ki vsebuje tudi določila, ki so postala pomembna izhodišča novega Zakona o ohranjanju narave (ZON), ki je bil sprejet leta 1999. Tujerodne invazivne vrste so s tem postale predmet slovenske zakonodaje.

Tujerodne invazivne vrste, ki uspevajo v Sloveniji (Preglednica 1), izvirajo iz območij s podobnimi podnebnimi razmerami, predvsem iz vzhodnega dela Severne Amerike in iz vzhodne Azije (Kus Veenvliet, 2009a).



Slika 4: Spremembe deležev TIV v flori kvadrantov med obdobjema 1987-1996 in 1997-2006.

Z rdečo barvo je označen povečan delež, s črno zmanjšan. Velikost kroga je v sorazmerju z razliko med deležema, zato so kvadranti z enakim deležem TIV navidezno brez TIV, saj je trend 0 (Jogan, 2007)

2.6 ZNAČILNOSTI OBREŽNIH PASOV

2.6.1 Obrežni pasovi kot krajinski element

Obrežni pasovi, ki jih najdemo ob vodnih telesih, so svojevrstni zeleni koridorji in s tem linearni elementi prostora (Forman, 1995). S tem so tudi vezni členi, ki povezujejo ostale ekosisteme, zaradi česar imajo veliko ekološko vrednost, saj kot navaja Ahern (1995) preprečujejo in rešujejo problem fragmentiranosti krajine. Obrežni pas vegetacije je vez med ločenimi zaplatami ostalih ohranjenih območij in deluje kot hrbtenica naravne vegetacije v kmetijski krajini (Forman, 1995) in je s tem zelo pomemben element krajine v ekološkem in estetskem smislu. Velik pomen ima tudi s stališča biodiverzitete. Obrežni pas sodi med najbolj ranljive ekosisteme in ga je treba na ta način tudi obravnavati. (Forman, 1995).

Veliki pritiski intenzivnega kmetijstva na okolje so v preteklih desetletjih zelo negativno vplivali na kulturno krajino, še posebej pa na obrežne pasove v ravninskih odsekih vodotokov. Prav vodotoki na ravnini s počasnim meandrirajočim tokom in z ohranjeno obrežno vegetacijo, pa naj bi bili značilni predstavniki naravnih vodotokov in tudi pomemben prostorski element (Balant, 2006).

Za območje obrežnega pasu ob vodotokih je značilna prisotnost različnih rastlinskih vrst, ki v primeru nereguliranih vodotokov, gradijo značilen zeleni pas (Toman, 1995; Gazvoda, 2005). Z izsuševanjem močvirnih območij in reguliranjem vodotokov, močno zmanjšamo ekološko funkcijsko sposobnost teh sistemov (Prosen, 1993), s tem pa naredimo veliko škodo. Zaradi pridobivanja novih kmetijskih površin ter povečevanja protipoplavne varnosti naselij in ostalih površin, so bile struge pogosto regulirane. S tem pa je bila poleg naravne struge odstranjena tudi naravna vegetacija obrežnega pasu (Balant, 2006). Obrežni pas se večinoma ni obnovil, med drugim tudi zaradi enostavnejšega ohranjanja pretočnosti struge. Brežine so utrdili z umetnimi ali neavtohtonimi materiali ali pa so jih zatravili. S tem je pestra obvodna krajina izginila, ekološki pomen vodotoka pa se je močno zmanjšal (Balant, 2006).

Spremembe v obrežnih pasovih povečajo njihovo ranljivost, kot tudi občutljivost vodnega telesa zaradi intenzivno spreminjajočih se okoljskih razmer, ki so bistvene za združbe v vodnem telesu (Ward, 1998; Naiman in sod., 2005). Degradacija obrežnega pasu je pogosto povezana z degradacijo vegetacije, kar omogoča širjenje invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst (Meyer in sod., 1999; Tickner in sod., 2001). Forman in Godron (1986) o koridorjih tudi trdita, da premajhna širina koridorja ne omogoča ustreznih razmer za številne organizme, ki sicer živijo v koridorjih.

V krajini vodotoki skupaj z obrežnim pasom ustvarjajo podobo visoke estetske vrednosti in neponovljivosti (Ogrin, 1997). V prostoru je navadno bolj, oziroma prej kot vodotok, viden pas obrežne vegetacije, zanimivost motiva pa se povečuje s kompleksnostjo krajinske zgradbe, na katero vplivajo število rastlinskih vrst, višina in širina ter zveznost obrežnega pasu (Ogrin, 1997; Balant, 2006)). Če so obrežni pasovi zarasli s TIV, se percepcijska vrednost precej zmanjša, saj se število vrst rastlin v OP močno zmanjšata.

2.6.2 Struktura obrežnih pasov

Vegetacija obrežnih pasov je odvisna od podnebja, geomorfologije, vodnega režima reke, kot tudi od vrste motenj, predvsem od njihovih jakosti in pogostosti (Naiman in Decamps, 1997). V zmernih klimatih primarne (naravne) obrežne pasove sestavlja, bodisi gozdna vegetacija, kot je gorski gozd, poplavni gozdovi poznosukcesijskih vrst (dob - *Quercus robur*, veliki jesen - *Fraxinus excelsior*, brest - *Ulmus* sp.) ali vrbovja, različne pionirske drevesne in grmovne vrste, vključno z vrstami iz rodu *Salix*, *Alnus*, *Populus*, ali pa zelnate mokriščne vrste (Schnitzler in sod., 2007).

V obrežnih pasovih vodotokov prevladuje lesnata vegetacija, zelnate rastline pa prevladujejo tam, kjer okoljske razmere niso primerne za uspevanje lesnatih vrst, npr. na rastiščih, kjer so temperature prenizke (večje nadmorske višine), oziroma so tla pogosto nasičena z vodo (Richardson in sod., 2007). Vrste, ki so značilne za obrežni pas so večinoma specialisti prilagojeni na nihanje vodne gladine. Vrste obrežnega pasu so prilagojene na poplavljanje, zasipanje s sedimentom, abrazijo in lomljenje stebel (Naiman in sod., 2005). Med rastlinami obrežnega pasu najdemo predvsem mešanico obligatnih in fakultativnih freatofitov. To so rastlinske vrste, ki s koreninami segajo globoko v tla, ki so pogosto nasičena z vodo in črpajo vodo iz vodotoka, oziroma hiporeika (Naiman in sod.,

2005). Po takih prilagoditvah lahko ločimo vegetacijo obrežnega pasu od ostale (Ellenberg, 1988).

Za obrežni pas je značilna zelo visoka pestrost rastlinskih in živalskih združb (Naiman in sod., 2005). Vzrok je v veliki raznolikosti habitatov, oziroma razmer, ki se ves čas spreminjajo zaradi nihanja vodostaja in spreminjanja toka. Višina terena, oziroma mikoreliefne značilnosti vplivajo na pogostost in trajanje poplav, podnebne razmere pa na možnost uspevanja posameznih vrst, kar povečuje raznolikost habitatov in biodiverziteto (Naiman in sod., 2005).

Obrežni pas je običajno najbolj ploden in produktivni del krajine. S tem tudi omogoča veliko raznolikost organizmov na določenem območju. Obrežni pas je rastišče za nekatere ogrožene in redke vrste, zatočišče za živalske vrste iz drugih delov krajine in koridor za migracijske vrste (Malanson, 1993; Pollock in sod., 1998; Ward in sod., 2002).

Raziskave v obrežnih pasovih vzdolž rek v ZDA so pokazale, da je 74 % od vseh rastlinskih vrst, ki so jih popisali v določenem porečju, uspevalo le v obrežnem pasu (Naiman in sod., 2005).

2.6.3 Delovanje obrežnih pasov

Obrežni pasovi (OP) so zelo pomemben del vodnega ekosistema in imajo pomembno vlogo v njegovi strukturi in funkciji. Vključeni so v delovanje vodnega kroga, obrežna vegetacija vpliva na količino vode v podzemnih vodonosnikih kot tudi v strugi, in vpliva na lokalno klimo (Scott in sod., 2000). Količina vode, ki jo absorbirajo in oddajo rastline je odvisna od vrst rastlin in talnih lastnosti (Scott in sod., 2000; Dahm in sod., 2002). Z evapotranspiracijo in senčenjem pa obrežni pas vpliva na temperaturo vode (Naiman in sod., 2005). Z zadrževanjem vode v krajini OP zmanjšujejo verjetnost suše kot tudi poplav dolvodno (Naiman in Decamps, 1997) in na ta način omilijo učinke ekstremnih dogodkov.

Vegetacija obrežnega pasu preprečuje erozijo bregov in ščiti vodne vire (Hood in Naiman, 2000; MacDougall in Turkington, 2005). Rastline povečujejo odpornost tal proti eroziji, ki je najbolj intenzivna med poplavami, kar pa je odvisno od morfologije struge, količine opada in gostote korenin (Richardson in sod., 2007). Če je obrežni pas porasel z drevesnimi vrstami in zeliščno vegetacijo, je rečni breg bolj stabilen..

S svojimi koreninskimi sistemi obrežna vegetacija deluje kot blažilni, oziroma varovalni **pas in filtrira različne škodljive snovi**, ki prihajajo iz prispevnega območja (Giller in Malmqvist, 1998), kot so suspendirane snovi (sedimenti), hranila, težke kovine in druge strupene snovi (Malanson, 1993). Rastline neposredno (s privzemom) in posredno (s stimulacijo mikrobne aktivnosti) sodelujejo v procesih kroženja hranil. Običajno zmanjšajo koncentracijo dušikovih spojin v vodotoku ali v tleh. S tem so obrežni pasovi zelo dober blažilec za vode, ki se stekajo s kmetijskih površin, kar je posledica njegovega položaja v krajini. Dejansko mora vsa površinska voda steči skozi obrežni pas, da bi dosegla rečni kanal. Obrežni pas je zelo učinkovit pri varovanju površinskih voda, predvsem pred prevelikim dotokom nitratov (Naiman in sod., 2005). V OP poteka denitrifikacija, privzem v rastline in vgradnja v biomaso (Naiman in sod., 2005), s čimer imajo pomembno vlogo

pri blaženju vplivov razpršenih virov onesnaževanja. Vrsta vegetacije in širina obrežnega pasu, je tako tesno povezana z ekološkim stanjem rečnega ekosistema in nakazujejo njegovo ranljivost (Petersen, 1992; Germ in sod., 2008).

Količina organske snovi, ki vstopa v vodno telo in je pomembna za vodne organizme, je odvisna od vrste vegetacije in floristične sestave obrežne vegetacije (Naiman in sod., 2005; Kuhar in sod., 2007; Šraj-Kržič in sod., 2007). Obrežna vegetacija pri tem vnosu organskih snovi prispeva zelo velik del. Kjer je obrežni pas dobro razvit, oziroma ohranjen, lahko vnos opada (listje in veje) predstavlja 80-95 % celotne mase organskih snovi za vodotok (Naiman in sod., 2005). Rastline obrežnega pasu so hrana številnim rastlinojedim živalim (Richardson in sod., 2007).

2.7 ČLOVEKOVI POSEGI IN SPREMEMBE V OBREŽNEM PASU

Čeprav obrežni pasovi predstavljajo le majhen delež krajine, so zaradi interesov številnih sektorjev po tem prostoru ali vodi zelo pogosto pod velikim pritiskom človeka in s tem predstavljajo ogromen izziv za njihovo ohranjanje (Ewel in sod., 2001).

Na obrežni pas delujejo predvsem tri skupine človekovih vplivov: raba prostora; regulacije strug in bregov ter onesnaževanje. Te vrste imajo vpliv na obrežni pas, kot so npr. spremembe v transportu usedlin, spremembe v frekvenci in intenzivnosti poplav, zmanjšanje števila habitatov, izsuševanje obrežnega pasu, zmanjšanje vrstne pestrosti (Ward, 1998; Naiman in sod., 2005), širjenje tujerodnih invazivnih vrst (Meyer in sod., 1999) in spremembe v kroženju hranil.

Posegi, kot so gradnje pregrad in regulacije vodotokov, spremenijo obliko rečne struge, pa tudi sestavo vegetacije in širino obrežnega pasu (Merritt in Wohl, 2002). Obdelovalne površine tik ob vodi pospešujejo eutrofikacijo in odnašanje tal ter nalaganje sedimenta (Hancock in sod., 1996; Richardson, 2007). Na obrežni pas vplivata tudi košnja in paša (Mathooko in Kariuki, 2000) ter rekreacija (Washitani, 2001). Takšne motnje pospešujejo širjenje TIV rastlin.

Kljub nekaterim navedbam o prizadetosti večine vodotokov v Sloveniji, bodisi zaradi energetske izrabe, vodnogospodarskih posegov, raznih onesnaževanj (Marušič in sod., 2005), pa drugi avtorji navajajo razmeroma dobro splošno ohranjenost hidromorfoloških razmer v primerjavi z drugimi evropskimi državami (Mikoš in Urbanič, 2002). Kot navajata slednja, je od pregledanih 7.523 km, ali 56 % skupne dolžine vodotokov v Sloveniji kar 68 % odsekov v 1., 1.-2. ali 2. razredu hidromorfološke ohranjenosti vodotokov. Ostalih 32 % odsekov pa je po stopnji hidromorfološke ohranjenosti v 2.-3., 3., 3.-4. ali 4. razredu. Bolj raznaravljani so ravninski odseki, kjer je gostota poselitve večja in potreba po poplavni varnosti zaradi neustrezne razvrstitve rab prostora večja. Z istega razloga je stanje slabše na večjih rekah, saj je 25 % teh odsekov delno ali v celoti reguliranih (Nacionalni program varstva okolja, 1999). Ker so najbolj raznaravljani ravno odseki na najbolj vidno izpostavljenih območjih v bližini naselij, je tako razhajanje najverjetneje posledica subjektivnega vtisa.

Vsaka velika sprememba v sestavi rastlinske združbe, ki je posledica regulacij, lahko poveča delež TIV rastlin in močno spremeni zgradbo in delovanje OP. Naseljevanje TIV rastlin pa je lahko tudi znak drugih sprememb v obrežnem pasu (Richardson in sod., 2007).

Sprememba strukture vegetacije pomeni tudi spremembe v delovanju ekosistema. Do največjih sprememb v delovanju pride, če se spremeni številčnost prevladujočih vrst. Zaradi spremembe morfoloških lastnosti rastlin ter hitrosti rasti, bo prišlo tudi do velike spremembe v delovanju. Ohranitev zgradbe vegetacije obrežnega pasu je zato bistvena za ohranitev celovitosti rečnega ekosistema (Hancock in Froend, 1996).

2.7.1 Tujerodne invazivne vrste rastlin v obrežnih pasovih ob vodotokih

Število in pogostost TIV rastlin v obrežnih pasovih ob vodotokih, se je v večjem delu sveta močno povečala. Rečni ekosistem je zelo dovzeten za naseljevanje tujerodnih invazivnih vrst rastlin. Zaradi zelo spremenljivih hidroloških razmer reke delujejo kot vektor za učinkovito razširjanje rastlinskih delov (Planty-Tabacchi in sod., 1996).

Predvsem obrečni habitatni tipi so ugodna rastišča za širjenje številnih invazivnih vrst, hkrati pa so to tudi rastišča redkih in ogroženih vrst. Opazno je naraščanje števila in pokrovnosti TIV rastlin v obrežnem pasu vzdolž reke Save, Kolpe, Drave in Mure (Slika 4). V poplavnih ravninah velikih rek najdemo celo prek sto metrov široke sestoje TIV rastlin, ki zavirajo uspevanje avtohtonih vrst (Jogan, 2007).

V obrežnem pasu ali v rečni strugi človek povzroča različne motnje, s čimer posredno ali neposredno vpliva na invazivnost tujerodnih rastlin. Ker reke tečejo skozi naselja, oziroma urbano krajino, so vnosi TIV rastlin veliko pogostejši. Vodotoki pogosto prenašajo semena skupaj z usedlinami na rastišča, ki jih je človek spremenil. Spremenjena dinamika rečnega ekosistema pospeši naseljevanje in širjenje TIV rastlin v obrežnem pasu (Hood in Naiman, 2000; Washitani, 2001). Zaraščenost obrežnih pasov s TIV je povezana s pogostostjo motenj v obrežnem pasu (Planty-Tabacchi, 1996). Zelo velik pomen ima v našem primeru tudi dejstvo, da so obrežni pasovi žarišča iz katerih se TIV rastlin širijo v prispevno območje (Stohlgren in sod., 1998). Obenem so obrežni pasovi tudi koridor, ki omogoča širjenje TIV rastlin skozi krajine, kjer so razmere zanje manj primerne (Stohlgren in sod., 1998).

Zaradi longitudinalnega koncepta vodotokov reke delujejo kot vektorji za širjenje TIV. Občasne poplave pospešujejo širjenje TIV, saj prenašajo semena in druge rastlinske razmnoževalne strukture v sosednje kopenske ekosisteme in obratno, iz kopenskih ekosistemov v obrežni pas in po toku navzdol (Schnitzler in sod., 2007). Danes so zaradi pogostejših poplav vsi ti procesi še bolj izraziti (Richardson in sod., 2007).

Med poplavami lahko voda izruva ali polomi rastline v obrežnem pasu, s tem pa ustvari prazne prostore, kamor se lahko naselijo druge rastline, med drugim tudi tujerodne. V tem času voda odnaša sediment skupaj z rastlinami ali deli rastlin. Dolvodno, kjer reka sediment odloži, je tovrsten substrat ugodno rastišče za naselitev tujerodnih invazivnih rastlin (Richardson in sod., 2007).

Po podatkih, ki so v zbirki Flora Slovenije (Center za kartografijo favne in flore Slovenije) kar 28,5 % vseh TIV najdemo v obrežnih pasovih ob vodotokih, kar je največ med vsemi obravnavanimi habitatnimi tipi (Preglednica 2, iz Zelnik, 2012).

Preglednica 2: Najpogostejše TIV rastlin, oziroma vrste z največjim vplivom na biodiverziteto v obrežnih pasovih ob vodotokih v Sloveniji (Zelnik, 2012).

Ime taksona	Št. lokalitet s prisotnimi TIV
<i>Robinia pseudacacia</i>	101
<i>Solidago gigantea</i>	139
<i>Fallopia japonica</i> in <i>F. × bohemica</i>	84
<i>Impatiens glandulifera</i>	125
<i>Echinocystis lobata</i>	63
<i>Rudbeckia laciniata</i>	48
<i>Helianthus tuberosus</i>	41
<i>Solidago canadensis</i>	33
<i>Acer negundo</i>	20
<i>Erigeron annuus</i>	75
<i>Ailanthus altissima</i>	12
<i>Impatiens parviflora</i>	36
<i>Juncus tenuis</i>	19
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	10
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	22

3 METODE DELA

3.1 POPISOVANJE TIV V OBREŽNIH PASOVIH IN OCENJEVANJE OKOLJSKIH PARAMETROV

V nalogi smo analizirali podatke o prisotnosti in številčnosti invazivk (TIV) v obrežnem pasu v 100-m odsekih ter značilnosti obrežnega pasu (npr. sklenjenost, širino, višino vegetacije in njeno kompleksnosti; strukturo bregov), rečne struge (zgradbo struge, antropogene spremembe struge, ki so posledica regulacij itd.) in ožjega dela prispevnega območja (raba prostora neposredno za obrežnim pasom, in sicer v 30 metrske, oziroma v 100 metrske pasu oddaljenosti od vode. Omenjene značilnosti so pridobljene po delno spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov RCE (Petersen, 1992), ocenjene pa so glede na njihovo ohranjenost, oziroma potencialno naravnost. Pri tem ima najnižjo oceno lastnost v najbolj degradiranem (spremenjenem zaradi človekovih posegov) stanju (1), najvišjo oceno (4) pa v najbolj ohranjenem, oziroma naravnem stanju. Lastnosti, ki so odražale stanje med navedenima skrajnostma, so ocenjene z 2, oziroma 3. Tak način ocenjevanja okoljskih dejavnikov je bil že večkrat objavljen v znanstvenih člankih (npr. Kuhar in sod., 2007; Germ in sod., 2008). Hitrost toka je bila ocenjena na šest stopenjski, globina vode pa na tri stopenjski lestvici.

Odseki z dolžino 100 m se pogosto uporabljajo v raziskavah rečnih ekosistemov, npr. raziskava makrofitov po Okvirni vodni direktivi (WFD) (Kuhar in sod., 2011), saj omogoča zanesljivo oceno rečne morfologije kot tudi prisotnost in številčnost TIV.

V vsakem 100 m odseku OP je bil narejen popis prisotnosti in številčnosti TIV. Kot nabor TIV, ki so bile popisane na terenu, je služil seznam TIV v Sloveniji (Jogan, 2007). Za oceno številčnosti TIV je bila uporabljena štiri stopenjska lestvica:

- 1 - TIV se pojavlja posamično, prisotna z največ 5 osebki
- 2 - TIV je redka (največ 20 osebkov), gradi manjše sestoje
- 3 - TIV je pogosta, pojavlja se v večjih sestojih (več kot 20 osebkov)
- 4 - TIV prevladuje v obrežnem pasu, gradi obsežne strnjene sestoje

Za vsak odsek smo s pomočjo Atlasa okolja določili povprečno nadmorsko višino odseka in oddaljenost od izvira.

Ocene za posamezne okoljske dejavnike (prirejeno po Petersen, 1992):

Hitrost vodnega toka

- 6 Hudourniški, voda zelo razburkana
- 5 Deroč, voda razburkana
- 4 Hitro tekoč, voda srednje razburkana
- 3 Počasi tekoč, površina vode gladka
- 2 Tok zelo šibek, komaj viden
- 1 Tok ni viden, skoraj stoječ

Globina vode

- 3 >100 cm
- 2 30-100 cm
- 1 < 30 cm

Raba prostora neposredno za obrežno vegetacijo (do 30 m) – ocenjeno na terenu

- 4 Nespremenjena (prvotna), sestoji gozda, naravna mokrišča
- 3 Nekaj gozda in/ali mokrišč, pašniki, nekaj njiv
- 2 Prevladujejo kmetijske površine, posamezne hiše/Zemljišče je v fazi zaraščanja
- 1 Urbane površine – območja stavbnih zemljišč

Širina cone obrežne vegetacije od roba struge do polj

- 4 Obrežna ali gozdna vegetacija > 30 m širine
- 3 Obrežna ali gozdna vegetacija 5 - 30 m širine
- 2 Obrežna ali gozdna vegetacija 1 - 5 m širine
- 1 Obrežne ali gozdne vegetacije ni

Sklenjenost obrežne vegetacije

- 4 Sklenjena obrežna vegetacija
- 3 Prekinitve se pojavljajo na razdaljah več kot 50 m
- 2 Prekinitve pogoste vsakih 50 m
- 1 Prekinitve na manj kot vsakih 50 m

Obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi

- 4 > 90 % pokrovnosti predstavljajo nepionirska drevesa ali grmovja ali močvirske rastline
- 3 Različne pionirske vrste vzdolž struge z drevesi v ozadju
- 2 Vegetacija travnatih vrst in redka pionirska drevesa ali grmovja
- 1 Travnata vegetacija

Oblika, oz. globina struge

- 4 Zadostna za sedanje in najvišje letne pretoke, širina/ globina < 7
- 3 Ustrezna, z redkimi preplavljanji bregov, širina/globina 8 do 15
- 2 Komaj vzdržuje sedanje najvišje pretoke, širina/globina 15-25
- 1 Preplavljanje bregov običajno, širina/globina > 25, ali pa je vodotok kanaliziran

Spremembe rečne struge (podobno kot breg)

- 4 Naravna
- 3 Poglobljena/ razširjena
- 2 Jezovi iz naravnih materialov
- 1 Umetni jezovi (betonirani)

Struktura bregov

- 4 Stabilna, iz skal in zemlje, čvrsto utrjena s travo, grmičevjem in drevesnimi koreninami

- 3 Čvrsta bregova, vendar rahlo utrjena z koreninami travi in grmičevja
- 2 Bregova iz rahle zemlje, ki jo zadržuje skromna plast trave in grmičevja
- 1 Nestabilna bregova iz rahle zemlje ali peska, ki se hitro premakneta

Vrsta posegov v rečni breg

- 4 Ni vidnih posegov v rečni breg
- 3 Spremenjen breg v prečni smeri
- 2 Kamnita utrditve vzdolž reke
- 1 Betonska utrditve vzdolž reke

Spodjedanje bregov

- 4 Spodjedanja ni
- 3 Zajedanje le na zavojih in ožinah
- 2 Pogosto zajedanje, spodjedanje bregov in korenin
- 1 Močno spodjedanje in rušenje

Brzice in tolmoni ali meandri

- 4 Izraziti, na razdalji 5 do 7-kratne širine vodotoka
- 3 Nepravilno razporejeni
- 2 Dolgi tolmoni, ki ločujejo kratke brzice, odsotnost meandrov
- 1 Odsotnost meandrov in brzic ali tolmunov ali pa je vodotok kanaliziran

Višina obrežne vegetacije

- 4 Drevesa nad 4 m
- 3 Drevesa in grmičevje do 4 m
- 2 Nizkorasle rastline z grmičevjem do 2,5 m
- 1 Prevladujejo zelišča do 1 m

Raba prostora v zaledju (do 100 m) – ocenjeno na podlagi DOF

- 4 Zaledje poraslo z gozdom in/ali mokrišči
- 3 ekstenzivni travniki/pašniki, gozdovi/močvirja malo obdelovalnih površin
- 2 Obdelovalne površine, košeni travniki/pašniki, posamezne hiše
- 1 Prevladujejo kmetijske površine ali urbano območje (območja stavbnih zemljišč)

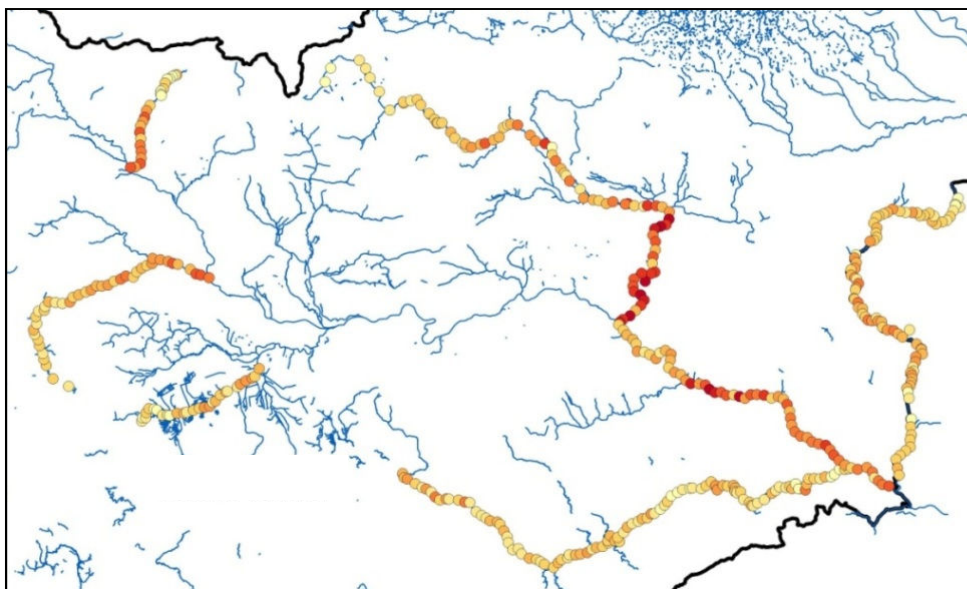
3.2 IZBOR PODATKOV ZA ANALIZE

Za izdelavo pregleda stanja v osrednji Sloveniji, smo analizirali razmere in razširjenost TIV vzdolž sedmih slovenskih rek, in sicer vzdolž spodnjega dela reke Save in njenih večjih pritokov: Tržiške Bistrice, Sore, Ljubljance, Savinje, Krke in Sotle (Slika 5).

Podatke smo izbrali iz matrik, ki so jih v postopku priprave diplomskih in magistrskih nalog zbrali diplomanti, oziroma magistrandi (Traven, 2012; Škrjanec, 2013; Dolšina, 2012; Kovač, 2014; Mavrič Klenovšek, 2014; Brčon, 2013; Haler, 2013). V našo bazo podatkov smo vključili odseke, ki smo jih skušali izbrati na čim bolj enak in nepristranski način. Izbrali smo le tiste odseke, ki so bili vzdolž rek približno 1 km narazen. Če so bili

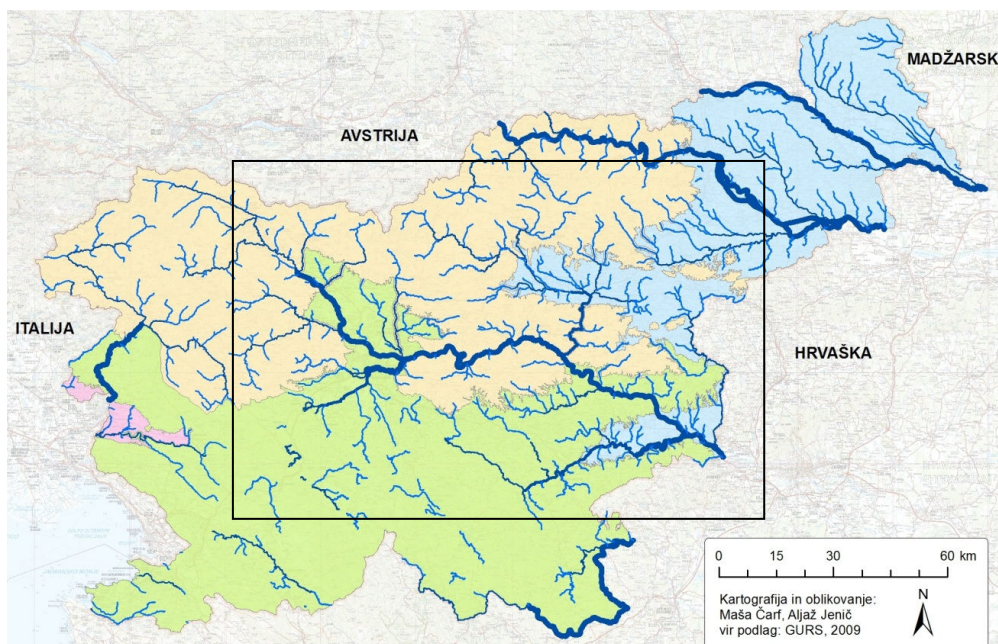
odseki na krajši razdalji, smo odvečne odstranili iz naše baze. Če sta bila na istem odseku popisana in ocenjena levi in desni breg, smo izbrali le odseke na desnem bregu. Na spodnji Savi in na Sotli so bili podatki izključno z desnih bregov. Na ta način smo iz veliko večjega nabora podatkov izbrali 414 odsekov, saj smo želeli primerljivo pokritost rek s podatki glede na njeno dolžino in se s tem izogniti dajanju večje teže reki, za katero je bilo zbranih (pre)več podatkov.

3.3 PREUČEVANO OBMOČJE

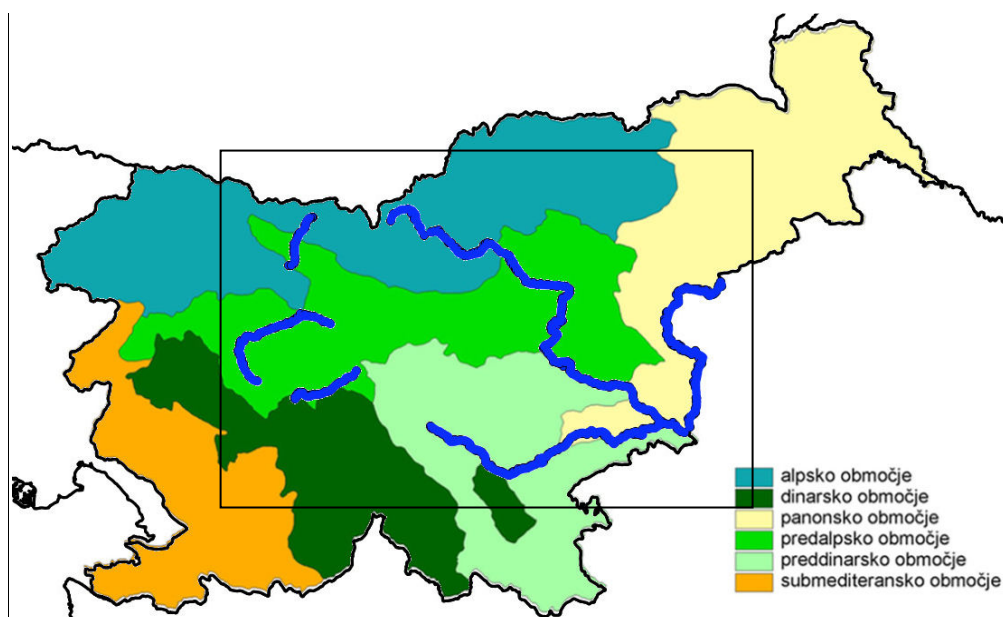


Slika 5: Preučevani odseki vzdolž spodnjega dela reke Save in pritokov: Tržiška Bistrica, Sora (Poljanščica), Ljubljana, Krka, Savinja in Sotla (podlaga: QGIS..., 2016).

Ker so preučevane reke v različnih fitogeografskih območjih, oziroma hidroekoregijah, za katere so med drugim značilne tudi različne klimatske razmere, smo opazili tudi razlike v prisotnosti in pogostosti posameznih TIV v posameznih ekoregijah in sicer v alpski (AL), dinarski (DN) in subpanonski (SP) hidroekoregiji.



Slika 6: Delitev preučevanega območja na hidroekoregije: oranžno – alpska hidroekoregija, zeleno – dinarska hidroekoregija, modro – panonska hidroekoregija (Čarf, 2016).



Slika 7: Delitev preučevanega območja v skladu s fitogeografsko delitvijo Slovenije (Martinčič in sod., 2007). Preučevane reke so označene z modro črto.

Ker med obema delitvama, ki se nanašata, bodisi na rastlinstvo, bodisi na vodotoke, lahko opazimo številna razhajanja (Slika 6 in 7), smo preučevane reke, ki so na območjih, ki jih delitvi uvrščata različno, uvrstili po lastni presoji, glede na njihove značilnosti. Reko Ljubljanico, ki ima velik del prispevnega območja in samo povirje v dinarskem svetu, smo uvrstili med dinarske vodotoke (DN) in ne med alpske, oziroma predalpske, kot bi jo lahko v skladu s fitogeografsko delitvijo. Med alpske (AL) smo uvrstili Tržiško Bistrico, Soro s

Poljanščico in Savinjo, kljub temu, da slednjo po hidrogeografski delitvi v srednjem in spodnjem delu uvrščajo v Panonsko regijo (SP). Krko smo v celoti uvrstili v dinarsko območje, saj je več kot polovica reke in velika večina prispevnega območja v njem. S stališča longitudinalnega koncepta in enotnosti rečnega ekosistema se nam to zdi primernejše, kot delitev reke v dve regiji. Sotla po obeh delitvah spada v subpanonsko, oziroma panonsko regijo (SP), spodnji del reke Save pa ima več značilnosti subpanonskega sveta kot dinarskega ali alpskega.

3.4 POTENCIALNI UČINEK TIV NA BIODIVERZITETO

Za oceno potencialno negativnega učinka invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst na biodiverzitetu, ki jo po vsej verjetnosti imajo zaradi njihove razširjenosti in večje tekmovalne sposobnosti od domorodnih vrst v tekmi za svetlobo, prostor in hranila, smo poskušali TIV ustrezno ovrednotiti na podlagi njihovih značilnosti (Zelnik, 2012). Za to smo uporabili naslednjo enačbo: učinek TIV na biodiverzitetu = $((a + (b1 + b2) / 2) / 2)$,

kjer je:

a = življenjska doba taksona, oziroma **življenjska oblika** navedena v Mali flori Slovenije (Martinčič in sod., 2007): 1 - enoletnica, 2 - dvoletnica, 3 – zelnata trajnica, 4 - lesnate vrste (drevesa in grmi).

b1 = pomeni **pričakovano višino taksona**: 1 – nižja zeliščna plast (večinoma <1 m); 2 – višja zeliščna plast in grmi (1-3 m); 3 - visoki grmi in ovijalke (> 3 m); 4- drevesa; b2 = je **ocena sposobnosti senčenja**, ki vsebuje podatke o velikosti in oblike listne ploskve kot tudi gostoto in razporeditev listov na poganjkih. Sposobnost senčenja je bila izražena v vrednostih 1-4, in sicer od najmanjše do največje;

Vrednosti, ki smo jih izračunali po zgornji enačbi za posamezne taksone, smo pomnožili z abundanco specifičnega taksona v posameznem odseku. Dobljene vrednosti za vse TIV smo potem razvrstili v range od 1 do 4. Za oceno skupnega negativnega učinka vseh TIV na biodiverzitetu domorodnih vrst v OP, smo vse tako rangirane vrednosti sešteli.

3.5 IZRAČUN KORELACIJ MED OKOLJSKIMI DEJAVNIKI IN PRISOTNOSTJO TER ŠTEVILČNOSTJO TIV

Abundance posameznih TIV, skupno število in abundance TIV, število in skupne abundance TIV po posameznih življenjskih oblikah, smo primerjali z okoljskimi dejavniki. Ker gre pri okoljskih parametrih in številčnosti TIV za ocene na intervalni lestvici od 1 do 4 (oz. v nekaterih primerih do 3 ali 6) in s tem za nenormalno porazdelitev podatkov, smo povezave, oziroma korelacije med okoljskimi dejavniki, prisotnostjo, številom in številčnostjo invazivk izračunali z uporabo Spearmanovih korelacijskih koeficientov. Matriko z vrednostmi smo analizirali v SPSS (različica 17).

3.6 PRIMERJAVA ODSEKOV Z RAZLIČNIMI POKROVNOSTMI TIV

Odseke smo razvrstili v štiri skupine, in sicer v skupino odsekov brez invazivk in v tri skupine z različno uveljavljenostjo TIV, od odsekov, kjer so invazivke še redke in je bilo zabeleženo kvečjemu 20 osebkov TIV, odsekov kjer je vsaj ena od invazivk prisotna v

manjših sestojih ter na odseke kjer je vsaj ena invazivka prevladujoča vrsta v obrežnem pasu. Med temi skupinami smo naredili statistične teste za nenormalno porazdeljene podatke (Kruskal-Wallis) in Mann-Whitney *post-hoc* test. S temi primerjavami smo želeli poiskati v katerih okoljskih spremenljivkah, oz. dejavnikih se statistično značilno razlikujejo skupine odsekov z različno uveljavljenostjo invazivk.

Odseke smo označili na sledeč način: 1 – odseki brez invazivk, 2 – odseki v katerih so invazivke zastopane z ≤ 20 osebki, 3 – odseke v katerih je vsaj ena od invazivk prisotna v manjših sestojih (> 20 osebkov); 4 – vsaj ena invazivka je prevladujoča vrsta v obrežnem pasu – gradi obsežne sestoj.

3.7 RABA PROSTORA V POVEZAVI S TIV

Različne rabe prostora smo tako razdelili na tiste, ki omogočajo širjenje in uveljavljanje TIV, oziroma imajo pozitiven vpliv na širjenje TIV in tiste, kjer se TIV le izjemoma lahko uveljavijo, oziroma imajo v prostoru negativen vpliv na TIV. V splošnem je bolj naravna, oziroma ohranjena krajina, ki jo sestavljajo območja stakšnimi rabami, manj ugodno okolje za uveljavljanje TIV, kot je na primer gozdna ali mokriščna krajina (Zelnik, 2015). Nekoliko bolj ugodne za TIV so razmere v gozdnati krajini, kjer poleg prevladujočih gozdov najdemo tudi kmetijske površine in naselja. V najbolj raznaravljenih kmetijskih in mestnih krajinah (Zelnik, 2015), pa najdemo površine, oziroma rastišča, kjer razmere omogočajo uspešno uveljavljanje TIV. V tem kontekstu smo rabe prostora tudi ocenjevali z numeričnimi vrednostmi in jih v tem smislu rangirali od 1 do 4, pri čemer ocena 1 pomeni nizko stopnjo naravne ohranjenosti prostora.

Pri dejavniku **raba prostora neposredno za obrežnim pasom** (oziroma do 30 m) smo z **vrednostjo 1** ocenili rabo prostora na terenu v primeru, da so bile neposredno ob obrežnem pasu ali celo ob vodotoku urbane površine, oziroma **I.1. Območja stavbnih zemljišč**, ki vključujejo območja stanovanj, proizvodnih dejavnosti, prometne infrastrukture in antropogenih zelenih površin, kot so parki, vrtovi, pokopališča itd. Naselja so na splošno vstopne točke za širjenje TIV v okolje, kot tudi okolje v katerem so najpogostejše (Zelnik, 2012). Razlogov za to je več. Prvi razlog so vrtovi, na katerih že dolgo uspevajo tudi TIV, s katerih se te nenehno širijo. Širjenje pospešuje tudi odmetavanje odvečnih rastlin z vrtov, med katerimi so pogosto tudi TIV. Tretji razlog pa so obsežne motnje, ki jih povzroči človek ob gradnji različnih objektov. V tej fazi, ko pride do popolnega uničenja habitata, oziroma življenjske združbe rastlin in talne mikroflore, je verjetnost, da bo prišlo do naseljevanja in uveljavitve TIV izredno velika.

Z **vrednostjo 2** smo ocenili rabo prostora tam, kjer prevladujejo kmetijske površine, med katerimi najdemo tudi posamezne hiše ali pa je zemljišče v fazi zaraščanja. Po razdelitvi območij namenske rabe prostora so to **II. območja kmetijskih zemljišč**, in opuščene **kmetijske površine, ki se zaraščajo**. Tovrstne s hranili še zelo bogate površine, ki so bile še do nedavnega izpostavljene pogostim motnjam, so zelo ugodno okolje za TIV.

Z **vrednostjo 3** smo ocenili rabo prostora, kjer na istem območju najdemo gozd in/ali mokrišče ter kmetijska zemljišča (pašnik, njiva, intenzivno gojen travnik). Dejansko je to

prehodno stanje med najbolj naravnim stanjem (vrednost 4) in kmetijskimi površinami (vrednost 2).

Vrednost 4 označuje naravno, oziroma kar najbolj ohranjeno okolje z minimalnim vplivom človeka, kot je gozd ali mokrišče. V takem ekosistemu sta struktura in delovanje ohranjena, interakcije med organizmi so optimalno vzpostavljene, presežkov dostopnih hranil v tleh ni na voljo, kar predstavlja neugodno okolje za uveljavljanje TIV. V planersko-načrtovalskem kontekstu, oziroma po razdelitvi območij namenske rabe prostora so to **III.1.gozdna zemljišča porasla z gozdnim drevjem**, medtem ko **mokrišča** uvrščamo v **VI.1.območja površinskih voda**.

Pri parametru **raba prostora širše**, ki vključuje območje do 100 m oddaljenosti od vodotoka, smo rabo prostora ocenili na podlagi DOF-ov. Kategoriji, ki smo jih ocenjevali z **4 in 3** imata enake vsebine kot pri parametru **raba neposredno ob OP**. Raba prostora, ki smo jo ocenili z vrednostjo **2** vključuje **II.območja kmetijskih zemljišč**, oziroma njive, travnike in pašnike s posameznimi hišami. Razlika se pojavi le pri rabi prostora, ki smo jo ocenili z vrednostjo **1**. Poleg urbanih površin - **I.1.območja stavbnih zemljišč**, so sem vključene tudi njive - **II.območja kmetijskih zemljišč**.

4 REZULTATI

4.1 RAZŠIRJENOST TIV V OBREŽNIH PASOVIH SEDMIH REK

V izbranih 414 odsekih obrežnih pasov smo skupaj zabeležili 27 različnih TIV. Ker so se 4 vrste pojavljale v le enem odseku, dve vrsti pa v dveh, teh šest vrst zaradi zelo majhne pogostosti nismo vključili v pregledne tabele, smo jih pa vključili v vse statistične analize.

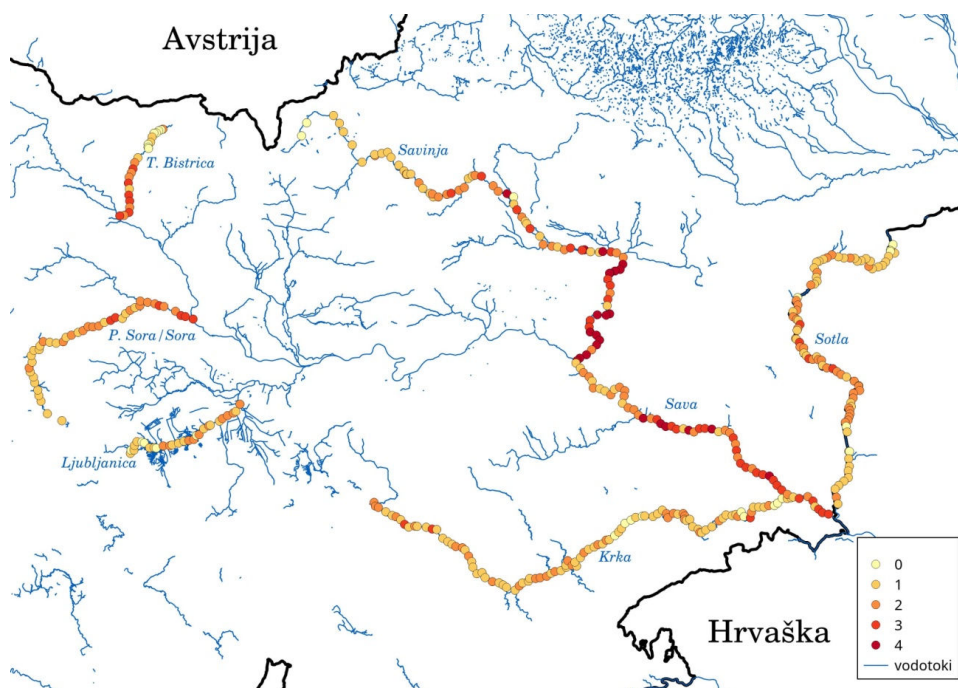
Preglednica 3: Najpogostejše TIV v preučevanih odsekih. Pri nekaterih TIV je vidna močna navezanost na določeno ekoregijo, saj je vrsta lahko v eni regiji zelo pogosta, v drugi pa jo najdemo zgolj posamič.

Ime TIV	Življ. oblika	pogostost	Število odsekov, v katerih so TIV prisotne		
			AL	DN	SP
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. & A. Gray	enoletnica	179	34	66	79
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	enoletnica	169	108	8	53
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	z.trajnica	160	43	22	95
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	enoletnica	137	78	50	9
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	lesnata	121	44	30	47
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	z.trajnica	99	39	*	59
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	enoletnica	66	21	22	23
<i>Fallopia japonica</i> (Houtt.) Ronse Decr.	z.trajnica	64	37	8	19
<i>Solidago canadensis</i> L.	z.trajnica	52	26	12	14
<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	z.trajnica	24	18	*	5
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	lesnata	21	5	2	14
<i>Bidens frondosa</i>	enoletnica	20		7	13
<i>Aster lanceolatus</i> Willd.	z.trajnica	18	17		*
<i>F. x bohemica</i> (Chrtk & Chrtkova) J. P. Bailey	z.trajnica	12	12		
<i>Ailanthus altissima</i> Desf.	lesnata	11	3	5	3
<i>Acer negundo</i> L.	lesnata	7	*		6
<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	z.trajnica	7	3	4	
<i>Parthenocissus inserta</i>	lesnata	6		6	
<i>Rhus typhina</i>	lesnata	5	4	*	
<i>Spiraea japonica</i> L. f.	lesnata	4	3	*	

Preglednica 4: Pogostost TIV v posameznih ekoregijah.

	AL	DN	SP	Skupaj
povprečno število TIV na odsek	3,5	1,9	3,2	2,9
povprečna skupna abundanca TIV na odsek	6,0	2,7	6,3	5,0
delež odsekov, kjer so TIV prisotne	92%	88%	95%	93%
število odsekov	145	128	141	414

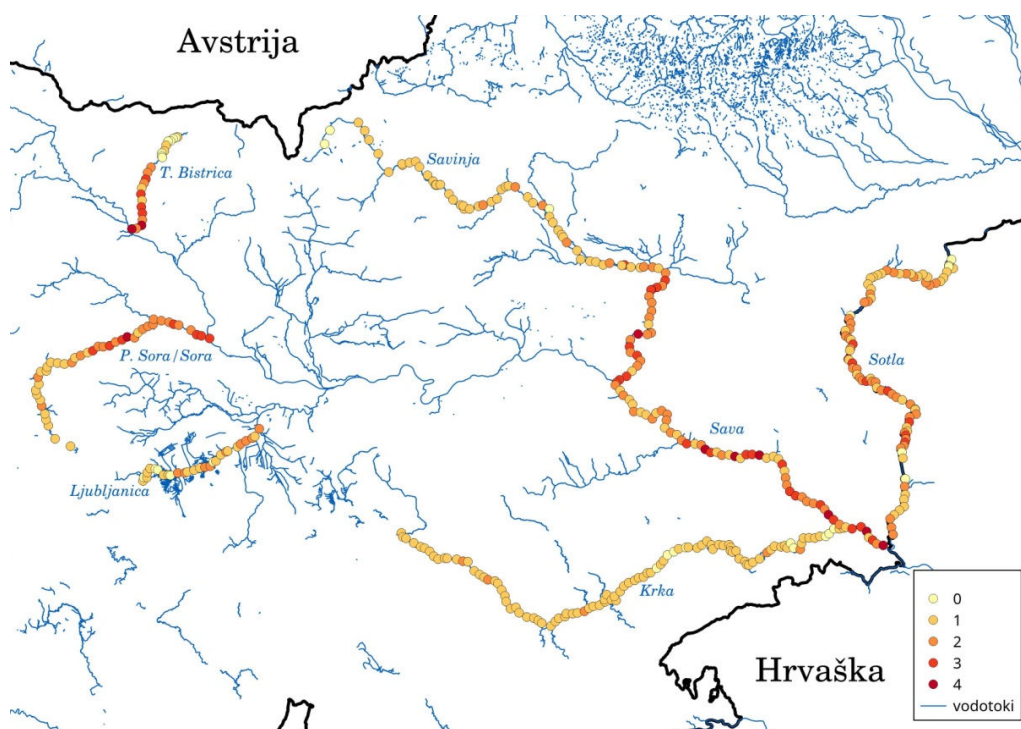
Ker so preučevane reke v različnih fitogeografskih območjih, oziroma hidroekoregijah, za katere so med drugim značilne tudi različne klimatske razmere, smo opazili tudi razlike v prisotnosti in pogostosti posameznih TIV v posameznih ekoregijah (Preglednica 3 in 4) in sicer v alpski (AL), dinarski (DN) in subpanonski (SP).



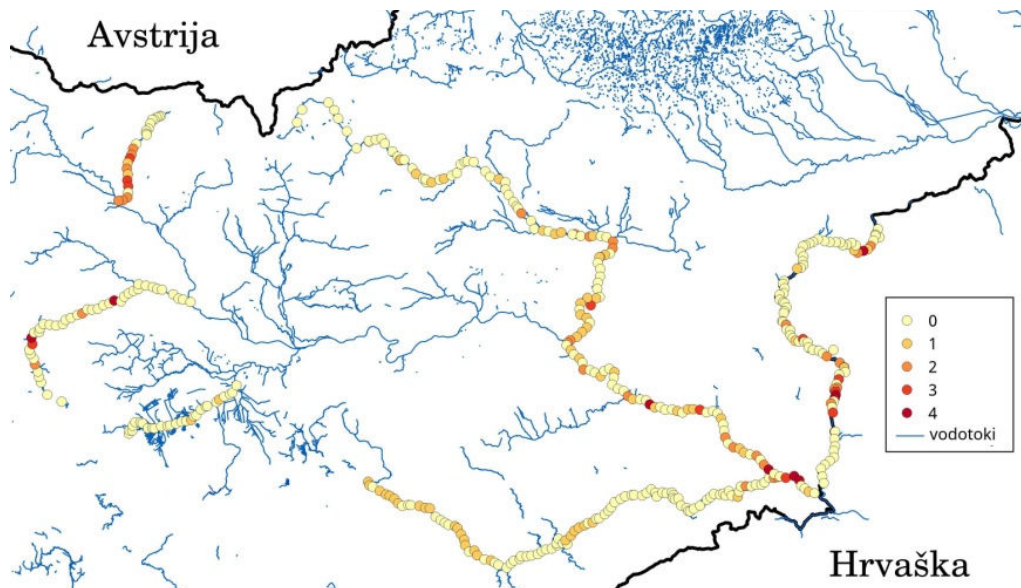
Slika 8: Število TIV v obrežnem pasu v posameznih odsekih (kategorije: 1 = 1 ali 2 TIV, 2 = 3 ali 4 TIV, 3 = 5 ali 6 TIV, 4 = 7–9 TIV) vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).



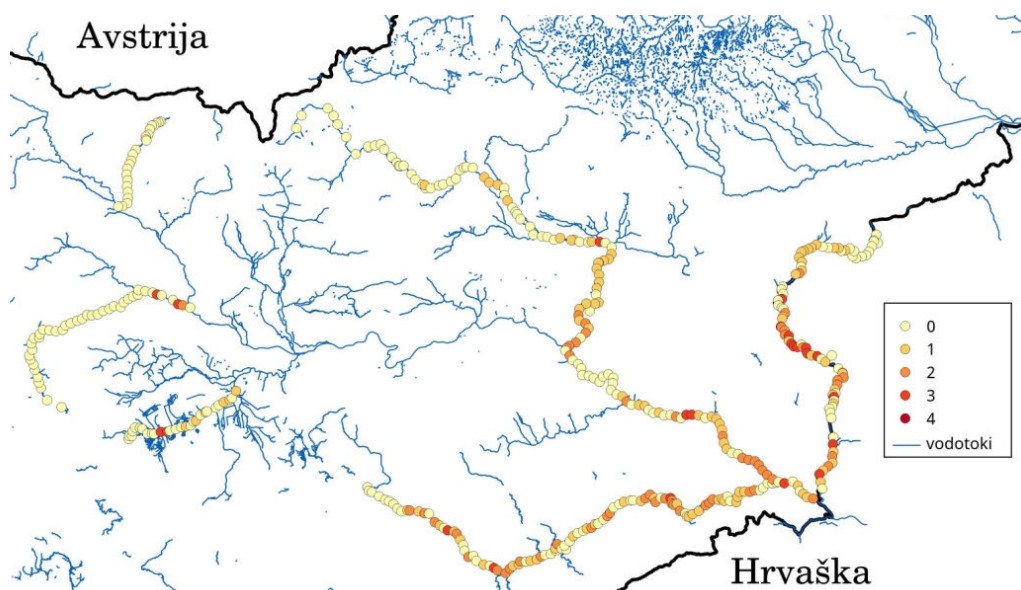
Slika 9: Skupna abundanca (številčnost) TIV v obrežnem pasu v posameznih odsekih (kategorije: 1 = 1–5, 2 = 6–10, 3 = 11–15, 4 = 16–21) vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).



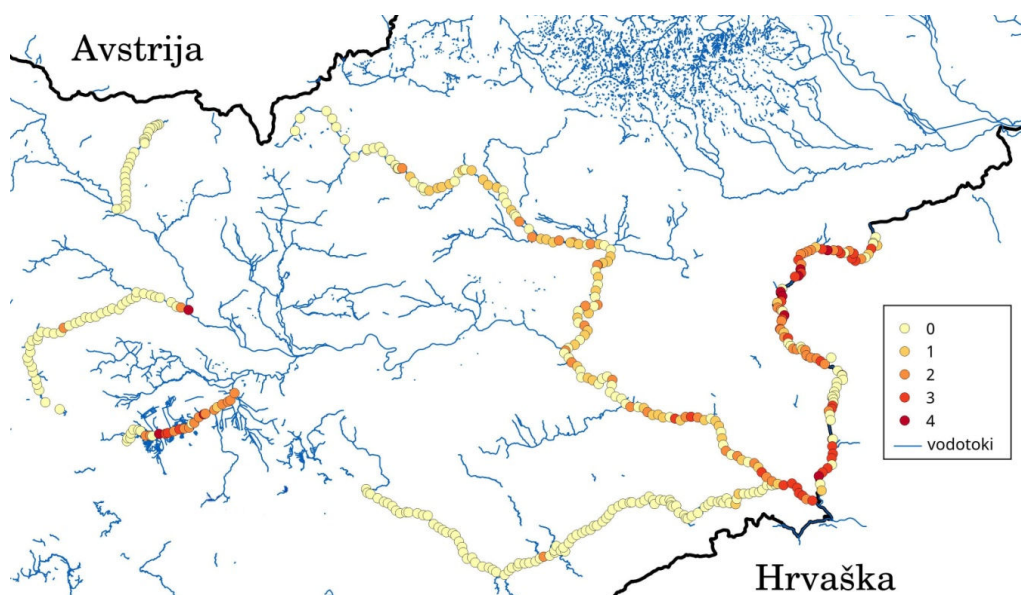
Slika 10: Vpliv TIV na biodiverziteto v posameznih odsekih (kategorije: 1 = 0.5–12, 2 = 12.1–24, 3 = 24.1–36, 4 = 36.1–50.8) (podlaga: QGIS..., 2016).



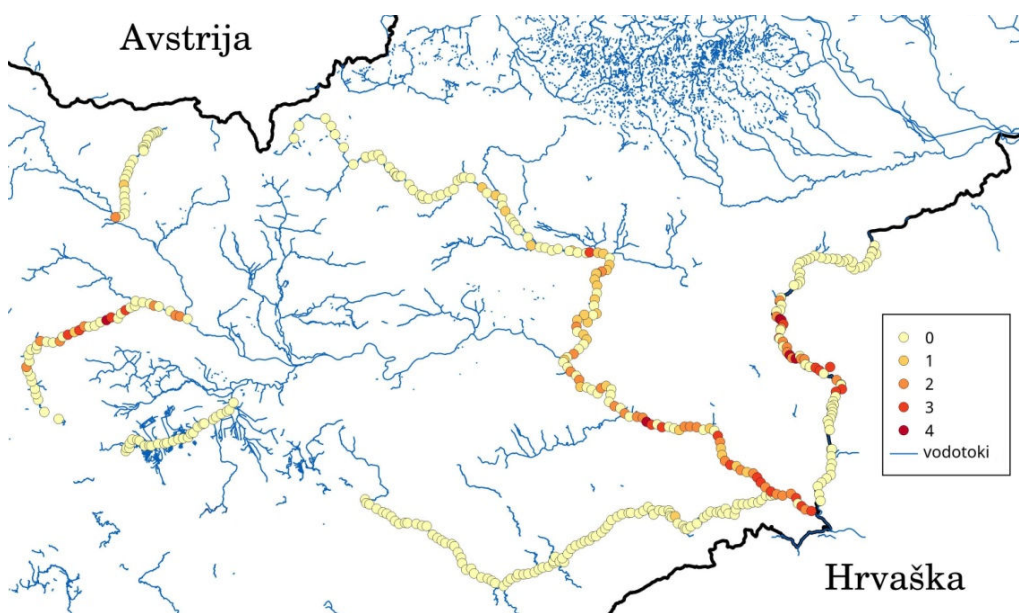
Slika 11: Številčnost (0-4) robinije (*Robinia pseudacacia*) (5. najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).



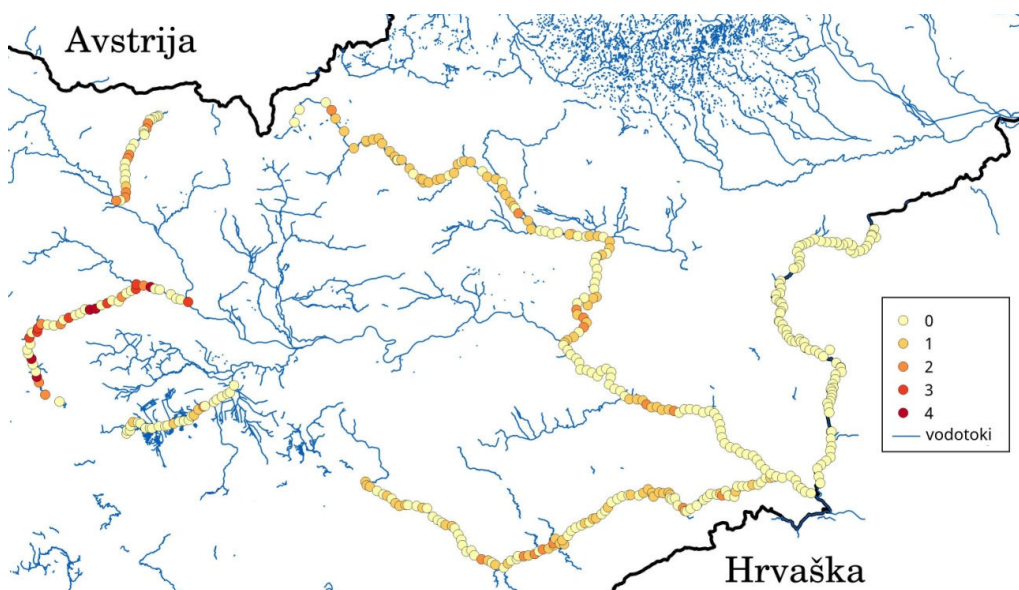
Slika 12: Številčnost (0-4) oljne bučke (*Echinocystis lobata*) (najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).



Slika 13: Številčnost (0-4) orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea*) (3. najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).



Slika 14: Številčnost (0-4) topinamburja (*Helianthus tuberosus*) (6. najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).



Slika 15: Številčnost (0-4) enoletne suholetnice (*Erigeron annuus*) (4. najbolj pogosta TIV) v obrežnem pasu v posameznih odsekih vzdolž preučevanih rek (podlaga: QGIS..., 2016).

4.2 KORELACIJE MED OKOLJSKIMI DEJAVNIKI IN ŠTEVILOM TER ŠTEVILČNOSTJO TIV

Raba prostora:

Statistično značilno korelacijo smo zaznali (Preglednica 6) med parametrom **raba prostora** širše (od OP do 100 m) in **prisotnostjo TIV** ($p < 0.01$) ter **potencialnim vplivom**

Preglednica 5: Spearmanovi korelacijski koeficienti prikazujejo statistično značilne korelacije med okoljskimi dejavniki in TIV. Pri okoljskih dejavnikih (razen nadm. višini, oddaljenosti od izvira, hitrosti toka in globini vode) večja vrednost pomeni bolj naravno stanje, manjša pa bolj degradirano.

	Ace neg	Ali alt	Amb art	Art ver	Ast lan	Bid fro	Ech lob	Eri ann	Fal boh	Fal jap	Hel tub	Imp gla	Par ins	Par qui	Rhu typ	Rob pse	Rud lac	Sol can	Sol gig
nadm. Višina	-.079	-.045	-.145	.109	.233	-.157	-.470	.232	.123	.002	-.160	.287	-.044	-.003	.100	-.083	.085	.085	-.140
odd. od izvira	.153	.044	.171	-.101	-.080	.239	.348	-.072	.024	.288	.406	.126	-.084	-.069	-.028	.152	.054	.159	
hitrost toka	-.011	-.052	-.088	.031	.156	-.106	-.165	.114	.082	.002	.057	.217	-.090	.025	.083	.025	.094	.155	-.012
globina vode	.106	.087	.212	-.041	-.211	.182	.308	-.034	.005	.031	.109	.159	.098	.134	.020	.045	-.066	.012	.067
raba prostora neposredno ob OP (do 30 m)	-.007	-.034	-.169	-.006	.062	.063	-.061	-.091	.093	-.102	-.017	.011	.038	-.043	-.045	.041	.019	.103	-.038
raba prostora širše (od OP do 100 m)	.007	-.025	-.054	-.058	.028	.061	-.069	.063	.141	-.055	-.007	.034	.047	.132	-.066	.042	.103	.077	-.190
širina OP	.022	-.093	-.068	-.040	.031	-.073	.034	-.021	.101	-.071	.033	-.012	-.027	.047	-.049	.145	-.031	.088	.051
sklenjenost OP	.102	-.078	-.081	-.135	-.139	.151	.070	-.384	-.037	-.110	.054	.203	-.067	.101	-.078	.095	-.054	-.034	.230
višina vegetacije OP	-.092	-.073	-.070	.057	-.025	-.178	-.024	-.183	-.044	-.105	-.077	-.051	-.069	.042	.010	.064	.035	-.028	-.124
struktura vegetacije OP	.004	-.076	-.114	-.031	-.053	.099	.028	-.159	.034	-.062	.033	.008	.081	-.040	-.036	.123	.027	.018	-.012
ohranjenost struge	.110	-.058	.014	-.038	-.085	-.221	.026	.008	.028	-.144	-.114	-.062	.023	-.008	.071	-.061	.050	.000	-.115
struktura bregov	.114	.016	-.016	-.108	.056	-.014	-.185	.032	.021	.030	.104	.149	-.067	.004	-.016	.087	.113	-.033	-.032
ohranjenost bregov	-.062	-.069	-.016	-.016	.026	-.138	.031	-.044	.067	-.125	-.098	-.009	-.009	-.035	.048	-.030	.042	-.010	-.023
ohranjenost meandrov, brzic, tolmunov	-.153	-.051	.096	-.098	.090	-.080	.022	.078	.023	-.110	-.008	.094	-.006	.030	-.020	-.034	.098	-.121	-.138

Preglednica 6: Spearmanovi korelacijski koeficienti prikazujejo statistično značilne korelacije med okoljskimi dejavniki in TIV. Pri okoljskih dejavnikih (razen nadm. višini, oddaljenosti od izvira, hitrosti toka in globini vode) večja vrednost pomeni bolj naravno stanje, manjša pa bolj degradirano.

	nadm. Višina	odd. od izvira	hitrost toka	globina vode	raba prostora širše (od OP do 100 m)	raba prostora neposredno ob OP (do 30 m)	širina OP	sklenjenost OP	struktura vegetacije OP	višina vegetacije OP	ohranjenost struge	struktura bregov	ohranjenost bregov	ohranjenost meandrov, brzic, tolminov
število TIV	-0.61	,385 ^{**}	,108 [*]	,138 ^{**}	-0.63	-0.73	.016	-0.89	-0.62	-1,166 ^{**}	-1,146 ^{**}	.030	-,101 [*]	-.040
skupna abundanca TIV	-0.42	,332 ^{**}	,139 ^{**}	.000	-0.91	-0.49	-0.23	-0.42	-0.29	-1,181 ^{**}	-1,138 ^{**}	.077	-.066	.027
prisotnost TIV	-0.74	,155 ^{**}	.017	.078	-,159 ^{**}	-,153 ^{**}	-,156 ^{**}	-,164 ^{**}	-,131 ^{**}	-1,157 ^{**}	-,098 [*]	.015	-.068	-.008
vpliv TIV na biodiverzitetu	-,097 [*]	,343 ^{**}	,101 [*]	.012	-,105 [*]	-0.41	-0.03	.030	-0.03	-1,152 ^{**}	-1,148 ^{**}	.072	-.074	-.016
skupna abundanca TIV drevesa, grmi	-0.67	.082	.050	.020	-0.050	-0.28	.081	.074	.080	.030	-.078	.062	-.088	-.072
število TIV drevesa, grmi	-0.56	.070	.034	.057	-0.038	-0.23	.073	.063	.071	.024	-.063	.031	-.071	-.083
skupna abundanca TIV enoletnice	,209 ^{**}	,169 ^{**}	,162 ^{**}	-.021	.027	-0.82	-0.71	-,291 ^{**}	-,116 [*]	-1,172 ^{**}	-.072	,122 [*]	-.063	,118 [*]
število TIV enoletnice	,179 ^{**}	,177 ^{**}	,123 [*]	.050	.039	-,102 [*]	-0.56	-,313 ^{**}	-,164 ^{**}	-2,205 ^{**}	-.089	.081	-,099 [*]	.075
skupna abundanca TIV zel.trajnice	.000	,284 ^{**}	,132 ^{**}	-.029	-,104 [*]	-0.05	.005	.070	-0.17	-1,157 ^{**}	-1,162 ^{**}	.060	-.069	-.085
število TIV zel.trajnice	.011	,341 ^{**}	,125 [*]	.022	-.087	-0.09	.030	.030	-0.19	-1,128 ^{**}	-1,173 ^{**}	.052	-.092	-,128 ^{**}
skupna abundanca TIV ovijalke	-,437 ^{**}	,287 ^{**}	-,156 ^{**}	,254 ^{**}	-,106 [*]	-0.78	.031	.083	.022	-.019	.020	-,180 ^{**}	.010	.027
število TIV ovijalke	-,433 ^{**}	,293 ^{**}	-,163 ^{**}	,245 ^{**}	-.083	-0.79	.052	.096	.015	-.005	.010	-,164 ^{**}	.000	.021

TIV na biodiverziteti ($p < 0.05$), oziroma **intenzivnostjo senčenja TIV**. Tako velja sledeče: **manj degradirana je raba prostora** v ožjem prispevnem območju, **manjši je potencialni negativni vpliv TIV na biodiverziteti** v OP. V praksi to pomeni, da bolj je raba prostora ohranjena (naravna), manjša je abundanca bujno rastočih visokoraslih TIV v OP, ki zelo močno senčijo rastišče in domorodnim vrstam otežujejo rast in kalitev.

Marginalno signifikantnost tovrstne povezave ($p = 0.065$) smo izračunali tudi v primeru **skupne abundance TIV**.

Raba prostora neposredno za obrežnim pasom (do 30 m od vodotoka) pa je v statistično značilni negativni povezavi s **prisotnostjo TIV** ($p < 0.01$) in **številom TIV enoletnic** ($p < 0.05$), kar spet pomeni, da je pri **bolj ohranjenem obrečnem prostoru**, oziroma **prostoru tik ob OP**, manjša verjetnost, da bodo **TIV prisotne**, oziroma da bo **število enoletnih TIV** v OP manjše.

Izračunali smo tudi statistično značilne korelacije (Preglednica 6) med rabo prostora in **skupno abundanco TIV – zelnate trajnice** in **skupno abundanco TIV – ovijalke** ($p < 0.05$), pri čemer je imela na oba parametra bolj naravna raba prostora negativen učinek.

Lastnosti obrežnega pasu:

Popisovali in analizirali smo sledeče lastnosti OP: širino, sklenjenost, višino vegetacije in strukturo vegetacije OP. Pri vseh štirih parametrih ohranjenost, oziroma kakovost obrežnega pasu z vrednostmi narašča. Pri analizi korelacij se je kot najpomembnejša lastnost pokazala (Preglednica 6) **višina vegetacije OP**, saj je bila v statistično zelo značilni ($p < 0.01$) negativni korelaciji s **številom TIV**, **skupno abundanco TIV** in **potencialnim negativnim vplivom TIV na biodiverziteti**. Višina vegetacije OP je v skladu s pričakovanji tudi v statistično značilni negativni korelaciji z **enoletnicami** in **zelnatimi trajnicami** iz skupine TIV.

Pri ostalih lastnostih smo ugotovili statistično značilno korelacijo le s **prisotnostjo TIV** v OP, kar pomeni, da je pri večji ohranjenosti OP verjetnost, da bodo TIV prisotne manjša.

Sklenjenost in struktura vegetacije sta imeli statistično značilno negativno korelacijo s **številom in abundanco enoletnih TIV**.

Ohranjenost struge in bregov, oziroma odsotnost človekovih posegov:

Ta dva okoljska dejavnika kažeta na naravnost, oziroma nespremenjenost rečne struge in bregov zaradi človekovih posegov, kot so regulacije celotne struge ali zgolj utrjevanje bregov s kamnometi, betonom, gradnja pregrad, utrjevanje struge in bregov pri mostovih itd. Pri takih posegih običajno pride tudi do odstranitve ali spremembe prvotne vegetacije obrežnega pasu in s tem porušitve obstoječih medvrstnih odnosov (interakcij), s čemer se poveča možnost naselitve in uveljavitve TIV.

Ohranjenost struge je v statistično značilni ($p < 0.01$) negativni korelaciji (Preglednica 6) s **številom in skupno abundanco TIV**, kot tudi s **potencialnim vplivom TIV na**

biodiverzitetu, kar pomeni da je ob vodotokih, kjer v strugi ni bilo posegov v OP bistveno manjša pogostost TIV. Kar se tiče življenjskih oblik TIV, pa smo ugotovili takšno korelacijo v primeru **števila in abundance TIV -zelnate trajnice**.

Ohranjenost bregov je v nasprotju s pričakovanji manj povezana s TIV kot ohranjenost struge. Statistično značilno negativno korelacijo smo izračunali le s **številom TIV**. Od življenjskih oblik TIV pa smo negativno korelacijo izračunali s **številom enoletnic**.

Nadmorska višina in oddaljenost od izvira:

To sta dejavnika, ki sta neodvisna od človeka. Nadmorska višina je predvsem gradient, ki je povezan s klimatskimi razmerami, ki vplivajo na uspevanje specifičnih rastlinskih vrst, s tem tudi TIV. Ker se pritisk človeka na vodotoke, obvodni prostor večinoma povečuje v smeri dolvodno, se dejansko dejavnik oddaljenost od izvira pokaže kot pomemben pri pogostosti in abundanci TIV.

Za dejavnik oddaljenost od izvira smo izračunali (Preglednica 6) statistično zelo značilne ($p < 0.01$) pozitivne korelacije s **številom TIV, skupno abundanco TIV in potencialnim vplivom TIV na biodiverzitetu**. V primeru razvrstitve TIV v skupine na podlagi življenjskih oblik, smo izračunali pozitivne korelacije s **številom in skupno abundanco za enoletnice, zelnate trajnice in ovijalke**.

Pri nadmorski višini je bilo statistično značilnih korelacij manj, verjetno tudi zaradi precejšnjih razlik v sami nadmorski višini izvirov posameznih rek kot tudi razponov v višini med izvirom, oz. začetkom preučevanega odseka in koncem preučevanega odseka reke.

Izračunali smo statistično značilno negativno korelacijo **nadmorske višine s potencialnim vplivom TIV na biodiverzitetu** v OP ter za **število in skupno abundanco ovijalk**. V primeru enoletnic (Preglednica 6) pa smo izračunali celo pozitivno korelacijo z nadmorsko višino.

Globina vode:

Globina vode je v pozitivni korelaciji s **številom TIV** in s **pogostostjo ovijalk**. Sklepamo, da večja globina pomeni večjo namočenost obrežnega pasu in bolj ugodne razmere za uspevanje TIV od katerih so številne vrste vlagoljubne, npr. žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*), oljna bučka (*Echinocystis lobata*) (ki je hkrati tudi ovijalka), topinambur (*Helianthus tuberosus*), deljenolistna rudbekija (*Rudbeckia laciniata*).

Hitrost toka:

Hitrost toka je v pozitivni korelaciji s **številom, skupno abundanco in potencialnim vplivom TIV na biodiverzitetu**. V primeru razvrstitve TIV v skupine življenjskih oblik, smo izračunali pozitivne korelacije s **številom in skupno abundanco za enoletnice in zelnate trajnice**, medtem ko je bila korelacija v primeru **ovijalk negativna**. Po pregledu celotne matrike korelacij med vsemi preučevanimi parametri ugotavljamo, da je hitrost

toka v pozitivni povezavi z nadmorsko višino in bližino izvira, kjer načeloma zabeležimo večje hitrosti toka. Kljub tej nelogični povezavi, pa je hitrost toka v pozitivni korelaciji s številom in abundanco TIV. Sklepamo, da je v gorskih predelih na odsekih, kjer je zabeležena višja hitrost toka tudi pogostost hidroloških motenj pogostejša, kar olajšuje naseljevanje TIV.

4.3 POSAMEZNE TIV

Raba prostora:

Raba prostora neposredno za OP je v korelaciji le z abundanco nekaterih TIV (Preglednica 5). Izračunali smo statistično značilno negativno korelacijo med potencialno naravno rabo in vrsto *pelinolistna* žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia*) in japonski dresnik (*Fallopia japonica*). Pri **rabi prostora v širšem območju** za obrežnim pasom pa z vrstama orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*) in navadna vinika (*Parthenocissus quinquefolia*).

Značilnosti obrežnega pasu:

Za večje število TIV smo izračunali statistično značilne korelacije med **sklenjenostjo OP** in njihovimi abundancami. Kjer je bila vegetacija OP bolj sklenjena je bilo v OP statistično značilno manjša prisotnost naslednjih TIV: žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*), suličastolistna nebina (*Aster lanceolatus*) in verlotov pelin (*Artemisia verlotiorum*).

Višina vegetacije OP je bila v negativni korelaciji z abundanco naslednjih TIV: črnoplodni mrkač (*Bidens frondosa*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*) in orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*).

Struktura vegetacije OP je bila v negativni korelaciji z abundanco naslednjih TIV: pelinolistna žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia*), črnoplodni mrkač (*Bidens frondosa*) in enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*).

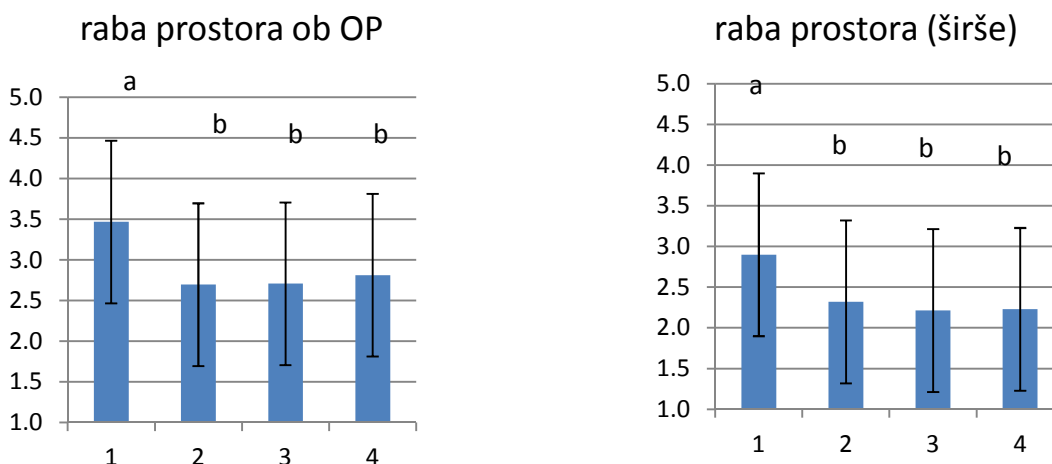
Ohranjenost struge in bregov:

Velik pomen na abundanco posameznih TIV je imela ohranjenost struge. Izračunali smo negativne korelacije med **ohranjenostjo struge** in naslednjimi TIV: ameriški javor (*Acer negundo*), črnoplodni mrkač (*Bidens frondosa*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*), topinambur (*Helianthus tuberosus*) in orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*). Za štiri od navedenih TIV pa smo izračunali tudi statistično značilno negativno korelacijo med njihovo abundanco in **ohranjenostjo bregov**: črnoplodni mrkač (*Bidens frondosa*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*) in topinambur (*Helianthus tuberosus*).

Ohranjenost longitudinalne strukture struge, oz. prisotnost meandrov, brzic in tolmunov je bila v negativni korelaciji z naslednjimi TIV: ameriški javor (*Acer negundo*), verlotov pelin (*Artemisia verlotiorum*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*) in orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*).

4.4 PRIMERJAVA ODSEKOV Z RAZLIČNO ŠTEVILČNOSTJO TIV

Odseke smo razvrstili v štiri skupine, in sicer v skupino odsekov brez invazivk in v tri skupine z različno uveljavljenostjo TIV. Na podlagi statističnih analiz (Mann-Whitney U test) smo pri nekaterih okoljskih dejavnikih ugotovili statistično značilne razlike med posameznimi skupinami odsekov.

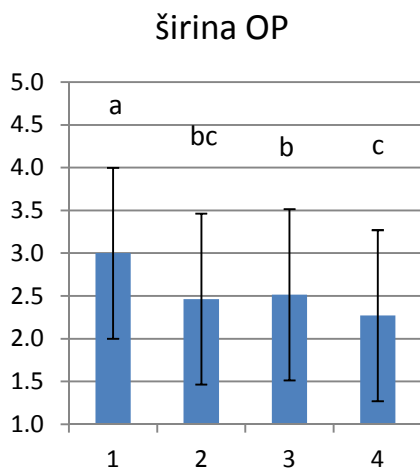


Slika 16: Raba prostora tik ob OP (levo) in raba prostora v oddaljenosti do 100 m od vodotoka (desno). (1 – odseki brez TIV, 2 – odseki, v katerih je ≤ 20 osebkov TIV, 3 – odseki kjer je vsaj ena od TIV prisotna v manjših sestojih (> 20 osebkov); 4 – vsaj ena TIV je dominantna v obrežnem pasu – gradi obsežne sestoje).

Statistično značilne razlike so se pokazale pri rabi prostora tik za obrežnim pasom (do 30 m), kot tudi v širšem območju (do 100 m oddaljenosti). Razlike so med odseki brez invazivk in vsemi ostalimi kategorijami (Slika 15 in 16). V skupini odsekov, kjer TIV niso bile prisotne, je raba prostora v ožjem prispevnem območju opazno bolj naravna, kot na vseh ostalih odsekih, oziroma je vseh ostalih občutno bolj spremenjena s strani človeka.

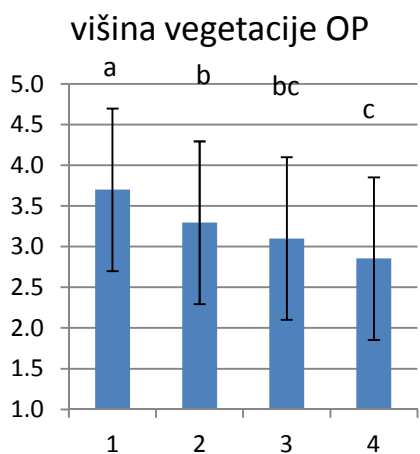
V odsekih, kjer se invazivka uveljavi do te mere, da prevladuje v obrežnem pasu (4), je obrežni pas statistično značilno ožji kot v odsekih, kjer je le prisotna (2) ali se pojavlja v manjših sestojih (3) in še značilno ožji kot v odsekih, kjer invazivk še ni (Slika 17). Pri širini obrežnega pasu smo dobili največje razlike med posameznimi skupinami, tako da je ta dejavnik zelo pomemben pri uspešnosti širjenja in uveljavljanju TIV v obrežnem pasu.

V odsekih, kjer se invazivka uveljavi do te mere, da prevladuje v obrežnem pasu (4), je vegetacija v obrežnem pasu statistično značilno nižja kot v odsekih, kjer je vsaj ena od TIV prisotna (2), in še značilno nižji kot v odsekih, kjer invazivk še ni (1) (slika 18). Najvišje vrste, ki jih najdemo v obrežnem pasu so drevesne poznosukcesijske vrste kot so veliki jesen, dob, čremsa, delno črna jelša, ki so prisotne le tam, kjer človek ni posegel v strugo ali obrežni pas.



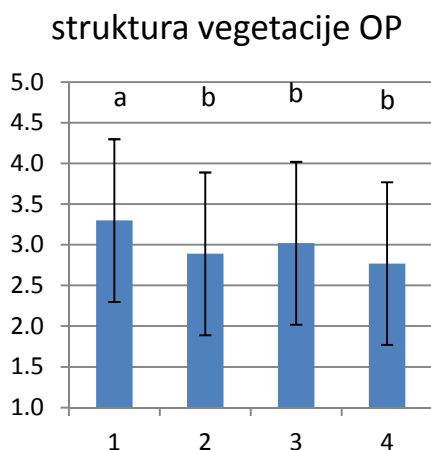
Slika 17: Širina obrežnega pasu.

(1 – odseki brez TIV, 2 – odseki, v katerih je ≤ 20 osebkov TIV, 3 – odseki kjer je vsaj ena od TIV prisotna v manjših sestojih (> 20 osebkov); 4 – vsaj ena TIV je dominantna v obrežnem pasu – gradi obsežne sestoje).



Slika 18: Višina vegetacije obrežnega pasu.

(1 – odseki brez TIV, 2 – odseki, v katerih je ≤ 20 osebkov TIV, 3 – odseki kjer je vsaj ena od TIV prisotna v manjših sestojih (> 20 osebkov); 4 – vsaj ena TIV je dominantna v obrežnem pasu – gradi obsežne sestoje).

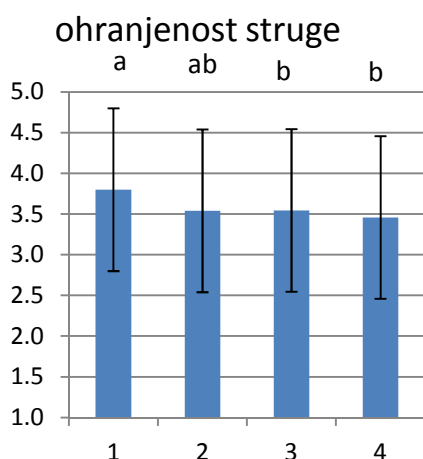


Slika 19: Struktura vegetacije obrežnega pasu.

(1 – odseki brez TIV, 2 – odseki, v katerih je ≤ 20 osebkov TIV, 3 – odseki kjer je vsaj ena od TIV prisotna v manjših sestojih (> 20 osebkov); 4 – vsaj ena TIV je dominantna v obrežnem pasu – gradi obsežne sestoje).

Statistično značilne razlike so se pokazale pri strukturi vegetacije v OP, in sicer so razlike med odseki brez invazivk in vsemi ostalimi kategorijami. V skupini odsekov, kjer TIV niso bile prisotne, je struktura vegetacije statistično značilno drugačna kot v ostalih odsekih, saj je tam delež poznosukcesijskih vrst višji kot v ostalih odsekih. Bolj izrazite razlike so pri višini vegetacije (Slika 18).

Statistično značilne razlike so se pokazale tudi pri spremembah struge (Slika 20). Razlike so med odseki brez invazivk in odseki, kjer so TIV pogoste ali celo prevladujejo. V odsekih kjer invazivk ni, je rečna struga bolj naravna, oziroma tam struge človek ni močno spremenil.



Slika 20: Ohranjenost rečne struge.

(1 – odseki brez TIV, 2 – odseki, v katerih je ≤ 20 osebkov TIV, 3 – odseki kjer je vsaj ena od TIV prisotna v manjših sestojih (> 20 osebkov); 4 – vsaj ena TIV je dominantna v obrežnem pasu – gradi obsežne sestoje).

4.5 PRIMERI IZBRANIH ODSEKOV OBREŽNIH PASOV NA DOF

Izbrali smo odseke, ki se nahajajo ob treh rekah iz različnih ekoregij, vzdolž Sore iz alpske ekoregije, vzdolž Ljubljanice iz dinarske regije in vzdolž spodnje Save iz subpanonske ekoregije (Preglednica 7). Na zračnih posnetih je prikazan rečni odsek in pravokotno na njo sta na črti označeni razdalja 30 m od reke in 100 m od reke, ki označujeta območje v katerem je bila ocenjena raba prostora. Na slikah je vidna tudi širina obrežnega pasu.

Preglednica 7: Pregled odsekov, ki so predstavljeni na DOF-ih, raba prostora ob odsekih, značilnosti obrežnega pasu in število ter skupna abundance TIV v izbranih odsekih.

Odsek:	raba prostora		Značilnosti obrežnega pasu			TIV	
	neposredno za OP, do 30 m	do 100 m od reke	širina	Višina veg.	Struktura vegetacije	Števi lo	skupna abundance
Sora A (3,7 km od izvira)	3	4	2 (1-5 m)	4	3	1	4
Sora 1 (Šk.Loka-Medvode)	2	1	3 (5-30 m)	4	4	4	8
Sora 2 (Šk.Loka-Medvode)	3	2	2 (1-5 m)	3	3	4	12
Sora 6 (Šk.Loka-Medvode)	3	2	2 (1-5 m)	3	3	6	14
Ljubljana 6 (dolvodno od Vrhnike)	4	4	4 (> 30 m)	4	3	0	0
Ljubljana 26 (Črna vas)	3	1	2 (1 - 5 m)	4	4	4	5
Sava 17 (Sevnica)	1	1	1 (na delih odseka ni OP)	4	3	4	9
Sava 31 (Sp. Pijavško)	4	4	4 (> 30 m)	4	4	2	2
Sava 32 (pod Pleterskim hribom)	3	1	3 (5-30 m)	3	4	4	5

Reka Sora:

Kljub majhni oddaljenosti odseka Sora A od izvira pa v obrežnem pasu ob Poljanski Sori ena TIV vseeno gradi obsežne sestoje. Krajina je gozdnata (Slika 21), v kateri najdemo zlasti v rečni dolini kmetijske površine in zaselke, s čimer je ravno obvodni prostor pod razmeroma močnim vplivom človeka. Raba prostora neposredno za OP je ocenjena s 3, v 100 m pasu pa z oceno 4. Do uveljavitve TIV žlezave nedotike (*Impatiens glandulifera*) je prišlo najverjetneje zaradi razmeroma ozkega OP (1-5 m) (=2).



Slika 21: Odsek Sora A, ki se nahaja 3.7 km od izvira (Geopedia ..., 2013).

Raba prostora na odseku Sora 1 (Slika 22) neposredno za OP (do 30 m) je bila ocenjena z 2, raba prostora širše (do 100 m od reke) pa z 1. V OP na tem odseku so bile najdene 4 TIV s skupno abundanco 8. K nizki abundanci TIV je verjetno prispeval razmeroma širok OP = 3 (5-30 m), oziroma njegova višina (=4) in struktura (=4).

Na odseku Sora 2 (Slika 23) kljub višjim ocenam glede rabe prostora v 30 m pasu (=3), oziroma širše (=2), pa so imele prav tako 4 TIV višjo skupno abundanco (=12). To lahko razložimo z ožjim OP (=2), v katerem je tudi višina in struktura ocenjena z eno oceno nižje (=3). V presvetljenem OP se TIV veliko lažje uveljavijo.

V odseku Sora 6, ki se nahaja pred vstopom v urbano krajino (Slika 24), je raba v obeh primerih ocenjena z istimi ocenami, in sicer z 3 neposredno za OP in z 2 v 100 m pasu. Kljub temu, da je tudi višina in struktura vegetacije OP ocenjena enako kot v prejšnjem odseku, pa je v tem odseku več TIV in sicer 6, ki imajo višjo skupno abundanco (=14). Predvidevamo, da je najverjetnejši vzrok večja oddaljenost od izvira, saj je ob Sori na ravninskem delu, kjer reka teče skozi intenzivno obdelano kmetijsko krajino tudi veliko naselij (6 na desnem bregu in 5 na levem).



Slika 22: Odsek Sora 1 pod Suho pri Škofji Loki (Geopedia..., 2013).



Slika 23: Odsek Sora 2 pod krajem Pungert pri Škofji Loki (Geopedia ..., 2013).



Slika 24: Odsek Sora 6 pod krajem Rakovnik pri Medvodah (Geopedia ..., 2013).

Reka Ljubljanica:

Na odseku Ljubljanica 6 je bila raba prostora naravna, oziroma najbolj ohranjena (Slika 25), tako neposredno za OP, kot v 100 m pasu od Ljubljanice. Tudi širina OP (> 30 m) in višina vegetacije sta bili ocenjeni z najvišjo oceno ($=4$). V tem odseku tako ni bila najdena nobena TIV, kljub temu, da je odsek dolvodno od avtoceste in Vrhnike, ki je razmeroma veliko naselje, skozi katerega teče Ljubljanica. Pri tem odseku je očiten pomen ohranjenosti obrežnega pasu in obrečnega prostora.

Drugačne so razmere na odseku Ljubljanica 26 pri Črni vasi (Slika 26). Raba tal neposredno za bistveno ožjim OP (1-5 m širine) je ocenjena s 3, v 100 m pasu pa z 1, saj se na razdalji 20-30 m od Ljubljanice začnejo njive. Na tem odseku so bile v OP tako najdene 4 TIV, ki pa imajo nizko skupno abundanco (5). Vzrok za nizko številčnost TIV so pogoste poplave, v katerih je OP vedno vsaj nekaj dni poplavljen.



Slika 25: Odsek Ljubljana 6 pod Vrhniko (Geopedia ..., 2013).



Slika 26: Odsek Ljubljana 26 pri Črni vasi (Geopedia ..., 2013).

Spodnji del reke Save:

Odsek Sava 17 se nahaja na degradiranem območju v Sevnici (Slika 27). Raba prostora je neposredno za OP in v 100 m pasu od Save ocenjena z najnižjo oceno, saj gre za degradirano ruderalno rastišče, ki je večinoma brez vegetacijskega pokrova, oziroma cesto in njive. Tudi širina OP je ocenjena z 1, saj je OP na nekaterih mestih odstranjen. Na tem odseku so bile najdene 4 TIV s skupno abundanco 9, kar je od Zidanega Mosta dolvodno najvišja številka. Na naslednjih sedmih odsekih (Sava 18-24) pa je število TIV 4-9.



Slika 27: Odsek Sava 17 pri Sevnici (Geopedia ..., 2013).

Na odseku Sava 31 (Sp. Pijavško) v gozdnati krajini (Slika 28) sta bili v OP najdeni le 2 TIV, ki sta bili zastopani le s posamičnimi redkimi primerki. Zato je bila skupna abundanca TIV le 2, kar je najmanj na odseku med Radečami in Brežicami. Raba prostora je bila v obeh primerih ocenjena z najvišjo oceno, tudi v primeru rabe neposredno za OP, kjer vidimo prisotnost regionalne ceste. Tudi širina OP, višina in kompleksnost vegetacije OP so ocenjeni z najvišjo oceno (=4). Cesta v tem primeru nima enakega odnosa do TIV kot bi ga imela v primeru novogradnje sedaj ali v zadnjih nekaj letih. Cesta, ki je bila zgrajena pred desetletji, je sicer takrat povzročila veliko motnjo v prostoru, a je bilo to pred današnjo splošno razširjenostjo TIV, ki te motnje niso mogle izkoristiti za širjenje in uveljavljanje.



Slika 28: Odsek Sava 31 pri kraju Sp. Pijavško (Geopedia ..., 2013).

Na odseku Sava 32 (pod Pleterskim hribom) (Slika 29) gre za veliko razhajanje v ocenah rabe prostora tik za OP (ocena 3) in v 100 m pasu (ocena 1). V OP so bile najdene 4 TIV s skupno abundanco 5, kar je razmeroma malo. Ta primer kaže na velik pomen namenske rabe v 30 m pasu oddaljenosti od reke in zadostne širine OP z visoko vegetacijo OP, ki jo gradijo poznosukcesijske vrste.



Slika 29: Odsek Sava 32 pod Pleterskim hribom pri Brestanici (Geopedia ..., 2013).

5 RAZPRAVA

5.1 ŠTEVILO IN POGOSTOST TIV

V obrežnih pasovih vzdolž proučevanih rek je bilo najdeno veliko število in številčnost TIV, kar je v skladu s številnimi tovrstnimi študijami (Stohlgren in sod., 1998; Assini in sod., 2009; Essl in Rabitsch, 2002; Pyšek in sod., 2012), v katerih prav tako navajajo zgostitev TIV v obrežnih pasovih. Obrežni pasovi so najbolj rodovitni in produktiven del krajine (Malanson, 1993), za TIV pa je značilno da večinoma preferirajo s hranili bogata tla. V preučevanih obrežnih pasovih so bili najpogostejše naslednji TIV: oljna bučka (*Echinocystis lobata*), žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*), orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*), robinija (*Robinia pseudacacia*), topinambur (*Helianthus tuberosus*), pelinolistna žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), deljenolistna rudbekija (*Rudbeckia laciniata*). Zelnik in sod. (2015) kot najpogostejšo TIV v preiskanih odsekih ob treh rekah navajajo enoletnico žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*), tej pa so po pogostosti sledile: robinija (*Robinia pseudacacia*), orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), oljna bučka (*Echinocystis lobata*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*) in topinambur (*Helianthus tuberosus*) itd.

V preučevanih obrežnih pasovih smo v veliki večini našli vsaj eno TIV, saj je bilo od 414 preučenih odsekov le 38 odsekov brez TIV. Visoko frekvenco pogostosti TIV v obrežnih pasovih lahko najlažje razložimo s pogostimi in močnimi naravnimi motnjami, do katerih pride zaradi nihanja vodostaja (poplave, erozija bregov in odlaganje sedimentov) (Zelnik, 2012), oziroma hidroloških motenj. Domorodne vrste rastlin dejansko niso nikoli ogrožene le zaradi TIV, temveč imajo negativen vpliv na njihovo uspevanje, oziroma obstoj, tudi raznaravljanje okolja in drugi okoljski dejavniki (Bruno in sod., 2005).

5.2 KORELACIJE MED OKOLJSKIMI DEJAVNIKI IN TIV

Statistično značilno korelacijo smo opazili med parametrom **raba prostora širše** (od vodotoka do 100 m) in **potencialnim vplivom TIV na biodiverzitetu**. Pokazalo se je, da bolj **degradiran je prostor ob OP**, večji je potencialni **negativni vpliv TIV na biodiverzitetu** v OP, kar pomeni, da bolj je raba prostora naravna, manjša je abundanca večletnih bujno rastočih visokoraslih TIV v OP, ki zelo močno senčijo rastišče in domorodnim vrstam otežujejo rast in kalitev. Takšne vrste, ki so med najpogostejšimi ob preučevanih rekah so: robinija (*Robinia pseudacacia*), orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), japonski in češki dresnik (*Fallopia japonica*) in *F. × bohemica*, deljenolistna rudbekija (*Rudbeckia laciniata*), topinambur (*Helianthus tuberosus*), pajesen (*Ailanthus altissima*), ameriški javor (*Acer negundo*) in kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*). Vila in Ibanez (2011) sta ugotovili, da je na rastiščih, ki jih obdaja raznaravljena krajina več invazivnih vrst, kot če je ta naravna. Zelnik in sod. (2015) navajajo negativno korelacijo med naravnostjo **rabe prostora** in **skupno abundanco TIV**.

Izračunali smo tudi statistično značilne korelacije med **rabo prostora** in **skupno abundanco TIV – zelnate trajnice** in **skupno abundanco TIV – ovijalke**, pri čemer je imela na oba parametra bolj naravna raba prostora negativen učinek. González-Moreno in sod. (2013) so ugotovili, da so TIV na motenih površinah pogostejše, predvsem zelnate trajnice, ki imajo klonalno razrast s podzemnimi stoloni, zaradi česar so zelo dobri kolonizatorji. Za tovrstno razrast je Gassó (2009) ugotovil, še večjo uspešnost v povezavi z motnjami, saj še pospešujejo njihovo širjenje. Od vrst iz te skupine TIV so v naših odsekih najpogostejše: orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), topinambur (*Helianthus tuberosus*), japonski in češki dresnik (*Fallopia japonica* in *F. x bohemica*) ter kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*).

Raba prostora neposredno za obrežnim pasom (do 30 m) pa je v značilni negativni povezavi s **prisotnostjo TIV** in **številom TIV enoletnic**, kar pomeni, da je pri bolj **degradiranem obrežnem prostoru tik ob OP**, večja verjetnost, da bodo **TIV prisotne**, oziroma da bo **število enoletnih TIV** v OP večje. Do ugotovitev, da so na motenih površinah TIV pogostejše, zlasti enoletnice, so prišli tudi Lake in Leishman (2004); Jauni in Hyvönen (2012). Zaradi svoje sposobnosti, da kolonizirajo neporasla rastišča, kjer si uspešno zagotovijo potrebne vire, enoletnice dobro uspevajo v habitatih, ki so izpostavljeni pogostim motnjam (Grime, 1979).

González-Moreno in sod. (2013) so ugotovili, da na število TIV v naravnih habitatih vpliva **raba prostora** na sosednjih površinah. Naravni habitat v antropogenih krajinah so namreč zelo ranljivi za vdor TIV, zlasti na njihovih robovih (González-Moreno in sod., 2013), kar pa pri obrežnih pasovih, ki so linijski krajinski element, predstavlja razmeroma velik delež. Raba prostora, ki je pod intenzivnim človekovim vplivom pospešuje širjenje TIV v sosednje naravne habitate (Ohlemüller in sod., 2006; Gassó in sod., 2009), ker ti vplivi pomenijo močnejše in pogostejše motnje, ki pospešujejo uveljavljanje TIV (Guirado in sod., 2006).

Od preučevanih **lastnosti obrežnega pasu** (širina, sklenjenost, višina vegetacije in struktura vegetacije) se je pri analizi korelacij kot najpomembnejša lastnost pokazala višina **vegetacije OP**, saj je bila v statistično zelo značilni ($p < 0,01$) negativni korelaciji s **številom TIV**, **skupno abundanco TIV** in **potencialnim negativnim vplivom TIV na biodiverzitetu**. Višina vegetacije OP je v skladu s pričakovanji tudi v statistično značilni negativni korelaciji z **enoletnicami** in **zelnatimi trajnicami iz skupine TIV**. Pri ostalih lastnostih smo ugotovili statistično značilno korelacijo le s prisotnostjo TIV v OP, kar pomeni, da je pri večji ohranjenosti OP verjetnost, da bodo TIV prisotne manjša. Negativno korelacijo med **sklenjenostjo OP in strukturo vegetacije** navajajo Zelnik in sod. (2015) za **skupno število in številčnost TIV**.

V odsekih, kjer je lesna vegetacija spremenjena ali odstranjena je pogostost TIV večja, kar so ugotovili že drugi avtorji (Lyon in Gross, 2005; Loo in sod., 2009). Rezultati so pokazali, da so človekove spremembe strukturnih značilnosti OP v pozitivni korelaciji s številom in številčnostjo TIV (Zelnik in sod., 2015). Sklenjenost in struktura vegetacije so v negativni korelaciji s številom in skupno abundanco TIV. Upravljanje rečnih bregov lahko spremeni strukturo in funkcijo OP z odstranjevanjem zemlje in naravne vegetacije, večanjem jakosti svetlobe, ki doseže tla in spreminjanjem propustnosti tal (Richardson in

sod., 2007). Moteni OP so tako ustrezni habitati za TIV, ki v skladu z njihovimi Ellenbergovimi indikatorskimi vrednostmi (Ellenberg, 1988) preferirajo s hranili bogata in sončna rastišča (Zelnik, 2012).

Ohranjenost struge in bregov, oziroma odsotnost človekovih posegov kažeta na naravnost, oziroma nespremenjenost rečne struge in bregov s strani posegov, kot so regulacije celotne struge ali zgolj utrjevanje bregov s kamnometi, betonom, gradnja pregrad, utrjevanje struge in bregov pri mostovih itd. Pri takih posegih običajno pride tudi do odstranitve ali spremembe prvotne vegetacije obrežnega pasu in s tem porušitve obstoječih medvrstnih odnosov, s čemer se poveča možnost naselitve in uveljavitve TIV. **Ohranjenost struge** je v statistično značilni ($p < 0,01$) negativni korelaciji s **številom in skupno abundanco TIV**, kot tudi s **potencialnim vplivom TIV na biodiverziteto**, kar pomeni da je ob vodotokih, kjer v strugi ni bilo posegov v OP bistveno manjša pogostost TIV. **Ohranjenost bregov** je v nasprotju s pričakovanji manj povezana s TIV kot ohranjenost struge. Statistično značilno negativno korelacijo smo izračunali le s **številom TIV**.

Globina vode je v pozitivni korelaciji s **številom TIV**. To je v skladu s pričakovanji, saj globina vode vpliva na obseg hiporeične cone in razpoložljivost vode za rastline (Gaberšček, 1996). Večja globina vode v strugi pomeni večjo namočenost obrežnega pasu in bolj ugodne razmere za uspevanje TIV od katerih so številne vrste vlagoljubne. **Hitrost toka** je v pozitivni korelaciji s **številom, skupno abundanco in potencialnim vplivom TIV na biodiverziteto**.

Za **oddaljenost od izvira** smo izračunali statistično zelo značilne ($p < 0.01$) pozitivne korelacije s **številom TIV, skupno abundanco TIV in potencialnim vplivom TIV na biodiverziteto**. **Skupno število in številčnost TIV** je v pozitivni korelaciji z **oddaljenostjo od izvira**, kar je razumljivo, saj človekov pritisk na obrežne pasove in prostor ob njih večji v spodnjih, ravninskih delih rek, saj v tej smeri narašča tudi gostota prebivalstva. Pri toku rek skozi naselja, ki so žarišča širjenja TIV v naravno okolje (Zelnik, 2012; McKinney, 2002), je verjetnost vstopa TIV v obrežni pas ali vodotok bistveno večja kot v primeru bolj naravne rabe prostora. To je tudi en od razlogov, da se število in pogostost TIV povečujeta vzdolž rečnega toka. Prisotnost večjih naselij vzdolž toka je v pozitivni korelaciji s številom TIV in njihovo abundanco. Število tujerodnih vrst v določenem naselju narašča z njegovo velikostjo. V našem primeru se to pokaže pri povečanem številu in skupni abundanci TIV dolvodno od Celja na Savinji, dolvodno od Tržiča na Tržiški Bistrici, dolvodno od Sevnice na spodnji Savi (Slika 27), dolvodno od Škofje Loke na Sori (Slike 22, 23, 24). Zaradi longitudinalnega koncepta vodotokov reke delujejo kot vektorji za širjenje razmnoževalnih struktur TIV, katerih količina zato z oddaljenostjo od izvira narašča. Semena in drugi rastlinski material za razmnoževanje se namreč prenašajo po toku navzdol (Schnitzler in sod., 2007), kjer lahko vstopajo v obrežne pasove.

Pri **nadmorski višini** nismo izračunali statistično značilnih korelacij s številom ali abundanco TIV. Verjetno je razlog za to tudi precejšnja razlika v sami nadmorski višini izvirov med posameznimi rekami kot tudi razmeroma majni razponi v višini med začetkom in koncem preučevanega odseka reke (Ljubljana, sp. Sava, Krka). Kot navajajo Klinger

in sod. (2006) so v višjih legah TIV manj številčne in nimajo tako negativnega učinka, kot v odsekih na nižjih nadmorskih višinah. Nadmorska višina nima neposrednega vpliva na porazdelitev TIV, vendar vpliva v povezavi z dejavniki, kot so temperatura, razpoložljivost vode in hranil, ki se razlikujejo vzdolž višinskega gradienta (Körner, 2007).

5.3 PRIMERJAVA ODSEKOV Z RAZLIČNO ŠTEVILČNOSTJO TIV

Ugotovili smo, da je za odseke v katerih so TIV prisotne, statistično značilna razlika od ostalih odsekov v širini **OP**, **višini in strukturi vegetacije OP**, **rabi prostora** neposredno za obrežnim pasom in v širšem območju in **spremenjenosti rečne struge**. Dejansko to pomeni, da je v odsekih brez TIV **raba prostora** opazno bolj naravna (prevladujejo gozdovi, mokrišča), **obrežni pas je bistveno širši**, **vegetacija** pa precej **višja** in sestavljena predvsem iz **poznosukcesijskih vrst** (npr. dob, veliki jesen, brest), kot v ostalih odsekih.

V skupini odsekov, kjer TIV niso bile prisotne, je **struktura vegetacije** statistično značilno drugačna kot v ostalih odsekih, saj je tam delež poznosukcesijskih vrst višji kot v ostalih odsekih. Bolj izrazite razlike so se pokazale pri **višini vegetacije**, vendar gre za enak vzrok – prevlada poznosukcesijskih vrst v obrežnem pasu. **Najvišje vrste** so namreč drevesne **poznosukcesijske vrste**, kot so veliki jesen, dob, čremsa, delno črna jelša, ki so prisotne le tam, kjer človek ni posegel v strugo ali obrežni pas.

V odsekih, kjer vsaj ena TIV prevladuje v obrežnem pasu, je ta statistično značilno **ožji** kot v odsekih, kjer je le prisotna in še značilno ožji kot v odsekih, kjer invazivk ni. To nakazuje potrebo po zadostni širini obrežnega pasu, ki je na ta način bolj odporen proti uveljavljanju TIV in hkrati omogoča uspevanje vrst obrežnega pasu.

Statistično značilne razlike so pokažejo tudi pri **rabi prostora** in **spremembah struge**. Razlike so med odseki brez invazivk in vsemi ostalimi kategorijami. V odsekih kjer invazivk ni, je rečna **struga bolj naravna**, oziroma tam struge človek ni močno spremenil. Statistično značilne razlike so med odseki brez invazivk in odseki, kjer so TIV pogoste ali celo prevladujejo. Raba prostora v prispevnem območju je po Petersen (1992) zelo pomemben parameter, saj vpliva tudi na sestavo obrežne vegetacije in na morfologijo rečnega kanala.

5.4 POMEN UGOTOVITEV O TIV ZA NAČRTOVANJE RABE PROSTORA

Ker so vodotoki in obrežni pasovi ob njih večinoma povsod že zarasli z različnimi TIV, ki zaradi širjenja razmnoževalnih struktur delujejo tudi kot vektor širjenja predlagamo, da se pri rabi prostora upošteva naslednje smernice:

5.4.1 Širina obrežnih pasov

Pri **širini obrežnih pasov** je treba nujno upoštevati določila iz Zakona o vodah (ZV-1, 2002), ki določa sledeče: Priobalno zemljišče celinskih voda, ki neposredno meji na vodno

zemljišče, sega do 15 m stran od meje vodnega zemljišča na vodah 1. reda in do 5 m stran na vodah 2. reda. Vse preučevane reke spadajo v skupino voda 1. reda.

Zakon o vodah (ZV-1, 2002) temelji na načelih upravljanja z vodami in priobalnimi zemljišči, ki upošteva naravne procese, dinamiko voda ter medsebojno povezanost in soodvisnost vodnih in obvodnih ekosistemov in katerega cilj je doseganje dobrega stanja voda in drugih z vodami povezanih ekosistemov (Marušič in sod., 2005) tako da se ne poslabšuje stanje voda in da se omogoča ohranjanje naravnih procesov, naravnega ravnotežja vodnih in obvodnih ekosistemov.

Zagotovitev 15 m širokega pasu ob vodotokih bi v skladu z našimi ugotovitvami negativno vplivala na pogostost in številčnost TIV v obrežnem pasu. Ugotovili smo namreč, da so OP, v katerih TIV prevladujejo signifikantno ožji kot OP, v katerih so prisotne z manjšo številčnostjo, slednji pa so še signifikantno ožji ob OP v katerih TIV ni. V večini odsekov, kjer ni bilo TIV so bili OP široki 5-30 m, oziroma v tej kategoriji, medtem, ko so bili v skupini odsekov s prevladujočimi TIV OP v kategoriji širine 1-5 m. Ožji OP so razmeroma bolj presvetljeni, kar ustreza TIV, ki so svetloljubne vrste. Ožji OP so razmeroma tudi pod močnejšim vplivom rabe prostora in če ta vpliva pozitivno na pogostost TIV je to bolj izrazit vpliv.

5.4.2 Raba prostora ob obrežnem pasu

Pri posegih v obvodni svet bi morali tudi razlikovati med posegi in dejavnostmi, pri katerih je to neizogibno in takimi, ki niso neogibno povezani na prisotnost vode in so s tem nepotrebni ali celo odvečni v obvodnem prostoru (Marušič in sod., 2005). Posegi in dejavnosti, ki jih omenjeni avtorji navajajo kot neogibne so: akumulacije/zadrževalniki vode, protipoplavni nasipi, energetske ureditve, prometne ureditve kot so ceste in mostovi, komunalne ureditve, rekreacijske ureditve, ki so vezane na vodo.

Posebno pozornost bi pri načrtovanju namenske rabe prostora morali nameniti prostoru neposredno za obrežnim pasom. Če upoštevamo širino obrežnega pasu, ki jo kot minimalno določa zakon o vodah, bi morali tudi v območjih, ki so bolj oddaljena od vodotoka, previdno izbirati dejavnosti oziroma rabo prostora. Kakovostno, oziroma uspešno upravljanje s TIV mora poleg podatkov o rabi prostora v krajini, ki neposredno meji na območja obrežnih pasov vključevati tudi ustrezno načrtovanje razporeditev območij z različnimi namenski rabami v bližini obrežnih pasov, če želimo zmanjšati širjenje, oziroma pretok razmnoževalnih struktur TIV.

KMETIJSKA ZEMLJIŠČA

V primeru **kmetijskih zemljišč**, ki so intenzivno obdelana, obstaja velika nevarnost, da bo neposredna bližina z OP pospešila širjenje TIV tako v OP, kot tudi **širjenje iz OP na kmetijske površine**. Intenzivno obdelane njive namreč zaradi vnosa velike količine gnojil povzročajo tudi evtrofikacijo obrežnih pasov. V takšnih obrežnih pasovih se tako povečuje konkurenčna prednost TIV pred domorodnimi vrstami. Ker pa so tudi same njivske površine tik za obrežnim pasov zaradi evtrofnosti, pogostih motenj in odsotnostjo konkurenčnih organizmov ter interakcij med njimi, zelo ugodna rastišča za TIV, je ta

učinek obojesmeren. V končni fazi so s tem razmere za širjenje in uveljavljanje TIV veliko boljše na njivskih površinah, kot tudi v OP v neposredni bližini.

Še bolj problematično pa je **opuščanje intenzivnih kmetijskih površin**. Tovrstne površine običajno vsebujejo velike koncentracije dostopnih hranil in prekinitev odstranjevanja rastlinske biomase s košnjo, oziroma zatiranja rastlin s herbicidi pogosto pomeni hitro razrast TIV, ki zaradi odsotnosti konkurence (talni mikrobi) in plenilcev (herbivore živali) lahko bolje in hitreje izkoristijo nastale razmere kot domorodne vrste.

Po našem mnenju v neposredni bližini vodotoka, oziroma obrežnega pasu (vsaj do oddaljenosti 30 m od vodotoka) niso primerne ne intenzivne kmetijske površine, ne kmetijske površine v zaraščanju. Zato na takšnih območjih predlagamo spremembo gospodarjenja v ekstenzivno kmetijsko rabo, kot so ekstenzivni travniki ali pašniki, pri čemer ni dovoljena uporaba mineralnih gnojil ali pretirana obremenitev pašnika z živino, ki bi lahko povzročila eutrofikacijo ali uničenje travne ruše.

V takem primeru bi za čiščenje, oziroma redno vsakoletno košnjo opuščanih intenzivno obdelovanih kmetijskih površin bilo upravičeno kmetom ali drugim izvajalcem dodeljevati subvencije, saj ne gre za običajne kmetijske površine, temveč za površine v obvodnem prostoru ob obrežnih pasovih, kjer je tveganje za širjenje TIV bistveno večje.

STAVBNA ZEMLJIŠČA

V ožjem prispevnem območju in celo v obrežnem pasu rek pogosto najdemo naselja in infrastrukturne objekte, kar močno pospeši širjenje TIV (Zelnik, 2012; Kus Veenvliet, 2009). Urbana območja večinoma delujejo kot žarišča širjenja teh vrst v naravno okolje (McKinney, 2002; Zelnik, 2012).

V primeru **stavbnih zemljišč** predlagamo oddaljenost vsaj 30 m od vodnega zemljišča, oziroma zagotovitev vsaj 30 m obrežnega pasu. Pri gradnji objektov namreč pride do popolne porušitve ekosistemov in interakcij med organizmi, s čemer se širjenje in uveljavljanje TIV močno poveča. Problematično je tudi premeščanje zemlje, v kateri so lahko razmnoževalne strukture TIV, kot so semena in podzemni organi za vegetativno razmnoževanje.

Spremembe rabe prostora lahko povzročijo kaskado geomorfoloških procesov, ki delujejo kot motnje, saj bi s spremembo rabe prišlo do spremembe pogostosti in prostorskega vzorca poplav ter do spremembe v količini in teksturi transportiranih sedimentov (Nakamura in sod., 2000).

PROMETNA INFRASTRUKTURA

Najbolj sporna podrobna namenska raba v povezavi s TIV pa so **območja prometne infrastrukture** kot so cestne in železniške trase, saj ob izgradnji tovrstnih objektov pride do razrušenja ekosistemov in medvrstnih interakcij, gradnjo cest in železnic pa spremljajo obsežna zemeljska dela, kot so izkopi in nasutja materiala. Pri tem pride do obsežnega premeščanja zemljine in možnosti kontaminacije infrastrukturnih koridorjev z razmnoževalnimi strukturami TIV, ki so na primer prisotne v obrežnem pasu. S tem se vzpostavi nov koridor za širjenje in uveljavljanje TIV saj na zemljiščih ob samih

novozgrajenih cestnih površinah ali železnicah običajno ni vegetacije in so ti koridorji idealni za izredno hitro širjenje in uveljavljanje TIV. Tak učinek lahko vidimo ob številnih odsekih avtocest, kjer so TIV, kot so kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*) in pelinolistna žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia*), izredno močno razrasle.

Pri načrtovanju trase prometnic je zato pomemben zadosten odmik od vodotoka, obrežnega pasu, oziroma ohranitev neporušenih ekosistemov v obvodnem prostoru. Kot določa zakon o vodah (ZV-1, 2002), je ob vodotokih 1. reda treba ohranjati vsaj 15 m širok pas obrežne vegetacije, pri gradnji cest in druge prometne infrastrukture pa predlagamo odmik vsaj 30 m od vodotoka. Kjer je neizogibno prečkanje vodotoka zaradi povezovanja priključkov ali zaradi konfiguracije rečne doline, naj bo trasa speljana kar se da pravokotno na os vodotoka, da je s tem poseg v vodotok in obrežni pas na čim manjšem območju. Priporočamo tudi prečkanje vodotoka s traso, če bo pri tem (zaradi konfiguracije, oziroma pomanjkanja prostora na dnu rečne doline) skupna površina prekrivanja med traso in 30 m pasom obvodnega prostora manjša.

VODNA INFRASTRUKTURA

Gradnja jezov in akumulacijskih jezer *a priori* povzroči popolno uničenje obrežnega pasu in zemljišč neposredno za obrežnim pasom. V tem primeru alternative niso izvedljive, razen če namesto visokih pregrad gradimo pretočne hidroelektrarne. Omilitveni ukrepi so možni le pri ureditvi novonastalih bregov akumulacijskega jezera. Te so npr. na spodnji Savi neprimerno urejene. Breg je utrjen s kamnometi in zasejan s travnimi mešanicami. To pa je ugodno okolje za širjenje TIV.

Bolj ustrezna bi bila zasaditev bregov z domorodnimi lesnatimi vrstami, ki jih sicer najdemo v obrežnem pasu. Na ta način bi izboljšali estetski videz bregov, preprečili širjenje TIV in izboljšali kvaliteto vode v akumulaciji.

POVRŠINSKE VODE

Regulacije vodotokov so neustrezen ukrep, ki gledano celotno porečje, ne rešujejo problema poplav, oziroma ne povečujejo protipoplavne varnosti (Marušič in sod., 2005), temveč jo v območjih dolvodno od reguliranih odsekov celo poslabšujejo. Poleg tega je v okoljevarstvenem smislu regulacija vodotoka tudi neprimerno večja poškodba od onesnaževanje voda, saj gre za nepovratno dejanje (Marušič in sod., 2005). Reguliran vodotok ima v primerjavi z nereguliranim, ki ima ohranjeno poplavno ravnico, manjši presek. Ker je reguliran vodotok izravnal, oziroma meandrov praktično ni več, je strmec vodotoka precej večji, kar pomeni da voda odteka hitreje, na voljo pa ima manj prostora kot pred regulacijo. Zato nivo vode ob nalivih veliko hitreje in bolj naraste, verjetnost poplav pa je v območjih na ravninskem delu, kjer se zmanjša strmec, veliko večja. Kot navajajo Marušič in sod. (2005) nima nobenega pomena tudi najmanjše spreminjanje naravne spontanosti, če to ne razreši osnovne naloge, zaradi katere v prostor posegamo.

Pri tovrstnih posegih pride do popolne spremenjenosti in utrjevanja struge in bregov. Bregovi so pri večjih vodotokih, kot so obravnavane reke, na reguliranih odsekih običajno utrjene s kamenometi. Substrat je izredno propusten za vodo, višinska razlika med omočenim delom struge in vrhom spremenjenega brega pa lahko znaša tudi več kot 5

metrov. Na takem bregu so tla bistveno bolj suha in povsem drugačna kot v ohranjenem obrežnem pasu. Nivo vode v hiporeiku je več metrov pod površino skeletnega substrata, zaradi česar vrste obrežnega pasu kot so dob, veliki jesen, brest ali vlagoljubne vrbe ter močvirske zelnate vrste ne morejo uspevati. Tako spremenjena tla v bistvu postanejo tipično ruderalno rastišče, na katerega se posledično naseljujejo ruderalne vrste. Istočasno se namesto vrst obrežnega pasu takšni bregovi zelo pogosto zarastejo s kanadsko zlato rozgo (*Solidago canadensis*), japonskim dresnikom (*Fallopia japonica*), enoletno suholetnico (*Erigeron annuus*), pelinolistno žvrkljo (*Ambrosia artemisiifolia*), davidovo budlejo (*Buddleia davidii*) in drugimi TIV.

Pri posegih v vodotoke, oziroma napovedanemu čiščenju strug v sklopu interventnih ukrepov s strani ministrstva za okolje in prostor je nujen celovit pristop, kjer bodo vodnogospodarska podjetja posege v vodotoke izvajala v skladu z načrti. Te naj pripravijo za to usposobljeni strokovnjaki, kot so krajinski arhitekti, ki so v ta namen oblikovali vrsto predlogov (v Marušič in sod., 2005; Balant, 2006).

Izkazalo se je, da je pristop povečevanja protipoplavne varnosti z regulacijami vodotokov in posegi na nivoju občine ali manjše lokalne skupnosti, napačen. Ker je edina trajnostna in celovita rešitev mogoča na nivoju porečja, ali celo večje enote, ki so predmet NUV, je pred posegi treba preučiti razmere v širšem prostoru in na podlagi ugotovitev pripraviti ustrezne variante rešitev. Pri tem je ključno, da »damo vodi prostor«, oziroma da zagotovimo prostor za razlivanje vode v primeru visokih vodostajev, kot so razbremenilni kanali, mokrišča, suhi zadrževalniki itd.

Namesto regulacij vodotokov Marušič in sod. (2005) predlagajo drugačne, bolj vzdržne **rešitve pri urejanju posegov v vode**, kjer pa je izbor odvisen tudi od finančnih, prostorskih, načrtovalskih in tehničnih omejitev. Navajamo le tiste, ki se nam zdijo najbolj ustrezne:

- a) ureditev nove struge kot razbremenilnega kanala, ki prevzema samo visoke vode,
- b) suhi zadrževalniki,
- c) razširitev struge z oblikovanjem poplavnih teras
- d) ohranitev meandrov in ureditev razbremenilnika visokih voda
- e) ureditev razbremenilnika in ureditev/ohranitev mrtvice za sprejem visokih voda
- f) razširitev struge z oblikovanjem otokov in razgibanih brežin, ki posnemajo naravne oblike

Naloga krajinskega oblikovanja struge vodotokov, in hkrati tudi prednost pred drugačnimi pristopi, je v uspešnem prenašanju ekoloških vsebin v prakso in s tem ustvarjanje kakovostno oblikovanih kompleksnih krajin, ki so ekološko ustrezne in hkrati nudijo uporabnikom dovolj prostora za opravljanje raznovrstnih potreb, med katerimi je tudi zadovoljstvo nad estetsko kakovostno oblikovanimi prostori (Gazvoda, 2000).

OBMOČJA ZA POTREBE VARSTVA PRED NARAVNIMI NESREČAMI

V primeru gradnje **protipoplavnih nasipov** je treba upoštevati zakonski odmik vsaj 15 m od stalnega vodnega zemljišča. Priporočamo seveda večji odmik, npr. 30 m, oziroma v skladu z možnostmi v prostoru, velikostjo vodotoka in hidrološkim režimom vodotoka. Na

vsak način je treba pri gradnji tovrstnih objektov preprečiti oženje aktivne poplavne ravnice in obrežnega pasu. Zemeljska dela in nasutje substrata pri gradnji protipoplavnih nasipov bi podobno kot v primeru prometne infrastrukture lahko pomenila tudi nov koridor za širjenje TIV, če bi ta segal na območje OP ali v njegovo neposredno bližino, obenem pa tak substrat lahko vsebuje semena in/ali stolone TIV. Poleg tega je za protipoplavno varnost dolvodnih območji treba zagotoviti dovolj prostora za poplavne vode, da na ta način pride do zmanjšanja poplavnega vala, oziroma hitrosti odtekanja vode s prispevnega območja. Pri zagotavljanju prostora za poplavne vode lahko naredimo največ za preprečevanje poplav v bodoče.

5.5 OPREDELITEV DO HIPOTEZ

1. Predpostavili smo, da bo obrežni pas v odsekih, kjer invazivka prevladuje v obrežnem pasu ožji kot v odsekih, kjer je ena ali več invazivnih vrst zgolj prisotna. Obrežni pas pa je v obeh primerih ožji kot v odsekih, kjer invazivk ni. Podobno velja tudi za višino in kompleksnost vegetacije v obrežnem pasu, oziroma za sklenjenost obrežnega pasu.

Prvo hipotezo za večino navedenih parametrov lahko potrdimo.

V odsekih, kjer so TIV prevladovali v OP, je bil obrežni pas statistično značilno ožji kot v odsekih, kjer je TIV le prisotna, v vseh teh skupinah odsekov, pa je bil OP značilno ožji kot v odsekih, kjer invazivk ni. V odsekih, kjer invazivka prevladuje v obrežnem pasu, je vegetacija značilno nižja kot v odsekih, kjer je vsaj ena od TIV prisotna, in še značilno nižja kot v odsekih, kjer invazivk ni.

Za odseke obrežnih pasov, v katerih TIV niso prisotne, smo izračunali statistično značilne razlike od ostalih odsekov v **širini OP, višini in strukturi vegetacije OP**. Dejansko to pomeni, da je v odsekih brez TIV obrežni pas opazno bolj ohranjen, oziroma potencialno naraven (prevladujejo gozdovi, mokrišča), obrežni pas je bistveno širši, vegetacija je bistveno višja in sestavljena predvsem iz poznosukcesijskih vrst, kot pa je v odsekih s TIV. V primeru sklenjenosti obrežnega pasu pa nismo izračunali značilnih razlik med posameznimi skupinami odsekov.

2. Predpostavili smo, da se bodo pokazale statistično značilne razlike pri rabi prostora in posegih v strugo ter rečni breg. Predvidevamo, da bo v odsekih, kjer so razmere bolj naravne, oz. jih človek ni močno spremenil, invazivk manj kot tam, kjer so vplivi močni. Pričakujemo razlike v lastnostih med odseki brez invazivk in vsemi ostalimi kategorijami.

Drugo hipotezo lahko delno potrdimo. Ugotovili smo, da je za odseke v katerih so TIV prisotne, statistično značilna razlika od ostalih odsekov v **rabi prostora** neposredno za obrežnim pasom in v širšem območju ter v **spremenjenosti rečne struge**. Ob odsekih brez TIV je raba prostora statistično značilno bolj naravna (prevladujejo gozdovi, mokrišča).

Značilne razlike so se pokazale pri rabi prostora in spremembah struge, kjer so razmere bolj naravne, oz. jih človek ni močno spremenil. Razlike so med odseki brez invazivk in vsemi ostalimi kategorijami, niso pa se pokazale med skupinami odsekov z različno

številčnostjo TIV. Prav tako opaznih razlik ni bilo med skupinami odsekov z različno stopnjo spremenjenosti rečnega brega.

3. Predpostavili smo, da bo oddaljenost od izvira, intenzivnost rabe prostora in spremenjenost struge ter bregov, pozitivno vplivala na število in številčnost invazivk.

Za **oddaljenost od izvira** smo izračunali statistično močno značilne ($p < 0.01$) pozitivne korelacije s **številom TIV**, **skupno abundanco TIV** in **potencialnim vplivom TIV na biodiverziteto**.

Statistično značilno korelacijo smo dobili med parametrom **raba prostora širše** (od OP do 100 m) in **potencialnim vplivom TIV na biodiverziteto**. Pokazalo se je, da **bolj degradiran je prostor ob OP**, večji je **potencialni negativni vpliv TIV na biodiverziteto** v OP.

Raba prostora neposredno za obrežnim pasom (do 30 m) pa je v značilni negativni povezavi s **prisotnostjo TIV**, kar pomeni, da je pri bolj **degradiranem obrežnem prostoru** tik ob OP, večja verjetnost, da bodo **TIV prisotne**. Marginalno signifikantnost tovrstne povezave ($p = 0.065$) smo izračunali tudi v primeru skupne abundance TIV.

Ohranjenost struge je v statistično značilni negativni korelaciji s **številom in skupno abundanco TIV**, kot tudi s **potencialnim vplivom TIV na biodiverziteto**, kar pomeni da je ob vodotokih, kjer v strugi ni bilo posegov v OP bistveno manjša pogostost TIV. **Ohranjenost bregov** je v nasprotju s pričakovanji manj povezana s TIV kot ohranjenost struge. Statistično značilno negativno korelacijo smo izračunali le s **številom TIV**.

6 SKLEPI

6.1 POVEZAVE MED RABO PROSTORA IN TIV

6.1.1 Smernice za načrtovanje nove rabe prostora

Pri načrtovanju nove rabe prostora je treba **zagotoviti vsaj 15 m širok pas obrežne vegetacije**, kar pomeni, da v tem pasu absolutno ni dovoljeno spreminjati obstoječe strukture obrečnega koridorja, oziroma vegetacije, niti ni dovoljeno oženje tega pasu. Takšno omejitev določa tudi zakon o vodah (ZV-1, 2002) za obrežni pas ob vodotokih 1. reda. Za vodotoke 2. reda zakon določa 5 m širok pas, vendar predlagamo 10 m pas, razen za vodotoke, ki so ožji od enega metra. Tako širok pas je pod razmeroma manjšim vplivom vdora TIV, saj ima v razmerju do površine manjšo dolžino roba, ki je najbolj izpostavljen za vdor TIV. Širši pas bolje absorbira hranila in zmanjšuje eutrofikacijski potencial vodotoka. Širši pas tudi bolje kompenzira motnje zaradi poplav in nanosov sedimentov kot tudi erozije.

V primeru gradnje mostov čez vodotok, je prekinitev obrežnega pasu treba izvesti v čim manjšem obsegu in površine, kjer je bila vegetacija OP odstranjena, po gradbenih delih čim prej zasaditi/zasejati z domorodnimi vrstami.

Intenzivne **kmetijske površine** kot so npr. njive naj bodo od obrežnih pasov ob vodotokih oddaljene vsaj 30 m. Vmesni prostor med njivami in obrežnim pasom naj bo ekstenzivni travnik, ki je enkrat do dvakrat letno košen in negojen. Namenska raba tega prostora je lahko tudi nasad domorodnih vrst drevja (za les, lesno biomaso, celulozo).

Območja stavbnih zemljišč naj bodo vsaj 30 m oddaljena od zunanjega roba obrežnega pasu. Podrobnejša namenska raba vmesnega prostora naj bodo območja zelenih površin, kot so **5.4 zeleni pasovi** ali **5.1 površine za oddih, rekreacijo in šport, nikakor pa ne 5.3. površine za vrtičkarstvo**.

S stališča TIV v obrežnem pasu, so tako **najprimernejše rabe v ožjem prispevnem območju**, ki sega do 30 m oddaljenosti od vodotoka naslednje:

- a) **mokrišča**, oziroma presihajoča mokrišča/ **razlivna območja**, ki so puferska cona za poplavni val ob visokih vodostajih → možna je kombinacija z rekreativnimi dejavnostmi in izgradnjo pešpoti (gramoz, leseni tlak) in izobraževalno vlogo s postavitvijo informativnih tabel.
- b) **gozd**, ki je gospodarjen s prebiralno sečnjo, saj so goloseki, oziroma poseke zelo ugodno okolje za uveljavljanje TIV. Tudi tukaj je možna kombinacija z rekreativnimi površinami kot so pešpoti in izobraževalna funkcija. Pri tem pa odsvetujemo ustvarjanje čistlin, oziroma območij z veliko presvetljenostjo, saj so to rastišča, ki jih preferirajo TIV. Tudi pri takšni namenski rabi prostora je možno vpeljati še izobraževalno funkcijo z učnimi potmi in informativnimi tablami.
- c) **ekstenzivna kmetijska raba** kot so **oligotrofni** mokrotni in suhi travniki, ki jih ne gnojijo z mineralnimi gnojili in kjer je travna ruša ves čas prisotna in s tem ne pride do izpraznitve ekoloških niš, kar olajša širjenje TIV.

Druge rabe v 30 m pasu po našem mnenju niso primerne, pri bodočem načrtovanju rabe prostora, saj bi z degradacijo ali pa pretirano dovzetnostjo za širjenje TIV močno pospešile širjenje in uveljavljanje TIV v okolju. Kljub temu, da Zakon o vodah določa 15 m pas brez posegov le za vodotoke 1. reda, pa menimo, da je pri načrtovanju rabe prostora treba upoštevati 30 m pas ob vseh vodotokih, ki so širši od 1 m (pri srednjem vodostaju).

Za preprečevanje širjenja TIV v prostoru z različnimi namenski rabami je najbolj učinkovita in izvedljiva rešitev **občasno poplavljanje površin** (mokrišča, poplavni gozdovi), močno **zasenčevanje** (gozd, strnjene zasaditve) ali stalno **odstranjevanje biomase** ob stalni prisotnosti rastlinskega pokrova (ekstenzivni travniki).

6.1.2 Smernice za oblikovanje rečnih bregov

Na splošno **odsvetujemo vsakršno preoblikovanje naravnih (ohranjenih) rečnih bregov in struge**. Celovitost in odsotnost posegov na rečnih bregovih in v strugi bistveno upočasni širjenje in uveljavljanje TIV.

Če lokalne skupnosti, oziroma država skuša povečati protipoplavno varnost območij stavbnih zemljišč, ki so bila v preteklosti v veliki meri napačno načrtovana s strani investitorjev in upravnih enot, namesto regulacij predlagamo drugačne rešitve, in sicer izgradnjo:

- **razbremenilnih kanalov**
- **suhih zadrževalnikov**
- **presihajočih mokrišč**, ki so po našem mnenju rešitev z visoko ekološko, izobraževalno in estetsko vrednostjo.

Tak primer je npr. ureditev **mrtvice** za sprejem visokih voda (Slika 30), ki bi povečala ekološko vrednost prostora. Da ustvarimo razmere za vzpostavitev presihajočih mokrišč je ob strugah treba pustiti zelo položne bregove le nekoliko nad srednjim vodostajem, ali razširiti profil z oblikovanjem poplavnih teras (Slika 30), da zagotovimo dovolj pogosto poplavljanje teh površin in s tem uspevanje različnih mokriščnih vrst. Na takih rastiščih se velika večina TIV težko uveljavi, saj niso prilagojene na poplavljenost, poleg tega pa zelo tekmovalne in visokorasle močvirske vrste uspešno konkurirajo TIV.

Kjer so **vodotoki regulirani** v kmetijski ali naravni krajini, kjer je vsaj potencialno za to na voljo prostor, svetujemo njihovo **renaturacijo**, oziroma ponovno vzpostavitev meandrov. S tem bi upočasnili odtekanje vode in **dvig podtalnice**, ter pogosto **poplavljanje obrežnega pasu**, s tem pa bi tudi **zmanjšali uspešnost uveljavljanja TIV** v OP. Na ta način bi tudi povečali protipoplavno varnost v dolvodni smeri. Primera uspešno renaturiranih rek sta reki Brede in Skjern na Danskem (v Zuljan, 2009), pri nas pa sta bila v spodnjem toku renaturirana potoka Tresenec in Goriški Brežiček na Cerkniškem polju.



Slika 30: Primer izvedbe presihajočih mokrišč ob potoku Globovnica pri Lenartu (Geopedia, 2016).

Pri gradnji **akumulacijskih jezer** namesto utrjevanja bregov s kamenometi ali skladi skal predlagamo **oblikovanje stopničastih bregov**, oziroma **poplavnih teras**, ki bi bili utrjeni z lesom in kamenjem. Pri tem bi stopničast breg tudi ob nihanju vodostaja dobro ščitil bregove pred abrazijo, obenem pa bi se na takih bregovih lažje zarasla močvirska vegetacija, kot je trstičje, rogoz ali visoki šaši. Te visokorasle in hitrorastoče vrste so zelo konkurenčne TIV, ki se v tovrstnih sestojih zelo težko uveljavijo.

7 POVZETEK

Diplomsko delo obravnava tujerodne invazivne vrste rastlin (TIV) v obrežnem pasu rek v povezavi z lastnostmi obrežnega pasu, rečne struge in z rabo prostora v ožjem prispevnem območju vodotokov. TIV imajo negativen vpliv tako na biodiverzitetu obrežnega pasu, rečnega ekosistema in celotne krajine, kot tudi na estetsko vrednost obvodnega prostora. Ker so vodotoki in obrežni pasovi v prostoru tudi pomemben ekološki koridor, ki pomeni povezavo med območji različnih rab prostora, obenem pa so vodotoki tudi vektor razširjanja TIV, to predstavlja v prostoru problem, ki se je pojavil v zadnjih desetletjih z uveljavitvijo TIV v obrežnih pasovih. Predpostavili smo, da bo obrežni pas v odsekih, kjer invazivke prevladujejo ožji kot v odsekih, kjer so zgolj prisotne, in obenem ožji kot v odsekih, kjer invazivk ni. Podobno velja tudi za višino in kompleksnost vegetacije, oziroma za sklenjenost obrežnega pasu. Predpostavili smo, da se bodo pokazale statistično značilne razlike pri rabi tal in posegih v strugo ter rečni breg. Predvidevali smo tudi, da bo v odsekih, ki jih človek ni močno spremenil, invazivk manj kot tam, kjer so vplivi močni in da bo oddaljenost od izvira, intenzivnost rabe tal in spremenjenost struge ter bregov pozitivno vplivala na število in številčnost invazivk.

Delo vsebuje pregled razširjenosti TIV v odsekih obrežnega pasu vzdolž spodnje Save in šestih pritokov (Tržiška Bistrica, Sora/Poljanščica, Ljubljanica, Savinja, Krka, Sotla). Pri tem smo uporabili podatke iz baze podatkov (magistrska in diplomska dela), ki so bili pridobljeni po enotni metodologiji popisovanja TIV in ocenjevanja značilnosti obrežnega pasu, rečne struge in rabe prostora v 30 in 100 metrskem pasu vzdolž omenjenih rek. Na osnovi izbranih podatkov smo naredili statistične analize v katerih smo izračunali korelacije med dejavniki in prisotnostjo, številom in abundanco TIV v obrežnih pasovih. Ugotavljali smo tudi v katerih dejavnikih se odseki z različno številčnostjo TIV (prevladujoče, zmerno pogoste, redke, odsotne) statistično značilno razlikujejo. Na osnovi pregleda razvrstitve namenskih rab prostora in stanja v prostoru na posameznih odsekih, smo podali tudi smernice za načrtovanje rabe v privlačnem in hkrati zelo ranljivem obvodnem prostoru in smernice za oblikovanje vodotokov, oziroma obvodnega prostora, saj ob napovedanih posegih v vodotoke z namenom povečevanja protipoplavne varnosti treba najti takšno rešitev, ki bo ta problem rešila dolgoročno, celostno in obenem ne bo razvrednotila vodotoka in obvodnega prostora.

Čeprav je bilo zabeleženih 27 različnih TIV, pa je le 15 takih, ki se nahajajo v več kot 10 odsekih in le 5 takšnih, ki so bile zabeležene v vsaj 100 odsekih. Slednje so: oljna bučka (*Echinocystis lobata*), žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*), orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*), robinija (*Robinia pseudacacia*). V drugem sklopu rezultatov so predstavljene korelacije med prisotnostjo, številom in številčnostjo TIV v obrežnem pasu in številnimi dejavniki, ki so bodisi v pozitivni (oddaljenost od izvira, hitrost toka, globina vode), bodisi negativni korelaciji s prisotnostjo, številom ali številčnostjo TIV (nadmorska višina, raba prostora neposredno za OP in širše, širina OP; sklenjenost OP, višina in struktura vegetacije, ohranjenost struge in bregov). Predstavljeni so tudi parametri, ki se statistično značilno razlikujejo med odseki kjer so TIV prevladujoče v obrežnem pasu, samo prisotne ali pa jih v tistem odseku ni (širina OP, višina in struktura vegetacije, raba prostora neposredno za OP in širše, ohranjenost struge). Nekaj odsekov je tudi predstavljenih s pomočjo DOF-ov, iz katerih

lahko razberemo, da je za uveljavljanje TIV pomembna širina obrežnega pasu in raba prostora v ožjem prispevnem območju (30, oziroma 100 m).

V delu razprave obravnavamo različne rabe prostora v povezavi s TIV, oziroma vpliv TIV na proces načrtovanja različnih rab v ožjem prispevnem območju vodotoka in samo širino ohranjenega obrežnega pasu. Pri širjenju TIV v okolju ima raba prostora velik pomen, ki pri neustreznem načrtovanju, oziroma umestitvi lahko močno pospeši širjenje TIV iz obrežnega pasu v prispevno območje in obratno.

Raba prostora kot so intenzivne kmetijske površine ali urbane površine, kjer pride do močnega raznaravljjanja naravnih ekosistemov namreč pozitivno vpliva na širjenje in uveljavljanje TIV, medtem ko v naravnih ekosistemih kot sta gozd ali mokrišče TIV običajno ne morejo uspevati. Različni interesi seveda pomenijo različne rabe prostora, vendar bi tudi zaradi preprečevanja širjenja TIV pri načrtovanju rabe obvodnega prostora, oziroma 30 m pasu ob vodotokih morali upoštevati priporočene omejitve, da bi preprečili nadaljnje širjenje TIV. S tem bi preprečili tudi zmanjševanje zelo pomembne ekološke funkcije in visoke estetske vrednosti obvodnega prostora.

Nekatere rabe prostora so zaradi porušenosti ravnotežja in motenosti ekosistema ali pa zaradi izpraznjenih ekoloških niš še posebej dovzetne za naselitev TIV. Za intenzivne kmetijske površine, vrtničkarstvo, prometno infrastrukturo in stavbna zemljišča tako predlagamo zadosten odmik od vodotoka, čeprav Zakon o vodah določa 15 m pas vzdolž vodotokov, v katerega se ne sme posegati. Za najbolj dovzetne rabe predlagamo 30 m odmik od vodotoka, da bi preprečili širjenje TIV iz obrežnega pasu v tovrstna območja.

Ohranjanje čim bolj naravnega stanja v obrežnih pasovih in ustrezno gospodarjenje z obrežnimi pasovi je nujno, če želimo preprečiti širjenje in prevladovanje TIV v obrežnih pasovih in nadaljnje širjenje v okolju. To omogoča bolj učinkovito zaščitno, oziroma blažilno vlogo, pred človekovimi vplivi v prispevnem območju.

Odsotnost sprememb, oziroma naravnost rečne struge, ohranjenost strukture rečnih bregov ter razvitost visoke lesnate vegetacije v dovolj širokem obrežnem pasu otežujejo širjenje in uveljavljanje TIV. Spremembe prvotne struge, bregov in prvotne vegetacije obrežnega pasu pa pospešujejo širjenje TIV. Zato je nujno ozaveščanje strokovne javnosti (kot so vodarji, gradbeniki) in laične javnosti o negativnih vplivih širjenja TIV na okolje.

8 VIRI

- Ahern J. 1995. Greenways as a planning strategy. *Landscape and Urban Planning*, 33: 131-155
- Anko B. 1998. Nekateri teoretski vidiki krajinskoekološke tipizacije krajin. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 56: 115-160
- Assini S., Bracco F., Sartori F. 2009. Plant invasion in riparian habitats in Northern Italy. V: Celesti-Grapow L, Pretto F, Brundu G, Carli E, Blasi C (ur.) *Plant invasions in Italy*, Rome, Ministry for the Environment Land and Sea Protection: 15 str.
- Balant M. 2006. Usmerjanje urejanja reguliranih vodotokov v primestnem in mestnem prostoru - primer urejanja doline Glinščice: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za krajinsko arhitekturo: 101 str.
- Brčon N. 2013. Razširjenost izbranih tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst v obrežnem pasu reke Krke od Krške vasi do Otočca: diplomsko delo. Ljubljana, Pedagoška fakulteta: 87 str.
- Bruno J.F., Fridley J.D., Bromberg K.D., Bertness M.D. 2005. Insights into biotic interactions from studies of species invasions. V: *Species Invasions: Insights into ecology, evolution and biogeography*. Sax D.F., Stachowicz J.J., Gaines S.D. (ur.). Sunderland, Sinauer Associates: 13-40
- Cousens R., Mortimer M. 1995. *Dynamics of weed populations*. Cambridge, Cambridge University Press: 332 str.
- Curtis D.C. 2003. Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: Implications for conservation and restoration. *Review of Evolution and Systematics*, 34: 183-211
- Čarf M. 2016. Vpliv malih hidroelektrarn na številčnost in strukturo populacije potočne postrvi (*Salmo trutta fario*, Linnaeus, 1758): magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 117 str. (neobjavljeno)
- Dahm C., Cleverly J., Coonrod J., Thibault J., McDonnell D., Gilroy D. 2002. Evapotranspiration at the land/water interface in a semi-arid drainage basin. *Freshwater Biology*, 47: 831-843
- D'Antonio C.M., Vitousek P.M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 23: 63-87
- Dassonville N., Vanderhoeven S., Gruber W., Meerts P. 2007. Invasion by *Fallopia japonica* increases topsoil mineral nutrient concentration. *Ecoscience*, 14: 230-240
- Davis A., Grime J.P., Thompson K. 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology*, 200, 88: 528-534
- Dolšina P. 2012. Razširjenost in zastopanost tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst v obrežnem pasu reke Ljubljanice: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire: 72 str.

- Ellenberg H. 1988. *Vegetation ecology of Central Europe*. Cambridge, Cambridge University press: 729 str.
- Essl F., Rabitsch W. 2002. *Neobiota in Österreich*. Wien, Umweltbundesamt: 432 str.
- Commission Regulation EU 1143/2014 of the European Parliament and of the council of October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. Brussels, Official Journal of the European Union L 317/35:1 str.
- Ewel K.C., Cressa C., Kneib R.T., Lake P.S., Levin L.A., Palmer M.A., Snelgrove P., Wall D.H. 2001. Managing critical transition zones. *Ecosystems*, 4: 452-460
- Ewers R.M., Didham R.K. 2006. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Review*, 81: 117-142
- Forman R.T.T. 1995. *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, Cambridge University Press: 632 str.
- Forman R.T.T., Godron M. 1986. *Landscape ecology*. New York, John Wiley: 619 str.
- Gaberščik A. 1996. Meje rečnega ekosistema. V: Mišičev vodarski dan. Urejenost voda - osnova ali omejitve. Maribor, Vodnogospodarski biro: 72-77
- Gassó N., Sol D., Pino J., Dana E.D., Lloret F., Sanz-Elorza M., Sobrino E., Vilà M. 2009. Exploring species attributes and site characteristics to assess plant invasions in Spain. *Diversity and Distribution*, 15: 50-58
- Gazvoda D. 2000. Pojem naravnega v oblikovani mestni krajini. V: *Narava v mestu, med načrtovanim in spontanem*, zbornik 7. Redne conference Društva krajinskih arhitektov Slovenije (DKAS), oktober 2000. Matjašec D., Simoneti M., Marinček P. (ur.). Ljubljana, DKAS: 45-55
- Gazvoda D. 2005. Pomen reke in zelenega pasu v mestu. V: *Novo mesto - odsev Krke*, zbornik predavanj s simpozija, zbirka AnaGoga. Hrovat Grum S. (ur.). Novo mesto, Goga: 41-56
- Geopedia – spletni atlas in zemljevid Slovenije. 2013 Sinergise d.o.o., Podatki: Geodetska uprava Republike Slovenije.
<http://www.geopedia.com> (maj, 2016).
- Germ M., Urbanc-Berčič O., Janauer G.A., Filzmoser P., Exler N., Gaberščik A. 2008. Macrophyte distribution pattern in the Krka River - the role of habitat quality. *Fundamental and Applied Limnology*, 162 (Suppl.): 145-155
- Giller P.S., Malmqvist B. 1998. *The biology of streams and rivers*. Biology of habitats. New York, Oxford University Press: 296 str.
- González-Moreno P., Pino J., Gassó N., Vilà M. 2013. Landscape context modulates alien plant invasion in Mediterranean forest edges. *Biological Invasions*, 15: 547-557
- Grime J.P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester, Wiley: 417 str.

- Guirado M., Pino J., Roda F. 2006. Understorey plant species richness and composition in metropolitan forest archipelagos: effects of forest size, adjacent land use and distance to the edge. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 50-62
- Haler M. 2013. Pojavljanje in pogostost tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst glede na spremenjenost obrežnega pasu reke Sotle: magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 97 str.
- Harper K.A., MacDonald S.E., Burton P.J., Chen J., Brosnoks K.D., Sanders S.C., Euskirchen E.S., Roberts D., Jaiteh M., Esseen P. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19: 768-782
- Hejda M., Pyšek P. 2006. What is the impact of *Impatiens glandulifera* on species diversity of invaded riparian vegetation? *Biological conservation*, 132: 143-152
- Hobbs R.J., Humphries S.E. 1995. An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Conservation Biology*, 9: 761-770
- Hood G.W., Naiman R.J. 2000. Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plant species. *Plant Ecology*, 148: 105-114
- Hulme P.E., Bacher S., Kenis M., Klotz S., Kühn I., Minchin D., Nentwig W., Olenin S., Panov V., Pergl J., Pyšek P., Roques A., Sol D., Solarz W., Vilà M. 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework to better integrate pathways into policy. *Journal of Applied Ecology*, 45:403-414
- Jauni M., Hyvönen T. 2012. Interactions between alien plant species traits and habitat characteristics in agricultural landscapes in Finland. *Biological Invasions*, 14: 47-63
- Jogan N. 2007. Poročilo o stanju ogroženih rastlinskih vrst, stanju invazivnih vrst ter vrstnega bogastva s komentarji. Ljubljana, ARSO, 10 str.
- Jogan N., Kos I. 2012. Poti vnosa, prenosa in širjenja tujerodnih vrst. Neobiota Slovenije: končno poročilo projekta. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 31-42
- Kil J.H., Shim K.C., Park S.H., Koh K.S., Suh M.H., Ku Y.B., Suh S.U., Oh H.K., Kong H.Y. 2004. Distributions of naturalized alien plants in South Korea. *Weed Technology*, 18: 1493-1495
- Klinger R., Underwood E.C., Moore P.E. 2006. The role of environmental gradients in non-native plant invasion into burnt areas of Yosemite National Park, California. *Diversity and Distributions*, 12: 139-156
- Körner C. 2007. The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution*, 22: 569-574
- Kovač S. 2014. Značilnosti habitatov izbranih tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst v obrežnem pasu reke Savinje: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 61 str.
- Kuhar U., Germ M., Gaberščik A., Urbanič G. 2011. Development of a River Macrophyte Index (RMI) for assessing river ecological status. *Limnologica*, 41: 235-243

- Kuhar U., Gregorc T., Renčelj M., Šraj-Kržič N., Gaberščik A. 2007. Distribution of macrophytes and condition of the physical environment of streams flowing through agricultural landscape in north-eastern Slovenia. *Limnologica*, 37: 146-154
- Kuhman T.R., Pearson S.M., Turner M.G. 2010. Effects of land-use history and the contemporary landscape on non-native plant invasion at local and regional scales in the forest-dominated southern Appalachians. *Landscape Ecology*, 25: 1433-1445
- Kus Veenvliet J. 2009. Tujerodne vrste, priročnik za naravovarstvenike. Grahovo, Zavod Symbiosis: 8 str.
- Kus Veenvliet J. 2009a. Tujerodne vrste v Sloveniji: Zbornik s posveta, Ljubljana 10.marec 2009. Grahovo, Zavod Symbiosis: 85 str.
- Lake J.C., Leishman M.R. 2004. Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. *Biological Conservation*, 2: 215-226
- Lindenmayer D.B., McCarthy M.A. 2001. The spatial distribution of non-native plant invaders in a pine-eucalypt landscape mosaic in south-eastern Australia. *Biological Conservation*, 102: 77-87
- Lodge D.M. 1993. Biological invasions: lessons for ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 8: 133-137
- Loo S.E., Mac Nally R.C., O'Dowd D.J., Lake P.S. 2009. Secondary invasions: Implications of riparian restoration for in-stream invasion by an aquatic grass. *Restoration Ecology*, 17: 378-385
- Lyon J., Gross N.M. 2005. Patterns of plant diversity and plant-environment relationships across three riparian corridors. *Forest Ecology and Management*, 204: 267-278
- MacDougall A.S., Turkington R. 2005. Are invasive species the drivers or passengers of change in degraded ecosystems. *Ecology*, 86: 42-55
- Mack R.N., Simberloff D., Lonsdale W.M., Evans H., Clout M., Bazzaz F.A. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10: 689-710
- Malanson G.P. 1993. Riparian landscapes. Cambridge, Cambridge University Press: 296 str.
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Turk B., Vreš B., Ravnik V., Frajman B., Strgulc Krajšek S., Trčak B., Bačič T., Fischer M.A., Eler K., Surina B. 2007. Mala flora Slovenije, ključ za določanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 967 str.
- Marušič I., Penko Seidl N., Drašler A. 2005. Pravila za vzdržno urejanje posegov v vode. Končno poročilo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: 66 str.
- Mathooko J.M., Kariuki S.T. 2000. Disturbances and species distribution of the riparian vegetation of a Rift Valley stream. *African Journal of Ecology*, 38: 123-129

- Mavrič Klenovšek V. 2014. Razširjenost tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst ob spodnjem delu reke Save v odvisnosti od značilnosti obrežnega pasu: magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 75 str.
- McKinney M.L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52, 10: 883-890
- McKinney M.L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127: 247-260
- McKinney M.L., Lockwood, J.L. 2005. Community composition and homogenization: evenness and abundance of native and exotic plant species. V: *Species Invasions: Insights into ecology, evolution and biogeography*. Sax D.F., Stachowicz J.J., Gaines S.D. (ur.). Sunderland, Sinauer Associates: 365-380
- Meek C.S., Richardson D.M., Mucina L. 2010. A river runs through it: Land-use and the composition of vegetation along a riparian corridor in the Cape Floristic Region, South Africa. *Biological Conservation*, 143: 156-164
- Merritt D.M., Wohl E.E. 2002. Processes governing hydrochory along rivers: hydraulics, hydrology, integrative and dispersal phenology. *Ecological Applications*, 12: 1071-1087
- Meyer J.L., Sale M.J., Mulholland P.J., Poff N.L. 1999. Impacts of climate change on aquatic ecosystem functioning and health. *Journal of the American Water Resources Association*, 35: 1373-1386
- Mikoš M., Urbanič G. 2002. Vrednotenje kakovostnega stanja vodotokov - 2. Razmere v Sloveniji. *Gradbeni vestnik*, 51: 274 - 278
- Nacionalni program varstva okolja. 1999. Ur.l. RS, št. 83/99
- Naiman R.J., Décamps H. 1997. The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annual review of Ecology and Systematics*, 28: 621-658
- Naiman R.J., Décamps H., McClain M.E. 2005. *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities*. London, Elsevier: 430 str.
- Nakamura F., Swanson F.J., Wondzell S.M. 2000. Disturbance regimes of stream and riparian systems - a disturbance-cascade perspective. *Hydrological Processes*, 14: 2849-2860
- Ogrin D. 1997. *Slovenske krajine. 2., razširjena in dopolnjena izdaja*. Ljubljana, DZS: 303 str.
- Ohlemüller R., Walker S., Bastow Wilson J. 2006. Local vs regional factors as determinants of the invasibility of indigenous forest fragments by alien plant species. *Oikos*, 112: 493-501
- Petersen R.C. 1992. The RCE: a riparian, Channel and environmental inventory for small streams in agricultural landscape. *Freshwater Biology*, 27: 25-306
- Planty-Tabacchi A.M., Tabacchi E., Naiman R.J., DeFerrari C., Décamps H. 1996. Invasibility of species-rich communities in riparian zones. *Conservation Biology*, 10: 598-607

- Pollock M.M., Naiman R.J., Hanley T.A. 1998. Plant species richness in riparian wetlands: A test of biodiversity theory. *Ecology*, 79: 94-105
- Prosen A. 1993. Temelji za sonaravno urejanje kmetijskega prostora. V: Sonaravno urejanje podeželskega prostora. Ljubljana, Katedra za prostorsko planiranje na fakulteti za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo: 57-116
- Pyšek P., Chytrý M., Pergl J., Sádlo J., Wild J. 2012. Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats. *Preslia*, 84: 575-629
- Pyšek P., Hulme P.E., Nentwig W. 2009. Glossary of the Main Technical Terms Used in the Handbook. V: DAISIE, Handbook of Alien Species in Europe. Hulme PE, Nentwig W, Pyšek P, Vilà M (ur.). Springer: 375-379
- Pyšek P., Jarošík V. 2005. Residence time determines the distribution of alien plants. V: Invasive Plants: Ecological and Agricultural Aspects. Inderjit S. (ur.). Birkhäuser Verlag: 70-96
- QGIS Development Team 2016. QGIS – free and open-source desktop geographic information system application.
<http://qgis.org/en/site/> (februar, 2016)
- Richardson D.M. 2000. Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93-107
- Richardson D.M., Holmes P.M., Esler K.J., Galatowitsch S.M., Stromberg J.C., Kirkman S.P., Pyšek P., Hobbs R.J. 2007. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions*, 13: 126-139
- Rowntree K., 1991. An assessment of the potential impact of alien invasive vegetation on the geomorphology of river channels in South Africa. *South African Journal of Aquatic Sciences*, 17: 28-43
- Saunders D.A., Hobbs R.J., Margules C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 5: 18-32
- Schnitzler A., Hale B.W., Alsum E. 2007. Examining native and exotic species diversity in European riparian forests. *Biological Conservation*, 138: 146-156
- Scott R.L., Shuttleworth W.J., Goodrich D.C., Maddock T. 2000. The water use of two dominant vegetation communities in a semiarid riparian ecosystem. *Agricultural and Forest Meteorology*, 105: 241-256
- Stachowicz J.J., Tilman D. 2005. Species invasions and the relationships between species diversity, community saturation and ecosystem functioning. V: Species Invasions: Insights into ecology, evolution and biogeography. Sax D.F., Stachowicz J.J., Gaines S.D. (ur.). Sunderland, Sinauer Associates: 41-64
- Stohlgren T.J., Bull K.A., Otsuki Y., Villa C.A., Lee M. 1998. Riparian zones as havens for exotic plant species in the central grasslands. *Plant Ecology*, 138: 113-125
- Škrjanec B. 2013. Značilnosti obrežnega pasu in razširjenost izbranih tujerodnih invazivnih vrst rastlin vzdolž reke Sore: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 45 str.

- Šraj-Kržič N., Germ M., Urbanc-Berčič O., Kuhar U., Janauer G.A., Gaberščik A. 2007. The quality of the aquatic environment and macrophytes of karstic watercourses. *Plant Ecology*, 192: 107-118
- Tickner D.P., Angold P.G., Gurnell A.M., Mountford J.O. 2001. Riparian plant invasions: hydrogeomorphological control and ecological impacts. *Progress in Physical Geography*, 25: 22-52
- Toman M.J. 1995. Osnove ekologije celinskih voda. *Biologija v šoli*, 14, 1: 4-14
- Traven S. 2012. Razširjenost izbranih tujerodnih invazivnih vrst rastlin vzdolž reke Tržiške Bistrice: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 69 str.
- Turner M.G. 2005. Landscape ecology: what is the state of the science? *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 36: 319-344
- Vermeij G.J. 2005. Invasion as expectation. A historical fact of life. V: *Species Invasions: Insights into ecology, evolution and biogeography*. Sax D.F., Stachowicz J.J., Gaines S.D. (ur.). Sunderland, Sinauer Associates: 315-339
- Vilà M., Espinar J.L., Hejda M., Hulme P.E., Jarošík V., Maron J.L., Pergl J., Schaffner U., Sun Y., Pyšek P. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters* 14: 702-708
- Vilà M., Ibáñez I. 2011. Plant invasions in the landscape. *Landscape Ecology*, 26: 461-472
- Ward J.V. 1998. Riverine landscapes: biodiversity patterns, disturbance regimes and aquatic conservation. *Biological Conservation*, 83: 269-278
- Ward J.V., Tockner K., Arscott D.B., Claret C. 2002. Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology*, 47: 517-539
- Washitani I. 2001. Plant conservation ecology for management and restoration of riparian habitats of lowland Japan. *Population Ecology*, 43: 189-195
- Zakon o prostorskem načrtovanju. 2007. Ur. l. RS, št. 33/07
- Zakon o vodah. 2002. Ur. l. št. 67/02
- Zelnik I. 2012. The presence of invasive alien plant species in different habitats: case study from Slovenia. *Acta biologica Slovenica*, 55, 2: 25-38
- Zelnik I. 2015. Temelji ekologije. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 120 str.
- Zelnik I., Haler M., Gaberščik A. 2015. Vulnerability of a riparian zone towards invasion by alien plants depends on its structure. *Biologia*, 70: 869-878
- Zuljan M. 2009. Nova ureditev levega brega Save od Sp. Gameljna vse do severne obvoznice mesta Ljubljane: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za krajinsko arhitekturo: 67 str.

ZAHVALA

Za mentorstvo, hiter pregled naloge in nasvete, se zahvaljujem mentorici prof.dr. Mojci Golobič.

Za konstruktivne pripombe in koristne napotke pri izdelavi naloge se zahvaljujem recenzentu prof.dr. Davorinu Gazvodi.

Za popravke se zahvaljujem predsednici komisije doc.dr. Valentini Schmitzer.

Za sodelovanje in pomoč pri tematiki o tujerodnih invazivnih vrstah v obrežnih pasovih se najlepše zahvaljujem prof.dr. Alenki Gabersčik.

Za pomoč pri izdelavi slik se zahvaljujem Draganu Abramcu. Hvala tudi ostalim sodelavcem za razumevanje in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Za razumevanje in podporo pa se zahvaljujem moji družini – Sonji, Niku in Pii.