

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

Izak FURLAN

**RAZVOJ MLADJA V BOROVIH NASADIH NA
KRASU**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2018

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

Izak FURLAN

RAZVOJ MLADJA V BOROVIH NASADIH NA KRASU

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**GROWTH OF SEEDLINGS IN PINE STANDS IN THE KARST
REGION**

B. Sc THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2018

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija Gozdarstva 1. stopnje na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 25. 5. 2017 sprejela temo diplomskega dela. Za mentorja je bil imenovan prof. dr. Jurij Diaci in za recenzenta doc. dr. Dušan Roženberger.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Izak Furlan

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	GDK 9%
KG	črni bor, hrast, Kras, razvoj mladja
AV	FURLAN, Izak
SA	DIACI, Jurij (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2018
IN	RAZVOJ MLADJA V BOROVIH NASADIH NA KRASU
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	48 str., 1 pregl., 16 sl., 0 pril., 25 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V diplomskem delu je bila analizirana gostota in struktura mladja v nasadih črnega bora na Krasu. Analiza je potekala na vzorčnih ploskvah v štirih sestojnih tipih (sklenjen, vrzelast, rob vrzeli in vrzel). V mladju je prevladoval mali jesen. Hrastovega mladja je bilo največ v sklenjenem sestojju. Hrast je do višine 130 cm je uspešno preraščal iz nižjih v višje višinske razrede. Rezultati kažejo tudi na veliko ogroženost hrastovega mladja zaradi objedanja rastlinojede divjadi. Delež poškodovanih osebkov z višinskimi razredi narašča. Na nižje gostote hrastovega mladja vpliva pokrivnost jesenske vilovine, vpliva robide nismo dokazali. Hrast za prerast v višje višinske razrede v sklenjenih sestojih potrebuje postopno dodajanje svetlobe, v bolj presvetljenih sestojih, pa je pomembna tudi zaščita pred divjadjo. Premena mora potekati postopoma, z oblikovanjem manjših vrzeli.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1
DC FDC 9%
CX Austrian pine, oak, Karst, growth of seedlings
AU Furlan, Izak
AA DIACI, Jurij (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and
Renewable Forest Resources
PY 2018
TI GROWTH OF SEEDLINGS IN PINE STANDS IN THE KARST REGION
DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
NO 48 p., 1 tab., 16 fig., 0 ann., 45 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In this thesis, the density and structure of the seedlings in the Austrian pine plantations of the Karst region were analyzed. The analysis was carried out on sample plots in four stand types (closed canopy stand, open stand, edge of canopy gap and canopy gap). Within seedlings, *Fraxinus ornus* was prevalent species. The density of oak seedlings was the highest within the closed canopy stand. Oak up to the height of 130 cm has successfully recruited from lower to higher regeneration classes. The results also point out that the oak seedlings are under a threat of damage from being browsed by herbivorous game. The proportion of the damaged oak individuals rises with the height classes increasing. The lower densities of oak are affected by the grass *Sesleria autumnalis* while the impact of the *Rubus* species was not confirmed. For growth in higher height classes in the closed canopy stands, oak requires a gradual addition of light. In more opened stands, protection against the game is also important. The conversion must be carried out gradually by creating smaller canopy gaps.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO	IV
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
1 UVOD	1
2 PREGLED LITERATURE	2
2.1 ZGODOVINA GOZDOV NA KRASU	2
2.2 PREMENA BOROVIH NASADOV V SLOVENIJI	4
2.2.1 Premena s pomočjo naravne obnove	4
2.2.2 Premena s pomočjo umetne obnove	6
2.3 PREMENA BOROVIH NASADOV V TUJINI	6
3 MATERIAL IN METODE	10
3.1 OBJEKT RAZISKAVE	10
3.1.1 Značilnosti in razmere na rastiščih	10
3.2 METODE DELO	10
3.2.1 Postavitev in lociranje ploskev na terenu	11
3.2.2 Popis in meritev	11
3.2.3 Zbiranje in obdelava podatkov	12

4 REZULTATI	13
4.1 STANJE NA PLOSKVAH OB ZADNJI MERITVI	13
4.1.1 Pokrivnost zeliščne in grmovne plasti	13
4.1.2 Višinska struktura mladja	15
4.1.3 Objedenost hrastov	21
4.2 PRIMERJAVA REZULTATOV S PREJŠNJI MI MERITVAMI	22
4.2.1 Primerjava višinske strukture	22
4.2.2 Primerjava višinske strukture hrasta	23
4.3 POVEZAVE MED EKOLOŠKIMI DEJAVNIKI IN POMLAJEVANJEM HRASTA	27
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	29
5.1 EKOLOŠKE RAZMERE NA PLOSKVICAH	29
5.2 GOSTOTE HRASTOVEGA MLADJA V RAZLIČNIH SESTOJNIH TIPIH	30
5.3 MOŽNI GOZDNOGOJITVENI UKREPI ZA POSPEŠEVANJE HRASTA	33
6 ZAKLJUČKI	35
7 POVZETEK	37
8 LITERATURA	39

KAZALO PREGLEDNI

Preglednica 1: Gostote mladja po drevesnih vrstah in višinskih razredih na hektar	16
---	----

KAZALO SLIK

Slika 1: podmladka, grmovnic in zelišč v grmovni in zeliščni plasti po sestojnih tipih	13
Slika 2: Pokrivnosti skupin vrst v zeliščni in grmovni plasti glede na temeljnico	14
Slika 3: osebkov najpogostejših listavcev po višinskih oz debelinskih razredih	15
Slika 4: Gostota mladja v sklenjenem sestoju po višinskih stopnjah	16
Slika 5: Gostota mladja po višinskih stopnjah na robu odprtine	17
Slika 6: Gostota mladja po višinskih stopnjah v vrzelastem sestoju	18
Slika 7: Gostota mladja po višinskih stopnjah v vrzeli	19
Slika 8: Gostota hrastovega mladja po velikostnih razredih temeljnice sestoja	20
Slika 9: Objedenosti hrastov, kjer 1 predstavlja osebke z nepoškodovanim terminalnim poganjkom in do 10 % poškodovanimi stranskimi, 2 so osebki s poškodovanim terminalnim poganjkom in/ali do 50 % poškodovanimi stranskimi poganjki, 3 pa so močno poškodovani osebki.	21
Slika 10: Prikaz višinske strukture mladja, kjer številka 1 za imenom vrste predstavlja število osebkov pri prvi meritvi, 2 pa število dobljeno pri naših meritvah (Prirejeno po: Šivic, 2012)	22
Slika 11: Prikaz višinske strukture hrasta iz prejšnjih in naših meritev v sklenjenem sestoj. Hrast 1 predstavlja rezultate prejšnje, hrast 2 pa naše meritve (Prirejeno po: Šivic, 2012).	23
Slika 12: Prikaz višinske strukture hrastovega mladja iz prejšnjih in naših meritev na robu vrzeli. Hrast 1 predstavlja rezultate prejšnjih, hrast 2 pa naših meritev (Prirejeno po: Šivic, 2012).	24
Slika 13: Prikaz višinske strukture hrastovega mladja iz prejšnjih in naših meritev v vrzelastem sestoju. Hrast 1 predstavlja rezultate prejšnjih, hrast 2 pa naših meritev (Prirejeno po: Šivic, 2012).	25

Slika 14: Prikaz višinske strukture hrastovega mladja iz prejšnjih in naših meritev v vrzeli. Hrast 1 predstavlja rezultate prejšnjih, hrast 2 pa naših meritev (Prirejeno po: Šivic, 2012).

26

Slika 15: Gostota hrastovega mladja v primerjavi z pokrivenostjo jesenske vilovine

27

Slika 16: Prikaz gostote hrastovega mladja v primerjavi s pokrivenostjo robid. Prikazan je tudi delež ploskvic, pri določeni pokrivenosti.

28

1 UVOD

Kras je bil še pred dobrimi dvesto leti, zaradi prekomernih posegov človeka v ta precej občutljiv ekosistem skalnata puščava (Panjek, 2006). Kras, prekrit s sestoji črnega bora (*Pinus nigra* J.F. Arnold), kot ga poznamo danes, pa je posledica pogozdovanja, ki je bilo vse prej kot enostavno (Perko, 2016). Črni bor je svojo funkcijo melioratorja opravil, sedaj pa so ti sestoji postali nestabilni in prišel je čas, ko je potrebna premena sestojev v naravnejše.

Tako je sedaj slovensko gozdarstvo pred zahtevnim izzivom prestrukturiranja teh nasadov v naravnejše in bolj stabilne sestoje avtohtonih listavcev. Vrste, ki so bile tu naravno najpogostejše so hrasti (*Quercus sp.*), črni gaber (*Ostrya carpinifolia* Scop.) in mali jesen (*Fraxinus ornus* L.) (Brus, 1998). Za boljše izkoriščanje teh gozdov pa je potrebno, da je delež hrastov v teh sestojih čim večji. Dobrodošli so tudi plemeniti listavci.

V raziskavi smo analizirali gostote, strukturo in razvoj mladja s poudarkom na hrastu v sestojih črnega bora na Krasu. Osnovni namen raziskave je bil proučiti razmere, ki so za pomlajevanje hrasta najugodnejše.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 ZGODOVINA GOZDOV NA KRASU

Slovenski Kras, z drugimi besedami tudi nizki Kras, se razprostira na 254.000 ha, kar predstavlja 10 % ozemlja Slovenije. Tu prevladuje predvsem karbonatna matična podlaga (apnenci in dolomiti), ki v kombinaciji s precej ostrim podnebjem (malo padavin v času vegetacijske dobe in močna burja) tvori precej neugodne vegetacijske pogoje (Žgajnar, 1972). O tem, kaj so tu naravni oziroma klimatski gozdovi, je težko govoriti, saj človek na to krajino vpliva od časov, ko se je iz lovca in nabiralca prelevil v poljedelca in živinorejca. To je bilo v petem tisočletju pred našim štetjem (Štih, 2010, cit. po Perko 2016). Gozd je naravno poraščal 90 % območja (Kranjc, 2012). Drevesne vrste, ki so se v prvobitni krajini uveljavile so bile v večini predstavniki rodov hrast, bukev (*Fagus*) in gaber (*Carpinus*). Njihov delež se je skozi čas spreminjal (Culiberg, 2008, cit. po Perko 2016). Brus navaja, da so glavne avtohtone vrste Krasa hrasti, in sicer puhasti hrast (*Quercus pubescens* Willd.), graden (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in cer (*Quercus ceris* L.) ter črni gaber in mali jesen (Brus, 1998).

V času Valvasorja, se pravi v 17. stoletju, je bil slovenski Kras zaradi prekomerne sečnje in živinoreje kamnita puščava. Ta pojav deforestacije in dezertifikacije do leta 1000 ni bil tako izrazit, kljub znatnim pritiskom človeka na gozd. Najintenzivnejše se je odvijal po 14. stoletju. Sprva je človek krčil gozdove za namen poljedelstva. Prekomerne krčitve so privedle do poslabšanja ekoloških razmer za poljedelstvo. V borbi za obstoj je tako začel prekomerno izkoriščati še preostali gozd. Na nekaterih območjih so zaradi pomanjkanja lesa po poseku izkopal še panje s koreninskim sistemom, večino mladja pa je bilo uničenega s pašo. To je popolnoma onemogočilo obnovo grmovne in drevesne vegetacije (Perko, 2016).

Valvasor je svoji znameniti *Slavi Vojvodine Kranjske* Kras opisal kot siv gričevnat svet, katerega tla so izjemno kamnita, rastlinstva pa je izjemno malo. Poudaril je tudi surovost podnebja in neverjetno moč burje, ki je povzročala tudi smrtne žrtve (Valvasor, 2009-2013, cit. po Perko, 2016). Zaradi negativnih vplivov, ki jih je prinesla deforestacija Krasa, so se že v 11. stoletju začeli pojavljati prvi ukrepi za zaščito gozda, ki pa so bili bolj ali manj neuspešni (Žgajnar, 1972).

Stanje se je slabšalo do prve polovice 19. stoletja, ko je gozdna vegetacija na Krasu dosegla najnižjo točko. Iz tistega obdobja so številni zapisi potnikov, ki so se peljali po južni železnici v Trst, iz katerih je razvidna zgroženost nad kamnito pokrajino. V tem obdobju je bil Kras nerodoviten, mestoma se je pojavljalo krivenčasto drevje, gozdovi so pa bili velika redkost (Panjek, 2006).

Opisano, nič kaj ugodno stanje, je v drugi polovici 19. stoletju privedlo do resnejših poskusov pogozdovanja Krasa s strani občinskih in državnih oblasti. Pogozdovanje je bilo vse prej kot enostavno. Velik problem je predstavljala že izbira drevesne vrste, ki bi bila sposobna preživeti v teh razmerah. Botanik Biasoletto in gozdar Koller sta bila najbrž prva, ki sta spoznala potencial črnega bora ter začela s poskusnimi nasadi. Kasneje je bil prav Jožef Kollered en izmed glavnih strokovnjakov pri pogozdovanju Krasa. Pogozdovanje je postalo uspešno šele po uvedbi zakonov o pogozdovanju (Perko, 2016).

Po napornem pogozdovanju kamnitega terena, kjer so morali na veliko mestih poleg sadik vnašati tudi zemljo, prav tako pa celo gnoj – Koller je priporočal človeškega (Perko, 2016) – je Kras v sredini 20. stoletja postal ozelenjen, precej gozdnata krajina (Žgajnar, 1972).

2.2 PREMENA BOROVIH NASADOV V SLOVENIJI

Kot posledica človekovega delovanja na Krasu skozi zgodovino, danes v kraških gozdovih prevladuje črni bor, ki je bil sajen v času pogozdovanja. Ti gozdovi so precej nestabilni in požarno ogroženi (GG načrt Kraško GG, 2008). Kot navajata Dušan in Maja Jurc (2014), je zdravstveno stanje sestojev črnega bora precej neugodno. Ogrožajo ga tako biotski kot abiotski dejavniki. Bor je odlično opravil funkcijo melioratorja degradiranih rastišč, sedaj pa je nastopil čas, ko bo potrebna premena teh alohtonih borovih sestojev, ki jih je v Sloveniji 16.500 ha, v sestoje avtohtonih listavcev (Jurc D. in Jurc M., 2014).

2.2.1 Premena s pomočjo naravne obnove

Reševanja problematike premene alohtonih sestojev črnega bora na slovenskem Krasu s pomočjo naravne obnove so se lotili številni avtorji. Mlinšek je leta 1993 v Gozdarskemu vestniku zapisal, da se je potrebno posvetiti prihodnosti sestojev črnega bora, vrste, ki je dobro pospešila sukcesijo, vendar je bila le začasna rešitev. Za prihodnja desetletja – čas v katerem smo sedaj – je izpostavil potrebo po prestrukturiranju gozdov. Velik pomen v gozdovih pa bodo odigrali hrasti (Mlinšek, 1993). V istem letu je tudi Čehovin (1993) pisal o ogroženosti in majhni stabilnosti borovih sestojev, ter za prihodnost poudaril potrebo po premeni teh sestojev s pospeševanjem hrasta, katerega mladje je žal precej ogroženo zaradi divjadi.

V projektni raziskavi, ki je potekala leta 1998, so na objektu pri Kobjeglavi proučili pojavljanje listavcev pod starejšim sestojem bora. Opisani so bili številni listavci, predvsem mali jesen, puhasti hrast in črni gaber. Na gostoto njihovega pojavljanja je vplival predvsem nagib, s povečevanjem katerega upada, ter rodovitnost in globina organskega horizonta, s katerimi je v pozitivni korelaciji. Na gostoto hrastovega mladja pa najbolj, ampak ne močno, vpliva globina organskega horizonta (Ferlin in sod., 1998).

Diaci in sod. (2013) so v raziskavi, ki je potekala na 44 ploskvah razporejenih v štirih sestojih oblikah (sklenjen sestoj, vrzelast sestoj, rob odprtine in sestojna odprtina), proučevali dejavnike, ki vplivajo na nasenitev hrastov ter na gostote mladja. Rezultati raziskave nakazujejo velike gostote hrastovega mladja, prav tako pa tudi plemenitih

listavcev, vendar te nazadujejo z višinskimi razredi. Glavni dejavniki, ki zmanjšujejo preraščanje hrastov po višinskih razredih, so konkurenti (mali jesen, črni gaber in jesenska vilovina) ter objedanje po rastlinojedi divjadi. Vse drevesne vrste se najbolj nasemenjujejo pod zastorom sestoja. V primerjavi s konkurenti, hrastom ustreza nekoliko več svetlobe. Avtorji zaključujejo, da mora premena potekati postopno, v več korakih. Najprej je potrebna nasemenitev hrasta, ki poteka najboljše pod zastorom, tej sledi redčenje, s katerim oblikujemo manjše vrzeli z namenom, da bi zagotovili čim daljši gozdni rob, kjer je hrast najbolj uspešen v primerjavi s konkurenti. Ko mladje preseže višino 20 cm sledi oblikovanje večjih vrzeli.

Do podobnih rezultatov je v svoji nalogi prišel tudi Šivic (2014), ki navaja mali jesen kot velikega konkurenta hrastovemu mladju. Hrastom najbolj ustrezajo vrzelasti sestoji. Uveljavlja se tudi na robu vrzeli, sestojne odprtine in sklenjeni sestoji pa mu ne odgovarjajo.

Piščanc ugotavlja dokaj velike gostote hrastovega mladja v nasadih črnega bora. Ogroža ga divjad z objedanjem. Najmanj hrastovega mladja je v vrzeli. Kot ukrep za premeno borovih monokultur v naravnejše, pretežno listnate sestojne predlaga individualno zaščito hrasta pred divjadjo. Poudarja tudi, da je pri sečnji in spravilu potrebno posvetiti pozornost hrastovemu mladju, da ga ne poškodujemo (Piščanc, 2014).

V raziskavi, ki je potekala na posekah pod daljnovodi, so ugotavljali gostote hrastovega mladja. Rezultati kažejo na boljše pomlajevanje hrasta na robu posek, v sredini posek pa jih je bilo najslabši. Raziskava potrjuje postopni način gospodarjenja, ki pri nas velja za bolj primerne od golosečnega, ki je pri nas celo prepovedan. Postopno presvetljevanje sestojev v premeni pomlajevanju hrasta bolj odgovarja (Buser, 2013).

2.2.2 Premena s pomočjo umetne obnove

Premena s pomočjo umetne obnove je na Krasu smiselna tam, kjer se ne pojavljajo semenska drevesa vrst, ki si jih v sestojih želimo, oziroma kjer je naravno pomlajevanje zaradi različnih dejavnikov onemogočeno (Brus, 2013). Lumbar (2014) ugotavlja, da imajo največjo preživitveno sposobnost eno leto po saditvi divja češnja (*Prunus avium* L.), navadni oreh (*Juglans regia* L.) in navadni koprivovec (*Celtis australis* L.). Tudi graden je precej uspešen. Preživetje je precej slabše na skrajnostnih rastiščih.

2.3 PREMENA BOROVIH NASADOV V TUJINI

Nasadi črnega bora, s katerimi se je v preteklosti pogozdilo ogolela rastišča, pa se ne pojavljajo le na slovenskem Krasu. Njim najbližji so nasadi v Italiji. Ti so, tako kot tisti pri nas, dozretnejši za biotske in abiotske motnje. Bor je tudi tam opravil funkcijo melioratorja tal, sedaj pa je tudi italijanska gozdarska stroka pred izzivom, kako te nasade preusmeriti v stabilnejše sestoje avtohtonih listavcev (Lingua in sod., 2013). Njihove študije priporočajo premeno s pomočjo oblikovanja vrzeli, ki je z ekonomskega, kot tudi z gozdno gojitvenega vidika, primernejša. Premena naj bi se začela, ko je nasad star približno 70 let, in potekala v treh fazah. V prvi fazi oblikujemo vrzeli velikosti 0,05-0,06 ha, ki jih oblikujemo na tretjini površine gozda. Čez pet do sedem let, odvisno od gostote mladja, sledi drugi poseg, v okviru katerega oblikujemo nove vrzeli na dodatni tretjini površine. Tu je potrebno paziti, da se na novo oblikovane vrzeli ne stikajo s prej oblikovanimi. Zadnjo sečnjo izvedemo čez ponovnih pet do sedem let. Pri njej odstranimo preostalo tretjino prejšnjega sestoja. Celotna premena torej traja od 15 do 21 let in nasad pripelje do mladega in raznovrstnega sestoja, ki je tudi stabilnejši. Pri takšnem načinu gospodarjenja je potrebna predhodna priprava načrta premene, predvsem razporeditve vrzeli po sestoju, da se izognemo poškodbam mladja. Premeno lahko precej otežuje divjad z objedanjem mladja in drgnjenjem debelc. Kot najboljšo rešitev pa avtorji navajajo odstrel oziroma ograjevanje površin v premeni (Mercurio in Spinelli, 2012).

Anić (2003) je raziskoval nasade črnega bora hrvaške Istre, ki so bili osnovani z istim namenom in v istem obdobju kot tisti pri nas in ugotavlja, da imajo ti sestoji pri starosti 100 let značilnosti prehodnega stadija. Sestoji so značilno dvoplastni, v njih se pojavlja pomladek avtohtonih vrst, črni bor pa se ne pomlajuje. Največja količina hrastovega mladja se pojavlja v prereditvenih sestojih (Anić, 2003). Sestoj črnega bora, pod katerimi so se tla izboljšala, je potrebno preko premene preusmeriti v sestoj avtohtonih listavcev. Anić (2013) predlaga premeno v dveh stopnjah. Premena naj poteka pod zastorom matičnega sestoja, z oploditvenimi sečnjami na majhnih površinah v obliki krogov (Anić, 2003).

Pomlajevanje v starejših monokulturah črnega bora so prav tako preučevali v Bolgariji. Tamkajšnji raziskovalci ugotavljajo, da imajo pri disperziji semena oziroma želoda veliko vlogo ptice, poleg tega pa tudi veter. Pod matičnim enovrstnim nasadom se pojavljajo avtohtoni listavci, predvsem hrasti, delež bora je skoraj zanemarljiv. Pri manjši gostoti sestoja, torej pri močnejšem redčenju, se pojavlja večja količina hrastovega mladja, ravno tako pa je večja tudi vrstna pestrost. Z intenzivnostjo redčenja torej lahko reguliramo sestavo mladja. Vrstna sestava mladja je prav tako odvisna od prisotnosti semenskih dreves in oddaljenosti le-teh. Pospesevati je potrebno kvalitetne semenjake (Zlatanov in sod., 2010).

V mediteranski Španiji so v preteklosti prav tako sadili črni bor v nasadih. V njih se v polnilni plasti posamično pojavlja predvsem črnika (*Quercus ilex* L.), ki je prisotna tudi v zeliščni plasti. Garcia-Barreda in Reyna (2013) sta v raziskavi proučevala možnosti premene teh nasadov v naravne sestoj s črniko kot dominantno vrsto. Študija je potekala na ploskvah v dveh sestojnih oblikah. Prva oblika so sestojne odprtine (0,17-0,43 ha), ki so bile osnovane na začetku snemanj, druga pa neredčeni sestoj. Višina mladja hrasta v vrzelih linearno narašča s časom, v sklenjenem sestoju pa naraščanje ni opaženo. Raziskava kaže na preživitveno sposobnost semenk črniko v sklenjenem sestoju ter njihovo reakcijsko sposobnost ob ustrežnejših svetlobnih razmerah. Avtorja še dodajata, da bi s predhodnim redčenjem v nasadih lahko povečali nasemenitev hrastov (Garcia-Barreda in Reyna, 2013).

Nasadi črnega bora se pojavljajo tudi na Madžarskem. Predvsem zaradi požarne ogroženosti so tudi ti nasadi potrebni premene v naravnejše raznomerne sestoje avtohtonih listavcev, kjer bi hrasti igrali glavno vlogo. Do teh naravnih sestojev pridemo s pospeševanjem naravne sukcesije ali pa z izbiralnim redčenjem v nasadih. Velik problem pri premeni predstavljajo tujerodne invazivne vrste (Cseresnyés, 2013).

Tudi v Veliki Britaniji, kjer se način gospodarjenja precej razlikuje od našega, se lotevajo problematike premene nasadov iglavcev v naravnejše sestoje. Gospodarjenje z gozdovi je tam golosečno in premen se lotevajo na isti način. Za vračanje avtohtonih vrst na izsekane površine pa je pomembna predvsem bližina in prisotnost semenskih dreves (Spracklen in sod., 2013).

Vredno je omeniti še objavo, ki preučuje sestoje rdečega bora (*Pinus sylvestris* L.) v Belgiji. Ti sestoji so bili umetno osnovani, pod njimi pa se pomlajujejo predvsem dve tujerodni vrsti iz Severne Amerike, in sicer rdeči hrast (*Quercus rubra* L.) in pozna čremsa (*Prunus serotina* Ehrh.). Preko rdečega hrasta bi lahko gozd prepeljali do raznovrstnega in raznomernega. Po drugi strani pozna čremsa zaradi svojih invazivnih lastnosti predstavlja grožnjo (Maddelein in sod., 1990).

2.4 CILJI RAZISKAVE IN POSTAVITEV HIPOTEZ

Cilji raziskave so bili:

- proučiti ekološke razmere in analizirati vrstno in višinsko sestavo mladja v nasadih črnega bora na Krasu;
- primerjati gostote mladja dobljene pri naših in prejšnjih meritvah;
- predlagati usmeritve za obnovo nasadov črnega bora v naravnejše, pretežno listnate sestoje.

Postavili smo naslednje hipoteze:

- mlajše hrastovo mladje je pogostejše v sklenjenih sestojih, za preraščanje v višje razrede pa potrebuje več svetlobe;
- mladje se stara, zato se njegova gostota manjša, povečuje pa se njegova višina v vseh sestojnih tipih, razen v sklenjenem sestoju;
- gosta razrast jesenske vilovine in vrst robide otežuje pomlajevanje hrasta.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 OBJEKT RAZISKAVE

Meritve smo opravljali na vzročnih ploskvah na treh lokacijah. Prva lokacija se nahaja v bližini Divače, druga v bližini Velikega Dola, tretja pa v bližini Kosovelj. Vse ploskve so se nahajale v nasadih črnega bora.

3.1.1 Značilnosti in razmere na rastiščih

Lokacije, na katerih smo meritve opravljali, spadajo v kraško območje, za katero veljajo določene specifične značilnosti. Matična podlaga večine kraškega območja so apnenci in dolomiti, zato se tu površinske vode praviloma ne pojavljajo. Pojavljata se predvsem tip tal kraška jerovica (terrarossa). Poleg tega tipa se na Krasu pojavljajo še rendzina, rjava pokarbonatna tla in rdeče rjava tla. Podnebje je submediteransko s povprečno temperaturo 11°C. Padavin je na krasu največ jeseni in spomladi. Poleti je padavin malo, kar v kombinaciji z visokimi temperaturami pomeni poletne suše. Za to območje je značilna tudi burja, ki je najintenzivnejša pozimi. Burja sušo oziroma izsuševanje tal še pospeši. Poleg tega burja z močnimi sunki odnaša prst in povzroča ukrivljeno rast drevja (Gozdnogospodarski načrt kraškega gozdnogospodarskega območja, 2011).

3.2 METODE DELA

Leta 2017 in 2018 smo opravljali meritve na 24 vzorčnih ploskvah, razvrščenih na treh lokacijah na Krasu. Iste ploskve so že leta 2012 bile predmet analize, torej smo se na njih vračali (Piščanc, 2014; Šivic 2014). Merili smo na ploskvah, ki so bile postavljene v štirih sestojnih tipih. V sklenjenem sestoju smo ponovno izmerili šest ploskev, na robu sestojne odprtine štiri, v vrzelastem sestoju devet in v sestojni večji odprtini štiri.

Osnovne ploskve so bile velikosti 25 m x 25 m. V vsaki osnovni ploskvi smo postavili še šest zeliščnih ploskvic velikosti 1,5 m x 1,5 m ter en sredinski transekt velikosti 25 m x 1,5 m.

3.2.1 Postavitev in lociranje ploskev na terenu

Ploskve smo na terenu iskali z GPS-om, v katerega smo vnesli koordinate, ki so bile določene pri prvi meritvi na terenu leta 2014. Središča ploskev pri prvi meritvi žal niso bila zakoličena z železnim količkom, kar bi nam omogočilo lažjo in natančnejšo identifikacijo ploskev na terenu, zato smo se bili primorani zanašati na natančnost GPS-a, ki ima napako približno 5 m. Pri iskanju ploskev smo si pomagali tudi z ostanki traku, s katerim so bile ploskve označene ob prvi meritvi, žal pa je ta na izpostavljenih legah popolnoma preperel. Središče vsake ploskve smo zakoličili z železnim količkom ter s pomočjo kompasa in Vertex-a postavili in označili oglišča ploskev. V osnovni ploskvi smo postavili še šest zeliščnih ploskvic. Te so bile razmeščene v liniji sever-jug po sredini osnovne ploskve. Ploskvice 1, 2 in 3 so bile severno od središča, ploskvice 4, 5 in 6 pa južno, med seboj pa so bile oddaljene dva metra. Prav tako je v smeri sever-jug, preko središča, čez ploskev potekal 1,5 m širok sredinski transekt.

3.2.2 Popis in meritev

Na osnovnih ploskvah (velikosti 25 m x 25 m) smo izvedli polno premerbo dreves nad merskim pragom 10 cm. Na zeliščnih ploskvicah (velikosti 1,5 m x 1,5 m) smo izvajali natančnejše meritve in popise. Metoda popisa je sledila metodi prvega popisa (Piščanc, 2014; Šivic, 2014), le zeliščne in grmovne vegetacije nismo popisovali po posameznih vrstah. Prav tako nismo ponovili snemanj na hrastovih ploskvicah.

Popisovali smo pokrivnost zeliščne plasti po skupinah vrst. Ocenjevali smo skupen odstotek pokrivnosti zeliščne in grmovne plasti (sem spadajo vsi osebki rastlin nižji od treh metrov). Drevesne vrste smo popisovali po vrstah. Pri grmovnicah smo zajeli dve kategoriji. V prvi so bile le vrste robid, v drugi pa vse grmovnice skupaj, vključno z robidami. Med zelišči smo posebej popisovali le jesensko vilovino, ostale smo vključno z njo združili v skupino zelišča.

Na ploskvicah smo popisali tudi vse osebke mladja drevesnih vrst. Te smo razdelili v štiri razrede: klice, osebke manjše od 20 cm, osebke višine od 20 do 130 cm in osebke višine med 130 in 300 cm. Na teh ploskvah smo merili oziroma določali tudi druge dejavnike, ki so se nam zdeli pomembni, in sicer naklon in ekspozicijo, skalovitost in kamnitost, globino tal, pokritost ploskve z odmrlo drevesno maso, reliefne razmere, temeljnico po kotno-števni metodi ter svetlobne razmere.

Pri skalovitosti smo popisovali delež ploskve, ki so ga zavzemali kamni in skale, katerih se ni dalo premakniti, pri kamnitosti pa tistega, ki so ga zavzemali kamni, ki smo jih lahko premaknili. Globino tal smo določali po diagonali čez zeliščno ploskvico, pri čemer smo izvedli tri meritve.

Na sredinskem transektu (velikosti 1,5 m x 25 m) smo popisovali drevesne in grmovne vrste, ki smo jih pri meritvah na osnovnih ploskvah in zeliščnih ploskvicah izpustili. To so osebki, ki so višji od 300 m in v prsnem premeru ne presegajo 10 cm.

3.2.3 Zbiranje in obdelava podatkov

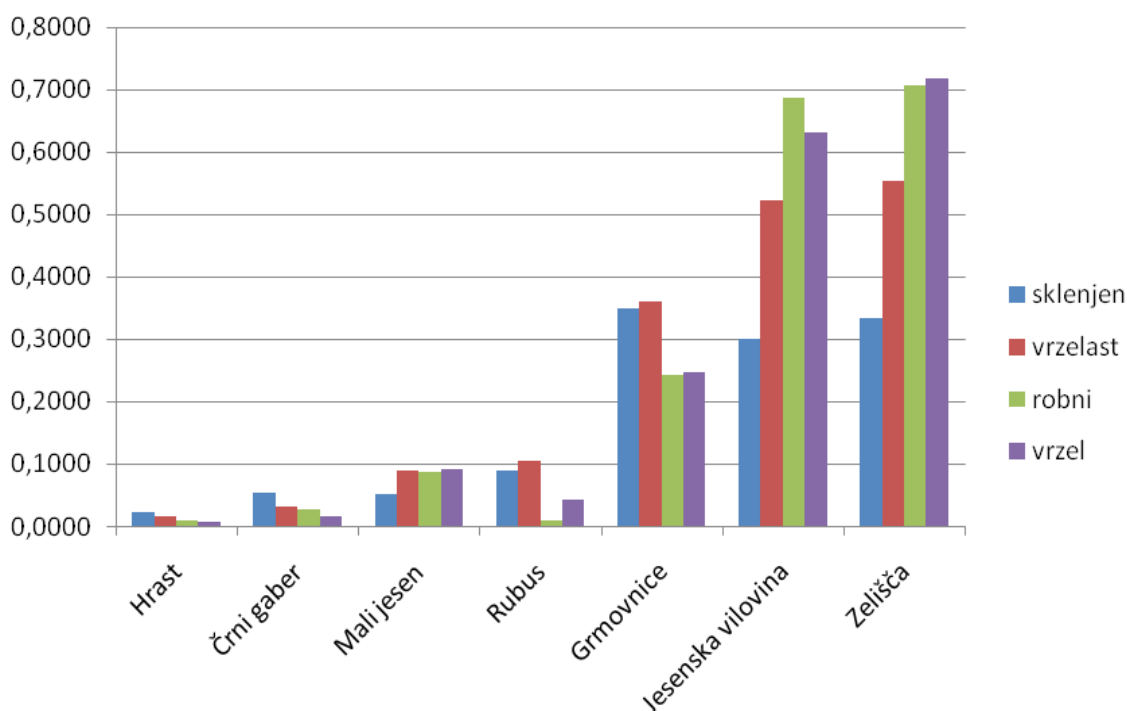
Podatke, ki smo jih pridobili na terenu, smo zbirali v računalniški program MS Excel in jih nato s pomočjo istega programa obdelali. Za obdelavo smo se največ posluževali vrtilnih tabel. Iz dobljenih rezultatov smo na koncu oblikovali slike in tabele, ki pripomorejo k boljši predstavi in preglednosti.

4 REZULTATI

4.1 STANJE NA PLOSKVAH OB ZADNJI MERITVI

4.1.1 Pokrивnost zeliščne in grmovne plasti

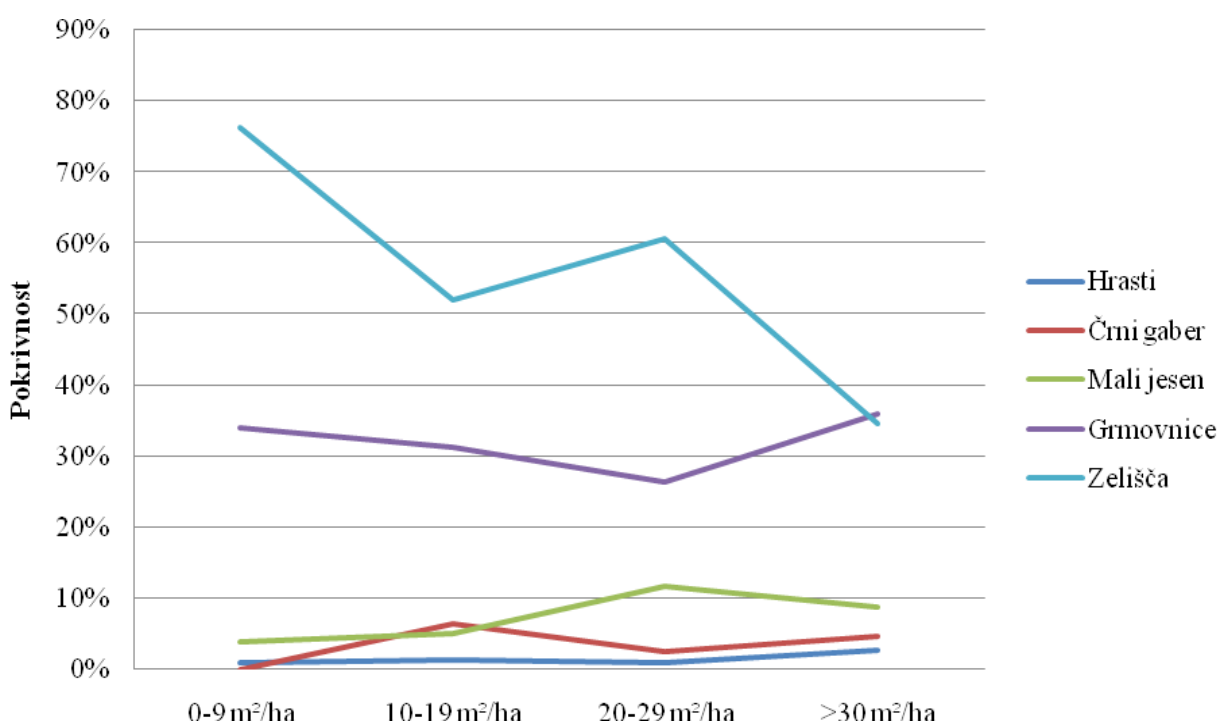
Na zeliščnih ploskvicah so po deležu zastiranja prevladovali zelišča in grmovnice. Med zelišči je bilo največ jesenske vilovine (*Sesleria autumnalis* (Scop.) F.W. Schultz), ki je predstavljala več kot 90 % zastiranja med zelišči. Pri grmovnicah pa so prevladovali robide, ki so predstavljale dobrih 20 % zastiranja grmovnic. Med grmovnicami sta prevladovala še črni trn (*Prunus spinosa* L.) in navadni srobot (*Clematis vitalba* L.), deleža katerih pa nismo posebej merili. Zelišča so zastirala največji delež na robu odprtih in v odprtinah. V vrzelastem sestoju je bilo zelišč manj, v sklenjenem pa najmanj. Grmovnic in prav tako robid je bilo po zastiranju največ v vrzelastem in najmanj v robnem sestoju (Slika 1).



Slika 1: podmladka, grmovnic in zelišč v grmovni in zeliščni plasti po sestojnih tipih

Od drevesnih vrst je prevladoval mali jesen, ki ga je bilo največ v vrzeli (9,2 %). Nekoliko manj ga je bilo v vrzelastem sestoju (8,9 %) ter na robu vrzeli (8,7 %), najmanj pa v sklenjenem sestoju (5,2 %). Poleg malega jesena sta se pogosto pojavljala še črni gaber, ki ga je bilo v sklenjenem sestoju več kot malega jesena, ter hrast, katerega delež je bil precej manjši. Obe drevesni vrsti sta bili najpogostejši v sklenjenem sestoju (č. gaber 5,3 % in hrast 2,3 %), redkeje sta se pojavljali v vrzelastem sestoju (č. gaber 3,0 % in hrast 1,5 %), najmanj pa ju je bilo na robu vrzeli (č. gaber 2,7 % in hrast 0,9 %) in v vrzeli (č. gaber 1,5 % in hrast 0,7 %) (Slika 1).

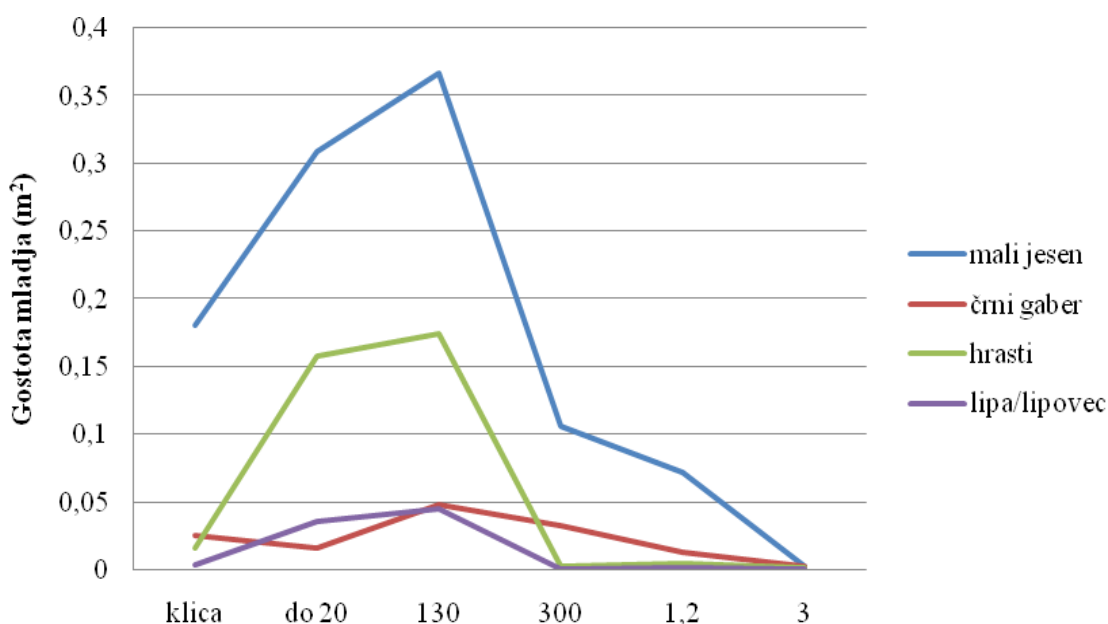
Na vsaki ploskvici smo po kotno-števni metodi določali tudi temeljnico. Tako smo lahko analizirali tudi pogostost določenih vrst pri različnih temeljnicah. Zelišča so bila najpogostejša pri nizkih temeljnicah (0 – 9 m²/ha), najmanj pa jih je bilo pri temeljnicah nad 30 m²/ha. Vseh drevesnih vrst je bilo pri temeljnici manjši od 10 m²/ha najmanj. Hrastovo mladje je bilo najbujnejše pri temeljnicah nad 30 m²/ha (Slika 2).



Slika 2: Pokrivenosti skupin vrst v zeliščni in grmovni plasti glede na temeljnico

4.1.2 Višinska struktura mladja

Na zeliščnih ploskvicah smo po višinskih razredih popisali vse osebkke drevesnih vrst, ki so se pojavljali v zeliščni in grmovni plasti. Upoštevali smo štiri razrede: klice, osebkke nižje od 20 cm, osebkke višine med 21 in 130 cm ter osebkke višine med 131 in 300 cm. Tem razredom smo dodali še razred osebkov višjih od 300 cm s prsnim premerom manjšim od 10 cm, merjenim na sredinskem transektu, ter razred osebkov s prsnim premerom tretje debelinske stopnje (10 cm – 15 cm), merjenim na osnovni ploskvi. V vseh razredih je bil najpogostejši mali jesen (Slika 3).



Slika 3: osebkov najpogostejših listavcev po višinskih oz debelinskih razredih

Mladje vseh najpogostejših drevesnih vrst je najgostejše v višinskem razredu med 21 in 130 cm. Najpogostejša drevesna vrsta v mladju je mali jesen, ki ga je največ v vseh višinskih razredih. Osebkov hrasta je precej več kot osebkov črnega gabra, kar je v nasprotju s pokrivenostjo, kjer je črni gaber zavzemal večji delež. To lahko pojasnimo s porazdelitvijo hrastov po višinskih razredih, saj jih v najvišjem (med 131 in 300 cm) najdemo precej manj kot je v njem osebkov črnega gabra. Večji osebkki pa pokrivajo večji odstotek ploskve (Preglednica 1).

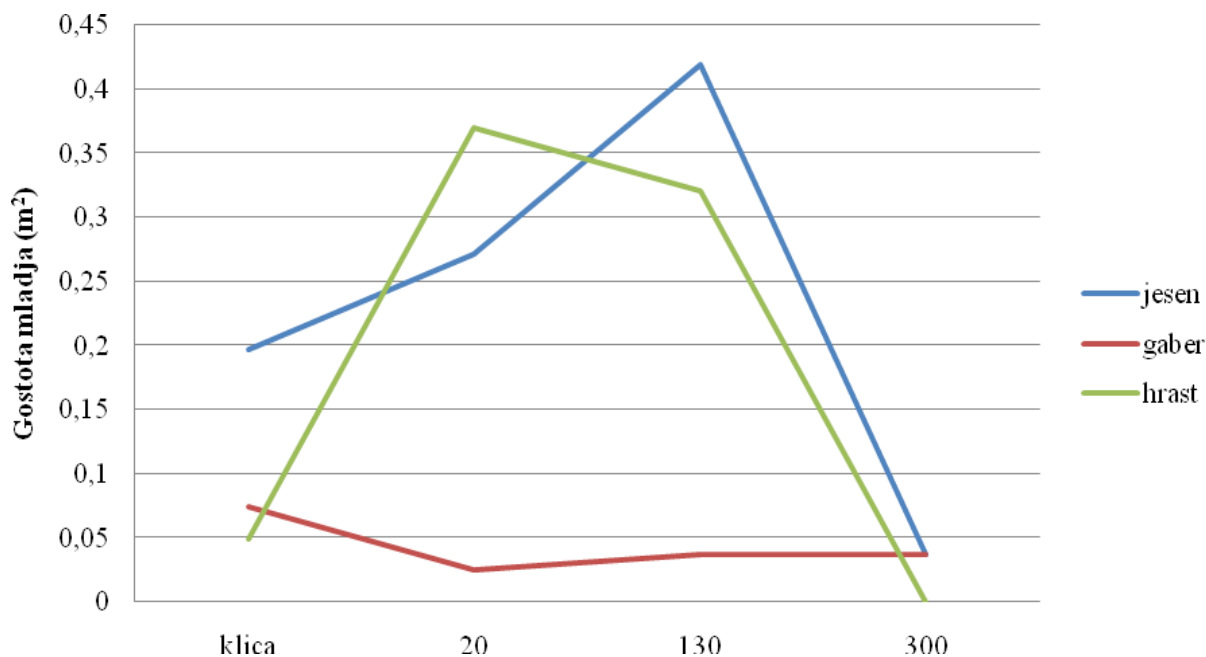
Preglednica1: Gostote mladja po drevesnih vrstah in višinskih razredih na hektar

	Mali jesen	Črni gaber	Hrasti	Lipa/lipovec
klice	801,6	114,5	71,6	14,3
<20	1374,1	71,6	701,4	157,5
21 - 130	1631,8	214,7	772,9	200,4
131- 300	472,4	143,1	14,3	0,0
skupaj	4279,8	543,9	1560,2	372,2

4.1.2.1 Višinska struktura mladja v sklenjenem sestoju

V sklenjenem sestoju je bilo hrasta več kot v katerikoli drugi sestojni obliki. Največ ga je bilo v višinskem razredu od 20 cm. V razredu od 131 do 300 cm se hrast ni pojavljal.

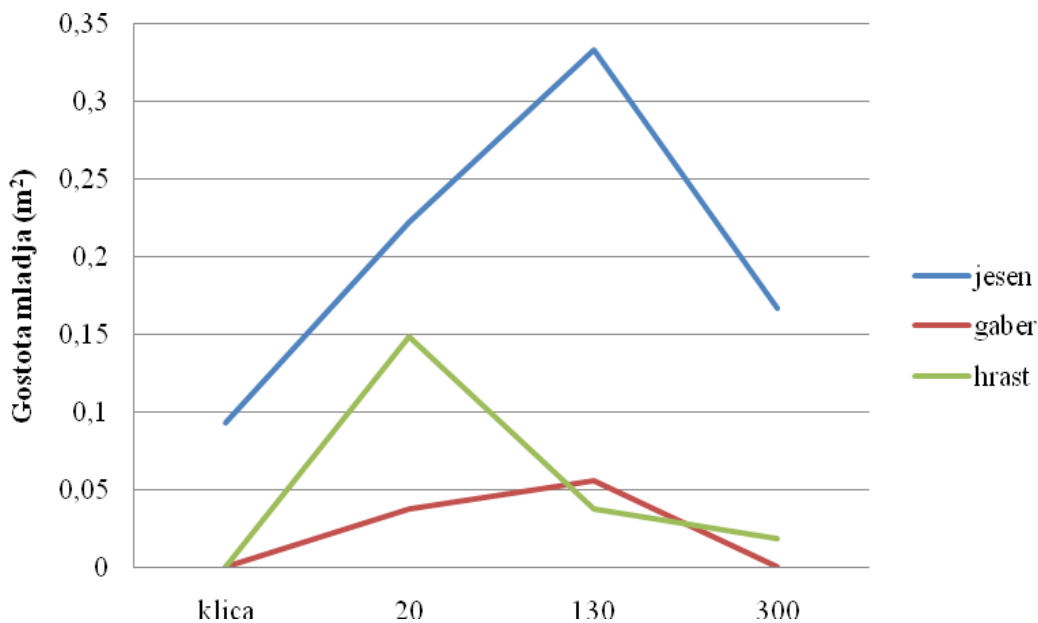
Najpogostejša vrsta v sklenjenem sestoju je bila mali jesen (Slika 4).



Slika 4: Gostota mladja v sklenjenem sestoju po višinskih stopnjah

4.1.2.2 Višinska struktura mladja na robu sestojne odprtine

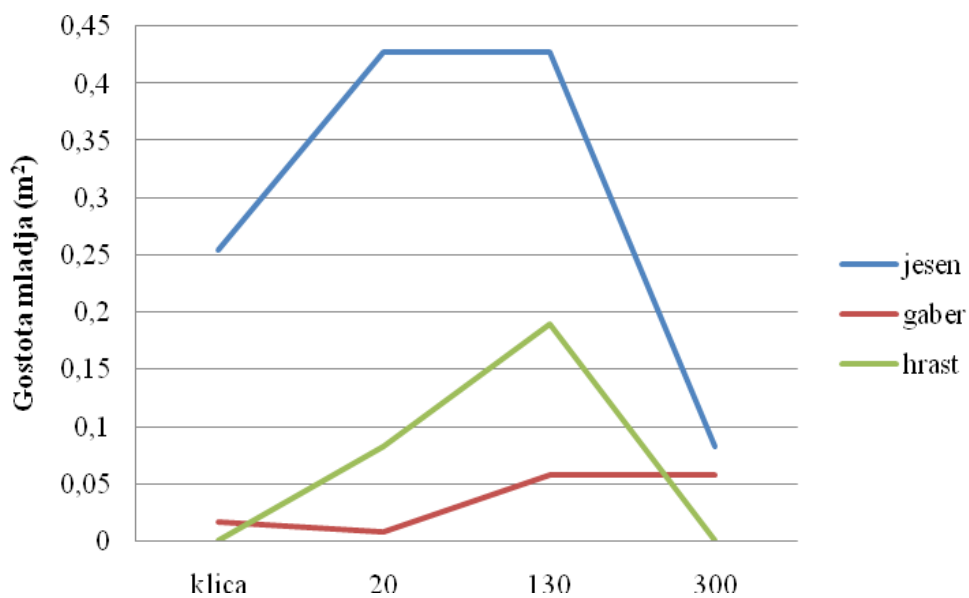
Na robu odprtine je bila najpogostejša vrsta mali jesen. Hrast se pojavljal v vseh višinskih razredih, le hrastovih klic ni bilo. Največ ga je bilo v višinskem razredu do 20 cm in z višino je njegova gostota padala (Slika 5).



Slika 5: Gostota mladja po višinskih stopnjah na robu odprtine

4.1.2.3 Višinska struktura mladja v vrzelastem sestoju

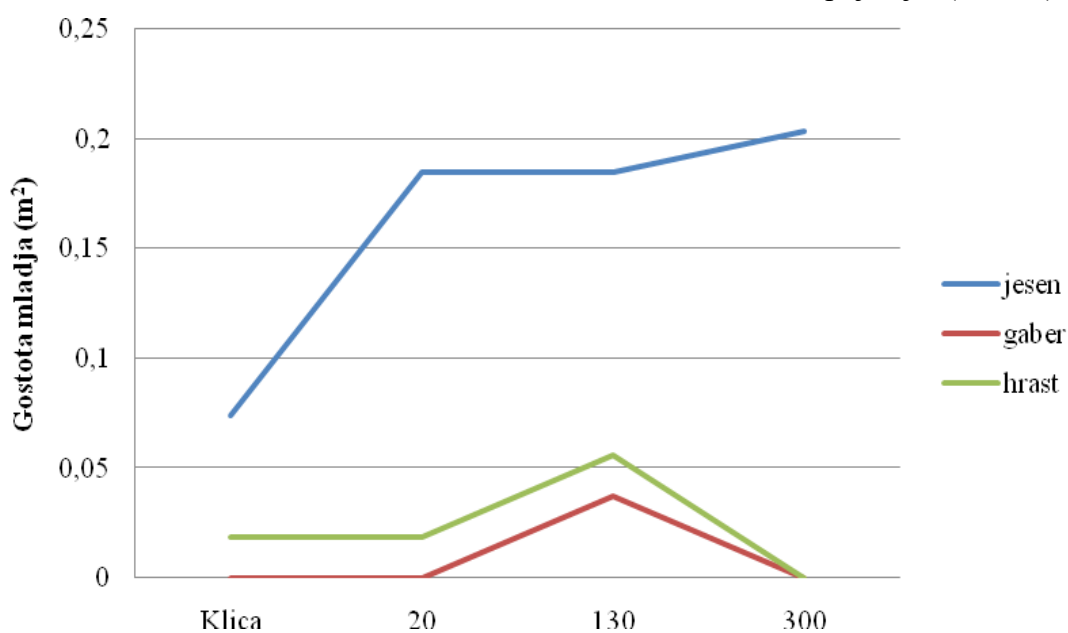
Kot v drugih sestojnih tipih, je bil tudi v vrzelastem sestoju najpogostejši mali jesen. Hrasta je bilo največ v razredu med 21 in 130 cm. Nad tem razredom se ni pojavljal, prav tako v vrzelastem sestoju nismo našli hrastovih klic (Slika 6).



Slika 6: Gostota mladja po višinskih stopnjah v vrzelastem sestoju

4.1.2.4 Višinska struktura mladja v vrzeli

V vrzelih smo zabeležili najmanjše gostote hrastovega mladja v primerjavi z vsemi štirimi sestojnimi oblikami. Enako velja tudi za gostote malega jesena in gabra. Največ hrasta je bilo v razredu med 21 in 130 cm. Nad tem razredom se hrast ni pojavljal (Slika 7).

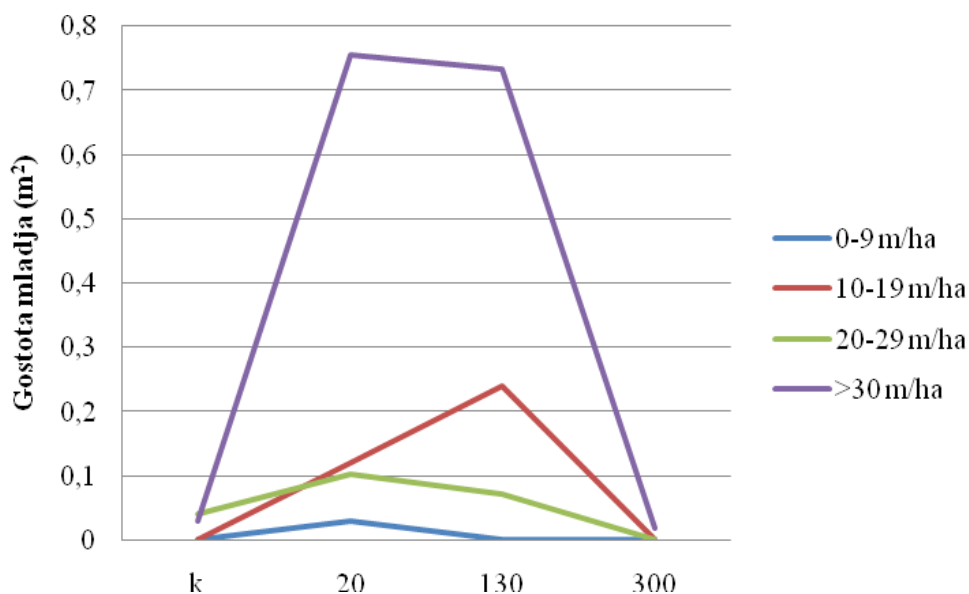


Slika 7: Gostota mladja po višinskih stopnjah v vrzeli

4.1.2.5 Višinska struktura hrasta

Če med seboj primerjamo Slike 4, 5, 6 in 7 vidimo, da je bil hrast najpogostejši v sklenjenem sestoju v vseh višinskih razredih, razen razredu nad 130 cm. V razredu nad 130 cm se je hrast pojavljal le na robu vrzeli.

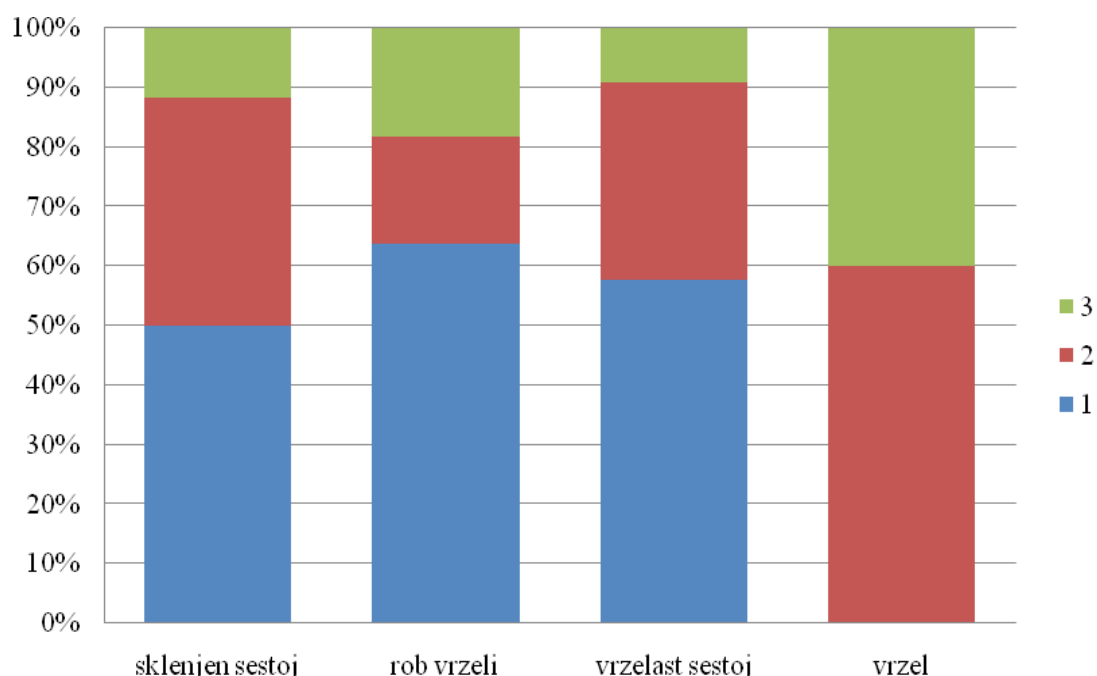
Na največje gostote hrastovega mladja v sklenjenih sestojih kaže tudi Slika 8, ki prikazuje gostote mladja pri različnih temeljnicah. Največje gostote hrastovega mladja se pojavljajo pri temeljnicah nad 30 m²/ha, najmanjše pa pri najnižjih temeljnicah. Pri tem je potrebno dodati, da se visoka temeljnica lahko pojavlja tudi na robu vrzeli.



Slika 8: Gostota hrastovega mladja po velikostnih razredih temeljnice sestoja

4.1.3 Objedenost hrastov

Polovica hrastovega mladja (51 %) je bila nepoškodovana. Najmanj je hrastovo mladje bilo objedeno na robu vrzeli (64 %), sledita pa vrzelast (58 %) in sklenjen sestoj (50 %). V vrzeli je bilo vse mladje poškodovano. Potrebno je dodati, da imamo v vrzeli majhen vzorec, saj smo na 24 zeliščnih ploskvicah našli le 5 osebkov (Slika9). Delež poškodovanega mladja z višinskimi razredi narašča. Klic je bilo nepoškodovanih 80 %, osebkov nižjih od 20 cm je bilo nepoškodovanih 60 %, v razredu med 21 cm in 130 cm pa je bilo nepoškodovanih 40 % hrastovega mladja. V razredu med 131 cm in 300 cm smo našli le en osebek, ki je bil močno poškodovan.

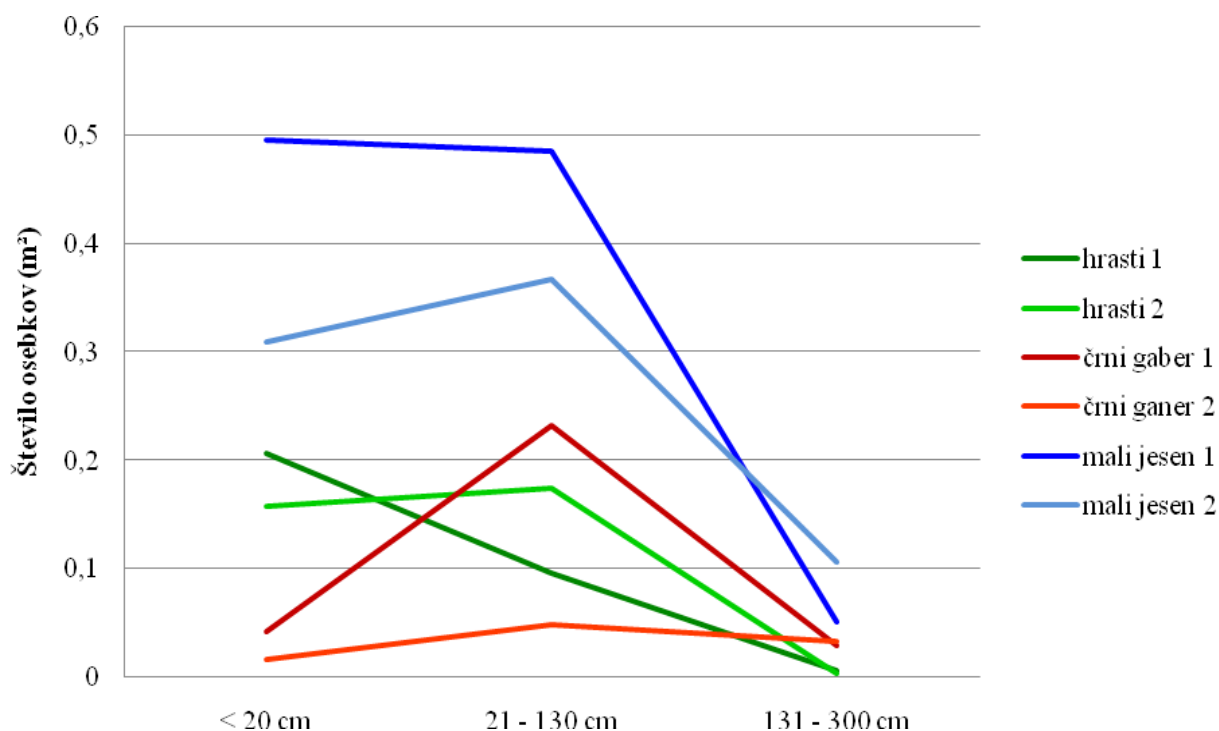


Slika 9: Objedenosti hrastov, kjer 1 predstavlja osebke z nepoškodovanim terminalnim poganjkom in do 10 % poškodovanimi stranskimi, 2 so osebki s poškodovanim terminalnim poganjkom in/ali do 50 % poškodovanimi stranskimi poganjki, 3 pa so močno poškodovani osebki.

4.2 PRIMERJAVA REZULTATOV S PREJŠNJI MI MERITVAMI

4.2.1 Primerjava višinske strukture

Rezultate, ki smo jih dobili na podlagi naših meritev smo primerjali z rezultati iz prejšnjih meritev. Tako smo izdelali sliko, ki prikazuje gostote osebkov najpogostejših vrst (hrastov, malega jesena in črnega gabra) dobljene pri prejšnjih in naših meritvah. Gostote smo prikazali po višinskih stopnjah.



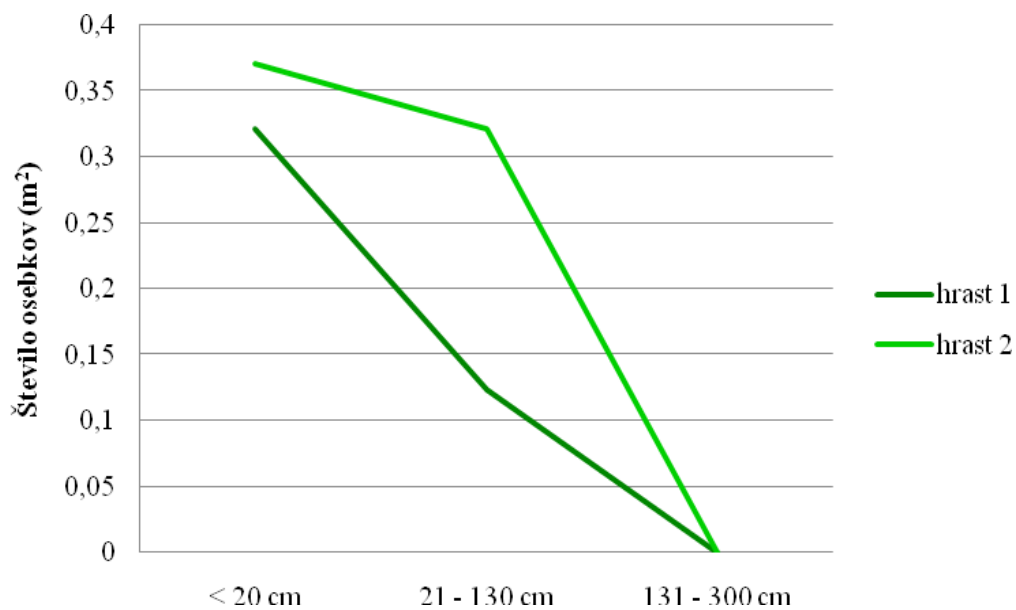
Slika 10: Prikaz višinske strukture mladja, kjer številka 1 za imenovan vrste predstavlja število osebkov pri prvi meritvi, 2 pa število dobljeno pri naših meritvah (Prirejeno po: Šivic, 2012)

Pri vseh treh vrstah se je število osebkov v višinskem razredu do 20 cm zmanjšalo. Pri malem jesenu in črnem gabru se je zmanjšalo število osebkov tudi v razredu do 130 cm. V razredu do 300 cm pa se je število osebkov pri teh dveh vrstah nekoliko povečalo. Hrasta je bilo v razredu do 130 cm pri zadnji meritvi več kot pri prejšnji, v razredu do 300 cm pa je njegova gostota v primerjavi s prejšnjimi meritvami padla (Slika 10). Dobljeni rezultati kažejo na staranje mladja, saj v splošnem gostota mladja upada, povečuje pa se njegova višina.

4.2.2 Primerjava višinske strukture hrasta

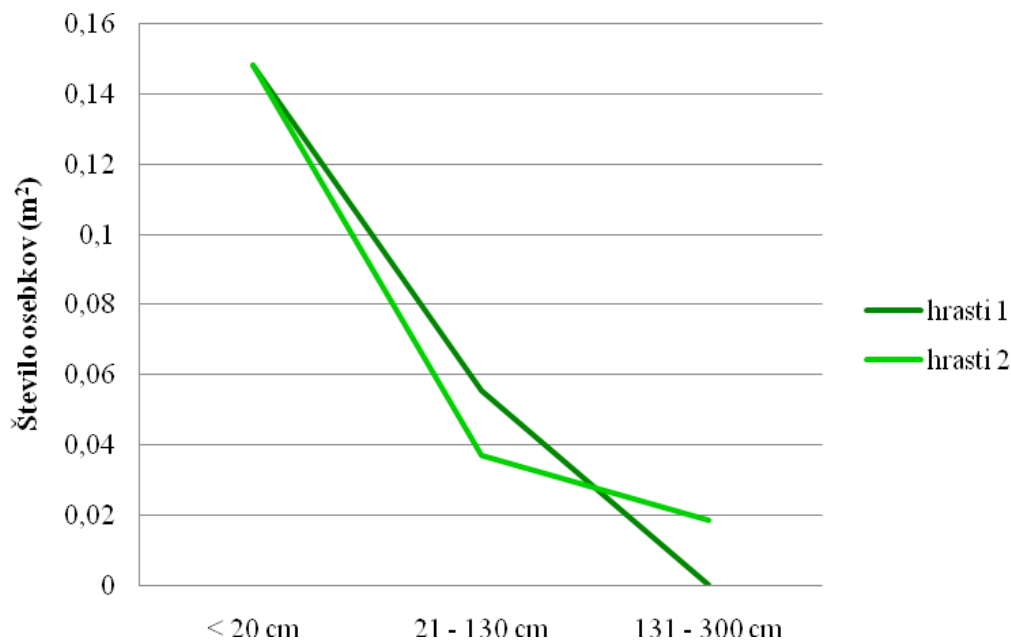
Analizirali smo tudi višinsko strukturo hrastov iz prejšnje in zadnje meritve posebej za vsak sestojni tip.

Količina hrastovega mladja se je v sklenjenem sestoju od prejšnjih meritev povečala. Pri obeh meritvah se mladje v višinskem razredu do 300 cm ne pojavlja (Slika 11).



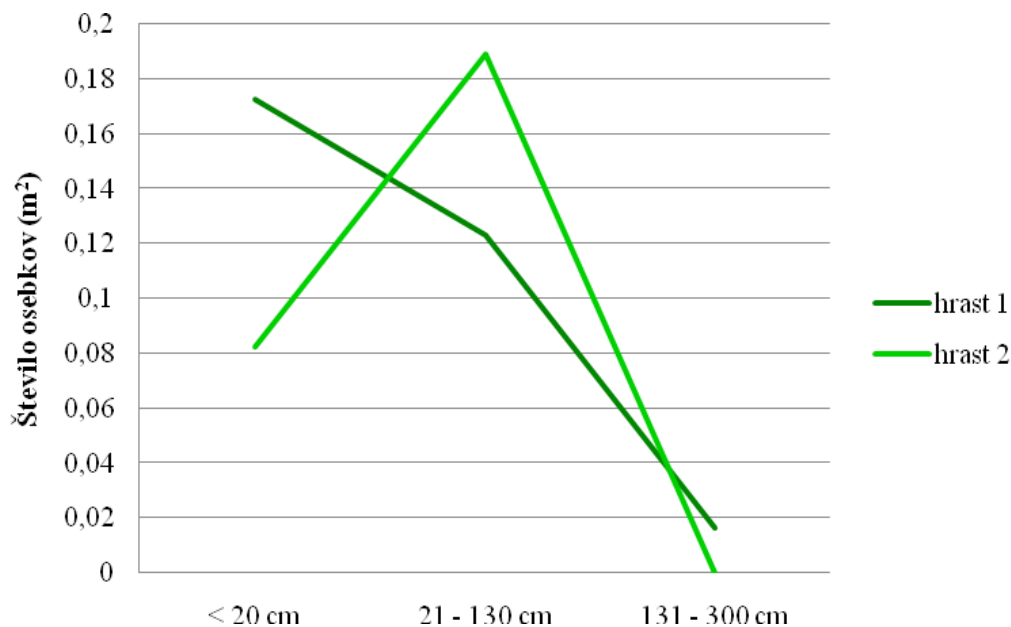
Slika 11: Prikaz višinske strukture hrasta iz prejšnjih in naših meritev v sklenjenem sestoj. Hrast 1 predstavlja rezultate prejšnje, hrast 2 pa naše meritve (Prirejeno po: Šivic, 2012).

Na robu vrzeli lahko pri najvišjem mladju (do 300 cm) opazimo povečanje gostote. Gostota mladja v srednjem razredu (do 130 cm) se je zmanjšala. V razredu do 20 cm sprememb ni bilo (Slika 12).



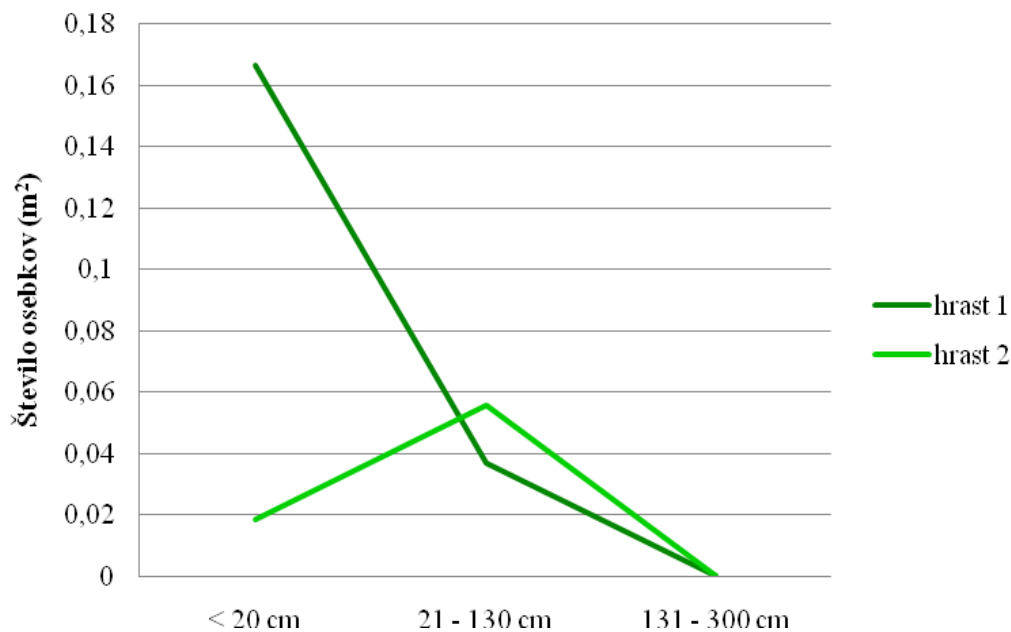
Slika 12: Prikaz višinske strukture hrastovega mladja iz prejšnjih in naših meritev na robu vrzeli. Hrast 1 predstavlja rezultate prejšnjih, hrast 2 pa naših meritev (Prirejeno po: Šivic, 2012).

V vrzelastem sestoju je prišlo do povečanja gostote hrastovega mladja v razredih do 20 cm in do 300 cm, v razredu do 130 cm pa je gostota mladja dobljena pri naših meritvah nižja od tiste iz prejšnjih (Slika 13).



Slika 13: Prikaz višinske strukture hrastovega mladja iz prejšnjih in naših meritev v vrzelastem sestoju. Hrast 1 predstavlja rezultate prejšnjih, hrast 2 pa naših meritev (Prirejeno po: Šivic, 2012).

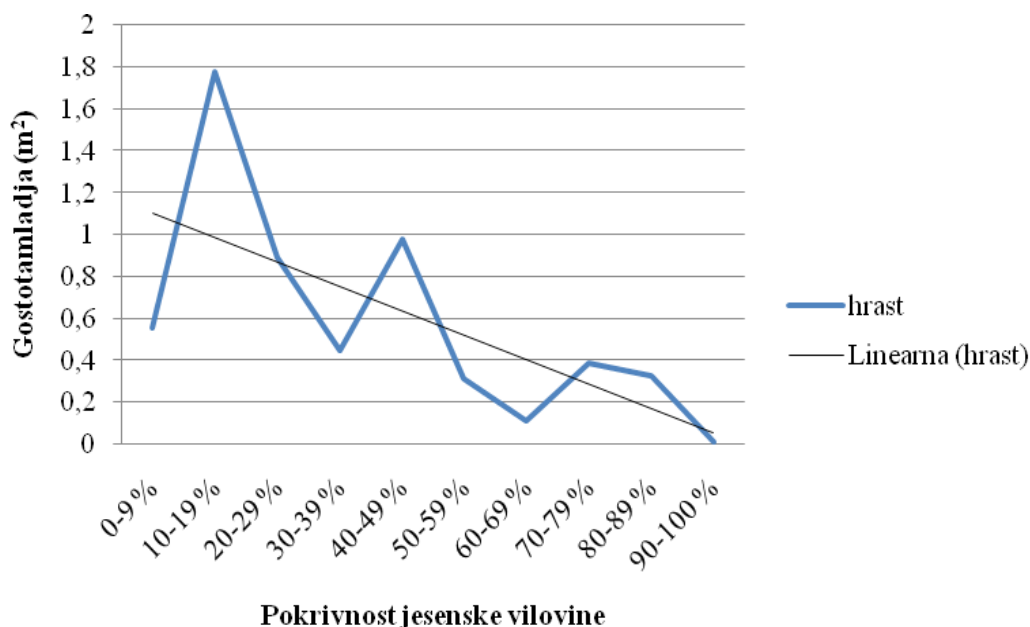
V vrzeli se je gostota mladja v najnižjem višinskem razredu (do 20 cm) v primerjavi s prejšnjimi meritvami zmanjšala, povečala pa se je v razredu do 130 cm. Hrastovo mladje se v razredu do 300 cm ni pojavljalo ne pri naših, ne pri prejšnjih meritvah (Slika 14).



Slika 14: Prikaz višinske strukture hrastovega mladja iz prejšnjih in naših meritev v vrzeli. Hrast 1 predstavlja rezultate prejšnjih, hrast 2 pa naših meritev (Prirejeno po: Šivic, 2012).

4.3 POVEZAVE MED EKOLOŠKIMI DEJAVNIKI IN POMLAJEVANJEM HRASTA

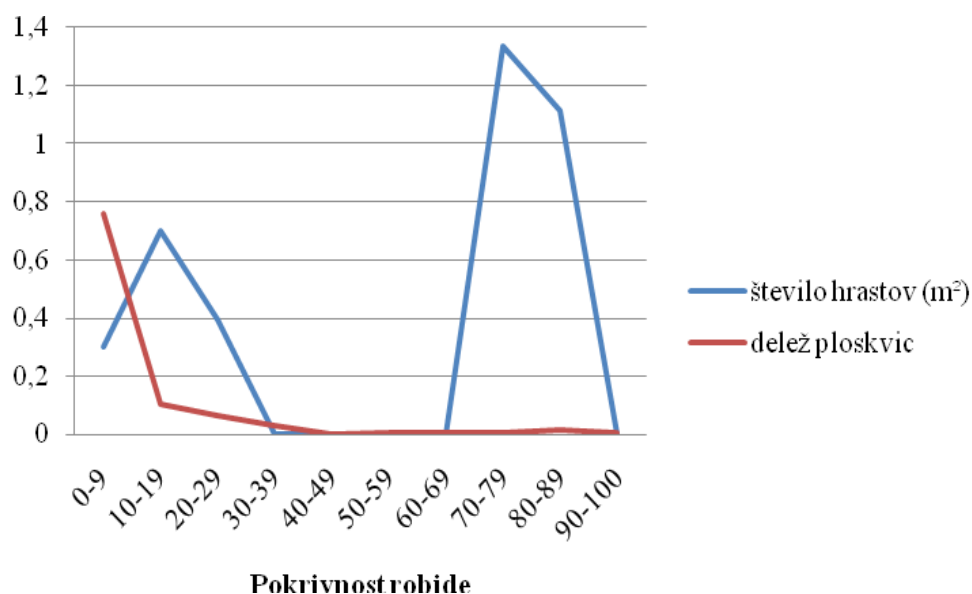
Grafično in s Spearmanovim koeficientom korelacije rangov, smo preverjali korelacijo med pokrivenostjo jesenske vilovine, robid in gostotami hrasta v mladju.



Slika 15: Gostota hrastovega mladja v primerjavi z pokrivenostjo jesenske vilovine

Opazen je trend upadanja gostote hrasta ob povečevanju pokrivenosti jesenske vilovine (Slika 15). Hrastovega mladja je največ tam, kjer je jesenske vilovine najmanj, in obratno. Povezavo smo preverili še s Spearmanovim koeficientom rangov. Med seboj smo primerjali deset razredov pokrivenosti jesenske vilovine in deset rangov gostot hrastovega mladja. Pri številu rangov 10, je koeficient znašal $r = 0,78$. Dobljeni koeficient je večji od mejne vrednosti za $p < 0,01$, kar pomeni, da med parametroma obstoji negativna povezanost pri manj kot enoodstotnem tveganju.

Enako analizo smo izvedli tudi za preverjanje odvisnosti gostote hrastovega mladja v primerjavi z zastiranjem robide. Na grafu smo prikazali delež ploskvic pri določeni pokrivnosti, iz česar je razvidno, da robida redko preseže pokrivnosti 40 %, več kot 75 % ploskvic ima pokrivnost robide manjšo od 10 %, na več kot polovici ploskvic, pa se robida ne pojavlja (Slika 16). Hrast pa nakazuje bimodalno porazdelitev glede na pokrivnost z robido; prva kulminacija gostot hrasta je pri pokrivnosti do 10-19 %, druga kulminacija pa pri gostotah 70-79 %. Tako grafikon ne nakazuje povezave med gostotami pomladka hrasta in pokrivnostjo robide. Isto povezavo smo preverjali še s Spearmanovim koeficientom korelacije rangov. Dobljeni koeficient ($r = 0,16$) pri $n = 10$, je manjši od mejne vrednosti pri $p < 0,1$, kar pomeni, da tudi pri deset odstotnem tveganju negativne povezave ne moremo potrditi.



Slika 16: Prikaz gostote hrastovega mladja v primerjavi s pokrivnostjo robid. Prikazan je tudi delež ploskvic, pri določeni pokrivnosti.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 EKOLOŠKE RAZMERE NA PLOSKVICAH

Pri naših meritvah ekološkim razmeram na ploskvah nismo dajali večjega poudarka. Naš glavni cilj je bila analiza gostote hrastovega mladja. Kljub temu smo nekatere ocenjevali in analizirali. Ocenjevali smo jih na zeliščnih ploskvicah velikosti 1,5 m x 1,5 m, ki so bile po osnovnih ploskvah razvrščene sistematično.

Pri analizi zastora pritalne vegetacije v zeliščni in grmovni plasti smo prišli do pričakovanih rezultatov. Največje zastiranje je bilo na robu vrzeli in v večjih vrzelih. Manjše gostote so zelišča dosegala v vrzelastem sestoju, najmanj pa jih je bilo v sklenjenem. Zastor grmovnic je bil največji v sklenjenem in vrzelastem sestoju, v vrzeli in na robu vrzeli pa je bilo zastiranje najnižje. V zeliščni plasti je bila najpogostejša jesenska vilovina. Do enakih rezultatov pri analizi pokrivnosti je prišel tudi Šivic (2014). Tudi Buserjeva (2013) navaja jesensko vilovino kot najpogostejšo vrsto v zeliščni plasti.

Pričakovano je bila temeljnica, ki smo jo merili na vsaki zeliščni ploskvici po kotno-števni metodi, najvišja v sklenjenem sestojnem tipu, najmanjša pa v vrzeli. Večina ploskvic je bila na ravnini oziroma na pobočju. Nekaj jih je bilo na izboklini, v uleknini pa nismo zasledili nobene ploskvice. Prevladovali so majhni nakloni, na nobeni ploskvici naklon ni bil večji od 30 %. Brus (1998) kot vrste, ki so se tu pojavljale naravno navaja vrste hrastov, (puhasti hrast, graden in cer), črni gaber in mali jesen. Prav te drevesne vrste so bile v mladju pri naših meritvah najpogostejše.

Povezavo med zastiranjem jesenske vilovine in hrastovim mladjem smo preverjali grafično in s pomočjo Spearmanovega koeficienta korelacij. Ob prikazovanju povprečne gostote hrasta pri določeni pokrivnosti jesenske vilovine, je viden očiten trend upadanja gostote hrastovega mladja s povečevanjem pokrivnosti jesenske vilovine. Če sliki dodamo trendno črto, ta od manjše pokrivnosti jesenske vilovine proti večji pada (Slika 16). Tudi Spearmanov koeficient korelacij kaže na povezavo med parametroma. Po tej metodi smo uspeli dokazati ($p = 0,01$), da med pokrivnostjo jesenske vilovine in gostoto hrastovega

mladja obstaja statistično značilna povezava. Na enak način smo analizirali tudi povezavo med pokrivnostjo vrst robid in hrastovim mladjem, vendar v tem primeru korelacija med parametroma ni bila značilna. Torej eno izmed postavljenih hipotez, da pomlajevanje hrasta otežuje jesenska vilovina in vrste robid, lahko potrdimo le za del, ki se nanaša na jesensko vilovino. Naša raziskava kaže na to, da jesenska vilovina otežuje pomlajevanje hrasta. Do enakih zaključkov so prišli tudi Diaci in sod. (2013), ki navajajo jesensko vilovino kot enega izmed glavnih konkurentov hrastovemu mladju. Šivic (2014) pa navaja, da jesenska vilovina na gostoto hrasta ne vpliva bistveno, robida pa na gostoto hrasta vpliva negativno. Pokrivnosti vrst robide je bilo na naših ploskvah bistveno manj kot jesenske vilovine. Pojavljala se je le na polovici ploskev, to je morda razlog, da povezave nismo odkrili.

5.2 GOSTOTE HRASTOVEGA MLADJA V RAZLIČNIH SESTOJNIH TIPIH

Eden od ciljev diplomskega dela je bila analiza gostote mladja s poudarkom na hrastu v različnih sestojnih tipih. Gostote mladja smo merili na zeliščnih ploskvicah velikosti 1,5 x 1,5 m, ki so bile sistematično razvrščene po osnovnih ploskvah.

Po pokrivnosti je hrast zavzemal največji delež v sklenjenem sestoju (2,25 %), sledil je vrzelast sestoj (1,52 %), manjši delež je po pokrivnosti zavzemal na robu vrzeli (0,92 %), najmanjši pa v vrzeli (0,67 %). Ti rezultati, kot tudi primerjava gostote hrastovega mladja s temeljnico, kjer smo pri temeljnicah nad 30 m²/ha zabeležili največje gostote, niso skladni z večino raziskav na tem področju. Tako Anić (2003), kot tudi Zlatanov in sodelavci (2010) namreč navajajo, da so največje gostote hrasta v redkih sestojih oziroma da z manjšanjem gostote sestoja gostota mladja narašča.

Ker iz pokrivnosti ni mogoče razbrati dejanskega števila osebkov določene vrste v mladju, smo poleg pokrivnosti vrst v zeliščni plasti prešteli tudi vse osebkove drevesnih vrst ter jih razdelili po višinskih razredih. Tudi pri tej analizi smo prišli do podobnih rezultatov kot pri prej omenjeni analizi. Diaci in sod. (2013) v svoji raziskavi navajajo, da je hrastova nasemenitev najboljša pod zastorom (kot nasemenitev hrasta so upoštevali mladje nižje od 20 cm), za preraščanje v višje višinske razrede pa hrast potrebuje več svetlobe. Tudi pri naši analizi smo opazili najboljšo nasemenitev hrasta v sklenjenem sestoju. Za razliko rezultatov Diacija in sod. je bilo pri naših analizi tudi hrastovega mladja višjega od 20 cm največ v sklenjenem sestoju. Prav tako je bilo hrastovega mladja v vseh višinskih razredih največ pri temeljnicah višjih od 30 m²/ha, najmanj pa pri najnižjih temeljnicah. Poudariti pa moramo, da smo pri popisih na terenu našli le en osebek hrasta v višinskem razredu od 130 cm do 300 cm in ta se je nahajal na robu vrzeli. To nasprotje med našo in prej omenjeno raziskavo bi lahko razložili na več načinov. Najprej moramo izpostaviti, da smo imeli v vrzeli in na robu vrzeli le po 4 vzorčne ploskve, oziroma 24 vzorčnih zeliščnih ploskvic, na katerih smo popisovali mladje, kar ni velik vzorec in so zato lahko rezultati popačeni. V vseh tipih razen v sklenjenem sestoju, je bila pokrivnost jesenske vilovine, katera negativno vpliva na gostote hrastov višja od 50 %. Da se je na naših raziskovalnih ploskvah največ hrasta v mladju pojavljalo v sklenjenem sestoju je tako lahko posledica manjše pokrivnosti jesenske vilovine v le-teh. Hrast se najbolje nasemenuje v sklenjenem sestoju, kar ugotavljajo tudi Diaci in sod. (2013), kar posledično pomeni, da se v drugih sestojnih tipih slabše. Brez uspešne nasemenitve ni nemogoče pričakovati mladja. Kot še navajajo Diaci in sod. (2013) mora biti obnova postopna, nasemenitev se izpelje pod zastorom, tej pa mora slediti redčenje v več korakih. Podobne gojitvene ukrepe priporočata tudi raziskava iz Hrvaške (Anić, 2003) ter raziskava iz Italije (Mercurio in Spinelli, 2012). Torej lahko sklepamo, da so bile vrzeli v katerih oziroma na robu katerih so se nahajale naše vzorčne ploskve, osnovane pred uspešno nasemenitvijo hrasta. Nasemenitev hrasta v vrzelih in na robu vrzeli, kjer so zelišča v povprečju prekrivala nekaj več kot 70 %, pa je bila zelo otežena.

Da bi se izognili prej omenjeni možnosti, da bi lahko bile vrzeli oblikovane pred uspešno nasemenitvijo hrasta pod zastorom, smo naše meritve izvajali na ploskvah, na katerih so bile leta 2013 že opravljene enake meritve. Tako smo lahko tudi po posameznih sestojnih tipih primerjali višinsko strukturo mladja med obema meritvama in na podlagi tega ugotavljali, kje se hrast najboljše uveljavlja. Če pogledamo vsak sestojni tip posebej in se najprej posvetimo sklenjenemu sestoju, zasledimo v njem porast osebkov v višinski stopnji do 20 cm in še večjo porast števila osebkov mladja v razredu med 21 cm in 130 cm. Torej lahko sklepamo na dodatno nasemenitev v sklenjenem sestoju, prav tako pa so osebkki, ki so bili pri prejšnji meritvi v razredu do 20 cm, prerasli v naslednji višinski razred. V sklenjenem sestoju pri nobeni od dveh meritev nismo našli nobenega osebkka hrasta višine med 131 cm in 300 cm. Kljub temu, da je bilo pri prvi meritvi v sklenjenem sestoju precej hrasta v razredu med 21 cm in 130 cm, ta do druge meritve ni prerasel v naslednji višinski razred.

Torej lahko zastavljeno hipotezo – mlajše hrastovo mladje je pogostejše v sklenjenih sestojih, za preraščanje v višje razrede pa potrebuje več svetlobe – deloma potrdimo, saj smo v sklenjenem sestoju našli največje količine mladja hrasta, noben osebek hrasta v mladju pa ni bil večji od 131 cm. Žal hrastovega mladja višjega od 131 cm nismo našli niti v drugih sestojnih tipih, le na robu vrzeli smo na ploskvicah našli en tak osebek. Prav to, da osebkov od 130 cm na naših ploskvah praktično ni bilo, bi lahko bil razlog, da se rezultati naše raziskave razlikujejo od nekaterih raziskav, ki navajajo najvišje gostote mladja v redkih sestojih. Odsotnost višjega mladja je lahko posledica bistveno višjih gostot rastlinojede divjadi v Sloveniji. Piščanc (2014) ugotavlja boljšo rast mladja v vrzeli in na robu vrzeli, vendar so tu gostote manjše predvsem zaradi rastlinojede divjadi, ki tu najintenzivneje objeda mladje.

Ena izmed naših hipotez je bila tudi, da se mladje stara, torej se njegova gostota manjša, povečuje pa se njegova višina v vseh sestojnih tipih, razen v sklenjenem sestoju. To hipotezo lahko delno potrdimo, sej je iz Slike 10 razvidno, da je črta, ki prikazuje gostote hrastov izmerjenih pri prvi meritvi, zamaknjena desno v primerjavi s prejšnjimi meritvami, kar kaže na staranje oziroma višinsko rast osebkov hrasta v mladju. Prav tako se je povprečna višina hrastov v vseh sestojnih tipih povečala. V vrzeli in vrzelastem sestoju se je gostota hrasta zmanjšala, na robu vrzeli je ostala enaka, v sklenjenem sestoju pa se je povečala. Hrastovo mladje je sposobno preživeti pod zastorom sestoja, prav tako je pod zastorom sposobno prerasti do višine 130 cm. Največje prirastke hrast dosega v odprtini in na robu odprtine (Piščanc, 2014).

5.3 MOŽNI GOZDNOGOJITVENI UKREPI ZA POSPEŠEVANJE HRASTA

Vsi avtorji, ki smo jih omenili v delu in se ukvarjajo s problematiko premene borovih monokultur v naravnejše sestoj listavcev s pomočjo naravne obnove, poudarjajo pomen postopnosti in zmernosti pri ukrepih. Hrast se najbolje nasemenjuje pod zastorom sestoja, mladje pa je najbolj konkurenčno na gozdnem robu. Tako je po uspešni nasemenitvi potrebno oblikovanje majhnih vrzeli, da ustvarimo čim daljši notranji gozdni rob (Diaci in sod., 2013). Prav tako oblikovanje majhnih vrzeli priporočata Mercurio in Spinelli (2012). Naše raziskave so pokazale največje gostote hrastovega mladja v sklenjenem sestoju, vendar noben osebek ni bil višji od 130 cm. Torej se hrast najbolje nasemenjuje v sklenjenem sestoju, za prerast v višje mladje pa potrebuje več svetlobe. Pred oblikovanjem vrzeli, kot jih priporočajo drugi avtorji, se je nujno potrebno prepričati, ali se je v sestoju hrast uspešno nasemenil. To pa zato, ker nasemenitev hrasta otežuje jesenska vilovina, ki je v sklenjenem sestoju najmanj razvita. Prav tako je pod zastorom sestoja izpostavljenost burji, vročini in drugim vplivom okolja manjša (Šivic, 2014). Opažamo tudi dobro preživitveno sposobnost nižjega hrastovega mladja pod zastorom sklenjenega sestoja črnega bora in slabše v vrzelih. Tudi na večjih odprtinah pod daljnovodi se hrastovo mladje slabo uveljavlja (Buserjeva, 2013). Zato mora obnova biti postopna in malo površinska. Precej enostavna in iz ekonomskega vidika zanimiva je premena v treh korakih. Tu v vsakem od korakov z oblikovanjem majhnih vrzeli, oziroma končnim posekom pri tretjem

koraku odstranimo tretjino sestoja, ki ga obnavljamo. Premeno je potrebno premišljeno načrtovati, da so poškodbe na mladju čim manjše (Mercurio in Spinelli, 2012). Na najproduktivnejših rastiščih, kjer je delež preživelih sadik največji je smiselno razmišljati tudi o premeni s kombinacijo naravne in umetne obnove (Lumbar, 2014).

Velik problem pri pomlajevanju hrasta predstavlja tudi objedenost po divjadi. Delež osebkov, ki niso poškodovani, z višinskimi razredi mladja močno vpada. V razredu od 21 cm do 130 cm je tako poškodovanih skoraj 60 odstotkov osebkov. V razredu od 131 cm do 300 cm pa smo našli le en osebek, ki pa je bil močno poškodovan in bo težko preživel. Zato je verjetnost, da bi postal dominantno drevo v prihajajočem sestoj listavcev zelo majhna. Tako je problem objedanja, ki ga je že leta 1993 izpostavil Čehovin, še vedno izrazit. Piščanc (2014) predlaga individualno zaščito hrastovega mladja. Poškodbe mladja pa prav tako povzroča človek pri sečnji in spravilu, zato je tudi tu potrebna pazljivost.

6 ZAKLJUČKI

V nalogi smo se najprej posvetili ekološkim razmeram na ploskvicah in njihovim vplivom na gostote hrastovega mladja. Na ploskvicah smo poleg mladja drevesnih vrst popisovali tudi kamnitost in skalovitost, nagib terena ter temeljnico. Na ploskvicah smo beležili tudi delež zastiranja zelišč, med njimi posebej jesensko vilovino ter delež zastiranja grmovnic, med njimi posebej zastiranje vrst iz rodu robid. S pomočjo Spearmanove korelacije rangov smo statistično dokazali, da med deležem zastiranja jesenske vilovine in gostoto hrastovega mladja obstaja negativna odvisnost. Jesenska vilovina je v povprečju zastirala več kot polovico površine. Največ jo je bilo na robu vrzeli (68,7 %) in v vrzeli (63,2 %), sledil je vrzelast sestoj (52,2 %), najmanj pa v sklenjenem sestoju (30,3 %). Pričakovali smo tudi povezavo med deležem zastiranja vrst robid in gostotami mladja hrasta, vendar tega nismo uspeli dokazati. Robide je bilo na ploskvicah v primerjavi z jesensko vilovino precej malo, v povprečju je zastirala le dobrih 7 % površine. Hrastovo mladje je bilo najgostejše pri temeljnicah višjih od 30 m²/ha.

Hrastovo mladje je bilo najgostejše v sklenjenem sestoju, najredkejše pa v vrzeli. Vrzel hrastovemu mlaju zaradi velike izpostavljenosti podnebnim skrajnostim in visoke gostote jesenske vilovine ne ustreza. V vrzeli je bil delež od divjadi objedenih osebkov največji. Vsi osebki, ki smo jih našli v tem sestojnem tipu so imeli poškodovan terminalen poganjek. Objedanje divjadi za pomlajevanje hrasta predstavlja velik problem, saj je bila v povprečju v vseh sestojnih tipih več kot polovica hrastovih drevesc poškodovana. Delež poškodovanih drevesc pa se z višinskimi razredi povečuje.

Ker smo meritve izvajali na ploskvah, kjer so bile meritve v preteklosti že bile izvedene, smo lahko ugotavljali tudi staranje mladja oziroma primerjali njegovo gostoto v posameznih višinskih razredih. Ugotovili smo, da mladje nižje od 20 cm uspešno preraščal v drugi višinski razred (21 – 130 cm). O uspešnem preraščanju iz drugega razreda v tretji (131 cm – 300 cm) ne moremo govoriti, saj smo pri naših popisih v tretjem razredu na vseh ploskvah skupaj našli le en osebek, pri prejšnjih meritvah pa sta bila popisana le dva osebka. Na preraščanje hrasta iz drugega v tretji višinski razred glede na naše rezultate negativno vpliva divjad, saj je bil edini osebek v tretjem višinskem razredu od divjadi močno poškodovan. Velike gostote hrastovega mladja druge višinske stopnje so bile v sklenjenem sestoju z visoko temeljnico, kjer je malo svetlobe. Ob postopnem odpiranju teh sestojev bi hrast, ki je svetloljubna vrsta pospešil svojo rast.

Zaključujemo lahko, da se hrast najbolje nasemenuje v sklenjenih sestojih, vendar za prerast v višje mladje potrebuje več svetlobe. Njegova sposobnost preživetja je pod zastorom dobra. Tako je potrebno v sestojih, kjer se je hrast uspešno nasemenil, oblikovati majhne vrzeli in s tem hrastu omogočiti več svetlobe. Pri oblikovanju vrzeli moramo imeti v mislih, da je v vrzeli izpostavljenost mladja podnebnim skrajnostim največja. Prav tako se v vrzeli močno razrašča jesenska vilovina, ki je eden izmed glavnih konkurentov hrastovega mladja. Zato vrzeli ne smejo biti prevelike, zelo pa je tudi pomembna tudi postopnost ukrepanja, da se mladje postopoma prilagaja spremenjenim razmeram. Velik problem za pomlajevanje predstavlja tudi divjad, ki objeda mladje. Tako je potrebno razmisliti tudi o ukrepih za zmanjšanje objedenosti oziroma za zaščito mladja.

7 POVZETEK

Včasih skoraj popolnoma ogolel Kras danes, po uspešni pogozditvi poraščajo odrasli sestoji črnega bora, ki so dokaj nestabilni. Nastopil je torej čas, ko je potrebna premena teh sestojev v naravnejše in stabilnejše, predvsem listnate sestoje s čim večjim deležem hrasta. Naravno so tu prevladovale vrste hrastov, (puhasti hrast, graden in cer), črni gaber in mali jesen (Brus, 1998).

V odraslih sestojih črnega bora na Krasu smo proučevali pomlajevanje drevesnih vrst v štirih sestojnih tipih, in sicer v sklenjenem sestoju, v vrzelastem sestoju, na robu vrzeli in v vrzeli. V vsakem sestojnem tipu smo imeli več osnovnih ploskev velikosti 25 m x 25 m, na vsaki ploskvi pa po šest zeliščnih ploskvic velikosti 1,5 m x 1,5 m. Te ploskve so že bile predmet analize leta 2012. Na osnovnih ploskvah smo izvajali polno premerbo, na zeliščnih ploskvicah pa smo popisovali zeliščno in grmovno plast ter ekološke dejavnike.

V vseh sestojnih tipih je bilo na zeliščnih ploskvicah največ jesenske vilovine, med drevesnimi vrstami pa je bilo največ malega jesena, črnega gabra in vrst hrasta. Vse tri drevesne vrste so bile najštevilčnejše v višinskem razredu med 21 cm in 130 cm. V vseh sestojnih tipih je bilo mladje malega jesena najgostejši.

Pri analizi podatkov nas je najbolj zanimalo hrastovo mladje, ter ekološke razmere v katerih najbolj uspeva. Skoraj polovica osebkov hrasta v mladju je bilo poškodovanega od divjadi. Poškodovanost je z višinskimi razredi naraščala. V razredu med 21 cm in 130 cm je bilo poškodovanih 60 % osebkov, v razredu od 131 cm od 300 cm pa smo imeli le ne osebek, ta pa je bi močno poškodovan. Statistično smo dokazali negativno povezanost med zastorom jesenske vilovine in gostoto hrastovega mladja. Negativne odvisnosti hrastovega mladja od pokrivnosti robide nismo uspeli dokazati.

Največje gostote hrastovega mladja smo našli v sklenjenem sestoju, najmanjše pa v večjih vrzelih. Ugotovili smo, da mladje nižje od 130 cm dobro prenaša zasenčenost. Hrastovo mladje v vseh sestojnih tipih je uspešno preraščalo iz nižjih v višje višinske razrede, razen v zadnji razred (131 cm – 300 cm). V sklenjenem sestojnem tipu je ta to krivo pomanjkanje svetlobe, v drugih sestojnih tipih pa objedenost.

Hrastovo mladje je v nasadih črnega bora prisotno in premena s pomočjo naravne obnove teh sestojev v naravnejše in stabilnejše je mogoča. Ta mora potekati postopoma. Najbolj je smiselno oblikovanje vrzeli. Pred oblikovanjem le-teh se je potrebno prepričati o prisotnosti mladja hrasta, ki se najboljše nasemenjuje pod zastorom. Potrebni so tudi ukrepi za zaščito mladja pred divjadjo.

8 LITERATURA

Anić I., 2003. Promjena stajinskega oblika prirodnim pomlađivanjem na primjeru šumske kulture crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) u Sensjkoj dragi. Šumarski list, 13: 41-49

Anić I., 2013. Gojenje gozdov črnega bora v mediteranskem območju Hrvaške. Gozdarski študijski dnevi 31, Ljubljana - Sežana, 9. - 10. april 2013, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 8-10

Brus R., 1998. Avtohtone drevesne vrste Sežansko-Komenskega krasa, V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. Delavnica javne gozdarske službe, Sežana – Lipica 24. – 25. november 1998, Gozdarski inštitut Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije

Brus R., 2013. Uporaba gozdnega reprodukcijskega materiala pri premenah v Sloveniji. Gozdarski študijski dnevi 31, Ljubljana - Sežana, 9. - 10. april 2013, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 50-52

Buser N., 2013 Pomlajevanje hrasta na krasu na območju večkratnih sečenj pod daljnovodom 400 kv Divača- Sredipolje: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 44 str.

Cseresnyés I., 2013. Evaluation of Austrian pines tands with respect to nature conservation – anecological approach: Book of PhDtheses. (SzentIstván University, PhD School of Environmental Sciences). Gödöllő: 16 str.

Čehovin S., 1993. Razvoj in varstvo gozdov na Krasu. Gozdarski vestnik, 51, 5–6: 294–304

Diaci J., Adamič T., Grce D., Rozman A., Rožembergar D. 2013. Premena kraških gozdov črnega bora z naravno obnovo. V: Premene malodonosnih in vrstno spremenjenih gozdov,

Gozdarski študijski dnevi 31, Ljubljana - Sežana, 9. - 10. april 2013, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 34-37

Ferlin F., Urbančič M., Kutnar L., Darskobler I., Levanič T., Prebevšek M., Košiček B., Rebec E. 1998. Rast in razvoj starejših sestojev črnega bora na Sežansko-Komenskem Krasu. V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. Delavnica javne gozdarske službe, Sežana – Lipica 24. – 25. november 1998, Gozdarski inštitut Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije

Garcia-Barreda S., Reyna S., 2013 Short-term dynamics of *Quercus ilex* advance regeneration in a *Pinus nigra* plantation after the creation of small canopy gaps. *Forest Systems*, 22, 2: 179-188.

Gozdnogospodarski načrt Kraškega gozdnogospodarskega območja (2011 – 2020). 2012 Sežana, Zavod za gozdove Slovenije Območna enota Sežana: 163 str.

Jurc D., Jurc M. 2013. »Pa so padali bolešno, nemo, bor za borom ...« - Boru na Krasu so šteti dnevi. V: Premene malodonosnih in vrstno spremenjenih gozdov, Gozdarski študijski dnevi 31, Ljubljana - Sežana, 9. - 10. april 2013, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 28-30

Kranjc A., 2012. Dinaric Karst - An Example of Deforestation and Desertification of Limestone Terrain, *Deforestation Around the World*, InTech, 75-94

Lingua E., Marchi N., Garbarino M., Marzano R., 2013. Obnova degradiranih in nestabilnih gozdnih ekosistemov: primer nasadov iglavcev v Italiji. Gozdarski študijski dnevi 31, Ljubljana - Sežana, 9. - 10. april 2013, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 14-15

Lumbar A. 2014. Preživetvena sposobnost listavcev na posekah v sestojih črnega bora na Krasu: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 36 str.

Maddelein D., Lust N., Meyen S., Muys B. 1990. Dynamics in maturing scotspinemono cultures in north-east Belgium. *Silva Gandavensis*, 55: 69-80

Mercurio R., Spinelli R. 2012, Exploring the silvicultural and economic viability of gapcutting in Mediterranean softwood plantations. *Forestry Studies in China*. 14, 1: 63–69

Mlinšek D., 1993. Življenjski prostor »nizki kras«, primer človekove destruktivnosti, energije življenja, upanja človeka in trajen raziskovalni laboratorij. *Gozdarski vestnik*, 51, 5–6: 280–293

Panjek A. 2006. Človek, zemlja, kamen in burja: zgodovina kulturne krajine Krasa. Koper, Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Annales: Zgodovinsko društvo za južno Primorsko: 127 str.

Perko F. 2016. Od ogolelega do gozdnatega Krasa: pogozdovanje Krasa. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije – Gozdarska založba Jutro: 296 str.

Piščanc M. 2014. Zgradba in razrast borovega mladja v sestojih črnega bora na Krasu: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 69 str.

Spracklen B.D., Lane J.V., Spracklen D.V., Williams N., Kunin W.E. 2013. Regeneration of native broadleaved species on clearfelled conifer plantations in upland Britain, *Forest Ecology and Management*, 310: 204-212

Šivic S., 2012. Baza podatkov za diplomsko delo: Pomladitvena ekologija sestojev črnega bora na Krasu

Šivic S., 2014. Pomladitvena ekologija sestojev črnega bora na Krasu: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire), Ljubljana, samozal.: 66 str.

Zlatanov T., Velichkov I., Lexer MJ. Dubravec T., 2010. Regeneration dynamics in aging black pine (*Pinus nigra* Arn.) plantations on the south slopes of the Middle Balkan Range in Bulgaria, *New forests*. 40, 3: 289-303

Žgajnar A. 1972. Širjenje črnega bora na krasu, *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 11, 2: 199-234

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Juriju Diaciju za mentorstvo, vso strokovno pomoč, napotke, kritike in popravke pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi doc. dr. Dušanu Roženbergerju za hitro recenzijo in strokovni pregled dela.

Na koncu se zahvaljujem še Tomažu Adamiču, za organizacijo terenskega dela in pomoč pri izdelavi podatkovnih baz.