

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

Magdalena CHOLKOVA

**TUJERODNE DREVESNE VRSTE V URBANEM
GOZDU KRAJINSKEGA PARKA TIVOLI, ROŽNIK
IN ŠIŠENSKI HRIB**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2021

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

Magdalena CHOLKOVA

**TUJERODNE DREVESNE VRSTE V URBANEM GOZDU
KRAJINSKEGA PARKA TIVOLI, ROŽNIK IN ŠIŠENSKI HRIB**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**NON-NATIVE TREE SPECIES IN URBAN FORESTS OF THE
TIVOLI, ROŽNIK AND ŠIŠENSKI HRIB LANDSCAPE PARK**

B.Sc.Thesis
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2021

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva 1.stopnje na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Delo je bilo opravljeno na Katedri za gojenje gozdov. Terensko delo smo izvajali na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za gozdarstvo Biotehniške fakultete je dne 20. 5. 2021 za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Dušana Roženbergerja, za recenzenta pa doc. dr. Kristjana Jarnija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Magdalena Cholkova

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du1
DK	GDK182.8+181.1(497.4Ljubljana)(043.2)=163.6
KG	tujerodne drevesne vrste, urbani gozd, invazivne vrste
AV	CHOLKOVA, Magdalena
SA	ROŽENBERGAR, Dušan (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2021
IN	TUJERODNE DREVESNE VRSTE V URBANEM GOZDU KRAJINSKEGA PARKA TIVOLI, ROŽNIK IN ŠIŠENSKI HRIB
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij – 1. stopnja)
OP	VII, 52 str., 2 pregl., 21 sl., 0 pril., 33 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V diplomski nalogi smo raziskovali tujerodne drevesne vrste (TDV), ki rade naseljujejo degradirana območja, območja, prizadeta zaradi različnih motenj, ter območja, kjer je močno prisoten človeški vpliv. Izbrali smo urbane gozdove Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. Cilj naloge je bil ugotoviti, katere TDV so prisotne na določenih lokacijah. Želeli smo ugotoviti, kakšno je stanje v sestoji, ter preveriti, ali se te vrste pomlajujejo ali ne. Preučevali smo njihovo pojavljanje v različnih plasteh (spodnja, srednja in zgornja plast), svetlobne razmere v teh slojih ter pomlajevanje. Nazadnje smo ugotavljali, kakšna je potencialna invazivnost posamezne TDV in navedli morebitne gozdnogojitvene ukrepe, kjer smo ocenili, da je to potrebno. Meritve so potekale na terenu, analizo zbranih podatkov pa smo izvajali za računalnikom. Delež v mlajših razvojnih fazah je na odprtih delih sestoja znatno večji kot na območjih z več zastora. To še posebej velja za svetloljubne vrste, kot so robinija, navadni divji kostanj in črni oreh. Manj svetloljubne vrste, kot sta rdeči hrast in zeleni bor, se pomlajujejo tudi pod zastorom. TDV, ki kažejo znake potencialne invazivnosti, sta robinija in rdeči hrast. Ostale opazovane TDV niso kazale znakov potencialne invazivnosti na našem raziskovalnem območju ali pa zanje nismo uspeli pridobiti dovolj podatkov, da bi lahko sklepali o njihovi invazivnosti.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du1
DC $FDC\ 182.8+181.1(497.4Ljubljana)(043.2)=163.6$
CX non-native tree species, urban forest, invasive species
AU CHOLKOVA, Magdalena
AA ROŽENBERGAR, Dušan (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY 2021
TI NON-NATIVE TREE SPECIES IN URBAN FORESTS OF THE TIVOLI, ROŽNIK AND ŠIŠENSKI HRIB LANDSCAPE PARK
DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
NO VII, 52 p., 2 tab., 21 fig., 0 ann., 33 ref.
LA sl
AL sl/en
AB This diploma thesis focuses on the research of non-native tree species in areas where they occur more frequently. Non-native tree species like to inhabit degraded areas or areas affected by various disturbances, as well as areas where human influence is strong. As such, we chose the urban forests of the Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib Landscape Park. The aim of this research was to identify which non-native tree species are present and at which locations, to determine their condition in the stand and, to check whether they are potentially invasive or not. We studied their appearance in different stand layers (lower, middle and upper layer), the light conditions in these layers and regeneration. Finally, we determined the potential invasiveness of individual non-native tree species present in the park and listed possible silvicultural measures where necessary. Measurements were performed in the field, and data was analyzed using basic computer software. The proportion of plots with regeneration was significantly higher in open parts of the stand compared to more shaded areas, especially for shade-intolerant species: black locust, wild chestnut and black walnut. Moderately shade- tolerant species such as red oak and white pine regenerated even in heavily shaded areas. The non-native tree species s that showed signs of potential invasiveness were: black locust and red oak, Other observed non-native tree species did not show signs of potential invasiveness in our study area or we were not able to obtain sufficient sample size for them to be able to conclude about their invasiveness.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PREGLEDNIC	VII
1 UVOD	1
2 PREGLED LITERATURE	3
2.1 TUJERODNE IN INVAZIVNE DREVESNE VRSTE	3
2.2 VNOS TUJERODNIH DREVESNIH VRST	3
2.3 OSNOVNE LASTNOSTI TUJERODNIH IN INVAZIVNIH DREVESNIH VRST	5
2.4 EKOLOGIJA POSAMEZNIH TUJERODNIH DREVESNIH VRST	8
2.4.1 <i>Robinia pseudoacacia</i> – robinija	8
2.4.2 <i>Quercus rubra</i> – rdeči hrast	10
2.4.3 <i>Aesculus hippocastanum</i> – navadni divji kostanj	13
2.4.4 <i>Pinus strobus</i> – zeleni bor	14
2.4.5 <i>Juglans nigra</i> – črni oreh	16
2.4.6 <i>Ailanthus altissima</i> – visoki pajesen	17
3 METODE DELA	20
4 REZULTATI Z RAZPRAVO	23
4.1 SKUPNA ANALIZA TDV	23
4.1.1 Pojavljanje TDV	24
4.1.2 Skupna temeljnica	27
4.1.3 Temeljnica na raziskovalnih ploskvah z mladjem TDV	30
4.1.4 Primerjava ploskev na zunajnem robu in v notrajnosti Krajinskega parka	32
4.2 ANALIZA POSAMEZNIH TDV	35
4.2.1 Analiza robinije	35

4.2.2. Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za robinijo	36
4.2.3 Analiza rdečega hrasta	37
4.2.4 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za rdeči hrast	38
4.2.5 Analiza navadnega divjega kostanja	39
4.2.6 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za navadni divji kostanj	40
4.2.7 Analiza zelenega bora	41
4.2.8 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za zeleni bor	42
4.2.9 Analiza črnega oreha	43
4.2.10 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za črni oreh	43
4.2.11 Analiza visokega pajesena	44
4.2.12 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za visoki pajesen	44
5 SKLEPI	45
6 POVZETEK	47
7 VIRI	48
ZAHVALA	52

KAZALO SLIK

Slika 1: Robinija (Brus, 2004: 265)	8
Slika 2: Rdeči hrast (Brus, 2004: 144)	10
Slika 3: Navadni divji kostanj (Brus, 2004: 282)	13
Slika 4: Zeleni bor (Brus, 2004: 62)	14
Slika 5: Črni oreh (Brus, 2004: 191)	16
Slika 6: Visoki pajesen (Brus, 2004: 279)	17
Slika 7: Mreža raziskovalnih ploskev (vir: Geodetska uprava RS, avgust 2021)	23
Slika 8: Odstotek pojavljanja drevesnih vrst (%)	24
Slika 9: Posamezne TDV in njihova uvrstitev v različnih kategorijah, izraženo v odstotkih (%)	25
Slika 10: Statistični prikaz velikosti temeljnice (m^2/ha) za posamezno TDV	30
Slika 11: Površine, ki so bile zajete v raziskavi (vir: Google Earth)	32
Slika 12: Pojavljanje posameznih TDV na zunanjem robu in v notranjosti (št. ploskev/ha)	33
Slika 13: Pojavljanje robinije v različnih plasteh	35
Slika 14: Statistični prikaz velikosti temeljnice (m^2/ha) pri robiniji	36
Slika 15: Pojavljanje rdečega hrasta v različnih plasteh	37
Slika 16: Statistični prikaz velikosti temeljnice (m^2/ha) pri rdečemu hrastu	38
Slika 17: Pojavljanje navadnega divjega kostanja v različnih plasteh	39
Slika 18: Statistični prikaz temeljnice (m^2/ha) pri navadnemu divjemu kostanju	40
Slika 19: Pojavljanje zelenega bora v različnih plasteh	41
Slika 20: Statistični prikaz temeljnice (m^2/ha) pri zelenemu boru	42
Slika 21: Pojavljanje črnega oreha v različnih plasteh	43

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Deskriptivna statistika skupne temeljnice na raziskovalnih ploskvah	28
Preglednica 2: Izračunane površine zunajnega in notrajnega roba (ha)	33

1 UVOD

Trenutno živimo v času hitrih sprememb, kjer svet, kakršnega poznamo, v hipu prehaja iz ene oblike v drugo. Ko se spreminja svet okoli nas, se spreminja tudi narava. Že leta lahko spremljamo, kako naravni gozdovi, ki smo jih nekoč poznali, spreminjajo svojo strukturo, zgradbo in sestavo ter se vedno bolj razlikujejo od njihove prvotne oblike. Spreminja se tudi podnebje in hkrati vsi ostali okoljski dejavniki, zaradi česar se spreminja vegetacija. Različne neznane vrste so se v iskanju boljših življenjskih razmer začele seliti v druge kraje in spreminjati ekosistem. Zaradi spreminjajočega se podnebja so nekatere vrste zapustile svoje habitate in se naselile oz. so bile naseljene v nove habitate, kjer so našle boljše življenjske vire. Te vrste imenujemo tujerodne vrste, saj jih lahko najdemo v naših naravnih gozdovih, vendar so se tja preselile in niso avtohtone. Ta proces selitve traja več let. V tem času smo lahko identificirali vrste ter spoznali njihovo ekologijo, način, kako preživijo, in dejavnike, zaradi katerih se bolj intenzivno širijo. Nikoli pa ni bilo jasno določeno, zakaj se širijo tako hitro in ponekod celo nadomestijo avtohtono vegetacijo. Kot tujerodne vrste identificiramo različne živalske, rastlinske in drevesne vrste. Vsaka vrsta ima drugačno ekologijo in potrebuje drugačne razmere za širjenje v neznanem okolju. Večina prednosti širjenja izhaja iz njihovih sposobnosti razmnoževanja, dobrih genov, stopnje preživetja in dobre odpornosti, a vsaka vrsta v novem okolju deluje nekoliko drugače.

Pri raziskovanju smo se osredotočili le na tujerodne drevesne vrste, ki se pojavljajo v Sloveniji. Preučili bomo njihov status in ekologijo širjenja. Kot raziskovalno območje smo izbrali Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib (Krajinski park), saj smo želeli raziskovati tujerodne drevesne vrste v okolju, kjer se te pogosteje pojavljajo, in sicer v urbanih gozdovih. Zaradi vpliva ljudi in njihovih načinov preoblikovanja narave se tujerodne drevesne vrste pogosteje širijo v urbanem kot v gospodarskem gozdu. Prav tako moramo vedeti, kakšna je razlika med tujerodno drevesno vrsto (TDV) in invazivno tujerodno drevesno vrsto (ITDV). Invazivna TDV s svojim širjenjem negativno vpliva na avtohtono vegetacijo, lahko škoduje drugim vrstam in celo ogroža naravni habitat avtohtonih vrst. Vsaka tujerodna drevesna vrsta ni invazivna, njena invazivnost pa je odvisna od različnih okoljskih pogojev in lastnosti vrst.

Namen naše raziskave je ugotoviti, katere TDV se pojavljajo v urbanem gozdu in v kakšnem obsegu, ter oceniti, kakšen je njihov vpliv na razvoj gozda.

Cilji naloge se osredotočajo na identifikacijo in lociranje tujerodnih drevesnih vrst v urbanem gozdu Krajinskega parka ter opis ekologije vrst s pomočjo študijske literature. Na osnovi zbranih podatkov in s študijem že obstoječih raziskav o prisotnosti in pomlajevanju tujerodnih drevesnih vrst bomo ocenili njihov vpliv na avtohtono vegetacijo in njihovo potencialno invazivnost.

Pri našem delu smo izhajali iz naslednjih delovnih hipotez:

V urbanem gozdu na območju Krajinskega parka:

- 1) so TDV prisotne posamično in v sestojni primesi,
- 2) je delež mlajših razvojnih stadijev dreves TDV znatno večji v odprtih delih sestojev kot v sestojih z več zastora,
- 3) nobena TDV ne kaže znakov invazivnosti.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 TUJERODNE IN INVAZIVNE DREVESNE VRSTE

Tujerodna vrsta je katerokoli živo bitje oz. organizem, ki je bilo namerno ali nenamerno zaneseno na območje zunaj svoje naravne razširjenosti, ki ga brez človekove pomoči ne bi moglo doseči (Zidar in sod., 2020). Velika večina ne more preživeti v neznanem okolju brez človekove intervencije in sčasoma odmre. Nekaterim vrstam se novemu okolju uspe prilagoditi in se sčasoma uveljavijo v naravi, kjer lahko povzročijo znatne ekološke in ekonomske motnje (Sundseth, 2014).

Invazivna tujerodna drevesna vrsta je vrsta, ki je bila vnesena in ima negativen vpliv v novem okolju, posebej na avtohtone vrste. Invazivna TDV lahko škoduje drugim avtohtonim vrstam ali celo ogroža njihovo življenjsko okolje (Marinšek in sod., 2018). Ni nujno, da je vsaka tujerodna drevesna vrsta hkrati tudi invazivna. Tujerodna drevesna vrsta postane potencialno invazivna takrat, ko njeno širjenje predstavlja nevarnost za biotsko raznovrstnost in lahko povzroči lokalno izumrtje avtohtonih vrst, na primer s konkurenco za omejenimi viri, kot so hrana in habitati. Vpliv invazivnih vrst je včasih tako močan, da lahko spremeni strukturo in delovanja celotnih ekosistemov, kar ogroža njihovo sposobnost zagotavljanja dragocene ekosistemske storitve, kot so opraševanje, regulacija vode ali nadzor poplav. Znano je tudi, da imajo invazivne TDV pomembne gospodarske učinke; poškodujejo infrastrukturo, ovirajo prevoz, zmanjšujejo razpoložljivost vode, lahko uničijo tudi pokrajine in vodna telesa, kar povzroča izgubo vrednot rekreacijske ali kulturne dediščine. Poleg tega lahko invazivne TDV delujejo kot vektor za vnašanje nevarnih patogenih organizmov in bolezni (Sundseth, 2014). Domače vrste niso prilagojene na vnesene patogene organizme in bolezni, ki jih invazivne TDV prenašajo. Zato je večja verjetnost za slabšanje odpornosti domačih vrst.

2.2 VNOS TUJERODNIH DREVESNIH VRST

Vnos rastlinskih vrst iz drugih držav ali celin se izvaja že dolgo in je pomembno sredstvo za vplivanje na okolje ali njegovo preoblikovanje. Tradicionalno so takšne vrste imenovali

tujerodne rastline oz. tujerodne, alohtone ali vnesene vrste. Na določeno območje jih je mogoče vnesti iz več razlogov; uvedba tujerodnih rastlin kot vira hrane, zaradi njihovih zdravilnih lastnosti, npr. ameriški klek (*Thuja occidentalis* L.), zaradi njihove potencialne varovalne funkcije, npr. laški (*Populus nigra* "Italica"), ki je dobro znana drevesna vrsta za preprečevanje vetra, uvedba gospodarsko zanimivih vrst z boljšim lesom in hitrejšo rastjo, npr. navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) itd. Estetska lepota dreves je eden najpomembnejših razlogov za sajenje dreves v urbanih okoljih (Brus in Gajšek, 2014). Tujerodne drevesne vrste so v gozdove vnašali s sajenjem v obliki manjših nasadov ali posamezno kot dopolnitve sestojnih vrzeli. Najpogosteje so TDV vnašali v nekdanje veleposestniške gozdove in to ne glede na rastiščne razmere, zato je bil ekonomski uspeh teh nasadov pogosto manjši, kot so pričakovali. Tujerodne drevesne vrste so v gozdove vnašali zaradi njihove meliorativne vloge na degradiranih površinah in ekonomske vrednosti hitrorastočih drevesnih vrst. V mnogih primerih se tujerodne drevesne vrste med avtohtonimi drevesnimi vrstami niso mogle uveljaviti. So pa tudi izjeme, ko nekatere tujerodne drevesne vrste s spreminjanjem ekoloških razmer ali tudi s pomočjo človeka postajajo invazivne, s tem pa v veliki meri izpodrivajo avtohtone drevesne vrste (Cojzer in sod., 2013 cit. po Umek, 2016).

Evropsko gozdarstvo je začelo z intenzivnejšim vnosom tujerodnih drevesnih vrst ob koncu 19. stoletja. Med prvimi, ki so okoli leta 1850 začeli uvajati tujerodne drevesne vrste ali gozdne eksote in so se z njimi tudi bolj sistematično ukvarjali, so bili Francozi in Angleži. V srednji Evropi so jih začeli načrtno uvajati v državne gozdove Nemčije in Avstrije med leti 1880 in 1890. V tistem obdobju so bili osnovani tudi prvi nasadi tujerodnih gozdnih dreves na slovenskih tleh. V naše gozdove so množično in v večjem obsegu začeli vnašati tujerodne drevesne vrste v času med obema svetovnima vojnama (Wraber, 1951, cit. po Kutnar in Pisek, 2013).

Ocenjeni povprečni časovni zamik med prvim znanim vnosom določene vrste v Evropo in njenim vnosom v Slovenijo je bil 70–90 let. Vrste so sprva sadili v specializiranih rastlinskih zbirkah, pogostnost njihovega sajenja je bila nizka. Pa vendar je bila pogostnost sajenja nekaterih drevesnih vrst, na primer robinije in visokega pajesena, visoka, saj so ju pogosto uporabljali za pogozdovanje degradiranih tal. Visoka frekvenca sajenja je skupaj z visoko

stopnjo raznosa semen povzročila njuno kasnejšo invazivnost. Obe vrsti kažeta, kako lahko človekovo poseganje v ekosisteme sproži dolgoročne procese, ki jih po nenadni spremembi družbene perspektive in vrednot ni mogoče ustaviti (Brus in Gajšek, 2014).

2.3 OSNOVNE LASTNOSTI TUJERODNIH IN INVAZIVNIH DREVESNIH VRST

Gozdni ekosistemi so lahko zaradi invazivne tujerodne vrste še posebej ogroženi na območjih, ki so prizadeta zaradi različnih motenj. Na te vrste smo bolj pozorni šele v zadnjem času. Ugotavljamo, da so se določene ITDV v naših gozdovih razširile do te mere, da jih ne moremo več izkoreniniti. Po drugi strani pa prihajajo tudi nove vrste, ki so trenutno še v fazi naselitve, njihove populacije pa so zelo majhne in le malo površinsko prisotne. Te vrste je še mogoče odstraniti iz gozdnega ekosistema ali pa celo preprečiti njihovo naselitev (Marinšek in sod., 2018). Invazivne vrste lahko močno vplivajo na medvrstne odnose in vrstno raznolikost ter režim kroženja hranil v svojem novem okolju, pri najhujših invazivnih vrstah pa pride do popolne preobrazbe ekosistema (Kozjak, 2016). V zadnjih letih so številne vremenske ujme in posledično napadi podlubnikov povzročili opazno škodo v večjem delu slovenskih gozdov. V vrzelih, ki so nastale za podrtimi drevesi, so se naselile tudi tujerodne vrste. Nekatere od njih se hitro širijo in negativno vplivajo na naravne procese v gozdu (De Groot in sod., 2017).

Zaradi spreminjajočih razmer (npr. segrevanje ozračja, neustrezni gozdnogojitveni načini) se v prihodnosti lahko delež nekaterih vrst (npr. *Robinia pseudoacacia* L. - robinija) še poveča (Kutnar in Kobler, 2013, cit. po Kutnar in Pisek, 2013). ITDV so prepoznane kot ena največjih groženj upadanju biotske pestrosti v svetovnem merilu. Stanje se v različnih delih sveta razlikuje, a poleg neposrednega uničevanja narave, fragmentacije naravnih ekosistemov in onesnaževanja nikjer na svetu ne moremo zanemariti izrazito negativnega vpliva širjenja invazivnih rastlinskih vrst. Definicije pojma invazivna tujerodna vrsta so sicer nekoliko različne, a če jih obravnavamo v ožjem pomenu besede, gre za vrste, ki so lahko prispele na novo območje le s človekovo pomočjo in se tam tako udomačile, da s svojim širjenjem povzročajo očitne spremembe v zgradbi ali delovanju tamkajšnjih naravnih ekosistemov. Med invazivke ne prištevamo prehodno podivjanih tujerodnih vrst in vrst, ki se sicer lahko hitro in uspešno širijo, a niso tujerodne. Vsekakor pa so meje vseh teh definicij

bolj toge od stanja v naravi, zato lahko pri uvrščanju katere izmed vrst naletimo na težave. Poleg tega se lahko stanje sčasoma spreminja, kar je še posebej pričakovana posledica postopnega spreminjanja podnebja, čemur smo priča (Jogan in sod., 2012).

Delež tujerodnih invazivnih drevesnih vrst je večji na območjih s toplejšo klimo (Šilc in sod., 2012 cit. po Umek, 2016). Največja ogroženost biodiverzitete je omejena na nižinski pas oz. do nadmorske višine 600 m. Največji vpliv na avtohtono rastje pa imajo v obrečnih gozdovih na hidromorfni tleh, v grmičavem vrbovju, belovrbovju, logih sive jelše, črnjelševju in dobravah. Skupno število tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji je 90, med njimi so najbolj invazivne robinija, visoki pajesen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) in rdeči hrast (*Quercus rubra* L.). Naštete vrste se lahko močno razširijo v sestojnih združbah na avtomorfni tleh, predvsem v gričevnatem in podgorskem pasu celo do nadmorske višine 800 m (Umek, 2016). Pri širjenju drevesne vrste v prostoru so pomembne temeljne ekološke značilnosti, a širjenje je zelo odvisno tudi od načinov pomlajevanja te vrste. Uspešnost pomlajevanja določa stopnjo invazivnosti vrste. Če je vrsta pri pomlajevanju uspešna, je tudi njena invazivnost večja. Na uspešnost pomlajevanja poleg lastnosti vrste ključno vplivajo ekološke razmere, v katerih se mladje razvija, zato invazivni potencial neke vrste ni enak na degradiranih rastiščih v primerjavi z ohranjenimi gozdovi (Roženberger in sod., 2017).

Velikokrat so viri semen invazivnih vrst urbana območja, kjer se pojavljajo kot okrasne rastline ali pa so se na nevzdrževanih mestnih površinah razrasle same (Roženberger in sod., 2017). Urbani gozdovi so zaradi bližine naselij, vrtov in parkov še posebej ogroženi, saj je pritisk ljudi in njihovih aktivnosti na te gozdove še posebej velik (Marinšek in sod., 2018). Urbani gozdovi nam dajejo možnost, da se bolj aktiviramo v raziskovanju gozda, hkrati pa vplivamo na njegovo zgradbo in jo spreminjamo. Posledično je zaradi tega naš vpliv na gozd večji v urbanem okolju kot v gospodarskem gozdu. Pritisk na okolje, ki ga povzročamo s spremembo naravnega okolja, je razlog za večjo prisotnost tujerodnih drevesnih vrst in posledično večjo potencialno invazivnost teh vrst. V naši raziskavi smo obravnavali najpogostejše tujerodne drevesne vrste, ki se pojavljajo v urbanem gozdu Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. Urbani gozdovi so del mestne krajine in imajo poleg ekoloških funkcij izjemno poudarjeno rekreacijsko vlogo. Nekateri gozdovi, kakršen je tudi gozd znotraj Krajinskega parka, so ljudem prosto dostopni in so množično obiskani (Verlič,

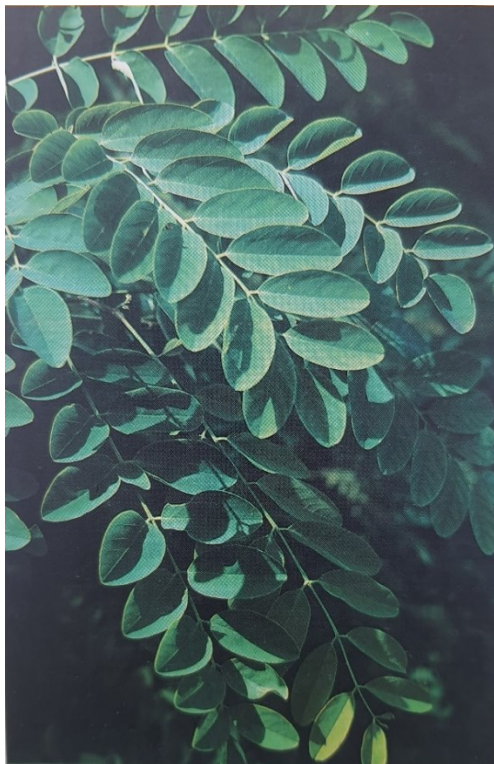
2015). Krajinski park je primarno namenjen varovanju naravnih vrednot, ohranjanju in izboljšanju stanja biotske raznovrstnosti ter ohranjanju krajinske pestrosti. Istočasno moramo slediti razvojnim ciljem (vzpostavljanje pogojev za kakovostno preživljanje prostega časa občanov) na način, ki je za naravo čim manj moteč in združljiv z varstvenimi cilji krajinskega parka (Regina, 2018).

Med skupinami oz. drevesnimi vrstami, zajetimi v analizo, v Sloveniji zelo prevladuje robinija (61,1 % celotne lesne zaloge tujerodnih drevesnih vrst), sledijo ji zeleni bor – *Pinus strobus* L. (18,7 %), topoli (11,4 %), ameriška duglazija (5,1 %) in rdeči hrast (2,9 %). Druge tujerodne drevesne vrste ali skupine ne dosegajo 1 % v lesni zalogi vseh analiziranih tujerodnih drevesnih vrst (Kutnar in Pisek, 2013).

Popis, ki je bil narejen leta 2017 v okviru projekta LIFE ARTEMIS, je potrdil, da na območju Krajinskega parka prevladujejo naslednje invazivne tujerodne drevesne vrste: visoki pajesen (123 najdb), rdeči hrast (77 najdb) in *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.– pavlovnija (16 najdb) (Marinšek in sod., 2018). Pri selitvi tujerodnih vrst je vedno namerno ali nenamerno vključen človek, zato je ozaveščanje o problematiki ključnega pomena za preprečevanje novih vnosov in širjenja invazivnih tujerodnih vrst. Kot odgovor na vse večje število tujerodnih vrst v gozdovih so v štiriletnem projektu LIFE ARTEMIS poiskali rešitve za učinkovito upravljanje s temi vrstami v gozdovih. Osredotočili so se na komunikacijske aktivnosti, namenjene strokovnjakom s področja gozdarstva in varstva narave, lastnikom gozdov, prostovoljcem in mladim (Zidar in sod., 2020). Na področju ravnanja s tujerodnimi vrstami obstajajo tri stopnje ukrepanja: preprečevanje vnosa, zgodnje zaznavanje vnesenih vrst, odstranitev tujerodnih vrst ali nadzor populacij. Prav zaradi že opisane populacijske dinamike so najpomembnejši preventivni ukrepi, s katerimi preprečujemo vnos tujerodnih vrst v državo oziroma v naravno okolje. Smiselno je vzpostaviti mehanizme zgodnjega zaznavanja vrst, s katerimi zaznamo pojav vrste v naravi v začetnem obdobju, še preden se ta ustali in začne širiti (Kus Veenvliet, 2011).

2.4 EKOLOGIJA POSAMEZNIH TUJERODNIH DREVESNIH VRST

2.4.1 *Robinia pseudoacacia* – robinija



Slika 1: Robinija (Brus, 2004: 265)

Robinija (slika 1) spada v red Leguminosales, družino Papilionaceae in rod *Robinia* L. Rod obsega 20 drevesnih in grmovnih vrst, katerih domovina sta Severna Amerika in Mehika. Leta 1601 je robinijo v Franciji posejal Jean Robin, od koder se je razširila po celotni Evropi (Eleršek, 1977).

Robinija je listopadno drevo z izrazito srčno korenino. Pogosti so koreninski poganjki, s katerimi se intenzivno razrašča. Na koreninah so drobni, do 1 cm debeli okroglasti gomoljčki, v katerih so bakterije iz rodu *Rhizobium*, ki presnavljajo zračni dušik in ga vežejo v tla v tako obliko, da je lažje dostopen rastlinam (Brus, 2015). Najbolje raste na svežih, rahlih, globokih in rodovitnih peščenih tleh. Robinija raste na širokem spektru zemljišč; od suhih peščenih tal do težkih glinastih tal. Ne ustrezajo ji premokra tla, pa tudi ne težka zbita tla. Zaradi močnega koreninskega sistema lažje uspeva na nasprotnem ekstremu, to je suhih, peščenih tleh. Dobro raste tudi na apnenih tleh, občutljiva je na kislila tla. Robinija izkorišča

veliko mineralnih snovi, zato lahko po dveh ali treh generacijah čistih robinijevih sestojev pričakujemo osiromašenje tal. Je svetloljubna vrsta, v senci pa zelo slabo uspeva. Občutljiva je na veter, sneg ter nizko temperaturo, onesnažen zrak pa kar dobro prenaša.

V zgodnjih sukcesijskih stadijih ima robinija močno sposobnost poganjanja gostih šopov iz korenin in panjev ter s tem močno sposobnost razširjanja. Poganjki iz panja v prvem letu lahko dosežejo tudi 2–4 m višine in 3–4 cm debeline (Eleršek, 1977). Najstarejša drevesa so pogosto na sredini sestoja, od koder se širijo mlajša drevesa, ki jih pogosto najdemo na robovih. V poznih sukcesijskih stadijih je robinija na splošno redka vrsta. Je hitrorastoča vrsta, vendar je njena življenjska doba kratkotrajna, saj živi približno 90 let. Na ugodnem rastišču ima sposobnost hitrega pomlajevanja, saj raziskave kažejo, da ima visoko stopnjo zgodnjega preživetja. Raziskave, ki so jih izvedli v ZDA, pričajo tudi o tem, da v ugodnih življenjskih pogojih v prvih letih preživi okoli 70 % sadik, medtem ko se njena smrtnost zvišuje z višanjem gostote sadik oz. z vedno bolj gostimi, zaprtimi in sklenjenimi sestoji (Stone, 2009, cit. po Kraner, 2016).

V začetku se je gojila le kot parkovna drevesna vrsta. Bolj ko se je vrsta širila po Evropi in Aziji, bolj so jo spoznavali in upoštevali. Zaradi dobrih lastnosti so jo nasledniki sadili že v sestojni obliki. V 18. stoletju so začeli obnavljati večje gospodarske gozdove. Robinija ljubi tople lege. Klima v njeni domovini je podobna klimi južne Italije, vendar jo najdemo tudi v Ukrajini, Kavkazu in celo v okolici Moskve (Eleršek, 1977). Razširjena je po vsej Sloveniji, kjer ni avtohtona vrsta, vendar se je tako uspešno vključila med domače rastje tudi v gozdnem prostoru, da je danes najpogostejša tuja drevesna vrsta pri nas (Brus, 2015). Včasih nas moti njena prevelika razmnoževalna moč, saj se zaradi svoje sposobnosti razmnoževanja in širjenja s semenom ter poganjki iz panja in iz korenin nezaželeno širi v sosednje gozdove, pa tudi v sadovnjake in travnike (Eleršek, 1977).

Robinija ima specifične rastne in ekološke značilnosti, ki jo ločijo od ostalih tujerodnih drevesnih vrst. Prav zaradi teh razlogov je robinija danes najbolj pogosta tujerodna drevesna vrsta v Sloveniji, ki kaže znake izrazite potencialne invazivnosti na določenih območjih.

Robinija je bila veliki gozdnogojitveni problem, saj je že od nekdaj osvajala nova gozdna zemljišča, se razširjala na kmetijska zemljišča in s tem izpodrivala ter uničevala domače rastje. Eden največjih problemov pomurskega gozdarstva je prodiranje robinije v degradirane in oslabele gozdove. Robinijo so zaradi njenih bioloških in ekoloških lastnosti označili kot »gozdni plevel«, ki ne sodi v naše gozdove, saj deluje razdiralno na naravno sestavo fitocenoze, moti njeno življenjsko harmonijo ter ruši biološko ravnotežje. Ocenili so, da postaja robinija bolj nevarna in agresivna, ko se rastiščne razmere približujejo stepskim ter so gozdna tla nezastrta. Tak status so robiniji pripisali za območje Prekmurja in tudi druga območja v Sloveniji (Kutnar in Kobler, 2013, cit. po Kraner, 2016).

2.4.2 *Quercus rubra* – rdeči hrast



Slika 2: Rdeči hrast (Brus, 2004: 144)

Rdeči hrast (slika 2) spada v red Fagales, družino Fagaceae in rod *Quercus*. Listopadno drevo s plitvo razpokano skorjo je najbolj prepoznavno po velikih, širokih, pernato krpatih listih (Brus, 2015). Raste na različnih tleh in topografiji ter pogosto oblikuje čiste sestoje. Rdeči hrast je zmerno do hitrorastoče drevo, ki prenaša zasenčenje. Ima zelo dobro oblikovano čisto deblo in gosto krošnjo (Sander, 1990).

Rdeči hrast ima raje globoka, ohlapna, zmerno vlažna in kislata tla brez kompaktnih horizontov in vsaj zmerne rodovitnosti. Na suhih apnenčastih tleh ne uspeva dobro, pa tudi ne na prepojenih ali slabo odcednih tleh (Nicolescu in sod., 2018). V Evropi rdeči hrast običajno raste s sencozažrtimi vrstami. Rdeči hrast se v Evropi naravno in uspešno obnavlja, gostota mladja pod semenskim drevjem pa je lahko zelo velika (Westergren, 2016).

Rdeči hrast so obširno zasadili kot okrasno drevo zaradi svoje simetrične oblike in briljantnega jesenskega listja. Želod je pomembna hrana za veverice, jelene, purane, miši, voluharice in drugi sesalce ter ptice (Sander, 1990). Rdeči hrast raste na nizkih nadmorskih višinah in sega vse do 1680 m v južnih Apalačih. Leto vnosa te drevesne vrste v Evropo sega v leto 1691, ko je seme ali sadike rdečega hrasta v Francijo pripeljal ugledni mornariški častnik Roland Barrin de La Galissonière (1646–1737) in jih posadil v Le Petit Trianon v bližini Versajske palače. Od takrat (zlasti v 19. stoletju) se vrsta uporablja v parkih, vrtovih, arboretumih, gozdnih poskusih in gozdnih nasadih po vsej Evropi, z izjemo hladnega pasu Skandinavije (Nicolescu in sod., 2018). To drevo so na Poljsko prinesli leta 1798 in 1805. Kot tujerodna vrsta v Evropi ima prednost pred avtohtonimi hrasti, kot sta dob in graden saj ima v primerjavi z njima do 60 % hitrejšo rast, kar prinaša večje dobičke lastnikom gozdov (Chmura, 2020).

V svojem naravnem območju, torej po celotnem vzhodnem delu Severne Amerike, se širi s pomočjo šojke (*Garrulus gandarivus*) ali rdeče veverice (*Sciurus vulgaris*). Njena prisotnost je rezultat sajenja, zlasti ob poteh, in njegovega nadaljnjega spontanega širjenja, odvisnega od ptic. Naravna obnova je lahko ključni dejavnik pri uspehu invazivnosti rdečega hrasta, posledično pa tudi zmanjšuje avtohtone biotske raznovrstnosti na teh mestih, kjer se uspešno obnavlja (Chmura, 2020).

V mladosti rdeči hrast prenaša več zastora, v starejših fazah pa je zelo svetlobožljubna vrsta, ki kaže izrazit fototropizem in razvija ukrivljeno krošnjo v iskanju svetlobe (Nicolescu in sod., 2018). V ugodnih svetlobnih razmerah mladje raste hitro in prehiti druge rastlinske vrste, kar bi lahko pojasnilo največjo številčnost rdečehrastovega mladja na golih površinah. Gosta naravna obnova je posledica obilne proizvodnje kakovostnih semen in nizke stopnje

plenjenja lešnikovih hroščev (*Balaninus* spp.). Ker je mladje rdečega hrasta "poslastica za srne" je objedanje s strani parkljarjev velik problem pri naravno obnovljenih sestojih rdečega hrasta (Nicolescu in sod., 2018).

Ob upoštevanju, da se rdeči hrast širi na kratkih razdaljah, je težko dokončno navesti njegovo invazivnost ali sposobnost, da vdre v habitate. Indikatorji invazivnosti so odvisni od vrste vegetacije, motenj, ki se lahko pojavijo, in seveda zgodovine posameznega območja (Chmura, 2020). Invazivni potencial je specifičen za posamezno območje: rdeči hrast je lahko invaziven na suhih, s hranili revnih tleh (hrastovi/borovi gozdovi - Ukrajina) ali na razmeroma bogatih peščenih tleh (Belgija), medtem ko je na bogatejših tleh veliko manj invaziven (Henin in Vandekerkhove, 2016, cit. po Nicolescu in sod., 2018). Rdeči hrast je hitrorastoča drevesna vrsta, ki se lahko prilagodi slabšim ekološkim in lokacijskim razmeram, ki so za domače hraste manj ugodne. Doslej ta vrsta ni bila resno prizadeta s strani gliv in žuželk, ki naseljujejo njene korenine, veje, liste in les. Ker se zdi, da je njen potencial prilagajanja napovedanim podnebnim spremembam (zlasti suši) večji kot pri evropskih avtohtonih hrastih, se bo njen pomen na naši celini v prihodnosti povečal (Nicolescu in sod., 2018).

2.4.3 *Aesculus hippocastanum* – navadni divji kostanj



Slika 3: Navadni divji kostanj (Brus, 2004: 282)

Aesculus hippocastanum L. (slika 3) sodi v družino Sapindaceae in poddružino Hippocastanoideae. Vrsta izvira z južnega balkanskega polotoka, iz severne Grčije in južne Bolgarije (Snieskiene in sod., 2011). Leta 1557 so jo Turki prinesli v Carigrad, leta 1576 so jo prvič dobili tudi na Dunaju (Brus, 2015). Okoli 19. stoletja je postal navadni divji kostanj cenjeno drevo, ki ga zaradi njegovega uspešnega prilagajanja na različne tipe podnebij najdemo skoraj povsod po svetu.

Navadni divji kostanj je drevo, ki je v preteklosti pomembno sooblikovalo naša mesta in manjša naselja. Sadili so ga ob mestne ulice, na mestne trge, tržnice, v grajske parke, ob cerkve, mestne vpadnice, obcestne drevorede izven naselij, na gostilniške vrtove in kot hišno drevo. Kostanjevi drevoredi in promenade so najpogostejši slogovni element zdraviliških parkov pri nas (Kravanja, 2000, cit. po Žitnik, 2010). Najbolje raste na prostem pri polni osvetljenosti, dobro prenaša tudi zasenčenost. Najbolj mu ustrezajo globoka, hranljiva, zračna, sveža do vlažna peščeno ilovnata tla (Brus, 2015).

Tako kot povsod po Evropi so tudi navadni divji kostanji v Sloveniji prizadeti z listno sušico (*Gugnardia aesculi* (Peck) Stew.) in listnim zavrtačem (*Cameraria ohridella* Descha & Dimic) navadnega divjega kostanja. Oba škodljivca povzročata prezgodnje odpadanje listov, kar prizadene predvsem okrasno funkcijo divjih kostanjev. Takšno drevje izgubi eno izmed poglavitnih funkcij v urbanem prostoru – čiščenje zraka. Prav zaradi zdravstvenih težav, ki se iz leta v leto večajo, divjih kostanjev praktično ne sadijo več na nove lokacije in v nove drevorede (Žitnik, 2010). Škodljivci omejujejo njegovo potencialno invazivnost, saj prizadeta drevesa poletje zelo redko preživijo z bujno krošnjo. Po navadi prizadeto listje že med poletjem porjavi ali celo odpade. Čeprav se navadni divji kostanj uspešno pomlajuje, zaradi njegovih zdravstvenih težav o navadnem divjem kostanju ne moremo govoriti kot o potencialno invazivni drevesni vrsti.

2.4.4 *Pinus strobus* – zeleni bor



Slika 4: Zeleni bor (Brus, 2004: 62)

Zeleni bor (slika 4) je naravno razširjen v vzhodni Severni Ameriki od Nove Fundlandije do severne Georgije in proti zahodu do Manitobe in Minnesote (Alizoti, 2018). V Evropo ga je leta 1705 prinesel Anglež Weymouth (Brus, 2015). Zgodovinski zapisi pričajo o desetinah

kilogramov semen zelenega bora, ki so jih na prehodu iz 18. v 19. stoletje prinesli v različne dele Češke republike (Mandak, 2013). V Sloveniji pa so ga prvič sadili konec 18. stoletja v Mokricah. Obsežnejše nasade so sadili do konca 19. stoletja, največ v Brkinih, na več mestih na Pohorju, v Panovcu pri Novi Gorici in na Dravskem polju. Danes zelenega bora ne sadijo več, posamezno ali v manjših skupinah pa ga najdemo v gozdovih po vsej Sloveniji (Brus, 2015).

Ta vrsta raste v hladnih in vlažnih regijah, lahko prenese globino zmrzali več kot 178 cm in povprečno letno sneženje od 13–254 cm. Lahko raste na najrazličnejših tleh, od peščenih (kjer je močan konkurent) do peščenih ilovic, glinenih tal in slabo do zelo slabo odcednih tal. Oblikuje čiste in mešane gozdove in lahko deluje kot pionirska vrsta ali kot sukcesijska vrsta na suhih in peščenih tleh (Alizoti, 2016). Zeleni bor je med najbolj nezahtevnimi vrstami, saj uspeva na zelo različnih tleh. Primeren je tudi za pogozdovanje skrajno pustih, degradiranih, suhih, skalnih, peščenih ali zamočvirjenih barjanskih tal (Wraber, 1951b, cit. po Umek, 2016). V mladosti prenese precej zasenčenja predvsem od strani, v starosti pa reagira kot svetloljubna vrsta (Brus, 2015). Vpliv zelenega bora je zlasti ugoden v sušnih legah (ohranjevanje voda v tleh), na težkih tleh in na slaborodovitih tleh (bogatenje tal z mineralnimi snovmi s pomočjo iglic). Kot takšen je zeleni bor še posebno pripraven na melioracijo degradiranih, predvsem steljarjenih gozdov (Čokl, 1965).

Po obsežnemu vnašanju se zeleni bor naravno obnavlja po vsej Evropi. Izkazalo se je, da je zelo invazivna vrsta, zlasti v srednji Evropi. Hitro se širi na območja peščenjaka, glavni sestavni del postaja ne samo v posajenih mešanih gozdovih, ampak tudi v drugih vrstah gozdov. Redko so jo zabeležili tudi na skalnatih območjih. V srednji Evropi so številna območja peščenjaka zaščitena, specifično okolje in obsežne obnove zelenega bora pa lahko povzročijo težave pri ohranjanju trenutno rastočih avtohtonih vrst (Alizoti, 2016).

Čeprav zeleni bor najbolj vdira na območja peščenjaka, je širjenje te vrste zelo odvisno od specifičnih pogojev mikrorastišč (Macova, 2008). Določene raziskave kažejo na to, da naravna obnova zelenega bora ni povsod uspešna, saj jo omejujejo številni faktorji. Zmanjšano naravno obnovo so opazili na mestih, kjer je bila prisotna gliva mehurjevka

zelenega bora ali ribezova rja (*Cronartium ribicola*), žuželke in objedanje s strani herbivorjev (Upreti, 2014).

2.4.5 *Juglans nigra* – črni oreh



Slika 5: Črni oreh (Brus, 2004: 191)

Juglans nigra L. ali črni oreh (slika 5) iz družine Juglandaceae v vzhodnih Združenih državah Amerike (ZDA). Areal črnega oreha sega od Massachusettsa do Floride in zahodno do Minnesote in Teksasa ter se naravno pojavlja v južnem Ontariju (Kanada). Črni oreh običajno raste razpršeno kot posamezna drevesa ali v majhnih skupinah po osrednjih in zahodnih delih ZDA (Williams, 1990). Čiste sestoje najdemo le redko. Raste v nižinah in je povezan z rečnimi sistemi. Razpršitev cvetnega prahu poteka z vetrom; raznašanje semen poteka z gravitacijo in glodavci, v zadnjem času pa pomagajo tudi ljudje (s saditvijo). V večini naravnih območij so ljudje oreh močno izkoriščali (Van Loo, 2016).

Črni oreh je občutljiv na razmere v tleh in se najbolje razvija na globokih, dobro odcednih, skoraj nevtralnih tleh, ki so na splošno vlažna in rodovitna. Črni oreh velja za zelo svetloлюбno vrsto, ki ne tolerira sence. V mešanih gozdnih sestojih mora biti za preživetje

prevladujoč ali kodominanten, čeprav v nekaterih primerih lahko preživi in zraste v svetli senci robinije (Williams, 1990). V primerjavi z navadnim orehom raste hitreje in dosega večje dimenzije. Je zelo odporen proti škodljivcem in boleznim. Škodujeta mu le spomladanska in jesenska pozeba (Brus, 2015).

Po vsej Evropi je zelo pogost v gozdnih nasadih in kot okrasno drevo po mestih. V Sloveniji ga najdemo kot okrasno drevo. Zaradi pretežkih tal in prepogoste poplavljenosti se nasadi v nekaterih mestih v Sloveniji niso obnesli (Brus, 2015). Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) je predlagal omejeno uporabo tujerodnih drevesnih vrst za obnovo poškodovanih gozdov po žledolomu. Črni oreh je bila ena izmed vrst, ki jih je ZGS predlagal z naslednjimi argumenti: ima zelo uporaben les, prenese večjo vlažnost tal, kjer so domače vrste omejene, se naravno pomlajuje in ne kaže invazivnih lastnosti (Veselič in sod., 2016 cit. po Umek, 2016).

2.4.6 *Ailanthus altissima* – visoki pajesen



Slika 6: Visoki pajesen (Brus, 2004: 279)

Visoki pajesen (slika 6) je doma na Kitajskem in Moluških otokih. Leta 1751 so ga prinesli v Pariz, konec 18. stoletja pa še v Ameriko. Visoki pajesen so zaradi nekaterih estetskih lastnosti sprva sadili kot okrasno drevo, ponekod so z njim pogozdovali suha kraška rastišča,

nekaj časa pa so ga zasajali tudi zaradi gojenja sviloprejk (*Samia cynthia*), saj se gosenice hranijo z njegovimi listi (Čarni in sod., 2016).

Najraje ima globoka in sveža tla, a je uspešen tudi na zelo skromnih kamnitih in peščenih tleh (Brus, 2015). Je značilna pionirska lesnata vrsta, ki se pojavlja na rastiščih, kjer prihaja do različnih motenj (pogosto v urbanih okoljih). Pajesen se pojavlja v zgodnjih sukcesijskih stadijih, kjer se pojavi predvsem, če so naravni sestoji pod vplivom različnih motenj. Prav tako se pojavlja v sestojnih vrzelih in na čistinah. V sklenjenih sestojih ga navadno ne najdemo, ker so tam konkurenčno močnejše vrste končnih sukcesijskih stadijev. Pajesen se prvič omenja v Sloveniji v parku pri Dolu pri Ljubljani leta 1795, obstajajo pa tudi zapisi, da so ga gojili v Botaničnem vrtu v Ljubljani leta 1812 (Čarni in sod., 2016).

Pri demografski analizi so ugotovili, da se pajesen pomlajuje na dva načina, in sicer s semeni ter vegetativno s poganjki iz korenin in iz panja (Brus in sod., 2016, cit. po Čarni in sod., 2017). Semenska drevesa nimajo vedno značilnega vpliva na širjenje vrste, zlasti če ta močno vegetativno odganja iz korenin ali panjev, kar je bilo za visoki pajesen tudi potrebno (Roženberger in sod., 2017).

Dejstvo je, da lahko pajesen vegetativno odganja tudi v sklenjenem sestoju. Drevo, ki sega v drevesno plast, jih oskrbuje s hranili. Če sestoj posekamo oz. staro drevo propade, lahko ti poganjki delujejo podobno kot desetletja stare jelke in poženejo v svetlobni jašek, lahko pa s pospešeno produkcijo asimilatov pomagajo novim poganjkom, da zasedejo prazen prostor. V takšnih razmerah drevesa dosežejo hitro rast, podobno kot v mestih (Kowarik, 1995, cit. po Čarni in sod., 2016).

Po ujmah v zadnjih nekaj letih so se v znatnem delu slovenskih gozdov ekološke razmere zelo spremenile. Ustrezajo ravnim zahtevam, ki so zavisoki pajesen ugodne. Glavne prednosti, ki jih ima visoki pajesen pred domorodnimi vrstami, so hiter odziv na večje spremembe v sestojni klimi, intenzivna višinska rast, intenzivno vegetativno pomlajevanje ter hitra in obilna proizvodnja semen, ki je kaljivo še dve do tri leta po tem, ko pade na tla. Glavni razlog za vdor vrste v sestoje so bile redne sečnje (proizvodna doba od 30 do 40 let) v panjevskih gozdovih, ki onemogočajo konkurenco domorodnih vrst. Visoki pajesen se je

pojavi z večjim zastiranjem v višinskih razredih nad enim metrom, verjetno zaradi hitrejše rasti v primerjavi z domorodnimi vrstami. Po avtorjevem mnenju bi manj svetlobe in sprememba sistema gospodarjenja v nepanjevskega omejila invazivnost visokega pajesena. Razmeroma obsežna zmanjševanja skupnih gostot visokega pajesena so delno posledica odstranjevanja, delno pa velike konkurence in naravnega izločanja (Roženberger in sod., 2017).

3 METODE DELA

Pričeli smo z iskanjem literature in preučevanjem različnih raziskav, ki so že bile narejene na to temo. Z branjem in študiranjem smo se želeli čim bolj poglobiti v temo, ki nas je zanimala. Na ta način smo spoznali različne projekte, ki so v preteklosti že raziskovali tujerodne drevesne vrste, in preštudirali njihove načine dela. Določeni projekti, kot je bil projekt LIFE ARTEMIS, so nam služili kot pripomoček pri raziskovanju. Pri naši raziskavi smo se osredotočili na preučevanje tujerodnih drevesnih vrst na območju Krajinskega parka. Prav zato je ta raziskava zahtevala veliko terenskega dela, kjer smo zbirali vse potrebne podatke za nadaljnjo analizo z računalnikom.

Terensko delo je potekalo šest delovnih dni na območju parka. Pri delu smo si pomagali z aplikacijo Qfield. Pred odhodom na teren smo morali natančno določiti, kaj bomo preučevali in na kakšen način, saj smo morali obrazce znotraj aplikacije pripraviti pred odhodom na teren. Znotraj aplikacije smo nato označevali točke pojavljanja TDV na raziskovalnih ploskvah, na vsaki ploskvi oz. točki pa smo popisovali tudi osnovne ekološke razmere in stanje v vseh sestojnih plasteh. Vse parametre, ki smo jih preučevali, smo zapisali v obrazcu aplikacije Qfield. Na Qfield obrazcu je naložena še satelitska karta parka, kjer je za lažje gibanje pri delu razviden tudi teren. Vsakič, ko smo hoteli označiti raziskovalno ploskev ali točko, smo jo vtiskali na karto in ta se je shranila, hkrati pa se je odpirala baza z obrazcem, ki smo ga morali izpolniti za vsako TDV posebej. Ker smo hkrati raziskovali več TDV, smo se odločili za poenostavljen sistem postavljanja raziskovalnih ploskev. Izbrali smo naslednjo metodo; vsakič, ko smo opazili TDV, smo postavili center raziskovalne ploskve v središču njenega pojavljanja in ga označili na karti. Površina ene raziskovalne ploskve je bila omejena s površino kroga s premerom 50 m. Vse, kar se je nahajalo v premeru do 50 m od centra ploskve, je bilo všteto znotraj naše raziskovalne ploskve. Znotraj ene raziskovalne ploskve, ki je bila postavljena v centru pojavljanja določene TDV, smo preučevali samo tisto TDV, za katero smo zakoličili ploskev. Razdalja med ploskvami iste TDV je bila vsaj 50 m ali več. Ploskvi dveh različnih TDV sta se lahko prekrivala in ni nujno, da sta bila 50 m narazen. Da bi lažje zagotavljali razdaljo pri postavljanju ploskev, smo se gibal po plastnicah na vnprej dolčenih površinah znotraj parka. Na ta način smo naredili mrežo

raziskovalnih ploskev znotraj površin za vsako TDV posebej. Vnaprej določene površine so bile razporejene na petih različnih lokacijah znotraj parka. Dve lokaciji sta bili na zunanjem robu, tri lokacije pa v notrajnosti Krajinskega parka. Skupno velikost površine, ki smo jo zajeli v raziskavi, smo izračunali kasneje.

O tem, katere TDV bomo preučevali, smo se odločili na osnovi njihovega pojavljanja. TDV, ki smo jih preučevali na območju Krajinskega parka so bile: robinija, rdeči hrast, visoki pajesen, navadni divji kostanj, zeleni bor, črni oreh) in Lawsonova pacipresa (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr) Parl.). Za vsako TDV smo morali izpolniti obrazec v aplikaciji Qfieldu, kjer smo označili nekaj osnovnih parametrov:

1. Tujerodna drevesna vrsta,
2. Kakšno je pojavljanje posamezne TDV v določenem sloju? Ali je zastopana v vseh kategorijah ali samo nekaterih? Kategorije so bile:

- spodnja plast:

- a. Mladje 1 – zgolj en osebek mladja na ploskvi,
- b. MladjeNekaj – nekaj osebkov mladja oz. več skupin osebkov na ploskvi,
- c. MladjePovsod - mladje je bilo prisotno povsod, po celotni površini ploskve,

- srednja plast – osebek ali skupina osebkov, ki je zapolnjevala samo srednjo plast (določitev višine srednje plasti je bila odvisna od tega, koliko so bila visoka in stara drevesa v okolici),

- zgornja plast:

- a. > 10 dreves – TDV je tvorila večji sestoj odraslih osebkov z več kot 10 osebkami,
- b. 2_10 dreves – TDV je tvorila manjši sestoj z ne več kot 10 osebkami,
- c. 1 drevo – TDV se je pojavljalo samo kot posamezno drevo na ploskvi,

3. Na vsako stojišče oz. center raziskovalne ploskve smo izmerili še skupno temeljnico v m²/ha, ki smo jo izračunali s pomočjo aplikacije MOTI. Skupno temeljnico smo uporabljali kot pripomoček pri analizi svetlobnih razmer. Temeljnica je parameter, ki zelo dobro nakazuje

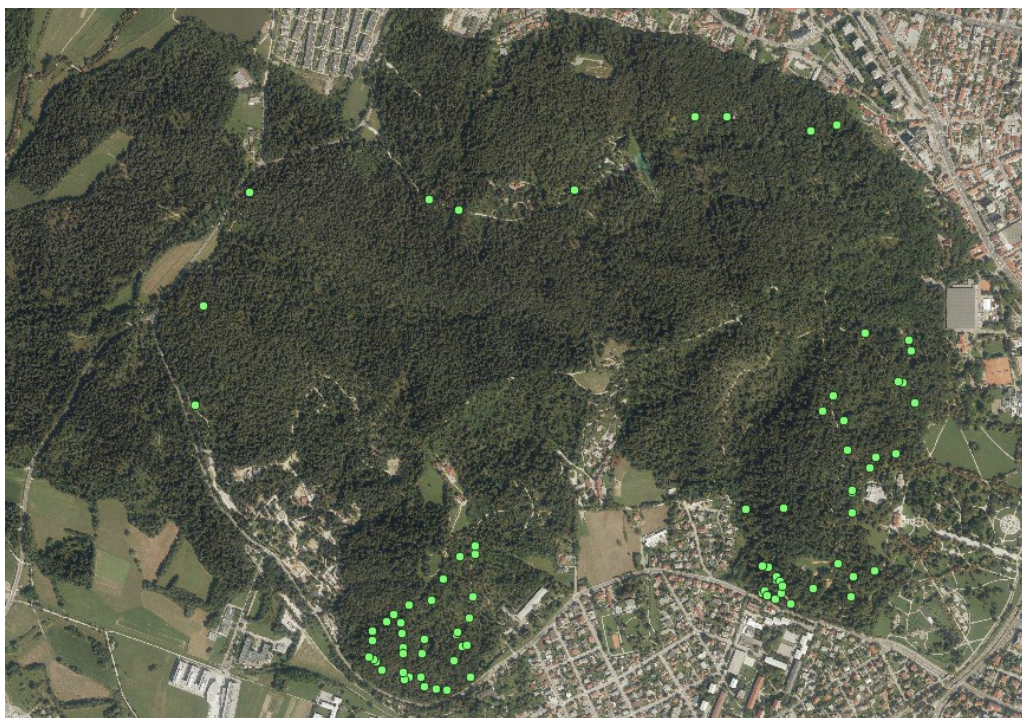
svetlobne razmere oz. pretok svetlobe na določeni lokaciji. Dokazati želimo, ali se TDV bolj razraščajo na odprtih delih sestoja, kjer je več svetlobe, ali na delih, kjer je več zastora (manj svetlobe).

Po opravljenem terenu je sledila analiza podatkov. Vse podatke, ki smo jih zbrali na terenu, smo pripravili za nadaljnjo analizo, kar pomeni, da smo podatkovno bazo s pomočjo programske opreme iz Qfield prenesli na računalnik v obliko, ki jo lažje preberemo. Najlažje lahko delamo s podatki, ki jih predstavimo v Excel obliki. Nadaljnjo analizo podatkov smo opravili in obdelali v Excelu, statistično analizo pa smo naredili v programu JASP.

Z opravljeno analizo in s primerjavo z že obstoječimi raziskavami bomo poskušali sklepati na potencialno invazivnost prisotnih TDV. Kot potencialno invazivne TDV bomo definirali vrste, ki se veliko pomlajujejo, hkrati pa bomo upoštevali še odprtost sestoja pri mlajših razvojnih fazah. Na koncu bomo navedli nekaj osnovnih gozdnogojitvenih smernic za vsako TDV.

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 SKUPNA ANALIZA TDV



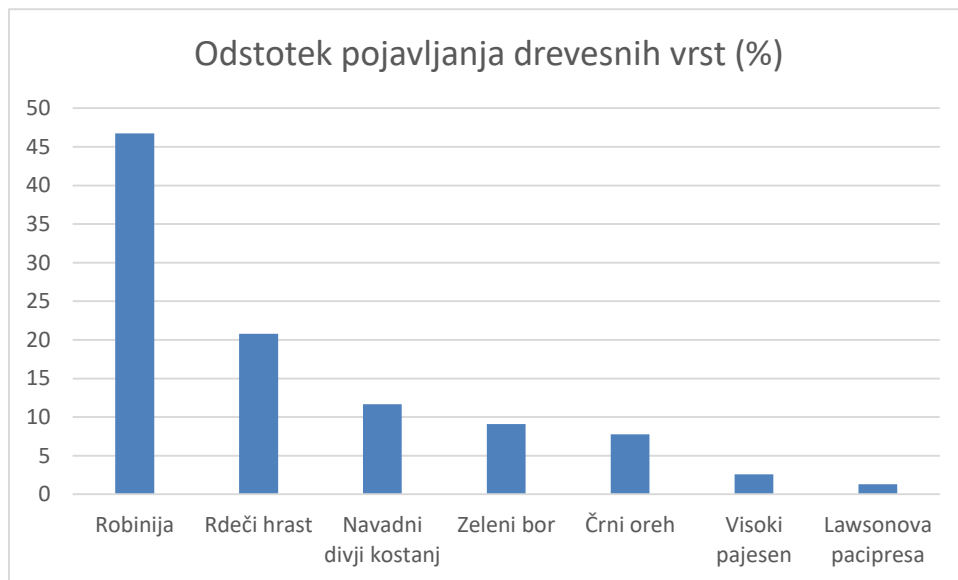
Slika 7: Mreža raziskovalnih ploskev (vir: Geodetska uprava RS, avgust 2021)

Na sliki 7 je prikazana mreža raziskovalnih ploskev, ki smo jo naredili pri našem terenskemu delu. Vsaka točka na sliki predstavlja raziskovalno ploskev. Center točke je center pojavljanja določene TDV. Na celotni površini smo označili 77 raziskovalnih ploskev ali točk. Od teh je bilo 36 točk robinije, 16 točk rdečega hrasta, 9 točk je pripadalo navadnemu divjemu kostanju, 7 točk zelenemu boru, 6 točk črnemu orehu, 2 točki visokemu pajesenu in zgolj točka Lawsonovi pacipresi.

V nadaljevanju smo prikazali vse parametre, ki smo jih opazovali in zabeležili na terenu. Začeli smo s prikazom pojavljanja vseh TDV po posameznih kategorijah na osnovi razvojnih faz in plasti. Nato smo prikazali deskriptivno statistiko o skupni temeljnici za vse TDV, ki smo jo izdelali v JASP-u. Na koncu smo tam, kjer je bilo to potrebno, prikazali še statistične izračune temeljnic. Kasneje smo naredili še dodatno analizo, kjer smo primerjali stanje TDV

na zunanjem in notranjem robu, s čimer smo preverili, ali med njimi obstaja razlika. To je bilo v pomoč pri razumevanju opazovanih TDV in njihovega načina širjenja.

4.1.1 Pojavljanje TDV



Slika 8: Odstotek pojavljanja drevesnih vrst (%)

Na sliki 8 je prikazan graf, s katerega lahko razberemo, katere TDV se, izračunano v odstotkih (%), pojavljajo v kakšnem deležu. Glede na dejstvo, da vsaka točka predstavlja pojavljanje ene TDV, smo lahko v obliki grafa prikazali, kolikšen delež zajame vsaka točka oz. vsaka TDV. S pomočjo grafa opazimo, da je TDV, ki se pojavlja z največjim deležem, robinija (48 %). Robiniji sledi rdeči hrast z deležem pojavljanja 21 %, za njima je navadni divji kostanj (12 %). Nekoliko manjši delež pojavljanja imata zeleni bor (9 %) in črni oreh (8 %). Zelo majhen delež pojavljanja imata visoki pajesen (3 %) in Lawsonova pacipresa (1 %).

Naslednji parameter, ki smo ga za vsako TDV opazovali pri terenskem delu, je bil uvrstitev TDV v ustrezno kategorijo. Kategorijo smo določili glede na pojavljanje TDV po plasteh. Opazovali smo sedem različnih kategorij, od katerih so se tri nanašale na zgornje plasti: < 10 dreves, 2_10 dreves in 1 drevo; ena se je nanašala na srednjo plast in tri na spodnjo plast: Mladje1, MladjeNekaj in MladjePovsod. Vsako TDV smo lahko uvrstili v več kategorij, odvisno od pojavljala v različnih plasteh.



Slika 9: Posamezne TDV in njihova uvrstitev v različnih kategorijah, izraženo v odstotkih (%)

Na sliki 9 je prikazanih več grafov, s katerih je razvidna uvrstitev TDV v ustrezno kategorijo za vsako TDV posebej, izraženo v odstotkih (%).

Robinja se razrašča večinoma v srednji plasti (36 %) in ima v prihodnosti potencial za tvorjenje večjih sestojev. Tvorijo tudi starejše sestoje, ki jih sestavlja več kot 10 odraslih dreves ali do 10 dreves. Veliko se tudi pomlajuje, kar je razvidno v kategorijah »MladjeNekaj« (34 %) in MladjePovsod (14 %). Iz tega sklepamo, da pri robiniji obstaja možnost za potencialno invazivnost. V tej fazi je sicer še vedno nekoliko hitro govoriti o potencialni invazivnosti, saj moramo analizirati še druge parametre, lahko pa rečemo, da tukaj opazujemo znake potencialne invazivnosti.

Prav tako se v vseh kategorijah pojavlja rdeči hrast, največ pa ga je v zgornji plasti, kjer tvori manjše sestoje z 2 do 10 drevesi (25 %) in v spodnji plasti, kjer ga večinoma lahko umestimo v kategoriji MladjeNekaj (25 %) in MladjePovsod (25 %). Starejši sestoji rdečega hrasta dajejo semena, zaradi njihovega velikega števila pa se posledično močno razrašča mladje na naših raziskovalnih površinah. Na ta način tudi rdeči hrast kaže znake potencialne invazivnosti.

Navadni divji kostanj v zgornji plasti tvori manjše skupine z manj kot 10 drevesi (12 %), največkrat pa se pojavlja posamično kot en odrasli osebek (24 %). Če pogledamo spodnjo plast, lahko opazimo, da se navadni divji kostanj na več kot polovici vseh točk zelo pomlajuje (53 %). Tudi pri tej vrsti opazujemo znake potencialne invazivnosti.

Zeleni bor je večinoma prisoten v večjih starejših sestojih (50 %) in na nekaterih mestih kot posamično drevo (20 %). Zelo redko se pomlajuje. Na približno 30 % analiziranih točk je imela ta drevesna vrsta mladje prisotno v kategoriji »Mladje1«. Če upoštevamo, da se je mladje pojavljajo samo posamično kot en osebek na točki, imeli pa smo 7 točk pojavljanja zelenega bora, mladja ni veliko. Znaki potencialne invazivnosti pri zelenemu boru niso prisotni.

Črni oreh ne tvori večjih ali manjših sestojev. Pojavlja se samo kot 1 osebek (14 %), v srednji plasti (14 %) ali kot mladje. Velik delež mladja smo uvrstili v kategorijo »MladjeNekaj« (57 %), ker se je pojavljajo na več delih znotraj ene raziskovalne ploskve. Okoli 14 % mladja se je pojavljajo posamično. Črni oreh kaže znake potencialne invazivnosti na določenih površinah, saj se na več kot polovici šestih točk pomlajuje.

Visoki pajesen je znan kot zelo invazivna TDV, posebej na območju Krajinskega parka. Tega z našo raziskavo nismo uspeli potrditi. Pajesen je bil prisoten na dveh raziskovalnih ploskvah; v srednji plasti in kot manjši sestoj z manj kot 10 drevesi. Pomlajevanja visokega pajesena ni bilo videti. Posledično lahko sklepamo, da na našem raziskovalnem območju visoki pajesen ni kazal znakov potencialne invazivnosti.

Pri Lawsonovi pacipresi smo opazili samo eno točko, kjer je ta drevesna vrsta tvorila večji sestoj starejših osebkov z več kot 10 drevesi. Pomlajevanje paciprese ni bilo prisotno, zato sklepamo da je Lawsonova pacipresa TDV, ki ne kaže znakov potencialne invazivnosti.

4.1.2 Skupna temeljnica

V preglednici 1 je prikazana deskriptivna statistika o skupni temeljnici, ki je bila izračunana za vsako točko pojavljanja TDV. Temeljnico smo določili z aplikacijo MOTI, kjer smo jo zapisali v m²/ha (kvadratnih metrih na hektar), JASP pa nam je izračunal vse elemente deskriptivne statistike.

Preglednica 1: Deskriptivna statistika skupne temeljnice na raziskovalnih ploskvah

Deskriptivna statistika

	Temelnjica (m ² /ha)						
	Črni oreh	Navadni divji kostanj	Lawsonova pacipresa	Rdeči hrast	Robinija	Visoki pajesen	Zeleni bor
Število ploskev	6	9	1	16	36	2	7
Aritmetična sredina	15.0	12.2	/	18.89	14.1	6.0	25.4
Standardna napaka	3.7	1.3	/	1.7	1.0	2.0	4.2
Mediana	13.0	12.0	/	19.0	14.0	/	24.0
Standardni odklon	9.0	3.9	/	6.6	6.0	2.8	11.2
Varianca	81.2	15.4	/	44.2	36.3	8.0	124.9
Minimum	4.0	4.0	/	6.0	2.0	4.0	10.0
Maximum	30.0	16.0	/	30.0	30.0	8.0	44.0
Izmerjena temeljnica	/	/	46.0	/	/	/	/

Vrednosti povprečne temeljnice so se gibale med 6 m²/ ha in 46 m²/ ha. Najnižje vrednosti temeljnice so imele točke visokega pajesena (6 m²/ ha), navadnega divjega kostanja (12,2 m²/ ha), robinije (14 m²/ ha), črnega oreha (15 m²/ ha) in rdečega hrasta (18,8 m²/ ha).

Velike vrednosti povprečne temeljnice sta imeli točki zelenega bora ($25,4 \text{ m}^2/\text{ha}$) in Lawsonova pacipresa ($46 \text{ m}^2/\text{ha}$). To pomeni, da je bil na točkah, kjer je bila temeljnica manjša, pretok svetlobe velik. Ti sestoji so bolj odprti kot tisti, ki so imeli večjo temeljnico, saj se manjša povprečna temeljnica pojavlja pri bolj svetloljubnih vrstah in vrstah, ki se hkrati veliko pomlajujejo (če pogledamo zgornjo analizo o pojavljanju TDV).

V nadaljevanju si oglejmo še ostale parametre deskriptivne statistike. Izračunali smo standardno napako, ki nakazuje, kako so ostanki razpršeni okoli povprečja oz. aritmetične sredine. Ker smo imeli pri črnemu orehu, visokemu pajesenu in zelenemu boru zelo majhen vzorec, je izračunane vrednosti potrebno jemati nekoliko z rezervo. Če bi želeli dobiti bolj natančne podatke, bi morali vzorec proučevanja povečati. Na osnovi teh podatkov težko sklepamo o oceni povprečne temeljnice pri črnemu orehu, visoki pajesenu in zelenemu boru. Te drevesne vrste bomo težko vključili v nadaljnjo analizo. Standardne napake ni bilo mogoče določiti pri Lawsonovi pacipresi, ker je bila velikost vzorca samo 1. Tudi ostalih parametrov pri Lawsonovi pacipresi iz enakih razlogov nismo mogli določiti.

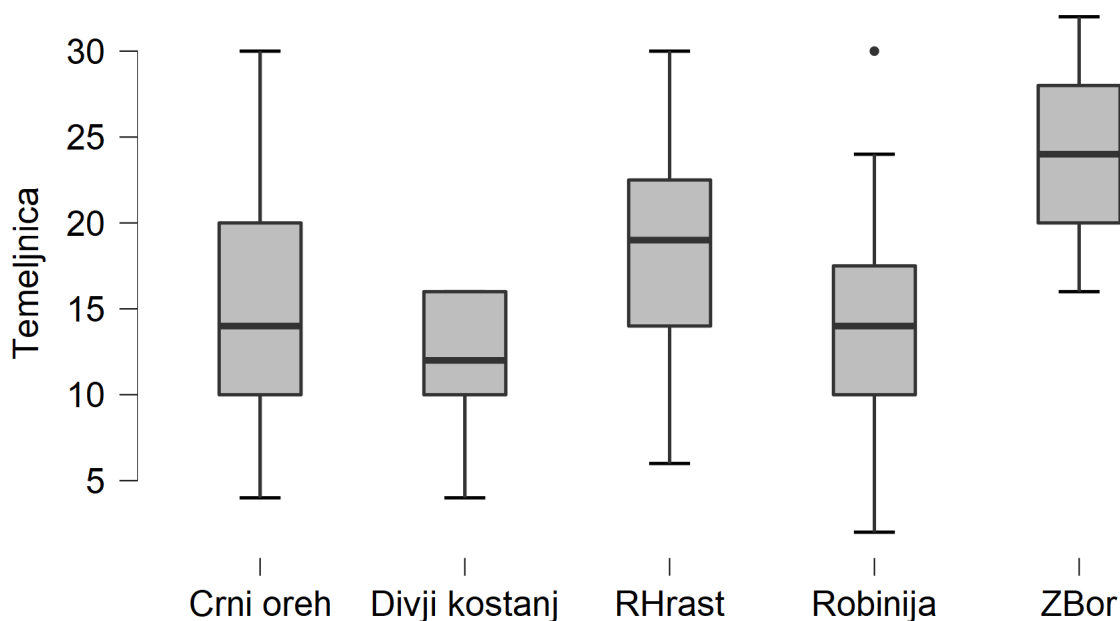
Mediana je vrednost temeljnice, pri kateri ima polovica vzorca manjšo temeljnico od izračunane vrednosti, polovica pa večjo. Vrednost mediane je bila skoraj pri vseh vrstah približno enaka izračunani aritmetični sredini. Iz tega lahko sklepamo, da se naše vrste glede na njihove povprečne temeljnice porazdeljujejo precej normalno.

Vrednost minimalne temeljnice se giba od $2 \text{ m}^2/\text{ha}$ do $10 \text{ m}^2/\text{ha}$, vrednost maksimalne temeljnice pa se giba od $8 \text{ m}^2/\text{ha}$ do $44 \text{ m}^2/\text{ha}$. Enako kot prej, imajo svetloljubne TDV (črni oreh, robinija, navadni divji kostanj, visoki pajesen, rdeči hrast) manjše vrednosti temeljnice, medtem ko imajo sencozažne vrste večje temeljnice. Velikost povprečne temeljnice pa ne moremo razlagati samo s svetloljubnostjo oz. sencozažnostjo vrste. Upoštevati moramo tudi, da se povprečna temeljnica manjša v odprtih delih sestoja. Tam, kjer je več senčnega zastora, je povprečna temeljnica večja.

Ob koncu statistične analize lahko sklepamo, da je pri določenih vrstah izpolnjen še en znak potencialne invazivnosti - potencialno invazivne TDV se pojavljajo na bolj odprtih delih sestoja. Te TDV so: robinija, navadni divji kostanj, črni oreh in rdeči hrast.

4.1.3 Temeljnica na raziskovalnih ploskvah z mladjem TDV

V naslednji analizi smo upoštevali samo temeljnico na ploskvah, kjer so se pomlajevale TDV. Mladje se je pojavljajo v treh različnih kategorijah, mi pa smo te kategorije združili in določili povprečno temeljnico. Vrednosti temeljnice za ostale kategorije smo izločili.



Slika 10: Statistični prikaz velikosti temeljnice (m^2/ha) za posamezno TDV

Slika 10 je izdelana v statističnem programu JASP, ki nam je izrisal tako imenovane škatle z brki (ang. box plots). Na horizontalni osi so prikazane TDV, na vertikalni osi pa velikost temeljnice v m^2/ha .

Sredinska črta je mediana, ki nam razdeli opazovani vzorec na polovici. Če je porazdelitev normalna, leži na mestu mediane tudi povprečje. Kvadrat pojasnjuje, katere vrednosti se gibajo med prvim in tretjim kvartilom oz. okoli katerih vrednosti je temeljnica najbolj koncentrirana. Ročaji ponazarjajo interval velikosti temeljnice od njene minimalne vrednosti (spodnja črtica) do njene maksimalne vrednosti (zgornja črtica).

Temeljnice za različne TDV so si podobne. Izstopa le zeleni bor, ki na naših ploskvah tvori večinoma večje starejše sestoje z majhnim deležem pomlajevanja individualnih osebkov.

Ploskve s pomlajevanjem črnega oreha, navadnega divjega kostanja in rdečega hrasta imajo podobno minimalno temeljnico mladja, ki znaša približno $5 \text{ m}^2/\text{ha}$. Za robinijo je bila minimalna temeljnica nižja ($2 \text{ m}^2/\text{ha}$). Maksimalne vrednosti za vse vrste se gibljejo od $25 \text{ m}^2/\text{ha}$ do $30 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Mediana temeljnice se pri vseh svetloljubnih vrstah gibljejo okoli $15 \text{ m}^2/\text{ha}$. Pri rdečemu hrastu je mediana pomaknjena malo višje navzgor in znaša $20 \text{ m}^2/\text{ha}$. To nakazuje, da se vrste kot so robinija, navadni divji kostanj in črni oreh lažje pomlajujejo pri nižji temeljnici kot rdeči hrast. Sklepamo lahko, da je rdeči hrast manj svetloljubna vrsta v mlajših razvojnih fazah in se lahko pomlajuje tudi pod zastorom. Za ostale vrste smo samo potrdili; ko je temeljnica manjša in prostor bolj odprt, se te bolj razraščajo in pomlajujejo.

4.1.4 Primerjava ploskev na zunanjem robu in v notrajnosti Krajinskega parka



Slika 11: Površine, ki so bile zajete v raziskavi (vir: Google Earth)

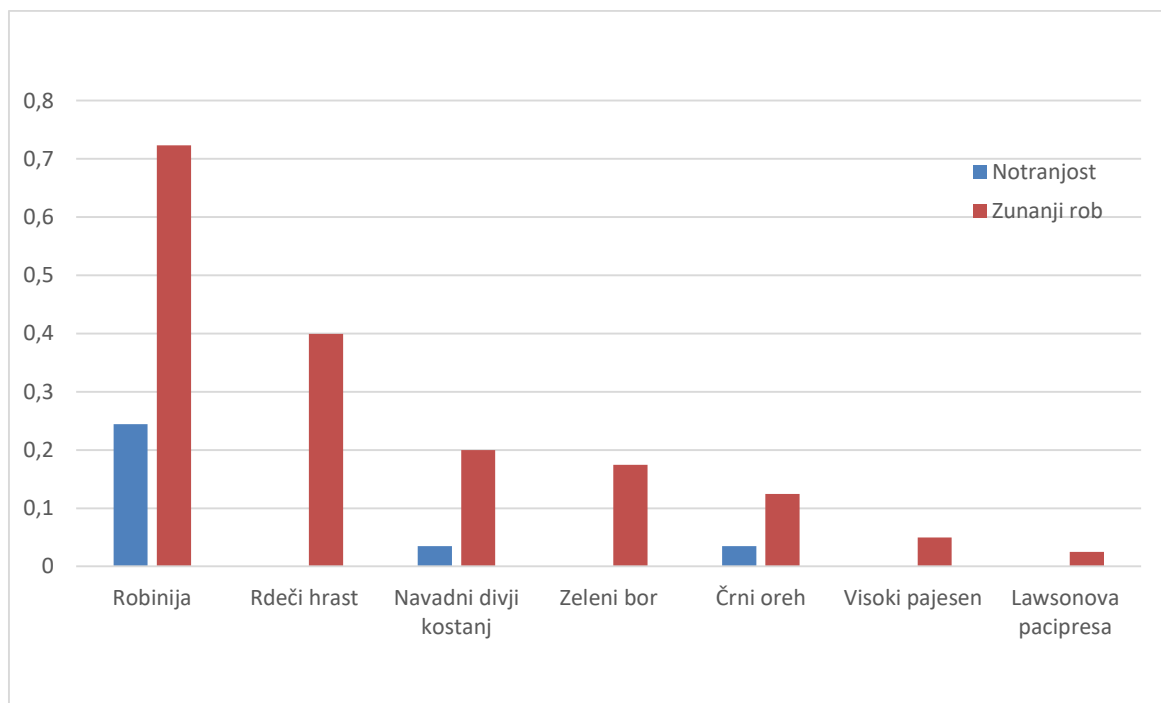
Na sliki 11 so prikazane površine, ki so bile zajete v raziskavi. Po opravljenem terenskem delu smo jih natančno definirali, saj smo lahko na ta način lažje določili, katere površine smo prehodili. Meje smo izrisali v programu Google Earth. Z zeleno barvo smo označili lokaciji 1 in 2, definirani kot zunanji rob Krajinskega parka. Z rdečo barvo smo označili lokacije 3, 4 in 5, definirane kot notrajnost Krajinskega parka. Z delitvijo površin na zunanji rob in notranjost smo naredili prostor za dodatno analizo, kjer smo hoteli primerjati, kakšno je stanje TDV na obeh robovih. Namen dodatne analize je bil preveriti, ali obstaja razlika med TDV na zunanjem robu in v notranjosti.

S pomočjo aplikacije Google Earth smo izračunali zajete površine in jih prikazali v preglednici 2. Površina, ki smo jo analizirali na zunanjem robu je bistveno večja kot tista v notranjosti. Površina na zunanjem robu znaša 40,09 ha, površina v notranjosti pa 28,63 ha.

Preglednica 2: Izračunane površine zunajnega in notrajnega roba (ha)

Lokacija		Površina (ha)	Skupaj
1.	ZUNANJI ROB	11,43	40,09
2.		28,66	
3.	NOTRANJOST	5,02	28,63
4.		7,55	
5.		16,06	
Skupaj			68,72

Zanimalo nas je, kakšno je stanje TDV na zunanjem robu in v notranjosti, zato smo iskali način, s katerim bi lahko lažje primerjali stanje. V našem primeru smo prikazali število ploskev na katerih se pojavlja posamezna TDV na ha.



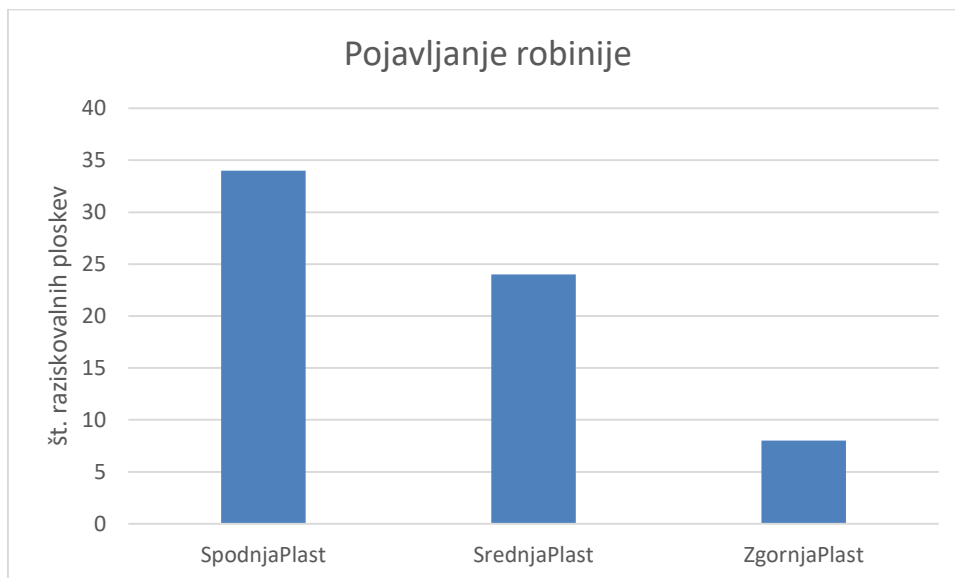
Slika 12: Pojavljanje posameznih TDV na zunanjem robu in v notranjosti (št. ploskev/ ha)

Na sliki 12 je prikazan graf, kjer je razvidno število ploskev na katerih se pojavlja posamezna TDV na hektar. Z modro barvo smo označili vse ploskve, ki se nahajajo v notrajnosti, z rdečo barvo pa smo označili ploskve pojavljanja TDV v zunanjem robu. V povprečju smo zabeležili 0,3 ploskve s prisotnimi TDV na ha v notrajnosti Krajinskega parka in 1,7 ploskev na ha v zunanjem robu. Število ploskev na ha za vse TDV je bistveno večje na zunanjem robu kot v notrajnosti. Največje število ploskev na ha ima seveda robinija, na obeh površinah. Na zunanjem robu se robinija pojavlja na 0,7 ploskev na ha, v notranjosti pa samo na 0,2 ploskev na ha. V notrajnosti se pojavljata še dve vrsti in to navadni divji kostanj (0,03 ploskev na ha) in črni oreh (0,03 ploskev na ha). Obe vrsti se bistveno manj pojavljajo v notrajnosti kot v zunanjem robu (navadni divji kostanj – 0,2 ploskev na ha in črni oreh – 0,1 ploskev na ha). Rdeči hrast, zeleni bor in visoki pajesen se sploh ne pojavljajo v notranjosti.

Površina zunanjega roba (40,09 ha) je bila približno 1,5 krat večja kot površina notranjosti (28,63 ha). Večje število TDV na zunanjem robu razlagamo s teorijo, da se TDV večkrat pojavljajo in bolj širijo v bližini naselij, kjer je pritisk ljudi večji kot v notranjosti. Če še enkrat pogledamo sliko 11, na kateri so izrisane površine zunanjega roba in notranjosti, bomo opazili, da je zunanji rob bistveno bližji naseljem in ljudem kot notranjost, ki poteke bolj v sredini parka. Poleg pritiska ljudi, ki spreminjajo okolje in posledično vplivajo na večje število TDV (Marinšek in sod., 2018), obstajajo tudi druge razlike med notranjostjo in zunanjim robom, ki smo jih opazili na terenu. Gozd v notranjosti je bil veliko bolj zastrt, bilo je več sence, pretok svetlobe je bil zelo majhen, v temu delu so bili sestoji večinoma sklenjeni in gosti. Gozd na zunanjem robu je bil veliko bolj odprt, pretok svetlobe je bil večji, sestoji niso bili tako gosti, njihov sklep pa ni bil tako sklenjen. Posledično so se na zunanjem robu povečali pogoji za razraščanje TDV, ki imajo radi svetlobo in odprt gozd. V notranjosti so se zabeležene TDV pojavljale samo tam, kjer je gozd bolj odprt. Na sliki 7 vidimo, da se vse točke, označene v notranjosti, nahajajo ob poteh. To pomeni, da se robinija, navadni divji kostanj in črni oreh razraščajo na bolj odprtih delih ob poteh, kjer je več svetlobe. Samo na takšnih površinah smo lahko opazili TDV. Vsi ostali deli v notranjosti parka niso izpolnjevali dovolj pogojev za pojav TDV. Posledično TDV v teh delih sploh niso bile prisotne.

4.2 ANALIZA POSAMEZNIH TDV

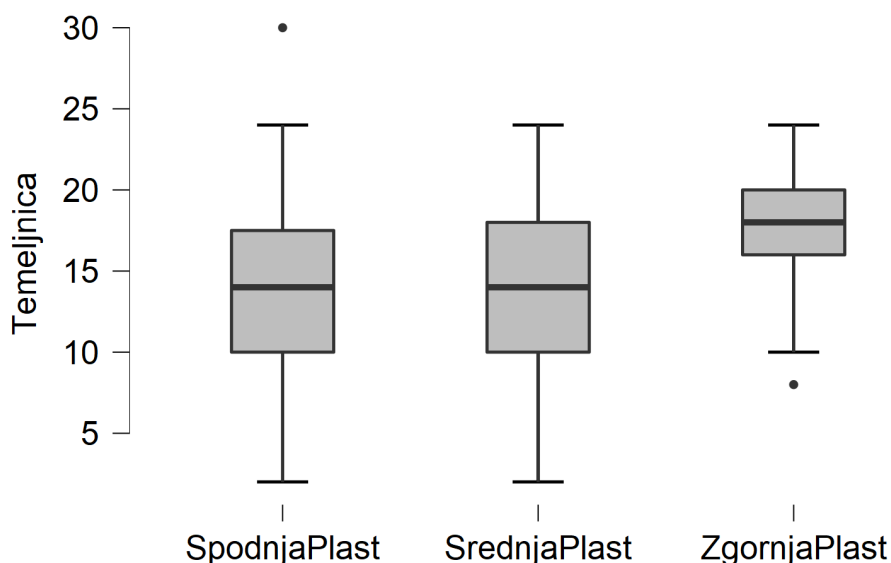
4.2.1 Analize robinije



Slika 13: Pojavljanje robinije v različnih plasteh

Robinijo smo analizirali (slika 13) in označili njeno pojavljanje v treh osnovnih plasteh: spodnja plast – kjer smo združili vse kategorije mladja oz. raziskovalne ploskve, kjer se je mladje pojavljalo bodisi v veliki ali manjši številčnosti; posebej smo označili še pojavljanje robinije v srednji plasti, na koncu pa še v starejših sestojih, neodvisno od tega ali so bili ti večji ali manjši (tudi samo eno drevo). Označili smo jih kot »zgornja plast«.

Robinija se je največkrat pojavljala v spodnji plasti (prisotna pri 34 raziskovalnih ploskvah), nekoliko manj v srednji (pri 24 raziskovalnih ploskvah) in najmanj v zgornji plasti (8 raziskovalnih ploskev). Skupaj je bilo analiziranih 77 raziskovalnih ploskev, na približno polovici od teh se je robinija pomlajevala ali se je v preteklosti močno pomlajevala in zdaj že prehaja v naslednjo fazo (priraščanje v srednji plasti). Zelo redko je robinija priraščala posamezno, skoraj vsakič je bila prisotna kot skupina več osebkov.



Slika 14: Statistični prikaz velikosti temeljnice (m^2/ha) pri robiniji

Za opazovane raziskovalne ploskve smo po enakih kategorijah (spodnja, srednja in zgornja plast) združili še meritve o skupni temeljnici na ploskvah (prikazano na sliki 14). Povprečna temeljnica je bila manjša tam, kjer se je robinija pojavljala predvsem v spodnji in srednji plasti ($14 m^2/ha$). Na ploskvah, kjer se je robinija pojavljala v zgornji plasti je bila povprečna temeljnica nekoliko višja ($18 m^2/ha$), hkrati tudi najmanj variabilna (od $10 m^2/ha$ do $25 m^2/ha$). Robinija uspešno raste v sestojih, kjer se temeljnica v povprečju giba v razponu od $5 m^2/ha$ do $25 m^2/ha$, z izjemo ene ploskve, kjer je bila temeljnica $30 m^2/ha$. Lahko opazimo, da se robinija pomlajuje in v mlajših fazah raste na bolj odprtih delih sestoja, kjer je več svetlobe, hkrati pa se prilagaja različnim količinam svetlobe.

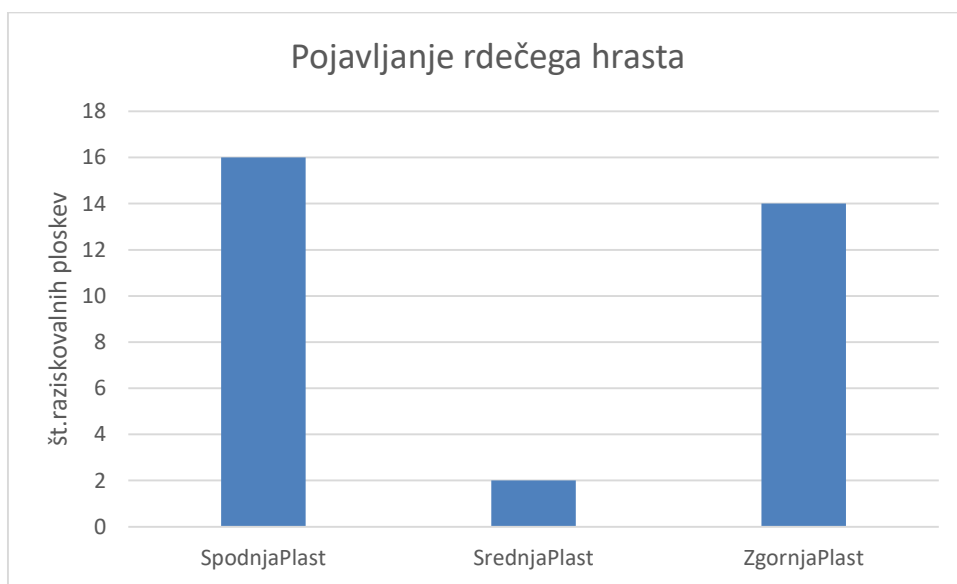
4.2.2. Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za robinijo

Robinija se pojavlja na več kot polovici raziskovalnih ploskev, kjer se močno pomlajuje in so nizke vrednosti temeljnice, kar pomeni, da se razrašča v odprtih delih sestoja. Vsi znaki, ki smo jih opazovali pri robiniji, so nakazovali potencialno invazivnost.

V primerih, ko je potencialna invazivnost ene vrste tako obsežna, lahko začnemo govoriti o gojitvenih smernicah, ki se morajo izvajati s ciljem zmanjševanja nadaljnjega širjenja vrste. Razvoj invazivnih tujerodnih drevesnih vrst se lahko učinkovito usmerja s pomočjo ustreznih gozdnogojitvenih ukrepov. Opazili smo, da je robinija zelo svetloljubna vrsta, zato

lahko naše gozdnogojitvene ukrepe za zmanjševanje njenega širjenja usmerjamo v obnavljanje in pomlajevanje pod zastorom. Ko obnavljamo pod zastorom, povečamo možnost za naseljevanje bolj sencozažnih avtohtonih vrst, ki bodo bolj konkurenčne. S ciljem povečane konkurenčnosti lahko tudi v starejših fazah pospešujemo avtohtone vrste v grmovni in drevesni plasti. Če je širjenje vrste še vedno zelo obsežno in škoduje ostalim vrstam, sledijo ukrepi zatiranja. Ukrepi zatiranja se izvajajo na osnovi ekologije vrste in območja, v katerem se razrašča, s predhodno narejeno raziskavo in analizo, saj moramo točno določiti, kateri ukrepi so potrebni in v kolikšnem obsegu. Najpomembneje je, da se pravočasno reagira in da se ukrepi izvajajo hitro po naselitvi invazivne vrste.

4.2.3 Analiza rdečega hrasta



Slika 15: Pojavljanje rdečega hrast v različnih plasteh

Kot je razvidno z grafa na sliki 15, se rdeči hrast pomlajuje na vseh 16 ploskvah, kjer je vrsta tudi prisotna. Hkrati se je pojavljal tudi v zgornji plasti na vseh ploskvah, razen dveh. To nakazuje, da je mladije večinoma zraslo iz semenskih dreves. V srednji plasti je rdeči hrast zelo malo prisoten samo na dveh raziskovalnih ploskvah. Lahko sklepamo, da je naravna obnova pri rdečem hrastu zelo uspešna in da semenska drevesa proizvajajo kakovostno seme, ki ima visoko stopnjo preživetja (posebej na območju, ki smo ga opazovali).



Slika 16: Statistični prikaz velikosti temeljnice (m^2/ha) pri rdečem hrastu

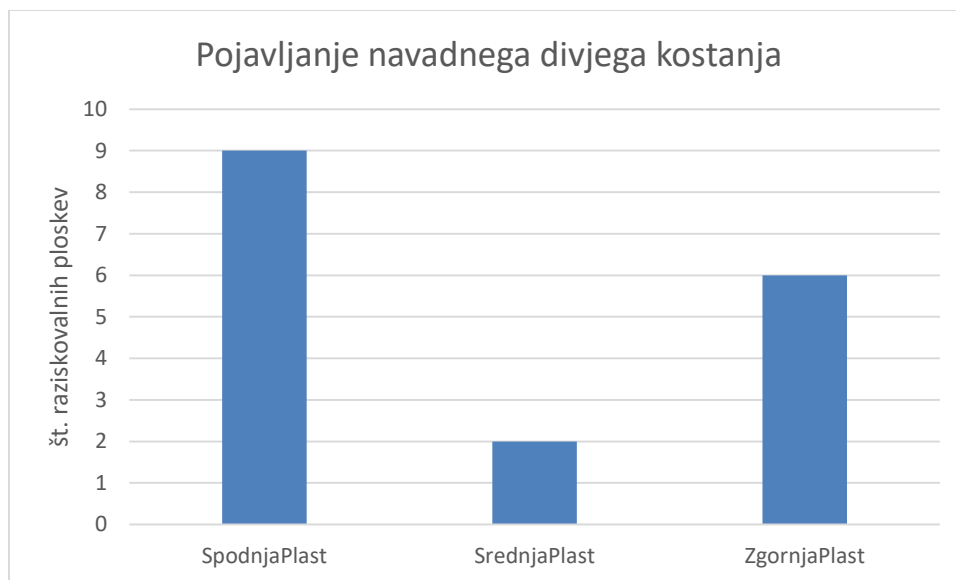
Temelnjica je bila pri rdečem hrastu močno variabilna, posebej v plasteh kjer smo analizirali več ploskev (prikazano na sliki 16). Temelnjica ploskev, kjer se je rdeči hrast pojavljal predvsem v spodnji in zgornji plasti se je gibala v intervalu od 5 m^2/ha do 30 m^2/ha . Povprečna temeljnica pri vseh plasteh se je gibala med 15 m^2/ha in 20 m^2/ha , kar ni tako nizko. Iz variabilnih intervalov lahko sklepamo, da je rdeči hrast vrsta, ki se lahko močno pomlajuje pri večji svetlobi, ni pa nujno. Naši rezultati nakazujejo, da se rdeči hrast uspešno pomlajuje tudi pri manjši svetlobi oz. z več zastora.

4.2.4 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za rdeči hrast

Na osnovi rezultatov, lahko ugotovimo, da je rdeči hrast druga najpogostejša TDV na našem raziskovalnem območju. Skoraj na vseh ploskvah, kjer se je pojavljal rdeči hrast, se je močno pomlajeval, tako na odprtih delih sestoja kot tudi na delih, kjer je bilo več zastora. Čeprav svetlobne razmere niso bile najboljše, se je skoraj pod vsakim označenim drevesom mladje močno razraščalo in pokrivalo velike površine. Lahko sklepamo, da je rdeči hrast potencialno invazivna vrsta, ki se tudi v senci zelo uspešno naravno pomlajuje.

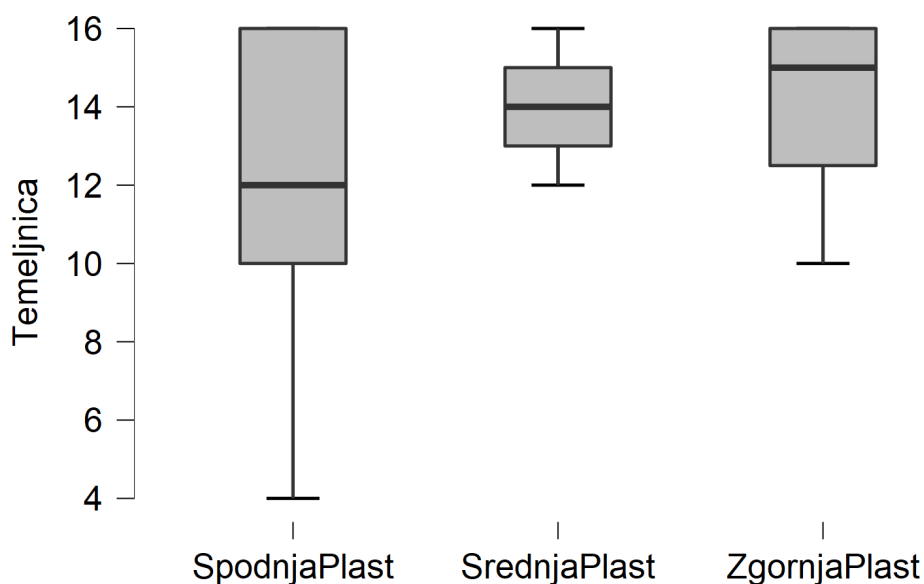
Ker rdeči hrast v mladosti ni zelo svetloljubna vrsta, moramo gozdnogojitvene ukrepe usmerjati v drugačno smer kot pri robiniji. Rdeči hrast je tudi vrsta, ki se dobro prilagaja, zato bo težje napovedati, kako se bo obnašala v prihodnosti in kateri gozdnogojitveni ukrepi jo bodo ovirali pri širjenju. Glede na to, da se večinoma pomlajuje s semeni, lahko pomlajevanje semenskih dreves onemogočimo s tem, da aktivno vzdržujemo delovanje polnile plasti. Polnilna plast hkrati tudi poveča odpornost sestojev proti invaziji drugih TDV v primeru poškodb glavnega sestoja. Druga možnost za omejitev širjenja je odstranjevanje semenskih dreves. Rdeči hrast ima težko seme, ki v večini primerov ne pade daleč od drevesa.

4.2.5 Analiza navadnega divjega kostanja



Slika 17: Pojavljanje navadnega divjega kostanja v različnih plasteh

Navadni divji kostanj se je pomlajeval na vseh ploskvah, kjer je bil prisoten. Kot lahko vidimo s slike 17, je bilo to na 9 raziskovalnih ploskvah. Na šestih je bil prisoten tudi v obliki starejših dreves. Zelo malo ga je bilo v srednji plasti in to zgolj na dveh ploskvah. Lahko sklepamo, da se navadni divji kostanj uspešno pomlajuje iz semenskih dreves.



Slika 18: Statistični prikaz temeljnice (m^2/ha) pri navadnemu divjemu kostanju

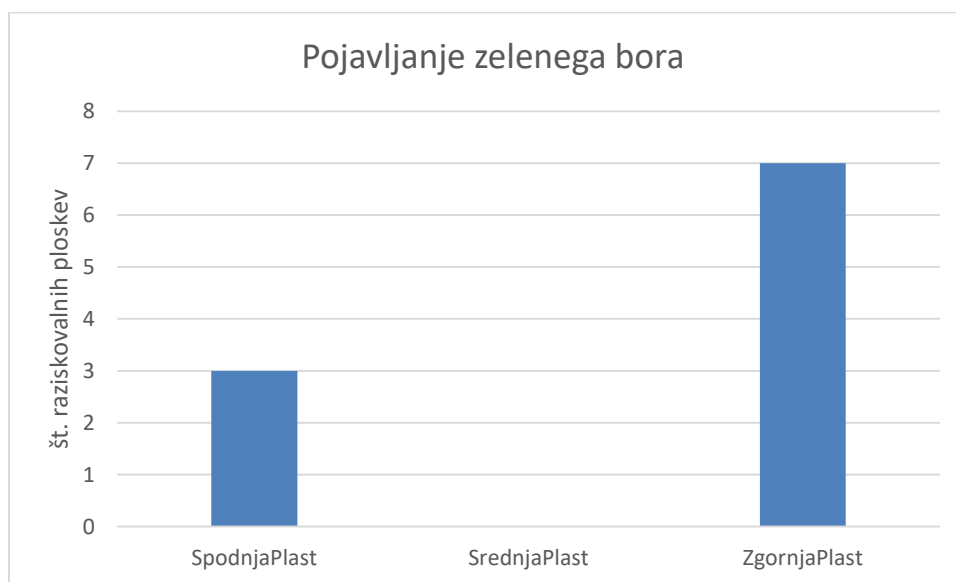
Velikost temeljnice pri navadnemu divjemu kostanju je prikazana na sliki 18. Na ploskvah, kjer se je večinoma pojavljal v spodnji plasti, je bila temeljnica najbolj variabilna, od $5 m^2/ha$ do $16 m^2/ha$. Na ploskvah, kjer se je navadni divji kostanj pojavljal v srednji in zgornji plasti je bila temeljnica manj variabilna, gibala se je okoli $12 m^2/ha$ in $16 m^2/ha$. Povprečna temeljnica se je gibala med $12 m^2/ha$ in $15 m^2/ha$, kar nakazuje na to, da se navadni divji kostanj najbolj razrašča na odprtih delih sestoja. Je svetloljubna vrsta, ki potrebuje večji dotok svetlobe za pomlajevanje in razraščanje, kar smo tudi dokazali s tem grafom.

4.2.6 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za navadni divji kostanj

Na osnovi vseh rezultatov lahko sklepamo, da je navadni divji kostanj tretja najpogostejša vrsta, ki se pojavlja na 9 od 77 raziskovalnih ploskvah. Čeprav ne zajema velikega števila raziskovalnih točk, se je vseeno na vsaki točki pojavljanja hkrati tudi pomlajevala. Vse točke pojavljanja navadnega divjega kostanja so se nahajale na bolj odprtih delih sestoja. Sklepamo, da kaže navadni divji kostanj znake potencialne invazivnosti, morda sicer v nekoliko manjši meri kot druge vrste. Potencialno invazivnost navadnega divjega kostanja določajo naslednji faktorji: je vrsta, ki se uspešno razmnožuje s semeni, rada se širi ob poteh in na obrobjih gozda in je svetloljubna.

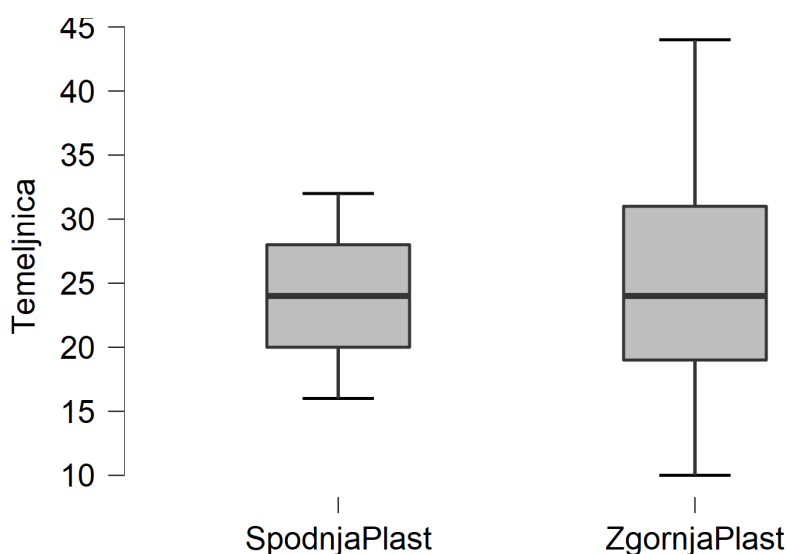
Čeprav kaže znake potencialne invazivnosti, ni nujno, da priraščanje navadnega divjega kostanja ovira ostale vrste ali da je tako obsežna, da škoduje drugim avtohtonim vrstam. Moramo se zavedati, da skoraj vsak divji kostanj trpi zaradi glivne bolezni, ki jo povzroča gliva *Cameraria ohridella*. Kljub slabemu zdravstvenemu stanju se navadni divji kostanj vseeno pomlajuje, a so okužene tudi nove sadike. Tudi če se uspešno pomlajuje, to še ne pomeni, da je potencialno nevarna TDV. Gozdnogojitvenih ukrepov, razen, da jih ne sadimo več, v tem primeru po vsej verjetnosti ne rabimo izvajati.

4.2.7 Analiza zelenega bora



Slika 19: Pojavljanje zelenga bora v različnih plasteh

Na sliki 19 vidimo, da je zeleni bor večinoma prisoten v zgornji plasti, kar je posledica prisotnosti nasada v oblike čistega sestoja bora. V srednji plasti ga sploh ni bilo. V zelo majhnem številu se je pomlajeval samo na treh raziskovalnih ploskvah. Sestoji zelenega bora so bili posajeni na območju parka. Ker zeleni bor deluje kot pionirska vrsta, ki izboljšuje rastišča, je bila takšna gotovo tudi njena vloga na območju Krajinskega parka.



Slika 20: Statistični prikaz temeljnice (m^2/ha) pri zelenemu boru

Zeleni bor je sencoizržna vrsta, ki ne potrebuje veliko svetlobe. To je razvidno tudi s slike 20, kjer vidimo, da znaša povprečna temeljnica $25 m^2/ha$. Na ploskvah, kjer se je zeleni bor večinoma pojavljal v zgornji plasti je bila temeljnica bolj variabilna. Vrednost temeljnice se je gibala med $10 m^2/ha$ in $45 m^2/ha$. Pri manjših sestojih ali na ploskvah, kjer je bilo opaženo samo eno drevo zelenega bora, je bila temeljnica manjša kot pri večjih starejših sestojih. Na ploskvah, kjer se je zeleni bor pojavljal večinoma v spodnji plasti, je bila temeljnica nekoliko nižja (od $15 m^2/ha$ do $35 m^2/ha$).

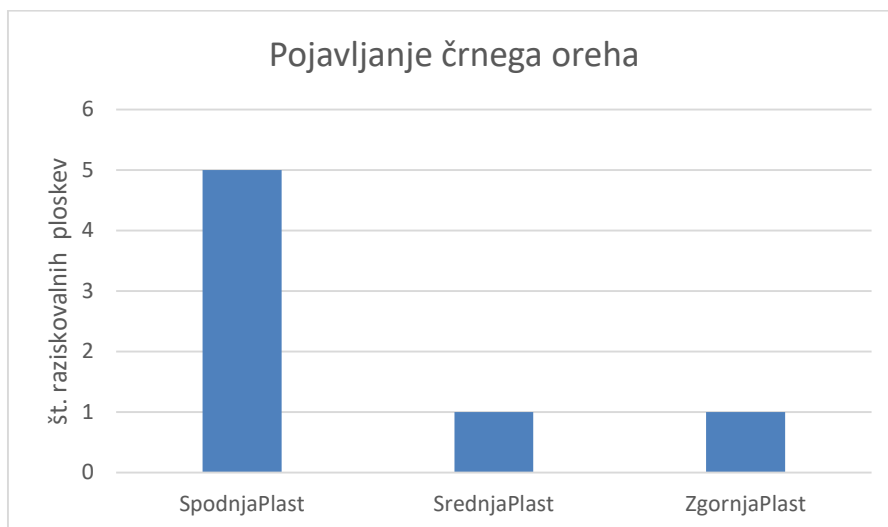
4.2.8 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za zeleni bor

Na osnovi prejšnjih raziskav smo ugotovili, da je zeleni bor pretežno invazivna TDV, ki se močno prilagaja okoljskim razmeram. Na osnovi naših rezultatov tega nismo potrdili. Zeleni bor se na naših raziskovalnih ploskvah zelo malo pomlajuje, zato sklepamo, da ne kaže znakov potencialne invazivnosti. Zeleni bor se hkrati tudi ne razrašča na bolj odprtih delih sestoja, za pomlajevanje potrebuje več zastora.

S podatki, ki jih imamo na razpolago, težko ugotavljamo, zakaj zeleni bor ni bil tako invaziven, kot smo mogoče pričakovali. Odgovor se verjetno skriva v okoljskih razmerah. Čeprav je vrsta zelo prilagodljiva, jo vseeno omejujejo glivne bolezni, ki so na območju parka zelo prisotne. Mogoče sta jo omejevali povečana konkurenčnost avtohtonih vrst ali izrazita polnilna plast, ki je onemogočila razvoj semen zelenega bora. Glede na to, da zeleni

bor ni kazal znakov potencialne invazivnosti, za to vrsto ne rabimo ukrepati in ustvarjati gozdnogojitvenih smernic.

4.2.9 Analiza črnega oreha



Slika 21: Pojavljanje črnega oreha v različnih plasteh

Na sliki 21 vidimo, da se črni oreh pomlajuje na vseh ploskvah, kjer je prisoten, razen na eni. Samo enkrat smo ga opazili v srednji in spodnji plasti.

Analize temeljnice po plasteh nismo mogli izvesti, saj je bilo premalo ploskev, da bi naredili statistično analizo.

4.2.10 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za črni oreh

Črni oreh, čeprav ga je bilo na raziskovalnih ploskvah zelo malo (če pogledamo skupno raziskovalno površino), ima znake potencialne invazivnosti. Črni oreh smo opazili samo na šestih ploskvah od skupno 77. Na teh ploskvah smo opazili par osebkov mladja, ne da bi to pokrivalo večje površine.

Sklepamo lahko, da črni oreh kaže znake potencialne invazivnosti, saj se pomlajuje in se bolj razrašča na odprtih delih sestoja. Težko pa rečemo, da je tako močno invaziven, da škoduje drugim vrstam in da je potrebno izvajati gozdnogojitvene ukrepe. Edini ukrep, ki ga

lahko izvajamo, je redna kontrola. Če se začne masovno širiti in to pravočasno opazimo, lahko začnemo ustrezno ukrepati.

4.2.11 Analiza visokega pajesena

Visoki pajesen smo opazili samo na dveh raziskovalnih ploskvah, zato težko predstavimo njegovo pojavljanje v obliki grafa. Lahko rečemo, da je bil na mestih pojavljanja večinoma prisoten v obliki manjšega sestoja, sestavljen iz 2 do 10 dreves, ali pa je zapolnjeval srednjo plast (slika 9). Tudi o povprečni temeljnici ne moremo govoriti, saj imamo samo dva vzorca.

4.2.12 Potencialna invazivnost in gojitvene smernice za visokega pajesen

Na osnovi prejšnjih raziskav smo pričakovali, da bo visoki pajesen skupaj z robinijo ena izmed najbolj invazivnih vrst. Naši rezultati tega niso potrdili. V okviru projekta LIFE ARTEMIS so zabeležili, da je visoki pajesen v velikem številu prisoten na celotnem območju parka (123 osebkov). Največja je bila prisotnost visokega pajesena na vzhodnem delu parka v bližini Tivolskega parka (Marinšek in sod., 2018).

Od leta 2018 do danes je minilo že 3 leta. Zelo verjetno je, da se je v tem času stanje TDV na območju Krajinskega parka spremenilo. Zakaj je bila ta invazivna vrsta v sklopu naše raziskave zelo malo prisotna, ni znano. V nekaterih delih območja naše raziskave so v preteklosti že izvedli nekatere ukrepe, ki so omejili širjenje visokega pajesena.

Visoki pajesen na našem območju torej ne kaže nobenih znakov potencialne invazivnosti, zato trenutno nimamo potrebe po morebitnih gozdnogojitvenih ukrepih.

5 SKLEPI

V začetku naše raziskave smo postavili tri hipoteze, s katerimi smo usmerjali raziskavo. Po opravljeni raziskavi smo dobili določene rezultate. Na osnovi rezultatov smo sklepali, ali smo te hipoteze potrdili ali zavrnili.

Prva hipoteza predpostavlja, da se TDV pojavljajo posamično in v sestojni primesi. To hipotezo smo potrdili za: robinijo, rdeči hrast, zeleni bor in Lawsonovo pacipreso. Večinoma so se TDV pojavljale v sestojni primesi, a na nekaterih delih parka je bila tudi kakšna TDV, ki se je pojavljala posamič ali kot skupina več osebkov, brez sestojnega pomlajevanja (npr. navadni divji kostanj, črni oreh in visoki pajesen).

Druga hipoteza predpostavlja, da je delež mlajših razvojnih stadijev dreves TDV znatno večji v odprtih delih sestojev kot v sestojih z več zastora. Hipotezo smo preverili s pomočjo merjenja skupne temeljnice na raziskovalni ploskvi. Za nekatere TDV smo hipotezo potrdili, za nekatere pa ne. Hipoteza je bila sprejeta za tiste TDV, ki so bolj svetloлюбne in so se bolj razraščale na odprtih površinah, posebej v mladosti. Takšne TDV so: robinija, navadni divji kostanj in črni oreh. Visoki pajesen je svetloлюбna vrsta, a zanj hipoteze nismo uspeli niti potrditi niti zavrniti, saj smo imeli premalo podatkov (samo dve raziskovalni ploskvi). Hipoteza ni bila potrjena za dve TDV, ki sta bolj sencoždržni v mladosti. To sta zeleni bor in rdeči hrast. Lawsonova pacipresa je enako sencoždržna, a smo imeli premalo podatkov, da bi lahko hipotezo zavrnili ali potrdili (samo ena raziskovalna ploskev).

Tretja hipoteza predpostavlja, da nobena TDV ne kaže znakov invazivnosti. Kot znak potencialne invazivnosti smo preverjali sposobnost pomlajevanja in razraščanja TDV v odprtih delih sestojev v primerjavi s sestoji z več zastora. Znak potencialne invazivnosti je še velik obseg pojavljanja TDV na raziskovalni ploskvi in na skupni površini. Na osnovi omenjenih znakov lahko potrdimo, da zeleni bor in visoki pajesen ne kažeta nobenih znakov potencialne invazivnosti v pregledanem območju, čeprav nekatere raziskave poročajo o invazivnem pomlajevanju visokega pajesena v okolici semenskih dreves v drugih delih Krajinskega parka. Lawsonova pacipresa se je pojavljala samo na eni raziskovalni ploskvi zato imamo premalo podatkov, da bi zanj hipotezo potrdili ali zavrnili. Na ploskvi, kjer se

je pojavljala pa se ni pomlajevala, zato lahko rečemo da, Lawsonova pacipresa ne kaže znakov potencialne invazivnosti.

Robnija je TDV, ki kaže največ znakov potencialne invazivnosti. Močno se pomlajuje na območju Krajinskega parka, posebej na odprtih delih sestoja, najdemo pa jo tudi v zelo velikem obsegu. Rdeči hrast je prav tako zelo potencialno invaziven in se močno pomlajuje tudi v sestojih, kjer je več zastora. Ugotovitev kaže na to, da ni nujno, da potencialno invazivne TDV rastejo samo na odprtih delih sestoja, ampak tudi na delih z več zastora. Namnožitev robinije in rdečega hrasta je lahko problem za biotsko raznovrstnost parka in lahko ogroža tamkajšnje avtohtone vrste. Ti dve TDV zahtevata ustrezno preventivno gozdnogojitveno ukrepanje in redno spremljanje. Klimatske in ostale okoljske razmere se bodo spremenile, v prihodnosti jim bodo samo še bolj ustrezale. Sklepamo, da je pri robiniji in rdečemu hrastu najbolje, če pravočasno zaznamo njihovo pojavljanje in takoj začnemo preventivno ukrepati.

Navadni divji kostanj je kazal vse znake potencialne invazivnosti, a na našem raziskovalnem območju ni bil prisoten v velikem obsegu. Tam kjer je bil prisoten je bil ogrožen zaradi glivne bolezni, ki je zaslužna za to, da o navadnemu divjemu kostanju ne govorimo kot o potencialno invazivni vrsti. Črni oreh je prav tako kazal vse znake potencialne invazivnosti, a je bil na našem raziskovalnem območju prisoten v zelo majhnem deležu. Za črni oreh zadošča samo redna kontrola. Šele v prihodnosti se bo izkazalo, če širjenje črnega oreha predstavlja problem za ekosistem v katerem raste ali ne. Takrat se bomo odločili, ali bomo ukrepali in na kakšen način bomo ukrepali. Trenutno pri črnemu orehu ne moremo govoriti o gozdnogojitvenem ukrepanju, razen o rednem spremljanju in poročanju o njegovem pojavljanju.

6 POVZETEK

Tujerodne drevesne vrste se najpogosteje pojavljajo na degradiranih območjih, na območjih, ki so prizadeta zaradi različnih motenj, v vrzelih ki ostanejo po motnjah, in na območjih, kjer je človekov vpliv najbolj zastopan. Urbani gozdovi so še posebej ogroženi in podvrženi večjemu pojavljanju tujerodnih drevesnih vrst. Krajinski park je urban gozd, ki je v svoji zgodovini trpel zaradi različnih motenj. Danes je območje, kjer se tujerodne drevesne vrste zelo rada naseljujejo in širijo.

Cilj naše diplomske naloge je bila identifikacija TDV na območju Krajinskega parka, analiza pomlajevanja teh TDV, njihov vpliv na avtohtono vegetacijo in ugotavljanje potencialne invazivnosti na območju, v katerem rastejo. Raziskava je potekala s pomočjo terenskega dela, kjer smo spremljali pojavljanja TDV in za vsako TDV označili center pojavljanja, obseg pojavljanja v različnih plasteh (spodnja, srednja in zgornja plast) ter skupno temeljnico v centru pojavljanja. Analizo zbranih podatkov smo opravili v Excelu in JASP-u. Z analizo in primerjavo z že obstoječimi raziskavami smo sklepali o najpogostejših TDV, ki se pojavljajo na območju Krajinskega parka. Poročali smo o njihovi ekologiji, pomlajevanju ter potencialni invazivnosti.

Prvo hipotezo smo potrdili za TDV, ki so bile prisotne posamič in v sestojni primesi: robinija, rdeči hrast in zeleni bor. Hipotezo nismo potrdili za: navadni divji kostanj, črni oreh in visoki pajesen, ker pri njih ni bilo zabeležano sestojnega pojavljanja. Drugo hipotezo, ki je predpostavljala, da je delež mlajših razvojnih stadijev TDV znatno večji v odprtih delih sestojev v primerjavi s sestoji z več zastora, smo potrdili samo za svetloлюбne vrste, kot so: robinija, navadni divji kostanj in črni oreh. Hipoteze nismo potrdili za TDV, ki so bolj sencoždržne v mladosti, kot sta rdeči hrast in zeleni bor. Za druge opažene TDV nismo imeli dovolj podatkov, da bi hipotezo potrdili ali zavrnili; to sta Lawsonova pacipresa in visoki pajesen. Tretja hipoteza je predpostavljala, da nobena TDV ne kaže znakov invazivnosti. Hipotezo smo potrdili za zeleni bor in visoki pajesen. Podatkov o Lawsonovi pacipresi je bilo premalo, da bi lahko hipotezo potrdili ali zavrnili. Hipotezo smo zavrnili za TDV, ki so kazale vse znake potencialne invazivnosti. To so bile: robinija, rdeči hrast in črni oreh.

7 VIRI

Alizoti P. 2018. Molecular markers used for genetic studies in eastern white pine (*Pinus strobus* L.). V: Technical guidelines for molecular genetic analysis in non-native forest tree species of Europe. (Studia Forestalia Slovenica, 160). Ljubljana, Slovenian Forestry Institute, Silva Slovenica Publishing Centre: 48-68

Brus R. 2015. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.

Brus R. 2004. Drevesne vrste na Slovenskem, Ljubljana, Mladinska knjiga: 399 str.

Brus R., Gajšek G. 2014. The introduction of non-native tree species to present-day Slovenia. V: Man, nature and environment between the Northern Adriatic and the Eastern Alps in premodern times. Štih P., Zwitter Ž. (ur), Ljubljana: 380-392

Chmura D. 2020. The spread and role of invasive alien tree *Quercus rubra* (L.) in novel forest ecosystems in Central Europe. Forests, 11,5, 586, doi: 10.3390/f11050586

Čarni A., Juvan N., Dakskobler I., Kutnar L., Marinšek A., Šilc U. 2016. Razširjenost visokega pajesena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) v Sloveniji. V: 33. Gozdarski študijski dnevi: zbornik: Invazivne tujerodne vrste v gozdovih ter njihov vpliv na trajnostno rabo gozdnih virov, Ljubljana, 14-15 apr. 2016. Jurc M.(ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 111-117

Čokl M. 1965. Rast tujih iglavcev v Sloveniji (zelena duglazija, zeleni bor, pacipresa, sitka). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije: 226 str.

De Groot M., Kolšek M., Kus Veenvliet J., Kutnar L., Malovrh J., Ogris N., Rantaša B., Rozman S.. 2017. Tujerodne vrste v slovenskih gozdovih. V: Obveščanje, usposabljanje in ukrepanje za invazivne tujerodne vrste v gozdu (LIFE ARTEMIS). Kus Veenvliet J.(ur). Ljubljana, Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije: 31 str.

Eleršek L. 1977. Rastne lastnosti robinije in gojitveno tehnične smernice za prodobivanje drog v intenzivnih nasadih. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije v Ljubljani: 61 str.

Google Earth.

<https://www.google.si/intl/sl/earth/> (avgust, 2021)

Jogan N., Eler K., Novak Š. 2012. Priročnik za sistematično kartiranje invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst. Ljubljana, Zavod Symbiosis in Botanično društvo Slovenije: 52 str.

Kozjak D. 2016. Ekologija pomlajevanja robinija (*Robinia pseudoacacia* L.) v gospodarjenih sestojih na Rožniku: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Kranj, samozal.

Kraner T. 2016. Pomlajevanje robinije (*Robinia pseudoacacia* L.) na različnih mikro rastiščih po žledolomu na Rožniku: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.

Kus Veenvliet J., Humar M. 2011. Tujerodne vrste na zavarovanih območjih. Poročilo o aktivnosti in krepitev zmogljivosti v sklopu projekta WWF Zavarovana območja v dinarski regiji. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 70 str.

Kutnar L., Pisek R. 2013. Tujerodne in invazivne drevesne vrste v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 71, 9: 402-417

Macova M. 2008. Dendroclimatological comparison of native *Pinus sylvestris* and invasive *Pinus strobus* in different habitats in Czech Republic. Preslia, 80, 3: 277-289

Mandak B., Hadincova V., Mahelka V., Wildova. 2013. European invasion of North american *Pinus strobus* at large and fine scales: High genetic diversity and fine-scale genetic clustering over time in the adventurerange. Plos One, 8,7, e 68514

Marinšek A., Groot M., Ogris N., Kutnar L. 2018. Poročilo o popisu tujerodnih rastlin v urbanem gozdu Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib v sodelovanju s prostovoljci Projekt LIFE ARTEMIS, poročilo o izvedbi akcije B4. projekt LIFE ARTEMIS. Kus Veenvliet J.(ur). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod RS za varstvo narave, Zavod Symbiosis: 48 str.

Niculescu V.N., Vor T., Manson L.W., Bastien J., Brus R., Henin J., Kupka I., Lavnyy V., La Porta N., Mohren F., Petkova K., Redei K., Štefančik I., Wasik R., Perić S., Hernea C. 2018. Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L.syn. *Q. borealis* F. Michx.) in Europe: a review. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 93: 481-494

Regina S. 2018. Upravljanje Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib: diplomsko delo. (Nova Univerza, Fakulteta za državne in evropske študije). Kranj, samozal.

Roženberger D., Nagel T., Urbas B., Marion L., Brus R. 2017. Nekateri ukrepi za omejevanje širjenja visokega pajesena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) in smernice za gozdnogojitveno ukrepanje ob vdoru potencialno invazivnih tujerodnih drevesnih vrst v ohranjene gozdove v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 75, 1: 3-20

Sander L.I. 1990. *Quercus rubra* L. Northern red oak. *Silvics of North America*, 2: 727-733

Snieskiene V., Stankeviciene A., Zeimavicius K., Balezientiene L. 2011. *Aesculus hippocastanum* L. State changes in Lithuania. *Polish journal of environmental studies*, 20,4: 1029-1035

Spletni portal E-Geodetski podatki. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Geodetska uprava Republike Slovenije.
<https://egp.gu.gov.si/egp/> (avgust, 2021)

Sundseth K., 2014. Invasive Alien Species: a European response. *European Commission DG Environment Units B*, 2: 26 str.

Umek M. 2016. Pregled gojenja tujerodnih drevesnih vrst v gozdovih Slovenije: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.

Upřety Y., Asselin H., Bergeron Y., Mazerolle M.J. 2014. White pine (*Pinus strobus* L.) regeneration dynamics at the species' northern limit of continuous distribution. *New forests*, 45: 131-147

Van Loo M. 2016. *Juglans regia*. V: Short reviews on the genetics and breeding of introduced to Europe forest tree species. (Studia Forestalia Slovenica, 151). Ljubljana, Slovenian Forestry Institute, Silva Slovenica Publishing Centre: 9-12

Verlič A. 2015. Dejavniki kakovosti in varnosti rekreacije v urbanem gozdu: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana. samozal.

Westergren M. 2016. *Quercus rubra*. V: Short reviews on the genetics and breeding of introduced to Europe forest tree species. (Studia Forestalia Slovenica, 151). Ljubljana, Slovenian Forestry Institute, Silva Slovenica Publishing Centre: 36-39

Williams R.D. 1990. *Juglans nigra* L. black walnut. *Silvics of North America*, 2: 391-399

Zidar S., Malovrh J., Kus Veenvliet J., De Groot M. 2020. LIFE ARTEMIS-Osveščanje, usposabljanje in ukrepanje za invazivne tujerodne vrste v gozdu: poljudno poročilo rezultatov projekta: projekt LIFE ARTEMIS. Ljubljana, Silva Slovenica Gozdarski inštitut Slovenije: 19 str.

Žitnik D. 2010. Poškodbe mladih sadik navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum* L.) zaradi sončnega ožiga: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.

ZAHVALA

Zahvalujem se svojemu mentorju, doc. dr. Dušanu Roženbergerju za vso strokovno pomoč, usmeritve, koristne nasvete in dobro voljo pri izdelavi diplomske naloge. Prav tako se zahvalujem doc.dr. Kristjanu Jarniju za recenzijo diplomske naloge.

Najlepša hvala vsem sošolcem in prijateljem, še posebej Manci Godec, za pomoč pri terenskemu delu in Neži Borkovič za izvrstno lektoriranje diplomske naloge. Posebna zahvala gre mojemu fantu Denisu Petrišu, ki mi je vseskozi pomagal.

Največja zahvala gre moji družini, ki je bila moja največja podpora v času študija. Zahvalujem se za čustveno in finančno podporo in neizmerno spodbudno, predvsem pa za omogočen brezskrben študij.