

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Sanja TRAVEN

**RAZŠIRJENOST IZBRANIH TUJERODNIH INVAZIVNIH VRST
RASTLIN VZDOLŽ REKE TRŽIŠKE BISTRICE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE DISTRIBUTION OF SELECTED ALIEN INVASIVE PLANT
SPECIES ALONG THE RIVER TRŽIŠKA BISTRICA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Alenko Gaberščik.

Mentorica: prof. dr. Alenka Gaberščik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Martina Bačič
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Recenzent: doc. dr. Igor Zelnik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Mentor: prof. dr. Alenka Gaberščik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 6. 12. 2012

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je diplomsko delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Sanja Traven

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dd
- DK UDK 581.5:574.1(497.4 Tržiška Bistrica)(043.2)=163.6
- KG invazivne rastline/ tujerodne vrste/ reka Tržiška Bistrica
- AV TRAVEN, Sanja
- SA GABERŠČIK, Alenka (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
- LI 2012
- IN RAZŠIRJENOST IZBRANIH TUJERODNIH INVAZIVNIH VRST RASTLIN
VZDOLŽ REKE TRŽIŠKE BISTRICE
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP XII, 69 str., 5 pregl., 50 sl., 1 pril., 44 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Namen diplomskega dela je bil ugotoviti pestrost in zastopanost invazivnih tujerodnih vrst rastlin v obrežnem pasu Tržiške Bistrice. Reko smo razdelili na 100 do 540 m dolge odseke. Pregledali smo 80 odsekov levega in 61 odsekov desnega brega. Na vsakem odseku smo ocenili morfološke lastnosti obrežnega pasu, opredelili tip zaledja in ugotavljali prisotnost ter ocenili pogostost pojavljanja invazivnih tujerodnih vrst. Širša okoljska ocena je pokazala najslabše stanje obrežja in zaledja med naseljema Čadovlje in Bistrica pri Tržiču ter med Žejami in Bistrico. V obrežnem pasu smo našli 16 invazivnih tujerodnih taksonov rastlin. Prisotnost in pogostost taksonov se je povečevala po toku navzdol. Tujerodni invazivni taksoni so se najpogosteje pojavljali v nestrnjenih sestojih skupaj z različnimi invazivnimi taksoni. V strnjenih sestojih so se pojavljali taksoni *Solidago canadensis*, *Fallopia x bohemica*, *Robinia pseudacacia* in *Aster lanceolatus*, ostali taksoni so se pojavljali posamično ali v manjših sestojih. Večina rastlin je bila v fazi poznega cvetenja ali plodenja, razen vrst *Aster novae-angliae*, *Aster lanceolatus* in *Helianthus tuberosus*. Variabilnost tujerodnih invazivnih taksonov na levem bregu smo pojasnili s hitrostjo, globino vode in sestavo obrežne vegetacije znotraj 10 m pasu ob strugi, na desnem bregu pa s hitrostjo vodnega toka, višino obrežne vegetacije in razporeditvijo brzic in tolmunov.

KEY WORD DOCUMENTATION

- DN Dd
- DC UDK 581.5:574.1(497.4 Tržiška Bistrica)(043.2)=163.6
- CX invasive plants/ alien species/ river Tržiška Bistrica
- AU TRAVEN, Sanja
- AA GABERŠČIK, Alenka (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
- PY 2012
- TI THE DISTRIBUTION OF SELECTED ALIEN INVASIVE PLANT SPECIES
ALONG THE RIVER TRŽIŠKA BISTRICA
- DT Graduation Thesis (University studies),
- NO XII, 69 p., 5 tab., 50 fig., 1 ann., 44 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB The aim of the study was to determine the presence and abundance of alien invasive plant species in the riparian zone of Tržiška Bistrica. The river was divided into stretches which were from 100 to 540 m long. We surveyed 80 sections of left river bank and 61 sections of right river bank. In each stretch we evaluated morphological characteristics of the riparian zone, identified the type of land use beyond the riparian zone and assessed the presence and abundance of invasive alien plant species. Environmental assessment revealed the worst state of riparian zone and land beyond the riparian zone between the settlements Čadovlje and Bistrica pri Trziču and between Žeje and Bistrica. In the riparian zone we found 16 alien invasive plant taxa. The presence and abundance of taxa was increasing downstream. Alien invasive plant taxa have occurred most frequently in loose stands together with various other invasive plant species. The taxa *Solidago canadensis*, *Fallopia x bohemica*, *Robinia pseudacacia* and *Aster lanceolatus* occurred in compact stands while other taxa were located individually or in small stands. Most invasive plants were in the late flowering stage or stage of producing fruits or seeds, except *Aster novae-angliae*, *Aster lanceolatus* and *Helianthus tuberosus*. The greatest part of the variability of invasive alien plant taxa on the left bank was explained by water velocity, depth of water and riparian vegetation within 10 m belt along the channel, while on the right bank water velocity, height of riparian vegetation and distribution of rapids and pools revealed to have significant effects on species distribution.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PREGLEDNIC	XI
KAZALO PRILOG	XII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 INVAZIVNE TUJERODNE VRSTE	3
2.1.1 Definicija	3
2.1.2 Invazijska dinamika.....	3
2.1.3 Hipoteze uspešnosti invazije.....	4
2.1.4 Adaptivna evolucija invazivnih tujerodnih rastlin	5
2.1.4.1 Ozko grlo.....	6
2.1.4.2 Hibridizacija.....	7
2.1.4.3 Poliplodija	7
2.1.4.4 Okoljski stres.....	8
2.1.5 Poti razširjanja invazivnih tujerodnih vrst	8
2.1.6 Vpliv invazivnih tujerodnih vrst.....	10
2.1.6.1 Vplivi na domorodne vrste.....	10
2.1.6.2 Vpliv na skupnost.....	11
2.1.6.3 Vplivi na ekosisteme	11
2.1.6.4 Vplivi na zdravje ljudi.....	11
2.1.7 Možni pristopi k preprečevanju invazije tujerodnih rastlin.....	12
2.1.8 Invazivne tujerodne vrste rastlin v Sloveniji	13
2.1.8.1 Habitati in možne zamenjave invazivnih tujerodnih vrst na območju Tržiške Bistrice s podobnimi vrstami.....	16

2.1.8.2	Ukrepi za odstranitev in nadzor invazivnih tujerodnih vrst rastlin vzdolž Tržiške Bistrice	21
2.1.8.3	Ukrepi na mednarodni ravni.....	22
2.2	OPIS OBMOČJA RAZISKAVE	23
2.2.1	Geografska lega	23
2.2.2	Klimatske značilnosti	23
2.2.3	Kamninska zgradba	24
2.2.4	Hidrografske značilnosti.....	25
2.2.4.1	Pretok in vodostaj.....	25
2.2.5	Posegi v vodni tok Tržiške Bistrice.....	27
3	METODA DELA.....	29
3.1	RAZDELITEV TRŽIŠKE BISTRICE NA ODSEKE	29
3.1.1	Levo obrežje.....	29
3.1.2	Desno obrežje.....	31
3.2	TERENSKO DELO	32
3.3	OBDELAVA PODATKOV	33
3.3.1	Širša okoljska ocena, prisotnost in pojavnost invazivnih vrst ter značilnosti posameznih invazivk	33
3.3.2	Kanonična korespondenčna analiza	34
4	REZULTATI	36
4.1	OKOLJSKE ZNAČILNOSTI VODOTOKA.....	36
4.1.1	Hitrost vodnega toka.....	36
4.1.2	Globina vode	36
4.1.3	Ostali okoljski parametri.....	37
4.1.3.1	Levi obrežni pas	37
4.1.3.2	Desni obrežni pas	38
4.2	INVAZIVNE VRSTE RASTLIN	40
4.2.1	Seznam najdenih invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst na območju Tržiške Bistrice.....	40
4.2.2	Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v obrežnem pasu.....	41
4.2.2.1	Levi obrežni pas	41
4.2.2.2	Desni obrežni pas	43

4.2.3	Način pojavljanja invazivnih rastlinskih vrst na obrežnem pasu Tržiške Bistrice	44
4.2.4	Povprečna višina invazivnih vrst rastlin	45
4.2.5	Fenološka faza	46
4.2.6	Pogostost vrste	47
4.3	KANONIČNA KORESPONDENČNA ANALIZA (CCA)	48
4.3.1	Kanonična korespondenčna analiza (CCA) za levi breg Tržiške Bistrice .	49
4.3.2	Kanonična korespondenčna analiza za desni breg Tržiške Bistrice	53
5	DISKUSIJA	57
5.1	OKOLJSKE ZNAČILNOSTI VODOTOKA.....	57
5.2	INVAZIVNE VRSTE RASTLIN	58
6	SKLEPI	63
7	VIRI.....	65
	ZAHVALA	
	PRILOGE.....	

KAZALO SLIK

Slika 1: Ključne faze rastlinske invazije (prirejeno po Prentis in sod., 2008).....	6
Slika 2: Procesi adaptivne evolucije (prirejeno po Prentis in sod., 2008).....	6
Slika 3: Dolgo-razdaljno razširjanje razdeljeno na 6 tipov razširitvenih poti (prirejeno po Wilson in sod., 2008).....	9
Slika 4: Shema možnih pristopov k preprečevanju razširjanja invazivnih tujerodnih rastlin (vir: Tavzes, 2009).....	12
Slika 5: <i>Aster lanceolatus</i> - suličastolistna nebina (foto: Traven S., 2011).....	17
Slika 6: <i>Fallopia x bohemica</i> – češki dresnik (foto: Traven S., 2011).....	17
Slika 7: <i>Helianthus tuberosus</i> - topinambur (foto: Traven S., 2011).....	18
Slika 8: <i>Impatiens glandulifera</i> - žlezava nedotika (foto: Traven S., 2011).....	18
Slika 9: <i>Parthenocissus quinquefolia</i> - navadna vinika (foto: Traven S., 2011).....	19
Slika 10: <i>Rhus typhina</i> - octovec (foto: Traven S., 2011).....	19
Slika 11: <i>Robinia pseudacacia</i> - robinija (foto: Traven S., 2011).....	20
Slika 12: <i>Solidago canadensis</i> - kanadska zlata rozga (foto: Traven S., 2011).....	20
Slika 13: Deroči tok v zgornjem delu reke nad naseljem Jelendol (foto: Traven S., 2011).....	25
Slika 14: Izliv v reko Savo (nizek vodostaj Tržiške Bistrice) (foto: Traven S., 2011).....	25
Slika 15: Maksimalni dnevni pretok Tržiške Bistrice (vodomerna postaja Preska) med 24.8. in 1.10. 2011.....	26
Slika 16: Maksimalni dnevni vodostaj Tržiške Bistrice (vodomerna postaja Preska) med 24.8 in 1.10. 2011.....	26
Slika 17: Maksimalna dnevna temperatura vode Tržiške Bistrice (vodomerna postaja Preska) med 24.8 in 1. 10. 2011.....	27
Slika 18: Večji jez iz naravnih materialov v srednjem delu reke (foto: Traven S., 2011).....	28
Slika 19: Kanaliziran tok reke pri ribogojnici Žeje-bregove poraščajo samo invazivne tujerodne vrste.....	28
Slika 20: Pregledano levo obrežje v zgornjem delu reke Tržiške Bistrice med naseljem Jelendol in začetkom Tržiča (odsek 1-38) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,82 km).....	29
Slika 21: Pregledano levo obrežje v srednjem delu reke Tržiške Bistrice med koncem Tržiča in Zvirčami.....	30

Slika 22: Pregledano levo obrežje v spodnjem delu reke Tržiške Bistrice med vasjo Spodnje Duplje in izlivom v reko Savo (odsek 53-80) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,82 km).....	30
Slika 23: Pregledano desno obrežje v zgornjem delu reke Tržiške Bistrice med naseljem Jelendol in začetkom Tržiča (odsek 1-32) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,79 km).....	31
Slika 24: Pregledano desno obrežje v srednjem delu reke Tržiške Bistrice med Pristavo in Žiganjo vasjo	31
Slika 25: Pregledano desno obrežje v srednjem delu reke Tržiške Bistrice med vasjo Spodnje Duplje in izlivom v reko Savo (odsek 47-61) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,79 km).....	32
Slika 26: Delež posameznih razredov hitrosti vodnega toka Tržiške Bistrice	36
Slika 27: Delež posameznih razredov globine vode Tržiške Bistrice	36
Slika 28: Kakovost širšega okolja Tržiške Bistrice po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (obrežje, struga in okolje) - levi breg; odseki: 1-40	37
Slika 29: Kakovost širšega okolja Tržiške Bistrice po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (obrežje, struga in okolje) - levi breg; odseki: 41-80	37
Slika 30: Kakovost širšega okolja Tržiške Bistrice po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE(obrežje, struga in okolje) - desni breg; odseki: 1-40	38
Slika 31: Kakovost širšega okolja Tržiške Bistrice po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (obrežje, struga in okolje) - desni breg; odseki: 41-61	39
Slika 32: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v levem obrežnem pasu; odsek: 1-20	41
Slika 33: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v levem obrežnem pasu; odsek: 21-40	41
Slika 34: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v levem obrežnem pasu; odsek: 41-60	41

Slika 35: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v levem obrežnem pasu; odsek: 61-80	42
Slika 36: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v desnem obrežnem pasu; odsek: 1-20	43
Slika 37: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v desnem obrežnem pasu; odsek: 21-40.....	43
Slika 38: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v desnem obrežnem pasu; odsek: 41-61	43
Slika 39: Način pojavljanja invazivnih rastlin na levem obrežnem pasu	44
Slika 40: Način pojavljanja invazivnih rastlin na desnem obrežnem pasu.....	45
Slika 41: Povprečna višina invazivnih rastlin na levem obrežju Tržiške Bistrice	45
Slika 42: Povprečna višina invazivnih rastlin na desnem obrežju Tržiške Bistrice	46
Slika 43: Fenološke faze najdenih invazivnih rastlin na levem obrežju.....	46
Slika 44: Fenološke faze najdenih invazivnih rastlin na desnem obrežju	47
Slika 45: Pogostost določene invazivne vrste na levem obrežnem pasu.....	47
Slika 46: Pogostost določene invazivne rastline na desnem obrežnem pasu	48
Slika 47: Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi spremenljivkami in taksoni invazivnih tujerodnih vrst na levem bregu Tržiške Bistrice.....	51
Slika 48: Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi dejavniki in odseki levega bregu vodotoka Tržiška Bistrice.....	52
Slika 49: Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi spremenljivkami in taksoni invazivnih tujerodnih vrst na desnem bregu Tržiške Bistrice	54
Slika 50: Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi dejavniki in odseki desnega brega vodotoka Tržiška Bistrice.....	55

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Okoljske spremenljivke in okrajšave.....	49
Preglednica 2: Varianca matrike taksonov na levem bregu Tržiške Bistrice, ki jo pojasni posamezna spremenljivka okolja, statistična značilnost (P) spremenljivk in pojasnjena varianca matrike taksonov	50
Preglednica 3: Lastne vrednosti, kumulativni pojasnjeni odstotek variance in korelacijski koeficient obdelanih podatkov za levi breg Tržiške Bistrice	50
Preglednica 4: Varianca matrike taksonov na desnem bregu Tržiške Bistrice, ki jo pojasni posamezna spremenljivka okolja, statistična značilnost (P) spremenljivk in pojasnjena varianca matrike taksonov	53
Preglednica 5: Lastne vrednosti, kumulativni pojasnjeni odstotek variance in korelacijski koeficient obdelanih podatkov za desni breg Tržiške Bistrice	53

KAZALO PRILOG

Priloga A: Obrazec po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (Petersen, 1992). Priredile in dopolnile so ga Alenka Gaberščik, Maja Haler in Valentina Klenovšek Mavrič.	
--	--

1 UVOD

Problem, ki se ga v Sloveniji premalo zavedamo, je pojavljanje vedno večjega števila invazivnih tujerodnih vrst rastlin ali skrajšano invazivk. To so tiste tujerodne vrste, katerih ustalitev in širjenje ogroža ekosisteme, habitate ali vrste. Nevarnost v naravi predstavljajo predvsem tujerodne rastline, ki so se začele pojavljati zunaj vrtov oziroma so pobegnile v naravo. V novo okolje, v katerem prej niso bile prisotne, jih je naselil človek, ki je to storil namerno ali nenamerno. Takšna vrsta je vnesena na območje izven naravne razširjenosti (Gerčer, 2009).

Večina invazivnih tujerodnih rastlin je glede na svoj izvor okrasnih ali kulturnih rastlin. Izvirajo iz klimatsko podobnih predelov, predvsem iz vzhodnega predela Severne Amerike in z vzhoda zmernega pasu Azije. S prilagojenostjo na podobne klimatske razmere je bila njihova ustalitev v naravnem okolju enostavna kljub vrsti dejavnikov, ki preprečujejo njihovo takojšnje uspešno širjenje. To so lahko abiotski dejavniki (npr. zgradba tal, geološka podlaga, razporeditev padavin čez leto) in biotski dejavniki (npr. konkurenca avtohtonih vrst, prisotnost škodljivcev...), ki nekaterim vrstam že zgodaj onemogočijo širjenje, druge te ovire premagajo postopoma in šele čez desetletja postanejo invazivne, medtem ko drugih ti dejavniki ne ovirajo in postanejo invazivne takoj (Bravničar in sod., 2009).

Glavne problematične lastnosti invazivk so odpornost na naravne predatorje, nezahtevnost glede rastiščnih razmer, velika tekmovalnost, hitra in bujna rast, velika biomasa, hitro razmnoževanje bodisi z ogromnim številom semen, ki jih raznašajo živali in veter, ali vegetativno s podzemnimi poganjki, živicami in grebeničenjem (Jež, 2009).

Invazivke s pojavljanjem vplivajo na naravno ravnovesje in izpodrivajo ter preraščajo domorodne rastline, kar lahko popolnoma spremeni strukturo in funkcijo ekosistemov in videz krajine. Posebno ranljivi so obrežni pasovi. Razraščanje takšnih rastlin na rečnih brežinah povečuje nevarnost poplav in onemogoča dostop do vodotokov (Gerčer, 2009).

Hipoteze:

Pričakujemo, da:

- bo zaradi spremenjenosti obrežnega pasu pestrost in zastopanost invazivnih tujerodnih rastlin na obrežju Tržiške Bistrice velika.
- se bo pestrost in zastopanost invazivnih tujerodnih rastlin po toku navzdol povečevala.
- bo večja pestrost in zastopanost invazivnih tujerodnih rastlin na bolj spremenjenih predelih obrežnega pasu, kjer je vpliv človeka večji.

Namen naloge:

Namen diplomskega dela je bil pregledati celotno obrežje Tržiške Bistrice po odsekih, popisati okoljske razmere in značilnosti vodotoka na posameznem odseku ter popisati vrstno sestavo, številčnost in značilnosti tujerodnih vrst rastlin na posameznem odseku.

2 PREGLED OBJAV

2.1 INVAZIVNE TUJERODNE VRSTE

2.1.1 Definicija

Tujerodna vrsta je vrsta, podvrsta ali takson nižje kategorije, ki je vnesena na območje zunaj njenega območja (preteklo ali sedanje) naravne razširjenosti, oziroma območja, ki bi ga lahko dosegla z naravno disperzijo brez posrednega ali neposrednega človekovega vpliva. To vključuje katerikoli del organizma, spolne celice, semena, jajca ali druge dele organizmov, ki lahko preživijo in so sposobni razmnoževanja (Anon., 2012)

Invazivna tujerodna vrsta je tujerodna vrsta, katere ustalitev in širjenje ogroža biotsko raznovrstnost (ekosisteme, habitate ali vrste) in/ali zdravje ljudi in gospodarstvo (Anon., 2012).

2.1.2 Invazijska dinamika

Cousens in Mortimer (1995) v poglavju »Dinamika geografske širitve« podpirata ugotovitve Groves-a (1986), ki ugotavlja, da je proces invazije novega taksona na nezasedena območja razdeljen na tri faze:

1. vnos: je rezultat disperzije, razširitve. Razširjevalne strukture (propagule) pridejo na območja izven njihovega prejšnjega geografskega območja in vzpostavi se populacija rastlin (Hierro in sod., 2005). Tujerodne vrste rastlin pridejo na nova območja z namernim vnosom s strani ljudi (za namene kmetijstva, gozdarstva, vrtnarstva in tradicionalne medicine) in pomotoma (pritrdjena na pakirni material, obleko, druge uvožene organizme ali med kmetijskimi semeni) (Henderson in sod., 2006).
2. kolonizacija: rastline se v novo nastali populaciji razmnožujejo in povečujejo število, da oblikujejo samovzdržno populacijo.
3. naturalizacija: populacija se širi in postane del avtohtone flore.

Richardson in sodelavci (2000) trdijo, da je shema toga, saj zamejuje faze v naturalizacijsko/invazijskih procesih. Vnos in vzpostavitev (ki jih razumemo kot preživetje in ne reprodukcija) sta nedvomno temeljni zahtevi za invazijo, fazi kolonizacije in naturalizacije pa sta kompleksnejši (Hierro in sod., 2005).

2.1.3 Hipoteze uspešnosti invazije

Objavljenih je bilo nekaj hipotez za uspešnost širjenja invazivnih vrst:

- hipoteza naravnih sovražnikov
- hipoteza razvoja invazivnih vrst
- hipoteza prazne ekološke niše
- hipoteza novih orožij
- hipoteza vrstne pestrosti
- hipoteza motenj
- hipoteza pritiska populacijskega zametka

Prva hipoteza trdi, da so mnoge invazivne vrste varne pred specifičnimi rastlinojedi in patogeni in imajo precejšno prednost pred domorodnimi vrstami, pri katerih se zaradi naravnih sovražnikov lahko hitro zmanjša številčnost in pogostost. Vendar mnogi ekologi menijo, da je vpliv naravnih sovražnikov na populacije domorodnih rastlinskih vrst minimalen (Crawley, 1989). Druga hipoteza poudarja, da so nekatere vrste invazivnih rastlin lahko postale dominantne zaradi hitrih genetskih sprememb, ki so bile posledica novega selekcijskega pritiska in novih okoljskih razmer. Študije so pokazale pomembnost abiotskih in biotskih dejavnikov v selekciji vrste. Medtem ko hipoteza novega orožja poudarja, da invazivne rastline lahko oddajajo snovi (alelokemikalije), ki so neučinkovite za dobro prilagojene vrste v izvorni združbi, delujejo pa inhibitorno na domače rastline v sprejemni združbi. Tretja hipoteza se naslanja na možnost, da so določene invazivne vrste lahko uspešne, ker imajo dostop do vira v novem okolju, ki ga lokalne vrste ne morejo izkoristiti. Območja bogata z vrstami so tako odpornejša na invazijo, saj imajo bolj kompleksno uporabo virov. Delno na to hipotezo se naslanja Elton (1958) in oblikuje hipotezo vrstne pestrosti, pri kateri trdi, da so območja z večjo biodiverzitetjo (večje število

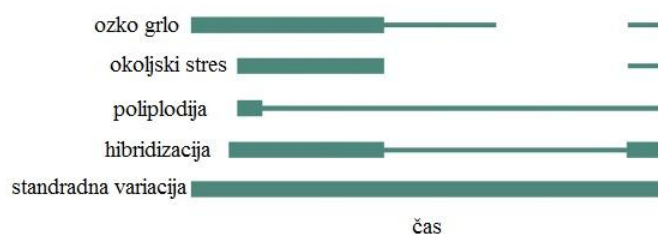
vrst) bolj odporna na invazijo v primerjavi z vrstno revnejšimi območji. Območja z manjšo diverziteto imajo manj interspecifičnih interakcij in večje število praznih ekoloških niš, zato lažje pride do invazije (Hierro in sod., 2005). Invazivne rastline, ki naseljujejo območja z motnjami, so v glavnem ruderalne vrste. To so vrste vezane na ruderalne habitate kot so železniški nasipi, cestni robovi, opuščene kmetijske površine in robovi vinogradov ter vlažne loke ob večjih rekah (Verovnik in sod., 2009). Hipoteza motenj trdi, da je uspešnejše širjenje eksotičnih rastlin posledica dejstva, da domače ruderalne vrste niso še izkusile takšnega tipa in jakosti motenj na katere pa so invazivne rastline lahko že adaptirane (Hierro in sod., 2005). Pri sedmi hipotezi je poudarek na populacijskem zametku oziroma skupini začetniških organizmov (Vrezec, 2011). Nekaj avtorjev je pokazalo, da so razlike v stopnji invazivnosti v ustaljeni združbi posledica razlike v številu invazivnih vrst na območju, večje je število začetniških organizmov, večja je verjetnost obstanka in invazije (Hierro in sod., 2005).

2.1.4 Adaptivna evolucija invazivnih tujerodnih rastlin

Mnoge invazivne rastline kažejo znake hitre adaptacije. Sodobne genetske študije kažejo, da se adaptacije na novo okolje lahko zgodijo v 20 generacijah ali manj, kar pomeni, da evolucijski proces lahko vpliva na invazivnost (Alleman in sod., 2006; Molinier in sod., 2006; cit. po Prentis in sod., 2008). Evolucijska sprememba je bila prvič priznana kot pomemben proces v biološki invaziji pred 30 leti (Baker, 1974; cit. po Prentis in sod., 2008). Hitra adaptivna evolucija pri invazivnih vrstah rastlin je posledica procesov kot so ozko grlo, hibridizacija, poliplodija in okoljski stres. Ti procesi ključno vplivajo na določeno fazo rastlinske invazije, kot prikazujeta sliki 1 in 2.



Slika 1: Ključne faze rastlinske invazije (prirejeno po Prentis in sod., 2008)



Slika 2: Proces adaptivne evolucije (prirejeno po Prentis in sod., 2008)

Proces ozkega grla prevladuje v fazi vnosa in vzpostavitve zaradi učinka uveljavljanja in populacijske izolacije pri razširjanju na dolge razdalje. Evolucijske spremembe, ki jih povzročajo novi tekmeci, patogeni, naravni sovražniki ali abiotski stres, se bodo najverjetneje pojavili med fazo vnosa in širjenja. Poliplodija koristi rastlinam v zgodnjih fazah invazije, če so individualni osebki s poliploidnim stanjem boljši tekmeci ali boljši kolonizatorji v primerjavi z diploidi ($2n$) (Soltis, 2000; Brochmann in sod., 2004). Tudi hibridizacija ima ključen vpliv na zgodnje faze rastlinske invazije, se pa lahko pojavlja tudi v fazi vzpostavitve in širjenja.

2.1.4.1 Ozko grlo

Primer hitre adaptivne evolucije preko ozkega grla kaže vrsta *Hypericum canariense* (krčnica s kanarskega otoka St. John). Tri izolirane invazivne populacije so kazale močne znake genetskega ozkega grla (kjer je 45% manj heterozigotov v primerjavi z domorodno

vrsto). Kljub izgubi genetske variabilnosti so imele te tri populacije višjo stopnjo rasti v primerjavi z izvorno populacijo. V manj kot 50 letih pa se je uskladil tudi čas cvetenja med lokacijami, kar nakazuje adaptacijo na lokalne okoljske dejavnike. Ni pa znano ali bi bila adaptacija hitrejša brez procesa ozkega grla (Prentis in sod., 2008).

2.1.4.2 Hibridizacija

Biologi, ki se ukvarjajo z invazivnostjo, poskušajo tudi ugotoviti, katere vrste hibridizacije zagotavljajo genetske novosti za hitro prilagajanje. Hibrid ima lahko zaradi hibridnosti ali kasnejše rekombinacije starševskega genotipa boljše lastnosti v danem okolju (Baack in Rieseberg, 2007; cit. po Prentis in sod., 2008). Prva generacija hibridov je heterozigotna, so večji in imajo povečan pridelek v primerjavi s starševsko linijo (Hochholdinger in Hoecker, 2007; cit po Prentis in sod., 2008.). S kasnejšimi generacijami se število hibridov začne zmanjševati zaradi pojavljanja rekombinacije in redukcije v heterozigotnosti, zato menijo, da je rekombinacija bolj pomembna v hitri evoluciji invazivnih vrst (Prentis in sod., 2008). Rekombinacija lahko ustvari nove genske kombinacije, na katerih deluje naravni selekcija za pripravo fenotipa, ki tako lažje kolonizira novo okolje (Rieseberg, 2003; cit. po Prentis in sod., 2008).

2.1.4.3 Poliplodija

Raziskano je, da se poliplodija z večjo frekvenco pojavlja pri invazivnih vrstah rastlin kot pri kritosemenkah na splošno (Brown in Marshall, 1981, Pandit in sod. 2006; cit. po Prentis in sod., 2008) V mnogih primerih, kjer imajo vrste v domorodnem območju diploidno ali poliploidno stanje, imajo invazivke pogosto posamezne osebke populacije z višjo ploidnostjo. Primer takšne vrste je *Fallopia japonica* (japonski dresnik) v Evropi (Hollingsworth in Bailey, 2000; cit. po Prentis in sod., 2008). Eden izmed razlogov za večjo pojavnost invazivnosti pri taksonih z večjo stopnjo ploidnosti je lahko drugačna sposobnost ali različna kompetitivnost med populacijami z različno stopnjo ploidnosti (Flegrova in Krahulec, 1999; cit. po Prentis in sod., 2008).

2.1.4.4 Okoljski stres

Invazivne vrste se pogosto srečujejo z novimi ekološkimi dejavniki (biotskimi in abiotskimi), ki lahko pri nekaterih rastlinah povzročijo stres, s čimer v nekaterih primerih vpliva na stabilnost genoma (Bond in Finnegan, 2007; Henikoff, 2005; cit. po Prentis in sod., 2008). Več študij je pokazalo, da stres močno vpliva na hitre genomske in fenotipske spremembe pri rastlinah (npr. tretiranje vrste *Linum usitatissimum* (navadni lan) s popolnoma drugačnim gnojilom je povzročilo stres v rastlini in veliko genomsko spremembo v času ene generacije) (Prentis in sod., 2008).

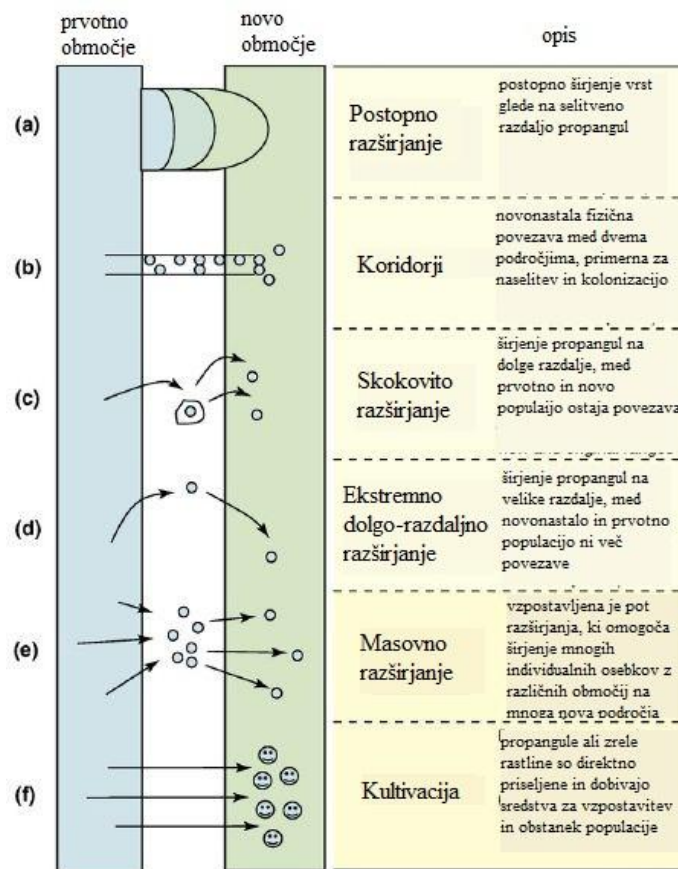
2.1.5 Poti razširjanja invazivnih tujerodnih vrst

Do biološke invazije lahko pride pri široko območni razširjenosti taksonov. Razširjenost je lahko naravna, vendar je vse pogosteje povezana s človekom. Rezultat takšnega razširjanja je večkratni vnos iz več različnih virov na več mest (Wilson in sod., 2008).

Ločimo namerne in nenamerne naselitve, lahko pa se ta dva tipa v nekaterih primerih prepletata. Namerne naselitve so tiste naselitve, ki jih je človek izvedel z namenom, da bi se vrste v okolju ustalile, človek pa bi imel od njih določeno korist. Nenamerne naselitve so tiste naselitve, ki jih je povzročil človek nenamerno in brez namena, da bi se te vrste v novem okolju ustalile in bile človeku koristne (Veenvliet, 2008).

Wilson in sodelavci (2008) so poti razširjanja razdelili na šest generalnih tipov:

- postopno razširjanje
- koridorji
- skokovito razširjanje
- razširjanje na dolge razdalje
- masovno razširjanje
- kultivacija



Slika 3: Dolgo-razdaljno razširjanje razdeljeno na 6 tipov razširitvenih poti (prirejeno po Wilson in sod., 2008)

Razširjanje na dolge razdalje lahko poteka na več načinov. Prvi način razširjanja je postopno razširjenje, ki jo opisuje difuzija. Vrste se na nova področja širijo postopno glede na to, kakšno selitveno razdaljo imajo propagule (razmnoževalne enote) določene vrste. Vrste se selijo na območja, kjer ima lokalna združba podobno evolucijsko zgodovino kot vrste, ki se razširjajo. Med novo in prvotno populacijo se še vedno ohranja povezava. Posebna oblika razširjanja se pojavi, kjer se oblikujejo koridorji s primernim habitatom. Koridorji lahko odprejo zelo velika, pred tem ločena področja, ki so primerna za naselitev in so lahko hitro kolonizirana, čeprav mora kolonizacija potekati preko ozke povezave, ki jo tvori koridor. Če je novo potencialno primerno območje daleč od trenutnega območja, je potrebno premoščanje dolge razdalje, da se lahko kolonizira novo primerno območje. Glede na pretok genov med novo in prvotno populacijo se razdeli ta tip disperzije na dve kategorije, skokovito razširjanje, kjer je še vedno možnost pretoka genov med prvotno in

novo populacijo in razširjanje na dolgo razdaljo, kjer med novo in prvotno populacijo pretoka genov ni več. Pri masovnem razširjenju redno razširjanje propagul iz mnogih virov na mnogo lokacij povečuje potencial za ohranjanje visokega potenciala genetske raznolikosti. Čeprav je masovna razširjenost pogosto rezultat človeške dejavnosti, je lahko tudi rezultat evolucijske novosti (npr. letenje). Zadnji tip razširjanja je kultivacija, ki je močno povezana s človeško dejavnostjo. Kultivacija vodi v stalni pritisk propagul na nova območja, kar povečuje možnosti najdenja primerne lokacije za kolonizacijo in zmanjšuje vpliv okoljske heterogenosti (Wilson in sod., 2008).

2.1.6 Vpliv invazivnih tujerodnih vrst

Vplive tujerodnih vrst je zaradi zapletenih medsebojnih povezav med organizmi zelo težko zaznati. Ko se številčnost tujerodnih vrst poveča, se povečajo tudi vplivi, ki jih zaznamo, vendar je takšnem trenutku mnogokrat bitka že izgubljena. Vrsto, ki se je že prilagodila na novo okolje in se v njem razmnožuje, namreč iz okolja skoraj ni več mogoče odstraniti (Kus Veenvliet in sod., 2009).

Najpomembnejši vplivi tujerodnih rastlin so:

- vplivi na domorodne vrste
- vpliv na skupnost
- vplivi na ekosisteme
- vplivi na zdravje ljudi.

2.1.6.1 Vplivi na domorodne vrste

Tujerodne vrste v novem okolju vplivajo na domorodne vrste tako, da postanejo njihovi tekmeci, bodisi za življenjski prostor, hrano ali druge življenjsko pomembne vire (Kus Veenvliet in sod., 2009). Zmanjšanje diverzitete in številčnosti sta najpogostejša vpliva tujerodnih vrst na domorodne vrste. V najslabšem primeru lahko pride tudi do izumrtja domorodne vrste (Henderson, 2006).

2.1.6.2 Vpliv na skupnost

V biološkem sistemu gre za takšne kompleksne interakcije med vrstami, da invazivke redko vplivajo le na posamezno vrsto. Bailey in sodelavci (2001) so odkrili znatno zmanjšanje vrstne pestrosti in številčnosti vodnih makroinvertebratov v listni stelji invazivne vrste *Tamarix ramosissima* (vodna cedra) v primerjavi z listno steljo domorodne vrste *Populus fremontii* (Henderson, 2006).

2.1.6.3 Vplivi na ekosisteme

Najpomembnejši dolgotrajen vpliv vključuje spremembo delovanja ekosistema. Čeprav je možen ponovni vnos lokalnih avtohtonih vrst in obnova celotne skupnosti, se pojavijo z invazivnimi vrstami osnovne fizikalne in kemične spremembe, zato popolna obnova praktično ni več mogoča. Dušik, ogljik in voda so trije ključni viri, s katerimi imajo invazivne vrste neposreden odnos (Henderson, 2006). Pomemben fizikalni dejavnik je tudi količina svetlobe, namreč za invazivne vrste je značilna hitra razrast in tvorba gostih sestojev. Zaradi pomanjkanja svetlobe ni več ustreznih pogojev za rast domorodnih rastlin, s tem pa je omogočeno invazivnim vrstam širjenje na vse večje površine. Zmanjšanje števila domorodnih rastlin, ki so ključne za prehrano živali, invazivne rastline prizadenejo tudi živalske vrste (Kus Veenvliet in sod., 2009).

2.1.6.4 Vplivi na zdravje ljudi

Veliko število tujerodnih rastlin, ki so namenjene za okras, je delno ali v celoti strupenih. Določene so strupene le ob zaužitju, so pa tudi vrste, ki izločajo nevarne snovi. Primer takšne invazivne vrste je orjaški dežen (*Heracleum mantegazzianum*), ki povzroča občutljivost kože na svetlobo ter velike, boleče mehurje pri dotiku. Določene invazivne rastline so močno alergene in lahko povzročajo seneni nahod. V Sloveniji je zaradi alergnosti vse večji problem tudi pelinolistna žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia*) (Kus Veenvliet in sod., 2009).

2.1.7 Možni pristopi k preprečevanju invazije tujerodnih rastlin



Slika 4: Shema možnih pristopov k preprečevanju razširjanja invazivnih tujerodnih rastlin (vir: Tavzes, 2009)

Slika 4 prikazuje tri možne pristope k preprečevanju razširjanja invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst:

1. Preprečevanje naselitve invazivnih tujerodnih vrst pri namernem in nenamernem vnosu (urejanje s predpisi, povečan nadzor, izobraževanje in ozaveščanje).
2. Odstranjevanje naseljenih vrst (mehanično, kemično in /ali biotsko).
3. Trajni nadzor in preprečitev širjenja obstoječih vrst vključno z obnovo prizadetih ekosistemov.

Prvi pristop temelji na preprečevanju vnosa invazivnih tujerodnih vrst. Pomembno je, da tujerodne vrste, ki so v tujini že znane kot invazivne, v domače okolje sploh ne vnašamo. S predpisi je urejeno, katere tujerodne vrste lahko vnašamo v okolje (za namene kmetijstva, za okrasne namene,...), za katere tujerodne vrste pa je potrebno dobiti dovoljenje. Poteka tudi vse več izobraževanj na temo invazivnih tujerodnih vrst, s katerimi ozaveščajo ljudi o vplivih invazivk ter možnostih zamenjave okrasnih tujerodnih vrst s podobnimi domorodnimi vrstami. Da bi preprečili naselitve pri nenamernem vnosu, se je povečal nadzor poti vnosa, kjer je večja možnost prestrezanja tujerodnih vrst.

Tujerodne vrste, ki so že prišle v domače okolje in kažejo invazivnost, je potrebno odstraniti. Invazivke je možno odstraniti s tremi metodami:

- mehanično metodo
- kemično metodo
- biotično metodo

Mehanična metoda temelji na tehniki ruvanja, košnje, zasipanja, zadušitve ali zažiganja vegetacije (Dolšina, 2012). S temi tehnikami odstranimo nadzemne dele rastlin, problem pa so predvsem podzemni deli (korenike, gomolji), namreč invazivne vrste imajo podzemne dele globoko v tleh, zaradi česar je popolna odstranitev rastlin skoraj nemogoča. Te tehnike je potrebno dosledno izvajati še preden rastline osemenijo, da ne pride do še povečanega širjenja semen in s tem rastlin.

Kemična metoda temelji na uporabi herbicidov, s katerimi zatiramo nezaželene rastlinske vrste. Kljub pozitivnim lastnostim uporabe herbicidov v kmetijstvu ostajajo problemi kot so poškodbe drugih rastlin, ostanki kemikalij v prsti in vodi, učinki na ostale organizme, človeško zdravje in varnost, zaradi česar je uporaba včasih lahko zelo sporna (Dolšina, 2012).

Biotična metoda pa temelji na uporabi živih organizmov, s pomočjo katerih pride do zmanjšanja števila osebkov v populaciji ali zmanjšanja lastnosti teh rastlin. Primer biološke metode je paša, ki pa lahko vpliva na tudi na domorodne vrste, zato moramo imeti pravilen pristop pri uporabi, času in ponavljanju paše (Dolšina, 2012).

Po odstranitvi invazivnih vrst se pojavijo prazne ekološke niše. Da ne pride do nove naselitve invazivnih vrst, je obvezna ekološka obnova prizadetih ekosistemov. Z obnovo naselimo na prazne prostore ponovno avtohtono floro značilno za ta tip habitata, s čimer je preprečena rast invazivnih tujerodnih vrst.

2.1.8 Invazivne tujerodne vrste rastlin v Sloveniji

Tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst v Sloveniji je veliko. Sem lahko štejemo številne okrasne in druge gojene rastline, plevela in nižje rastline (mahovi, alge). Naša flora ima

čez 3000 vrst višjih rastlin, od tega jih je dobra petina tujerodnih. Od tujerodnih vrst je približno 300 vrst arheofitov, ostale so neofiti ali efemerofiti (Kus Veenvliet in sod., 2009).

Med arheofite prištevamo prišleke, ki so v naše kraje prišli pred 16. stoletjem. Nekateri arheofiti so kmalu izumrli, številni pa so ostali na rastiščih, ki jih domača avtohtona flora ni mogla zarasti zaradi človeškega delovanja. Neofiti pa so tujerodne rastline, ki so se na določenem območju pojavile v zadnjih 500 letih in predstavljajo dvajsetino vrst naše flore. Med priseljenke štejemo še efemerofite, ki se v naravi pojavljajo le prehodno. V glavnem gre za nedavno zanešene vrste, vendar mednje prištevamo tudi nekatere kulturne rastline, ki so jih v naših krajih gojili pred srednjim vekom, vendar v naravi same ne morejo obstajati (Jogan, 2000).

Prva zabeležnja o pojavljanju invazivnih vrst zunaj vrtov se začnejo pojavljati v drugi polovici 19. stoletja, ko so opazovali širjenje deljenolistne rudbekije z vrtov na bližnje gozdne robove. Širjenje nekaterih invazivk je bilo od takrat tako hitro, da je bilo zelo težko slediti. Zaenkrat so razmeroma neogroženi predeli nad 600 m nadmorske višine, čeprav se nad 1000 m nadmorske višine že pojavljata mnogolistni volčji bob (*Lupinus polyphillus*) in japonski dresnik (*Fallopia japonica*) (Kus Veenvliet in sod., 2009).

Seznam invazivnih tujerodnih višjih rastlin v Sloveniji (Jogan, 2007):

- Acer negundo* L. - američanski javor*
- Ailanthus altissima* Desf. - veliki pajesen*
- Ambrosia artemisiifolia* L. - pelinolistna žvrklja*
- Artemisia verlotiorum* Lamotte - Verlotov pelin*
- Asclepias syriaca* L. - sirska svilnica*
- Aster laevis* L. - gladka nebina
- Aster lanceolatus* Willd. - suličastolistna nebina
- Aster novae-angliae* L. - novoanglijska nebina
- Aster novi-belgii* L. - virginjska nebina
- Aster squamatus* (Spreng.) Hieron. - luskasta nebina*
- Aster tradescantii* auct. eur., non L. - drobnocvetna nebina

- Aster x salignus* Willd. - vrbovolistna nebina
Bidens frondosa L. - črnoplodni mrkač
Broussonetia papyrifera (L.) Vent. - navadna papirjevka
Buddleja davidii Franchet - davidova budleja
Cercis siliquastrum L. - navadni jadicovec
Cuscuta campestris Yunck. - poljska predenica
Echinocystis lobata (Michx.) Torr. & A. Gray - oljna bučka
Elodea canadensis Michx. - račja zel, vodna kuga*
Erigeron annuus (L.) Pers. – enoletna suholetnica*
Fallopia baldschuanica (Regel) Holub - grmasti slakovec
Fallopia japonica (Houtt.) Ronse Decr. - japonski dresnik*
Fallopia sachalinensis (F. Schmidt) Ronse Decr. - sahalinski dresnik*
Helianthus tuberosus L. - laška repa, topinambur*
Impatiens glandulifera Royle - žlezava nedotika*
Impatiens parviflora DC. - drobnocvetna nedotika
Juncus tenuis Willd. – nežno ločje
Lindernia dubia (L.) Pennell - dvomljiva lindernija
Lonicera japonica Thunb. - japonsko kosteničje*
Lupinus polyphyllus Lindl. - mnogolistni volčji bob*
Parthenocissus inserta (Kerner) Fritsch – peterolistna divja trta
Parthenocissus quinquefolia (L.) Planch. - navadna vinika*
Physocarpus opulifolius (L.) Maxim. - kalinolistni pokalec*
Pistia stratiotes L. - vodna solata*
Quercus rubra L. - rdeči hrast
Rhus typhina L. - octovec
Robinia pseudacacia L. – robinija*
Rudbeckia laciniata L. - deljenolistna rudbekija*
Solidago canadensis L. - kanadska zlata rozga*
Solidago gigantea Aiton - orjaška zlata rozga*
Spiraea japonica L. f. - japonska medvejka*
Thuja orientalis L. - vzhodni klek*

Invazivne vrste, označene z zvezdico (*), so v priročniku za naravovarstvenike Tujerodne vrste (Kus Veenvliet in sod., 2009) opredelili kot najhujše invazivke v Sloveniji.

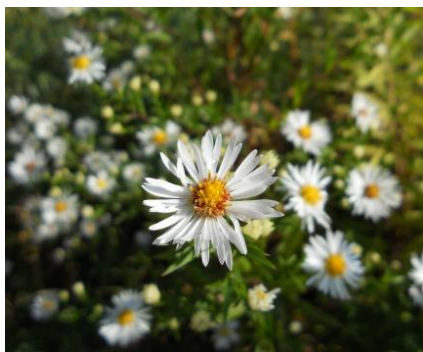
Po predhodnem dogovoru z mentorico prof. dr. Alenko Gaberščik smo k seznamu dodali še tujerodni vrsti: drobnocvetno nedotiko (*Imaptiens parviflora*) in octovec (*Rhus typhina*).

2.1.8.1 Habitati in možne zamenjave invazivnih tujerodnih vrst na območju Tržiške Bistrice s podobnimi vrstami

Veliki pajesen (*Ailanthus altissima*) lahko najdemo v mestih, na ruderalnih rastiščih, ob robovih hiš, ob cestah, na gradbiščih, ob potokih, na nasipališčih, opuščenih kmetijskih površinah in podobno, zanesen k nam s Kitajske in Moluških otokov. Podobna vrsta je octovec (*Rhus typhina*), od pajesena se loči po tem, da so pri pajesenu mlada stebela gola (Bačič, 2008).

Verlotov pelin (*Artemisia verlotiorum*) lahko najdemo v jarkih, pripotjih in nasipališčih. Zanesen je iz jugozahodne Kitajske. Podobna vrsta je navadni pelin (*Artemisia vulgaris*), ki se od Verlotovega pelina loči po tem, da je brez dolgih pritlik in le rahlo aromatična v primerjavi z Verlotovim pelinom (Martinčič in sod., 2007).

Suličastolistna nebina (*Aster lanceolatus*) je vrsta gojena v okrasne namene in podivjana, zanesena s Severne Amerike. Podobne vrste so gladka nebina (*Aster laevis*), ki ima ovojkove liste široke 1 mm (suličastolistna nebina 0,8 mm), novoanglijska nebina (*Aster novae-angliae*), ki ima liste in v zgornjem delu steblo srhkodlakavo, in virginijska nebina (*Aster novi-belgii*), pri kateri so stebelni listi z razločnimi ušesci, ki objemajo steblo do polovice ali celo v celoti (Martinčič in sod., 2007).



Slika 5: *Aster lanceolatus* - suličastolistna nebina (foto: Traven S., 2011)

Tudi novoanglijska nebina (*Aster novae-angliae*) je vrsta gojena v okrasne namene in podivjana, zanesena k nam s Severne Amerike. Podobna vrsta je virginijska nebina (*Aster novi-belgii*), ki ima lističe gole in ne srhkodlakave kot novoanglijska nebina (Martinčič in sod., 2007).

Enoletno suholetnico (*Erigeron annuus*) lahko najdemo na vlažnih travnikih, v logih, na opuščeni njivah, grobljah, zanesena je s Severne Amerike. Podobna vrsta je suličastolistna nebina (*Aster lanceolatus*), ki ima jezičaste cvetove razporejene v enem krogu (enoletna suholetnica - razporeditev v več krogih) (Martinčič in sod., 2007).

Češki dresnik (*Fallopia x bohemica*) je križanec med japonskim dresnikom (*Fallopia japonica*) in sahalinskim dresnikom (*Fallopia sachalinensis*). Najdemo ga ob železniških nasipih, ob vodah in na nasipališčih. Podobni vrsti sta japonski dresnik in sahalinski dresnik, ki se ju loči po obliki listnega dna (vmesna oblika) in v času cvetenja po spolu cvetov (Strgulc Krajšek in Jogan, 2011).



Slika 6: *Fallopia x bohemica* – češki dresnik (foto: Traven S., 2011)

Tudi japonski dresnik (*Fallopia japonica*) najdemo ob železniških nasipih, ob vodah in na nasipališčih, je naturalizirana okrasna rastlina zanesena z Japonske. Podobna vrsta je sahalinski dresnik (*Fallopia sachalinensis*), ki ima listno dno izrazito srčaste oblike (Strgulc Krajšek in Jogan, 2011).

Topinambur (*Helianthus tuberosus*) je redko gojena rastlina, pogosto podivjana in naturalizirana na vlažnih tleh in ob rekah, zanesena s Severne Amerike (Martinčič in sod., 2007). Podobna vrsta je navadna sončnica (*Helianthus annuus*) in deljenolistna rudbekija (*Rudbeckia laciniata*), ki jo od topinamburja dobro ločimo po pernato deljenih listih.



Slika 7: *Helianthus tuberosus* - topinambur (foto: Traven S., 2011)

Žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*) je okrasna rastlina, marsikje podivjana in ponekod že naturalizirana, zanesena k nam s Himalaje (Martinčič in sod., 2007). Zaradi specifične oblike in barve cvetov jo težko zamenjamo s katero drugo vrsto.



Slika 8: *Impatiens glandulifera* - žlezava nedotika (foto: Traven S., 2011)

Drobnocvetno nedotiko (*Impatiens parviflora*) lahko najdemo v vlažnih gozdovih, na bregovih vod, na vrtovih, njivah, ob poteh in na grobljah. Je že naturalizirana in k nam zanesena s srednje Azije (Martinčič in sod., 2007). Podobna vrsta je navadna nedotika (*Impatiens noli tangere*), ki ima viseče cvetove z ukrivljeno ostrogo (Martinčič in sod., 2007).

Navadna vinika (*Parthenocissus quinquefolia*) je gojena, ponekod podivjana vrst. K nam je zanesena s Severne Amerike. Podobna vrsta je peterolistna divja trta (*Parthenocissus inserta*), katera ima ploščice na viticah (Martinčič in sod., 2007).



Slika 9: *Parthenocissus quinquefolia* - navadna vinika (foto: Traven S., 2011)

Octovec (*Rhus typhina*) je kultivirana rastlina, zanesena k nam s Severne Amerike in ponekod podivjana (Martinčič in sod., 2007). Podobna vrsta je pajesen (*Ailanthus altissima*), ki ima gola stebila in listne peclje (Bačič, 2008).



Slika 10: *Rhus typhina* - octovec (foto: Traven S., 2011)

Robinijo (*Robinia pseudacacia*) lahko najdemo na robovih gozdov, po nasipih, obrežjih in v bližini naselij, je sajena in pogosto podivjana vrsta zanesena k nam iz Severne Amerike (Martinčič in sod., 2007).



Slika 11: *Robinia pseudacacia* - robinija (foto: Traven S., 2011)

Kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*) je redko gojena, največkrat podivjana v okolici naselij in ob vodah, zanesena k nam s Severne Amerike. Podobna vrsta je orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), ki ima golo steblo in jezičaste cvetove razločno daljše od ovojka (Martinčič in sod., 2007).



Slika 12: *Solidago canadensis* - kanadska zlata rozga (foto: Traven S., 2011)

Japonska medvejka (*Spiraea japonica*) je bila gojena kot okrasni grm in je neredko podivjana po ruderalnih mestih ter naturalizirana in invazivna v spodnji Vipavski dolini kot podrast gozdov na kisljih tleh v nižini (Martinčič in sod., 2007). K nam je zanesena z Japonske, Koreje, Kitajske (Jogan, 2008).

2.1.8.2 Ukrepi za odstranitev in nadzor invazivnih tujerodnih vrst rastlin vzdolž Tržiške Bistrice

Splošen ukrep pri vseh tujerodnih invazivnih vrstah rastlin je prepoved njihovega sajenja. Potrebno bi bilo zasajevanje brežin rek in drugih območij podvrženih človekovemu delovanju s samoniklimi vrstami ter nadzorovanje širjenja invazivnih vrst. Pomembno je tudi ozaveščanje javnosti o invazivnosti vrste in njenih škodljivih vplivih.

Vrste kot so veliki pajesen, octovec in robinijo je možno odstraniti s ponavljajočim večletnim rednim žaganjem, predvsem v zgodnjem poletnem času, dokler se rastlina ne izčrpa ter z izkopavanjem korenin. Potrebno je puljenje mladih rastlin, nato pa monitoring območij za pravočasno ukrepanje (Bačič, 2008).

Kanadsko in orjaško zlato rozgo je zaradi velikega invazivnega potenciala praktično nemogoče odstraniti. Gostoto sestoja lahko zmanjšamo z redno košnjo maja do avgusta, preden rastline cvetijo. Rastline počasi izčrpajo hranila v korenikah, hkrati pa s košnjo preprečimo vnašanje novih semen v tla in kalitev rastlin. Na območjih, kjer vrsta še ni pogosta, je možen nadzor nad širjenjem (Strgulc Krajšek, 2008).

Velik invazivni potencial imata tudi taksona japonski in češki dresnik. Odstranjevanje teh vrst je zelo težavno, rastline so namreč razvile možnost regeneracije že iz majhnih koščkov korenike. Za odstranitev je potrebno večletno vztrajno puljenje, košnja in izkopavanje korenin, odpadni material pa je potrebno posušiti in sežgati, da ne pride do ponovnega zakoreninjenja. Uspešnejša je odstranitev s pomočjo herbicida, a ima lahko uporaba le tega zelo negativen vpliv na okolje (Frajman, 2008).

Odstranitev žlezave in drobnocvetne nedotike je možna z odstranjevanjem rastlin in košnjo pred cvetenjem in plodenjem. Enoletnici se razmnožujeta s semeni z eksplozivnim izmetom iz plodov, zato je postopek odstranitve in košnje pravočasno potrebno ponoviti več let zapovrstjo. Po odstranitvi je priporočena zasaditev samoniklih domorodnih vrst, da območja ne naselijo druge tujerodne vrste (Frajman, 2008).

Enoletno suholetnico, novoanglijsko in suličastolistno nebino lahko odstranimo z rednim puljenjem rastlin pred cvetenjem in ponavljajočo večletno košnjo, dokler se rastline ne izčrpajo, topinambur pa z odstranjevanjem gomoljev v pomladnem in zgodnjem poletnem času (Bačič, 2008).

Odstranitev Verlotovega pelina je težavnejša. Potrebna je košnja pred cvetenjem ter izkopavanje korenin. Verlotov pelin se namreč lahko vegetativno razmnožuje z dolgimi pritlikami.

Za odstranitev pa je težavna tudi japonska medvejka. Na območju Tržiške Bistrice se trenutno pojavlja le posamično kot ubežnica z vrtov, zato bi bila potrebna le fizična odstranitev posameznih rastlin, v primeru razširitve pa bi bila potrebna nizka košnja pred cvetenjem.

Splošno uporabljena metoda je tudi uporaba herbicidov, vendar je metoda okoljsko sporna, še posebej v bližini vodnega telesa.

2.1.8.3 Ukrepi na mednarodni ravni

Zaradi vse večjih težav s tujerodnimi invazivnimi vrstami rastlin so obravnavane v različnih konvencijah in mednarodnih sporazumih. Najbolj celovito tujerodne vrste obravnava Konvencija o biološki raznovrstnosti (CBD), in sicer obravnava naseljevanje tujerodnih vrst, nadzor in odstranjevanje iz narave. Druge konvencije in sporazumi obravnavajo le nekatere vidike tujerodnih vrst ali pa so omejene na določene skupine. V sklopu Bernske konvencije je bilo sprejetih več priporočil nanašajoč se na tujerodne vrste, med njimi najpomembnejše priporočilo, ki vsebuje Evropsko strategijo o invazivnih tujerodnih vrstah. Tujerodne vrste obravnavajo še številni drugi mednarodni mehanizmi: Konvencija o varstvu rastlin (IPPC), Barcelonska konvencija, Alpska konvencija, Bonnska konvencija (CMS), CITES konvencija, ... (Thuja 2, 2012)

Za reševanje problematike invazivnih tujerodnih vrst je po konferenci na Norveškem (1996) sledila ustanovitev posebnega programa GIPS (The Global Invasive Species

Programme) (Bravničar in sod., 2009). Cilj programa je olajšati in pomagati pri preprečevanju, nadzorovanju in upravljanju z invazivnimi vrstami po svetu, hkrati pa je oblikovana mreža kot podlaga za izmenjavo informacij o invazivnih rastlinah na globalni ravni. Na Evropski ravni pa je potekal projekt DAISIE, ki združuje podatke o pojavljanju invazivnih tujerodnih rastlin za Evropo (Heywood in Brunel, 2008).

2.2 OPIS OBMOČJA RAZISKAVE

2.2.1 Geografska lega

Porečje Tržiške Bistrice leži na severu Slovenije, med srednjimi Karavankami in reko Savo. Večji del Tržiške Bistrice teče na območju občine Trzič, spodnji del pri izlivu v Savo pa na območju občine Naklo. Vodo se steka iz izvirov na južnem pobočju Košute. Do Dovžanove soteske teče v jugozahodni smeri, nakar se obrne proti jugu in tako teče do izliva v Savo. Porečje meri 145,6 km², povprečna nadmorska višina pa je 1080 m (Muzik, 2009).

2.2.2 Klimatske značilnosti

Najvišji predeli ob meji z Avstrijo imajo podnebje višjega gorskega sveta (temperatura najtoplejšega meseca pod 10°C), zgornji gorati deli porečja kažejo značilnosti podnebja višjega in nižjega gorskega sveta (temperatura najtoplejšega meseca nad 10°C), nižji ravninski predeli srednjega in spodnjega toka pa kaže značilnosti zmerno celinskega podnebja (Muzik, 2009).

Za podnebje višjega in nižjega gorskega sveta je značilen submediteranski padavinski režim z viškom padavin jeseni in konec pomladi ter minimumom padavin konec zime in poleti, za zmerno celinsko podnebje pa je značilen subkontinentalen padavinski režim, ki ima višek padavin poleti in jeseni, minimum pa v zimskem času (Rakar, 2010).

Najpogostejši vetrovi so zahodni in jugozahodni, ki so prinašalci padavin, v zimskem času pa pogosteje pihajo suhi severni vetrovi (Gradišar, 1997). Z višino se količina padavin veča (Muzik, 2009).

2.2.3 Kamninska zgradba

Na območju porečja Tržiške Bistrice srečujemo različne usedline po starosti od devona do kvartarja. Površje porečja Tržiške Bistrice sestavljajo apnenci, dolomiti, glineni skrilavci, konglomerati, breče, kremenovi peščenjaki, peski in gline ter magmatske kamnine kot so porfirji, porfiriti in njihovi tufi. Položna območja, zaobljeni vrhovi in mnogi studenci so značilni za območja sestavljena iz skrilavcev, peščenjaka in laporja. Strmejša območja pa tvorijo dolomiti in apnenci. Na teh območjih ni veliko studencev in potokov, saj voda pronica skozi propustne kamenine (Kramar, 2007). Najstarejše plasti so devonske, ki jih lahko najdemo predvsem na območju Stegovnika. So raznolike, med njimi prevladujejo apnenci, nekaj je skrilavega glinavca, meljevca in kremenovega konglomerata. Sive in rdečkaste apnenice najdemo v Dovžanovi soteski in na Konjščici. Usedline iz perma prihajajo na površje kot pasovi, ki jih spremljajo karbonatne kamnine. Značilni so rdečkasti peščenjaki in grodenski skrilavci, ki jih najdemo v severnem pasu med Pečovnikom in Podljubeljem na južni strani Košute ter v južnem pasu med Konjščico, Dovžanovo sotesko in dolino Mošenika severno od mesta Tržič ter na južni strani Begunjščice. Plasti spodnjega triasa sestavljajo apnenci, dolomiti, pisani peščenjaki in skrilavci s precej sljude. Te plasti najdemo v okolici Ljubelja, na južnih pobočjih Košute, ob dolini Lomščice, do planine Javornik in še naprej proti vzhodu. Plasti srednjega triasa sestavljajo apnenci in dolomiti, najdemo jih okoli Podljubelja, nad dolino Mošenika, na Kukovici in pod Tolstim vrhom, zgornje-triasni apnenci pa tvorijo zgornje dele Begunjščice in Košute. Peski, peščenjaki, laporji, konglomerati odloženi južno od Tržiča se raztezajo do reke Save, pleistocenu in holocenu pa pripadajo terase ob Tržiški Bistrici južno od Tržiča. Starejše kamnine so sprijete, najdemo jih na višjih terasah, nižje terase pa so sestavljene iz proda in peska. V obdobje holocena spadajo aluvialne ravnice ob Tržiški Bistrici ter deluvijski pokrovi. Pokrov nastane s spiranjem preperine po pobočjih navzdol in kopičenjem s pomočjo stalnega plazenja, posledica so do 30 metrov debele plasti. Najobsežnejši deluvij je med Plešivcem, Stegovnikom in Konjščico ter na južni strani Košute (Muzik, 2009).

Porečje Tržiške Bistrice v celoti pripada Dinaridom. Značilna je narivna, pokrovnna zgradba, ki je posledica gubanja in narivanja v smeri sever - jug. Proti jugu so tektonske enote vedno nižje (Muzik, 2009).

2.2.4 Hidrografske značilnosti

Tržiška Bistrica je 26,9 km dolga reka. Izvira nad naseljem Jelendol v Karavankah (1460 n.m.v.), nedaleč od slovensko-avstrijske meje. Teče skozi mesto Tržič in se v bližini vasi Podbrezje kot levi pritok izliva v reko Savo (370 n.m.v.). Porečje Tržiške Bistrice meri 145,6 km² in ga sestavljajo porečja dveh večjih vodotokov in več manjših. Največja pritoka sta Mošenik (desni pritok) in Lomščica (levi pritok) (Muzik, 2009).



Slika 13: Deroči tok v zgornjem delu reke nad naseljem Jelendol (foto: Traven S., 2011)

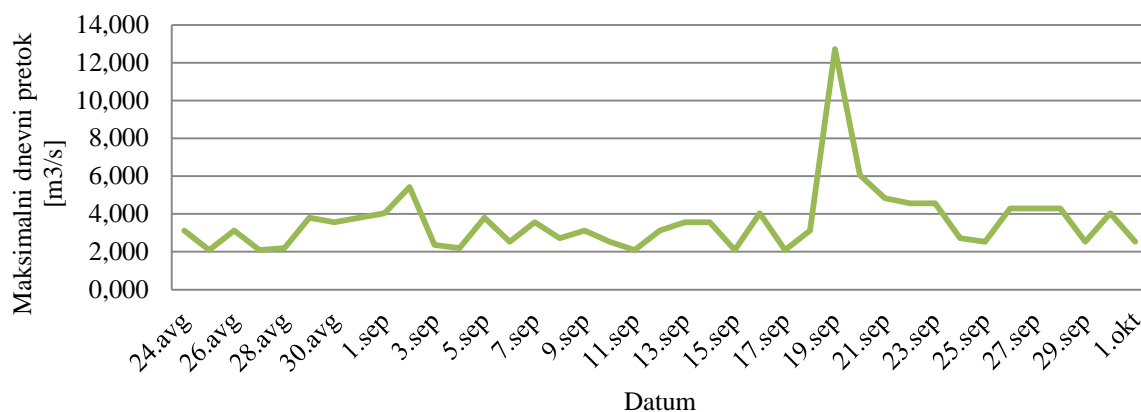


Slika 14: Izliv v reko Savo (nizek vodostaj Tržiške Bistrice) (foto: Traven S., 2011)

2.2.4.1 Pretok in vodostaj

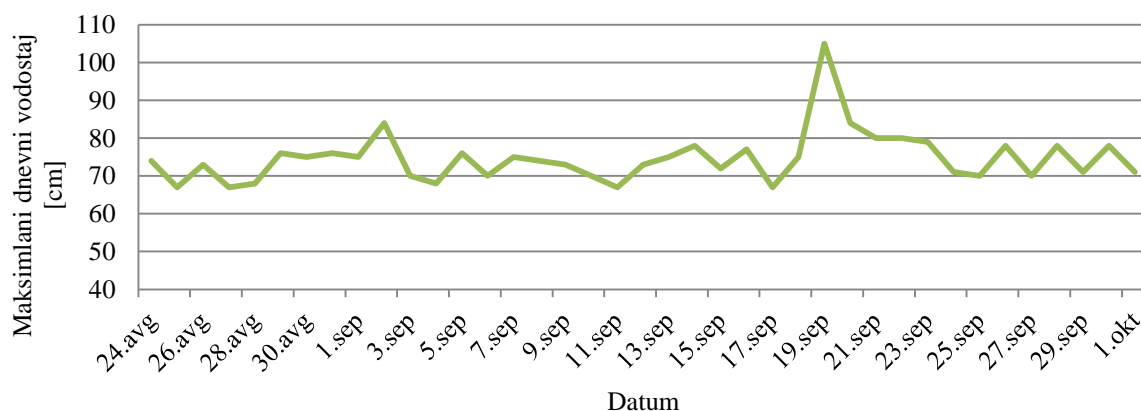
Preska v Tržiču je edina trenutno delujoča vodomerna postaja v porečju Tržiške Bistrice, ki meri pretok, vodostaj in temperaturo vode. Deluje od leta 1957 in zajame površino zaledja 121 km². Na Tržiški Bistrici se nahajajo še nedelujoče vodomerne postaje: Jelendol (delujoča med 1957 in 1965), Tržič (delujoča med 1953 in 1982), Tržič I na Mošeniku (delujoča med 1965 in 1989), Bistrica - kanal Tržiške Bistrice (delujoča med 1977 in 1989), Zgornje Duplje (delujoča med 1926 in 1967) ter Podbrezje (delujoča med 1977 in 1989) (Muzik, 2009).

Podatke o pretoku, vodostaju in temperaturi vode v letu 2011 nam je posredovala Mira Kobolt, vodja sektorja za analize in prognoze površinskih voda; Agencija RS za okolje.



Slika 15: Maksimalni dnevni pretok Tržiške Bistrice (vodomerna postaja Preska) med 24.8. in 1.10. 2011

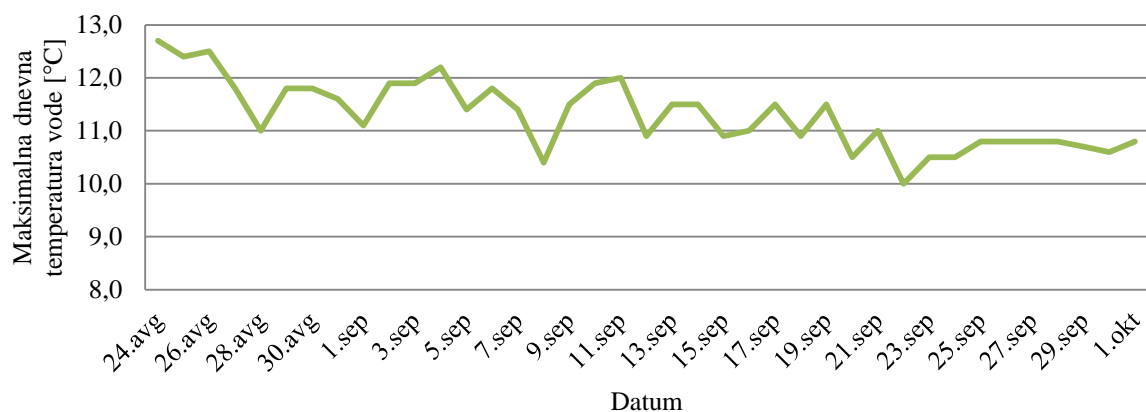
S pretokom je podana količina vode, ki v enoti časa preteče skozi določen prečni prerez struge vodotoka. Enota je m^3/s (Toman in Urbanič, 2003). Pretok Tržiške Bistrice v vodomerni postaji Preska je bil v času raziskave med 24.8 in 1.10 2011 med $2,05 \text{ m}^3/\text{s}$ (minimum) in $12,729 \text{ m}^3/\text{s}$ (maksimum), povprečno pa $3,58 \text{ m}^3/\text{s}$. Maksimalen pretok reke je bil dne 20.9. 2011.



Slika 16: Maksimalni dnevni vodostaj Tržiške Bistrice (vodomerna postaja Preska) med 24.8 in 1.10. 2011

Vodostaj je višina vodne gladine vodotoka. Enota je cm. V času raziskave med 24.8 in 1.10 2011 je imela Tržiška Bistrica v vodomerni postaji Preska največji maksimalni dnevni

vodostaj 105 cm dne 20.9.2011, najmanjšega 67 cm pa dne 25.8, 27.8, 11.9 in 17.9 2011. Maksimalni dnevni vodostaj je tekom zbiranja podatkov povprečno meril 74,62 cm.



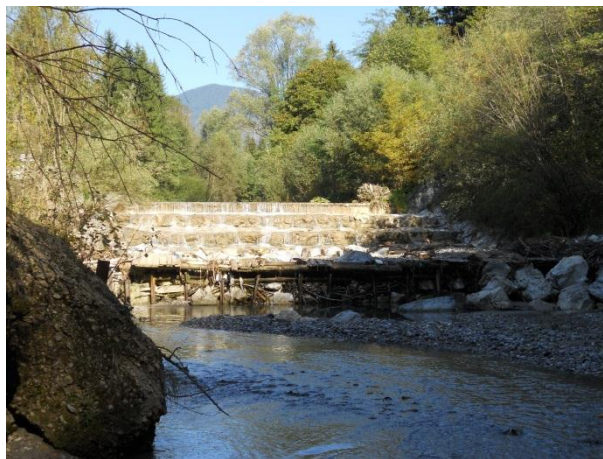
Slika 17: Maksimalna dnevna temperatura vode Tržiške Bistrice (vodomerna postaja Preska) med 24.8 in 1. 10. 2011

Maksimalna dnevna temperatura vode Tržiške Bistrice je bila tekom zbiranja podatkov med 24.8 in 1.10 2011 med 10,0°C in 12,7°C. Povprečno je imela voda v tem času 11,3°C. Temperatura vode se je tekom dneva povečevala, maksimum je dosegla med 14h in 18h popoldne, potem pa je postopoma spet začela spet padati. Minimum je dosegla med 2h in 5h zjutraj.

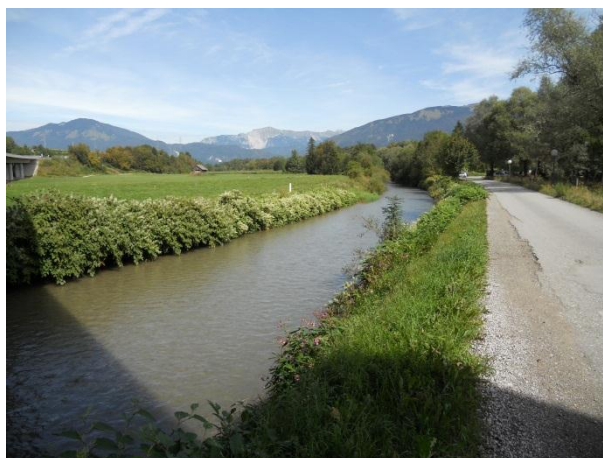
2.2.5 Posegi v vodni tok Tržiške Bistrice

Tržiška Bistrica je močno regulirana reka. V zgornjem toku reke se cesta popolnoma približa strugi, zato je ta del obrežja utrjen z betonom in kamni. Že v zgornjem toku pri naselju Jelendol je struga spremenjena in kanalizirana (kamnit kanal) zaradi poplavljanja v času večjih nalivov (hudourniški značaj reke). Kanalizirana je še na območju mesta Tržič (delno Bistrica pri Tržiču) in v spodnjem delu vodotoka pri ribogojnici Žeje. Razlog za ureditev struge, utrditev obrežja ter gradnjo nasipov je uporaba obvodnega prostora. Poplavljanje, erozija bregov in spodkopavanje brežine je povzročalo velike stroške sanacije zemljišč ob reki, zato so reko dodatno spremenili (gradnja nasipov, utrditev obrežja,..). Zaradi velikega strmeca oziroma hitro tekočega vodnega toka reke je proti poplavljanju izgrajenih na celotni reki 9 jezov iz naravnih materialov (kamni) in 12

umetnih jezov (betonski). Tudi v srednjem in spodnjem toku reke je obrežje utrjeno (betonsko ali kamnito), predvsem tam, kjer je reka v času neurij že močno ogrožala hiše ob rečni brežini.



Slika 18: Večji jez iz naravnih materialov v srednjem delu reke (foto: Traven S., 2011)



Slika 19: Kanaliziran tok reke pri ribogojnici Žeje-bregove poraščajo samo invazivne tujerodne vrste (foto: Traven S., 2011)

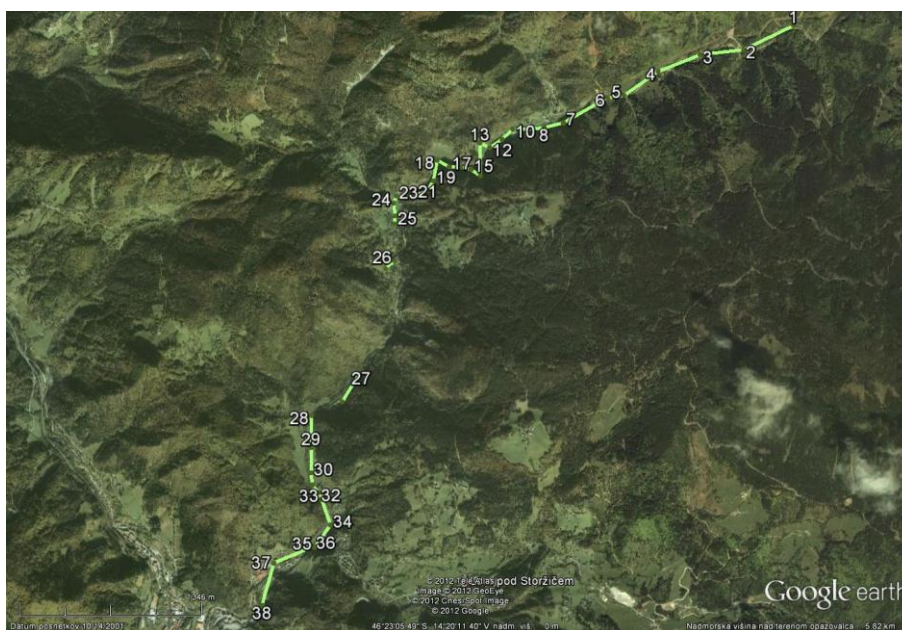
3 METODA DELA

3.1 RAZDELITEV TRŽIŠKE BISTRICE NA ODSEKE

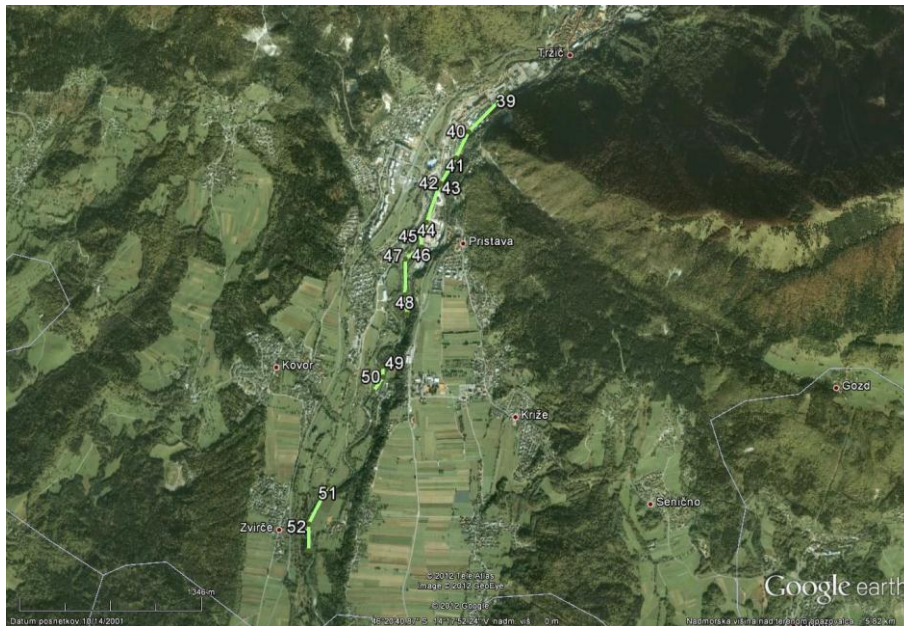
Reko smo razdelili na odseke. Za določitev koordinat položaja na terenu smo uporabili GPS navigacijo. V zgornjem toku Tržiške Bistrice od izvira pri Jelendolu do Dovžanove soteske je bilo pregledano tako levo kot tudi desno obrežje, do izliva v reko Savo pa smo pregledovali samo desno ali samo levo obrežje glede na to, katero obrežje je bilo lažje dostopno. Popolnoma nepregledano je bilo območje Dovžanove soteske in mesto Tržič ter manjši odsek pri ribogojnici Žeje zaradi nedostopnosti. Pregledali smo 80 odsekov levega in 61 odsekov desnega obrežja.

Spodnje slike prikazujejo pregledano območje levega (slike 20, 21 in 22) in desnega (slike 23, 24 in 25) brega z označbo odsekov, ki se ujemajo s spodnjimi rezultati. Zelena črta označuje pregledan breg, manjkajoča črta pa pomeni nepregledanost obrežja.

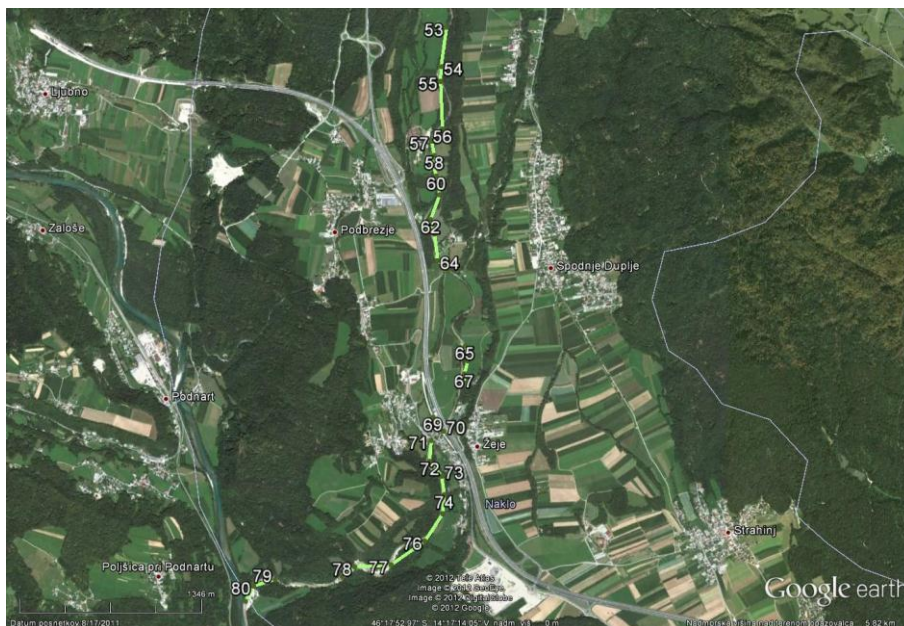
3.1.1 Levo obrežje



Slika 20: Pregledano levo obrežje v zgornjem delu reke Tržiške Bistrice med naseljem Jelendol in začetkom Tržiča (odsek 1-38) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,82 km)

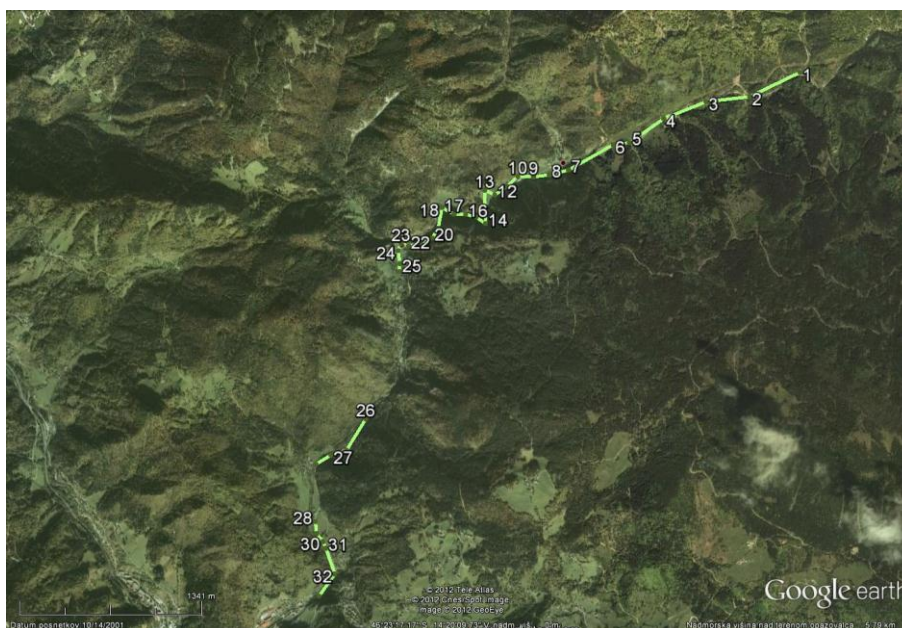


Slika 21: Pregledano levo obrežje v srednjem delu reke Tržiške Bistrice med koncem Tržiča in Zvirčami (odsek 39-52) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,82 km)

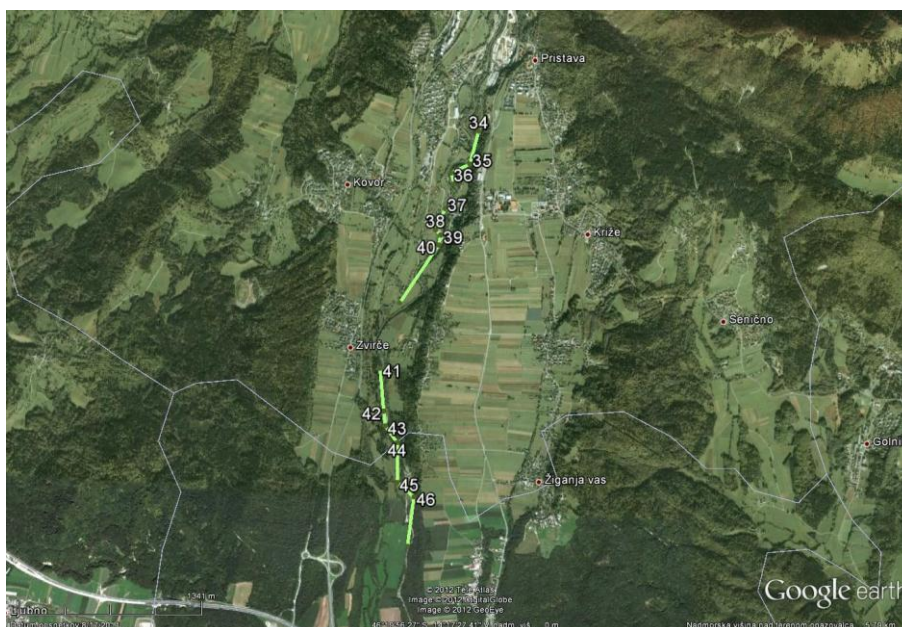


Slika 22: Pregledano levo obrežje v spodnjem delu reke Tržiške Bistrice med vasjo Spodnje Duplje in izlivom v reko Savo (odsek 53-80) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,82 km)

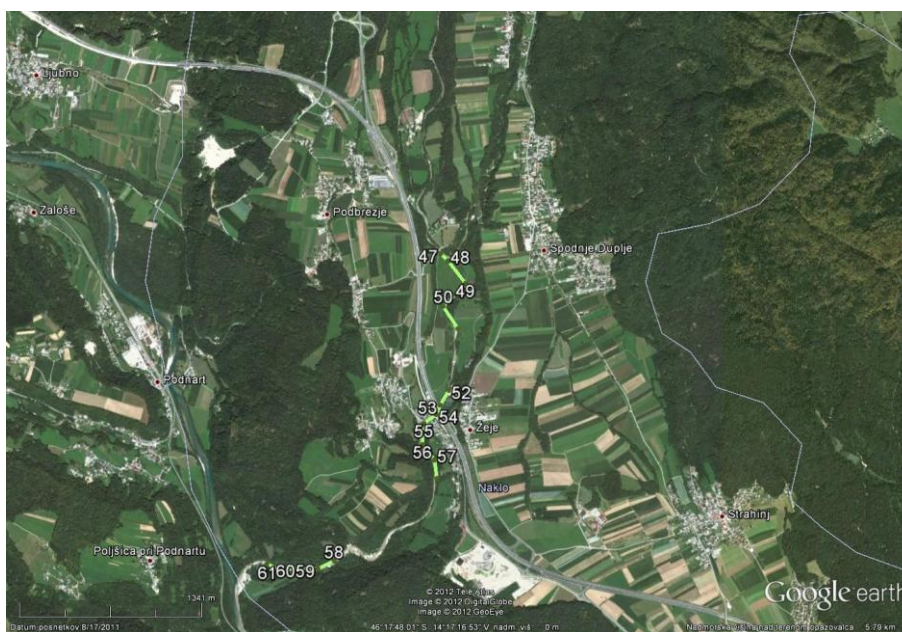
3.1.2 Desno obrežje



Slika 23: Pregledano desno obrežje v zgornjem delu reke Tržiške Bistrice med naseljem Jelendol in začetkom Tržiča (odsek 1-32) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,79 km)



Slika 24: Pregledano desno obrežje v srednjem delu reke Tržiške Bistrice med Pristavo in Žiganjo vasjo (odsek 34-46) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,79 km)



Slika 25: Pregledano desno obrežje v srednjem delu reke Tržiške Bistrice med vasjo Spodnje Duplje in izlivom v reko Savo (odsek 47-61) (vir: Google earth, nadmorska višina opazovalca: 5,79 km)

3.2 TERENSKO DELO

Popis levega in desnega obrežja je potekal med 24.8. 2011 in 1.10. 2011. V vsakem odseku smo izpolnili obrazec po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (Petersen, 1992), ki je razdeljen na tri dele.

Prvi del zajema širšo okoljsko oceno vodotoka, pri katerem smo opazovali hitrost vodnega toka, globino vodnega toka, rabo zemljišča neposredno za obrežno vegetacijo, širino cone obrežne vegetacije od roba struge do polj, sklenjenost obrežne vegetacije, obrežno vegetacijo znotraj 10 m pasu ob strugi, obliko struge, spremembe rečne struge, strukturo bregov, vrste posegov v rečni breg, spodjedanje bregov, brzice/tolmune/meandre, vodno vegetacijo, višino obrežne vegetacije in izrabo tal v zaledju. Pri vsakem parametru smo lahko izbrali eno možnost, ki je različno točkovana (1-najslabše stanje do 4-prvotno stanje parametra). Število točk nam pokaže kakovostni razred posameznih parametrov. Zasnovan je po Petersenovi (1992) metodi RCE, ki so jo priredile in dopolnile Alenka Gaberščik, Maja Haler in Valentina Klenovšek Mavrič.

Drugi del obrazca se nanaša na splošno prisotnost invazivnih vrst v obrežnem pasu v gledanem odseku in pojavnost glede na del obrežnega pasu.

Tretji del obrazca pa zajema specifične značilnosti posamezne invazivne vrste v gledanem odseku. Vrste smo določili s pomočjo določevalnega ključa Mala flora Slovenije (Martinčič in sod., 2007). Pri posamezni vrsti smo opazovali višino rastline, fenološko fazo (zgodnja vegetativna faza, pozna vegetativna faza, začetek cvetenja, pozno cvetenje, plodenje, zrelost/odmiranje), pogostost vrste, ocenili smo pokrovnost vrste po Braun-Blanquet-ovi pet-stopenjski lestvici, vitalnost rastline, življenjsko obliko (eno-, dvo-, večletnica, zelnata trajnica, lesnata rastlina) in pojavnost glede na del obrežnega pasu.

Reko smo razdeli na različno dolge odseke. Najkrajša razdalja odseka je bila 100 m, najdaljši odsek pa je meril 540 m. Dolžino odseka smo prilagajali glede na večje spremembe v okoljskih značilnostih vodotoka (jezovi, utrditve, raba zemljišča) oziroma na večje spremembe v vrstni sestavi ali pogostosti invazivnih tujerodnih rastlin.

3.3 OBDELAVA PODATKOV

3.3.1 Širša okoljska ocena, prisotnost in pojavnost invazivnih vrst ter značilnosti posameznih invazivk

Vse podatke o širši okoljski oceni, prisotnosti in pojavnosti invazivnih vrst ter specifične značilnosti posamezne invazivne vrste smo vnesli v računalniški program MS Excel 2010.

Imena invazivnih vrst smo skrajšali na prve tri črke latinskega imena rodu in vrste (npr. namesto *Helianthus tuberosus* smo zapisali hel tub), da smo lahko razlikovali taksone na grafih, ki smo jih izrisali s programom Canoco for Windows Version 4.5 in na grafih razporeditve vrst.

Izrisali smo deležne grafe hitrosti in globine vodnega toka, ostale okoljske parametre pa smo prikazali grafično z barvno lestvico.

Specifične podatke o pogostosti, pokrovnosti in pojavnosti posamezne invazivne vrste iz MS Excel 2011 smo obdelali z računalniškim programom, ki ga je priredil Milijan Šiško po metodologiji, prevzeti po Pall in Janauer (1995). Pokazal nam je razlike v razporeditvi vrst v celotni dolžini raziskovanega vodotoka.

3.3.2 Kanonična korespondenčna analiza

Kanonična korespondenčna analiza (CCA-Canonical Correspondance Analysis) je metoda ugotavljanja odnosa med distribucijo določene vrste in okoljskimi dejavniki. Metoda je zgrajena po metodi prilagojenega povprečja indikatorskih vrst, katero so predlagali zgodnji ekologi Gause (1930), Ellenberg (1948) in Wittaker (1948) (cit. po ter Braak in Verdonschot, 1995), hkrati pa je zgrajena tudi po ordinacijski metodi recipročnega povprečja. Kanonična korespondenčna analiza se pogosto uporablja pri vodnih raziskavah ekosistemov (ter Braak in Verdonschot, 1995).

Pojavljaje oziroma številčnost osebka določene vrste vzdolž okoljskega gradienta najpogosteje sledi Shelfordovem zakonu tolerance (Shelford, 1911; Odum, 1971), ki pravi, da vsaka vrsta najbolje uspeva pri določeni vrednosti spremenljivke (optimum vrste) in ne more preživeti, če so vrednosti previsoke ali prenizke ter da je odvisnost med okoljsko spremenljivko in številčnostjo vrste običajno simetrično unimodalna (ter Braak, 1987). Vsaka vrsta je omejena na omejen obseg, njeno nišo (ter Braak in Verdonschot, 1995).

Rezultat kanonične korespondenčne analize je tudi ordinacijski diagram, kjer dolžina vektorja predstavlja velikost vpliva določenega dejavnika. Korelacija med okoljskimi spremenljivkami je pozitivna, če je oster kot med vektorji, ki prikazujejo okoljske gradiente, oziroma negativna, če je kot med vektorji top. Konec vektorja na ordinacijskem diagramu kaže najvišjo vrednost stanje dejavnika (Mechora, 2009).

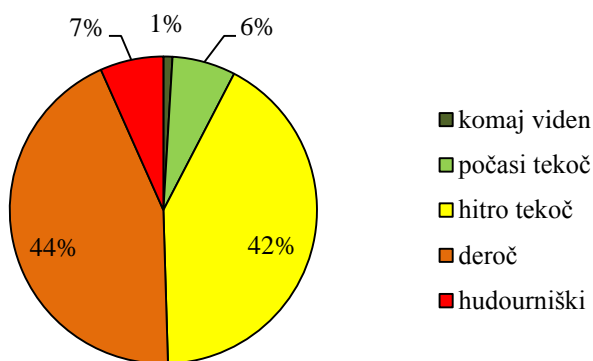
Z kanonično korespondenčno analizo (CCA) smo ugotavljali, kakšni so odnosi med okoljskimi spremenljivkami in vrstno sestavo invazivnih rastlin ter med okoljskimi dejavniki in rečnimi odseki.

Uporabili smo program CANOCO 4.5 verzija 4.5 (ter Braak in Šmilauer, 2002). Z metodo izbiranja («forward selection»), ki je del programa CANOCO smo izbrali le tiste spremenljivke, ki pomembno vplivajo na različnost niš različnih vrst. Vključili smo statistično značilne spremenljivke, za katere je značilno $P < 0,05$.

4 REZULTATI

4.1 OKOLJSKE ZNAČILNOSTI VODOTOKA

4.1.1 Hitrost vodnega toka

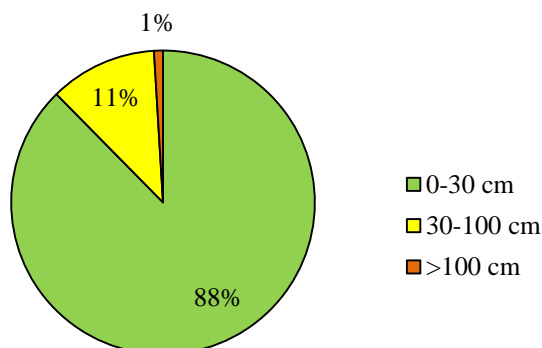


Slika

Slika 26: Delež posameznih razredov hitrosti vodnega toka Tržiške Bistrice

Slika 26 prikazuje hitrost vodnega toka Tržiške Bistrice. Največji delež vodotoka ima deroč vodni tok (44%) in hitro tekoč vodni tok (42%). V zgornjem delu vodotoka je vodni tok hudourniški (7%), le na določenih odsekih v srednjem delu vodotoka pa je vodni tok počasi tekoč (6%) (tok viden, površina vode gladka) oziroma komaj viden (1%) (tok zelo šibek, vendar viden).

4.1.2 Globina vode



Slika 27: Delež posameznih razredov globine vode Tržiške Bistrice

Slika 27 prikazuje globino vode Tržiške Bistrice. Globina vode je bila večinoma med 0 in 30 cm (88%). Le v srednjem delu vodotoka je se je globina povečala na določenih odsekih med 30 in 100 cm (11%) oziroma je bila večja od 100 cm (1%). Vzrok za nizek vodostaj Tržiške Bistrice je bilo poletno sušno obdobje v času opravljanja raziskave med 24.8 2011 in 1.10. 2011.

4.1.3 Ostali okoljski parametri

4.1.3.1 Levi obrežni pas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
Raba zemljišča za vegetacijo																																												
Širina cone obrežne vegetacije																																												
Sklenjenost obrežne vegetacije																																												
Vegetacija obrežnega pasu																																												
Oblika struge																																												
Spremembe struge																																												
Struktura gregov																																												
Posegi v breg																																												
Spodjedanje bregov																																												
Brzice, tolmani, meandri																																												
Vodna vegetacija																																												
Višina obrežne vegetacije																																												
Izraba tal v zaledju																																												

Slika 28: Kakovost širšega okolja Tržiške Bistrice po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (obrežje, struga in okolje) - levi breg; odseki: 1-40

(barve: temno zelena-neokrnjeno stanje, svetlo zelena-dobro stanje, rumena-delno spremenjeno stanje, oranžna- bolj spremenjeno stanje)

	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80					
Raba zemljišča za vegetacijo																																													
Širina cone obrežne vegetacije																																													
Sklenjenost obrežne vegetacije																																													
Vegetacija obrežnega pasu																																													
Oblika struge																																													
Spremembe struge																																													
Struktura gregov																																													
Posegi v breg																																													
Spodjedanje bregov																																													
Brzice, tolmani, meandri																																													
Vodna vegetacija																																													
Višina obrežne vegetacije																																													
Izraba tal v zaledju																																													

Slika 29: Kakovost širšega okolja Tržiške Bistrice po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (obrežje, struga in okolje) - levi breg; odseki: 41-80

(barve: temno zelena-neokrnjeno stanje, svetlo zelena-dobro stanje, rumena-delno spremenjeno stanje, oranžna- bolj spremenjeno stanje)

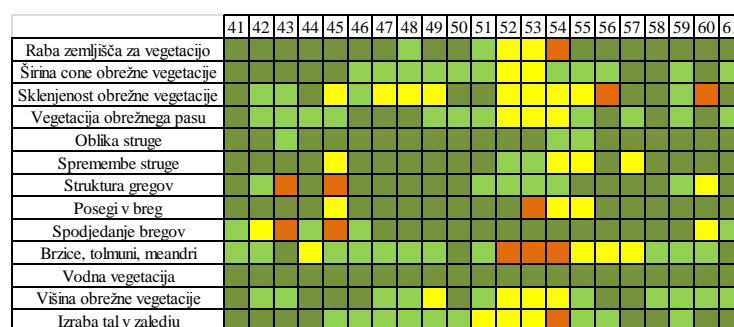
Sliki 28 in 29 prikazujeta stanje okolja vrednotenega po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (Petersen, 1992) na levem bregu. Metoda je osnovana na 13 značilnostih obrežne vegetacije in zaledja, morfoloških

značilnostih struge ter biotskih razmer v vodnih in obrežnih habitatih. Raba zemljišča levega bregu na zgornjem in spodnjem delu Tržiške Bistrice razen nekaterih odsekov (od 68 do 70) je večinoma nespremenjena (sestoji gozda) oziroma prevladujejo pašne površine in nekaj obdelovalnih površin, v srednjem delu vodotoka prevladujejo obdelovalne in urbane površine. Tudi širina cone obrežne vegetacije je v zgornjem in spodnjem delu reke med 5 ali 30 m oziroma več kot 30 m, v srednjem delu (odseki: 30, 32, 34, 36, 40-42, 44) lesnatih rastlin ni ali pa je širina med 1 do 5 m. Oblika struge je zadostna oziroma ustrezna za sedanje in najvišje letne pretoke, na določenih odsekih (17-18, 35, 40-42) pa je vodotok kanaliziran. Struga je spremenjena na 25 odsekih, zgrajenih je 9 umetnih (betonskih) jezov in 7 jezov iz naravnih materialov, na 9 odsekih je struga razširjena. Na določenih lokacijah ima levi breg betonsko ali kamnito utrditev vzdolž reke, predvsem na odsekih, kjer se cesta popolnoma približa reki, spodjedanje ni pogosto a prisotno na nekaterih odsekih. Brzice in tolmuni vzdolž reke so najpogosteje nepravilno razporejeni, odsotni pa na odsekih, kjer je vodotok kanaliziran. Vodno vegetacijo, če je prisotna, predstavljajo le sestoji mahu in zaplate nitastih alg, kar je posledica hitrega vodnega toka in nizkega vodostaja reke. Glede na vse okoljske parametre se zgornji in spodnji del vodotoka nahaja v dobrem oziroma neokrnjem stanju, v najslabšem stanju je vodotok med odseki 34 in 42, od konca naselja Čadovlj pri Tržiču do konca naselja Bistrice pri Tržiču, slabo stanje vodotoka pa je še med odseki 68 in 70, od naselja Žeje in ribogojnice do konca naselja Bistrice.

4.1.3.2 Desni obrežni pas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Raba zemljišča za vegetacijo																																										
Širina cone obrežne vegetacije																																										
Sklenjenost obrežne vegetacije																																										
Vegetacija obrežnega pasu																																										
Oblika struge																																										
Spremembe struge																																										
Struktura gregov																																										
Posegi v breg																																										
Spodjedanje bregov																																										
Brzice, tolmuni, meandri																																										
Vodna vegetacija																																										
Višina obrežne vegetacije																																										
Izraba tal v zaledju																																										

Slika 30: Kakovost širšega okolja Tržiške Bistrice po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE(obrežje, struga in okolje) - desni breg; odseki: 1-40 (barve: temno zelena-neokrnjeno stanje, svetlo zelena-dobro stanje, rumena-delno spremenjeno stanje, oranžna- bolj spremenjeno stanje)



Slika 31: Kakovost širšega okolja Tržiške Bistrice po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (obrežje, struga in okolje) - desni breg; odseki: 41-61 (barve: temno zelena-neokrnjeno stanje, svetlo zelena-dobro stanje, rumena-delno spremenjeno stanje, oranžna- bolj spremenjeno stanje)

Sliki 30 in 31 prikazujeta stanje okolja vrednotenega po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (Petersen, 1992) na desnem bregu. Na pregledanem desnem bregu je v zgornjem in spodnjem delu Tržiške Bistrice raba zemljišča v večji meri prvotna s sestoji gozda in nekaj obdelovalnimi in pašnimi površinami, na določenih odsekih se pojavljajo posamezne hiše (odseki 11 do 14; naselje Jelendol) in večje urbane površine (odsek 54; vas Bistrica). Širina cone obrežne vegetacije je najpogosteje med 5 in 30 m, na določenih odsekih več ali manj, prekinitve pogoste na vsakih 50 m se pojavljajo predvsem v zgornjem delu vodotoka. Struktura bregov je stabilna, čvrsto utrjena z grmičevjem in drevesnimi koreninami, prihaja pa na nekaterih odsekih do močnega spodjedanja in rušenja desnega brega (npr. odsek 43 – pri naselju Zvirče). Na odsekih, kjer se cesta približa rečnemu bregu, je le ta betonsko ali kamnito utrjen. Višina obrežne vegetacije je najpogosteje do 4 m, sestavljena iz grmičevja in dreves, v naselju Jelendol se pojavlja zeliščna obrežna vegetacija do 1 m višine. Glede na vse okoljske parametre in pregledan desni breg se vodotok nahaja v dobrem stanju do naselja Jelendol, mimo naselja (odsek 11 do 14) pa se stanje močno poslabša. Do izliva v reko Savo je glede na pregledan desni breg stanje vodotoka ponovno dobro, razen pri vasi Bistrica (odsek 52 do 54), kjer je (zaradi goste poseljenost in regulacije) vodotok v najslabšem stanju.

4.2 INVAZIVNE VRSTE RASTLIN

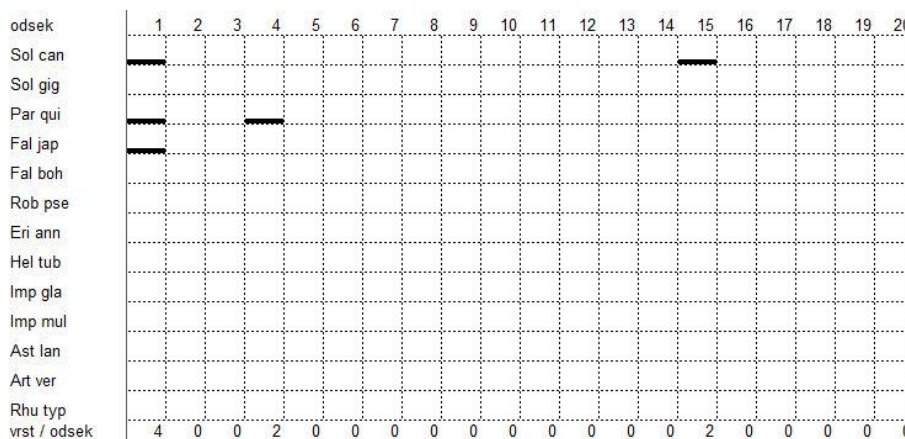
4.2.1 Seznam najdenih invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst na območju Tržiške Bistrice

V obrežnem pasu Tržiške Bistrice smo našli naslednje invazivne vrste:

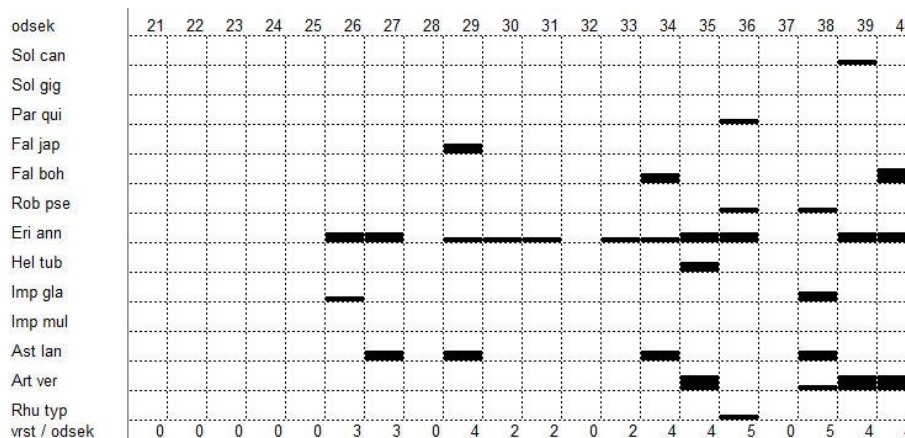
- 1) *Ailanthus altissima* Desf. - veliki pajesen
- 2) *Artemisia verlotiorum* Lamotte - Verlotov pelin
- 3) *Aster lanceolatus* Willd. - suličastolistna nebina
- 4) *Aster novae-angliae* L. - novoanglijska nebina
- 5) *Erigeron annuus* (L.) Pers.- enoletna suholetnica
- 6) *Fallopia x bohemica* (Chrtek & Chrtková) - češki dresnik
- 7) *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr. - japonski dresnik
- 8) *Helianthus tuberosus* L. - laška repa, topinambur
- 9) *Impatiens glandulifera* Royle - žlezava nedotika
- 10) *Impatiens parviflora* DC. - drobnocvetna nedotika
- 11) *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. - navadna vinika
- 12) *Rhus typhina* L. - octovec
- 13) *Robinia pseudacacia* L. - robinija
- 14) *Solidago canadensis* L. - kanadska zlata rozga
- 15) *Solidago gigantea* Aiton - orjaška zlata rozga
- 16) *Spiraea japonica* L. f. - japonska medvejka

4.2.2 Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v obrežnem pasu

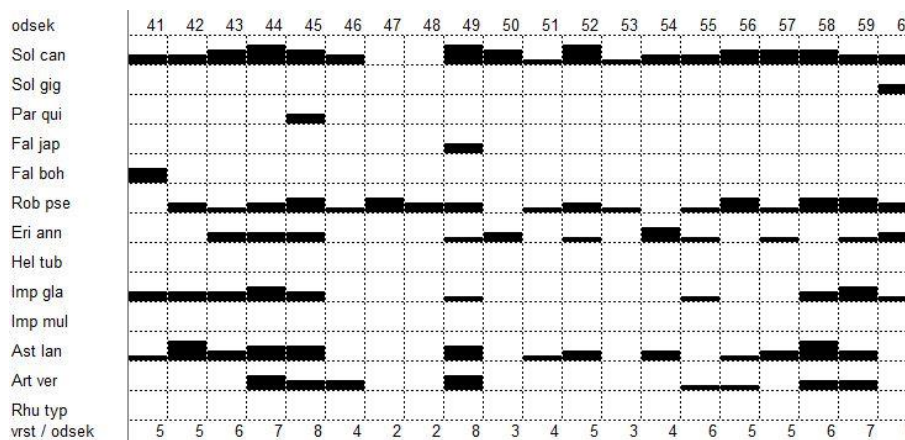
4.2.2.1 Levi obrežni pas



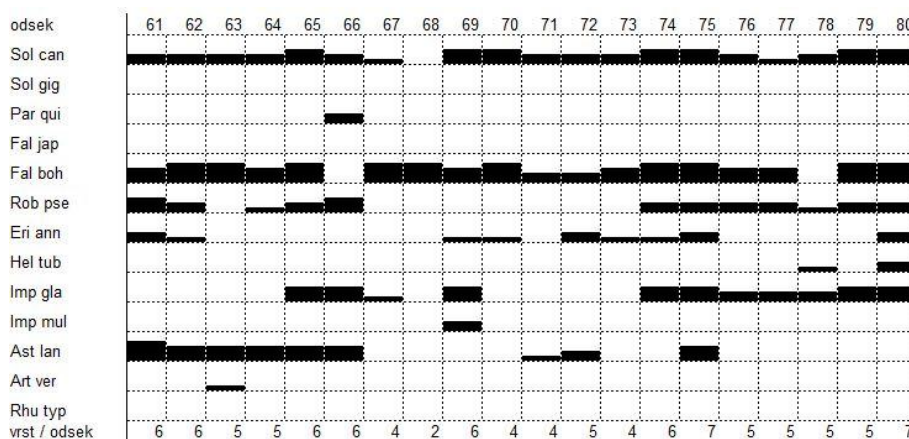
Slika 32: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v levem obrežnem pasu; odsek: 1-20



Slika 33: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v levem obrežnem pasu; odsek: 21-40



Slika 34: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v levem obrežnem pasu; odsek: 41-60

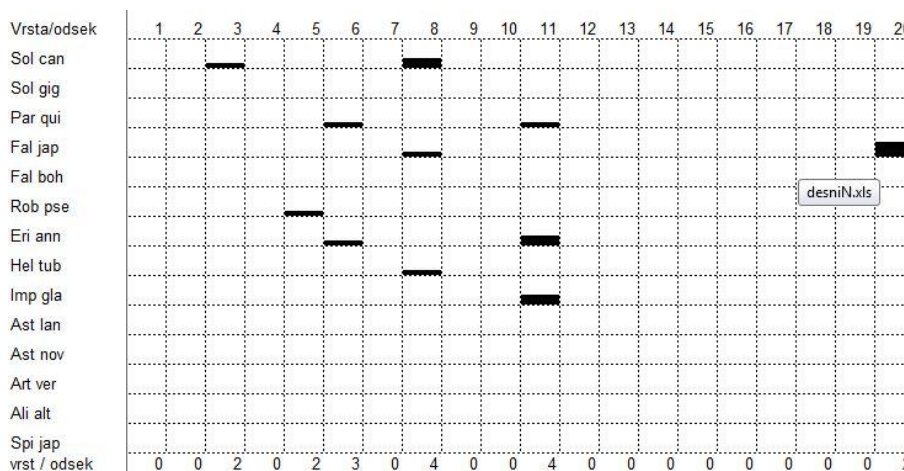


Slika 35: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v levem obrežnem pasu; odsek: 61-80

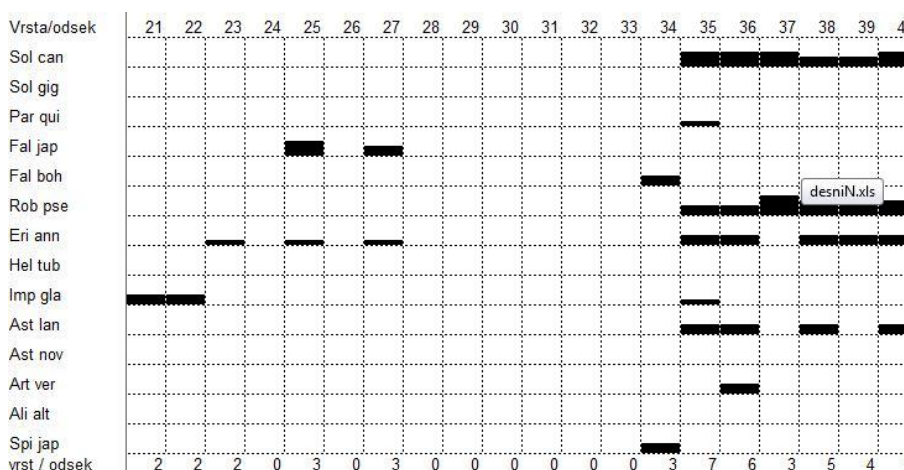
Slike 32, 33, 34 in 35 prikazujejo prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin na levem obrežnem pasu. Na levem obrežju je lepo vidno postopno povečevanje prisotnosti in številčnosti invazivnih vrst rastlin po toku navzdol. V zgornjem toku vodotoka Tržiške Bistrice se pojavljajo določene vrste invazivk le posamično, število vrst in pogostost se začne postopno povečevati naprej od jezua pri naselju Slap nad Tržičem (odsek 34).

Najpogostejši taksoni so *Solidago canadensis* (kanadska zlata rozga), ki se v zgornjem toku pojavlja posamično, od odseka 41 naprej do izliva v reko Savo postane številčnejša in tvori gostejše sestoje. V spodnjem toku reke od odseka 61 naprej se izrazito množično pojavlja vrsta *Fallopia x bohemica* (češki dresnik), ki se nahajava v gostih sestojih vse do izliva v reko Savo. Na določenih odsekih se v gostih sestojih pojavljata še vrsti *Aster lanceolatus* (suličastolistna nebina) in *Robinia pseudacacia* (robinija), slednja lesnata vrsta je prisotna vzdolž celotne reke najpogosteje posamično ali v manjših sestojih. V manjših sestojih se pojavljajo še vrste *Impatiens glandulifera* (žlezava nedotika), *Erigeron annuus* (enoletna suholetnica) in *Artemisia verlotiorum* (Verlotov pelin). Ostale vrste (*Solidago gigantea*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Fallopia japonica*, *Helianthus tuberosus*, *Impatiens parviflora*, *Rhus typhina* in *Ailanthus altissima*) smo na levem obrežju našli le posamično.

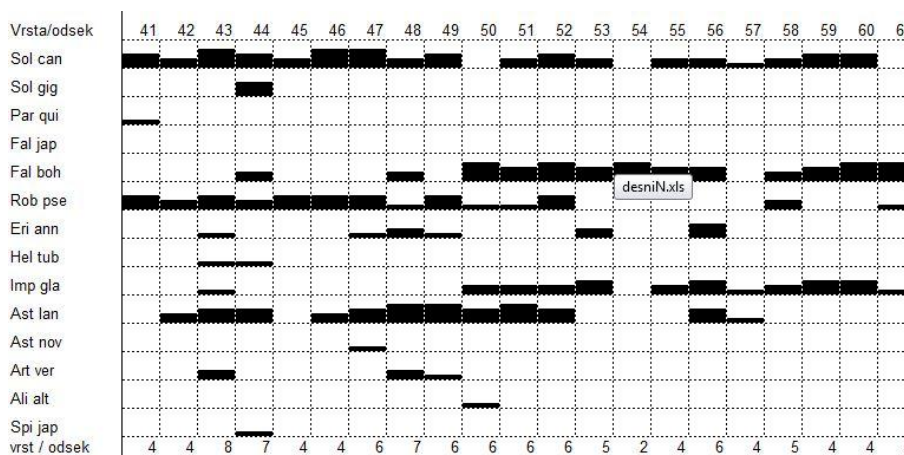
4.2.2.2 Desni obrežni pas



Slika 36: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v desnem obrežnem pasu; odsek: 1-20



Slika 37: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v desnem obrežnem pasu; odsek: 21-40

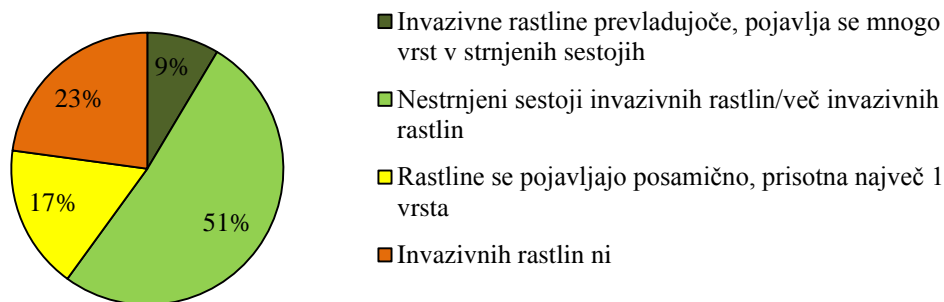


Slika 38: Prisotnost in pogostost invazivnih vrst rastlin v desnem obrežnem pasu; odsek: 41-61

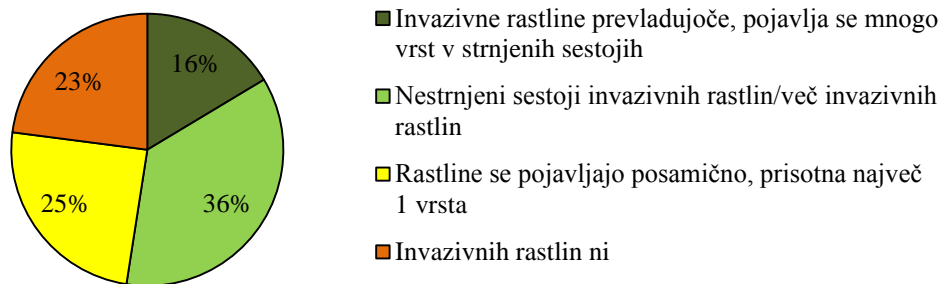
Slike 36, 37 in 38 prikazujejo prisotnost in pogostost vrst rastlin na desnem obrežnem pasu. Kot na levem obrežju se tudi na desnem obrežju po toku navzdol povečuje prisotnost in številčnost vrst. V zgornjem delu Tržiške Bistrice se določene vrste pojavljajo posamično, število vrst in številčnost se povečuje po toku navzdol proti izlivu v reko Savo. Hiter preskok v številu invazivnih vrst v odseku 35 (jez pri naselju Retnje) je posledica nepregledanega dela desnega obrežja od jez pri naselju Slap (nad Tržičem) do jez pri naselju Retnje.

Predvsem v spodnjem toku Tržiške Bistrice se na desnem obrežju začenjajo pojavljati v gostih sestojih vrste *Solidago canadensis* (kanadska zlata rozga), *Fallopia x bohemica* (češki dresnik) in *Robinia pseudacacia* (robinija), na določenih odsekih pa še *Aster lanceolatus* (suličastolistna nebina). Ostale vrste (*Solidago gigantea*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Fallopia japonica*, *Erigeron annuus*, *Helianthus tuberosus*, *Impatiens glandulifera*, *Aster novae-angliae*, *Artemisia verlotiorum*, *Ailanthus altissima* in *Spiraea japonica*) pa se pojavljajo predvsem posamično ali v majhnih sestojih.

4.2.3 Način pojavljanja invazivnih rastlinskih vrst na obrežnem pasu Tržiške Bistrice



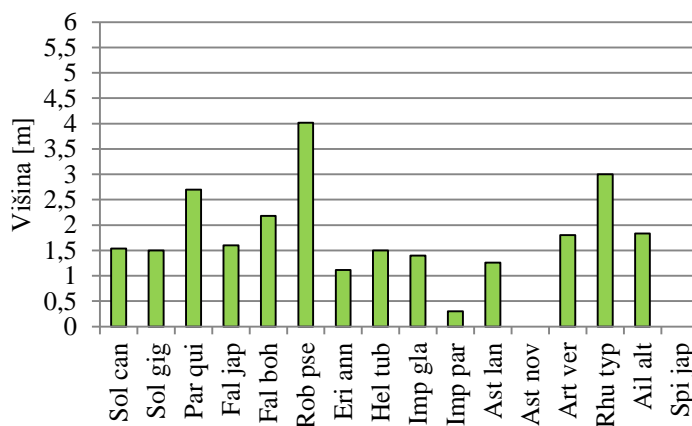
Slika 39: Način pojavljanja invazivnih rastlin na levem obrežnem pasu



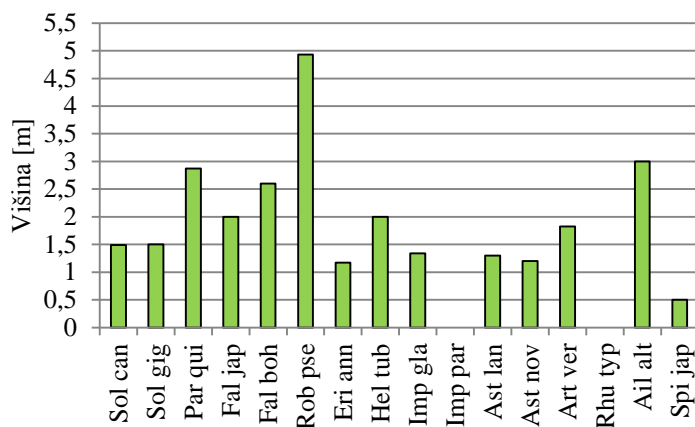
Slika 40: Način pojavljanja invazivnih rastlin na desnem obrežnem pasu

Sliki 39 in 40 prikazujeta pogostost in število invazivnih vrst rastlina na levem (sl. 39) in desnem (sl. 40) obrežnem pasu. Najpogosteje so se invazivne rastline pojavljale v nestrnjenih sestojih in v skupini različnih vrst invazivk. Na levem obrežnem pasu je delež takšne prisotnosti bil največji (51% pregledanih odsekov), delež prevladujočih invazivnih vrst v strnjenih sestojih pa najmanjši (9%). Na pregledanem desnem bregu so deleži pojavljanja invazivnih vrst razdeljena dokaj enakomerno. Manj je bilo prevladujočih invazivnih rastlin v strnjenih sestojih in več različnih vrst invazivk v nestrnjenih sestoji. V zgornjem in spodnjem delu Tržiške Bistrice se invazivke niso pojavljale zaradi nespremenjenega stanja vodotoka (gozdno območje), na mnogih odsekih so se lahko pojavljale posamično.

4.2.4 Povprečna višina invazivnih vrst rastlin



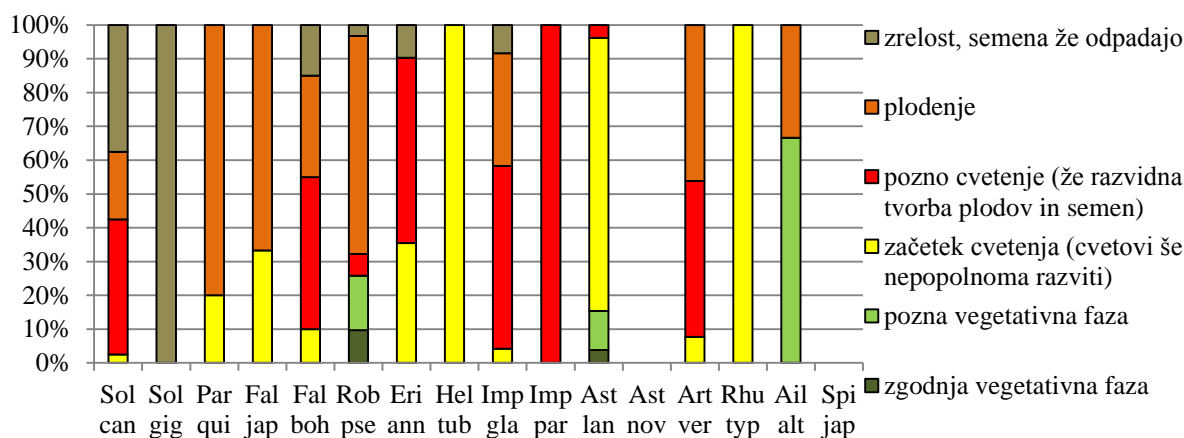
Slika 41: Povprečna višina invazivnih rastlin na levem obrežju Tržiške Bistrice



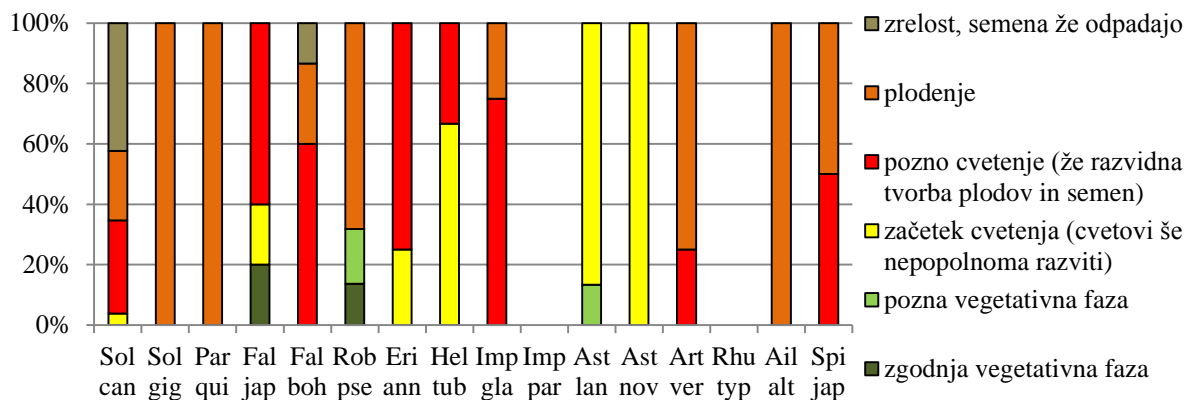
Slika 42: Povprečna višina invazivnih rastlin na desnem obrežju Tržiške Bistrice

Sliki 41 in 42 prikazujeta povprečno višino invazivnih rastlin na levem (sl. 41) in desnem (sl. 42) obrežnem pasu. Povprečna višina posameznih invazivnih vrst rastlin je na obeh obrežjih bolj ali manj enaka, večje razlike so opazne le pri vrstah: *Robinia pseudacacia* (robinija), *Fallopia japonica* (japonski dresnik), *Helianthus tuberosus* (topinambur) in *Ailanthus altissima* (pajesen). Te štiri vrste imajo večjo povprečno višino na desnem obrežnem pasu v primerjavi z levim bregom vodotoka Tržiške Bistrice. *Robinia pseudacacia* (robinija), *Ailanthus altissima* (pajesen) in *Rhus typhina* (octovec) so drevesne vrste, zaradi česar je povprečna višina rastlin večja v primerjavi z ostalimi.

4.2.5 Fenološka faza



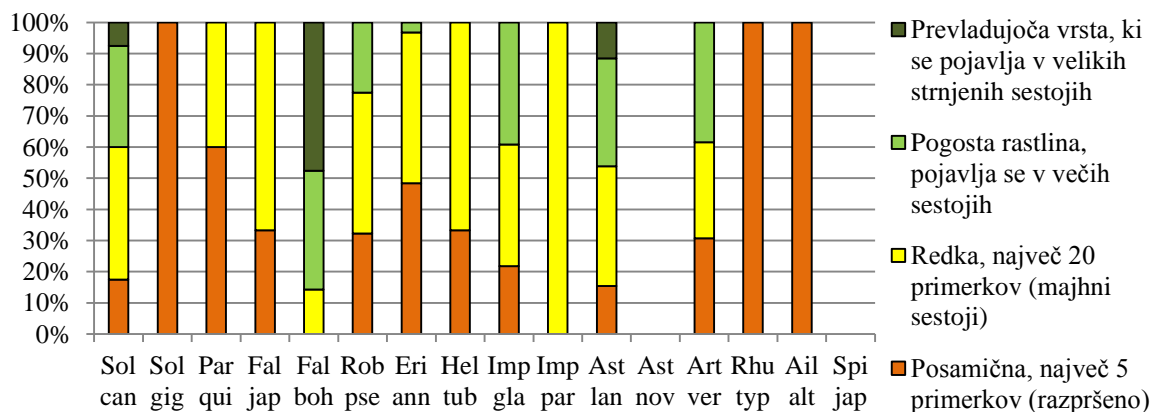
Slika 43: Fenološke faze najdenih invazivnih rastlin na levem obrežju



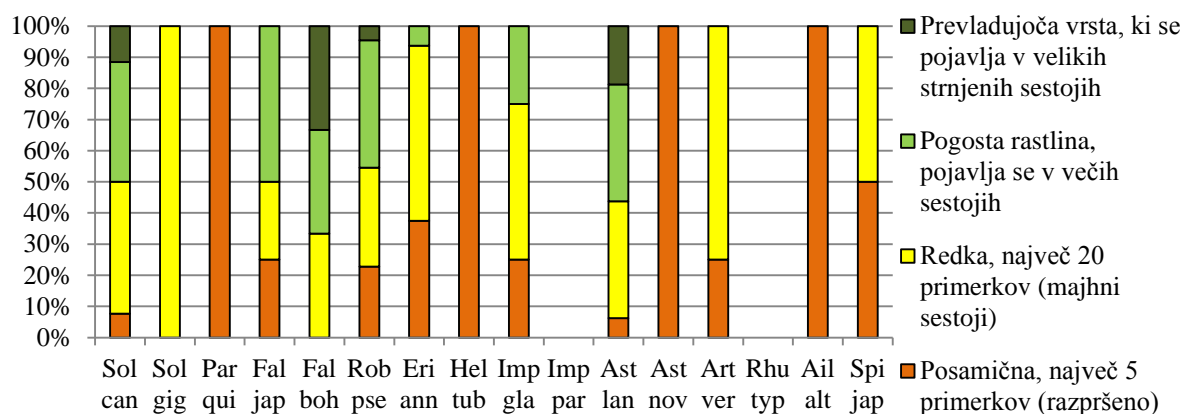
Slika 44: Fenološke faze najdenih invazivnih rastlin na desnem obrežju

Sliki 43 in 44 prikazujeta fenološke faze najdenih invazivnih rastlin na levem (sl. 43) in desnem (sl. 44) obrežju Tržiške Bistrice. V času opravljanja terenskega dela med 24.8. in 1.10. 2011 je bilo večino invazivnih vrst rastlin v fazi poznega cvetenja, kjer je že delno vidna tvorba plodov in semen, in fazi plodenja. Določene invazivne vrste (*Aster lanceolatus*, *Aster novae-angliae* in *Helianthus tuberosus*) so se pojavljale pogosteje v fazi začetka cvetenja, te vrste cvetijo v kasnejšem časovnem obdobju (september, oktober) v primerjavi z ostalimi. Drevesne vrste (*Robinia pseudacacia*, *Rhus typhina* in *Ailanthus altissima*) so se pojavljale v različnih fenoloških stadijih, mlade rastline so bile v začetni ali pozni vegetativni fazi, starejša drevesa so bila v fazi plodenja.

4.2.6 Pogostost vrste



Slika 45: Pogostost določene invazivne vrste na levem obrežnem pasu



Slika 46: Pogostost določene invazivne rastline na desnem obrežnem pasu

Sliki 45 in 46 prikazujeta pogostost določene invazivne vrste na levem (sl. 45) ali desnem (sl. 46) obrežnem pasu. V velikih strnjenih sestojih so se pojavljale le naslednje vrste: *Solidago canadensis* (kanadska zlata rozga), *Fallopia x bohemica* (češki dresnik), *Robinia pseudacacia* (robinija), *Aster lanceolatus* (suličastolistna nebina); *Aster novae-angliae* (novoanglijska nebina), *Rhus typhina* (octovec), *Ailanthus altissima* (pajesen) in *Solidago gigantea* (orjaška zlata rozga) so se pojavljali le posamično na določenih lokacijah, ostale vrste pa so se pojavljale tako v manjših kot tudi večjih sestojih.

4.3 KANONIČNA KORESPONDENČNA ANALIZA (CCA)

Z metodo CCA (kanonična korespondenčna analiza) smo ugotavljali, kakšni so odnosi med okoljskimi spremenljivkami in pojavnostjo invazivnih vrst ter kakšni so odnosi med okoljskimi spremenljivkami in rečnimi odseki. Izbrali smo le tiste okoljske spremenljivke, ki so statistično značilne ($P \leq 0,05$).

Preglednica 1: Okoljske spremenljivke in okrajšave

	Okoljske spremenljivke	Okrajšave
1	globina vode	globina
2	hitrost vodnega toka	hitrost
3	raba zemljišča neposredno za obrežno vegetacijo	Raba
4	širina cone obrežne vegetacije od roba struge do polj	Sir veg
5	sklenjenost obrežne vegetacije	Sklenj
6	obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi	Obr veg
7	oblika struge	Obl str
8	spmemba rečne struge	Sp bre
9	struktura bregov	Str bre
10	vrsta posegov v rečni breg	Posegi
11	spodjedanje bregov	Spodje
12	brzice in tolmeni ali meandri	Brz tol
13	vodna vegetacija	Vod veg
14	višina obrežne vegetacije	Vis veg
15	izraba tal v zaledju	Izraba

4.3.1 Kanonična korespondenčna analiza (CCA) za levi breg Tržiške Bistrice

Statistično značilne spremenljivke ($P \leq 0,05$) na levem bregu Tržiške Bistrice so:

- globina vode
- hitrost vodnega toka
- obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi

Spremenljivka, ki pojasni največji delež variabilnosti združb invazivnih tujerodnih vrst na levem bregu Tržiške Bistrice je globina vodnega toka, ki pojasnjuje 5,5 % variance. Spremenljivka hitrost vodnega toka pojasni 2,1 % variance taksonov, na tretjem mestu pa je spremenljivka obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi, ki prav tako pojasni 2,1 % variabilnosti. Ostale spremenljivke so statistično neznačilne ($P > 0,05$).

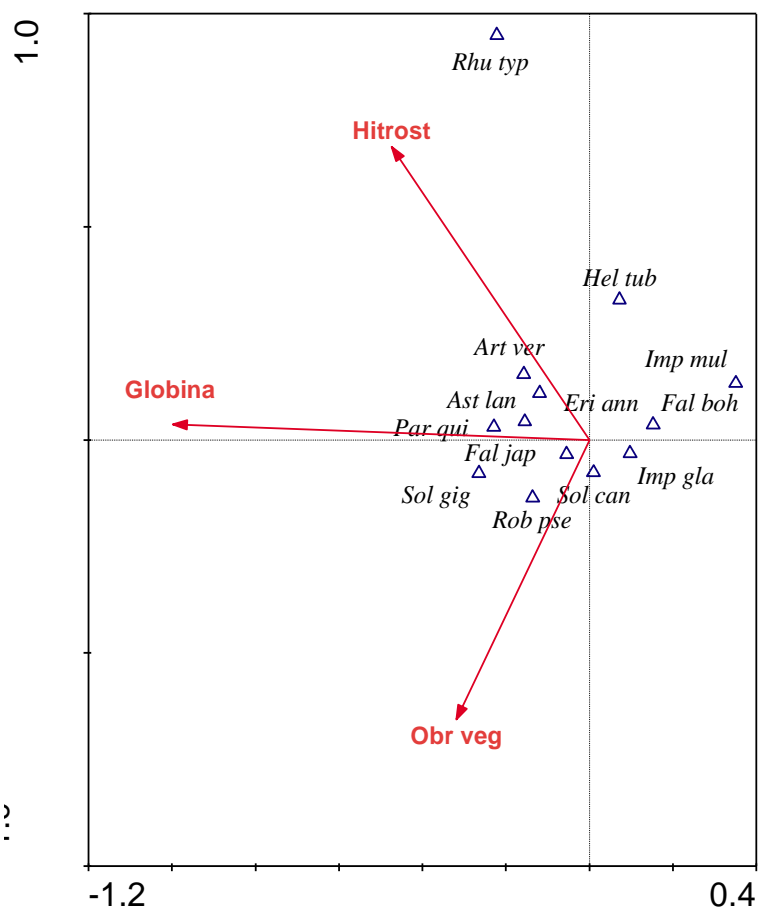
Preglednica 2: Varianca matrike taksonov na levem bregu Tržiške Bistrice, ki jo pojasni posamezna spremenljivka okolja, statistična značilnost (P) spremenljivk in pojasnjena varianca matrike taksonov

Spremenljivka	LambdaA	P	Pojasnjena varianca (%)
Globina vode	0,23	0,002	5,5
Hitrost vodnega toka	0,09	0,022	2,1
Obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi	0,09	0,006	2,1
Spodjedanje bregov	0,04	0,386	1,0
Struktura bregov	0,03	0,476	1,0
Sprememba rečne struge	0,04	0,500	1,0
Višina obrežne vegetacije	0,04	0,540	0,8
Vodna vegetacija	0,03	0,680	0,5
Širina cone obrežne vegetacije od roba struge do polj	0,03	0,728	0,7
Izraba tal v zaledju	0,02	0,782	0,6
Oblika struge	0,02	0,808	0,6
Brzice in tolmeni ali meandri	0,02	0,854	0,6
Sklenjenost obrežne vegetacije	0,02	0,916	0,5
Vrsta posegov v rečni breg	0,02	0,916	0,4
Raba zemljišča neposredno za obrežno vegetacijo	0,01	0,992	0,3

Preglednica 3: Lastne vrednosti, kumulativni pojasnjeni odstotek variance in korelacijski koeficient obdelanih podatkov za levi breg Tržiške Bistrice

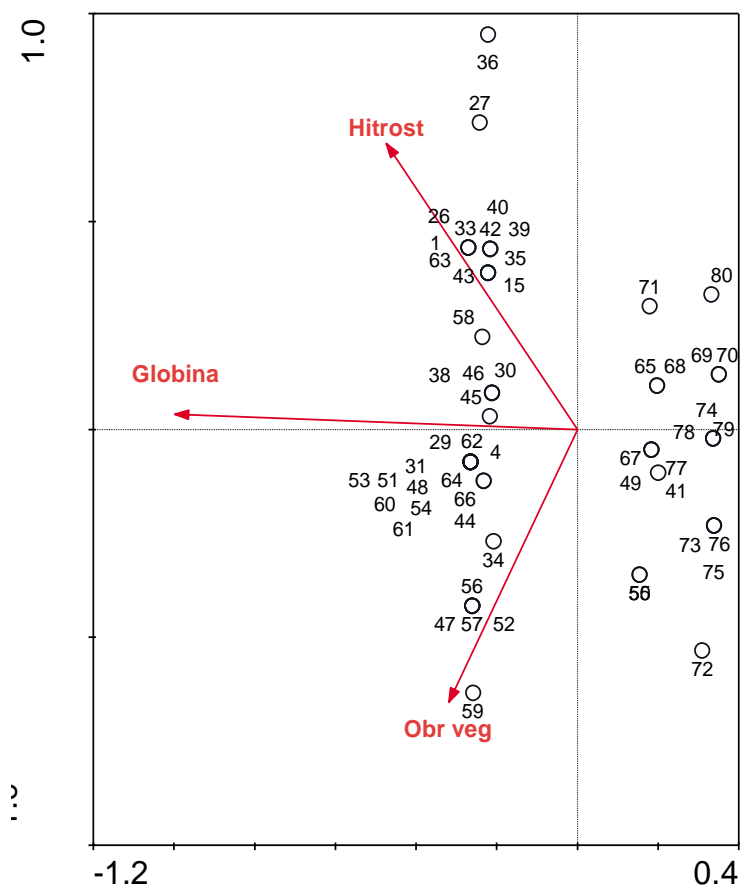
Kanonična os	1	2	3	4	Skupna variabilnost
Lastne vrednosti	0,267	0,148	0,109	0,064	2.483
Korelacijski koeficient – okoljske spremembe	0,803	0,709	0,642	0,531	
Kumulativni pojasnjeni odstotek varianc e taksonov	10,7	16,7	21,1	23,7	
Kumulativni pojasnjeni odstotek variance relacije takson - okolje	36,4	56,6	71,5	80,3	

Najvišjo lastno vrednost ima prva kanonična os (0,267), s katero smo statistično značilno pojasnili 10,7 % variance taksonov. Lastne vrednosti ostalih kanoničnih osi so manjše, kar pomeni manjši odstotek pojasnjene variance s posamezno osjo. Z vsemi kanoničnimi osmi smo pojasnili 23,7 % variance taksonov (preglednica 3).



Slika 47: Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi spremenljivkami in taksoni invazivnih tujerodnih vrst na levem bregu Tržiške Bistrice

Slika 47 prikazuje ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi dejavniki in taksoni invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst na levem bregu Tržiške Bistrice. Hitrost vodnega toka, globina vodnega toka in obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi so okoljski dejavniki, ki najbolj vplivajo ($p \leq 0,05$) na pojavljanje invazivnih tujerodnih rastlin na levem obrežnem pasu vodotoka. Invazivne vrste na diagramu ležijo precej blizu izhodišča diagrama, središče diagrama prikazuje zmerne vrednosti merjenih parametrov, kar pomeni, da se pojavljajo na območjih s podobnimi okoljskimi dejavniki. Izstopa vrsta *Rhus typhina* (octovec), ki se pojavlja le posamično na nekaterih odsekih levega obrežja vodotoka.



Slika 48: Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi dejavniki in odseki levega bregu vodotoka Tržiška Bistrice

Slika 48 prikazuje ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi dejavniki in odseki levega bregu vodotoka Tržiška Bistrice. Odseki, ki na diagramu ležijo blizu skupaj, odražajo podobne okoljske razmere, če pa na diagramu ležijo daleč narazen, se okoljski dejavniki med odseki močno razlikujejo.

4.3.2 Kanonična korespondenčna analiza za desni breg Tržiške Bistrice

Statistično značilne spremenljivke ($P \leq 0,05$) na desnem bregu Tržiške Bistrice so:

- višina obrežne vegetacije
- hitrost vodnega toka
- brzice in tolmeni ali meandri

Spremenljivka, ki pojasni največji delež variabilnosti združb invazivnih tujerodnih vrst na desnem bregu Tržiške Bistrice je višina obrežne vegetacije, katera pojasni 3,7 % variance. Spremenljivka hitrost vodnega toka pojasni 2,9 % variabilnosti taksonov, na tretjem mestu pa je spremenljivka brzice in tolmeni ali meandri, ki pojasni 2,1 % variabilnosti. Vse ostale spremenljivke so statistično neznačilne ($P > 0,05$).

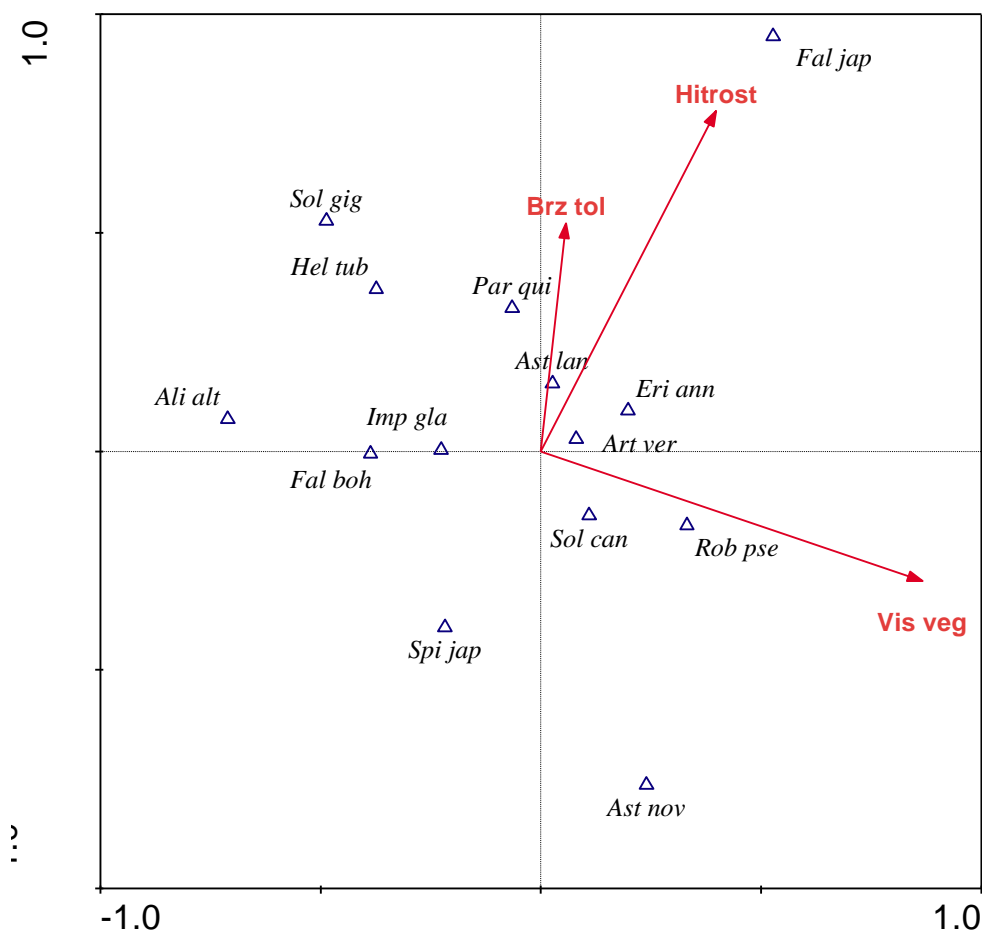
Preglednica 4: Varianca matrike taksonov na desnem bregu Tržiške Bistrice, ki jo pojasni posamezna spremenljivka okolja, statistična značilnost (P) spremenljivk in pojasnjena varianca matrike taksonov

Spremenljivka	LambdaA	P	Pojasnjena varianca (%)
Višina obrežne vegetacije	0,30	0,002	3,7
Hitrost vodnega toka	0,22	0,016	2,9
Brzice in tolmeni ali meandri	0,15	0,050	2,1
Obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi	0,12	0,116	1,6
Globina vode	0,11	0,172	1,5
Oblika struge	0,11	0,144	1,5
Struktura bregov	0,09	0,232	1,3
Sprememba rečne struge	0,08	0,364	1,1
Sklenjenost obrežne vegetacije	0,07	0,382	1,0
Spodjedanje bregov	0,07	0,448	1,0
Izraba tal v zaledju	0,06	0,428	1,0
Širina cone obrežne vegetacije od roba struge do polj	0,06	0,530	0,8
Vrsta posegov v rečni breg	0,05	0,664	0,7
Raba zemljišča neposredno za obrežno vegetacijo	0,05	0,802	0,6

Preglednica 5: Lastne vrednosti, kumulativni pojasnjeni odstotek variance in korelacijski koeficient obdelanih podatkov za desni breg Tržiške Bistrice

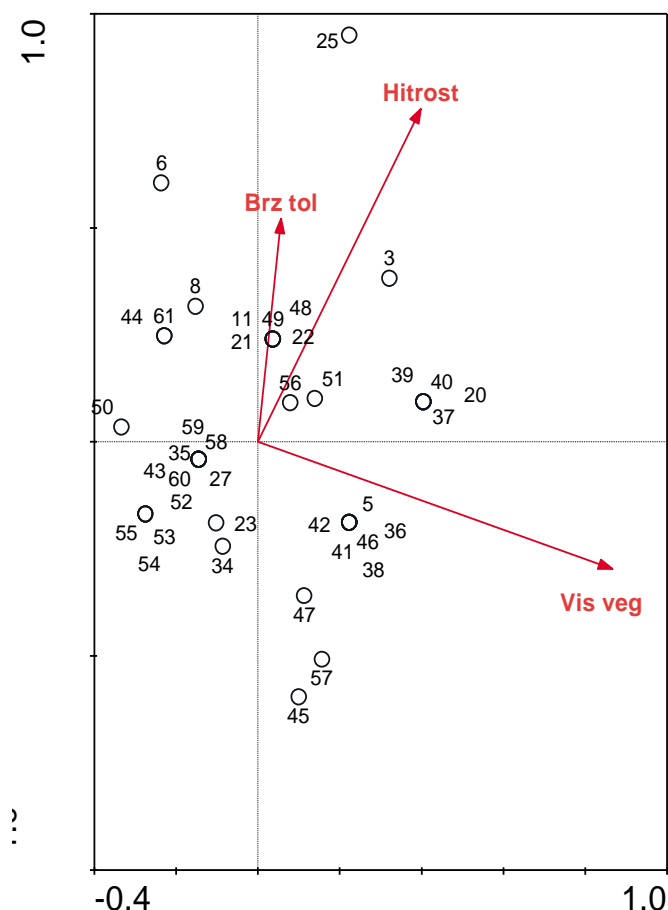
Kanonična os	1	2	3	4	Skupna variabilnost
Lastne vrednosti	0,344	0,218	0,111	0,806	3.288
Korelacijski koeficient – okoljske spremembe	0,760	0,561	0,558	0,000	
Kumulativni pojasnjeni odstotek varianc e taksonov	10,5	17,1	20,4	45,0	
Kumulativni pojasnjeni odstotek variance relacije takson - okolje	51,1	83,5	100,0	0,0	

Najvišjo lastno vrednost ima četrta kanonična os (0,806), s katero smo statistično pojasnili najvišji odstotek variance taksonov (24,6 %) . Lastne vrednosti ostalih kanoničnih osi so manjše, kar pomeni manjši odstotek pojasnjene variance s posamezno osjo. Z vsemi kanoničnimi osmi smo pojasnili 45,0 % variance taksonov (preglednica 5).



Slika 49: Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi spremenljivkami in taksoni invazivnih tujerodnih vrst na desnem bregu Tržiške Bistrice

Slika 49 prikazuje ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi dejavniki in taksoni invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst na desnem bregu Tržiške Bistrice. Brzice in tolmeni ali meandri, hitrost vodnega toka in višina obrežne vegetacije so okoljski dejavniki, ki najbolj vplivajo ($p \leq 0,05$) na pojavljanje invazivnih tujerodnih rastlin na desnem obrežnem pasu vodotoka. Oster kot med vektorjema okoljskih spremenljivk brzice in tolmeni ali meandri ter hitrostjo vodnega toka nakazuje pozitivno korelacijo med spremenljivkama. Določene invazivne vrste na diagramu ležijo precej blizu izhodišča diagrama (npr. *A. verlotiorum*, *A. lanceolatus*, *E. annuus* in *S. canadensis*), ki prikazuje zmerne vrednosti merjenih parametrov, kar pomeni, da se pojavljajo na območjih s podobnimi ali enakimi okoljskimi dejavniki. Posebej izstopata vrsti *Aster novae-angliae* (novoanglijska nebina) in *Fallopia japonica* (japonski dresnik), ki se v primerjavi z ostalimi invazivkami pojavljajta na območjih z bolj spremenjenimi okoljskimi dejavniki.



Slika 50: Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi dejavniki in odseki desnega brega vodotoka Tržiška Bistrice

Slika 50 prikazuje ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi dejavniki in odseki desnega brega vodotoka Tržiška Bistrice. V odseku, ki na diagramu ležijo blizu skupaj, so podobne okoljske razmere, če pa na diagramu ležijo daleč narazen, se okoljski dejavniki med odseki močno razlikujejo. Iz slike je razvidno, da se odsek 25 precej razlikuje od ostalih odsekov.

5 DISKUSIJA

V obrežnem pasu reke Tržiške Bistrice smo preučevali vrstno pestrost invazivnih tujerodnih rastlin, hkrati pa ugotavljali njihovo razširjenost in pogostost po toku navzdol do izliva Tržiške Bistrice v reko Savo.

Celotno reko smo razdelili na odseke dolge 200 m do 540 m. Zaradi nedostopnosti struge je bilo popolnoma nepregledano območje Dovžanove soteske in mesto Tržič ter manjši odsek pri ribogojnici Žeje. Pregledali smo 80 odsekov levega in 61 odsekov desnega obrežja.

5.1 OKOLJSKE ZNAČILNOSTI VODOTOKA

Tržiška Bistrica kaže značilnosti snežno-dežnega režima. Za ta režim je značilen primarni višek v pozni pomladi zaradi taljenja ledu in sekundarni višek v jesenskem času (novembra) kot posledica večje količine padavin v tem času ter primarni nižek v zimskem času zaradi manjše količine padavin in sekundarni nižek v poletnem času zaradi intenzivnega izhlapevanja vode pri visokih temperaturah (Muzik, 2009).

V času raziskave je bila Tržiška Bistrica v času sekundarnega nižka. Globina vode je bila večinoma med 0 in 30 cm kot posledica nizkega vodostaja zaradi izhlapevanja vode zaradi visokih temperatur, le na določenih odsekih je bila globina 30 in 100 cm, višja od 100 cm pa le na odseku, kjer je bil vodotok zajezen. V času raziskave je imela reka večinoma deroč oziroma hitro tekoč vodni tok, hudourniški značaj pa je kazala predvsem v zgornjem toku reke v goratem predelu. Komaj opazen oziroma počasen vodni tok je bil le na nekaterih reguliranih in zajezenih odsekih.

Z ocenjevanjem okoljskih parametrov po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (Petersen, 1992) smo dobili vpogled v kakovost širšega okolja Tržiške Bistrice. Po vprašalniku smo ocenjevali stanje obrežja in zaledja ter značilnosti obrežne vegetacije. Rezultati so pokazali, da se vodotok v zgornjem in spodnjem delu nahaja v dobrem oziroma neokrnjenem stanju, v najslabšem stanju pa je

med naseljem Čadovlje pri Tržiču in Bistrico pri Tržiču ter med naseljem Žeje (ribogojnica) in koncem naselja Bistrica.

Slabo stanje vodotoka na teh odsekih je posledica regulacije reke. Reguliranje vodotoka je oblika njegovega urejanja, s čimer se popolnoma spremeni prvotna struga in obrežni pas, s tem pa tudi hidromorfološke, fizikalne in kemijske značilnosti. Večje posege v vodotok so izvedli zaradi preprečevanja nezaželenega delovanja voda na tistih odsekih (zaščita pred poplavami), različne rabe vode (energetska izraba) ali specifičnih potreb raznih uporabnikov prostora (cesta, kmetijska zemljišča, vrtovi,...).

Tržiška Bistrica je močno regulirana reka, na kateri najdemo betonske in kamnite utrditve brežine, številne betonske jezove in jezove iz naravnega kamna, nasipe, na določenih predelih (npr. Tržič) pa je zaradi poplavne varnosti reka celo kanalizirana.

5.2 INVAZIVNE VRSTE RASTLIN

Razširjanje osebkov na dolge razdalje je najbolj učinkovito v linearnih habitatih kot so železnice in reke (Pyšek in Prach, 1993). Še posebej to velja za reko, ki lahko raznaša semena, plodove, korenike in različne druge vegetativne dele po toku navzdol in med bregovi. Zaradi erozije sedimentov in odlaganja ter vseh ostalih sprememb rečnega sistema na novo nastajajo novi habitati, kot so razgaljeno obrežje, recentne terase in ovire ter zadrževalne strukture in otoki. To so najboljša mesta za kalitev in ustalitev invazivnih vrst, saj je na razpolago dovolj svetlobe in prostora, zmanjšana pa je tudi tekmovalnost s predhodno obstoječimi vrstami (Tickner in sod., 2001).

Zaradi reguliranosti in spremenjenega toka reke smo predvidevali veliko pestrost in zastopanost invazivnih tujerodnih vrst rastlin vzdolž reke Tržiške Bistrice. Na območju smo zabeležili 16 taksonov: *Ailanthus altissima* (veliki pajesen), *Artemisia verlotiorum* (Verlotov pelin), *Aster lanceolatus* (suličastolistna nebina), *Aster novae-angliae* (novoanglijska nebina), *Erigeron annuus* (enoletna suholetnica), *Fallopia x bohémica* (češki dresnik), *Fallopia japonica* (japonski dresnik), *Helianthus tuberosus* (topinambur), *Impatiens glandulifera* (žlezava nedotika), *Impatiens parviflora* (drobnocvetna nedotika),

Parthenocissus quinquefolia (navadna vinika), *Rhus typhina* (octovec), *Robinia pseudacacia* (robinija), *Solidago canadensis* (kanadska zlata rozga), *Solidago gigantea* (orjaška zlata rozga) in *Spiraea japonica* (japonska medvejka).

Rezultati analize prisotnosti in pogostosti invazivnih vrst rastlin v obrežnem pasu so pokazali postopno povečevanje števila vrst invazivk in večanje sestojev po toku navzdol, kar je v skladu z dejstvi o lažjem razširjanju semen, korenin in drugih vegetativnih delov po toku reke, kot so ugotovili tudi Tickner in sodelavci (2001).

Invazivne rastline vzdolž Tržiške Bistrice so se najpogosteje pojavljale v nestrnjenih sestojih in v skupini različnih vrst invazivk. V strnjenih gostih sestojih so se pojavljali le taksoni kot so: *Solidago canadensis* (kanadska zlata rozga), *Fallopia x bohemica* (češki dresnik), *Robinia pseudacacia* (robinija) in na določenih odsekih *Aster lanceolatus* (suličastolistna nebina). Ti taksoni so na območju Tržiške Bistrice razvili visok invazijski potencial in jih je praktično nemogoče odstraniti iz okolja, saj imajo visoke regeneracijske sposobnosti kot na primer češki dresnik, za katerega so ugotovili, da nova rastlina lahko zraste iz samo 5 g težkih koščkov korenike (Frajman, 2008). Primer vrste z učinkovitim reprodukcijskim sistemom na območju Tržiške Bistrice je kanadska zlata rozga, ki razvije ogromno število plodov v obliki rožk, ki jih veter zaradi lahкости in šopa laskov lahko odnese daleč (Strgulc Krajšek, 2008).

Posamično so se pojavljale vrste *Solidago gigantea* (orjaška zlata rozga), *Ailanthus altissima* (pajesen), *Rhus typhina* (octovec) in *Aster novae-angliae* (novoanglijska nebina). Nekaj primerkov novoanglijske nebine smo našli daleč od naselja, rastočo med suličastolistno nebino. Drevesni vrsti (octovec in pajesen) sta bili po vsej verjetnosti posajeni v okrasni namen. Ostale vrste so se pojavljale v manjših ali večjih nestrnjenih sestojih.

Povprečna višina invazivnih tujerodnih vrst rastlin je bila med 0,5 in 5 m. Najvišje povprečne višine so imele drevesne vrste (octovec, robinija in veliki pajesen) ter ovijalka navadna vinika (*Parthenocissus quinquefolia*), ki se je vzpenjala po drevesih, najnižje pa grmičasta japonska medvejka (*Spiraea japonica*) in drobnocvetna nedotika (*Impatiens*

parviflora). Kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*), suličastolistna nebina (*Aster lanceolatus*) in Verlotov pelin (*Artemisia verlotiorum*) so imele povprečno višino med 1 in 1,5 m, topinambur (*Helianthus tuberosus*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*) in češki dresnik (*Fallopia x bohemica*) pa med 2 in 2,5 m.

Na fenološko fazo rastlin lahko vplivajo številni podnebni dejavniki (Črepišek in Kajfež-Bogataj, 2005):

- temperatura zraka
- temperatura tal
- količina padavin
- sončevo sevanje
- evapotranspiracija
- dolžina dneva
- trajanje snežne odeje

Najpomembnejši dejavnik med njimi je temperatura zraka. Nočne temperature so pomembne za glavne vegetativne faze, kot je brstenje listov v spomladanskem času, dnevne temperature pa vplivajo bolj na razmnoževalne faze, kot je čas med brstenjem in cvetenjem. Vplivna dejavnika sta tudi vlažnost zraka in tal, medtem ko količine ionov (P, K, Mg in Ca) ne kažejo vpliva na fenološke faze (Wielgolaski, 2001).

V času raziskave (24.8 - 1.10.2011) je bila večina invazivnih vrst v fazi poznega cvetenja z razvidno tvorbo plodov in semen ali v fazi plodenja. Taksoni *Solidago canadensis* (kanadska zlata rozga), *Solidago gigantea* (orjaška zlata rozga), *Fallopia x bohemica* (češki dresnik), *Erigeron annuus* (enoletna suholetnica) in *Impatiens glandulifera* (žlezava nedotika) so bile na nekaterih odsekih v poznejšem času raziskave že v fazi zrelosti, pri kateri semena odpadajo, rastlina pa počasi odmira, medtem ko so se vrste *Aster lanceolatus* (suličastolistna nebina), *Aster novae-angliae* (novoanglijska nebina) in *Helianthus tuberosus* (topinambur) večinoma pojavljale v začetni fazi cvetenja s posamičnimi še

nerazvitimi cvetovi. Drevesne vrste so se pojavljale v različnih stadijih glede na starost rastline.

Kanonična korespondenčna analiza (CCA) nam je pokazala odnos med okoljskimi spremenljivkami in pojavnostjo invazivnih vrst ter odnos med okoljskimi spremenljivkami in rečnimi odseki. Največ variabilnosti prisotnosti in pogostosti invazivnih taksonov na levem bregu pojasnijo okoljske spremenljivke kot so: hitrost vodnega toka, globina vodnega toka in obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi; na desnem bregu pa višina obrežne vegetacije, hitrost vodnega toka in brzice/tolmuni ali meandri. Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi spremenljivkami in taksoni invazivnih tujerodnih vrst na levem bregu je pokazal odstopanje invazivne vrste *Rhus typhina* (octovec) glede na okoljske dejavnike, saj se je pojavljala le posamično na določenih odsekih. Ostali taksoni se pojavljajo pri srednjih vrednostih omenjenih statistično značilnih spremenljivk. Največja verjetnost je, da jih bomo našli na obrežju reke, kjer vegetacijo sestavljajo zelnate vrste in redka pionirska drevesa ali grmovja. Pri ordinacijskem diagramu z izbranimi okoljskimi dejavniki in odseki levega brega opazimo, da ima spodnji tok reke (odseki 68 -80) različne lastnosti glede na izbrane statistično značilne spremenljivke.

Ordinacijski diagram z izbranimi okoljskimi spremenljivkami in taksoni invazivnih tujerodnih rastlin na desnem bregu je pokazal izstopanje vrste *Fallopia japonica* (japonski dresnik) in *Aster novae-angliae* (novoanglijska nebina), ki smo ju prav tako našli le posamično v zgornjem toku reke. Tudi na desnem bregu se številni taksoni (npr. *A. verlotiorum*, *A. lanceolatus*, *E. annuus* in *S. canadensis*) pojavljajo pri srednjih vrednostih statistično značilnih spremenljivk. Te taksone lahko najpogosteje najdemo, kjer obrežno vegetacijo sestavljajo zelnate vrste z redkimi pionirskimi drevesi in grmičevjem do 2,5 m ter v bolj spremenjenem delu obrežja z nepravilno razporejenimi brzicami in tolmuni. Pri ordinacijskem diagramu z izbranimi okoljskimi dejavniki in odseki desnega brega glede na izbrane statistično značilne spremenljivke izstopata odsek 23 in 31.

Invazivke v veliki vrstni pestrosti in številčnosti močno vplivajo na diverzitetu in številčnost avtohtonih vrst, na interakcije med rastlinskimi in živalskimi vrstami ter na celoten ekosistem, zato bi bil potreben stalni nadzor populacij z omejevanjem. Na ta način

bi zmanjšali škodo in upočasnili širjenje na nova območja, vendar takšni ukrepi zahtevajo velik napor in precejšna finančna sredstva. Pri posamičnih vrstah v majhnih sestojih so ukrepi odstranitve še enostavni in finančno sprejemljivi, so pa mnogokrat neuspešni (Kus Veenvliet in Humar, 2011).

Na območju Tržiške Bistrice je praktično nemogoča odstranitev vrst, ki se nahajajo v gostih sestojih na številnih lokacijah, in sicer češkega dresnika, kanadske zlate rozge, robinije in suličastolistne nebine. Češki dresnik in kanadska zlata rozga imata učinkovit reprodukcijski sistem, zaradi česar bi odstranitev zahtevala veliko napora. Z redno košnjo bi verjetno le zmanjšali gostoto sestojev, težko pa bi ju v celoti odstranili. Robinijo bi se sicer dalo odstraniti z rednim žaganjem, a bi zato potrebovali velika finančna sredstva, suličastolistno nebino pa z rednim puljenjem in ponavljajočo večletno košnjo. Odstranitev invazivnih vrst rastlin vzdolž Tržiške Bistrice, ki se nahajajo v manjših sestojih ali le posamično na nekaterih lokacijah, je enostavnejša in finančno spremenljiva. Octovec in pajesen, ki sta bila verjetno posajena v okrasni namen, bi enostavno odstraniti z žaganjem, nekaj osebkov novoanglijske nebine, ki smo jih našli le na eni lokaciji, bi le fizično odstranili, prav tako japonsko medvejko, ki se trenutno pojavlja le kot ubežnica z vrtov. Ostale vrste bi se dalo odstraniti z redno košnjo, v primeru izvajanja teh ukrepov za odstranitev invazivnih rastlinskih vrst pa bi bil nato potreben večleten monitoring teh območij za pravočasno ponovno ukrepanje.

6 SKLEPI

Postavili smo tri delovne hipoteze in prišli do naslednjih sklepov:

Hipotezo, pri kateri smo predvidevali, da bo zaradi spremenjenosti obrežnega pasu pestrost in pogostost invazivnih tujerodnih vrst na obrežju Tržiške Bistrice izredno velika, lahko potrdimo. Na območju Tržiške Bistrice smo s seznama TIV (tujerodnih invazivnih vrst) v Sloveniji našli 16 tujerodnih invazivnih taksonov rastlin: *Ailanthus altissima* (veliki pajesen), *Artemisia verlotiorum* (Verlotov pelin), *Aster lanceolatus* (suličastolistna nebina), *Aster novae-angliae* (novoanglijska nebina), *Erigeron annuus* (enoletna suholetnica), *Fallopia x bohemica* (češki dresnik), *Fallopia japonica* (japonski dresnik), *Helianthus tuberosus* (topinambur), *Impatiens glandulifera* (žlezava nedotika), *Impatiens parviflora* (drobnocvetna nedotika), *Parthenocissus quinquefolia* (navadna vinika), *Rhus typhina* (octovec), *Robinia pseudacacia* (robinija), *Solidago canadensis* (kanadska zlata rozga), *Solidago gigantea* (orjaška zlata rozga) in *Spiraea japonica* (japonska medvejka).

Pri drugi hipotezi smo predvidevali, da se bo pestrost in številčnost invazivnih tujerodnih rastlin po toku navzdol povečevala. Tudi to hipotezo lahko potrdimo. Povečevanje pestrosti in številčnost tujerodnih vrst na levem bregu prikazujejo slike 32, 33, 34 in 35, na desnem bregu pa slike 36, 37 in 38. V zgornjem delu vodotoka se invazivke nahajajo le posamično ali v zelo majhnih sestojih, naprej od mesta Tržič pa se začne pojavljati vse večje število invazivk, v vse večjih sestojih. V velikih gostih sestojih se pojavljajo kanadska zlata rozga, češki dresnik, robinija in na nekaterih odsekih suličastolistna nebina, posamično pa smo našli novoanglijsko nebino, orjaško zlato rozgo, octovec in pajesen. Vse ostale vrste so se pojavljale v manjših ali večjih sestojih.

Tretjo hipotezo, kjer smo predpostavili večjo pestrost in številčnost tujerodnih invazivnih rastlin na bolj spremenjenih predelih obrežnega pasu, kjer je bil vpliv človeka večji, lahko delno potrdimo. S kanonično korespondenčno analizo (CCA) smo ugotavljali odnos med pojavnostjo oziroma številčnostjo določene vrste in okoljskimi dejavniki. Na pojavljanje invazivnih tujerodnih rastlin na levem obrežnem pasu najbolj vplivajo hitrost vodnega toka in globina vode ter obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi, na desnem obrežnem

pasu pa na pojavnost vplivajo naslednji okoljski dejavniki: hitrost vodnega toka, višina obrežne vegetacije in brzice/tolmuni ali meandri. Pričakovali smo, da bo raba tal v zaledju po kanonični korespondenčni analizi imela večji vpliv na pojavnost in številčnost invazivnih vrst, vendar rezultati tega niso pokazali. Taksoni se večinoma pojavljajo pri srednjih vrednostih statistično značilnih spremenljivk (delno spremenjeno stanje), zato hipotezo lahko potrdimo delno.

7 VIRI

Anonymus, 2012. Definicija invazivna vrsta. Republika Slovenija. Ministrstvo za okolje in prostor. Delovna področja. Narava. Invazivne tujerodne vrste rastlin in živali. Definicije. http://www.arhiv.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/narava/invazivne_tujerodne_vrste_rastlin_in_zivali/definicije/ (24. maj 2012)

Bačič M. 2008. Enoletna suholetnica *Erigeron annuus*. Informativni list 6. <http://www.tujerodne-vrste.info/informativni-listi/INF6-enoletna-sucholetnica.pdf> (20. jul. 2012)

Bačič M. 2008. Topinambur *Helianthus tuberosus*. Informativni list 8. <http://www.tujerodne-vrste.info/informativni-listi/INF8-topinambur.pdf> (20. jul. 2012)

Bačič M. 2008. Veliki pajesen *Ailanthus altissima*, Informativni list 3, <http://www.tujerodne-vrste.info/informativni-listi/INF3-veliki-pajesen.pdf> (15. jun. 2012)

Bravničar D., Jogan N., Knapič V., Kus Veenvliet J., Ogorelec B., Skoberne P., Tavzes B., Bačič T., Frajman B., Veenvliet P. 2009. Tujerodne vrste v Sloveniji, zbornik s posveta. Kus Veenvliet J. (ur.). Ljubljana: 85 str.

Brochmann, C. et al. (2004) Polyploidy in Arctic plants. *Biological Journal of the Linnean Society*. 82, 521–536

Cousens, R. & Mortimer, M. (1995) Dynamics of weed populations. Cambridge University Press, Cambridge

Crawley M.J. 1989. Insect herbivores and plant population dynamics. *Annual Review of Entomology* 34: 531–564

Črepinšek Z, Kajfež Bogataj L. 2005. Modeliranje fenološkega razvoja pri rastlinah. *Acta agriculturae Slovenica*. 85 (2.11.2005): 263-281

Dolšina P. 2012. Razširjenost in zastopanost tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst v obrežnem pasu reke Ljubljanice: diplomsko delo. (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana. Samozal.: 72 str.

Elton C.S. 1985. The ecology of Invasions by Animals and Plants. London. 196 str.

Frajman B. 2008. Japonski dresnik *Fallopia japonica*. Informativni list 1.

<http://www.tujerodne-vrste.info/informativni-listi/INF1-japonski-dresnik.pdf> (20. jul. 2012)

Frajman B. 2008. Žlezava nedotika *Impatiens glandulifera*. Informativni list 4.

<http://www.tujerodne-vrste.info/informativni-listi/INF4-zlezava-nedotika.pdf> (20. jul. 2012)

Gerčer A. 2009. Problematika širjenja invazivnih tujerodnih vrst na obrežjih rek. Ekolist , Revija o okolju 06 : 45-47

Gradišar B. 1997. Regionalna geografija občine Tržič: diplomsko delo (UL, FF, Oddelek za geografijo). Ljubljana. Samozal: 305 str.

Groves, R.H. (1986) Invasion of mediterranean ecosystems by weeds. Resilience in Mediterranean-Type Ecosystems: 129–145

Henderson S., Dawson T. P., Whittaker R. J. 2006. Progress in invasive plants research. Progress in Physical Geography 30: 25-46

Heywood V., Brunel S. 2008. Kodeks ravnanja z invazivnimi tujerodnimi vrstami v hortikulturi. Konvencija o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov. Stalni odbor. 28. seja. Strasbourg. 24.-27. nov. 2008: 31 str.

http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/dokumenti/kodeks_ravnanja_v_hortikulturi.pdf (20.jul. 2012)

Hierro J. L., Maron J.L., Callaway R. M. 2005. A biogeographical approach to plant invasions: the importance of studying exotics in their introduced and native range. *Journal of Ecology* (2005) 93: 5-15

Jež A. 2009. Zamenjave invazivnih rastlinskih vrst z neinvazivnimi. Študija v sklopu projekta Invazivne tujerodne vrste – prezrta grožnja (projekt Thuja): 18 str.

Jogan N. 2000. Neofiti – rastline pritepenke. *Proteus* 1/63: 31-36

Jogan N. 2007. Poročilo o stanju ogroženih rastlinskih vrst, stanju invazivnih vrst ter vrtnega bogastva s komentarji. Agencija RS za okolje. Ljubljana: 7-10

Jogan N. 2008. Japonska medvejka *Spiraea japonica*. Informativni list 2, <http://www.tujerodne-vrste.info/informativni-listi/INF2-japonska-medvejka.pdf> (17. jun. 2012)

Kus Veenvliet J., Veenvliet P., Bačič T., Frajman B., Jogan N., Lešnik M., Kebe L. 2009. Tujerodne vrste, priročnik za naravovarstvenike. Kus Veenvliet J. (ur.). Zavod Symbiosis. Ljubljana: 47. str

Kus Veenvliet J., Humar M. 2011. Tujerodne vrste na zavarovanih območjih. Poročilo o aktivnosti za krepitev zmogljivosti v sklopu projekta WWF zavarovana območja v dinarski regiji http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/okolje/pdf/invazivke/tujerodne_vrste_zavarovana_obmocja_kus_veenvliet.pdf (20. jul. 2012)

Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Turk B., Vreš B., Ravnik V., Frajman B., Stregulc Krajšek S., Trčak B., Bačič T., Fisher M.A., Eler K., Surina B. 2007. Mala flora Slovenije. 4. izdaja. Ljubljana. Tehniška založba Slovenije : 967 str.

Muzik M. 2009. Sonaravno fizičnogeografsko vrednotenje Tržiške Bistrice: diplomsko delo. (UL, FF, Oddelek za geografijo). Ljubljana. Samozal: 89 str.

Petersen R. C. 1992. The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental Inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology* 27: 295-306

Prentis P. J., Wilson J. R. U., Dormontt E. E., Richardson D. M., Lowe A. J. 2008. Adaptive evolution in invasive species. *Trends in Plants Science*. Vol. 13. No. 6: 287-294

Rakar K. 2010. Analiza odvisnosti turističnega povpraševanja od podnebja – primer Slovenije: magistrsko delo. (UL, ekonomska fakulteta). Ljubljana. Samozal.: 66 str.

Soltis, P.S. and Soltis, D.E. (2000) The role of genetic and genomic attributes in the success of polyploids. *The National Academy of Sciences*. U. S. A. 97, 7051–7057

Strgulc Krajšek S. 2008. Kanadska zlata rozga *Solidago canadensis*. Informativni list 5a. <http://www.tujerodne-vrste.info/informativni-listi/INF5a-kanadska-zlata-rozga.pdf> (20. jul. 2012)

Strgulc Krajšek S., Jogan N. 2011. Rod *Fallopia* Adans. v Sloveniji – The genus *fallopia* Adans. in Slovenia. *Hladnikia* 28: 17-40

Tavzes B. 2009. Problematika invazivnih tujerodnih vrst. Posvet »Invazivne tujerodne vrste – kako ukrepati« (20. maj 2009)
http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/invazivke/22maj09_tavzes.pdf (15. jun. 2012)

ter Braak C. J. F., Verdonschot P. F. M. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences* 57/3: 153-187

ter Braak C. J. F., Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User`s Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca. NY. USA.
http://www.pri.wur.nl/NR/rdonlyres/1A441CBA-07D6-4981-B9A4-E11F428E1CBF/48050/terBraak2002canoco45manual_permutation.pdf (13. jun. 2012)

Thuja 2. 2012. Ukrepi. Zakonodajni mehanizmi. Mednarodni mehanizmi.

<http://www.tujerodne-vrste.info/ukrepi/zakonodajni-mehanizmi/mednarodni-mehanizmi/>
(20. jul. 2012)

Tickner D. P., Angold P.G., Gurnell A.M., Mountford J.O. 2001. Riparian plant invasions: Hydrogeomorphical control and ecological impact. *Progress in Physical Geography* 25,1: 22-52

Toman M. J., Urbanič G. 2003. Varstvo celinskih voda. Scripta za predavanja. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Oddelek za biologijo: 94 str.

Tretjak R. 2009. Regulacija vodotokov v Sloveniji in škoda na biološki raznovrstnosti. Visoka šola za varstvo okolja. Okoljska sociologija. Mislinja: 11 str.

http://vsvo.velenje.si/img/2010030151_232ki%20raznovrstnosti.pdf (20.8.2012)

Verovnik R., Čelik T., Grobelnik V., Šalamun A., Sečen, T., Govedič M. 2009. Vzpostavitev monitoringa izbranih ciljnih vrst metuljev. Končno poročilo – III. Mejniki: 133-150

http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/Metulji_monitoring_koncno_08-09_2.pdf
(17. jun. 2012)

Vrezec A. 2011. Invazijski procesi tujerodnih vrst s primeri iz Slovenije. Povezanost procesov- Mednarodni posvet Biološka znanost in družba. Zbornik prispevkov. Ljubljana. 6.-7. okt. 2011. Vičar M., Kregar S. (ur.): 138-151

Wielgolaski F.E. 2001. Phenological modifications in plants by various edaphic factors. *International Journal of Biometeorology*, 45: 196-202.

Wilson J. R.U., Dormontt E. E., Prentis P. J., Lowe A. J., Richardson D. R. 2009. Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends in Ecology and Evolution*. Vol.24. No.3: 136-144

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so mi na kakršen koli način pomagali in me spodbujali pri pisanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Alenki Gaberščik za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela, za potrpežljivost in vso pozitivno energijo tekom raziskave ter spodbudo pri pisanju diplomskega dela.

Za vse popravke in dodatne nasvete se zahvaljujem recenzentu doc. dr. Igorju Zelnik in predsednici doc. dr. Martini Bačič.

Posebna zahvala gre fantu Simonu Papler za vso podporo tekom celotnega študija, za prenašanje mojih muh in za pomoč pri oblikovanju diplomskega dela.

Zahvaljujem pa se tudi mojim staršem, ki so mi s finančnimi sredstvi in vzpodbudo pomagali pri dokončanju študija in pa vsem prijateljicam in sošolkam za nepozabna študentska leta, za podporo in dobro voljo ves čas študija.

PRILOGE

Priloga A: Obrazec po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (Petersen, 1992). Priredile in dopolnile so ga Alenka Gaberščik, Maja Haler in Valentina Klenovšek Mavrič.

Datum:

Koordinate začetnega dela:

Koordinate končnega dela:

Hitrost vodnega toka

			Globina vodnega toka	
	I	ni viden	skoraj stoječ, vrtinec	0-30 cm
	II	komaj viden	tok zelo šibek, vendar viden	30-100 cm
	III	počasi tekoč	tok viden, površina vode gladka	>100 cm
	IV	hitro tekoč	voda srednje razburkana	
	V	deroč	voda razburkana	
	VI	hudourniški	voda zelo razburkana	

Raba zemljišča neposredno za obrežno vegetacijo

	Nespremenjena (prvotna), sestoji gozda, naravna mokrišča, in/ali močvirja
	Izmenjavanje pašnih površin, gozdov in močvirij, nekaj obdelovalnih površin
	Izmenjavanje obdelovalnih (polj) in pašnih površin /Zemljišče je v fazi zaraščanja
	Prevladujejo obdelovalne površine in posamezne hiše
	Urbane površine

Širina cone obrežne vegetacije od roba struge do polj

	Poplavna obrežna ali gozdna vegetacija > 30 m širine
	Poplavna obrežna ali gozdna vegetacija od 5 do 30 m širine
	Poplavna obrežna ali gozdna vegetacija od 1 do 5 m širine
	Poplavne obrežne ali gozdne vegetacije ni

Sklenjenost obrežne vegetacije

	Sklenjena obrežna vegetacija
	Prekinitve se pojavljajo na razdaljah več kot 50 m
	Prekinitve pogoste vsakih 50 m
	Prekinitve na manj kot vsakih 50 m

Obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi

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

Oblika struge (RCE)

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

se nadaljuje...

Obrazec po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (Petersen, 1992).
Priredile in dopolnile so ga Alenka Gaberščik, Maja Haler in Valentina Klenovšek Mavrič: nadaljevanje

Spremembe rečne struge in obrežja (podobno kot breg)	
	Naravna
	Poglobljena/ razširjena
	jezovi iz naravnih materialov
	umetni jezovi (betonirani)

Struktura bregov (RCE)	
	Stabilna, iz skal in zemlje, čvrsto utrjena s travo, grmičevjem in drevesnimi koreninami
	Čvrsta bregova, vendar rahlo utrjena z koreninami travi in grmičevja
	Bregova iz rahle zemlje, ki jo zadržuje skromna plast trave in grmičevja
	Nestabilna bregova iz rahle zemlje ali peska, ki se hitro premakneta

Vrsta posegov v rečni breg	
	Ni vidnih posegov v rečni breg
	Spremenjen breg v prečni smeri
	Kamnita utrditev vzdolž reke
	Betonska utrditev vzdolž reke
	Drugo:

Spodjedanje bregov (RCE)	
	Spodjedanja ni
	Zajedanje le na zavojih in ožinah
	Pogosto zajedanje, spodjedanje bregov in korenin
	Močno spodjedanje in rušenje

Brzice in tolmeni ali meandri (RCE)	
	Izraziti, na razdalji 5 do 7-kratne širine vodotoka
	Nepravilno razporejeni
	Dolgi tolmeni, ki ločujejo kratke brzice, odsotnost meandrov
	Odsotnost meandrov in brzic ali tolmunov ali pa je vodotok kanaliziran

Vodna vegetacija (RCE)	
	Če je prisotna - sestoji iz mahu in zaplat alg
	Alge prevladujejo v tolmunih, vaskularne rastline pa vzdolž roba
	Prisotnost zaplat alg, nekaj vaskularnih rastlin, malo mahu
	Vaskularne rastline prevladujejo v strugi

Višina obrežne vegetacije	
	Prevladujejo zelišča do 1 m
	Nizkorasle rastline z grmičevjem do 2,5 m
	Drevesa in grmičevje do 4 m
	Drevesa nad 4 m

se nadaljuje...

Obrazec po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (Petersen, 1992).
 Priredile in dopolnile so ga Alenka Gabersčik, Maja Haler in Valentina Klenovšek Mavrič: nadaljevanje

Izraba tal v zaledju	
	Zaledje poraslo z gozdom in/ali močvirji
	Košeni travniki/pašniki, gozdovi/močvirja malo obdelovalnih površin
	Obdelovalne površine, košeni travniki/pašniki, posamezne hiše
	Prevladujejo obdelovalne površine ali strnjeno urbano območje (hiše,tovarne)

Prevladujoče rastline obrežnega pasu

Drugo/Posebne značilnosti (popis vrst)

Invazivne vrste

Prisotnost invazivnih rastlin v obrežnem pasu	
	Invazivnih rastlin ni
	Rastline se pojavljajo posamično, prisotna največ 1 vrsta
	Nestrnjeni sestoji invazivnih rastlin/ več vrst invazivnih rastlin
	Invazivne rastline prevladujoče, pojavlja se mnogo vrst v strnjenih sestojih

Pojavljanje invazivnih vrst glede na del obrežnega pasu (za vse)	
	Se ne pojavljajo
	Pojavljajo se v sklenjenem pasu neposredno ob vodi
	Pojavljajo se posamično ali med/na vegetacijo/-i
	Strnjeni sestoji rastlin po vsej širini obrežnega pasu

POSAMEZNA INVAZIVNA VRSTA, KI JO POPISUJEMO

Ime vrste	
Višina rastlin	

Fenološka faza	
	Zgodnja vegetativna faza
	Pozna vegetativna faza
	Začetek cvetenja (cvetovi še nepopolnoma razviti)
	Pozno cvetenje (že razvidna tvorba plodov in semen)
	Plodenje
	Zrelost, semena že odpadajo, rastlina odmira

Pogostost vrste	
	Posamična največ 5 primerkov (razpršeno)
	Redka, največ 20 primerkov (majhni sestoji)
	Pogosta rastlina, pojavlja se v večjih sestojih
	Prevladujoča vrsta, ki se pojavlja v velikih strnjenih sestojih

Ocena pokrovnosti rastlin po Braun- Blanquet-u	
	0-5% (ali posamično)
	5-25%
	25-50%
	51-75%
	75-100%

se nadaljuje...

Obrazec po spremenjeni metodi ekomorfološkega vrednotenja vodotokov indeksa RCE (Petersen, 1992).
Priredile in dopolnile so ga Alenka Gaberščik, Maja Haler in Valentina Klenovšek Mavrič: nadaljevanje

Vitalnost rastlinske vrste	
	Rastline zelo vitalne
	Rastline so zmerno vitalne
	Propadajoče vrste

Življenjska oblika rastline (nekam dodati ovijalka)	
	Enoletnica
	Dvoletnica
	Večletnica
	Zelnata trajnica
	Lesnata rastlina

Pojavljanje invazivnih vrst glede na del obrežnega pasu (za vse) – sociološka ocena	
	Pojavljajo se v sklenjenem pasu neposredno ob vodi
	Pojavljajo se posamično med ali na vegetaciji
	Pojavljajo se med obrežno vegetacijo in travnikom/obdelovalno površino/potjo
	Strnjeni sestoji rastlin po vsej širini obrežnega pasu