

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Lucija BATIČ

**SEMENSKA BANKA PELINOLISTNE ŽVRKLJE NA
RAZLIČNIH RASTIŠČIH V SLOVENIJI**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Lucija BATIČ

**SEMENSKA BANKA PELINOLISTNE ŽVRKLJE NA RAZLIČNIH
RASTIŠČIH V SLOVENIJI**

MAGISTRSKO DELO

**SEED BANK OF COMMON RAGWEED ON DIFFERENT
LOCATIONS IN SLOVENIA**

M. SC. THESIS

Ljubljana, 2013

Magistrsko delo je zaključek univerzitetnega študija Ekologija in biodiverzitetna na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Praktično delo je bilo opravljeno na terenu in v laboratorijih Katedre za botaniko in fiziologijo rastlin Oddelka za biologijo.

Komisija za študijske zadeve Oddelka za biologijo BF je dne 3. 2. 2012 sprejela temo magistrskega dela. Za mentorja magistrskega dela je imenovala doc. dr. Simono Strgulc Krajšek, za recenzenta pa prof. dr. Jerneja Jogana.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: doc. dr. Martina BAČIČ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Simona STRGULC KRAJŠEK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Jernej JOGAN

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 23. december 2013

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

Lucija Batič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du2
- DK UDK 581.96:581.3(043.2)=163.6
- KG *Ambrosia artemisiifolia*/talna zaloga semen/viabilnost/število plodov/rastišča/dormanca
- AV BATIČ, Lucija, diplomirana biologinja (UN)
- SA STRGULC KRAJŠEK, Simona (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
- LI 2013
- IN SEMENSKA BANKA PELINOLISTNE ŽVRKLJE NA RAZLIČNIH RASTIŠČIH V SLOVENIJI
- TD Magistrsko delo
- OP X, 70 str., 10 pregl., 31 sl., 52 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Poznavanje dinamike talne zaloge semen v Sloveniji pogoste tujerodne rastline, pelinolistne žvrklje (*Ambrosia artemisiifolia*), se zdi ključnega pomena pri zagotavljanju njenega trajnega odstranjevanja z zemljišč, kar je zaradi izrazitega negativnega vpliva na okolje in človeka, določeno tudi z zakonom. Zaradi tvorbe velike količine plodov, ki se kopičijo v talni zalogi semen, je njeno odstranjevanje oteženo. V raziskavi smo primerjali talno zalogo semen pelinolistne žvrklje na 2 ruderalnih in 2 obcestnih rastiščih. Na enem ruderalnem rastišču smo vzorčili 2 zaporedni leti z vmesnim odstranjevanjem žvrklje. Plodove smo iz talnih vzorcev izločili s sejanjem in s pomočjo sladkorne raztopine ter njihovo viabilnost testirali s tetrazolijevo metodo. Na lokaliteti z vmesnim odstranjevanjem je bilo število plodov v talni zalogi semen po enem letu manjše, manjši pa tudi delež viabilnih semen. Talna zaloga semen na obcestnem rastišču z visoko gostoto rastlin v letu pred vzorčenjem je velika, viabilnost pa izmed vseh vzorcev najvišja (69 %). Na rastiščih ob visoko prometnih cestah pa je 20-38 % več semen na m² kot ob manj prometnih. Vzorci ruderalnih rastišč imajo v splošnem manjšo talno zalogo semen kot obcestna rastišča. Primerjalno je v zgornjih plasteh tal ruderalnih rastišč več plodov kot v spodnjih. V morebitne nadaljnje raziskave bi bilo smiselno vključiti podatke iz rastišč žvrklje ob njivah. Predlagamo, da se v prihodnje namesto izraza »semenska banka« uporablja izraz »talna zaloga semen«.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Du2
- DC UDK 581.96:581.3(043.2)=163.6
- CX *Ambrosia artemisiifolia*/seed bank/viability/number of seeds/habitat/dormance
- AU BATIČ, Lucija
- AA STRGULC KRAJŠEK, Simona (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
- PY 2013
- TI SEED BANK OF COMMON RAGWEED ON DIFFERENT LOCATIONS IN SLOVENIA
- DT M. Sc. Thesis
- NO X, 70 p., 10 tab., 31 fig., 52 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Knowledge about the dynamics of soil seed bank of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), which is common invasive alien species in Slovenia, seems to be crucial for manegment and its eradication. Due to a significant negative impact on the environment and human, its removal is obligatory and regulated by law. Its removal is difficult due to the high production of achenes that accumulate in the soil SS. In this study, we compared the soil seed bank of common ragweed in 2 road banks and two wastelands. There was two-year in the row sampling at one road bank location, with intermediate removing of the ragweed. The achenes were separated from soil by sieving and flotation with sugar solution and their viability tested with tetrasolium method. On the locality, where the ragweed was removed, the number of achenes in soil seed bank was reduced, and less seeds were viable. Soil seed bank on the plot with a high density of plants in the year prior of sampling was large and with the highest viability (69 %). In general there were smaller seed bank on the wastelands than on the road banks. There was 20-38 % more seeds per m² on the road bank of heavy traffic roads, than on road banks with less traffic. There were more achenes in the top layers of road bank than in the lower soil layers. In any further research it would be significant to include data from field crops invaded by ragweed. We suggest that in the future term seed bank "semenska banka" is replaced with soil seed stock "talna zaloga semen".

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
1. UVOD	1
2. PREGLED OBJAV	3
2.1 PROBLEMATIKA INVAZIVNIH TUJERODNIH VRST	3
2.1.1 Definicije.....	3
2.1.2 Vplivi invazivnih tujerodnih vrst	3
2.2 PELINOLISTNA ŽVRKLJA (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	4
2.2.1 Umestitev v sistem	5
2.2.2 Morfološka oznaka vrste.....	5
2.2.3 Biologija pelinolistne žvrklje	6
2.2.4 Kaljivost semen pelinolistne žvrklje	7
2.3 PELINOLISTNA ŽVRKLJA KOT INVAZIVNA VRSTA	9
2.3.1 Naravno območje razširjenosti pelinolistne žvrklje	9
2.3.2 Zgodovina širjenja v Evropi	11
2.3.3 Zgodovina širjenja v Sloveniji	12
2.3.4 Vpliv na biodiverzitetu	14
2.3.5 Vpliv na gospodarstvo	14
2.3.6 Vpliv na zdravje.....	14
2.3.7 Zakonodaja	15
2.3.8 Načini zatiranja	15
2.4 TALNA SEMENSKA BANKA.....	16
2.4.1 Analize vzorcev talne zaloge semen	17
2.4.2 Ekstrakcija semen iz talnih vzorcev	17
2.5 TESTIRANJE VIABILNOSTI SEMEN	18
2.5.1 Tetrazolijev test.....	18
2.5.2 Kalitveni test	19

2.7 NAMEN NALOGE	19
2.7.1 Hipoteze	20
3. MATERIAL IN METODE	21
3.1 DELO NA TERENU - VZORČENJE	21
3.1.1 Vzorčna mesta	21
3.1.2 Vzorčenje	24
3.2 LABORATORIJSKO DELO	26
3.2.1 Sejanje vzorcev	26
3.2.2 Testiranje metode ločevanja plodov žvrklje s sladkorno raztopino	27
3.2.3 Metode ločevanja plodov žvrklje s sladkorno raztopino	29
3.2.4 Štetje	30
3.2.5 Testiranje viabilnosti	31
3.2.6 Analiza rezultatov	32
4. REZULTATI	33
4.1 MASA VZORCEV	33
4.1.1 Vzorčni mesti na ruderalnih rastiščih ob železniški progi	33
4.1.2 Vzorčni mesti na cestnem robu	35
4.2 ŠTEVILO PLODOV PELINOLISTNE ŽVRKLJE	38
4.2.1 Primerjava števila plodov med vzorčnimi mesti	38
4.2.2 Primerjava števila plodov med velikostnimi frakcijami	40
4.2.3 Primerjava števila plodov med sloji	41
4.2.4 Podobnejši pregled števila plodov po vzorčnih mestih	43
4.3 VIABILNOST SEMEN PELINOLISTNE ŽVRKLJE	47
5. RAZPRAVA	53
5.1 MASA VZORCEV	53
5.2 ŠTEVILO PLODOV PELINOLISTNE ŽVRKLJE V TLEH	53
5.2.1 Primerjava obcestnih rastišč	53
5.2.2 Primerjava ruderalnih rastišč ob železniški progi	56
5.3 VIABILNOST	58
5.4 PREGLED ZASTAVLJENIH HIPOTEZ	60
5.5 KAJ BI NAREDILI DRUGAČE?	61
6 SKLEPI	63
7 POVZETEK	64

8 VIRI	66
---------------------	-----------

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

Pregl. 1: Pregled vzorcev po vzorčnih mestih.....	25
Pregl. 2: Rezultati testiranja metode ločevanja plodov pelinolistne žvrklje s pomočjo raztopine saharoze.....	28
Pregl. 3: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorčne ploskve na lokaliteti A01 (Ljubljana – Železniški muzej).....	33
Pregl. 4: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorčne ploskve na lokaliteti A02 (Laze).....	34
Pregl. 5: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorce pobiranja – Mojstrana.....	36
Pregl. 6: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorce pobiranja – Kal-Koritnica 2010.....	37
Pregl. 7: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorce pobiranja – Kal-Koritnica 2011.....	37
Pregl. 8: Število plodov pelinolistne žvrklje in njihov delež na posameznih lokalitetah.....	39
Pregl. 9: Viabilnost semen glede na lokacije in v primerjavi s številom celih semen.....	47
Pregl. 10: Število kalic s posameznih vzorčnih ploskev pred sejanjem vzorca – Mojstrana.....	51

KAZALO SLIK

Sl. 1: <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. (avtor: Jens Christian Schou, vir: Buttenschøn in sod., 2008-2009: 10)	6
Sl. 2: Zemljevid razširjenosti pelinolistne žvrklje (vir: Meusel in Jäger, 1992)	10
Sl. 3: Zemljevid razširjenosti cvetnega prahu pelinolistne žvrklje konec septembra leta 2012 (vir :Pollen load map..., 2012)	12
Sl. 4: Zemljevid razširjenosti vrste v Sloveniji (vir: http://www.bioportal.si/ , dostop do strani 3. dec. 2013)	13
Sl. 5: Ljubljana, Železniški muzej – označeno je mesto vzorčenja (vir posnetka iz zraka: Atlas okolja, 13. jul. 2013)	21
Sl. 6: Laze pri Dolskem – označeno je mesto vzorčenja (vir posnetka iz zraka: Atlas okolja, 13. jul. 2013).....	22
Sl. 7: Mojstrana – označeno je mesto vzorčenja (vir posnetka iz zraka: Atlas okolja, 13. jul. 2013).....	23
Sl. 8: Lokacija Kal-Koritnica – označeno je mesto vzorčenja (vir posnetka iz zraka: Atlas okolja, 13. jul. 2013).....	24
Sl. 9: Serija 6 sladkornih raztopin (levo), ločevanje vzorcev (sredina) in pobrani material s semeni v petrijevkah (desno) (foto: L. Batič).....	30
Sl. 10: Plodovi pelinolistne žvrklje pod lupo, vidna značilna konica (levo), ter vsi plodovi vzorca v petrijevki (desno) (foto: L. Batič)	31
Sl. 11: Mikrotitrne plošče s plodovi po 24 urah v 1 % tetrazolijevem kloridu (foto: L. Batič)	32
Sl. 12: Masa posameznih vzorcev zgornjega in spodnjega sloja na lokaliteti A01 (Ljubljana – Železniški muzej) – ločeno glede na frakcije, ki vsebujejo plodove (G, V), ter tiste, v katerih plodov nismo pričakovali (K in D).....	34
Sl. 13: Masa posameznih vzorcev zgornjega in spodnjega sloja ploskve na lokaliteti A02 (Laze) – ločeno glede na frakcije (G, V), ki vsebujejo plodove, ter tiste (K in D), v katerih plodov nismo pričakovali	35
Sl. 14: Masa posameznih vzorcev vzorčenja iz Mojstrane – ločeno glede na frakcije (G, V), ki vsebujejo plodove pelinolistne žvrklje, ter tiste (K in D), kjer plodov nismo pričakovali	36
Sl. 15: Mase frakcij G (0,63-2,5 mm) in V (2,5-5 mm) brez preostalega materiala – Kal-Koritnica 2010	37
Sl. 16: Mase posameznih vzorcev glede na frakcije (G, V, K in D) – Kal-Koritnica 2011 38	

Sl. 17: Primerjava deleža plodov velikostnega razreda med 0,63 in 2,5 mm (frakcija G) ter med 2,5 in 5 mm (frakcija V) z različnih vzorčnih mest. *Na lokaliteti Mojstrana kalice v število plodov niso vključene.....	40
Sl. 18: Primerjava števila plodov v različnih frakcijah pri vzorcih z vseh analiziranih vzorčnih ploskev.....	41
Sl. 19: Primerjava med dvema lokacijama glede na globino in frakcijo v odstotkih.....	42
Sl. 20: Primerjava števila plodov v različnih slojih pri vzorcih z vzorčnih mest A01 in A02.....	42
Sl. 21: Deleži plodov pelinolistne žvrklje glede na globino in frakcijo na vzorčnem mestu A01-Ljubljana.....	44
Sl. 22: Deleži plodov pelinolistne žvrklje glede na globino in frakcijo na vzorčnem mestu A02- Laze.....	45
Sl. 23: Deleži plodov pelinolistne žvrklje glede na frakcijo na vzorčnem mestu A05 – Mojstrana.....	46
Sl. 24: Deleži plodov pelinolistne žvrklje glede na frakcijo na vzorčnem mestu A03 – Kal-Koritnica 2010.....	46
Sl. 25: Delež viabilnih semen na posameznih lokacijah glede na število prešteti celih plodov.....	48
Sl. 26: Delež kalic, viabilnih in neviabilnih semen na lokaciji Ljubljana.....	48
Sl. 27: Število neviabilnih in viabilnih semen glede na globino – Ljubljana.....	49
Sl. 28: Delež viabilnih in neviabilnih semen v celotnem vzorcu – Laze.....	50
Sl. 29: Število neviabilnih in viabilnih semen glede globino vzorčenja – Laze.....	50
Sl. 30: Število rastlin, kalic, viabilnih in neviabilnih semen glede na frakcije v vzorcih – Mojstrana.....	51
Sl. 31: Število viabilnih in neviabilnih semen v celotnem vzorcu ločenih po velikosti: Kal-Koritnica 2010.....	52

1. UVOD

Človek vse bolj posega v naravo in ekosisteme. Na eni strani to poseganje pomeni spremembo samega okolja, na drugi strani pa pomeni spremembo v zastopanosti vrst v ekosistemih. Zaradi porušenega ravnotežja v ekosisteme vedno pogosteje vdirajo in se uspešno udomačujejo invazivne tujerodne vrste. Zaradi vse večje globalizacije je širjenje teh vedno hitrejše in tako predstavljajo svetovni problem, saj povzročajo upadanje biodiverzitete. Poleg tega vse te spremembe nimajo le bioloških posledic, ampak to vedno bolj vpliva tudi na kakovost življenja človeka, saj invazivne vrste pogosto povzročajo tudi škodo v gospodarstvu in vplivajo na zdravje ljudi (Buttenschøn in sod., 2008-2009, Jogan in sod., 2012).

Pelinolistna žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia*) spada v družino nebinovk in se skupaj s še dvema vrstama iz rodu *Ambrosia* L. vse pogosteje pojavlja v Sloveniji. Izhaja iz Severne Amerike, kjer prav tako predstavlja problem tako za zdravje, kot tudi v kmetijstvu. V Evropo se je razširila ravno s pridelki uvoženimi iz »okuženih« območij (Buttenschøn in sod., 2008-2009). Prvič je bila opažena v Franciji v 19. stoletju (Essl in sod., 2009), v Sloveniji pa so bili prvi primerki najdeni v sredini 20. stoletja (Wraber, 1983). Od takrat se je uspešno širila tako v Evropi, kot tudi v Sloveniji, predvsem ob cestah, železniških progah, kjer jo je uspešno razširil človek. Vse pogosteje pa jo najdemo na vseh ruderalnih rastiščih, kjer ustvarja goste sestoje (Šilc, 2006; Jogan in sod., 2011).

Njena uspešnost je povezana predvsem z biologijo te rastline. Je vetrocvetna enoletnica, z moškimi in ženskimi socvetji na isti rastlini. Iz ženskih cvetov se razvijejo plodovi, ki so dokaj težki enosemnski oreški, v katerih je eno samo seme (Basset in Crompton, 1975). Ker ti oreški nimajo posebnih struktur za razširjanje, je glavna strategija tvorjenje čim večjega števila dolgoživih semen, ki se kopičijo pod rastlino v tleh in tako predstavljajo talno zalogo semen (semensko banko), iz katere se populacije lahko obnavljajo tudi do 40 let (Darlington, 1921). Ker so ta območja navadno motena, pa so razvile poseben način kalitve semen, tako da imajo primarno in sekundarno dormanco, ki jim omogoča še uspešnejše ohranjanje vrste na vseh tipih motenih območij (Basset in Crompton, 1975; Baskin M. J. in Baskin C. C., 1977; 1980).

Ena izmed invazivnih tujerodnih vrst je tudi pelinolistna žvrklja, ki spreminja predvsem raste ruderalnih rastišč, kjer kot uspešna pionirska vrsta preraste celotno moteno območje in tako prepreči razrast domorodnih pionirskih vrst na rastišču (Šilc, 2006). Poleg tega je

tudi ena izmed najbolj človeku škodljivih invazivnih rastlin, saj resno ogroža zdravje vse več ljudi. Z veliko količino peloda, ki ga v poznoletnem in jesenskem času uspešno razširja, se povečuje število ljudi z alergijskimi reakcijami in drugimi simptomi astme in senenega nahoda (Tamarcaz in sod., 2005). Vedno pogosteje predstavlja tudi težave v kmetijstvu, saj so na kmetijskih površinah motnje stalne in to predstavlja ugodno okolje za rast žvrklje. Tako predvsem v Vzhodni Evropi, vse pogosteje pa tudi v Sloveniji, predstavlja vzrok za zmanjšanje pridelka in posledično zmanjšan gospodarski prirast (Buttenschøn in sod., 2008-2009).

Grožnja javnemu zdravju je tako velika, da je bil v Sloveniji sprejet zakonski predpis (Odredba o ukrepih..., 2010), ki določa obvezno odstranjevanje pelinolistne žvrklje. Poleg tega je za preprečitev nadaljnjega širjenja po Evropi stopila v veljavo tudi uredba Evropske Unije (Uredba komisije..., 2011), ki omejuje prisotnost plodov žvrklje v krmnih mešanicah za živali, kjer se le-ta pogosto pojavljajo.

Ker je ravno talna zaloga semen glavni razlog za ohranjanje populacij problematične žvrklje, smo v tej nalogi želeli preveriti kakšna je dejanska številčnost semen na določenih območjih s potrjeno prisotnostjo te vrste. Želeli smo tudi preveriti, če večletno odstranjevanje vpliva na talno zalogo semen te vrste. Tako bi pridobili podatke, ki bi nam potrdili ali ovrgli uspešnost odstranjevanja. Ker raziskav na področju talnih zalog semen pri nas še ni narejenih, bi nam taki podatki prišli prav pri načrtovanju odstranjevanja in uspešnemu boju s pelinolistno žvrkljo.

2. PREGLED OBJAV

2.1 PROBLEMATIKA INVAZIVNIH TUJERODNIH VRST

V zadnjih letih se pojem tujerodne vrste v javnosti vse pogosteje pojavlja in razprave o teh vrstah potekajo tako na svetovnem, evropskem in v zadnjih letih precej intenzivno tudi na državnem nivoju. Posebna pozornost pa se posveča problematiki invazivnih tujerodnih vrst, ki predstavljajo pereč problem. Kaj ti pojmi pomenijo?

2.1.1 Definicije

Tujerodne vrste rastlin so tiste, ki so se s pomočjo človekovega delovanja prenesle na nova območja. Delimo jih na arheofite in neofite. Arheofiti so rastline, ki so bile prenešene na tuje območje že pred več kot 500 leti, neofiti pa so rastlinske vrste, ki so bile prenešene v njim tuje kraje v zadnjih 500 letih (Jogan in sod., 2012).

Prva stopnja invazije je **vnos** rastline ali propagule, ki jo človek prenese preko večje geografske ovire. Naslednja faza je **naturalizacija** vrste. Ta je naturalizirana, ko premaga biotske in abiotske ovire za preživetje, ter premosti različne dejavnike, ki zavirajo razmnoževanje. O **invaziji** govorimo, ko se vnesene rastline uspešno razmnožujejo in imajo plodne potomce na območjih, kjer niso bile prvotno vnesene (Richardson in sod., 2000). Invazivne tujerodne vrste s svojim širjenjem in množičnim pojavljanjem povzročajo resne spremembe v strukturi in delovanju novonaseljenih naravnih habitatnih tipov (Jogan in sod., 2011).

2.1.2 Vplivi invazivnih tujerodnih vrst

Pojem invazivnost je vezan na tujerodne rastlinske vrste, ki so se v novem okolju udomačile, se hitro in uspešno širijo, ter spreminjajo zgradbo in delovanje prvotnega ekosistema domorodnih rastlin (Jogan in sod., 2012).

Najpomembnejše vplive tujerodnih vrst lahko razdelimo na naslednja skupine (Kus Veenvliet in Veenvliet, 2008):

1. vplivi na domorodne vrste (o tem podrobneje v nadaljevanju poglavja),
2. vplivi na ekosisteme (podrobnejši opis na to temo v nadaljevanju poglavja),
3. vplivi na zdravje ljudi,
4. vplivi na gospodarstvo.

Točki 3 in 4 sta podrobneje izpostavljeni na primeru pelinolistne žvrklje v poglavjih Vpliv na zdravje in Vpliv na gospodarstvo.

Na kakšne načine vplivajo invazivne tujerodne vrste na ekosisteme, opisuje Hejda in sod. (2009). Razlogi za upadanje biodiverzitete na posameznem območju, v katerega vdirajo invazivne tujerodne vrste, so odvisne od lastnosti teh, ter od karakteristik ekosistema. Ključni lastnosti invazivnih tujerodnih vrst, ki povzročata zmanjšanje diverzitete v določenem ekosistemu, sta višina rastlin in pokrovnost. Pomembna je razlika med višino in pokrovnostjo tujerodnih in domorodnih vrst določenega območja. V primeru, da je invazivna vrsta višja od domorodnih in dosega večjo pokrovnost na določenem območju kot domorodna, je to ključni dejavnik za uspešen vdor in posledično spreminjane vrstne sestave in enakomernosti razporeditve vrst. Zmožnost invazivne tujerodne vrste, da tvori enovrstne sestoje, njeno uspešnost in vpliv še dodatno poveča, saj tako zatire domorodno vegetacijo.

Reinhart in Callaway (2006) navajata, da je uspešnost tujerodnih invazivnih vrst povezana tudi s talno bioto. Razrast domorodnih vrst je regulirana s talno bioto, saj ta omejuje rast, reproduktivno uspešnost in preživetje rastline. Ker pa invazivne tujerodne vrste pogosto nimajo naravnih sovražnikov v novem okolju, je to ključna prednost, saj lahko brez omejitev, ki jih ustvarjajo škodljivci, povečajo svojo razrast in pogostost.

Tujerodne invazivne vrste predstavljajo svetovni problem predvsem zaradi upadanja biodiverzitete, poleg tega pa invazivne vrste navadno povzročajo tudi škodo v gospodarstvu in vplivajo na zdravje ljudi (Šilc, 2006; Buttenschøn in sod., 2008-2009; Jogan in sod., 2012).

Vse pogosteje se posledicam vnosa tujerodnih vrst ne moremo več izogniti, saj smo najpogosteje nemočni v boju proti tujerodnim vrstam, ki so dosegle stopnjo naturalizacije ali so že postale invazivne. Iskanje dolgoročnih rešitev torej žal ne iščemo več za iztrebljanje teh vrst, ampak le še za znosno sožitje z njimi (Jogan in sod., 2012).

2.2 PELINOLISTNA ŽVRKLJA (*Ambrosia artemisiifolia*)

Pelinolistna žvrklja je ena izmed tujerodnih vrst, ki se je tudi v Sloveniji dobro udomačila, naturalizirala in pozneje postala invazivna. Posledično pa predstavlja grožnjo prvotnim ekosistemom (Šilc, 2006).

2.2.1 Umestitev v sistem

Pelinolistna žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia*) spada v družino nebinovk - *Asteraceae* v rod *Ambrosia* L., katerega sestavlja okrog 40 vrst, ki so večinoma kozmopolitske (Mabberley, 2008). Poleg vrste *A. artemisiifolia* L., ki je razširjena po vsej Sloveniji, pri nas najdemo še vrsti *A. trifida* L. (trikrpata žvrklja) in *A. coronopifolia* Torr. & Gray (trajna žvrklja), ki pa nista tako razširjeni (Švigelj, 2007).

Večina vrst rodu *Ambrosia*, vključno s pelinolistno žvrkljo, izhaja iz Severne Amerike. Edina vrsta, ki naj bi imela izvor v Evropi, je *Ambrosia maritima* (morska ambrozija), katere izvorno rastišče naj bi bilo Sredozemlje (Mabberley, 2008).

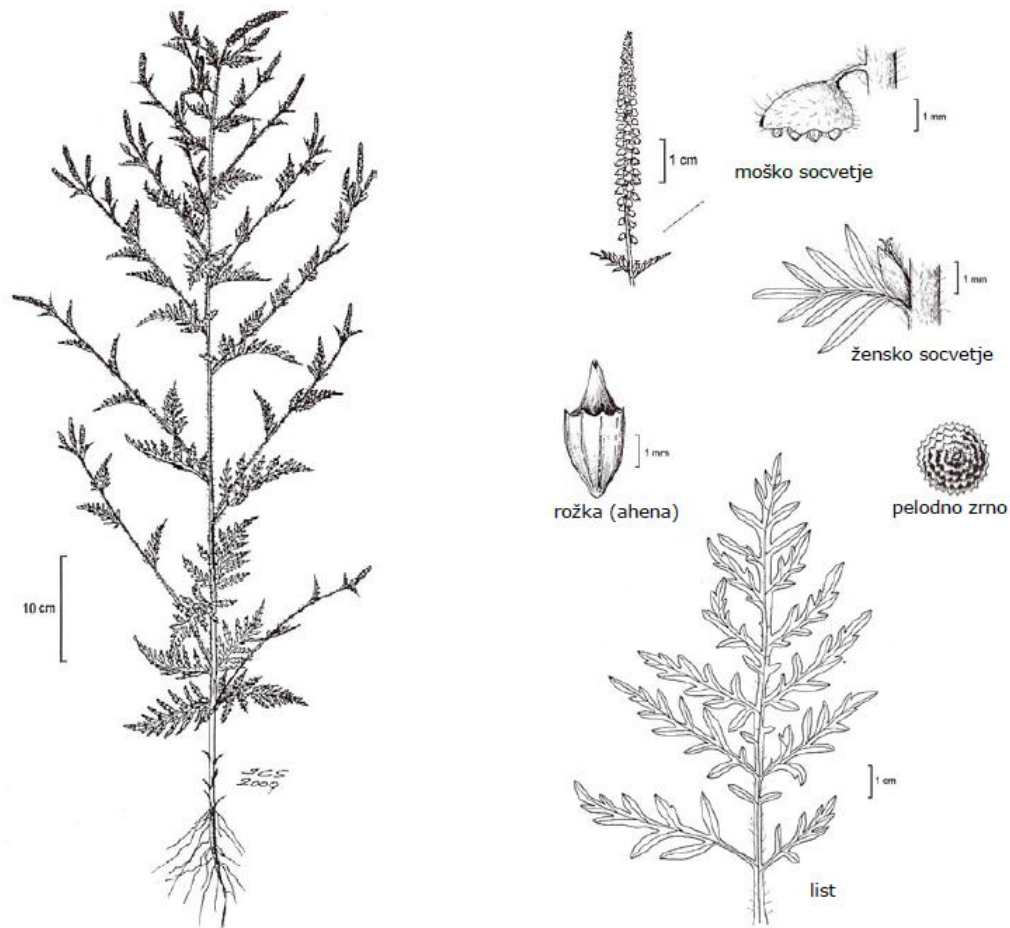
2.2.2 Morfološka oznaka vrste

Pelinolistna žvrklja je pokončna vetrocvetna enoletnica, visoka do 2 m. Stebla med posameznimi rastlinami zelo variirajo in sicer so lahko nerazvejana do grmičasto razvejana, gladka, hrapava, dlakava in rdečkasto obarvana. V prerezu so okrogla. Listi so kratkopecljati, pri večjih rastlinah so pri dnu navadno nasprotno, pri vrhu rastline pa premenjalno razvrščeni (Basset in Crompton, 1975). Listi so tanki, dolgi od 4 do 10 cm (Buttenschøn in sod., 2008-2009), dvakrat pernato deljeni. Na spodnji strani imajo prilegle dlačice, prav tako pa so redke, vendar štrleče nekaj mm dolge dlake na listnem peclju in listnem vretenu (Jogan in sod., 2011). Listi so na obeh straneh svetlo zeleni z bledimi žilami (Buttenschøn in sod., 2008-2009).

Na vrhu poganjka se najprej razvije podolgovato moško sestavljeno socvetje, ki ga sestavlja več spiralasto nameščenih kimastih koškov, v katerih so moški cvetovi zelene barve, velikosti 2-4 mm (Buttenschøn in sod., 2008-2009). Steblo žvrklje se nato še razveji in razraste, na vrhovih vseh stranskih poganjkov pa se razvijejo nova moška socvetja. Iz njih se razširja pelod do konca zgodnje jeseni (Jogan in sod., 2011). Kmalu po razvoju moških socvetij se začnejo razvijati tudi neopazna ženska socvetja, ki so nameščena posamič ali v majhnih skupinah v zalistju vrhnjih listov (Basset in Crompton, 1975; Buttenschøn in sod., 2008-2009).

Iz ženskih cvetov se po oploditvi razvijejo 2,5-4 mm dolgi, rdeče-rjavi zaprti suhi plodovi – enosemnski oreški ali rožke (ahene) (Buttenschøn in sod., 2008-2009). Vsak orešek je obdan z obročem do 1 mm dolgih bodečih struktur, ki so spremenjeni in otrdeli ovojkovi

listi. V notranjosti oreška je belkasto, oljno, mehko seme, ki je obdano z rjavo semensko lupino (Basset in Crompton, 1975).



Slika 1: *Ambrosia artemisiifolia* L. (avtor: Jens Christian Schou, vir: Buttenschøn in sod., 2008-2009: 10)

2.2.3 Biologija pelinolistne žvrklje

Semena kalijo spomladi in v začetku poletja je žvrklja že prepoznavna po nasprotno nameščenih listih. Julija se na rastlini razvije prvo moško socvetje, iz katerega se iztresa pelod do zgodnje jeseni. Medtem se steblo žvrklje še razraste, se na vrhu vsakega stranskega poganjka razvijejo nova moška socvetja, kmalu zatem pa v zalistjih listov tudi ženska socvetja. V nadaljnjih mesecih se, vse do pozne zime, iz oplojenih ženskih cvetov razvijejo plodovi (Jogan in sod., 2011).

V Kanadi so v študijah pelinolistne žvrklje ugotovili, da je rastlina prilagojena na dolžino dneva in so zato karakteristike cvetenja različne. V severnih območjih so rastline razvile

manj vegetativnih delov in so cvetele prej kot v območjih z daljšimi dnevi. Ta prilagoditev pa se prenaša tudi na naslednje generacije (Basset in Crompton, 1975).

Rastline so tako lahko visoke od nekaj centimetrov do več kot 2 metra, vendar lahko uspešno cvetijo in plodijo ne glede na velikost (Basset in Crompton, 1975; Jogan in sod., 2011). To so dokazali pri raziskavi v severni Italiji, kjer so proučevali vpliv gostote rasti in rezanja vrhov na rast rastline. Rezultati so pokazali, da je 67 % rastlin, ki so bile 4-krat letno rezane na višini 20 cm, preživelo do zadnjega rezanja in 97 % teh je tudi normalno razvilo reproduktivne dele rastlin (Patracchini in sod., 2011).

S podobno raziskavo so se ukvarjali tudi v Sloveniji v diplomski nalogi z naslovom *Vpliv načina košnje na obnovitveno sposobnost pelinolistne ambrozije* (Kranjc, 2012). Zastavili so več načinov košnje, s katerimi so želeli ugotoviti najboljši tip košnje za preprečitev cvetenja in plodenja rastlin, ter tako zmanjšanje števila semen.

Širjenje semen na dolge razdalje je zaradi majhnih in razmeroma težkih plodov precej neuspešno, saj večina plodov pristane na tleh pod matično rastlino. Tako se na primernih rastiščih oblikuje velika zaloga semen v tleh. Na tak način lahko že ena rastlina v eni sezoni oblikuje dovolj veliko zalogo semen, da se v naslednjih letih na tem območju oblikujejo populacije več 100 rastlin. Za širjenje na druga območja učinkovito pripomore človek s prenašanjem semen, košnjo. Na novih rastiščih se zelo hitro ustvarjajo nove populacije rastlin. Zaradi eksponencialne rasti populacije žvrklje, se ta zelo učinkovito širi tudi na odročnejše predele, kamor so bila zanesena le posamezna semena (Jogan in sod., 2011).

2.2.4 Kaljivost semen pelinolistne žvrklje

Povprečno število semen, ki dozori na manjših rastlinah je 3000. Velike rastline pa lahko razvijejo do 62000 semen. Semena nimajo nekega značilnega mehanizma za razširjanje, zato so pri tem najpomembnejša voda, ptice in človek. V raziskavah so ovrgli večji pomen vetra pri širjenju, saj niso našli semen dlje kot 2 m od matične rastline (Basset in Crompton, 1975).

Basset in Crompton (1975) navajata ugotovitve, da število vzkaljenih semen iz površinske plasti prsti močno presega število vzkaljenih semen, ki so zakopana v zemlji na globini med 2,5 in 15,5 cm. Prav tako izpostavljata, da so pri poskusih kalitve semen iz nižjih plasti prsti ugotovili, da ta v temi razvijejo sekundarno dormanco. Ta je prekinjena z

mešanjem prsti, ko so semena ponovno izpostavljena svetlobi. Tak kompleksen način razmnoževanja kaže na dobro ekološko prilagoditev, ki omogoča tej vrsti naselitev motenih območij in ohranitev velike populacije na takih lokacijah.

Basset in Crompton v že omenjenem viru omenjata tudi, da povprečna temperatura okolja močno vpliva na kalitev semen. Ko je povprečna temperatura okolja 14 °C, se kalitev in rast kalic močno povečata. Kalitev semen v kasnejših obdobjih je manj številna, zaradi že izčrpane semenske banke viabilnih in aktivnih semen na površini. Tista semena, ki kalijo pozneje, pa izhajajo iz globljih plasti prsti pod površino.

V poznejših virih lahko preberemo (Baskin M.J. in Baskin C.C., 1980) podrobnejšo razlago, zakaj je tako. Jeseni, ko se plodovi razvijejo in dozori, so semena v primarni dormanci, ki jo prekine vlažno in hladno obdobje, ki ga predstavlja zima. Zgodaj spomladi začnejo semena kaliti. Nedormantna semena, ki pomladi ne uspejo vzkliti, preidejo v stanje sekundarne dormance, ki jo prekine stratifikacija.

Pri kalitvenih poskusih so ugotovili, da semena pelinolistne žvrklje pri prehodu iz primarne ali sekundarne dormance, kažejo podobne kalitvene odzive. Zgodaj spomladi, pri stimulirajočih temperaturah, semena dobro kalijo na svetlobi, v temi pa ne. Semena, ki so zakopana globlje in so zato v temi, začnejo kaliti pri višjih temperaturah, ki so značilne za pozno pomlad in poletje. Do pozne pomladi pa ostala semena vstopijo v sekundarno dormanco in niso več kaljiva pri nobeni temperaturi, ne glede na prisotnost ali odsotnost svetlobe. Tako so semena glede na naravne temperaturne režime razvila sekundarno dormanco v dveh fizioloških stopnjah. Semena globlje v prsti, pri nižjih pomladnih temperaturah, ki so primerne za kalitev, izgubijo sposobnost kalitve, ker so v temi, ko pa se temperature zvišajo pa niso kaljiva na svetlobi. Semena iz globljih slojev lahko preidejo v sekundarno dormanco in nazaj iz nje večkrat, če ni zadoščeno osnovnim pogojem za kalitev prihodnjo pomlad (Baskin M.J. in Baskin C.C., 1980).

W. J. Beal je leta 1879 zastavil eksperiment kaljivosti 19 pogostih zelnatih vrst rastlin iz območja Michigana. Med njimi so bila tudi semena pelinolistne žvrklje. Zanimala ga je dolgoživost dormantnih semen, kako se z leti spreminja in kakšne so razlike med različnimi vrstami. Zanimivi so izsledki, ki jih navaja Darlington iz leta 1921, ko med rezultati opisuje, da sta pri kalitvenih testih po štiridesetih letih vzkalili tudi dve semeni pelinolistne žvrklje (kalilo je 4 % semen). Pri enakih poizkusih kaljivosti pri testih prvih 35 let (poskus so takrat ponavljali vsakih 5 let), ni bilo potrjenih viabilnih semen. Baskin M.J.

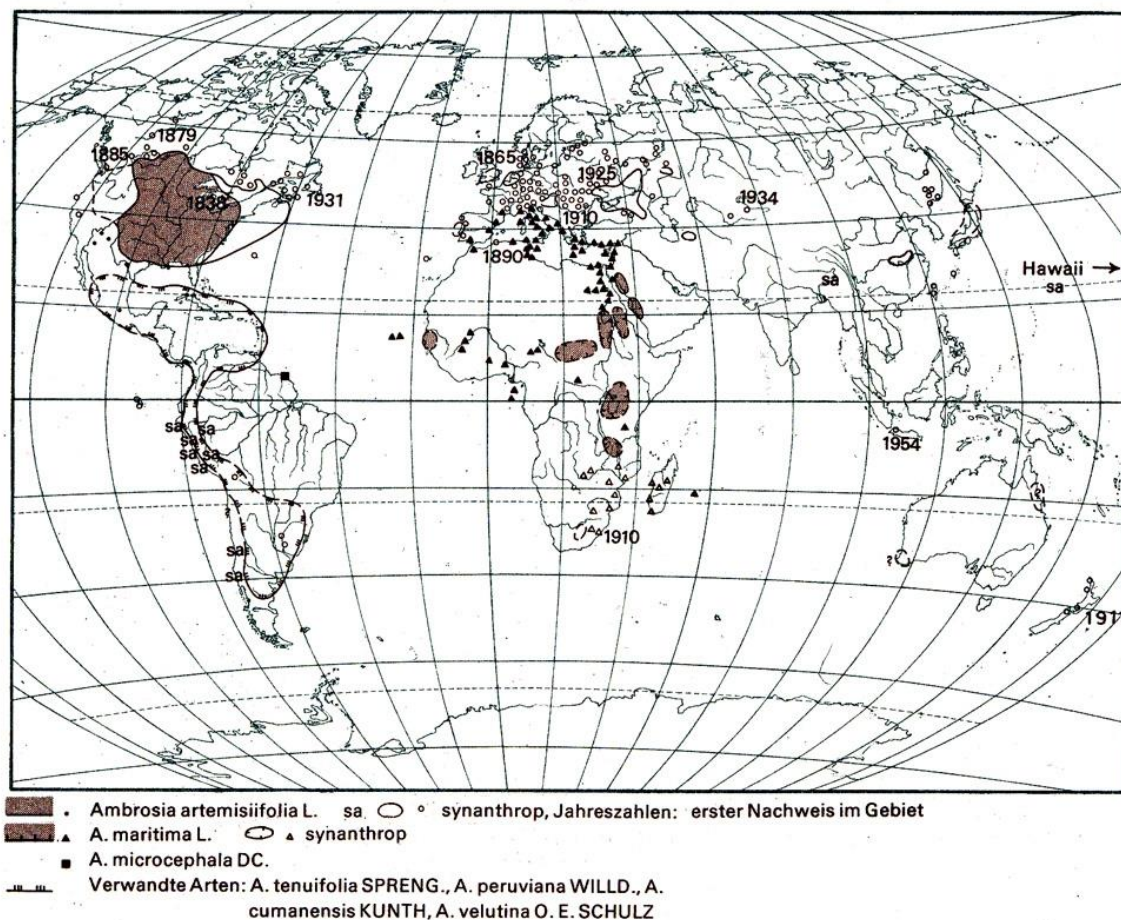
in Baskin C.C. (1977) nam ponudita obrazložitev, zakaj je prišlo do takega rezultata. Nobeno seme pelinolistne žvrklje v preteklih 35 letih ni vzknilo, ker so bili testi kaljivosti vedno izvajani pozno pomladi, poleti ali zgodaj jeseni. Semena so vzknila po 40 letih zato, ker je bila kaljivost testirana zgodaj spomladi. Semena žvrklje, ki ne kalijo zgodaj spomladi, vstopijo v fazo sekundarne dormance vsaj do pozne pomladi in ne bodo ponovno kalila, dokler ni dormanca prekinjena naslednjo jesen in zimo. Torej so bila v prvih 35 letih med izvajanjem testa kaljivosti semena dormantna, medtem ko so bila semena po 40 letih pripravljena na kalitev. Semena, ki so bila zakopana 50 ali več let, pa niso vzknila, kljub temu da so bila testirana zgodaj spomladi, verjetno zato, ker niso bila več viabilna ali pa so semena vzknila, ko so bila zakopana in so kalice odmrle. Torej so semena, ki še niso kalila, nedormantna v pozni zimi in zgodnji pomladi in so ponovno v sekundarni dormanci od pozne pomladi do pozne jeseni. Predvidoma se ta letni cikel semen v naravi ponavlja, dokler niso bodisi vsa semena vzknila, bodisi niso več viabilna. Tudi pri ponovitvah poskusa po 50, 60, 70, 80, 90, 100 in 120 letih ni bilo potrjene viabilnosti semen pelinolistne žvrklje (Telewski in Zeevaart, 2002).

Schutte in sod. (2008) pa so izvajali eksperiment na vrsti rodu *Ambrosia*, ki bi potrdil povezavo dolgoživosti semen in dormantnosti z njihovo velikostjo. Na podlagi te povezave pri drugih vrstah rastlin so postavili hipotezo, da so manjša semena bolj nagnjena k dormantnosti kot večja, ki so prej pripravljena na kalitev. Vendar so to hipotezo le delno potrdili in bi za popolno korelacijo morali izvesti dodatne raziskave.

2.3 PELINOLISTNA ŽVRKLJA KOT INVAZIVNA VRSTA

2.3.1 Naravno območje razširjenosti pelinolistne žvrklje

Naravno območje razširjenosti pelinolistne žvrklje je omejeno na dele osrednje Severne Amerike, kjer raste na vlažnih do suhih, navadno motenih rastiščih na nadmorski višini od 0 do 1000 m in cveti med julijem in oktobrom (Allen in sod., 2006). Največkrat uspeva v sončničnih in koruznih poljih, med pridelki krompirja, čebule in tobaka (Basset in Crompton, 1975; Genton in sod., 2005).



Slika 2: Zemljevid razširjenosti pelinolistne žvrklje (vir: Meusel in Jäger, 1992)

V sredini 19. stoletja in še posebej v zadnjih desetletjih se je žvrklja s pomočjo človeka razširila na območja severnih zmernih pasov po svetu, vključno z JV in JZ delom Evrope, kjer se je od sredine 20. stoletja razširjenost in prisotnost močno povečala (Essl in sod., 2009).

Že leta 1943 Allard v članku opisuje, kakšna je globalna razširjenost pelinolistne žvrklje. Ugotavlja, da so najprimernejša območja za naturalizacijo vrste predvsem tam, kjer je dan dovolj dolg, da lahko žvrklja pravočasno razvije semena. Če torej rastlina ne uspe pravočasno ploditi, je to omejujoči dejavnik, ki preprečuje udomačitev vrste. Taka območja naj bi bila severneje ali južneje (na južni polobli) od 50° geografske širine. Pojasnjuje tudi, da je bila vrsta že večkrat zanesena na Britanske otoke in v severno Evropo, vendar se ni uspela razširiti, saj države ležijo večinoma severneje ali vzporedno z 50° geografske širine. Kot ustrezne geografske širine, ki imajo najprimernejšo dolžino dneva za maksimalno reprodukcijo, v Severni Ameriki navaja območja med 45° in 30° –

takšen trend pa naj bi bil tudi v Evropi in Aziji, prav tako pa tudi na ustreznih območjih na južni polobli, kjer so zagotovljeni primerni dejavniki okolja (Allard, 1943).

Pelinolistna žvrklja uspeva predvsem na gruščnatih, suhih ruderalnih mestih, kjer je bila avtohtona vegetacija motena z raznimi posegi, kar predstavlja prednost žvrklje pri naselitvi predvsem zaradi ugodnih svetlobnih razmer in dobre konkurenčnosti med pionirskimi vrstami (Šilc, 2006). Tako jo najdemo ob cestnih robovih in železniških tirih, najdemo jo lahko tudi na gradbiščih, prodiščih ob rekah in kot plevel na njivah. Glede na rastišče, prisotnost konkurenčnih vrst, mineralne snovi, vodo in temperaturo pa se razlikuje uspešnost in tudi sama oblika rastline je raznolika (Jogan in sod., 2011).

Leskovšek in sodelavci (2012) so v raziskavi vpliva dušika in vode na rast žvrklje ugotovili, da so rastline slab kompetitor z ostalimi rastlinami, ko je prisotno veliko mineralnih dušikovih snovi in vode. Na območjih, kjer je malo mineralnih snovi in vode, konkurenčnost avtohtonih rastlin pade, žvrkljina uspešnost in prednost pred ostalimi vrstami pa se poveča, ker ta ni tako občutljiva na pomanjkanje.

2.3.2 Zgodovina širjenja v Evropi

Prvi zapisi o pojavljanju vrste v Evropi segajo v drugo polovico 19. stoletja. V Franciji so jo prvič opazili leta 1863, istega leta tudi v Nemčiji, na Češkem pa leta 1883. Prvi hebarijski primerek iz Avstrije je iz leta 1883 (Essl in sod., 2009).

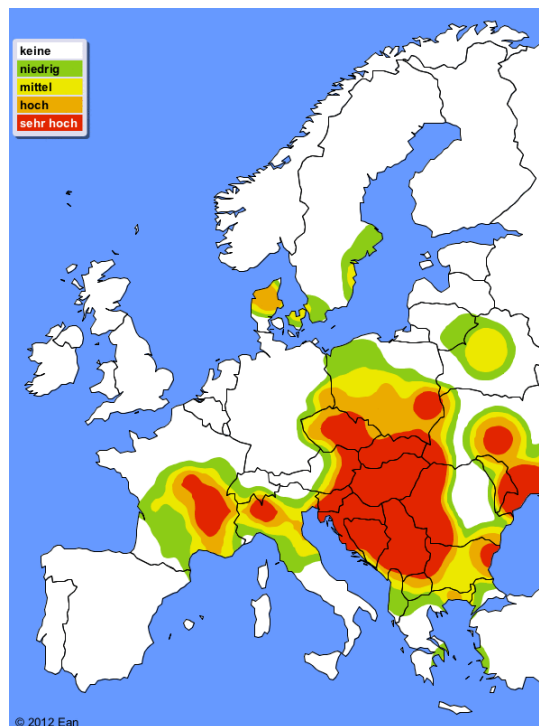
Pri pregledu herbarijskih vzorcev iz Avstrije, Madžarske in Srbije so ugotovili, da med leti 1913 in 1921 ni bilo nabranih nobenih primerkov žvrklje, po letu 1921 pa je bilo v herbarijih prisotnih več primerkov žvrklje predvsem z območja Madžarske, kar naj bi bila posledica transportiranja kmetijskih pridelkov čez Madžarsko med prvo svetovno vojno. Prav tako v tej raziskavi potrjujejo, da se je žvrklja najprej pojavila v Franciji, šele nato v vzhodni Evropi. Potrdili so, da so se na vzhodu pojavljale večje populacije kot v Franciji (Csontos in sod., 2010).

Do konca 1940 je bila pelinolistna žvrklja v Avstriji redka, od konca leta 1950 pa se je število popisanih populacij eksponentialno povečalo, predvsem od leta 2001 naprej (Essl in sod., 2009).

Glavni razlog za pojavljanje pelinolistne žvrklje v Evropi je najverjetneje uvažanje z žvrkljinimi semeni okuženih kmetijskih pridelkov iz ZDA in Kanade (Buttenschøn in sod.,

2008-2009). Raziskovalci v Avstriji pa so opazili, da je pojavljanje žvrklje v obdobju med leti 1950 in 1979 pogosto v habitatih, ki so povezani s hranjenjem ptic (Essl in sod., 2009). Prisotnost semen žvrklje v hrani za ptice so potrdili tudi v raziskavah na območju Slovenije (Jakovac Strajn in sod., 2013; Strgulc Krajšek in Novak, 2013).

Danes je v Evropi pelinolistna žvrklja najbolj razširjena v Vzhodni in Srednji Evropi. Predvsem na Madžarskem populacije zapleveljajo skoraj 80 % obdelovalne površine in v zadnjih 15 letih žvrklja predstavlja najpogostejši plevel v kmetijstvu. Prav tako je močno razširjena na Hrvaškem, predvsem v Slavoniji. Z Madžarske in Hrvaške se je vrsta razširila v Srbijo, kjer predstavlja glavni problem predvsem na sojinih in sončničnih poljih. V Franciji se iz doline reke Rone in Burgundije širi v severozahodne dele države. V Italiji predstavlja pereč problem predvsem v Lombardiji in dolini reke Pad. Številna manjša žarišča pa so tudi v Belgiji, na Češkem, v Avstriji, Nemčiji, Švici, Sloveniji in drugih Evropskih državah (Buttenschøn in sod., 2008-2009).



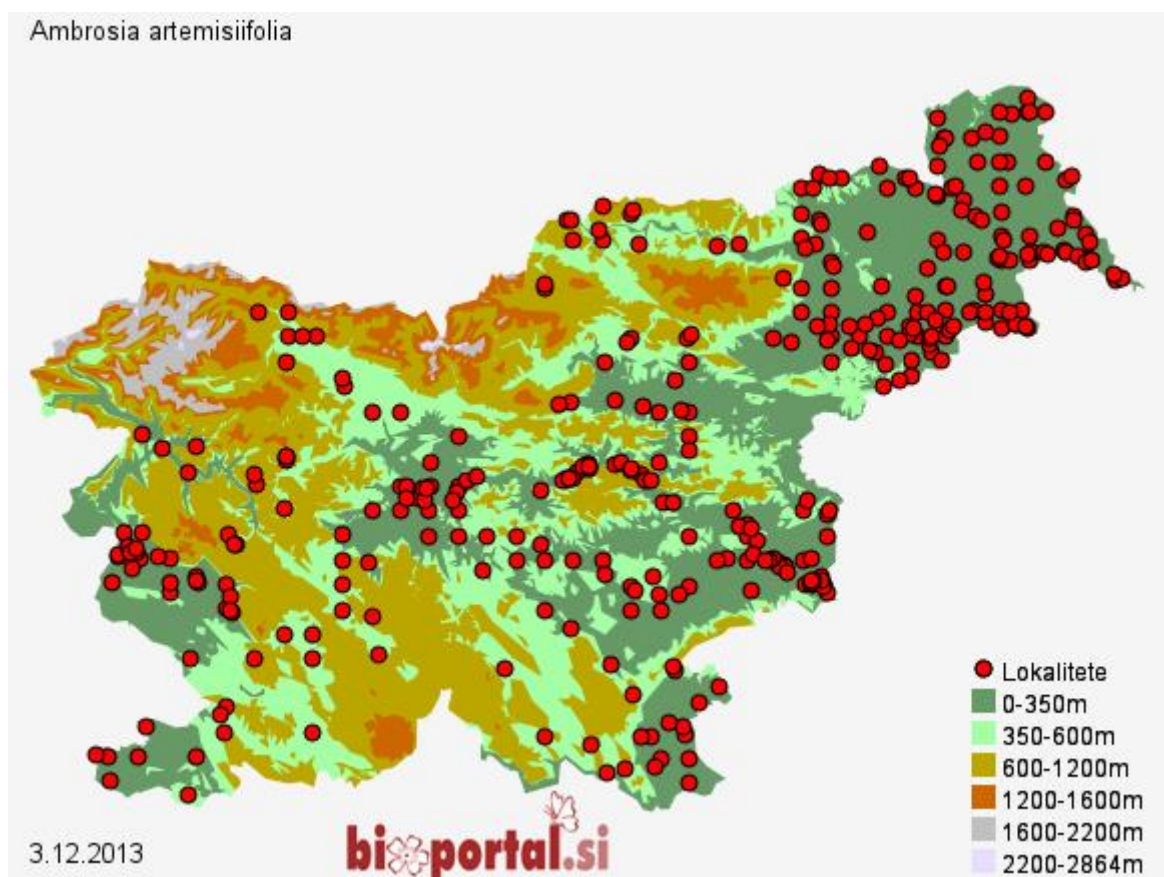
Slika 3: Zemljevid razširjenosti cvetnega prahu pelinolistne žvrklje konec septembra leta 2012 (vir :Pollen load map..., 2012)

2.3.3 Zgodovina širjenja v Sloveniji

V Sloveniji segajo prve najdbe žvrklje v leto 1950, ko je bila najdena v Krškem, nekaj let pozneje v Vipavski dolini, leta 1966 v Prekmurju. V Ljubljani jo je našel T. Wraber leta

1971, 1976 pa v Idrijski Beli. Posamezna enkratna pojavljanja so zabeležena tudi med letoma 1978 in 1983 na najrazličnejših lokacijah po Sloveniji. Vsa pojavljanja so bila prehodne narave, prvi obris trajnejšega pojavljanja pa je bil v letu 1983 le v Prekmurju (Wraber, 1983).

V devetdesetih letih se je pojavljanje predvsem v nižinskih delih Slovenije (Prekmurje, Ptujsko polje, Ljubljanska kotlina, Vipavska dolina) že tako povečalo, da o prehodnem pojavljanju ni bilo več mogoče govoriti (Jogan in Vreš, 1998). Glavna invazija na območju Slovenije pa se je pričela pred približno 30 leti (Buttenschøn in sod., 2008-2009).



Slika 4: Zemljevid razširjenosti vrste v Sloveniji (vir: <http://www.biportal.si/>, dostop do strani 3. dec. 2013)

V Sloveniji so začetno raztreseno in prehodno pojavljanje razlagali predvsem s širjenjem semen, ki so primešana ptičji krmi, zato je bilo pojavljanje prisotno predvsem v bližini ptičjih krmilnic. Od takrat se je prisotnost močno povečala in se pojavlja ob večjih medkrajevskih cestah, kjer je širjenje verjetno povezano s strojno košnjo in prenosom z avtomobili in tovornjaki na gumah (Šilc, 2006). Poleg cestnih vpadnic pa se pojavlja tudi ob železniških progah, kjer je širjenje vezano na transport zrnja kot razsutega tovora vzdolž

železniških prog. Tako lahko največje sestoje, ki jih tvori skoraj izključno žvrklja, srečamo ravno ob železniških progah, ter ob zapuščenih tirih in na železniških postajah, kjer so večje gruščnate površine (Jogan in sod., 2011). Na njive se je žvrklja kot plevel razširila pozneje (Šilc, 2006; Jogan in sod., 2011; Pyšek in sod., 2012).

V letu 2012 je med avgustom in oktobrom potekal popis škodljivih rastlin iz rodu *Ambrosia* znotraj mestne občine Ljubljana na območju 163,76 km². Popisanih je bilo 1414 populacij ambrozije, te pa so bile razdeljene v tri različne skupine glede na gostoto populacije rastlin. Rastline tega rodu so bile razpršene po skoraj vsem območju kartiranja. Največja številčnost in gostota populacij ambrozije je bila zabeležena vzdolž železniškega omrežja in avtocest, a tudi drugod po obravnavanem območju je bilo malo popisnih ploskev (te so bile velike po 1 km²), na katerih žvrklje ne bi popisali. (Jogan in Strgulc Krajšek, 2012).

2.3.4 Vpliv na biodiverzitetu

Invazivnost vrste je predvsem vidna na motenih rastiščih, kjer lahko ustvarja goste sestoje in tako preprečuje rast avtohtonim rastlinam, ki niso konkurenčne v boju za svetlobo. Ko namreč seme vzklije in se razraste v bujno rastlino, je konkurenčno zelo uspešna in je sosednje rastline ne morejo več izpodriniti (Šilc, 2006). Na tak način pogosto ustvarja sestoje na neporaščenih območjih, kot so obcestni in železniški nasipi, obrežja rek in jezer, uspešna pa je tako v urbanih okoljih kot tudi na podeželju (Šilc, 2006). Vse pogosteje pa vdira tudi v travnike, kjer je prisotna čezmerna paša in je tako razrast domorodnih rastlin motena (Buttenschøn in sod., 2008-2009).

2.3.5 Vpliv na gospodarstvo

Pelinolistna žvrklja je precej agresiven plevel že na izvornih rastiščih, kjer naseljuje njive in njihove robove. Ker je konkurenčna poljščinam, prihaja do izgub pridelka. V Evropi je to zlasti problem v večjih monokulturnih nasadih na Madžarskem, Hrvaškem, vse pogosteje pa tudi pri nas (Buttenschøn in sod., 2008-2009).

2.3.6 Vpliv na zdravje

Da je pelinolistna žvrklja močno alergena vrsta, je dobro znano, saj to omenjajo najrazličnejši avtorji (Allard, 1943; Wraber, 1983; Jogan in Vreš 1998; Essl in sod., 2009). Tamarcaz (2005) opozarja, da pelod žvrklje resno ogroža zdravje ljudi, saj povzroča

vnetje nosne sluznice, ter je lahko tudi razlog za astmo in druge neželene simptome tako v Švici, kot tudi drugih delih Evrope, kjer je prisotnost cvetnega prahu velika. Isti avtor omenja podatek, da je v Franciji in Italiji 12 % populacije ljudi, ki imajo alergije, alergičnih na pelod žvrklje. Do alergijske reakcije pride pri vdihovanju cvetnega prahu, pri čemer pride pelod do sluznice zgornjih dihal. Za prve simptome pri najbolj občutljivih ljudeh je dovolj že samo 5 do 10 pelodnih zrn na kubični meter. Ta zrna so velika med 18 in 22 μm , zato so prevelika, da bi prodrli v spodnje dihalne poti in povzročila astmo, povzročijo pa lahko seneni nahod. Pri rahlem dežju ali nevihti se iz peloda lahko sprostijo manjši delci veliki do 5 μm z alergeni, ki pa lahko pridejo tudi do spodnjih dihalnih poti in povzročajo astmatične napade (Tamarcaz in sod., 2005). Ker lahko določena rastlina proizvede v eni sezoni od 100 milijonov do 3 milijarde pelodnih zrn, odvisno od velikosti in rastišča (Fumanal in sod., 2007), ter ta lahko potujejo po zraku tudi več kilometrov, to predstavlja resno grožnjo ne samo v neposredni bližini samih rastišč, ampak tudi na območjih, kjer rastlin ni (Buttenschön in sod., 2008-2009).

2.3.7 Zakonodaja

Predvsem zaradi alergenosti in ogrožanja zdravja je pelinolistna žvrklja med slovenskimi tujerodnimi in invazivnimi vrstami prva, ki se jo obravnava kot državni problem. Na podlagi tega je bil leta 2010 sprejet predpis, ki zavezuje vsakega državljanca, da na svojem zemljišču odstranjuje škodljive rastline s koreninami vred ali odstrani njihov nadzemni del na način, da se škodljiva rastlina v tej rasti dobi ne obraste več, ter opravi nadaljnja redna opazovanja zemljišč v rasti dobi do konca septembra (Odredba o ukrepih..., 2010). Zaradi velike prisotnosti plodov žvrklje v krmilih in krmnih mešanica za živali, pa je leto pozneje stopila v veljavo tudi uredba EU, ki omejuje vsebnost le teh (Uredba komisije..., 2011).

2.3.8 Načini zatiranja

Strategije zatiranja te trdovratne vrste temeljijo na preprečevanju tvorjenja semen, saj so ta glavni problem s stališča oblikovanja stalne populacije. Preprečevanje tvorjenja semen in tako preprečevanja rasti novih rastlin v naslednji sezoni je pomembnejše od zmanjševanja količine cvetnega prahu, ki povzroča največ težav vsako sezono. Najboljša strategija pa je kombinacija odstranjevanja obojega istočasno. Z odstranjevanjem terminalnih poganjkov, na katerih se razvijajo socvetja, hkrati odstranimo vir peloda in preprečimo kasnejši razvoj semen iz ženskih koškov.

V okviru projekta Euphresco so leta 2009 ocenili učinkovitost različnih oblik zatiranja. Raziskave so pokazale, da je posamezna rastlina slabo konkurenčna v začetnih razvojnih stadijih in jo je mogoče s preraščanjem avtohtonih (ali agrikulturnih) rastlin dovolj učinkovito zatreti. Poleg tega je na njivah zelo učinkovita tudi uporaba herbicidov, po možnosti v dveh zaporednih dozah. Na enak način bi bilo mogoče zatiranje ob prometnih vpadnicah, vendar je zaradi okoljevarstvenih razlogov bolje zelene porasle površine ob cestah zgodaj poleti pokositi. Za zagotavljanje uspešnosti je potrebno pri gostih sestojih dodatno tretiranje s herbicidi (Buttenschøn in sod., 2008-2009).

V Sloveniji je raziskavo izvedla A. Kranjc (2012), in je ugotovila, da bi bila učinkovita tudi samo košnja, vendar le v primeru, da se prva košnja ne prične pre zgodaj (pred koncem junija). Košnjo bi morali nato ponoviti še enkrat do dvakrat v razmaku vsaj šestih tednov. Za drugo košnjo bi bil torej najprimernejši čas sredina avgusta, pred začetkom cvetenja rastlin, ki bi se utegnile po prvi košnji obrasti.

Predlagani so še drugi principi zatiranja, npr. mehansko zatiranje kot, je puljenje še pred začetkom cvetenja, oranje in okopavanje v zgodnjih fazah rasti, ter globoko oranje, ki prepreči kalitev semen. Učinkovit način za zmanjševanje kalitve in razrasti pa je tudi prekrivanje površin z organskimi zastirkami (seno, lubje...) ali plastičnimi prekrivali, ki dvignejo temperaturo tal in tako uničijo mlade rastlinice, ter z zatemnitvijo preprečijo kalitev novih (Buttenschøn in sod., 2008-2009).

2.4 TALNA SEMENSKA BANKA

Enoletnice so tiste vrste rastlin, ki ves razvoj rastline od kalitve do semenske zrelosti opravijo v isti vegetacijski sezoni, nato pa rastlina odmre. Enoletna zelišča, ki zimo preživijo v obliki semena, imenujemo terofiti (Švigelj, 2007). Pri teh ima pomembno vlogo talna zaloga semen (semenska banka), ki je definirana kot zaloga viabilnih, dormantnih semen v prsti določenega območja (Bigwood in Inouye, 1988).

Tompson in sod. (1997) so oblikovali klasifikacijo različnih talnih zalog semen glede na trajnost: (1) vrste s prehodno talno zalogo semen (semena v tleh preživijo največ eno leto), (2) vrste s kratkotrajno trpežno talno zalogo semen (semena v tleh preživijo od 1 do 5 let), (3) vrste z dolgotrajno trpežno talno zalogo semen (semena preživijo v tleh nad 5 let).

Za pelinolistno žvrkljo, ki je tipični primer terofita, lahko glede na raziskave dolgoživosti semen v talni zalogi (Darlington, 1921; Baskin M. J. in Baskin C. C., 1977; Telewski in Zeevaart, 2002), opredelimo kot vrsto z dolgotrajno trpežno zalogo semen v tleh.

Ekološko je to zelo pomembna karakteristika vrste, saj je tvorjenje trajne zaloge semen v tleh učinkovita strategija preživetja v habitatih, kjer je stalna nevarnost motenj (ruderalna rastišča). Trajna zaloga semen je ključnega pomena, saj zaradi motenj včasih tvorba semen v posameznem letu ni mogoča. Tako lahko pride do hitre obnove populacije iz več let starih semen iz tal (Eler, 2007).

V času raziskave smo ugotovili, da besedna zveza »semenska banka« ni najbolj posrečena za opisovanje količine semen v tleh, kljub temu, da gre za direkten prevod iz angleškega izraza »seed bank«. Spominja namreč na zbirko semen, podobno kot je »genska banka« elektronska zbirka izoliranih zaporedij DNA različnih organizmov. Boljši se nam zdi izraz »talna zaloga semen«, ki bolj nedvoumno pove, o čem govorimo. Prav zato v besedilu naloge večinoma uporabljamo izraz talna zaloga semen, čeprav je v naslovu naloge še uporabljena besedna zveza semenska banka.

2.4.1 Analize vzorcev talne zaloge semen

Za analizo sestave talne zaloge semen, sta navadno uporabljeni dve kategoriji metod: ločevanje semen in kalitveni testi. Ti metodi se lahko uporabljata tudi kombinirano, saj se lahko kalitveni testi delajo tudi z vzorci, ki so bili skoncentrirani na načine ekstrakcije semen iz vzorcev (Ter Heerdt in sod., 1996; Tompson in sod., 1997).

2.4.2 Ekstrakcija semen iz talnih vzorcev

Tompson in sod. (1997) navajajo dva načina obdelave vzorcev talne zaloge semen, katerih primernost je odvisna od proučevanih vrst.

Metodi ločevanja temeljita na velikosti ali specifični masi semena:

- Ekstrakcija semen s plovnostjo, ki jo je uveljavil Malone (1967): iz vzorcev ločimo semena s pomočjo slanah raztopin različnih koncentracij. Ker imajo semena različne povprečne gostote, pri določeni koncentraciji soli splavajo na gladino in jih tako izločimo iz preostalega materiala. Ta ločevalna metoda je najprimernejša za analizo številčnosti semen ene vrste v talni zalogi semen, manj primerna za proučevanju celotne talne zaloge semen vseh vrst na določeni lokaciji, saj povprečna gostota semen med vrstami variira, kar pomeni večkratno ponavljanje

poizkusa za ločitev vseh v vzorcu prisotnih semen, posledično pa večje izgube vzorca.

- Ekstrakcija semen s sejanjem in/ali spiranjem: vzorce prsti se spira ali seje na sitih z različnimi velikostmi por. Tako izločimo odvečni material in zmanjšamo vzorec, ki ga je treba pregledati. Nadaljnja identifikacija in štetje semen poteka z ročnim prebiranjem pod lupo. Metoda je primerna za ločevanje semen vrst, ki imajo večja semena, manj pa primerna za manjša semena in vzorce z veliko organskega materiala.

Pelinolistna žvrklja ima sorazmeroma velika semena oz. plodove (več kot 1 mm v premeru), zato je najprimernejša kombinacija metod ločevanja semen iz vzorca s pomočjo sejanja in plavnosti. Identifikacija semen žvrklje lahko poteka z izločanjem pod lupo ali s kalitvenimi poizkusi, kjer se vrste semen določa na podlagi kalic oz. mladih rastlin, ki se razvijajo v kontroliranih pogojih (Rothrock in sod., 1993).

2.5 TESTIRANJE VIABILNOSTI SEMEN

Viabilnost semen lahko določamo na več načinov:

- Z mehanskim preizkusom čvrstosti semena: z iglo pritisnemo ob seme, ter na tak način ugotovimo čvrstost kalčka. Če je seme čvrsto, je to lahko dokaz viabilnosti, v nasprotnem primeru je seme neviabilno (Rothrock in sod., 1993; Tompson in sod., 1997).
- S tetrazolijevim testom viabilnosti (Peters, 2005).
- S kalitvenimi testi v kontroliranih razmerah (Baskin M. J. in Baskin C. C., 1980; Rothrock in sod., 1993; Tompson in sod., 1997...).

2.5.1 Tetrazolijev test

Za testiranje viabilnosti semen uporabljamo najrazličnejše koncentracije 3,5-trifenil tetrazolievega klorida. Za testiranje celih semen se najpogosteje uporablja 1,0 % raztopina, medtem ko je 0,1 % raztopina uporabljena predvsem za prerezana semena. V uporabi pa so tudi koncentracije 0,2 in 0,5 % tetrazolijeve raztopine (Peters, 2005).

Z raztopino preverjamo respiracijske procese v živih celicah v semenih. Tkiva, v katerih poteka celično dihanje, se po dodatku 3,5-trifenil tetrazolievega klorida in inkubaciji na temperaturi med 20 in 40 °C, obarvajo rdeče. Tetrazolijev test viabilnosti je hiter in učinkovit, saj je opravljen v enem dnevu, poleg tega lahko na tak način določimo

viabilnost vsem semenom, ne glede na to, ali so v fazi dormance ali ne (Meyr, 30. 10. 2013), vendar pa ni nujno zanesljiv za vse vrste rastlin (Peters, 2005). Na pelinolistni žvrklji je uspešnost tetrazolijevega testa že potrjena, saj so ga pri analizah viabilnosti že uporabili (Rothrock in sod., 1993).

2.5.2 Kalitveni test

Pri kalitvenih testih semena postavimo na sterilizirano mešanico prsti, ki je vir mineralnih snovi za nove rastline, ter v steklenjak oz. v razmere, ki so ustrezne za kalitev izbranih vrst semen. Metoda je primerna tako za določanje števila semen, kot tudi identifikacijo različnih vrst v talni zalogi semen (Tompson in sod., 1997). Pri pravilni izvedbi je enostavna in učinkovita, vendar je lahko dolgotrajna, saj lahko poizkus traja tudi več mesecev ali let. Slabosti metode sta tudi, da lahko mnoga viabilna semena ostanejo neopažena zaradi nizke stopnje kaljivosti ali dormantnosti semen (Rothrock in sod., 1993; Mesgaran in sod., 2007), ter dejstva, da različne vrste kalijo v različnih kalitvenih razmerah (Tompson in sod., 1997).

Rothrock (1993) je s sodelavci delal primerjavo učinkovitosti različnih metod testiranja viabilnosti semen žvrklje. Prva semena je izoliral iz vzorca s pomočjo sejanja in plovnosti, ter določil njihovo viabilnost s preizkusom čvrstosti semena. Druga semena je testiral s kalitvenim testom brez predhodne izolacije semen iz talne zaloge semen. Ugotovil je, da se rezultati testiranja viabilnosti po sejanju in plovnosti in števila semen iz talne zaloge semen analizirane s kalitvenim testom, statistično ne razlikujeta.

2.7 NAMEN NALOGE

V nalogi smo želeli preveriti količino semen v tleh na različnih tipih rastišč: ob cestah, na ruderalnih mestih ob železnici in na njivah. Na žalost nismo uspeli pravočasno najti ustreznih in dostopnih vzorčnih mest na njivah, zato smo ta tip rastišča iz raziskave izločili. Poleg količine semen v tleh nas je zanimalo še:

- ali so razlike v količini semen glede na globino talnega vzorca,
- ali se količina semen razlikuje glede na tip rastišča,
- koliko se količina semen v tleh zmanjša, če ambrozijo v eni sezoni mehansko odstranimo in s tem preprečimo vnos novih semen v tla.

2.7.1 Hipoteze

1. Na območju, kjer je bila pelinolistna žvrklja v sezoni prvega vzorčenja odstranjena in zato ni bilo dodatnega vnosa semen v tla, bo naslednjo sezono v tleh manj semen.
2. V vzorcih z območij, kjer pelinolistna žvrklja nemoteno uspeva, bo delež viabilnih semen večji kot v vzorcih, kjer so jo odstranjevali, saj se viabilnost semen v prsti s časom zmanjšuje.
3. Večji delež semen pelinolistne žvrklje bo v zgornji plasti tal.
4. Več semen pelinolistne žvrklje pričakujemo ob bolj prometnih cestah.
5. Na rastiščih ob cestah pričakujemo več semen pelinolistne žvrklje na enoto površine tal, kot na ruderalnih mestih ob železniških progah.

3. MATERIAL IN METODE

3.1 DELO NA TERENU - VZORČENJE

Vzorčna mesta smo izbrali na nahajališčih pelinolistne žvrklje in sicer dve 2 lokaciji kot primer ruderalnega rastišča (v Ljubljani za Železniškim muzejem in ob železniški postaji v Lazah), ter dve lokaciji ob cestah (Mojstrana in Kal-Koritnica). Vzorčenje je potekalo v letih 2010, 2011 in 2012.

3.1.1 Vzorčna mesta

Ljubljana – Železniški muzej

Nahajališče: Slovenija, Ljubljana, območje Železniškega muzeja ob Parmovi ulici, ruderalno zemljišče ob progi, 300 m n. m., koordinate: N 46° 3' 51,28", E 14° 30' 3,96"



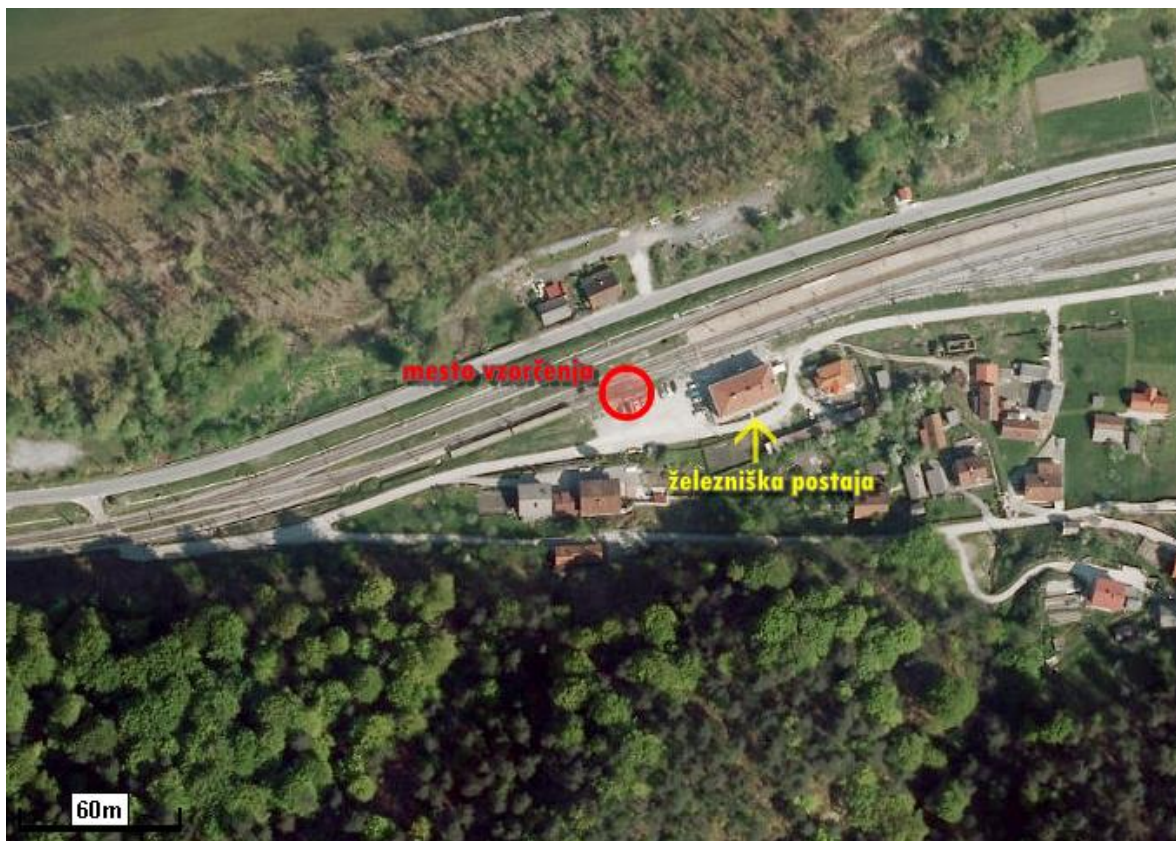
Slika 5: Ljubljana, Železniški muzej – označeno je mesto vzorčenja (vir posnetka iz zraka: Atlas okolja, 13. jul. 2013)

Vzorčenje je potekalo 16. 3. 2012.

Ob železniški progi pesek in prod predstavljata odcedno območje. Rastišče je na sončni legi, v bližini ni večjih dreves, prav tako ni druge vegetacije, oziroma je ta zelo redka in sestavljena iz večinoma ruderalnih zelnatih rastlin. Na vzorčnem mestu so po vzorčenju potekala obnovitvena dela proge, zato je bila podlaga premešana, poleg tega pa so nasuli še novo plast peska, kar je spremenilo razmere za rast. Spremenjene razmere smo opazili oktobra isto leto, ko smo želeli preveriti gostoto rastlin pelinolistne žvrklje na vzorčnem mestu. Obnovitvena dela so uničila tudi že prisotno maloštevilno vegetacijo, zato so bile ponovno vzpostavljene ugodne razmere za rast pionirskih vrst.

Laze pri Dolskem

Nahajališče: Osrednja Slovenija, Dolsko, Laze pri Dolskem, železniška postaja, ruderalno zemljišče ob progi, 300 m n. m., koordinate: N 46° 5' 16,77", E 14° 41' 12,92"



Slika 6: Laze pri Dolskem – označeno je mesto vzorčenja (vir posnetka iz zraka: Atlas okolja, 13. jul. 2013)

Vzorčenje je potekalo 25. 4. 2012.

Vzorčno mesto pri železniški postaji v Lazah je na ruderalnem rastišču ob železniški progi, kjer je prisotna le redka zelnata vegetacija. Dreves v bližini ni, zato je rastišče

izpostavljeno močni sončni svetlobi, tla pa so iz peska in proda z nekaj humusa. Tla so nekoliko vlažnejša kot na lokaciji v Ljubljani.

Mojstrana

Nahajališče: Gorenjska, dolina Save Dolinke, Mojstrana, peščeni rob glavne ceste Mojstrana-Hrušica, 660 m n. m., koordinate: N 46° 27' 50,30", E 13° 57' 16,28"



Slika 7: Mojstrana – označeno je mesto vzorčenja (vir posnetka iz zraka: Atlas okolja, 13. jul. 2013)

Vzorčenje je potekalo v 6. 5. 2012

Vzorčno mesto je na cestnem robu glavne ceste med Jesenicami in Kranjsko Goro. Pelinolistne žvrklja se na tem odseku ceste pojavlja v strnjenem sestoju, ki sega od roba ceste vse do travnika. Tla so peščena, v času vzorčenja pa so semena žvrklje že začela kaliti. Rastišče je osončeno.

Kal-Koritnica

Nahajališče: zgornje Posočje, Kal-Koritnica, peščeni rob glavne ceste od Kal-Koritnice proti Soči, peščeno počivališče ob cesti, 400 m n. m., koordinate: N 46° 20' 13,09", E 13° 36' 35,89"



Slika 8: Lokacija Kal-Koritnica – označeno je mesto vzorčenja (vir posnetka iz zraka: Atlas okolja, 13. jul. 2013)

Prvo vzorčenje je potekalo 18. 8. 2010, tik po odstranjevanju (puljenju) žvrklje, drugo vzorčenje pa naslednje leto, 25. 9. 2011, na isti lokaciji.

Vzorčno mesto leži ob glavni cesti med Kal-Koritnico in krajem Soča. Je v bližini enega od občestnih počivališč. Tla so peščena, gola do redko porasla z zelnatimi trajnicami. Vzorčno mesto je znano nahajališče pelinolistne žvrklje.

3.1.2 Vzorčenje

Na vsaki lokaciji smo zbrali več vzorcev, ki so bili med seboj oddaljeni približno 5 metrov. Vzorčnim mestom smo odčitali koordinate s pomočjo naprave GPS Garmin Oregon 550. Velikost ploskve za odvzem vzorca smo označili s pomočjo kvadrata velikosti 20×20 cm. Nato smo z lopatko v plastično 2-kilogramsko vrečko pobrali vzorec tal do globine 5 cm in vzorec označili z oznako »zgoraj«. Vzorec med globino 5 in 10 cm smo shranili ločeno in označili z oznako »spodaj«. Globino plasti smo merili s pomočjo lesene merilne palčke. Iz vzorca smo sproti izločili večje kamne in velike dele rastlin (korenine, vejice), ter pri tem pazili, da se vzorca niso držali ostanki prsti, ki bi lahko vsebovali plodove pelinolistne

žvrklje. Vrečke z vzorcem zaprli z elastiko. Pregled vzorcev po vzorčnih mestih je v preglednici 1.

Preglednica 1: Pregled vzorcev po vzorčnih mestih

Vzorčno mesto (ime, oznaka in datum vzorčenja)	Oznake vzorcev		Opombe
Ljubljana, A01 16. 3. 2012	A01-1-zg	A01-1-sp	- 5 vzorčnih mest v razmiku 5 metrov
	A01-2-zg	A01-2-sp	- velikost vzorčne ploskve 20 x 20 cm
	A01-3-zg	A01-3-sp	- na vsakem mestu odvzeta dva vzorca
	A01-4-zg	A01-4-sp	(ločeno zgornjih in spodnjih 5 cm na
	A01-5-zg	A01-5-sp	vzorčne ploskve
Laze, A02 25. 4. 2012.	A02-1-zg	A02-1-sp	- 5 vzorčnih mest v razmiku 5 metrov
	A02-2-zg	A02-2-sp	- velikost vzorčne ploskve 20 x 20 cm
	A02-3-zg	A02-3-sp	- na vsakem mestu odvzeta dva vzorca
	A02-4-zg	A02-4-sp	(ločeno zgornjih in spodnjih 5 cm na
	A02-5-zg	A02-5-sp	vzorčne ploskve
Kal-Koritnica 2010, A03 18. 8. 2010	A03-1-zg		- 7 vzorčnih mest v razmiku 5 metrov
	A03-2-zg		- velikost vzorčne ploskve 20 x 20 cm
	A03-3-zg		- na vsakem mestu odvzet le en vzorec
	A03-4-zg		zaradi prevelike zbitosti materiala
	A03-5-zg		globlje od 5 cm
	A03-6-zg		
	A03-7-zg		
Kal-Koritnica 2011, A04 25. 9. 2011	A04-1-zg		- 4 vzorčna mesta v razmiku 5 metrov
	A04-2-zg		- velikost vzorčne ploskve 20 x 20 cm
	A04-3-zg		- na vsakem mestu odvzet le en vzorec
	A04-4-zg		zaradi prevelike zbitosti materiala globlje od 5 cm
Mojstrana, A05 6. 5. 2012	A05-1-zg		- 5 vzorčnih mest v razmiku 5 metrov
	A05-2-zg		- velikost vzorčne ploskve 20 x 20 cm
	A05-3-zg		- na vsakem mestu odvzet le en vzorec
	A05-4-zg		zaradi prevelike zbitosti materiala
	A05-5-zg		globlje od 5 cm

Zbrane vzorce smo v sušilnici Oddelka za biologijo na Biotehniški fakulteti razprostrli po časopisnem papirju v škatlah ali jih pustili v odprtih vrečkah, da so se posušili. Poleg smo vedno pustili oznako vzorca. Suhe vzorce smo do sejanja shranili v zaprtih vrečkah.

V vzorcu iz Mojstrane so bile prisotne že manjše rastlinice, kalice žvrklje, ki smo jih takoj po vzorčenju prešteli, število zapisali ter jih posušili ločeno od vzorca.

V oktobru po koncu glavne vegetacijske sezone pelinolistne žvrklje, smo šli ponovno na teren in si ogledali stanje na lokacijah Laze in ob železniškem muzeju v Ljubljani. Želeli smo preveriti številčnost rastlin pelinolistne žvrklje.

3.2 LABORATORIJSKO DELO

Laboratorijsko delo smo opravili v laboratorijih Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete, na Katedri za botaniko in fiziologijo rastlin v letih 2012 in 2013.

3.2.1 Sejanje vzorcev

Vsakega od vzorcev smo presejali skozi 3 različna sita iz žičnate mreže s kvadratnimi okni, da smo dobili 4 različne velikostne frakcije. Prvo sito je imelo velikost odprtinic okrog 5 mm. Sito je domače izdelave, zato niso vse odprtine (okna) v situ enako velike. S tem sitom smo ločili največjo frakcijo (oznaka frakcije K), ta je ostala na situ. Material so sestavljali večji kamni in večji odmrli deli rastlin, kot so listje, koščki stebel in korenine. Material smo stekali ter zavrgli v posodo za odpad.

Preostali del, ki je šel skozi najbolj grobo sito, smo s pomočjo prepognjenega tršega papirja, velikosti A3, na katerega smo sejali, prenesli na naslednje sito domače izdelave z velikostjo odprtin 2,5 mm. Na situ smo dobili srednje velik material velikosti med 2,5 in 5 mm (oznaka frakcije V). To frakcijo je sestavljal pretežno pesek. Vzorec smo stekali ter shranili v plastični vrečki z ustrežno oznako vzorca. Vzorec smo shranili, saj smo predvidevali, da so posamezni plodovi žvrklje lahko tudi večji od 2,5 mm in tako ostanejo v tej frakciji.

Preostanek vzorca smo presejali še skozi tretje sito proizvajalca RETSCH z velikostjo odprtinic 0,63 mm. Na situ je ostal naš glavni vzorec (oznaka frakcije G), v katerem smo pričakovali večino plodov žvrklje velikostnega razreda med 0,63 mm in 2,5 mm. Vzorec smo stekali in shranili v plastični vrečki z ustrežno oznako.

Skozi sito se je presejal najfinejši del vzorca, ki je bil večinoma drobnejši pesek, zemlja in organski drobir. Prvih nekaj tako pridobljenih najfinejših frakcij smo pregledali, da smo se prepričali o tem, da v tej frakciji ni nobenega plodu žvrklje. To smo pri pregledu tudi potrdili. Tudi to frakcijo smo stehtali (oznaka vzorca D), nato pa material zavrgli v odpadno posodo. Opisani postopek smo ponovili na vseh vzorcih. Na tak način smo dobili iz vsakega vzorca 2 frakciji, v katerih smo pričakovali prisotnost plodov žvrklje.

Vzorci smo tehtali na tehtnici proizvajalca KERN & SOHN GmbH na gram natančno. Zabeležili smo si podatke o masah vseh frakcij in masi celotnega posušenega vzorca. Pri vzorcih iz Mojstrane pa smo dobili še dodaten podatek o masi posušenih kalic, ki smo jih po preštevanju shranili poleg vzorca.

3.2.2 Testiranje metode ločevanja plodov žvrklje s sladkorno raztopino

Pred začetkom ločevanja plodov žvrklje iz vzorcev smo izvedli poskusno ločevanje plodov žvrklje iz peska z metodo za ločevanje s sladkorno raztopino. Na parkirišču pred Oddelkom za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani smo nabrali vzorec peska in prsti v primerljivi količini kot na prej opisanih vzorčnih mestih. Na tem mestu in tudi v bližini pelinolistna žvrklja ne raste. Ponovili smo postopek sejanja, kot je bil izveden s pravimi vzorci. Iz presejanega testnega vzorca smo dobili dve frakciji, ki bi lahko glede na velikost delcev vsebovali plodove pelinolistne žvrklje. V vsako frakcijo smo zamešali po 20 plodov ambrozije. Ta umetno pripravljen vzorec smo uporabili za testiranje metode ločevanja plodov žvrklje s pomočjo sladkorne raztopine (Rothrock in sod., 1993).

Izbrano frakcijo smo na situ z velikostjo oken 1 mm dobro sprali pod tekočo vodo. S tem smo se znebili prašnih delcev, ki so se držali vzorca, in jih zato nismo uspeli ločiti s sitom. Oprano frakcijo smo dali v steklen kozarec velikosti 720 ml ter ga označili s podatkom o vzorcu in gostoti sladkorne raztopine.

Pri testnem vzorcu smo za optimizacijo metode zastavili poizkus tako, da smo z znanim številom semen, ki so v vzorcu, preverili dve stvari: učinkovitost ločitve z izbrano gostoto sladkorne raztopine in najprimernejšo maso vzorca – če lahko damo v raztopino celotno frakcijo, ali je mogoče preveč materiala in bi ga morali za večjo učinkovitost razdeliti na dva ali več delov.

Pripravili smo dve raztopini sladkorja (saharoze) različnih gostot:

- 225 g sladkorja v 500 ml vode (450 g/l) in

- 112,5 g sladkorja v 500 ml vode (225 g/l).

Pri pripravi gostejše raztopine smo vodo med raztapljanjem sladkorja segrevali. Raztopini smo pred uporabo ohladili.

Vsako od raztopin smo uporabili za preverjanje učinkovitosti ločevanja plodov pelinolistne žvrklje iz frakcij V (veliki delci, 2,5-5 mm) in G (glavna frakcija, 0,63-2,5 mm). Odmerili smo 400 ml raztopine in jo prelili v pripravljene kozarce s spranim vzorcem. Zmes sladkorne raztopine in spranega vzorca smo v zaprtem kozarcu dobro premešali in pretresli. Plodovi žvrklje so skupaj z drugim organskim drobirjem v obeh raztopinah takoj priplavali na gladino. Plavajoči sloj smo pobrali iz raztopine, ga sprali skozi drobno sito, material dali na petrijevko in ven ročno pobrali plodove. Zapisali smo si število plodov, ki so se ločili po prvem mešanju. Nato smo raztopino z vzorcem ponovno premešali in pretresli, da bi na vrh priplavali še preostali plodovi, ki so ostali v pesku. Če tudi po drugem mešanju nismo zbrali celotnega števila primešanih plodov, smo celoten postopek ponovili še tretjič.

V preglednici 2 so prikazani rezultati testiranja metode.

Preglednica 2: Rezultati testiranja metode ločevanja plodov pelinolistne žvrklje s pomočjo raztopine saharoze

Raztopina saharoze	450 g /l						225 g /l					
	V (2,5-5 mm)			G (0,63-2,5 mm)			V (2,5-5 mm)			G (0,63-2,5 mm)		
Frakcija vzorca												
št. mešanj	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
št. izločenih plodov	17	2	0	21*	/	/	15	3	2	18	1	0
skupno št. izločenih plodov	19			21			20			19		

*rezultat je lahko posledica napake pri šteju plodov pelinolistne žvrklje, ki smo jih dodali v vzorec ali pa (manj verjetno) prisotnost plodu pelinolistne žvrklje v vzorcu s parkirišča.

Pri izvajanju poskusa smo ugotovili, da bi bilo mogoče bolj smotno vzorec postopno dodajati v raztopino, da niso plodovi že takoj pregloboko pod peskom in z mešanjem ne uspejo priti na površje. S postopnim dodajanjem manjših količin peska v raztopino bi

povečali stik vsakega delca (tako peska kot plodov) z raztopino in bi se plodovi lahko hitreje in lažje izločili iz peska.

Na podlagi rezultatov testiranja metode smo prišli do naslednjih ugotovitev:

1. Uporabimo vodno raztopino sladkorja v koncentraciji 250 g/l. Učinkovitost izolacije plodov pelinolistne žvrklje je primerljiva in zelo visoka pri obeh testiranih gostotah sladkorne raztopine, le da je treba pri manjši gostoti raztopine večkrat premešati.
2. Vzorce v sladkorno raztopino dodajamo postopno (s sipanjem iz vrečke ali z žlico), saj se tako poveča verjetnost, da plodovi pridejo v stik z sladkorno raztopino in neovirano splavajo na površje.
3. Frakcij pred dodajanjem v sladkorno raztopino ne spiramo. Delci vzorca se med spiranjem zlepijo in sprimejo s sitom, kar povzroči zamudno pobiranje mokrih vzorcev s sita.
4. Postopek mešanja frakcije in sladkorne raztopine ter pobiranja plavajočega dela vzorca trikrat ponovimo. Vse tri dobljene plavajoče dele vzorca, ki lahko vsebujejo plodove, združimo in obdelujemo skupaj.
5. Sladkorno raztopino pred ponovno uporabo precedimo skozi cedilo in je ne filtriramo. Raztopina ni preveč motna, da bi to oviralo postopek ločevanja plodov od vzorca in je vseeno uporabna za večkratno ponovitev postopka. S precejanjem pa preprečimo prenos plodov med zaporednimi vzorci.

3.2.3 Metode ločevanja plodov žvrklje s sladkorno raztopino

Vsak vzorec smo obdelali na naslednji način:

1. V označen kozarec za vlaganje velikosti 720 ml smo nalili 400 ml hladne vodne raztopine sladkorja v koncentraciji 250 g/l.
2. V kozarec smo počasi vsuli vzorec. Po vsipavanju se je na vrhu takoj pojavil drobir lažji od raztopine, v katerem so bili tudi plodovi žvrklje.
3. Drobir smo pobrali s površine s pomočjo žlice in manjšega cedila in ga shranili v označenih plastičnih petrijevkah (velikost je odvisna od količine drobirja), obloženih z dvema plastema filtrirnega papirja. Vzorec smo premešali s stekleno palčko in ponovno pobrali drobir z vrha raztopine.
4. Kozarec smo nato pokrili s pokrovom ter ga 10-krat popolnoma obrnili, da se je vsebina dobro premešala. Počakali smo, da se je težji material posedel na dno kozarca, ter ponovno pobrali vzorec na vrhu v isto označeno petrijevko.
5. Postopek, opisan pod točko 4, smo še enkrat ponovili.

6. Raztopino, ki je ostala v kozarcu, smo precedili in ponovno uporabili, pesek in ostali težji material, ki je ostal na dnu kozarca, pa smo zavrgli. Sladkorne raztopine smo ponovno uporabljali, dokler niso bile preveč motne in umazane. Ko niso bile več primerne za uporabo, smo jih zavrgli.
7. Vzorce smo sušili v odprtih petrijevkah na sobni temperaturi. Suhe vzorce smo zaprli in shranili do nadaljnje obdelave.



Slika 9: Serija 6 sladkornih raztopin (levo), ločevanje vzorcev (sredina) in pobrani material s semeni v petrijevkah (desno) (foto: L. Batič)

3.2.4 Štetje

Štetje kalic v vzorcu A05 iz Mojstrane

Takoj po pobiranju vzorcev v Mojstrani smo prešteli sveže kalice, ki so bile že pri pobiranju vzorca precej velike. Da ne bi rastlin uničili, smo vsak vzorec posebej pregledali, še preden smo jih dali v sušilnico ali jih sejali. S pinceto smo izločili že vzkaljene rastlinice iz vsakega vzorca posebej, jih prešteli, vzorce označili in dali v sušilnico poleg vzorca, da so se posušile.

Štetje plodov

Po uporabi ločevalne metode s sladkorno raztopino, smo čez nekaj ur ali naslednji dan s pomočjo lupe pri 7-kratni povečavi začeli šteti plodove žvrklje v vzorcih. Določena semena žvrklje so zaradi stika z vodo imbibirala ter posledično tudi vzkalila. Zato smo poleg semen ponekod šteli tudi kalice v vzorcu.

Štetje je potekalo s prebiranjem suhega ali mokrega vzorca iz petrijevke in ročnim izločanjem plodov žvrklje v novo označeno petrijevko. Pri štetju semen smo zaradi različne količine vzorca in števila samih plodov vzorce z manj plodovi preštevali v celoti (ločeno cele plodove in njihove dele). V vzorcih, v katerih je bilo število plodov veliko, pa smo takoj ali naknadno šteli le cele plodove.

Iz vzorca ruderalnega rastišča pri Železniškem muzeju smo na petrijevko s filter papirjem izločili vse dele plodov. Pri končnem številu plodov smo upoštevali cele plodove. Šteli smo tudi delne plodove in osemenja, ki so bila večja od polovice ali so imela za plod žvrklje značilno konico. Na ta način smo izključili možnost podvajanja že prešteti ali šteta delov plodov, ki niso bili nujno plodovi žvrklje. Na enak način smo prešteli tudi plodove vzorcev iz Kal-Koritnice in Laz. Pri dveh vzorcih iz Mojstrane smo na prej opisan način prešteli vse plodove, preostale pa smo šteli drugače - prešteli smo samo cele plodove, nismo upoštevali ostankov plodov, ki so ostali po kalitvi, saj je bil podatek o njihovem številu najverjetneje že zajet v številu kalic.



Slika 10: Plodovi pelinolistne žvrklje pod lupo, vidna značilna konica (levo), ter vsi plodovi vzorca v petrijevki (desno) (foto: L. Batič)

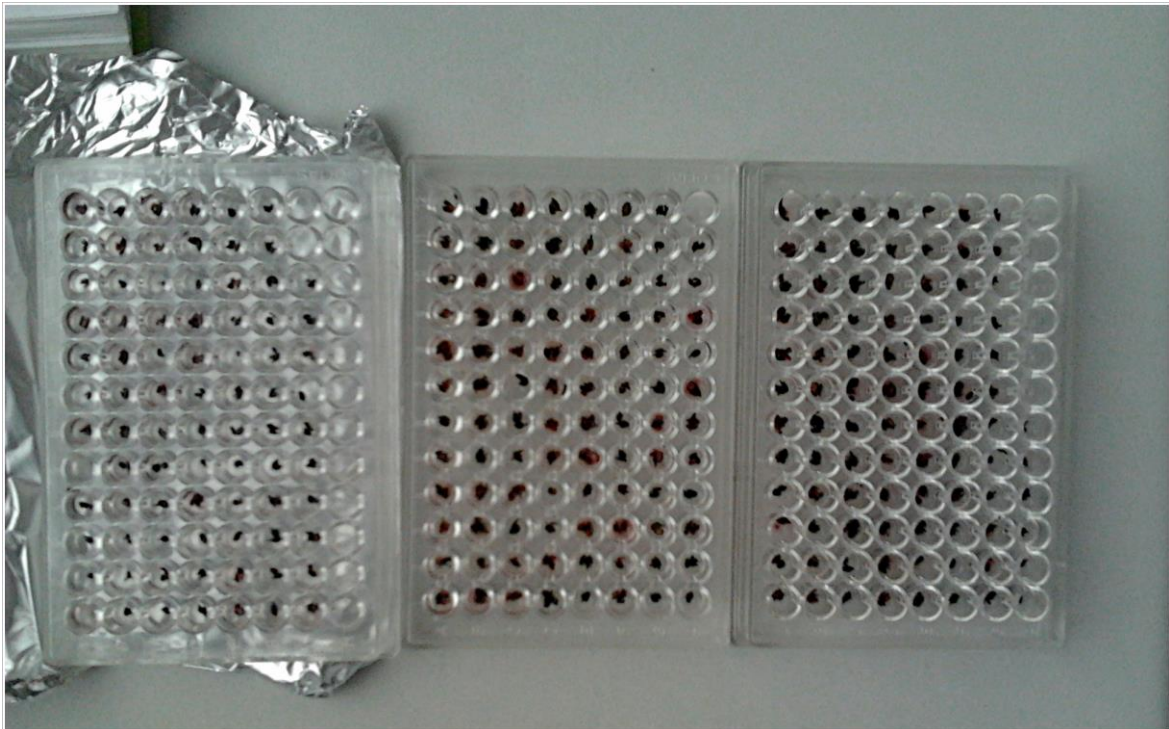
3.2.5 Testiranje viabilnosti

Viabilnost semen smo testirali z uporabo 1 % tetrazolijevega klorida na prerezanih plodovih (Peters, 2005).

V petrijevko s plodovi žvrklje na filter papirju smo dolili nekaj ml destilirane vode, ter plodove namakali čez noč pri sobni temperaturi. Naslednji dan smo plodove prerezali s pomočjo skalpela in pincete, ter vsakega posebej (obe polovici) dali v svojo luknjico v mikrotitrski plošči. Na ta način smo prerezali vse plodove namočenih vzorcev, pri tem pa smo preverjali tudi čvrstost plodov. Na vsako ploščo smo lahko dali plodove več vzorcev, zato smo si pomagali z zapisom ustreznih oznak, ki jih ima mikrotitrski ploščica. Na ta način smo točno vedeli, kateri plodovi pripadajo kateremu vzorcu. V vsako luknjico s prerezanim plodom smo nakapali po 3 kapljice 1 % tetrazolijevega klorida. Tako

pripravljene plošče smo zavili v aluminijasto folijo ter postavili v temen prostor na sobno temperaturo za približno 24 ur. Po tem času smo aluminijasto folijo odstranili in pregledali vzorec. Zapisali smo si število plodov vsakega vzorca, kjer je potekla reakcija in so se plodovi obarvali v rdeče. Tako smo dobili podatek o številu potencialno viabilnih semen v vsakem od vzorcev.

Ker smo imeli glede na lokalitete različno število plodov, smo temu tudi prilagodili testiranje viabilnosti. Pri vzorcih z manjšim številom plodov, smo testirali celoten vzorec, pri vzorcih z velikim številom plodov, pa smo vzeli manjše podvzorce, ki so zajemali 10 % celotnega vzorca. Tako smo pri vzorcu plodov iz glavnega vzorca iz Mojstrane iz petrijevke s celimi plodovi naključno izbrali 10 % plodov ter tako naredili podvzorce za testiranje.



Slika 11: Mikrotitrne plošče s plodovi po 24 urah v 1 % tetrazolijevem kloridu (foto: L. Batič)

3.2.6 Analiza rezultatov

Rezultate smo obdelali s pomočjo računalniških programov: Excel in GraphPad Prism 5. Izdelali smo ustrezne tabele in histograme za preglednejši prikaz pridobljenih rezultatov.

4. REZULTATI

4.1 MASA VZORCEV

Maso suhih vzorcev tal z vseh lokalitet smo določili za lažjo primerjavo vzorcev med sabo. Določili smo suho maso vsakega posameznega celotnega vzorca z vsake lokalitete in mase posameznih velikostnih frakcij znotraj vsakega vzorca. Rezultati so prikazani v obliki preglednic in grafov.

4.1.1 Vzorčni mesti na ruderalnih rastiščih ob železniški progi

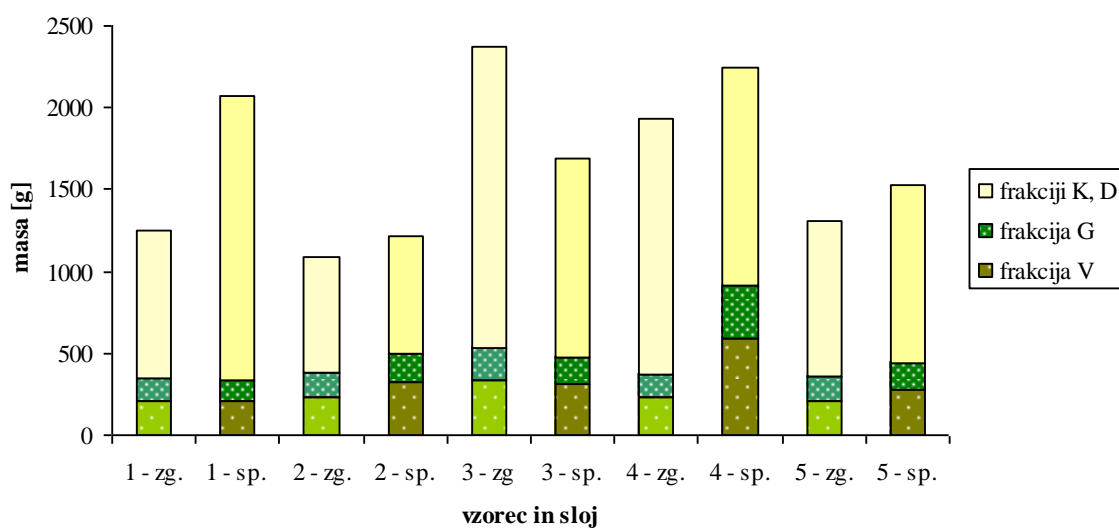
Na obeh lokalitetah, ki sta predstavljali ruderalno rastišče pelinolistne žvrklje (A01: Ljubljana - Železniški muzej in A02 Laze), smo ločeno vzorčili zgornji sloj tal (0-5 cm globine) in spodnji sloj tal (5-10 cm globine). Velikost vzorčnih ploskev je bila povsod 400 cm², število vzorčnih ploskev na lokaliteto pa 5.

Ljubljana - Železniški muzej (A01)

Skupna masa vseh petih vzorcev z lokalitete A01 je znašala 16,7 kg. Vsi vzorci zgornjega sloja skupaj so tehtali 8,8 kg, vsi vzorci spodnjega sloja pa so tehtali 7,9 kg. Masa vzorcev, kjer so bili prisotni plodovi (frakciji G in V) je bila v zgornjem sloju 2,7 kg v spodnjem pa 2,0 kg (podrobneje glej v preglednici 3).

Preglednica 3: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorčne ploskve na lokaliteti A01 (Ljubljana – Železniški muzej)

	vzorec 1	vzorec 2	vzorec 3	vzorec 4	vzorec 5	skupaj
masa V - zgoraj [g]	207	328	307	591	274	1707
masa G - zgoraj [g]	127	167	170	321	168	953
masa V- spodaj [g]	207	235	336	226	214	1218
masa G - spodaj [g]	135	143	198	145	140	761



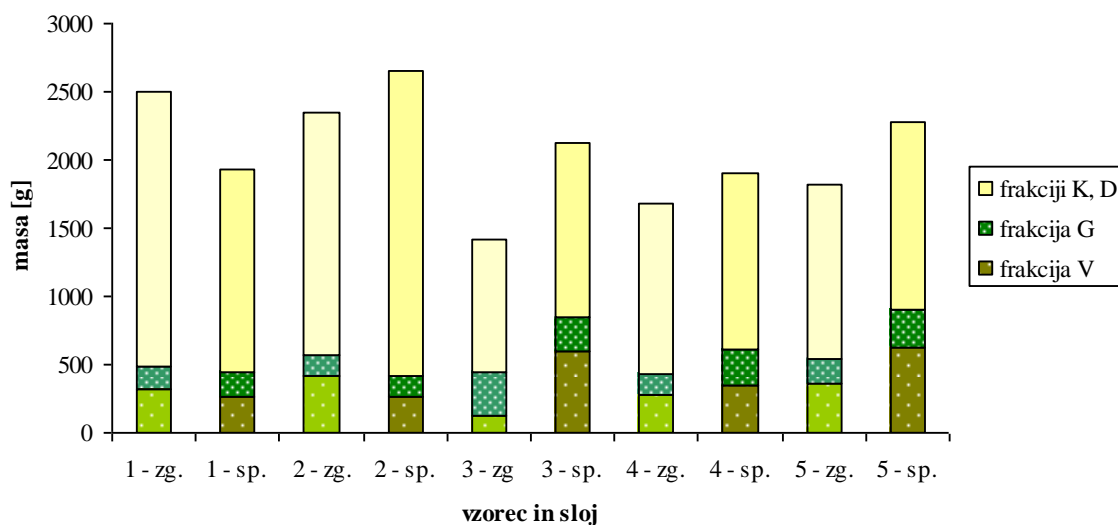
Slika 12: Masa posameznih vzorcev zgornjega in spodnjega sloja na lokaliteti A01 (Ljubljana – Železniški muzej) – ločeno glede na frakcije, ki vsebujejo plodove (G, V), ter tiste, v katerih plodov nismo pričakovali (K in D)

Laze pri Dolskem (A02)

Skupna masa vseh petih vzorcev z lokalitete A02 je znašala 20,6 kg. Samo v spodnjem sloju je bilo 10,9 kg, v zgornjem sloju pa 9,7 kg materiala. Masa vzorcev, kjer so bili prisotni plodovi (frakciji G in V), je bila v zgornjem sloju 2,5 kg, v spodnjem pa 3,2 kg (podrobneje glej v preglednici 4).

Preglednica 4: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorčne ploskve na lokaliteti A02 (Laze)

	vzorec 1	vzorec 2	vzorec 3	vzorec 4	vzorec 5	skupaj
masa V - zgoraj [g]	325	420	128	282	356	1511
masa G - zgoraj [g]	160	146	313	142	179	940
masa V- spodaj [g]	261	270	600	352	630	2113
masa G - spodaj [g]	182	143	252	259	266	1102



Slika 13: Masa posameznih vzorcev zgornjega in spodnjega sloja ploskve na lokaliteti A02 (Laze) – ločeno glede na frakcije (G, V), ki vsebujejo plodove, ter tiste (K in D), v katerih plodov nismo pričakovali

Lokaliteti A01: Ljubljana – Železniški muzej in A02: Laze, sta ruderalni rastišči pelinolistne žvrklje ob železniški progi. Primerjavo med lokalitetama smo naredili, ker smo pričakovali podobne rezultate, saj naj bi lokaliteti imeli podobno sestavo tal, prisotno podobno vegetacijo, osončenost in druge dejavnike, ki vplivajo na prisotnost in številčnost pelinolistne žvrklje.

Opazne so razlike v masah odvzetih vzorcev in sicer med vzorci z istega vzorčnega mesta in med vzorci različnih vzorčnih mest. Mase vzorcev z Laz so v povprečju večje, kot mase vzorcev iz Ljubljane. Mase zgornjih plasti na obeh lokalitetah so manjše od mase spodnjih plasti z iste vzorčne ploskve, le po 1 vzorec pri obeh lokalitetah odstopa, saj je masa zgornjega sloja v teh dveh primerih večja.

Skupni masni delež frakcij (G+V) glede na celotno maso obeh vzorcev (spodnji in zgornji sloj) na lokaliteti A01 je 27,8 %, na lokaliteti A02 pa je 27,5 %. Deleža sta zelo primerljiva.

4.1.2 Vzorčni mesti na cestnem robu

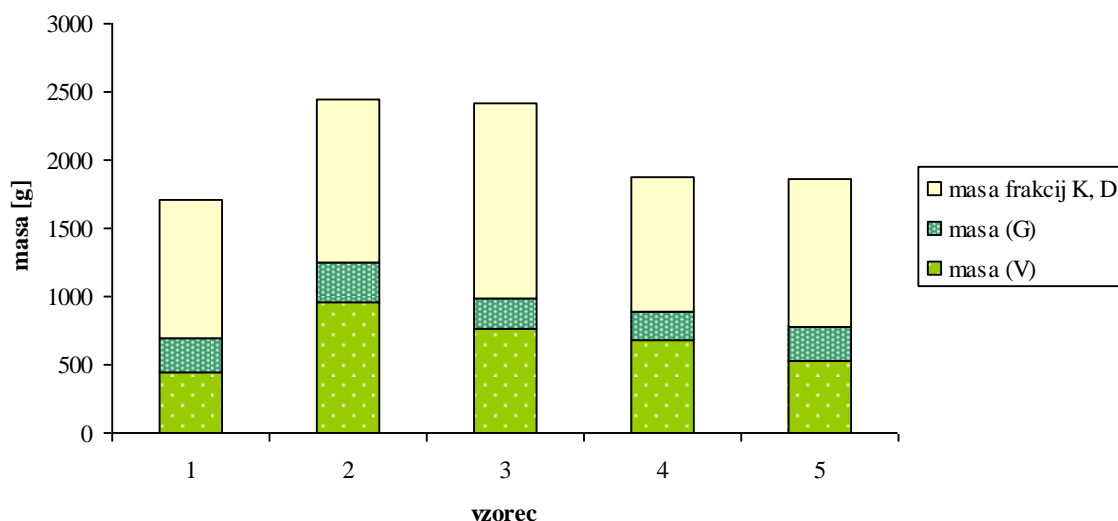
Na vzorčnih mestih ob cesti smo vedno vzorčili le zgornjo, 5 cm debelo plast tal. Spodnjega sloja nismo vzorčili zaradi prevelike zbitosti tal. Velikost vzorčnih ploskev je bila enaka kot pri vzorčenju na ruderalnih rastiščih (400 cm²).

Mojstrana (A05)

Na lokaliteti ob regionalni cesti v Mojstrani smo odvzeli 5 vzorcev s cestne bankine. Skupna masa vseh vzorcev je bila 10,3 kg. Skupna masa frakcij, kjer so bili prisotni plodovi pelinolistne žvrklje (frakciji G in V), je bila 4,6 kg (podrobneje glej v preglednici 5).

Preglednica 5: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorce pobiranja – Mojstrana

	vzorec 1	vzorec 2	vzorec 3	vzorec 4	vzorec 5	skupno
masa V [g]	449	952	760	676	521	3358
masa G [g]	247	300	233	215	255	1250



Slika 14: Masa posameznih vzorcev vzorčenja iz Mojstrane – ločeno glede na frakcije (G, V), ki vsebujejo plodove pelinolistne žvrklje, ter tiste (K in D), kjer plodov nismo pričakovali

Kal-Koritnica (A03 in A04)

Na občestnem parkirišču ob cesti pri Kal-Koritnici smo vzorčili dvakrat. Vzorci z leta 2010 so označeni z oznako A03, vzorci z leta 2011 pa z oznako A04.

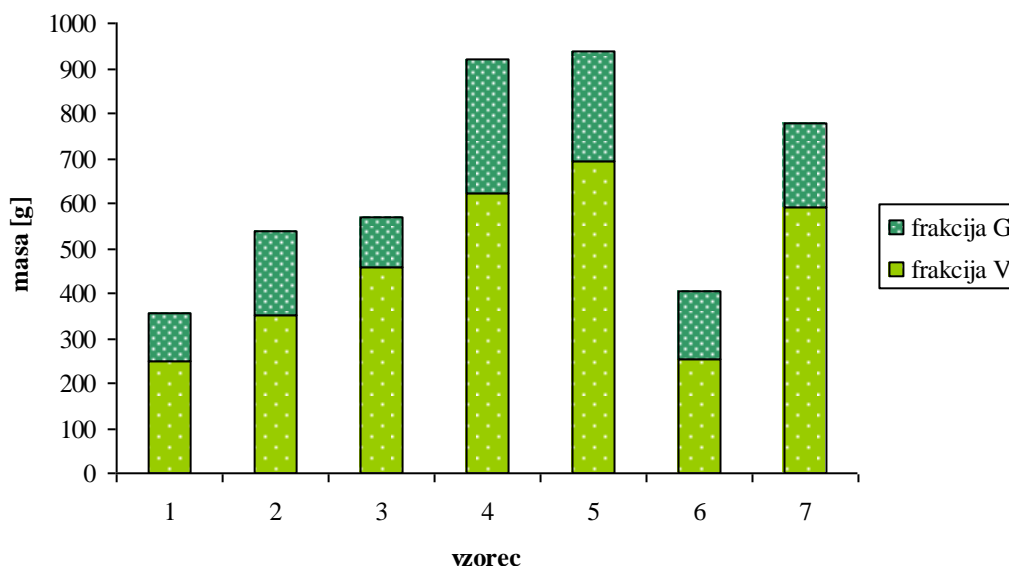
Vzorčenje leta 2010 je bilo opravljeno pred začetkom načrtovanja magistrske naloge, zato je metodologija vzorčenja nekoliko drugačna. Velikost vzorčnih ploskev je bila enaka, debelina pobrane plasti tal pa ni bila tako natančno določena, zato so mase vzorcev nekoliko manjše kot na drugih vzorčnih mestih. Druga razlika je, da je vzorcem manjkal del največjega in najdrobnejšega sloja, ki sta bila iz vzorcev izločena s sejanjem skozi grobo in zelo fino sito in zavržena brez predhodnega tehtanja. Vzorce smo kljub tem

pomanjkljivostim vključili v raziskavo, saj sta bili frakcij V in G pridobljeni na enak način kot pri vzorcih z drugih lokalitet. Vključitev vzorca A03 pa nam je omogočila tudi primerjavo števila plodov žvrklje v tleh pred in po odstranjevanju žvrklje v letu 2010.

Pri vzorcu, pobranem v letu 2010, nimamo podatka o celotni masi pobranega materiala, saj je bil že predhodno presejan skozi sita in preostali material zavržen. Masa vzorcev, kjer so bili prisotni plodovi (frakciji G in V), je bila 4,5 kg (podrobneje glej v preglednici 6).

Preglednica 6: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorce pobiranja – Kal-Koritnica 2010

	vzorec 1	vzorec 2	vzorec 3	vzorec 4	vzorec 5	vzorec 6	vzorec 7	skupno
masa V [g]	251	350	456	623	692	254	591	3217
masa G [g]	103	187	112	297	244	152	187	1282

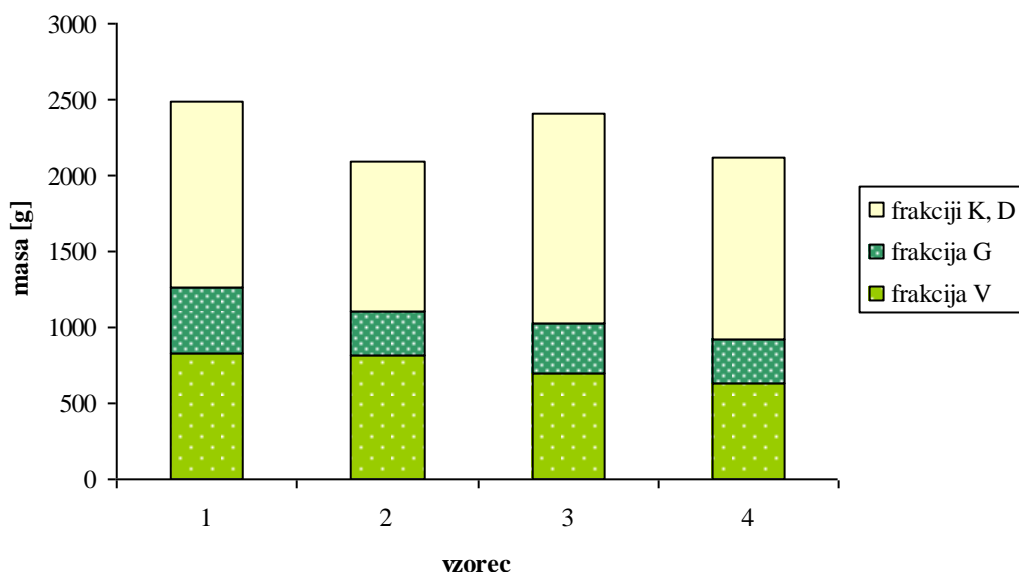


Slika 15: Mase frakcij G (0,63-2,5 mm) in V (2,5-5 mm) brez preostalega materiala – Kal-Koritnica 2010

Pri vzorčenju leta 2011 smo z iste lokalitete kot leta 2010 odvzeli 4 vzorce. Tokrat je bila metodologija odvzema in sejanja vzorcev enaka, kot je opisano v metodah. Material iz vseh štirih vzorcev skupaj je tehtal 9,1 kg. Masa vzorcev, kjer so bili prisotni plodovi pelinolistne žvrklje (frakciji G in V), je bila 4,3 kg (podrobneje glej v preglednici 7).

Preglednica 7: Masa frakcij V (2,5-5 mm) in G (0,63-2,5mm) glede na posamezne vzorce pobiranja – Kal-Koritnica 2011

	vzorec 1	vzorec 2	vzorec 3	vzorec 4	skupno
masa V [g]	833	821	697	631	2982
masa G [g]	428	287	327	291	1333



Slika 16: Mase posameznih vzorcev glede na frakcije (G, V, K in D) – Kal-Koritnica 2011

Na lokalitetah Mojstrana in Kal-Koritnica smo ob cesti vzorčili le zgornjo, 5 cm debelo plast tal, ki so bila globlje od 5 cm v obeh primerih zbita. Masni delež frakcij (G+V) na lokaliteti Mojstrana je 44,7 %, na lokaliteti Kal-koritnica pa je 47,7 % (upoštevani le podatki iz leta 2011).

Na lokalitetah A01 in A02 sta v primerjavi z lokalitetami A04 in A05 zgornja vzorca nekoliko manjša. Saj je masni delež frakcij (G+V) zgornjega sloja z lokalitete A01 30,4 %, z lokalitete A02 pa 25,1 %.

4.2 ŠTEVILO PLODOV PELINOLISTNE ŽVRKLJE

4.2.1 Primerjava števila plodov med vzorčnimi mesti

V vzorcih na lokacijah Laze pri Dolskem, Kal-Koritnica iz leta 2010 in 2011 in v Ljubljani za Železniškim muzejem smo ločeno prešteli vse plodove v frakcijah vzorcev (G in V). Skupno število plodov po lokalitetah je prikazano v preglednici 8, število plodov po posameznih frakcijah pa na grafih (slike 17 do 24).

Vzorec iz Mojstrane (A05) je bil nabran v času, ko je pelinolistna žvrklja že kalila, zato smo štetje plodov žvrklje nekoliko prilagodili in najprej prešteli število kalic pelinolistne žvrklje z vsake vzorčne ploskve, šele nato pa smo vzorec posušili in sejali, kot je opisano v

metodah. Pri štetju plodov žvrklje smo nato šteli le cele plodove, saj smo predvidevali, da so ostanki osemenja žvrkljinih plodov pripadali že preštetim kalicam. V preglednici 8 je naveden seštevek prešteti kalic in celih plodov, v oklepaju pa je ločeno prikazano še število kalic.

Preglednica 8: Število plodov pelinolistne žvrklje in njihov delež na posameznih lokalitetah

	Laze	Ljubljana	Kal- Koritnica 2010	Kal- Koritnica 2011	Mojstrana
Število plodov v vzorcu	69	134	12	2	2630 (1403) **
Št. plodov na m ²	345	670	43	13	13150
Število delov plodov	82	72	21	19	/
Skupna masa vzorcev (kg)	20,6	16,7	9,6*	9,1	10,3
Št. plodov na kilogram vzorca [št./kg]	3,3	8,0	1,3	0,1	255,3
Masni delež plodov v vzorcu (%)	$1,8 \times 10^{-5}$	$4,5 \times 10^{-5}$	$0,7 \times 10^{-5}$	$0,05 \times 10^{-5}$	$142,99 \times 10^{-5}$

* ocena skupne mase vzorca, ki je bila izračunana na podlagi podatka o deležu frakcij V in G v vzorcu odvzetem na istem mestu v letu 2011 (vzorec A04).

** Število v oklepaju predstavlja število kalic, ki smo jih prešteli po pobiranju vzorcev in so vštete v skupno število plodov v vzorcu

Največ plodov pelinolistne žvrklje je bilo prisotnih v vzorcu iz Mojstrane, najmanj pa je bilo plodov v vzorcu iz lokacije Kal-Koritnica iz leta 2011, kjer sta bila v vzorcu le 2 cela oreška.

Ker je bilo na različnih lokalitetah odvzetih različno število vzorcev, smo izračunali število plodov na m² za vsako posamezno lokacijo in na ta način ugotovili, na kateri lokaciji izmed izbranih je dejansko največje število plodov na površino tal. Največ (kar 13150 plodov na m²) jih je na vzorčnem mestu v Mojstrani. Število plodov na površino je 19 do 1011-krat večje kot na drugih lokalitetah. Najmanj plodov (13 na m²) je na lokaliteti Kal-Koritnica, kjer je bila invazivna žvrklja v prejšnji vegetativni sezoni (leta 2010) odstranjena.

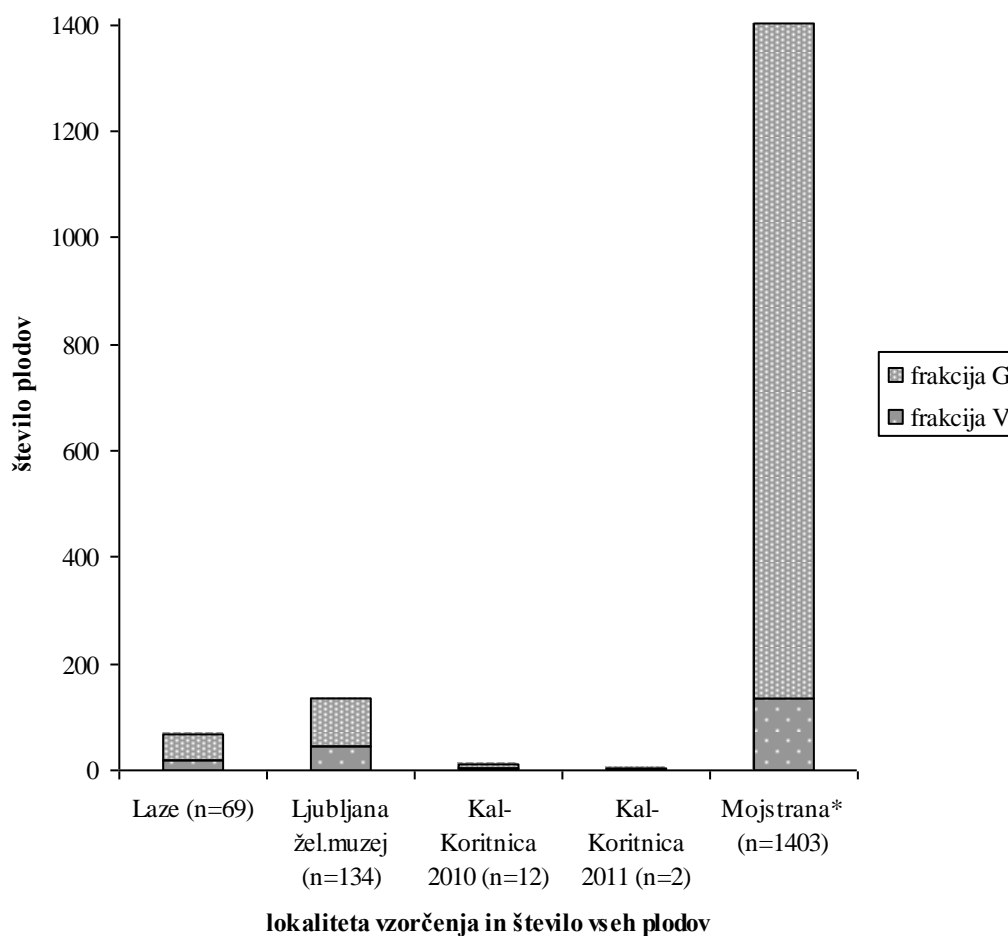
Naredili smo tudi izračune o skupni masi plodov na maso vzorca, za poenostavitev izračuna smo vzeli kot maso semena povprečno veliko seme, ki ima maso 5,6 mg. S tem

podatkom smo lahko izračunali, kakšen je masni delež semen v celotnih vzorcih prsti, ki smo jih povzorčili na vsaki lokaliteti. Pred računanjem smo morali izdelati oceno količine vzorca iz Kal-Koritnice iz leta 2010, saj je podatek zaradi prej opisanih razlik v pripravi frakcij manjkal. Za osnovo smo vzeli povprečni skupni delež frakcij V in G v vzorcu z iste lokalitete iz leta 2011, ki sta frakciji v vzorcih predstavljali 47 % mase celotnega vzorca. Ker smo za vzorce iz leta 2010 imeli podatek o skupni masi teh dveh frakcij, smo lahko ocenili maso celotnega odvzetega materiala, ki znaša 9,6 kg.

Izračunani masni deleži plodov so tako majhni, da so za praktično uporabo bistveno manj uporabni, kot je število plodov na kg vzorca.

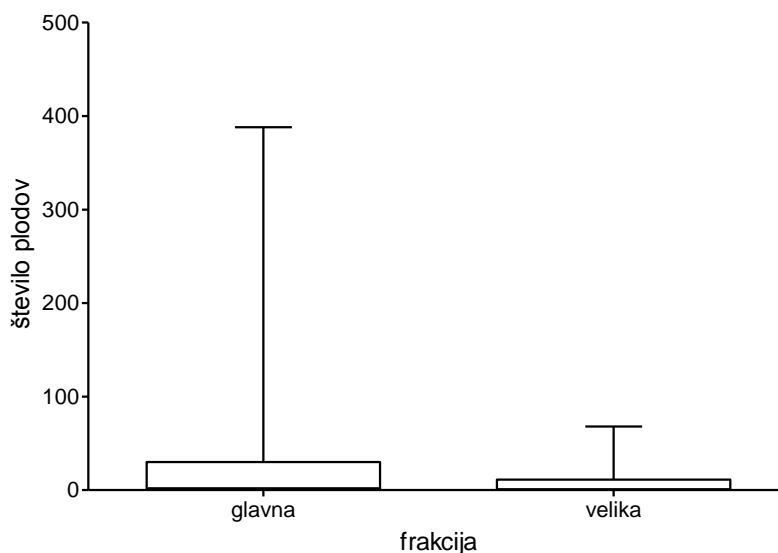
4.2.2 Primerjava števila plodov med velikostnimi frakcijami

V vseh vzorcih je bilo največ plodov velikostnega razreda med 0,63 mm in 2,5 mm, torej v naši glavni frakciji. Manj plodov je bilo velikosti med 2,5 in 5 mm.



Slika 17: Primerjava deleža plodov velikostnega razreda med 0,63 in 2,5 mm (frakcija G) ter med 2,5 in 5 mm (frakcija V) z različnih vzorčnih mest. *Na lokaliteti Mojstrana kalice v število plodov niso vključene.

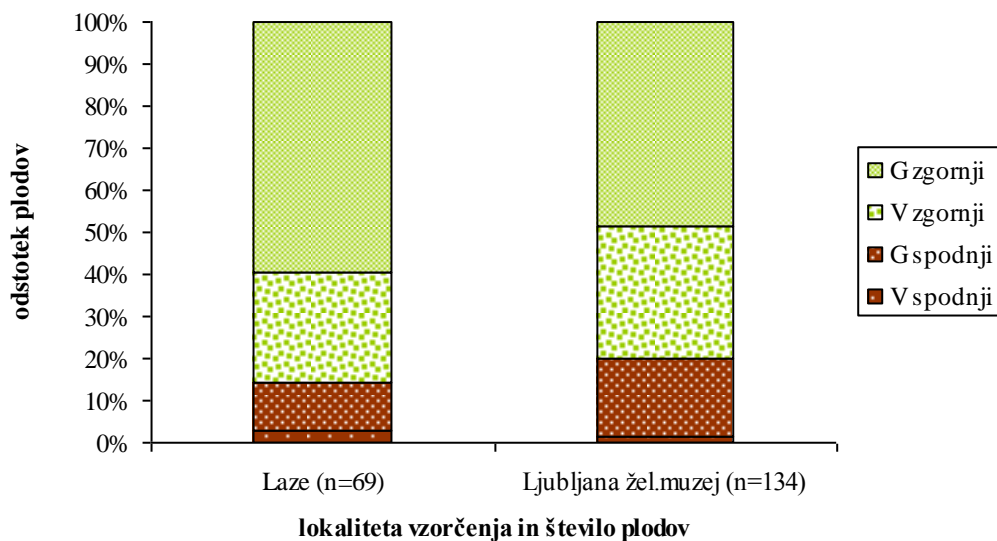
Rezultati neparametričnega Wilcoxonovega testa parnih podatkov so potrdili, da so vzorci z vseh analiziranih vzorčnih ploskev iz različnih frakcij statistično različni, saj je P vrednost 0,0004 (***, $P < 0,05$), kar pomeni, da se skupini podatkov razlikujeta. Razporeditev števila plodov po frakcijah je prikazana tudi na sliki 18.



Slika 18: Primerjava števila plodov v različnih frakcijah pri vzorcih z vseh analiziranih vzorčnih ploskev

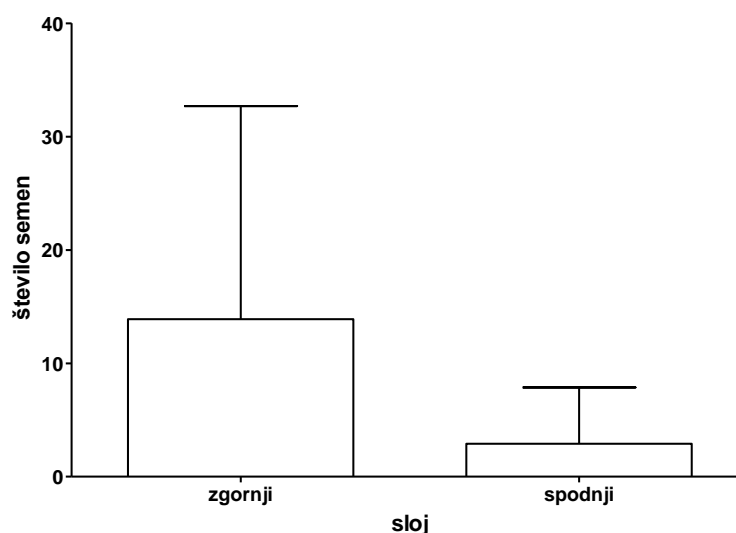
4.2.3 Primerjava števila plodov med sloji

Pri lokacijah Laze in Ljubljana smo pobrali na isti točki dva vzorca: iz površinskega sloja, torej 0 do 5 cm ter iz globljega sloja (od 5 do 10 cm). Pri tem je zelo očitna razlika v številu plodov glede na globino, saj smo v površinskih vzorcih v obeh frakcijah dobili bistveno več plodov. Tako je skoraj enak delež plodov v zgornjem delu pri vzorcih iz Laz in iz Ljubljane - zgoraj je okrog 80 % vseh plodov, v globljem delu tal pa smo na obeh lokacijah dobili okrog 20 % vseh prešteti plodov.



Slika 19: Primerjava med dvema lokacijama glede na globino in frakcijo v odstotkih

Statistično značilno razliko v številu plodov med zgornjim in spodnjim slojem je potrdila analiza parnih podatkov s testom T (*, $P=0,02$). na podlagi števila plodov po posameznih vzorčnih ploskvah z obeh vzorčnih mest. To je razvidno tudi iz izračunane povprečne vrednosti semen v posameznem sloju, ki pri zgornjem sloju znaša 13,9 plodov, pri spodnjem pa 2,9. Razporeditev števila plodov po frakcijah je prikazana tudi na sliki 20.



Slika 20: Primerjava števila plodov v različnih slojih pri vzorcih z vzorčnih mest A01 in A02

4.2.4 Podobnejši pregled števila plodov po vzorčnih mestih

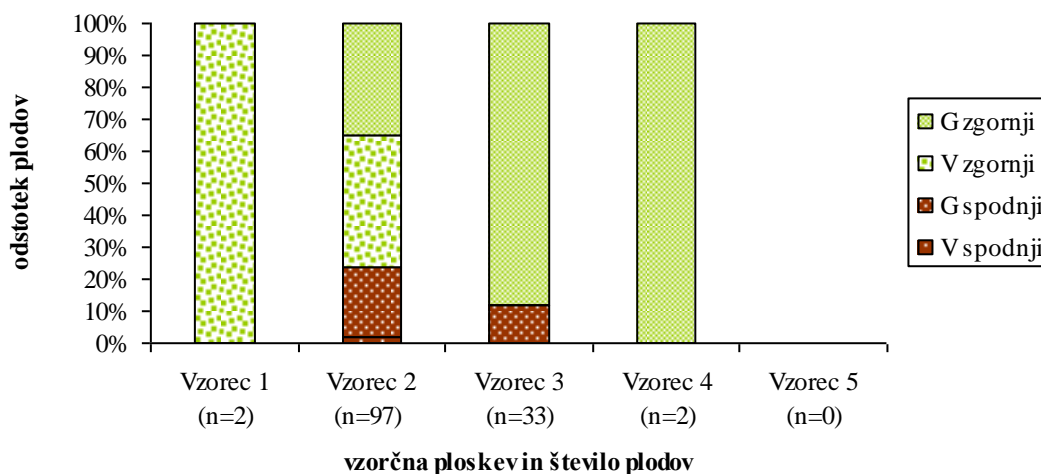
Na lokalitetah A01, A02, A03 in A04 smo iz vzorcev poleg celih plodov izločili tudi osemenja oz. ostanke plodov. Poleg celih plodov so bile lupinice prisotne v vsakem vzorcu, tudi na lokaliteti A05, kjer jih zaradi velike količine in podvajanja podatka zaradi prisotnosti kalic nismo posebej ločevali in preštevali. Lupinice so bile bodisi ostanek že vzkaljenih semen, ki smo jih prišteli številu celih semen na podlagi kalic po vzorčenju, bodisi kot kalice po imbiciji, ki smo jih upoštevali na enak način. Na podlagi prisotnih lupinic lahko potrdimo, da je bilo v vzorcih število celih plodov vsaj takšno, kot smo jih uporabili pri analizah in jih obravnavali kot število plodov v vzorcu, mogoče pa celo večje.

Ker smo preštevali le dele plodov, ki so bili več kot polovični ali so imeli značilno konico (ta navadno le na eni izmed lupinic, ker se navadno plod ne razpolovi čez konico), nam to lahko predstavlja dodatno informacijo o številu semen, ki so v vzorcu. Možno je, da so bila ta semena v tleh cela, vendar so se, ker niso bila dovolj čvrsta, poškodovala pri vzorčenju, sejanju ali pri katerem drugem postopku obdelovanja vzorcev. Druga, verjetnejša možnost pa je, da so to osemenja, ki so kalila v sezoni vzorčenja ali v preteklih sezonah.

Dodatnih lupinic je bilo na lokaliteti Ljubljana – Železniški muzej 72, na lokaliteti Laze 82, v letu 2010 je bilo lupinic na lokaliteti Kal-Koritnica 33, v letu 2011 pa 19. Na lokaliteti Mojstrana je bilo število lupinic tako veliko, da jih nismo posebej preštevali (glej preglednico 8 v poglavju Primerjava števila plodov med vzorčnimi mesti).

Ljubljana – Železniški muzej

Skupno smo na tem vzorčnem mestu iz vzorcev zbrali 134 celih plodov. V glavni frakciji smo prešteli 90 večjih plodov, med 2,5 in 5 mm pa je bilo plodov 44. V zgornji plasti smo našli 107 plodov, v spodnji pa 27.



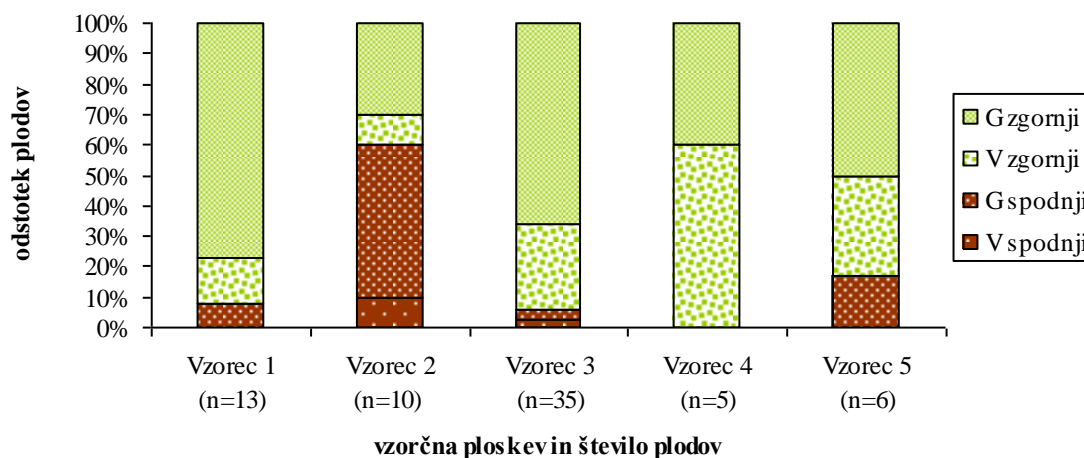
Slika 21: Deleži plodov pelinolistne žvrklje glede na globino in frakcijo na vzorčnem mestu A01-Ljubljana

Med posameznimi vzorčnimi ploskvami se je število celih semen močno razlikovalo. Največ semen je bilo na drugi vzorčni ploskvi, kjer je bila razporeditev semen po globini in velikosti frakcije najboljše vidna. Pri ostalih vzorčnih ploskvah je bilo teh semen malo, zato težje interpretiramo rezultate o razporeditvi. Vidno je, da je večina celih plodov iz zgornje plasti vzorca, ter da so ta v večini primerov iz glavne frakcije. V vzorcu z največjim številom semen je iz spodnjega sloja skoraj 24 % semen, večji delež pa je iz zgornjega sloja.

V vseh vzorcih je bilo dodatno vsaj še 25 % lupinic. V vzorcu 5 celih semen ni bilo, bilo pa je 6 lupinic. Tudi v vzorcih 1 in 4, kjer je število celih plodov majhno so bile dodatno še lupinice: v vzorcu 1 jih je bilo 6, v vzorcu iz vzorčne ploskve 4 pa kar 16. Če bi pri analizi razporeditve upoštevali semena skupaj z lupinicami, bi bilo število večje in bi lažje presodili, kakšen je trend števila semen na posamezni vzorčni ploskvi, vendar bi bila zanesljivost podatkov manjša.

Laze pri Dolskem

Na tej lokaliteti smo v vseh vzorcih skupaj prešteli 69 plodov. Plodov velikosti med 0,63 in 2,5 mm je bilo 49, večjih plodov pa je bilo 20. V zgornji plasti je bilo 59 plodov, v spodnji pa 10, kar predstavlja 14,5 % vseh prešteti plodov.



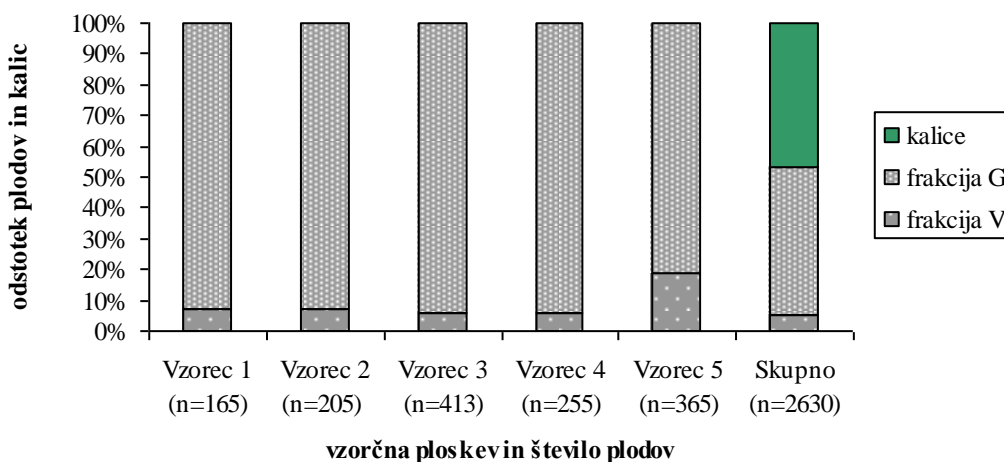
Slika 22: Deleži plodov pelinolistne žvrklje glede na globino in frakcijo na vzorčnem mestu A02- Laze

Na različnih vzorčnih ploskvah so rezultati precej različni. V večini vzorcev pa je največje število plodov, ne glede na velikost, v zgornjem sloju, le pri drugi vzorčni ploskvi je kar 60 % plodov iz spodnjega sloja (glej sliko 22). V vzorcu, kjer je največ plodov, je le slabih 6 odstotkov iz spodnjega sloja.

Če bi poleg števila plodov upoštevali še lupinice, bi imeli še 45 odstotkov več plodov. Če podrobneje pogledamo vzorčno ploskev 2, ki ima najmanj pričakovan rezultat in primerjamo s podatki skupaj z lupinicami, lahko vidimo, da bi bili rezultati precej podobni, saj bi bilo v zgornjem sloju dodatno 5 semen, v spodnjem pa 8 lupinic. Zaradi tega ne bi dobili bistveno drugačne razporeditve semen po vzorcu. Na vsaki vzorčni ploskvi je dodatno še 11 do 20 lupinic.

Mojstrana

Pri tem vzorčnem mestu je bilo število plodov v tleh zelo veliko, kar 2630, od tega je bila večina plodov manjših velikosti. Iz vzorca smo že po vzorčenju, preden smo vzorec razdelili v frakcije, izločili 1185 kalic, pozneje po imbibiciji smo prešteli še dodatnih 42 kalic. Skupno je torej vzkliko kar 1227 semen.

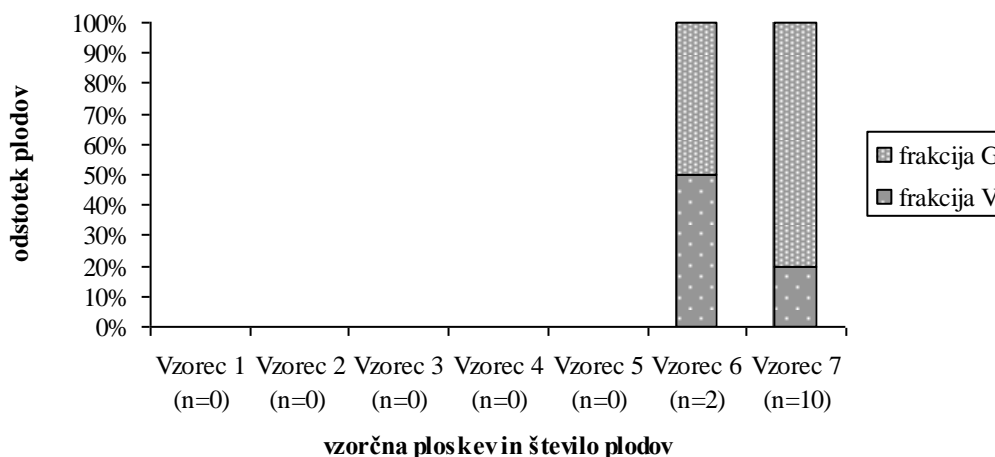


Slika 23: Deleži plodov pelinolistne žvrklje glede na frakcijo na vzorčnem mestu A05 – Mojstrana

Med posameznimi vzorčnimi ploskvami so zelo majhne razlike, saj v vseh prevladujejo plodovi velikostnega ranga med 0,63 in 2,5 mm. Večjih plodov je v vseh vzorcih manj kot 20 % celotnega števila plodov.

Kal-Koritnica

V vzorcu iz leta 2010 smo prešteli skupaj 12 plodov, 9 jih je bilo iz frakcije G, 3 pa iz frakcije V.



Slika 24: Deleži plodov pelinolistne žvrklje glede na frakcijo na vzorčnem mestu A03 – Kal-Koritnica 2010

Pri zadnji vzorčni ploskvi je bilo največ celih semen, ki so bila 80 % velikostnega ranga med 0,63 in 2,5 mm. Celih semen je bilo na tej lokaciji zelo malo, če bi upoštevali število delnih lupinic, ki smo jih izločili, bi bilo število semen za 63 odstotkov večje. Dva delna

plodova sta v vzorcu 1, kjer celih ni bilo, 4 dodatne lupinice so bile v vzorcu 6, ter 15 dodatnih v vzorcu 7. Na preostalih vzorčnih ploskvah ni bilo nobene lupinice. Semen skupaj z lupinicami je bilo na celotnem območju 33, izmed teh so prav tako večinoma izločene iz frakcije G.

V vzorcu iz leta 2011 smo našli le 2 ploda pelinolistne žvrklje v glavni frakciji z vzorčne ploskve 2. Drugod plodov žvrklje ni bilo, so pa bili prisotni ostanki perikarpov 17 plodov v frakciji G, ter ostanki perikarpov dveh plodov v frakciji V.

V prvem letu vzorčenja je bilo celih plodov 12, skupaj z lupinicami pa jih je bilo 33. V naslednjem letu pa sta bila 2, skupaj z lupinicami je bilo vseh plodov 21. Opazimo lahko, da se je v drugem letu vzorčenja število plodov zmanjšalo kar za 6-krat.

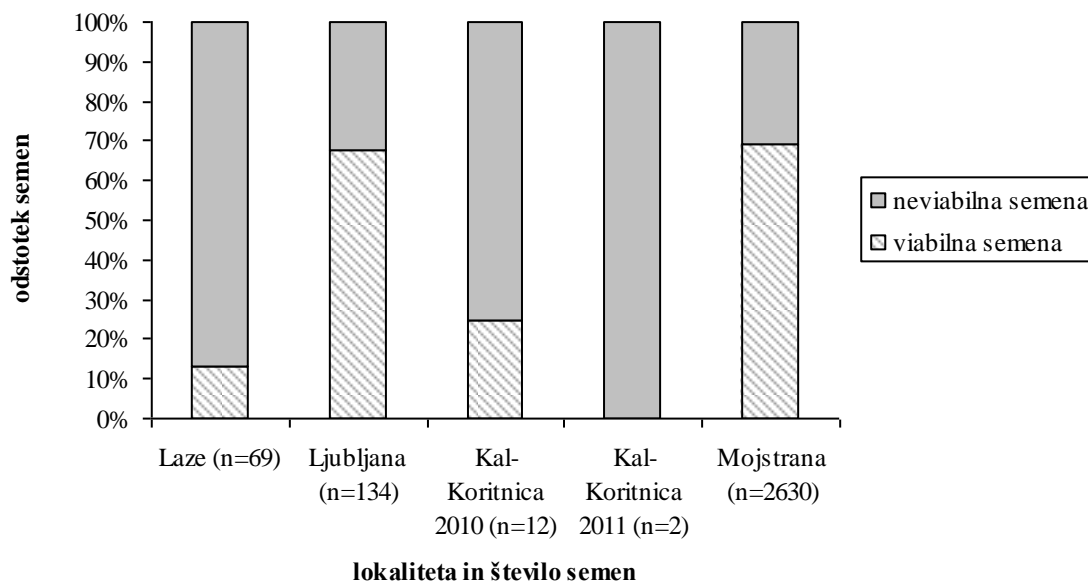
4.3 VIABILNOST SEMEN PELINOLISTNE ŽVRKLJE

Viabilnost smo preverili pri 444 celih plodovih. Skupno smo imeli 673 plodov, vendar smo 229 plodov izločili že pred testiranjem viabilnosti s tetrazolijevo raztopino, ker niso bila cela, ali pa smo jih pri razrezu izločili, ker so bila prazna. Od 444 plodov je bilo viabilnih 224 semen, kar predstavlja 50,5 % vseh celih plodov. S tetrazolijevim testom smo dokazali viabilnost 174 plodovom, preostalih 50 pa je bilo kalic, ki smo jih našli po prebiranju vzorca v sladkorni raztopini. Vsega skupaj je bilo v začetku v vseh vzorcih viabilnih semen še več, saj smo na Mojstrani za testiranje viabilnosti semen frakcije G testirali le 10 % vzorca. Poleg tega tudi nismo upoštevali 1185 rastlinic, ki smo jih pobrali takoj po vzorčenju na Mojstrani. Če to upoštevamo, je bilo v vseh vzorcih skupaj dokazano viabilnih 1436 semen. Celotno število pa lahko ocenimo po izračunu. Če je v 10 % vzorca viabilnih 30 semen, sklepamo, da je bilo v celotnem vzorcu viabilnih okrog 300 semen. Če to upoštevamo, dobimo iz vseh vzorcev končno število 1706 viabilnih semen.

Preglednica 9: Viabilnost semen glede na lokacije in v primerjavi s številom celih semen

	Laze	Ljubljana	Kal-Korit. 2010	Kal-Korit. 2011	Mojstrana *	skupaj
viabilna po tetrazolijevi m.	9	56	3	0	376	444
kalice po slad. raztopini	0	35	0	0	42	77
število kalic ob vzorčenju	0	0	0	0	1403	1403
skupaj viabilnih semen	9	91	3	0	1821	1924
število prešteti plodov	69	134	12	2	2630	2847

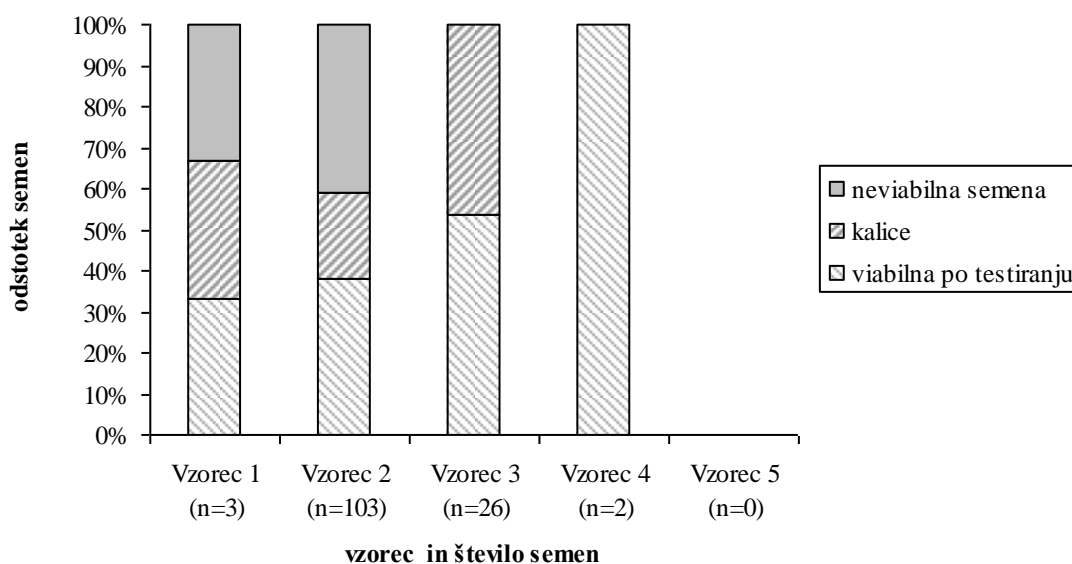
*števila so določena po izračunu na podlagi testiranja viabilnosti 10 % glavnega vzorca



Slika 25: Delež viabilnih semen na posameznih lokacijah glede na število prešteti celih plodov

Ljubljana – Železniški muzej

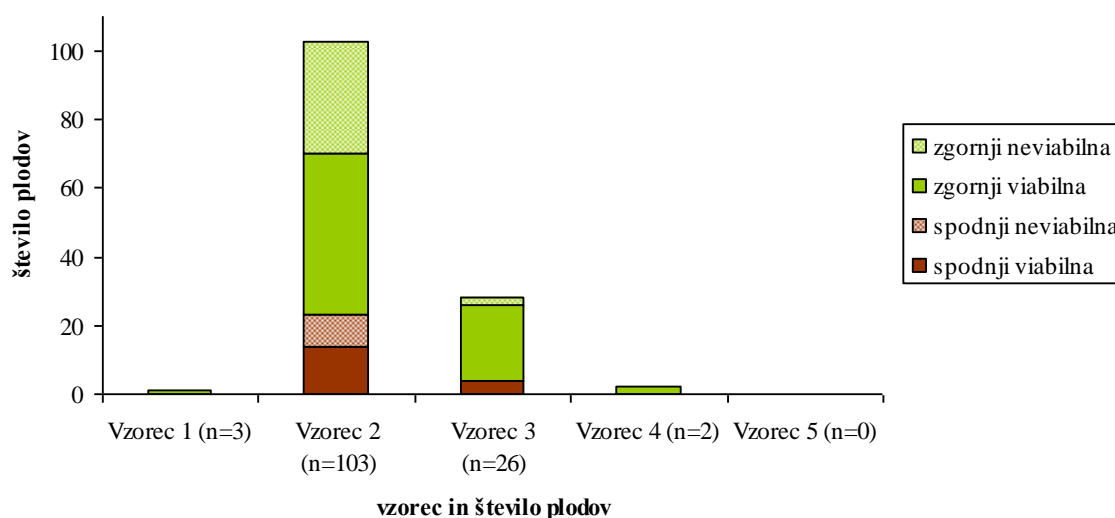
Izmed 134 prešteti plodov smo po metodi s tetrazolijevo raztopino dokazali viabilnost 56 semenom. Izmed teh je bilo 46 plodov iz zgornje plasti, ter 10 plodov iz spodnje plasti. Viabilnih semen izmed plodov velikosti med 0,63 in 2,5 mm smo po tej metodi dobili 36, velikosti med 2,5 in 5 mm pa je bilo živih semen 20.



Slika 26: Delež kalic, viabilnih in neviabilnih semen na lokaciji Ljubljana

Zaradi namakanja v sladkorni raztopini je nekaj semen do preštevanja vzknilo, zato smo prešteli tudi vse kalice. Skupaj je bilo v celotnem vzorcu prisotnih 35 kalic. Od tega smo jih 27 dobili v vzorcih iz zgornje plasti, 8 pa iz spodnje. Teh kalic smo v frakciji G našli 19, v frakciji V pa smo jih prešteli 16.

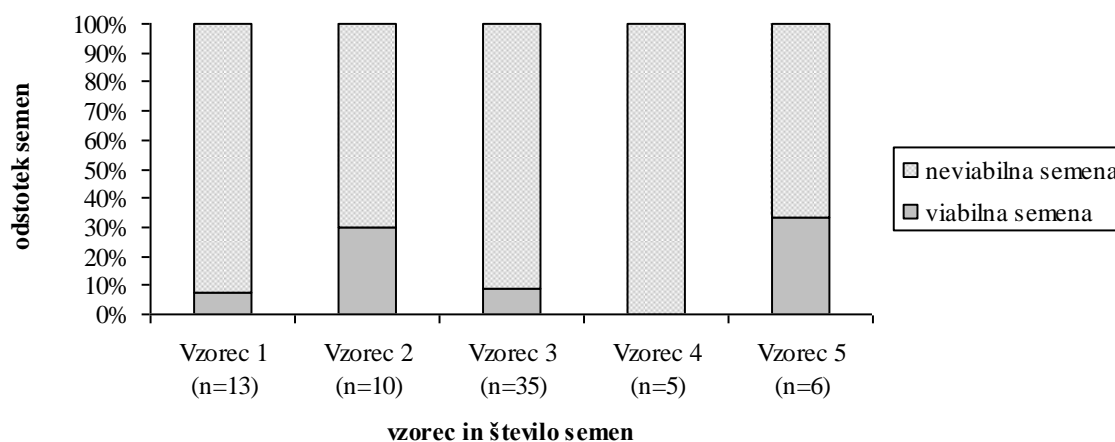
Skupno je bilo torej viabilnih semen v tem vzorcu 91. Od tega jih je bilo 73 v zgornjem sloju, ter 18 v spodnjem sloju. Živih manjših semen je bilo 55, večjih pa 37.



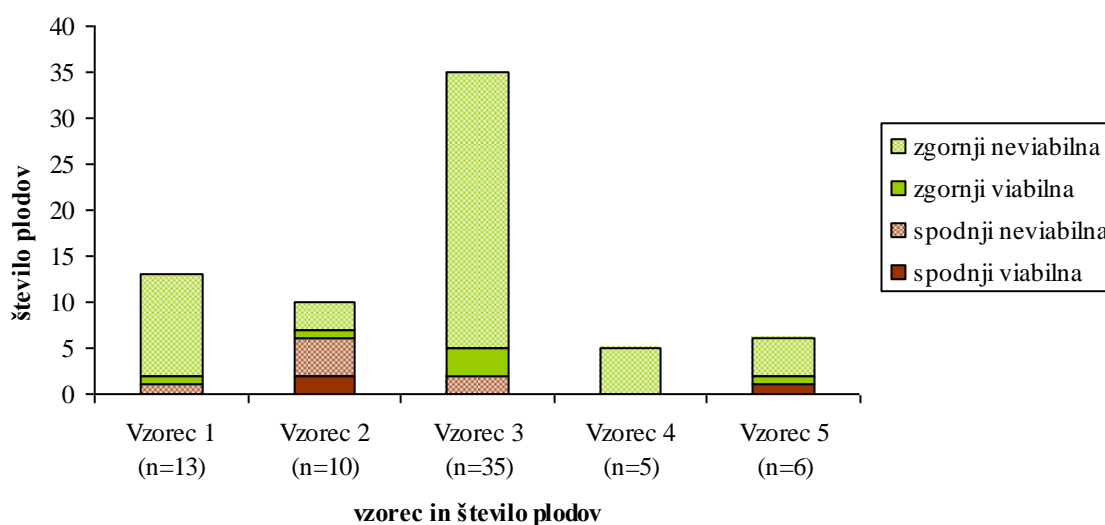
Slika 27: Število neviabilnih in viabilnih semen glede na globino – Ljubljana

Laze pri Dolskem

S tetrazolijevo raztopino smo izmed 69 prešteti plodov dokazali viabilnost 9 semenom. 6 plodov je bilo iz zgornje plasti, 3 plodovi pa iz spodnje. Prav tako je bilo 6 plodov velikosti med 0,63 in 2,5 mm, ter 3 plodovi velikosti od 2,5 do 5 mm. Pri tem vzorcu kalic po metodi s sladkorno raztopino ni bilo.



Slika 28: Delež viabilnih in neviabilnih semen v celotnem vzorcu – Laze



Slika 29: Število neviabilnih in viabilnih semen glede globino vzorčenja – Laze

Mojstrana

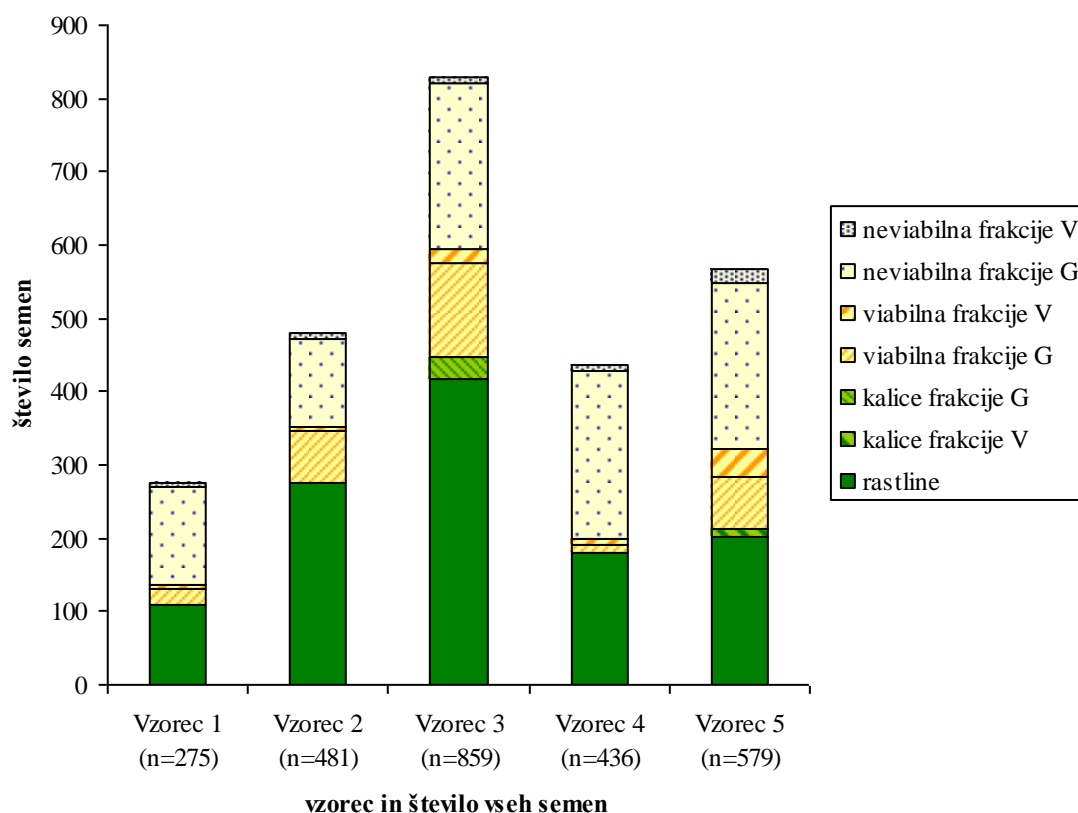
Pri vzorcih s te lokacije so bile že pri vzorčenju prisotne kalice pelinolistne žvrklje, velikosti do 2 cm, ki smo jih skupaj prešteli 1185. Največ rastlinic je bilo na vzorčni ploskvi 3, kjer jih je bilo 415, najmanj pa na vzorčni ploskvi 1, kjer jih je bilo 110 (glej preglednico 10).

Preglednica 10: Število kalic s posameznih vzorčnih ploskev pred sejanjem vzorca – Mojstrana

Vzorčna ploskev	Število rastlin
1	110
2	275
3	416
4	181
5	203
skupaj	1185

S tetrazolijevim testom smo testirali 135 večjih semen in 127 manjših, skupno torej 262 semen. Od tega je bilo viabilnih 106 semen, kar je 40 % prešteti celih plodov.

Po ločevanju v sladkorni raztopini so semena do štetja še dodatno vzkli. Teh kalic je bilo skupaj 42, iz frakcije G jih je bilo 30, iz frakcije V pa jih je bilo 12. Tudi teh kalic je bilo največ v vzorcu 3.



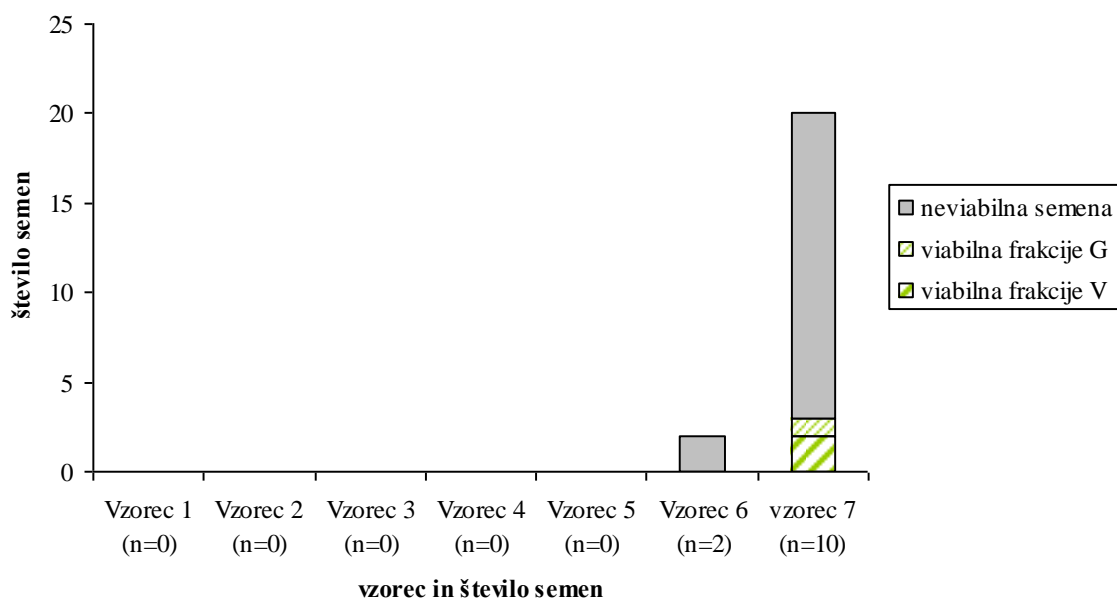
Slika 30: Število rastlin, kalic, viabilnih in neviabilnih semen glede na frakcije v vzorcih – Mojstrana

Dejansko skupno število viabilnih semen testiranih s tetrazolijevo metodo in kalic pri preštevanju je bilo torej 148. Viabilnih semen večje velikosti je bilo 88, manjših pa 60. Pri tem vzorcu smo pobrali le zgornji sloj tal, zato vsi ti podatki veljajo za zgornjih 5 cm.

Pomembno je tudi poudariti, da je pri tem skupnem številu viabilnih semen upoštevanih le 10 % naključno izbranih plodov frakcije G, ki smo jih testirali s tetrazolijevo raztopino. Če bi teh 10 odstotkov projicirali na celoten vzorec bi bilo skupno število viabilnih semen 418. Če upoštevamo število viabilnih semen po testiranjih in prištejemo še število rastlinic in kalic, bi lahko rekli, da je bilo na tej lokaliteti viabilnih semen 1603.

Kal-Koritnica

Na tem vzorčnem mestu smo v letu 2010 pobrali vzorec, v katerem je bilo 12 celih plodov, od tega so le 3 vsebovala viabilno seme. En plod je bil velikosti med 0,63 in 2,5 mm, preostala dva pa sta bila večja. Kalic v tem vzorcu nismo našli.



Slika 31: Število viabilnih in neviabilnih semen v celotnem vzorcu ločenih po velikosti: Kal-Koritnica 2010

V letu 2011 sta bila v vzorcih le 2 ploda, ki pa nista vsebovala viabilnega semena, pri testu viabilnosti nobeno seme ni pokazalo celičnega dihanja.

5. RAZPRAVA

5.1 MASA VZORCEV

Vsak od vzorcev, nabranih na vseh vzorčnih ploskvah na vseh lokalitetah, je zajemal površino 400 cm² in debelino plasti 5 cm. Edina izjema pri vzorčenju, so bili vzorci z vzorčnega mesta A03 – Kal-Koritnica (2010), ki so večinoma zajemali tanjši sloj tal, a smo jih zaradi vsaj delno uporabnih podatkov vseeno vključili v raziskavo. Njihova masa se je gibala med 0,5 in 1,1 kg. Pri ostalih vzorcih, kjer je bila metoda vzorčenja bolj dorečena, so bile mase vzorcev med 1,1 in 2,7 kg. Razlike lahko pripišemo različni strukturi podlage in razlikam v količini lažjega organskega drobirja glede na količino kamnov. Podatke o masah celotnih vzorcev pa moramo kljub natančnemu tehtanju obravnavati bolj kot oceno, saj smo na terenu izločili velike kose kamnine in večje posušene kose rastlin, tako da lahko razlike med vzorci pripišemo tudi temu, da količine na terenu izločenega materiala nismo beležili.

Maso vzorcev smo potrebovali predvsem za merilo pri primerjavi količine plodov pelinolistne žvrklje med posameznimi lokalitetami, zato so bila bolj pomembna razmerja med masami vzorcev kot pa realne številke o masah celotnih vzorcev.

Pri vzorcih, kjer smo ločeno nabirali vzorce zgornjega in spodnjega sloja, smo ugotovili, da je masa zgornjega sloja navadno manjša od mase spodnjega sloja. To lahko razložimo z razmerjem med lažjim organskim in težjim anorganskim materialom. V zgornjem sloju je prisotnega več organskega drobirja, v katerega sodijo tudi plodovi in drugi deli rastlin. V spodnjem sloju pa je več proda, peska in večjih kamnov, kar poveča maso tega dela vzorca. Ko vzorce ločimo na glavno (G) in večjo (V) frakcijo lahko ugotovimo, da je naša glavna frakcija po masi glede na preostali del vzorca najmanjša, ne glede na sloj ali lokacijo vzorčenja. Torej večji deli in kamenje doprinese h količini vzorca in masi, ki smo jo z dodatnim sejanjem iz vzorca izločili in tako izboljšali ločevanje semen iz vzorca po omenjenih metodah.

5.2 ŠTEVILO PLODOV PELINOLISTNE ŽVRKLJE V TLEH

5.2.1 Primerjava obcestnih rastišč

S problematiko pojavljanja pelinolistne žvrklje ob cestah se je ukvarjalo že več raziskovalcev, ki so raziskovali npr. načine razširjanja semen žvrklje ob cestah (Vitalos in

Karrer, 2009), globinsko razporeditev semen (Fumanal in sod., 2008), vpliv tipa ceste na pogostost pojavljanja žvrklje (Joly in sod., 2011) in vpliv slanosti na kaljivost semen pelinolistne žvrklje (DiTomasso, 2004).

Pri izračunu števila plodov na maso glede na lokacije smo ugotovili, da je največje število semen pelinolistne žvrklje prisotnih na lokaciji Mojstrana, saj bi v kilogramu vzorca našli 255 celih plodov, in to kljub dejstvu, da je v času vzorčenja mnogo semen že skalilo in sicer so kalice rasle zelo na gosto - 60 rastlin na dm^2 . Kaj so možni razlogi za tak rezultat? Na vzorčnem mestu A05 - Mojstrana je bil leto pred vzorčenjem opažen strnjen sestoj pelinolistne žvrklje po celotni površini obcestne bankine, vse od cestnega roba do travnika. Košnja ni bila opravljena pred semenjenjem pelinolistne žvrklje, zato so semena konec sezone napolnila semensko zalogo v tleh. Verjetno so se na tej lokaciji rastline ne moteno razvijale in plodile že več let zapored, tako se je število semen v tleh sčasoma močno povečalo. Večji cestni robovi ob asfaltiranih cestah in večje motnje, ki so povezane z bolj prometnimi cestami, ustvarjajo ugodne pogoje za uspevanje pelinolistne žvrklje (Joly in sod., 2011). To potrjujejo tudi naši rezultati.

Kot primerjavo lahko uporabimo manj obremenjeno cesto iz zgornjega Posočja (Kal-Koritnica – Soča), kjer je lokacija vzorčnih mest A03 (leto 2010) in A04 (2011). Ob tej cesti se na več mestih pojavljajo strnjene sestoji pelinolistne žvrklje, kjer pa je žvrklje primerjalno z lokaliteto A05 bistveno manj. Večinoma gre za redkeje rastoče rastline, če pa gre za strnjen sestoj, ta nikoli ni tako širok kot v Mojstrani. Število plodov v tleh je bilo na vzorčnem mestu A03 v letu 2010 1,3 plodov na kilogram vzorca, kar je 196-krat manj kot na vzorčnem mestu A05 (Mojstrana).

Na lokaliteti Kal-Koritnica so v letu 2010 ravno v času vzorčenja sistematično izruvali vse rastline pelinolistne žvrklje. Odstranjevanje žvrklje je potekalo v drugi polovici avgusta, ko žvrklja še nima razvitih plodov. Z opazovanji na terenu smo ugotovili, da nove rastline, ki so do konca rastne sezone uspele vzkaliti po odstranjevanju na tej lokaliteti, niso uspele razviti semen, kar pomeni, da v tej sezoni ni bilo vnosa novih semen pelinolistne žvrklje v tla. V vzorcih (A04) iz leta 2011 smo zato pričakovali v talni zalogi manj plodov pelinolistne žvrklje, kar smo potrdili tudi z štetjem. Na vseh vzorčnih ploskvah skupaj smo našli le 2 ploda, ki nista vsebovala viabilnega semena. To je vzpodbuden rezultat, saj potrjuje možnost izkoreninjenja pelinolistne žvrklje na lokalitetah, kjer sestoji niso preveliki in kjer se natančno ročno odstranjevanje žvrklje sistematično izvaja več let zapored, kar je na območju zgornjega Posočja, ki leži na območju Triglavskega narodnega

parka, vsekakor smiselno. Akcija odstranjevanja žvrklje je bila ponovljena tudi septembra 2011 (Novice..., 2013), za naslednja leta pa ni podatkov o odstranjevanju.

Cestni robovi so za rast neobčutljivih vrst, kot je pelinolistna žvrklja, idealno rastišče. Glede na tip ceste pa se uspešnost te vrste razlikuje – na manj prometnih cestah so motnje (košnja, čiščenje obcestnih kanalov, frekvenca vozil) manjše, to predstavlja manj ugodne razmere za rast žvrklje, posledično je širjenje populacije manjše (Joly in sod., 2011). To smo potrdili tudi v naši raziskavi, saj je bilo število semen na kilogram tal ob manj prometni cesti Kal-Koritnica – Soča precej manjše kot ob cestnem robu prometno obremenjene ceste v Mojstrani. Zakaj je temu tako? Košnja ob bolj prometnih cestah je pogostejša in je pomemben dejavnik širjenja, saj se s kosilnicami prenašajo velike količine semen, kar sta potrdila tudi Vitalos in Karrer (2009), ko sta povprečno na eni kosilni napravi našla 53 žvrkljinih semen. Ker ta ostajajo akumulirana v rastlinskih ostankih in blatu do naslednje košnje, je to lahko pomemben dejavnik širjenja tako na kratke kot tudi dolge razdalje.

Joly in sod. (2011) navajajo, da je košnja sicer lahko negativen dejavnik širjenja, vendar je vpliv predvsem odvisen od časa košnje. Ugotovili so sicer, da je ena košnja premalo za zmanjšanje števila cvetočih rastlin, vendar Kranjc (2011) v svoji raziskavi potrjuje, da lahko s sistemom dveh košenj ob primernem času in pravilnem razmaku učinkovito zmanjšamo število cvetočih rastlin in s tem zmanjšamo število plodov, ki se nabirajo v talni zalogi semen.

Poleg prenosa semen zaradi košnje pa lahko človek prenaša semena tudi na drugačne načine. V veliki meri lahko pri obnovitvenih delih ob cestnih robovih z »okuženim« materialom (pesek, gramoz) zanese semena žvrklje na območja, kjer jih prej ni bilo, in na tak način že z nekaj semeni povzroči vzpostavitev nove populacije (Šilc, 2006; Jogan in Strgulc Krajšek, 2012). To se je najverjetneje zgodilo na lokaliteti Kal-Koritnica, saj so v letu 2010 ob cesti urejali cestno bankino in pri tem nasuli nov gradbeni material, ki je najverjetneje vseboval s plodove pelinolistne žvrklje.

Ob bolj prometnih cestah poleg košnje in pogostejšega obnavljanja cestnih kanalov ter nanosa morebitnega »okuženega« peska in proda pogosteje poteka tudi zimsko posipanje cest. Ravno v času, ko žvrkljina semena kalijo, je slanost ob cestnih robovih največja. DiTommaso (2004) je preučeval vpliv različnih koncentracij soli na kalitev semen pelinolistne žvrklje, ki so bila na zasoljenih cestnih robovih, v primerjavi s semeni z

nesoljenih rastišč. Ugotovil je, da se lahko lokalne populacije žvrklje na močno zasoljenih cestnih robovih na take razmere adaptirajo na način, da to pospeši njihovo kalitev. Ker je cesta v Mojstrani v zimskem času najverjetneje bolj soljena kot manj prometna cesta na lokaliteti Kal-Koritnica, bi lahko to pripisali tudi temu dejavniku. Na lokaliteti Mojstrana je bil v času vzorčenja gost sestoj kalic, kar bi lahko pripisali boljši kaljivosti semen v slanih razmerah in zato konkurenčno prednost pred ostalimi vrstami rastlin, ki bi drugače lahko tudi poselile cestni rob. Ker je žvrklja manj občutljiva na fiziološko sušo, ki jo slano rastišče predstavlja, kot ostale rastline, lahko zaradi neobčutljivosti tudi v takih razmerah kali in vzpostavi populacijo pred ostalimi rastlinami. Seveda pa bi morali to razlago preveriti s podrobnejšimi analizami in raziskavami.

5.2.2 Primerjava ruderalnih rastišč ob železniški progi

Značilnosti obeh lokalitet na ruderalnih mestih ob železniški progi so:

- da je vedno večje število plodov pelinolistne žvrklje v zgornjem sloju, izjema je le ena vzorčna ploskev na lokaliteti Laze,
- da smo večino plodov izolirali iz glavne velikostne frakcije in
- da so precej velike razlike v številu semen pelinolistne žvrklje med vzorčnimi ploskvami znotraj ene lokalitete.

S primerjavo števila semen iz zgornjega in spodnjega sloja tal smo ugotovili, da je največ semen v zgornjem sloju – okrog 80 % vseh semen z določene lokalitete. To bi lahko razložili s tem, da večina semen po končani vegetativni sezoni rastline pristane na površini tal, kar v rezultatih vidimo kot večje število semen v zgornjem sloju. Manjši odstotek semen pa se premešča tudi v globino oz. ostane v globljih slojih, ko jih prekrije organski material odmrlih rastlin ali na drugačen način prineseni nanosi nove prsti. Rezultat, da je več plodov v zgornji plasti tal, se ujema z podatki iz raziskave Fumanala in sodelavcev (2008). Razlike v številčnosti plodov med vzorčnimi ploskvami pa lahko pripišemo bolj raztresenemu pojavljanju pelinolistne žvrklje na tem tipu rastišča, če ga primerjamo s cestnim robom. Možno je, da so bile na obeh lokalitetah leto pred vzorčenjem prisotne zgolj posamezne rastline in ne gost sestoj. To lahko sklepamo na podlagi razporeditve semen v posameznih vzorcih, saj se je število semen na vsakem vzorčnem mestu močno razlikovalo in ne nakazuje na to, da bi bila razporeditev rastlin enakomerna. Enakomerna razporeditev rastlin bi namreč na vseh točkah vzorčenja prispevala bolj podobno število semen v vsakem vzorcu. Vzorčne ploskve z veliko semeni so bile verjetno na mestu, kjer je v prejšnji sezoni rasla ena ali več rastlin žvrklje, na kateri so se razvila semena, ki so po

propadu rastline popadala na tla. Znano je namreč, da se semena z rastline ne raznesejo prav daleč, ampak popadajo na tla v njeni bližini (Jogan in sod., 2011).

Na lokalitetah Ljubljana in Laze je bilo vsaj v neki meri prisotno odstranjevanje pelinolistne žvrklje. To smo videli, ko smo v oktobru istega leta kot je potekalo vzorčenje, ponovno šli na teren na lokaciji Ljubljana in Laze. Videli smo, da v Ljubljani sestoj ni gost, temveč so prisotne le posamezne večje rastline žvrklje, druge vegetacije pa je bilo zelo malo. Poleg tega smo opazili, da so na tej lokaciji dodatno nasipali in orali oz. premešali prod in pesek, kar je lahko vplivalo na rast, ki smo jo takrat na terenu opazili – semena so bila verjetno v času kalitve zakopana globlje in zato niso bila izpostavljena svetlobi, posledično je bila kalitev in pozneje številčnost rastlin žvrklje manjša kot prejšnje leto. Število plodov nam nakazuje, da je bilo verjetno v letu pred našim vzorčenjem število rastlin večje kot pri našem ponovnem ogledu terena v oktobru 2012.

Na lokaciji Laze smo pri ponovnem ogledu terena oktobra 2012 opazili, da je bila pelinolistna žvrklja populjena ali pokošena in zložena na kup ob progi. Sicer je tako odstranjena žvrklja že imela razvite plodove, vendar, če sklepamo, da so na enak način ravnali že v prejšnjem letu, je možno, da so vsa semena nakopičena le v določenem delu tal in niso enakomerno porazdeljena po površini. To bi tudi pojasnilo, zakaj je število semen v vzorcih toliko manjše kot na lokaciji Mojstrana. Verjetno je bilo območje vzorčenja vsaj enkrat pokošeno in se rastline zato niso razvile v taki meri, kot bi se lahko brez motenj. Poleg tega smo na lokaciji opazili, da je poleg žvrklje prisotno tudi drugo avtohtono rastje, ki je preprečevalo, da bi žvrklja ustvarila gost sestoj. Zato je torej zaloga semen neprimerljivo manjša kot na lokaciji Mojstrana, kjer je bil sestoj strnjen in brez drugega rastlinja, ki bi omejevalo razrast žvrklje.

Podatkov o zalogi semen žvrklje na primerljivih ruderalnih mestih, ki bi jih pridobili v drugih raziskavah, nismo našli, kar je presenetljivo glede na veliko količino raziskav, ki se tičejo cestnih robov. V Mestni občini Ljubljana se v zelo velikih populacijah žvrklja pojavlja ob vzhodni železnici ter ob nekaterih avtocestah, saj so pri popisu žvrklje največje populacije rastlin našli ravno vzdolž železniških prog npr. med Šiško in Bežigradom ter v Mostah, kjer je vezanost žvrklje na železniško omrežje zelo očitna (Jogan in Strgulc Krajšek, 2012).

5.3 VIABILNOST

Vzorci tal smo večinoma (razen lokalitet Kal-Koritnica) pobirali v pomladanskem času, ko je bila dormanca semen že prekinjena. Tako smo pri določenih vzorcih po izpostavitvi svetlobi in vodi (sladkorna raztopina) v postopku ločevanja plodov iz vzorca, že naslednji dan lahko opazili tudi kalice. Tako so vzknila semena z lokacije Ljubljana, ki smo jih nabrali marca 2012, ter določeni vzorci iz Mojstrane, kjer so bile kalice vidne že v roku ene ure. Ti so bili nabrani maja 2012. Ker smo v Ljubljani semena pobirali v zgodnji pomladi in so bila nedormantna, smo z izpostavitvijo svetlobi in imbibiciji z vodo nekaj mesecev pozneje, sprožili kalitev (semena smo ločevali z metodo plovnosti v septembru 2012). Na tej lokaciji je bil odstotek viabilnih semen zelo velik, ne samo glede na kalice, ampak tudi po tetrazolijevi metodi. Pri vzorcih iz Mojstrane, ki smo jih nabrali v poznejši pomladi, pa so bile že pri nabiranju vzorca prisotne manjše rastlinice. Te so vzkalile po zimskem mirovanju, druga kalitev semen pa je bila tista, ki smo jo sprožili z izpostavitvijo vodi in višji temperaturi (semena smo ločevali z metodo plovnosti v oktobru 2012). Na tej lokaliteti je bilo viabilnih 69 % semen. Takšni rezultati so zelo nepričakovani, ker nasprotujejo opisom kalitve in dormance avtorjev Baskin in Baskin (1980), saj ta semena kljub neugodnim razmeram niso vstopila v sekundarno dormanco. Je pa ravno na teh lokacijah, kjer je kalilo največ semen po imbibiciji, tudi viabilnost najvišja.

V skladu z razlago (Baskin M.J. in Baskin C.C., 1980) pa so bila semena z lokacije Kal-Koritnica, ki so bila nabrana v poletnem ali jesenskem času. Kljub ugodnim razmeram, ki smo jih vzpostavili pri obdelavi vzorcev, do kalitve ni prišlo, čeprav so bila nekatera semena pozneje pri testiranju potrjeno viabilna. Torej lahko trdimo, da so bila semena v dormantnem stanju.

Določena semena iz že omenjenih lokacij so vzkalila tudi pozneje, ko smo jih izpostavili vlagi pred testiranjem viabilnosti s tetrazolijevo metodo. Torej lahko sklepamo, da tudi ta semena niso vstopila v sekundarno dormanco, saj smo semena testirali v juniju 2013. Prave razlage za kalitev v tem času nimamo, možno pa je, da je do tega prišlo, ker so bila semena hranjena v sušilnici v temi na sobni temperaturi in smo z izpostavitvijo vlagi in svetlobi že omogočili ustrezne pogoje za kalitev.

Potrdimo lahko razlago istih avtorjev (Baskin M.J. in Baskin C.C., 1980), da jeseni in poleti, ko semena dozoriijo, vstopijo v primarno dormanco, saj so bila semena, ki smo jih uporabili za preizkušanje metode plovnosti s sladkorno raztopino dormantna. Ta semena so bila namreč nabrana na rastlini, preden so bila izpostavljena zimski zmrzali in zato niso

kalila, kljub ugodnim dejavnikom, ki smo jih pri testiranju vzpostavili. Tako lahko potrdimo ugotovitve, da kalitev brez prekinitve primarne dormance z vlažnim in hladnim obdobjem ne poteče.

V raziskavi smo potrdili, da so lahko semena v dormanci tudi več let, saj smo v juniju 2013 potrdili viabilnost treh semen, ki so bila nabrana v avgustu 2010.

Schutte (2008) je želel potrditi korelacijo med manjšimi in večjimi plodovi in dormantnostjo, vendar hipoteze ni mogel potrditi. Tudi naša raziskava ni pokazala, da bi bila večina viabilnih dormantnih semen manjše velikosti. Za takšne analize bi morali v raziskavo zajeti večje število vzorcev in večje število semen, saj v naših vzorcih določenih lokacij ni bilo veliko semen in je zato interpretacija rezultatov brez napak zelo težka.

Odstotki viabilnosti glede na število celih plodov na posameznih lokacijah so zelo raznoliki. Najmanj viabilnih semen je bilo na lokaciji Kal-Koritnica, kjer v letu 2011 nismo nabrali nobenega viabilnega semena, v vzorcu iz leta 2010 pa je bilo viabilnih 25 % semen. To lahko razložimo na enak način, kot smo pojasnili število plodov. Ker ni bilo dodatnega vnosa semen, se je viabilnost zmanjšala, saj je bilo v tem vzorcu malo semen. Predvidevamo, da v talni zalogi ni novih semen, ki bi se razvila v zadnjih letih, saj je bilo rastlin, ki bi na novo napolnile zalogo semen, malo zaradi odstranjevanja. Semenom pa z leti viabilnost pada. Zato predvidevamo, da so tudi semena, ki smo jih nabrali, starejša in zato je njihova viabilnost nizka. Takšen trend je opazen tudi pri semenih z lokacije Laze, saj je viabilnih semen le okrog 13 %. To bi lahko razložili na enak način, saj glede na število semen in ponoven ogled terena sklepamo, da je bila tudi na tej lokaciji žvrklja odstranjena. Torej bi bila lahko tudi semena nabrana na tej lokaciji starejša in je zato viabilnost nižja, kot bi jo pričakovali. Lahko pa sklepamo tudi, da so določena semena že kalila in kalice odmrle pred našim vzorčenjem, saj je to potekalo konec aprila.

Največ viabilnih semen je bilo nabranih na vzorčnem mestu Mojstrana. Tu je bil delež viabilnosti kar 69 %. Tako visok odstotek viabilnosti je najverjetneje posledica velikega števila semen, ki so se razvila v prejšnji rastni sezoni v gostem nemotenem sestoju. Ker je najverjetneje večina teh semen stara eno oz. nekaj let, je velika večina semen iz prejšnjih sezon še viabilna. Zelo podoben rezultat pa smo dobili tudi na lokaliteti Ljubljana. Tu je bilo viabilnih 68 % semen. Za pravo interpretacijo rezultatov viabilnosti bi bilo treba preveriti, kaj vpliva na dolgoživost semen v semenski banki, saj je ta pojav zelo kompleksen.

5.4 PREGLED ZASTAVLJENIH HIPOTEZ

1. Na območju, kjer je bila pelinolistna žvrklja v sezoni prvega vzorčenja odstranjena in zato ni bilo dodatnega vnosa semen v tla, bo naslednjo sezono v tleh manj semen.

Hipotezo smo potrdili, saj je bilo na lokaliteti Kal-Koritnica v letu 2011 v vzorcih manj semen. Našli smo le 2 ploda pelinolistne žvrklje, ter 19 ostankov plodov, od tega nobeno seme ni bilo viabilno. Poleg tega lahko vidimo, da se semenska banka pri odstranjevanju in preprečevanju nastajanja novih semen sčasoma izčrpa, saj je bilo v prvem letu vzorčenja več semen kot v drugem.

2. V vzorcih z območij, kjer pelinolistna žvrklja nemoteno uspeva, bo delež viabilnih semen večji kot v vzorcih, kjer so jo odstranjevali, saj se viabilnost semen v prsti s časom zmanjšuje.

Največ viabilnih semen je bilo nabranih na vzorčnem mestu Mojstrana, kjer je žvrklja uspevala v gostem sestoju. Tu je bil delež viabilnosti kar 69 %. Podobne rezultate smo dobili iz lokalitete Ljubljana – Železniški muzej, kjer je bilo viabilnih semen 68 %. V nasprotju pa na lokaciji Kal-Koritnica (iz leta 2011), kjer so žvrkljo odstranjevali, ni bilo viabilnih semen. V letu prej pa je bilo viabilnih 25 % semen.

3. Večji delež semen pelinolistne žvrklje bo v zgornji plasti tal.

Hipotezo smo potrdili, saj smo na ruderalnih rastiščih, kjer smo pobirali ločene frakcije, v zgornjih slojih vzorcev nabrali 80 % semen.

4. Več semen pelinolistne žvrklje pričakujemo ob bolj prometnih cestah.

Hipotezo lahko potrdimo, saj je na lokaliteti Kal-Koritnica iz leta 2010 manj semen v talni zalogi kot v Mojstrani. Manjše število semen v letu 2011 pa je najverjetneje posledica odstranjevanja rastlin.

5. Na rastiščih ob cestah pričakujemo več semen pelinolistne žvrklje na enoto površine tal, kot na ruderalnih mestih ob železniških progah.

Hipotezo smo delno potrdili, saj je bilo na lokaliteti Mojstrana 20 do 38 % več semen na m², kot na ruderalnih rastiščih ob železniških progah. Ker je bila žvrklja na drugi občestni lokaliteti odstranjena, je bilo na tej lokaliteti manj semen kot na ruderalnih rastiščih.

5.5 KAJ BI NAREDILI DRUGAČE?

Pri vsaki raziskavi se med delom pojavijo vprašanja, na katera bi lahko našli odgovor, če bi raziskavo nekoliko drugače zastavili. To se je zgodilo tudi pri naši raziskavi, ki nam je odprla nova vprašanja, na katera z zbranimi podatki nismo uspeli odgovoriti.

Zanimivo bi bilo torej preučiti če bi v vzorcu z območja, kjer je bila pelinolistna žvrklja že prejšnjo sezono odstranjena, število semen v globlji plasti prsti večje, kot na površini prsti. Ter če je v globlji plasti tudi več semen viabilnih.

V vzorcih z območja, kjer žvrklja ni bila odstranjena, bi bilo zanimivo raziskati, če je v zgornji plasti prsti več semen kot v globlji plasti in če bi bil tudi odstotek viabilnih semen iz površinske plasti večji.

Dobro bi bilo, da bi tudi na cestnih robovih uspeli pridobiti vzorec iz globljih plasti prsti, saj bi tako lahko preverili, če je ob cestnih robovih, kjer so žvrkljo že odstranjevali, večja zaloga semen v globini. Poleg tega bi lahko z vzorci iz Mojstrane tudi ugotovili, če je večina rastlinic, ki so kalile, iz zgornjega sloja, ter kakšna je še zaloga semen v večjih globinah. V bodoče bi bilo zelo pomembno proučiti tudi povezavo števila plodov in načina vzdrževanja cestne bankine.

Da bi lahko primerjali rezultate naše raziskave z raziskavo Basseta in Cromptona (1975), bi morali zgornji vzorec tal vzeti do globine 2,5 cm. Tako bi dobili natančnejše podatke o semenih na površini tal, poleg tega bi lahko preverili, če tudi pri naših vzorcih velja, da število vzkaljenih semen, iz površine prsti močno presega število vzkaljenih semen, ki so zakopana v zemlji na globini med 2,5 in 15,5 cm. Prav tako bi s tem potrdili ali ovrgli trditev, da v poznejši pomladi kalijo semena, ki so v temi. Ker smo imeli vzorec iz teme le iz večjih globin, je bilo teh semen manj in zato z našim delom tega ni mogoče potrditi ali ovreči.

Smotrno bi bilo še dodatno zaporedno vzorčiti na lokaliteti Kal-Koritnica, da bi videli, kako se spreminja zaloga semen v tleh po več letih. Za boljšo primerjavo manj prometnih občestnih rastišč pa bi bilo mogoče smiselno vzorčiti tudi na območju, kjer ni bilo

odstranjevanja rastlin žvrklje. Prav tako smo imeli določene omejitve pri primerjavi števila plodov na lokaliteti Kal-Koritnica iz leta 2010, saj nismo imeli točnega podatka o masi in površini vzorca, kar je posledica nesistematičnega vzorčenja.

V svoji nalogi smo želeli v primerjavo različnih rastišč vključiti tudi z žvrkljo preraščene njive, vendar nam zaradi časovne omejitve pri vzorčenju in pomanjkanja podatkov o takih lokalitetah, teh podatkov ni uspelo zajeti.

6 SKLEPI

Na izbranih vzorčnih mestih so bile količine semen pelinolistne žvrklje v tleh zelo različne. Število semen je odvisno od gostote sestoja žvrklje v letih pred vzorčenjem, ter od morebitnega predhodnega odstranjevanja žvrklje. Tako smo na lokaciji Mojstrana, kjer je bil v letu pred vzorčenjem gost sestoj, ugotovili, da je semenska banka najbogatejša in vsebuje tudi največ viabilnih semen. Precej manjše število semen je bilo na lokaciji Ljubljana, kjer je bila rast žvrklje redkejša oz. je predstavljala populacijo posameznih raztresenih rastlin. Na lokaciji Laze je bila semenska banka še nekoliko manjša, saj smo ugotovili, da si žvrklja rastišče deli še z drugimi avtohtonimi rastlinami, ki omejujejo njeno razširjanje, poleg tega pa je najverjetneje vsaj enkrat letno pokošena oziroma odstranjvana. Viabilnost semen na tej lokaliteti je zelo majhna, predvidevamo, da je razlog košnja oz. odstranjevanje, ki poveča delež starejših in manj viabilnih semen v semenski banki. Najmanj semen v semenski banki je bilo na lokaciji Kal-Koritnica, kjer je bila žvrklja v letih pred vzorčenjem populjena in je bil tako onemogočen razvoj novih semen na rastlinah v naslednjem letu. Predvidevamo, da so semena, ki smo jih zajeli v vzorcu, v semenski banki že več let in bi se ta pri nadaljnjem odstranjevanju počasi izčrpala. Iz istega razloga pa viabilnost semen v semenski banki iz leta v leto pada. To nam torej pove, da je sistematično odstranjevanje rastlin pred razvojem semen lahko učinkovit način za zmanjševanje populacij na določenih lokacijah.

7 POVZETEK

Pelinolistna žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia*) je močno razširjena invazivna tujerodna vrsta v Sloveniji. Vrsta izhaja iz Severne Amerike in je bila, zaradi vse večje globalizacije v 19. stoletju, nehote prinesena v Evropo (Essl in sod., 2009). V Sloveniji je bila prvič opažena v sredini 20. stoletja (Wraber, 1983). Sprva je veljala za prehodno vrsto, nato pa se je naturalizirala in se zdaj širi predvsem ob železniških progah, cestah, na ruderalnih rastiščih in vse pogosteje tudi poljih (Jogan in sod., 2011; Šilc, 2006). Problematično pa ni le njeno širjenje v naravi in posledično upadanje biodiverzitete, ampak je tudi alergen pelod, ki povzroča poznoletni seneni nahod (Taramarcas in sod., 2005). Iz tega razloga je tudi na nivoju države z zakonom določeno obvezno odstranjevanje te invazivne vrste (Odredba o ukrepih..., 2010).

Načini odstranjevanja temeljijo na zmanjševanju obstoječih populacij in preprečevanju nadaljnega širjenja. Ker gre za enoletnico, je najučinkovitejši način zatiranja, preprečevanje razvoja semen, saj se tako prepreči ustvarjanje novih populacij in rast novih rastlin (Buttenschøn in sod., 2008-2009). Zato smo v okviru te raziskave želeli preučiti učinkovitost odstranjevanja rastlin ter vpliv na zalogo semen v tleh, poleg tega pa preučiti kakšne so zaloge semen na različnih rastiščih žvrklje po Sloveniji.

Nabrali smo pet serij vzorcev. Dve seriji sta bili pobrani na ruderalnih rastiščih žvrklje na Lazah in v Ljubljani, obe rastišči sta bili ob železniških progah. Tri serije vzorcev pa so bile pobrane na rastiščih ob cestah, od tega sta bili dve seriji vzorcev nabrani na isti lokaliteti, vendar je bila žvrklja po prvem vzorčenju populjena, nato pa vzorčenje ponovljeno še v naslednjem letu. Na teh lokacijah smo nabrali 4 do 7 podvzorcev površine 400 cm², na ruderalnih rastiščih dve frakciji (od 0 do 5 cm in od 5 do 10 cm), ob cestah pa zaradi zbitosti materiala le zgornjo frakcijo. Vzorce smo obdelali z metodami sejanja, tehtanja frakcij, ločevanja semen glede na velikostni rang frakcije in plovnosti v sladkorni raztopini, ter prebiranja plodov pod lupo. Ko so bila semena izločena, smo prešteli število na posameznih lokacijah in jih testirali s tetrazolijevo metodo viabilnosti. Poleg plodov smo prešteli še kalice, ki smo jih upoštevali kot viabilna semena.

Ugotovili smo, da je na lokaciji Mojstrana ob regionalni cesti, kjer je bil pred vzorčenjem v prejšnjih letih strnjen sestoj žvrklje, največ semen, od katerih jih je bil ocenjen delež viabilnosti 69 %. Na lokaciji Kal-Koritnica, ki tudi leži na robu ceste, a so bile rastline žvrklje leta 2010 ob vzorčenju odstranjevane in s tem je bilo preprečen vnost novih semen

v tla, je bilo najmanj semen, od tega jih je bilo v letu 2011 manj kot v letu 2010. Prav tako je bila tu tudi viabilnost semen manjša, saj je bil delež viabilnosti v prvem letu vzorčenja 25 %, v letu 2011 pa viabilnih semen ni bilo. Potrdili smo, da je talna zaloga semen ob bolj prometnih cestah večja, saj je bilo na lokaliteti Mojstrana 196-krat več semen na kilogram vzorca kot na lokaliteti Kal-Koritnica v letu 2010. Vzroke za takšne rezultate pripisujemo boljšemu razširjanju semen vzdolž bolj prometnih cest na račun košnje ob nepravem času, večje število motenj, kot je obnova bankin, ki poruši naravno vegetacijo in ustvarja priložnost za žvrkljo, poleg tega pa lahko novi nanosi peska vsebujejo semena žvrklje, ki ustvarjajo nove populacije tudi na novih lokacijah. Kot dodatno prednost žvrklje pri naselitvi cestnih robov pa lahko pripišemo tudi boljši kalitvi semen v slanih razmerah.

Na ruderalnih rastiščih je semen v talni zalogi manj kot ob cestnih robovih predvsem na račun manjšega vnosa semen. Ugotovili smo, je večina semen v zgornji frakciji tal, saj se zaradi zbitosti tal, semena ne premeščajo v večje globine, ter da je večina semen iz glavne velikostne frakcije. Število semen med vzorčnimi ploskvami znotraj ene lokalitete je se precej razlikuje., najverjetneje na račun razpršene rasti posameznih rastlin.

V raziskavi smo potrdili, da so lahko semena v dormanci tudi več let, saj smo v juniju 2013 potrdili viabilnost treh semen, ki so bila nabrana v avgustu 2010

V primeru nadaljnjih raziskav bi bilo dobro, da bi tudi na cestnih robovih uspeli pridobiti vzorec iz globine, saj bi tako lahko preverili, če je ob cestnih robovih, kjer so žvrkljo že odstranjevali večja zaloga semen v globini. V primerjavo rastišč bi bilo zanimivo vključiti tudi rastišča z žvrkljo preraščenih njiv.

8 VIRI

- Allard H.A. 1943. The North American Ragweeds and Their Occurrence in Other Parts of the World. *Science*, 98, 2544: 292-294
- Atlas Okolja. Agencija RS za okolje.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (13. jul. 2013)
- Baskin M.J., Baskin C.C. 1977. Dormancy and germination in seeds of common ragweed with reference to Beal's buried seed experiment. *American Journal of Botany*, 64, 9: 1174-1176
- Baskin M.J., Baskin C.C. 1980. Ecophysiology of secondary dormancy in seeds of *Ambrosia artemisiifolia*. *Ecology*, 61, 3: 475-480
- Basset I.J., Crompton C.W. 1975. The biology of Canadian weeds. 11. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC. *Canadian Journal of Plant Science*, 55: 463-476
- BioPortal. 2005-2013. Center za kartografijo favne in flore
<http://www.bioportal.si/> (3.dec.2013)
- Bigwood W.D., Inouye W.D. 1988. Spatial Pattern Analysis of Seed Banks: An Improved Method and Optimized Sampling. *Ecology*, 69, 2: 497-507
- Buttenschøn M.R., Waldispühl S., Bohren C., Simončič A., Lešnik M., Leskovšek R. 2008-2009. Navodila za zatiranje in preprečevanje širjenja pelinolistne ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia*). Kopenhagen, Karin Kristensen, Univerza v Kopenhagnu: 47 str.
<http://www.furs.si/svn/zvr/POSNadzori/Ambrosia/U%C5%A1hresconavodila.pdf> (10. okt. 2013)
- Csontos P., Vitalos M., Barina Z. 2010. Early distribution and spread of *Ambrosia artemisiifolia* in Central and Eastern Europe. *Botanica Helvetica*, 120: 75-78
- Darlington H.T. 1922. Dr. W. J. Beal's Seed-Viability Experiment. *American Journal of Botany*, 9, 5: 266-269

- DiTomasso A. 2004. Germination behavior of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) populations across a range of salinities. *Weed Science*, 52: 1002-1009
- Eler K. 2007. Dinamika vegetacije travnišč v slovenskem submediteranu: vzorci in procesi ob spremembah rabe tal: doktorska disertacija. Ljubljana, [K. Eler]: 169 str.
- Essl F., Dullinger S., Kleinbauer I. 2009. Changes in the spatio-temporal patterns and habitat preferences of *Ambrosia artemisiifolia* during its invasion of Austria. *Preslia*, 81: 119-133
- Fumanal B., Chauvel B., Bretagnolle F. 2007. Estimation of pollen and seed production of common ragweed in France. *Annals of agricultural and environmental medicine*, 14, 2: 233-236
- Fumanal B., Gaudot I., Bretagnolle F. 2008. Seed-bank dynamics in the invasive plant, *Ambrosia artemisiifolia* L. *Seed Science Research*, 18, 2: 101-114
- Hejda M., Pyšek P., Jarošík V. 2009. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology*, 97: 393-403
- Genton B.J., Shykoff J.A., Giraud T. 2005. High genetic diversity in French invasive populations of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*, as a result of multiple sources of introduction. *Molecular Ecology*, 14: 4275-4285
- Jakovac Strajn B., Pozvek K.J., Prosenik T., Lešnik M., Ujčič Vrhovnik I. 2013. Novejši podatki o vsebnosti semen vrst iz rodu *Ambrosia* v krmi za prostoživeče ptice v Sloveniji. *Acta agriculturae Slovenica*, 101: 309-316
- Jogan N., Bačič M., Strgulc Krajšek S. 2012. Neobiota Slovenije, končno poročilo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 272 str.
<http://www.bioportal.si/neobiota.php> (23. okt. 2013)
- Jogan N., Bačič T., Strgulc Krajšek S., Potočnik H. 2011. Popis rastišč škodljivih rastlin iz rodu *Ambrosia* na izbranih območjih mesta Ljubljana, Končno poročilo o izvedbi javnega naročila. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 95 str.

- Jogan N., Strgulc Krajšek S. 2012. Popis škodljivih rastlin iz rodu *Ambrosia* na širšem območju mesta Ljubljana. Končno poročilo o izvedbi javnega naročila. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 65 str.
- Jogan N., Vreš B. 1998. *Ambrosia artemisiifolia* L. Hladnikia, 10: 45-57
- Joly M., Bertrand P., Gbangou R.Y., White M.C., Dube J., Lavoie C. 2011. Paving the Way for Invasive Species: Road Type and the Spread of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). Environmental Management, 48: 514-522
- Kranjc A. 2012. Vpliv načina košnje na obnovitveno sposobnost pelinolistne ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.): diplomsko delo. Maribor, [A. Kranjc]: 54 str.
- Kus Veenvliet J., Veenvliet P. 2008. Vplivi tujerodnih vrst. Projekt Thuja (23. maj. 2012) <http://www.tujerodne-vrste.info/tujerodne-vrste/vplivi-tujerodnih-vrst/> (6. dec. 2013)
- Leskovšek R., Eler K., Batič F., Simončič A. 2012. Water and nitrogen use efficiency of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) at different nitrogen and water levels. Acta agriculturae Slovenica, 99: 41-47
- Mabberley D.J. 2008. Mabberley's Plant Book. 3rd ed., Cambridge, Cambridge University Press: 36 str.
- Malone, C.R. 1967. A rapid method for enumeration of viable seeds in soil. Weeds, 15: 381-382
- Mesgaran M.B., Mashhadi H.R., Zand E., Alizadeh H.M., 2007. Comparison of three methodologies for efficient seed extraction in studies of soil weed seedbanks. Weed Research, 47: 472-478
- Meusel H., Jäger E.J. 1992. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Karten, Literatur, Register, Band III. Jena, Gustav Fischer Verlag: 688 str.
- Meyr A. The TZ test. Ransom Seed Laboratory, Inc. Carpinteria, CA <http://ransomseedlab.com/aboutus/TZtest/TZtest.pdf> (30. okt.. 2013)

Novice. 2013. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje.

http://www.mko.gov.si/si/delovna_podrocja/narava/invazivne_tujerodne_vrste_rastlin_in_zivali/novice/ (6. dec. 2013)

Odredba o ukrepih za zatiranje škodljivih rastlin iz rodu *Ambrosia*. Ur.l. RS št. 007-336/2010.

Patracchini C., Vidotto F., Ferrero A. 2011. Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) Growth as Affected by Plant Density and Clipping. *Weed Technology*, 25, 2: 268-276

Peters J., 2005. Tetrazolium Testing Handbook, Contribution No. 29, Association of Official Seed Analysts.

<http://www.aosaseed.com/TZwebsite/2005pdf/2005Summary.pdf> (30. okt. 2013)

Pollen load map of Europe for ragweed (*Ambrosia*). 2012. Medical University of Vienna, Department of Oto-Rhino-Laryngology.

<http://www.polleninfo.org> (24. okt. 2013)

Pyšek P., Chytrý M., Pergl M., Sádlo J., Wild J. 2012. Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats. *Preslia*, 84: 575-629

Reinhart K.O., Callaway R.M. 2006. Soil biota and invasive plants. *New Phytologist*, 170: 445-457

Rothrock P.E., Squiers E.R., Sheeley S. 1993. Heterogeneity and size of a persistent seedbank of *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Setaria faberi* Herrm. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 120, 4: 417-422

Richardson M.D., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta D.F., West C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions*, 6: 93-107

Schutte B.J., Regnier E.E., Kent Harrison S. 2008. The association between seed size and seed longevity among maternal families in *Ambrosia trifida* L. populations. *Seed Science Research*, 18: 201-211

- Strgulc Krajšek S., Novak M. 2013. Achenes of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in packages of sunflower achenes for outdoor birds. *Acta biologica Slovenica*, 56, 1: 3-9
- Strother J.L. 2006. 244. *Ambrosia* Linnaius, sp.Pl.2:987.1753;Gen. Pl. ed 5, 425. 1754. V: *Flora of North America*. Vol. 21. *Flora of North America* editorial committee (eds.). New York, Oxford, Oxford university press: 10-18
- Šilc U. 2006. Vsiljiva škodljivka iz Severne Amerike. *Proteus*, 69, 2: 81-83
- Švigelj B. 2007. *Mala flora Slovenije*. 4. izd. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.
- Taramarcaz P., Lambelet C., Clot B., Keimer C., Hauser C. 2005. Ragweed (*Ambrosia*) progression and its health risks: will Switzerland resist this invasion? *Swiss Medical Weekly*, 135: 538-548
- Telewski F.W., Zeevaart A.D.J. 2002. The 120-yr period for Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany*, 89, 8: 1285-1288
- Ter Heerdt G.N.J., Verweij G.L., Bekker R.M., Bakker J.P. 1996. An improved method for seed-bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, 10: 144-151
- Thompson K., Bakker J.P., Bekker R.M. 1997. *The Soil Seed Banks of North West Europe: Methodology, Density and longevity*. Cambridge, Cambridge University Press: 276 str.
- Uredba komisije (EU) z dne 16. junija 2011 o spremembi Priloge I k Direktivi 2002/32/ES Evropskega parlamenta in Sveta glede mejnih vrednosti za nitrit, melamin, *Ambrosio* spp. ter prenosa nekaterih kokcidiostatikov ali sredstev proti histomonijazi in o konsolidaciji prilog I in II k Direktivi. Ur.l. EU št. 574/2011
- Vitalos M., Karrer G. 2009. Dispersal of *Ambrosia artemisiifolia* seeds along roads: the contribution of traffic and mowing machines. *Neobiota*, 8: 53-60.
- Wraber T. 1983. Širjenje pelinolistne ambrozije v Sloveniji. *Proteus*. 45, 8: 315-316

ZAHVALA

Najprej se iskreno zahvaljujem doc. dr. Simoni Strgulc Krajšek, ki je sprejela vlogo mentorstva. Zahvaljujem se ji za vso pomoč, nasvete, odgovore na nešteta vprašanja in vse znanje, ki ga je delila z mano. Zahvaljujem se ji za ves trud in čas, ki mi ga je tekom svojega mentorstva posvetila, ter za ves optimizem, vzpodbudne besede in prijaznost.

Zahvaljujem se recenzentu. dr. Jerneju Joganu za hiter pregled magistrske naloge, nasvete ter popravke. Prav tako se za zahvaljujem za hiter pregled predsednici komisije doc. dr. Martini Bačič.

Hvala tudi ostalim zaposlenim na Katedri za botaniko in fiziologijo rastlin za vso pomoč pri izvedbi raziskovalnega dela naloge.

Zahvaljujem se vsem svojim prijateljem in bližnjim za vzpodbudne besede, pomoč pri zbiranju motivacije in energije za delo tekom celotnega študija, še posebej pa v času izdelave te naloge. Hvala za potrpežljivost tudi v času, ko je jaz mogoče nisem imela...

Prav posebna zahvala pa gre moji družini, ki me je ves čas študija spodbujala in podpirala, mi znala pomagati tudi v trenutkih, ko ni bilo najlažje. Zahvaljujem se vam za vse vaše besede, ki so mi vrnilo zaupanje in samozavest, da sem študij pripeljala do konca. Res iskrena hvala za vse!

Hvala tudi vsem ostalim, ki vas mogoče nisem omenila, pa ste tako ali drugače pustili svoj pečat v mojem življenju in tekom študijskega časa.

Res iz srca hvala Vsem!