

Dinamika šumskih otvora nastalih odumiranjem stabala obične jele (*Abies alba* Mill.)

Ivić, Ante

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:549102>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ZAVOD ZA EKOLOGIJU I UZGAJANJE ŠUMA
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM

ANTE IVIĆ

**Dinamika šumskih otvora nastalih odumiranjem stabala obične
jele (*Abies alba* Mill.)**

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

**DINAMIKA ŠUMSKIH OTVORA NASTALIH ODUMIRANJEM
STABALA OBIČNE JELE (*Abies alba* Mill.)**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Opća i krajobrazna ekologija

Ispitno povjerenstvo:

1. doc. dr. sc. Damir Ugarković
2. prof. dr. sc. Ivica Tikvić
3. doc. dr. sc. Stjepan Mikac

Student: Ante Ivić

JMBAG: 0068211700

Broj indeksa: 675/2015

Datum odobrenja teme: 20. 04. 2017.

Datum predaje rada: 20. 09. 2017.

Datum obrane rada: 29. 09. 2017.

Zagreb, rujan, 2017.

Dokumentacijska kartica

Naslov	Dinamika šumskih otvora nastalih odumiranjem stabala obične jele (<i>Abies alba</i> Mill.)
Title	Dynamics of the forest gaps created by dieback of the silver fir trees (<i>Abies alba</i> Mill.)
Autor	Ante Ivić
Adresa autora	Bana Nikole Jurišića 20, 31400 Đakovo
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Doc. dr. sc. Damir Ugarković
Izradu rada pomogao	Doc. dr. sc. Damir Ugarković, univ. bacc. ing. silv. Pavao Frković, univ. bacc. ing. silv. Dalibor Funarić
Godina objave	2017.
Obujam	Broj stranica:38, broj tablica:10, broj slika:26, broj navoda literature:29
Ključne riječi	Šumski otvori, dinamika, obična jela, prirodno pomlađivanje
Keywords	Forest gaps, dynamics, silver fir, natural regeneration
Sažetak	<p>Problematika koju rad istražuje je odumiranje stabala obične jele (<i>Abies alba</i> Mill.), najoštećenije vrste šumskog drveća u Hrvatskoj. Uslijed intenzivnog odumiranja stvaraju se šumski otvori (progale i plješine). Istraživanje je provedeno na području Gorskog kotara, šumarija Fužine. U tom dijelu Hrvatske je vrlo izraženo odumiranje stabala obične jele, a posebno zadnjih dvadesetak godina. Pokus je postavljen u dva šumska otvora (jedan veći i jedan manji), a promatrano je vremensko razdoblje od 2007. do 2017. godine. Površine šumskih otvora i proširenih otvora su se povećale. Otvori su uglavnom pomlađeni s listopadnim vrstama šumskog drveća, najviše s gorskim javorom i običnom bukvom. Najveći broj biljaka obične jele je bio na rubovima šumskih otvora. S povećanjem starosti biljaka, njihov broj se smanjivao.</p>

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	OB ŠF 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 28.6.2017.

„Izjavljujem da je moj *diplomski rad* izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

vlastoručni potpis

Ante Ivić

U Zagrebu, 29. 09. 2017.

Sadržaj

1. UVOD	1
1.2. Položaj	5
1.3. Klima i klimatske prilike.....	6
1.4. Geološka podloga i matični supstrat.....	8
1.5. Reljef i tlo.....	9
1.6. Vegetacijske značajke.....	10
1.6.1. <i>Omphalodo - Fagetum</i> (Tregubov 1957 corr. Puncer 1980) Marinček et al. 1993	10
1.6.2. <i>Ranunculo platanifolii - Fagetum</i> (Horvat 1938) Marinček et al. 1993	10
1.6.3. <i>Polysticho lonchitis - Fagetum</i> (Horvat 1938) Marinček in Poldini et Nardini 1993	11
1.7. Nastanak šumskih otvora (progala i plješina)	12
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	14
3. MATERIJAL I METODA RADA.....	15
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	18
4.1. Dinamika šumskih otvora	18
4.2. Šumsko drveće ("gap makers") i uzroci nastajanja šumskih otvora.....	23
4.3. Osutost krošanja stabala na rubu šumskih otvora	25
4.4. Struktura šumske sastojine i prirodno pomlađivanje šumskih otvora.....	26
4.5. Vitalnost biljaka iz prirodnog pomlađenja.....	31
5. RASPRAVA	35
6. ZAKLJUČCI.....	38
LITERATURA.....	2

Popis slika

Slika 1. Karta istraživanog područja	4
Slika 2. Klimadijagram za meteorološku postaju Vrelo Ličanke za razdoblje 1974. - 2014. godine	6
Slika 3. Odumrlo stablo obične bukve, početak stvaranja progale	12
Slika 4. Oblik biljke i oblik vrha biljke (Rozenbergar i dr. 2014)	16
Slika 5. Skica plana izmjere prirodnog pomlađenja u šumskom otvoru	16
Slika 6. Skica plana izmjere prirodnog pomlađenja u kontrolnoj plohi	17
Slika 7. Karta velikog otvora (stanje 2007. godine)	19
Slika 8. Karta velikog otvora (stanje 2017. godine)	20
Slika 9. Karta malog otvora (stanje 2007. godine)	21
Slika 10. Karta malog otvora (stanje 2017. godine)	22
Slika 11. Postotni udio stabala u sanitarnoj sječi prema vrstama šumskog drveća za veliki šumski otvor	23
Slika 12. Postotni udio stabala u sanitarnoj sječi prema vrstama šumskog drveća za mali šumski otvor	23
Slika 13. Postotni udio uzroka sanitarne sječe za veliki šumski otvor	24
Slika 14. Postotni udio uzroka sanitarne sječe za mali šumski otvor	24
Slika 15. Omjer drvnog volumena šumske sastojine prema debljinskim razredima	26
Slika 16. Broj stabala u šumskoj sastojini po debljinskim stupnjevima	26
Slika 17. Prosječan broj biljaka (< 20 cm) za veliki šumski otvor i kontrolu	27
Slika 18. Prosječan broj biljaka (20 – 130 cm) za veliki šumski otvor i kontrolu	27
Slika 19. Prosječan broj biljaka (130 – 250 cm) za veliki šumski otvor i kontrolu	28
Slika 20. Prosječan broj biljaka (> 250 cm) za veliki šumski otvor i kontrolu	28
Slika 21. Prosječan broj biljaka (< 20 cm) za mali šumski otvor i kontrolu	29
Slika 22. Prosječan broj biljaka (20 – 130 cm) za mali šumski otvor i kontrolu	29
Slika 23. Prosječan broj biljaka (130 – 250 cm) za mali šumski otvor i kontrolu	30
Slika 24. Prosječan broj biljaka (> 250 cm) za mali šumski otvor i kontrolu	30
Slika 25. Svjetlosni koeficijenti za običnu jelu u velikom šumskom otvoru i kontroli	31
Slika 26. Svjetlosni koeficijenti za običnu jelu u malom šumskom otvoru i kontroli	31

Popis tablica

Tablica 1. Površina (m ²) velikog šumskog otvora 2007. i 2017. godine	18
Tablica 2. Površina malog šumskog otvora 2007. i 2017. godine	18
Tablica 3. Prosječna osutost krošanja (%) šumskog drveća na rubu velikog i malog šumskog otvora.....	25
Tablica 4. Postotak sanitarnih stabala (%) oko šumskog otvora.....	25
Tablica 5. Oblici vrha i biljke obične bukve (%) za veliki šumski otvor.....	32
Tablica 6. Oblici vrha i biljke gorskog javora (%) za veliki šumski otvor	32
Tablica 7. Oblici vrha i biljke obične bukve (%) za mali šumski otvor.....	33
Tablica 8. Oblici vrha i biljke gorskog javora (%) za mali šumski otvor	33
Tablica 9. Oblici vrha i biljke obične bukve (%) za veliki i mali šumski otvor.....	33
Tablica 10. Oblici vrha i biljke gorskog javora (%) za veliki i mali šumski otvor	34

1. UVOD

Odumiranje i propadanje šuma problem je koji znanstvenici i istraživači proučavaju već stoljećima jer je riječ o procesima kojima se mijenja ili čak nestaje postojeći ekosustav. Sve to, dakako, može uzrokovati nesagledive posljedice za održivo gospodarenje šumama. Odumiranje stabala ima važnu ulogu u funkcioniranju i dinamici šumskih ekosustava, ali je također riječ o jednom od najvećih ekoloških i gospodarskih problema u šumarstvu.

Obična jela je ekološki, gospodarski i tradicionalno najvažnija hrvatska četinjača, s oko 35 % udjela u ukupnoj drvnoj zalihi četinjača (Prpić i Seletković, 2001). Ona je temeljno obilježje preborne sastojine te je rasprostranjena na području Gorskog kotara, odakle se preko Velebita proteže kroz cijeli Dinarski masiv. Pridolazi i u gorskim predjelima (Papuk) između Save i Drave (Vidaković, 1993).

Iz godine u godinu svjedoci smo promjeni klime te pojavi ekstremnih temperatura koje nepovoljno djeluju na ljude, a posebice na prirodu i biljne vrste. Kao posljedica promjene, na prvom mjestu klimatskih te biotskih čimbenika, dolazi do sušenja i odumiranja stabala. Uz to, sve je jači i nepovoljni utjecaj čovjeka koji je vezan uz pojavu industrijske i energetske proizvodnje, a karakterizira ga prvenstveno onečišćenje zraka, vode i tla.

Utjecaj čovjeka na onečišćenje zraka postao je veliki uteg za prirodu. Zasićenje zraka kemijskim tvarima kojih prije nije bilo u njegovom sastavu, naziva se promjenom "kemijske klime". Prema dosadašnjem promatranju i istraživanju, ovakva promjena ima veliki utjecaj na šumske ekosustave, koji se najviše očituje kroz gospodarenje šumama. Kombinacija nepovoljnih ekoloških utjecaja, uvjetovanih klimatskim ekscesima, štetnicima i bolestima, predstavlja opasnost u djelovanju različitih čimbenika na pojedinu vrstu.

Obična jela najoštećenija je vrsta šumskog drveća u Hrvatskoj. Poznato je kako je vrlo osjetljiva na promjenu "kemijske klime", a osobito na SO₂ i HF (Wentzel, 1969, prema Kreebu, 1974). Iako posjeduje određene prednosti u svojoj ekološkoj konstituciji, kao što su intenzivna korijenska mreža, duboko zakorjenjivanje, dobro podnošenje zasje, brzi oporavak od štetnika, ona je danas najoštećenije drvo u našim šumama.

Intenzivno sušenje jele u Hrvatskoj pojavljuje se još davne 1900. godine u okolici Ogulina, a nedugo iza toga i u Lici. Ponovno je zapaženo u Gorskom kotaru 1951., naglo se širilo te je

1967. zahvatilo čitavo područje. I u njezinom se panonskom dijelu areala javlja sušenje, a osobito je bilo izraženo na Macelju.

Kao posljedica intenziviranja sušenja, 1968. započela su istraživanja uzroka sušenja jele u suradnji Šumarskog fakulteta u Zagrebu i Šumarskog instituta Jastrebarsko u zajedništvu sa šumarskom praksom. Nakon višegodišnjih istraživanja, utvrđeno je da sklonost sušenja jele uvjetuju klimatske promjene, ponajviše zatopljenje i smanjenje vlažnosti staništa. Takvi uvjeti idu u prilog gradaciji štetnika, jelova moljca (*Agryresthia fundella* F. R.). Djelomično sušenje i propadanje jele uzrokovano je većim brojem čimbenika, a posljednji je u nizu jelov moljac (Androić, 1975). Budući da je utvrđeno kako je jela stenovalentna vrsta i ima posebne zahtjeve prema toplini i vodi, dugoročno topla i sušna razdoblja pogoduju njezinom fiziološkom slabljenju i stvaranju uvjeta za napad jelova moljca. Također, utvrđeno je da se u optimumu svog areala, obična jela, zbog svoje povoljne ekološke konstitucije, brže oporavlja od napada jelovog moljca. Prema Prpiću (1975) obična jela u optimumu pridolaska izvan je opasnosti od odumiranja, što se ne odnosi na granicu njezina areala prema toplijim područjima.

Godine 1985., u Nacionalnom parku Plitvička jezera i u Gorskom kotaru, provedeno je istraživanje metodom mikrostaništa, kako bi se utvrdilo opterećenje bukovo-jelovih šuma kiselinama i teškim metalima. Istraživanje je pokazalo da su staništa tih šuma već dulje opterećena mokrim i suhim taloženjem iz onečišćenog zraka te da u dubokim dolinama i uvalama postoje šumske površine s malim unosom stranih tvari, a porastom nadmorske visine, raste imisija (Glavač i dr., 1985).

Odumiranje šuma u Hrvatskoj sustavno se prati i izvještava od 1987. godine, kada je Republika Hrvatska počela sudjelovati u programu ICP Forests. Prvi podatak o osutosti jelovih krošanja, dobiven 1987. godine, otkrio je veliku oštećenost jele. U omjeru zdravih i oštećenih stabala bilo je 27,8 % zdravih i 39,8 % značajno oštećenih stabala jele, dok je na primjeru bukve ustanovljen posve suprotan trend - 80,6 % zdravih stabala i samo 5 % oštećenih. Do 1999. godine oštećenost obične jele u Gorskom kotaru znatno se pogoršala, zdravih stabala bilo je manje od 4 %, dok ih je prosječno za čitav areal jele u Hrvatskoj 14,3 %. Postotak značajno oštećenih stabala od 2000. godine iznosi preko 70 % (Potočić i dr., 2008).

Zbog intenzivnog odumiranja stabala, dolazi do prekida sklopa i stvaranja manjih ili većih šumskih otvora. Takve pojave izazivaju promjenu mikroklimatskih i mikrobioloških uvjeta te probleme kod pomlađivanja (Ugarković i dr., 2011). Prema Runkle (1982), šumski otvor predstavlja prekid sklopa sastojine nastao zbog nedostatka jednog ili više odumrlih, izvaljenih ili slomljenih stabala, unutar kojega je visina mladog naraštaja manja od 10 m. Prema pravilniku o uređivanju šuma (Anon., 2006), otvor u sastojini čini progaljen sklop, otvor koji je nastao prekidom sklopa i ne može se više zatvoriti krošnjama susjednih stabala. Šumski otvori u sastojini koji su rezultat otvaranja sklopa tj. nestanka stabala, odlikuju se drukčijim ekološkim uvjetima od susjedne sklopljene sastojine (Hubbell i dr., 1986), što značajno utječe na pojavu pomlađivanja (Brown, 1993).

Upravo su šumski otvori glavni predmet ovog diplomskog rada, a jedan od njegovih osnovnih ciljeva doprinos su boljem razumijevanju tog fenomena. Tako će analize u nastavku otkriti nešto više o dimenzijama šumskih otvora te evidentirati koje se to vrste šumskog drveća javljaju u otvoru. Isto tako, u radu će biti riječi i o uzrocima nastajanja šumskih otvora (progala, plješina), kao i o utvrđivanju stanja prirodnog pomlatka.

1.1. Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno na području Gorskog kotara, UŠP Delnice, šumarija Fužine u gospodarskoj jedinici Kobiljak - Bitoraj. To je područje prebornih bukovo-jelovih šuma u kojem je izraženo značajno odumiranje jele, posebno tijekom zadnjih dvadesetak godina.



Slika 1. Položaj područja istraživanja

1.2. Položaj

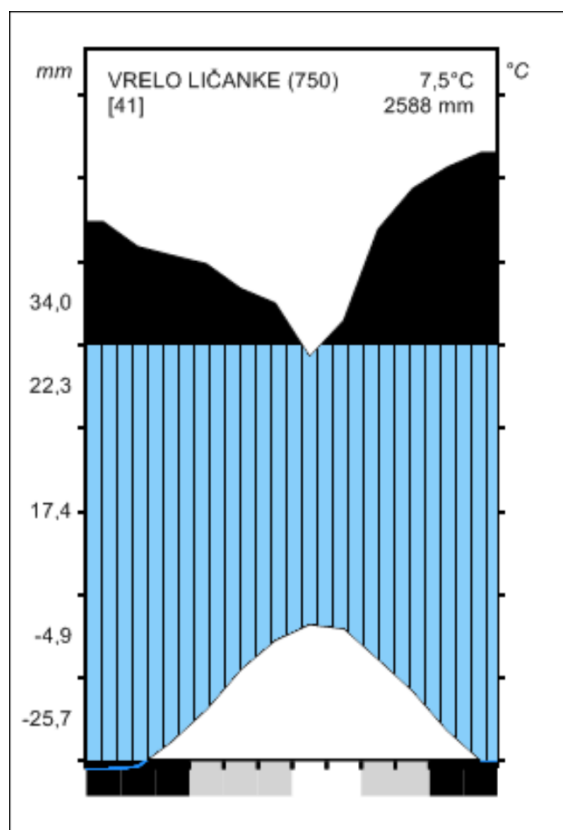
Gospodarska jedinica Kobiljak - Bitoraj nalazi se na zapadnom dijelu Gorskog kotara i čini karakterističnu cjelinu gorskih i pretplaninskih krajeva, koja dijeli kopnene od primorskih geografskih predjela.

Sa svoje sjeverne strane graniči s gospodarskom jedinicom Špičunak, kojom gospodari šumarija Lokve. Na istočnoj strani graniči pak s privatnim posjedima KO Vrata, dok se s južne strane nalazi gospodarska jedinica Drivenik, šumarije Crikvenica. Na zapadu graniči s gospodarskom jedinicom Jelenje velo A i B šumarije Rijeka.

Šume u ovoj gospodarskoj jedinici ispresijecane su brojnim infrastrukturnim sadržajima, pri čemu se dakako ističu autocesta Rijeka - Zagreb, magistralna cesta Rijeka - Zagreb, magistralna pruga Rijeka - Zagreb, lokalne ceste Fužine - Kraljev jarak, Fužine - Sopači Fužine - Hreljin, ali i brojni dalekovodi i naftovod.

Na području gospodarske jedinice nalaze se jezera Bajer i Lepenice, akumulacije za hidrocentralu Tribalj. Jezero Lepenica je površinom i količinom znatno veće od Bajera, dok je jezero Bajer najstarije jezero u fužinarskom kraju izgrađeno pedesetih godina prošlog stoljeća.

1.3. Klima i klimatske prilike



Slika 2. Klimadijagram za meteorološku postaju Vrelo Ličanke za razdoblje 1974. - 2014. godine

Za analizu klime i klimatskih prilika na istraživanom području odabrali smo meteorološku postaju Vrelo Ličanke, za koju su prikupljeni podaci o vrijednostima temperature zraka i količine oborina. Srednja godišnja temperatura zraka iznosila je 7,5 °C. Najhladnije je godišnje doba, dakako, zima sa srednjom temperaturom od – 0,5 °C, dok srednja temperatura za najtoplijih ljetnih mjeseci iznosi 15,7 °C. U razradi po mjesecima titulu najhladnijeg nosi siječanj (-0,9 °C), dok je najtopliji srpanj (16,5 °C). No, srednje temperature zraka za vegetacijsko razdoblje (travanj - rujanj), prema mnogim autorima, imaju znatno veće značenje za razvoj vegetacije, nego srednje godišnje temperature zraka koje u pojedinim godinama u znatnoj mjeri ovise o temperaturi zraka tijekom zimskih mjeseci. Izračunata srednja temperatura za vegetacijsko razdoblje iznosila je 12,8 °C. Apsolutne maksimalne i minimalne temperature zraka pokazuju stvarne i ukupne toplotne razlike određenog područja, a one su vrlo često limitirajući čimbenik za pridolazak, razvoj i opstanak neke vrste (Seletković, 2001). Velika razvedenost, a posebno značajke reljefa, kao što su nadmorska visina i nagib, vrlo često utječu na značajna odstupanja i u ekstremima temperature zraka. Na meteorološkoj postaji Vrelo Ličanke izmjerena je tako najniža temperatura zraka od -25,7 °C. Apsolutne

maksimalne temperature zraka također su visoke za ovaj tip klime. Apsolutna maksimalna temperatura zraka iznosila je 34,0 °C. Apsolutno kolebanje temperature zraka na meteorološkoj postaji Vrelo Ličanke u Fužinama iznosilo je 59,7 °C.

Gorski kotar, odnosno sjeverni dio areala dinarskih bukovo-jelovih i jelovih šuma, najveće je oborinsko područje u Hrvatskoj (Seletković, 2001). Prosječne količine oborina za to područje iznose oko 2000 mm. S klimadijagrama na slici 2. vidimo da je prosječna količina oborina u promatranom razdoblju iznosila 2588 mm. Iz godišnjeg hoda oborina može se zaključiti da je posrijedi maritimni oborinski režim, odnosno da veći dio oborina padne tijekom hladnijeg dijela godine. Maksimalne mjesečne količine oborina padnu u kasnu jesen ili početkom zime, a srpanj je, opet očekivano, mjesec s najmanjom prosječnom količinom oborina. Oborine koje padnu u vegetacijskom razdoblju iznosile su 982,1 mm. S obzirom na raspodjelu oborina prema godišnjim dobima, najveće količine oborina padnu u jesen (840,8 mm), a drugi maksimum je zima. Najmanje količine oborina padnu u ljeto (377,5 mm).

1.4. Geološka podloga i matični supstrat

Sjeverni dio gospodarske jedinice Kobiljak - Bitoraj izgrađuju dolomiti iz geološke starosti lijas (jura), dolomiti s lećama vapnenca te dolomiti s megalodontidama iz geološke formacije gornji trijas. Na ovome području, mozaičnog rasporeda u prostoru, javljaju se glineno-laporovito-pješčane naslage.

Na području oko Vrela Ličanke prevladavaju vapnenci s ulošcima dolomita. U južnom dijelu, na području oko Fužina, Benkovca - Fužinskog i Bajerskog jezera, javljaju se glineni škriljavci, grauvakni pješčenjaci, konglomerati i leće vapnenaca iz mlađeg paleozoika. Unutar areala ove geološke podloge, u manjim enklavama dolaze kvarcni konglomerati.

Na istoku, prema Jelenju i Tuhobiću, dolaze glinene stijene s prislojcima pješčenjaka i vapnenaca koji datiraju iz perma. Istočno od Vrela Ličanke, javljaju se dolomiti i dolomitizirani vapnenci.

Zapadno od Benkovca Fužinskog, na jednom manjem dijelu gospodarske jedinice, kao geološka podloga javlja se amfibolski porfirit iz srednjeg trijasa.

1.5. Reljef i tlo

Reljef područja istraživanja iznimno je nepravilan i rastresit. Isprekidan je glavicama, jarcima, uvalama i stijenama. Gospodarska jedinica se nalazi u oblasti visokog krša. Od većih kota na ovom području ističe se Rogozno (1066 mnm), Blatnik (955 mnm), Brloško (887 mnm), Jelenča (1105 mnm) i Zvirnjak (970 mnm).

Geomorfološki ovo područje možemo podijeliti na dva dijela, a razdjelnicu otprilike čini cesta Vrata - Fužine - Kraljev jarak. Sjeverno od te ceste teren je škrapovit i vrtačast, što je karakteristika visokog krša. Dio gospodarske jedinice koji se nalazi južno od navedene ceste, ispresijecan je karakterističnim jarcima i udolinama. Prilikom određivanja pedogeografskih odnosa na području gospodarske jedinice koristili smo se važećom Osnovom gospodarenja gospodarske jedinice Kobiljak - Bitoraj (Anon., 2012). Vrste tala koje se protežu kroz ovo područje su: distrično smeđe tlo, smeđe tlo na vapnencu i dolomitu, crnica na vapnencu i dolomitu te lesivirano tlo na vapnencu i dolomitu.

1.6. Vegetacijske značajke

1.6.1. *Omphalodo - Fagetum* (Tregubov 1957 corr. Puncer 1980) Marinček et al. 1993 Bukovo - jelove šume s mišjim uhom zapadnih Dinarida

Zapadnodinarska bukovo - jelova šuma s mišjim uhom jedna je od najrasprostranjenijih šumskih asocijacija u Hrvatskoj. Prvi opis asocijacije napravio je I. Horvat 1938. godine i to pod nazivom *Fagetum montanum croaticum australe abietosum*, a nakon njega Tregubov (1957) pod nazivom *Abieti - Fagetum dinaricum*, dok su sadašnji naziv *Omphalodo - Fagetum* dali Marinček i dr. 1993. godine.

Asocijacija *Omphalodo - Fagetum* rasprostire se u Hrvatskoj u Gorskom kotaru na Risnjačkom masivu, zatim na Velebitu te Velikoj i Maloj Kapeli. Uspijeva od 600 do 1300 m, na vapnencima i dolomitima, na lesiviranim tlima, kalkomelanosolima i kalkokambisolima, skoro na svim terenima, nagibima i ekspozicijama.

U sloju drveća prevladavaju bukva i jela, a manji je udio smreke i gorskog javora, dok su obični jasen, gorski brijest, mliječ i jarebika još i rjeđi. Sloj grmlja relativno je bujan, a čine ga *Rhamnus alpinus ssp. fallax*, *Lonicera xilosteam*, *L. alpigena*, *Daphne mezereum*, *D. laureola*. U prizemnom rašću ističu se svojstvene vrste asocijacije *Omphalodes verna* i *Calamintha grandiflora*, *Aremonia agrimonoides*, *Cardamine trifolia*, *Lamium orvala*.

1.6.2. *Ranunculo platanifolii - Fagetum* (Horvat 1938) Marinček et al. 1993 Pretplaninska bukova šuma s planinskim žabnjakom

Velika je važnost ove zajednice jer pokriva znatne površine pretplaninskog pojasa u Gorskom kotaru, osobito u prstenu oko Velikog Risnjaka, na sjevernom Velebitu i Plješevici. To je područje u Hrvatskoj uglavnom iznad 1200 m, na podlozi koju čine vapnenačke stijene različite građe i starosti, mjestimično s ulošcima dolomita. U sloju drveća prevladava bukva uz stalan udio gorskog javora, a pojedinačno dolazi smreka i u nižim predjelima jela.

U sloju grmlja se javlja *Lonicera alpigena*, a u prizemnom rašću prevladavaju *Lamium galeobdolon*, *Prenanthes purpurea*, *Viola reichenbachiana*, *Galium odoratum*, *Paris quadrifolia*, *Mercurialis perennis*, *Festuca altissima*, *Mycelis muralis*, *Cardamine bulbifera*.

Sastojinama koje pripadaju ovoj asocijaciji, danas se u Hrvatskoj uglavnom više ne gospodari. Te su šume značajne prvenstveno zbog zaštitne uloge u područjima svog areala, najviše zbog

sprječavanja erozije, zaštite tla i ublažavanja klimatskih ekstrema te očuvanja staništa divljih biljnih i životinjskih vrsta. Napuštanjem gospodarenja i smanjenim drugim utjecajima one polako prelaze u sekundarne prašume.

1.6.3. *Polysticho lonchitis* - *Fagetum* (Horvat 1938) Marinček in Poldini et Nardini 1993

Pretplaninska bukova šuma s kopljastom paprati

Zajednica uspijeva na kamenitim vrhovima, grebenima i gornjim strmim padinama risnjačkog masiva, Velebita i Velike Kapele, uglavnom iznad 1500 m.

Tlo je vapnenačko - dolomitna crnica, a klimatski su uvjeti oštriji od asocijacije pretplaninske bukove šume s planinskim žabnjakom. U vertikalnom smislu nadovezuje se na asocijaciju *Ranunculo platanifolii* - *Fagetum* i seže do klekovine bora. U tom se rasponu fizionomski znatno mijenja, a porastom nadmorske visine te promjenom klimatskih prilika stabla postaju sve niža, granatija, krivlja pa na prijelazu u klekovinu bora i bukva poprima grmolik izgled i neznatnu visinu.

U sloju drveća uglavnom dolazi bukva, a prisutni su kržljava smreka, poneki gorski javor i jarebika. Sloj grmlja i prizemnog rašća čine *Rhododendron hirsutum*, *Salix appendiculata*, *Pinus mugo*, *Lonicera alpigena*, *Amelanchier ovalis*, *Adenostyles glabra*, *Saxifraga rotundifolia*, *Homogyne sylvestris* te druge vrste kamenitih staništa pretplaninskog pojasa.

Asocijacija danas nema gospodarskog značenja, dok se nekada ekstenzivno krčila prvenstveno za ogrjev, ali i za širenje pašnjaka, izgradnju sezonskih nastambi i slično.

1.7. Nastanak šumskih otvora (progala i plješina)

Početak stvaranja otvora vezano je za odumiranje vitalnih stabala u sastojini, najčešće u slučajevima sušenja stabala, vjetroloma, vjetroizvala, snjegoloma, golobrsta i sl. Dolazi do prekida sklopa, koji može biti privremen ili trajan. Sklop je privremeno prekinut, ako je otvor između krošanja takav da ga susjedna stabla bočnim rastom svojih krošanja ponovno mogu zatvoriti. Trajno prekinut sklop nastaje, ako je otvor toliko velik da ga susjedne krošnje više ne mogu zatvoriti. Takav otvor naziva se progala, a sklop nazivamo progaljenim sklopom. Trajni prekid sklopa nastaje gubitkom krošanja nekoliko susjednih stabala, primjerice skupine ili grupe stabala. Trajno razgoljenu površinu ne veću od 0,1 ha predstavlja plješina.



Slika 3. Odumrlo stablo obične bukve, početak stvaranja progale (Izvor: Ugarković, D. 2017)

Također, šumski otvori nastaju sanitarnom sječom stabala prema Pravilniku o doznaci oštećenih stabala (Anon., 2015), odnosno kriterijima koje taj pravilnik propisuje za sanitarnu sječju. Provodi se tako da se doznačuju odumrla i živa stabla (čija je osutost krošnje veća od 80%, ako je odumiranjem zahvaćen vrh stabla kod crnogoričnih stabala te stabla na kojima se pojavljuju simptomi bolesti i štetnika na samoj kori ili ispod nje). Doznačena se stabla mjere i

obilježavaju u prsnoj visini (približno 1,30 m od tla). Kod doznačenih stabala prsnog promjera iznad taksacijske granice (u Hrvatskoj iznosi 10 cm), mjere se prsni promjeri stabala i unose po odsjecima u obrasce doznačne knjižice (terenski manuali osmatranja i procjene zdravstvenog stanja šuma) ili terensko računalo. Prsni se promjeri unose po debljinskim stupnjevima u obrazac D - 1 doznačne knjižice ili terensko računalo. U sastojinama, u kojima je propisano obilježavanje i rednim brojem doznake, mjere se prsni promjeri svih doznačenih stabala u stupnjevima i po rednom broju unose u obrazac D - 2. Prednosti su doznačnih knjižica u tome što jeftino i brzo možemo dobiti podatke o jako oštećenim stablima i sušcima unazad 10 i više godina. Šumarija je dužna čuvati doznačne knjižice za vrijeme trajanja programa ili osnove gospodarenja (10 godina) (Frković, 2015).

Intenzitet odumiranja stabala u sastojini utvrđuje se na temelju broja stabala, drvene mase, smanjenja prirasta sastojine. On može biti mali, umjeren, intenzivan i ekstremno (Tikvić i Seletković, 1996), a uzimajući u obzir sve nabrojane elemente utvrđujemo intenzitet propadanja šuma.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog diplomskog rada su:

- utvrditi dinamiku (promjenu) površina šumskih otvora
- utvrditi vrste šumskog drveća koje tvore šumske otvore
- utvrditi uzroke stvaranja šumskih otvora
- utvrditi stanje prirodnog pomlađenja u šumskim otvorima

3. MATERIJAL I METODA RADA

Istraživanja dinamike i stanja prirodnog pomlađenja šumskih otvora obavljena su na području gospodarske jedinice "Kobiljak - Bitoraj" s kojom gospodari šumarija Fužine, Uprava šuma Podružnica Delnice. Pokus je postavljen u odjelu 31 u dinarskoj bukovo-jelovoj šumi, u dva šumska otvora (jedan veći i jedan manji). Šumski su otvori nastali uslijed intenzivnog odumiranja stabala obične jele (*Abies alba* Mill.) i obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u većim ili manjim grupama. Otvori su bili stari trinaest godina (Anon., 2012). Rub šumskog otvora određen je vertikalnom projekcijom krošanja rubnih stabala okolo otvora (Runkle, 1982; Rozenbergar et al., 2007), a rub proširenog otvora deblima rubnih stabala. Unutar svakog otvora, u sklopu analiza, postavili smo poligoni vlak oko samog šumskog otvora. Tako smo izračunali i površinu (m²). Kontrolna ploha, tj. sklopljena sastojina, bila je smještena u odjelu 32 gospodarske jedinice "Kobiljak - Bitoraj". Kontrolne plohe bile su dimenzije 50 x 50 m (250 m²). Prema podacima iz obrasca O-3 Programa gospodarenja gospodarskom jedinicom, u predmetnom odjelu nema intenzivnog odumiranja stabala. Sve su se pokusne plohe nalazile u istim reljefnim i pedološkim uvjetima te su pripadale istoj šumskoj zajednici (*Omphalodo - Fagetum* Marinček 93). Geološka je podloga vapnenac, a tlo je smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol). Šumski otvori i kontrolna ploha nalazile su se na 760 metara nad morem, jugozapadne ekspozicije te na 10° do 11° nagiba terena. Sklop je kontrolne plohe potpun.

Procjena osutosti krošanja rubnih stabala šumskih otvora napravljena je u srpnju 2017. godine na osnovu teoretskog referentnog stabla (PCC 1988). Na svakom šumskom otvoru i kontrolnim plohama postavljena je mreža 10 x 10 m. Na sjecištima te mreže postavljene su pokusne plohe dimenzija 1 x 1 m. Na svakoj pokusnoj plohi izmjeren je broj biljaka prema vrsti te vitalitet biljaka. Biljke su razvrstane u visinske klase do 20 cm, 20 - 130 cm, 130 - 250 cm i > 250 cm visine (Diaci i dr., 2012). Vitalitet je obične jele određen s obzirom na vrijednost "svjetlosnog koeficijenta". Svjetlosni koeficijent izračunat je kao omjer rasta glavnog izbojka u odnosu na prosječni rast sporednih izbojaka u zadnja tri pršljena. Sljedeći raspon vrijednosti svjetlosnog indeksa dodijeljen je pojedinim razredima vitalnosti: 1. razred - preko 1,0; 2. razred 0,5-1,0; 3. razred 0,25-0,5 i 4. razred ispod 0,25 (Dobrowolska, 1998). Vitalitet listopadnih vrsta određen je prema slici 4. (Rozenbergar i dr., 2014).

Oblik biljke

ravan



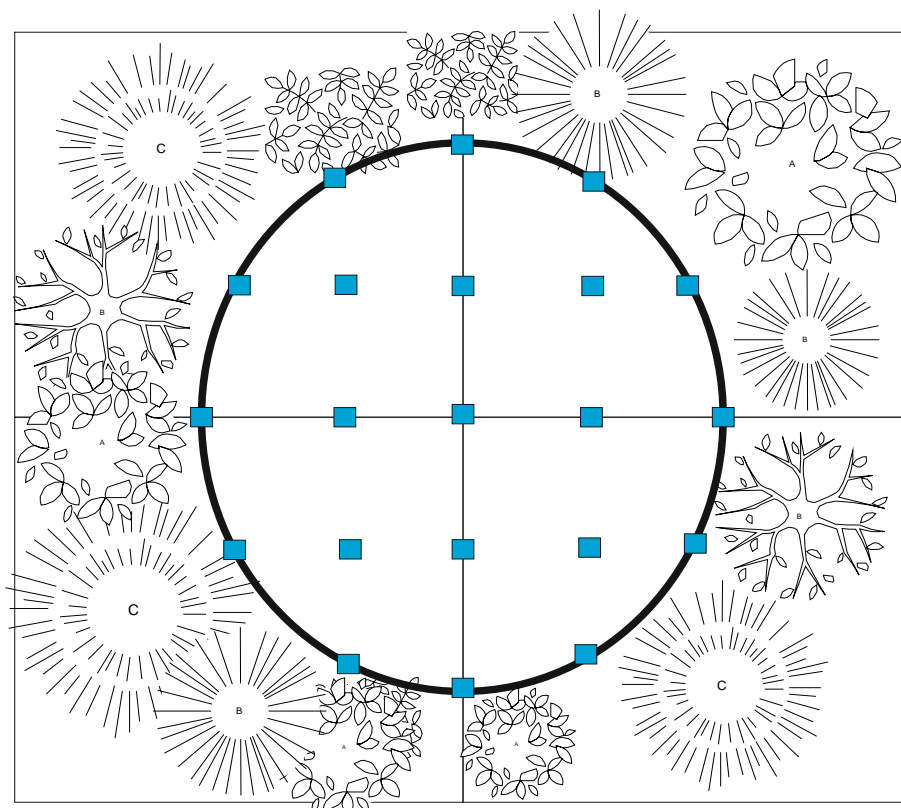
rašljast

**Oblik vrha biljke**

uspravan



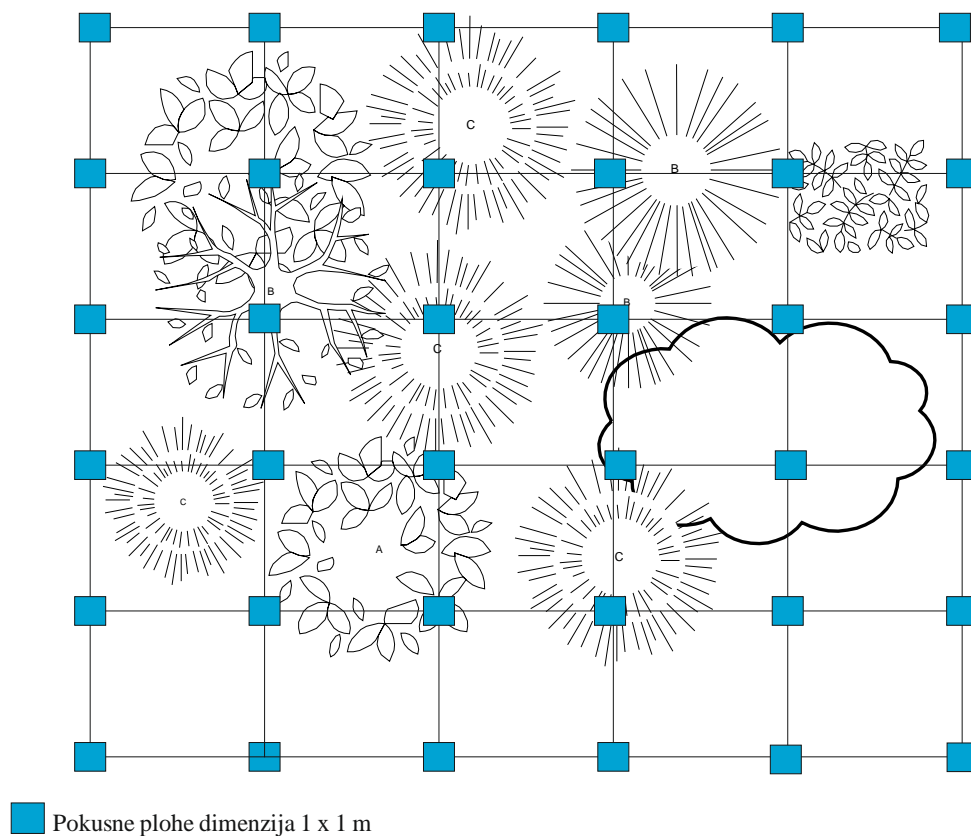
plagiotropan

Slika 4. Oblik biljke i oblik vrha biljke (Rozenbergar i dr., 2014)

■ Pokusne plohe dimenzija 1 x 1 m

— Rub šumskog otvora

Slika 5. Skica plana izmjere prirodnog pomlađenja u šumskom otvoru



Slika 6. Skica plana izmjere prirodno pomlađenja u kontrolnoj plohi

Statistička obrada podataka (deskriptivna statistika) provedena je u statističkom programu Statistica 7.1. (StatSoft, Inc. 2003).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Dinamika šumskih otvora

Tablica 1. Površina (m²) velikog šumskog otvora 2007. i 2017. godine

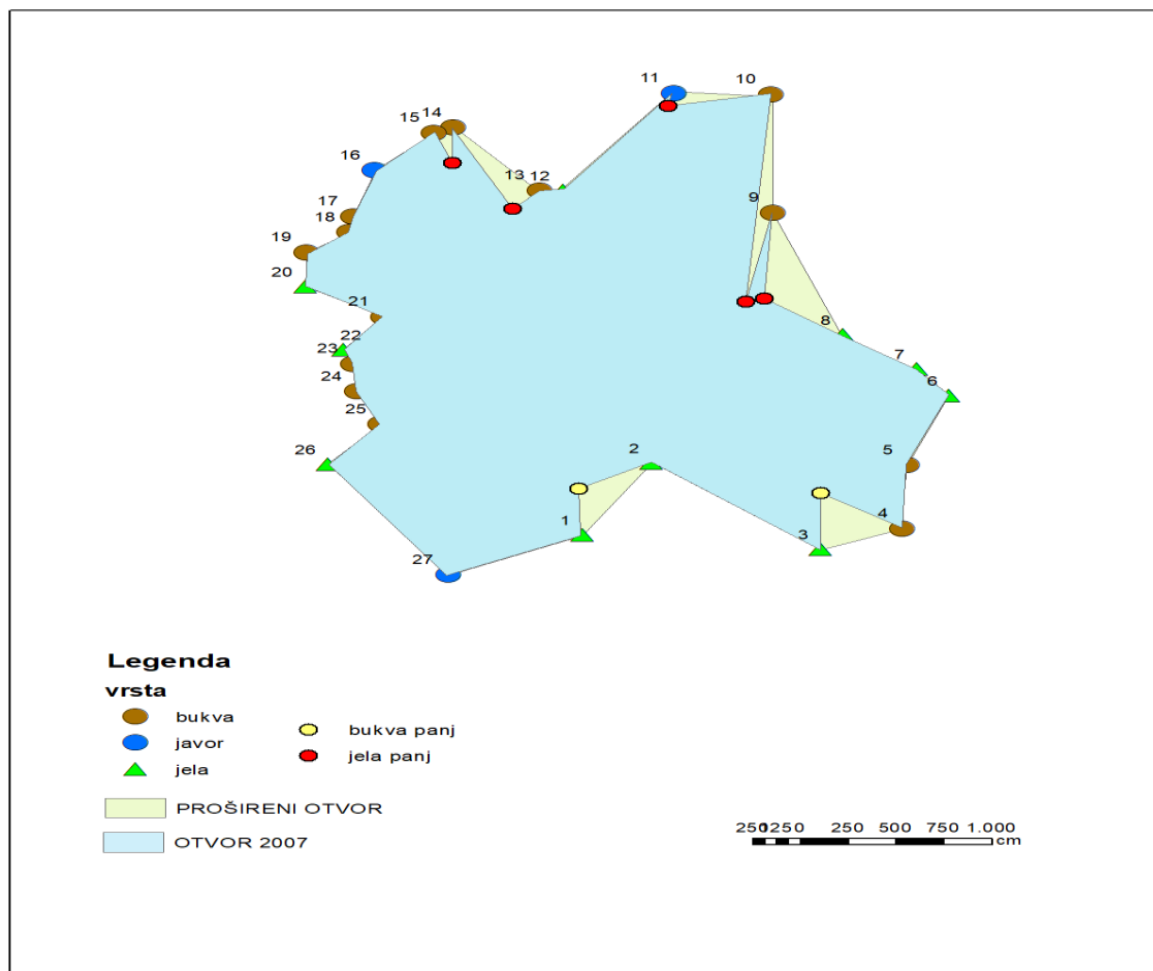
Pozicija otvora	Godine	
	2007	2017
	Površina (m ²)	
Otvor	859	1 200
Prošireni otvor	1 141	1 525

U tablici 1. prikazane su površine velikog otvora i proširenog otvora za 2007. i 2017. godinu. Površine otvora i proširenog otvora povećale su se s 859 na 1200 m² za otvor i s 1141 na 1525 m² za prošireni otvor.

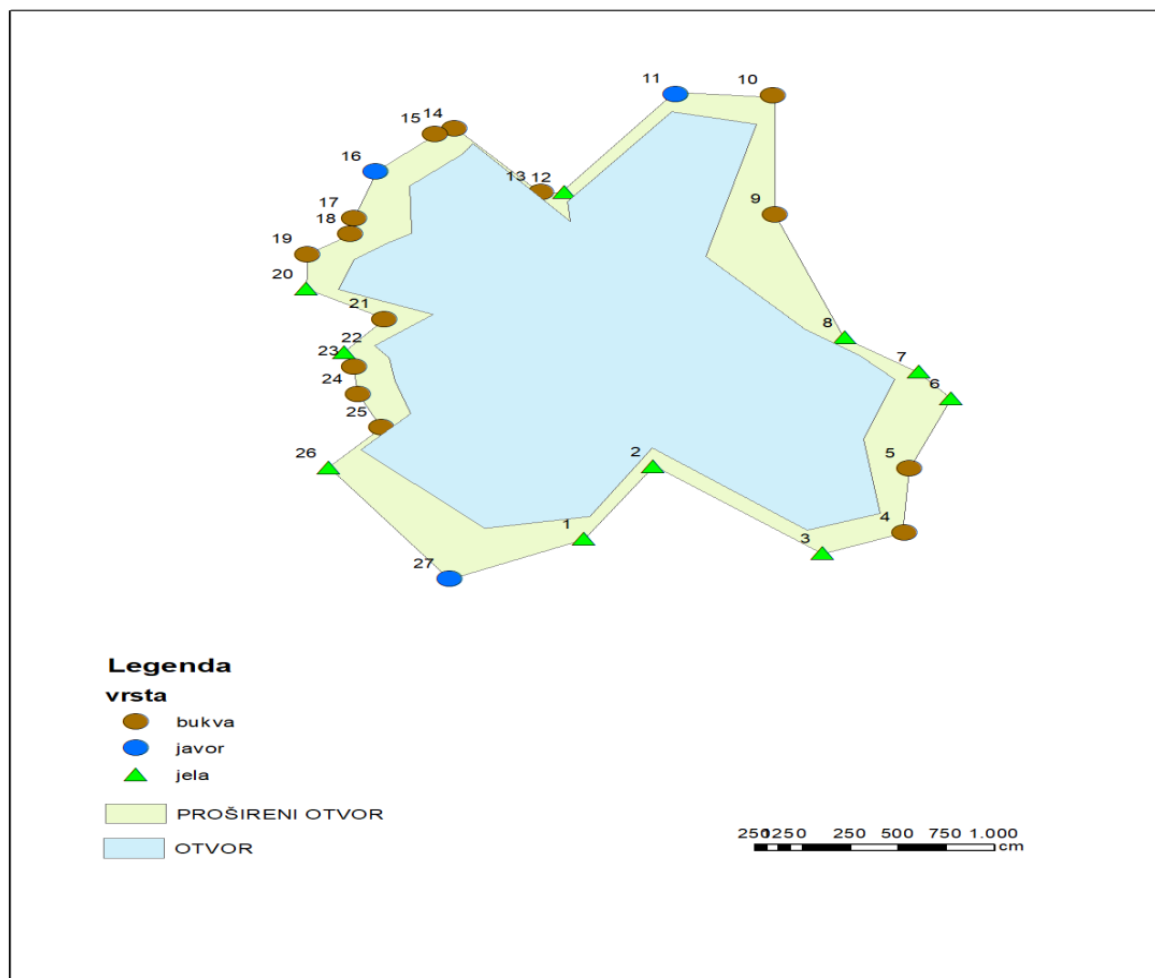
Tablica 2. Površina malog šumskog otvora 2007. i 2017. godine

Pozicija otvora	Godine	
	2007	2017
	Površina (m ²)	
Otvor	200	432
Prošireni otvor	320	547

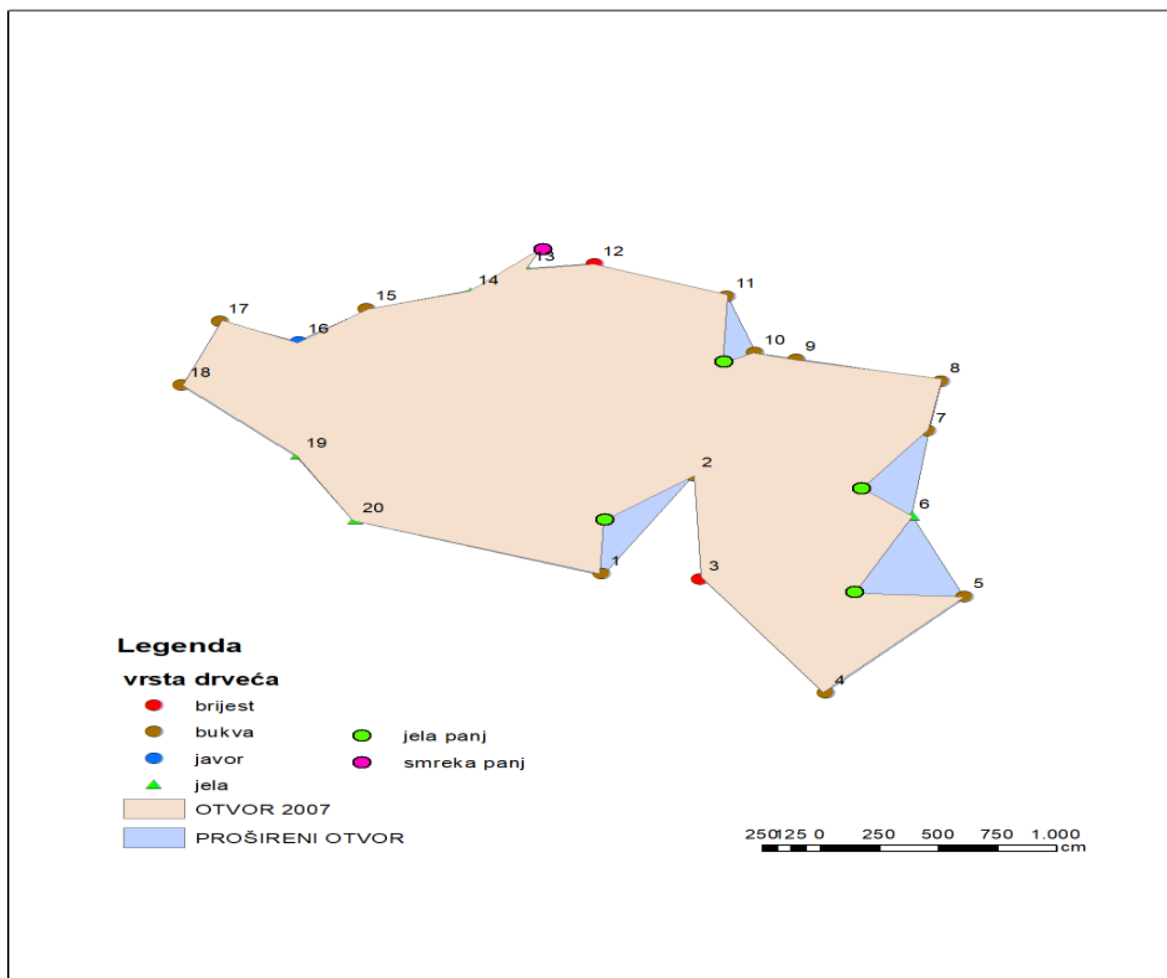
U tablici 2. prikazana je promjena površina malog otvora i njegovog proširenog otvora u vremenskom razdoblju od deset godina. Površina otvora povećala se s 200 na 432 m², a površina proširenog otvora s 320 na 547 m².



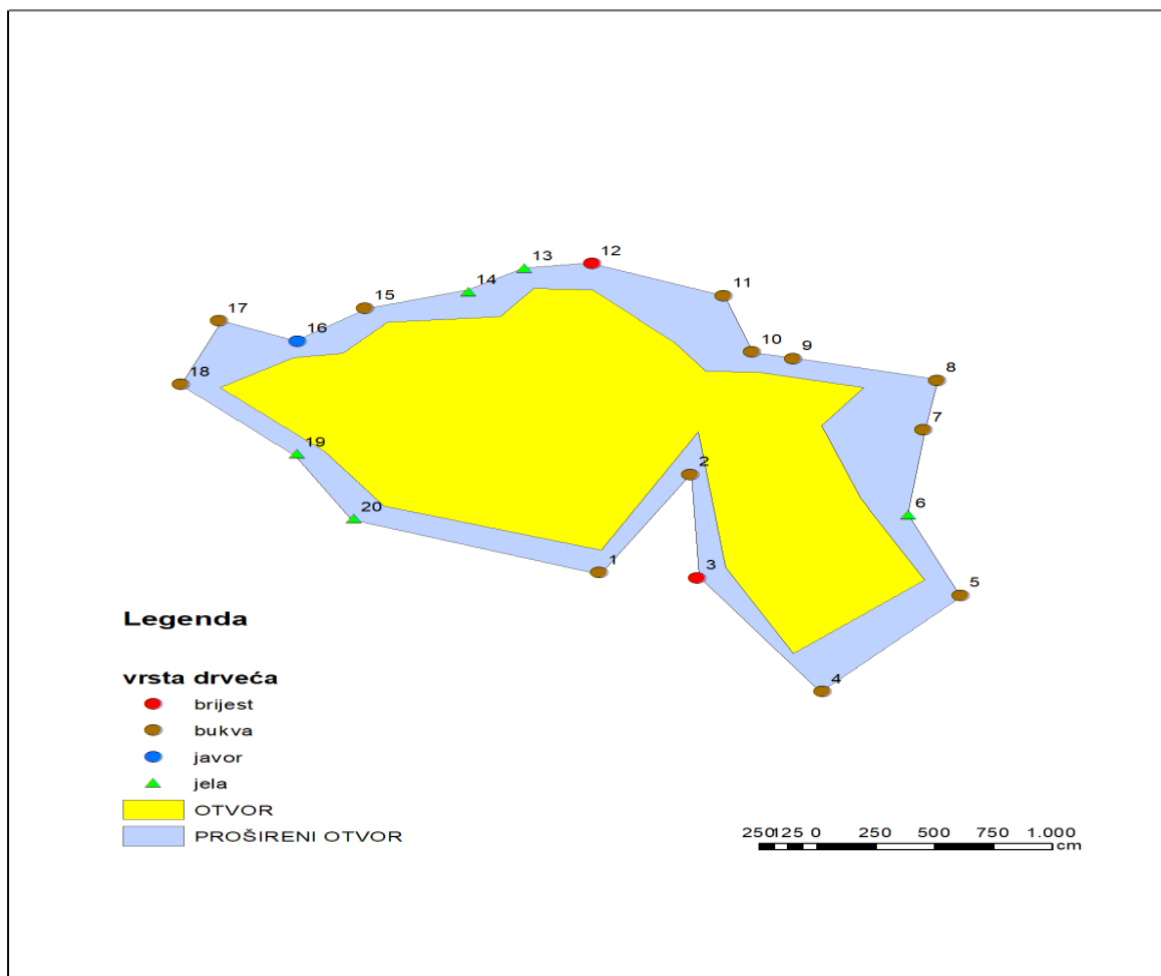
Slika 7. Na slici je prikazana karta velikog šumskog otvora (prošireni otvor i otvor) s položajem stabala iz 2007. godine



Slika 8. Karta velikog šumskog otvora (prošireni otvor i otvor) s položajem stabala iz 2017. godine

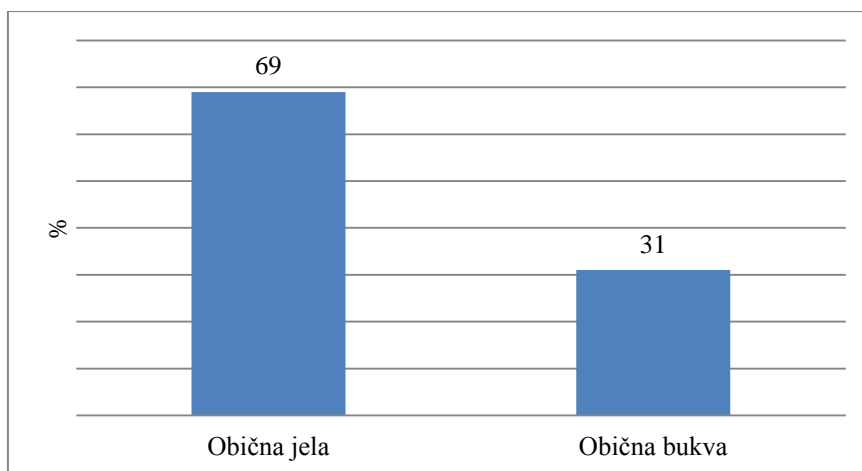


Slika 9. Karta malog šumskog otvora (otvor i prošireni otvor) s položajem stabala iz 2007. godine



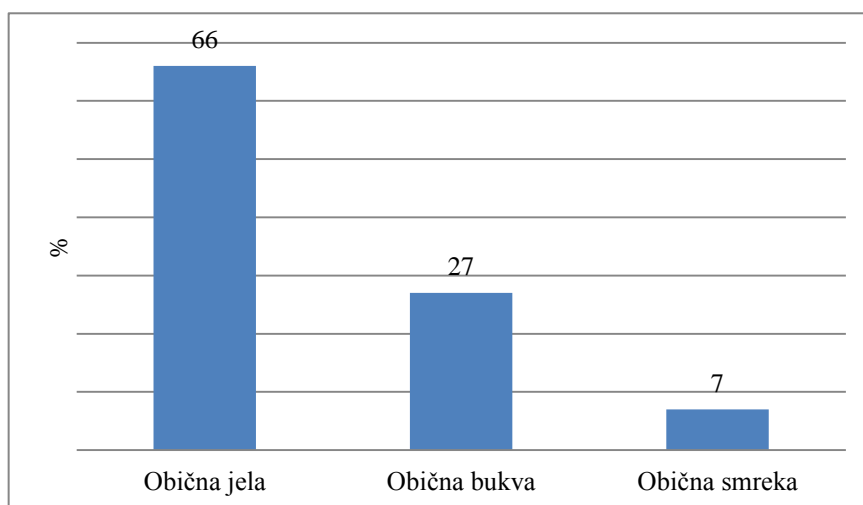
Slika 10. Na slici je prikazana karta malog šumskog otvora (otvor i prošireni otvor) s položajem stabala iz 2017. godine

4.2. Šumsko drveće ("gap makers") i uzroci nastajanja šumskih otvora



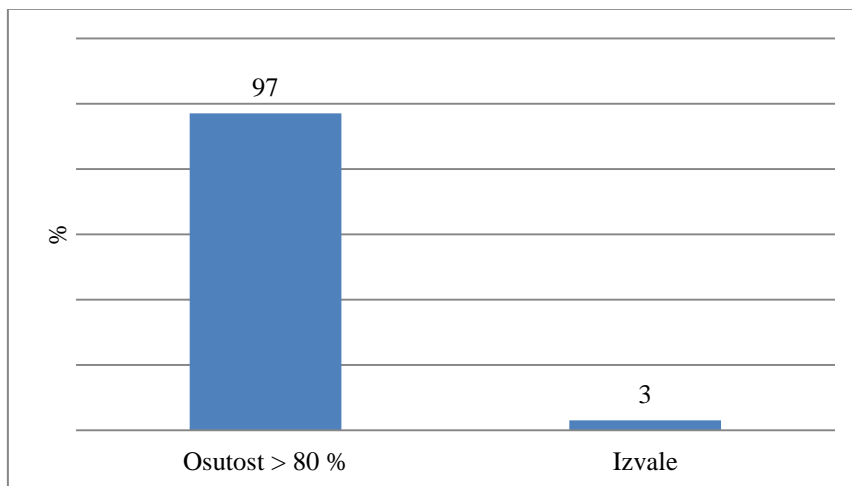
Slika 11. Postotni udio stabala u sanitarnoj sječi prema vrstama šumskog drveća za veliki šumski otvor

Prema podacima prikazanim na slici 11., veliki je otvor nastao sanitarnom sječom stabala obične jele (69 %) i obične bukve (31 %).



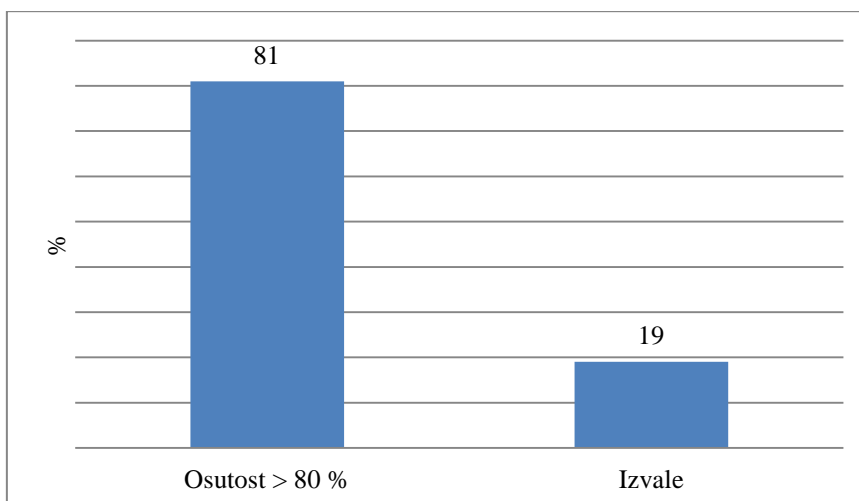
Slika 12. Postotni udio stabala u sanitarnoj sječi prema vrstama šumskog drveća za mali šumski otvor

Na slici 12. prikazan je postotni udio stabala u sanitarnoj sječi za mali šumski otvor. Mali šumski otvor nastao je sanitarnom sječom stabala obične jele (66 %), obične bukve (27 %) i obične smreke (7 %).



Slika 13. Postotni udio uzroka sanitarne sječe za veliki šumski otvor

Stabla na prostoru velikog otvora (slika 13.) bila su posječena sanitarnom sječom, uglavnom zbog velike osutosti krošanja stabala, stupnjevi osutosti krošanja 3b i 4 (97 %) i zbog različitih oblika izvala (3 %).



Slika 14. Postotni udio uzroka sanitarne sječe za mali šumski otvor

Postotni udio stabala stupnjeva osutosti krošanja 3b i 4 u sanitarnoj sječi za prostor malog otvora iznosio je 81 %, a razni oblici izvala sudjelovali su u sanitarnoj sječi s 19 % (slika 14).

4.3. Osutost krošanja stabala na rubu šumskih otvora

Tablica 3. Prosječna osutost krošanja (%) šumskog drveća na rubu velikog i malog šumskog otvora

Vrsta šumskog drveća	Veliki otvor	Mali otvor
Obična jela	48	45
Obična bukva	53	50
Gorski javor	53	30

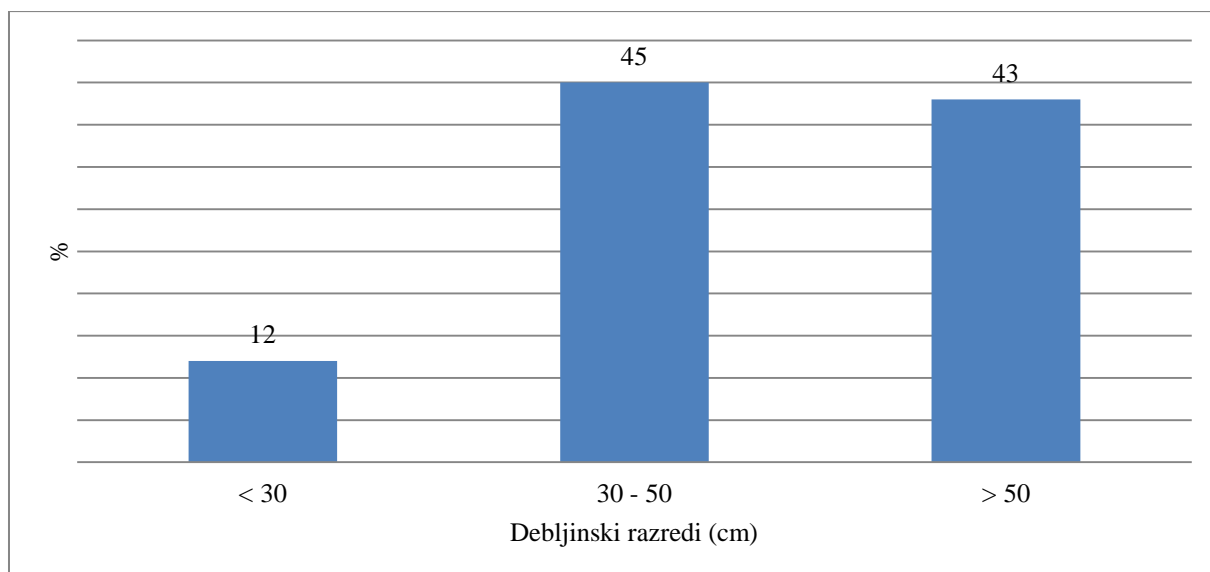
U tablici 3. prikazana je prosječna osutost krošanja stabala na rubu velikog i malog šumskog otvora. Obična bukva imala je najveću prosječnu osutost krošanja i to 53 % za veliki i 50 % za mali šumski otvor. Najveće odstupanje u prosječnoj osutosti krošanja bilo je kod gorskog javora, 53 % za veliki i 30 % za mali šumski otvor (tablica 3).

Tablica 4. Postotak sanitarnih stabala (%) oko šumskog otvora

Sanitarna stabla/šumsko drveće	Veliki otvor	Mali otvor
Osutost krošanja > 80 %	11	10
Obična jela	0	0
Obična bukva	100	50
Gorski brijest	0	50

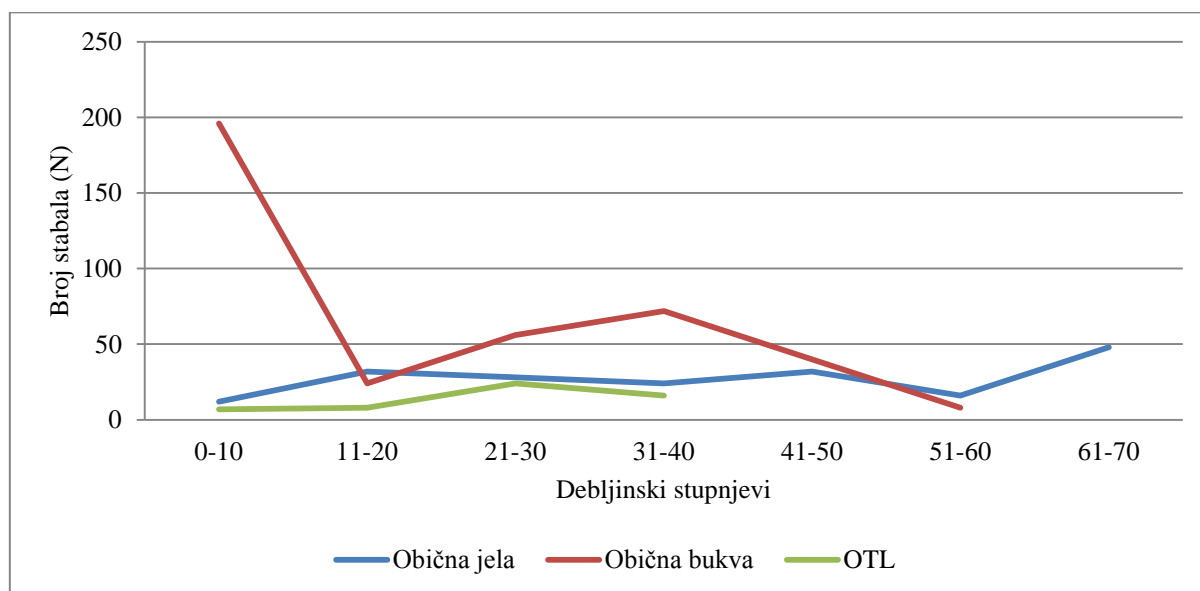
S obzirom na osutost krošanja stabala (tablica 4), 11 % bilo je potencijalnih sanitarnih stabala na rubu velikog šumskog otvora i 10 % stabala na rubu malog šumskog otvora. Od tih 11 % sanitarnih stabala na rubu velikog šumskog otvora, sva stabla su bila stabla obične bukve (100 %). Od 10 % sanitarnih stabala na rubu malog šumskog otvora, 50 % je bilo stabala obične bukve, a 50 % je bilo stabala gorskog brijesta.

4.4 Struktura šumske sastojine i prirodno pomlađivanje šumskih otvora



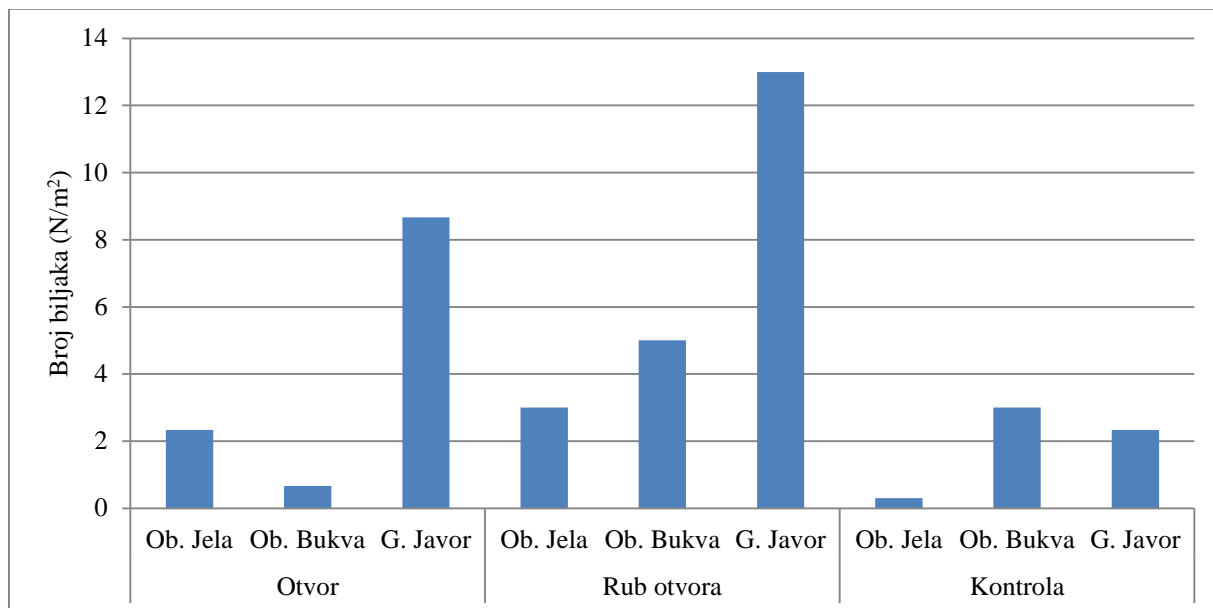
Slika 15. Omjer drvnog volumena šumske sastojine prema debljinskim razredima

Na slici 15. prikazan je omjer drvnog volumena šumske sastojine (kontrolna ploha). Šumska sastojina imala je drvenu zalihu od 500 m³/ha. Odnosi debljinskih razreda iznose 12 % : 45 % : 43 %. Najveće je odstupanje u odnosu na normalu kod stabala prvih debljinskih razreda do 30 cm.



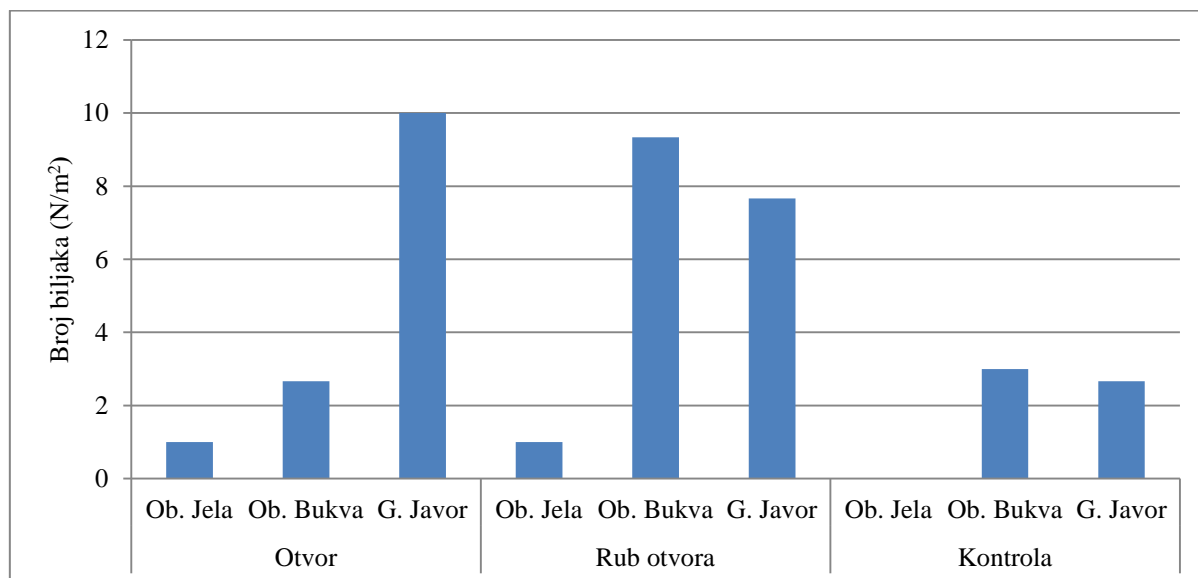
Slika 16. Broj stabala u šumskoj sastojini po debljinskim stupnjevima

U debljinskim razredima do 20 cm, prema broju stabala, najzastupljenija vrsta šumskog drveća je obična bukva. Obična bukva prema broju stabala je ukupno najzastupljenija vrsta šumskog drveća (slika 16).



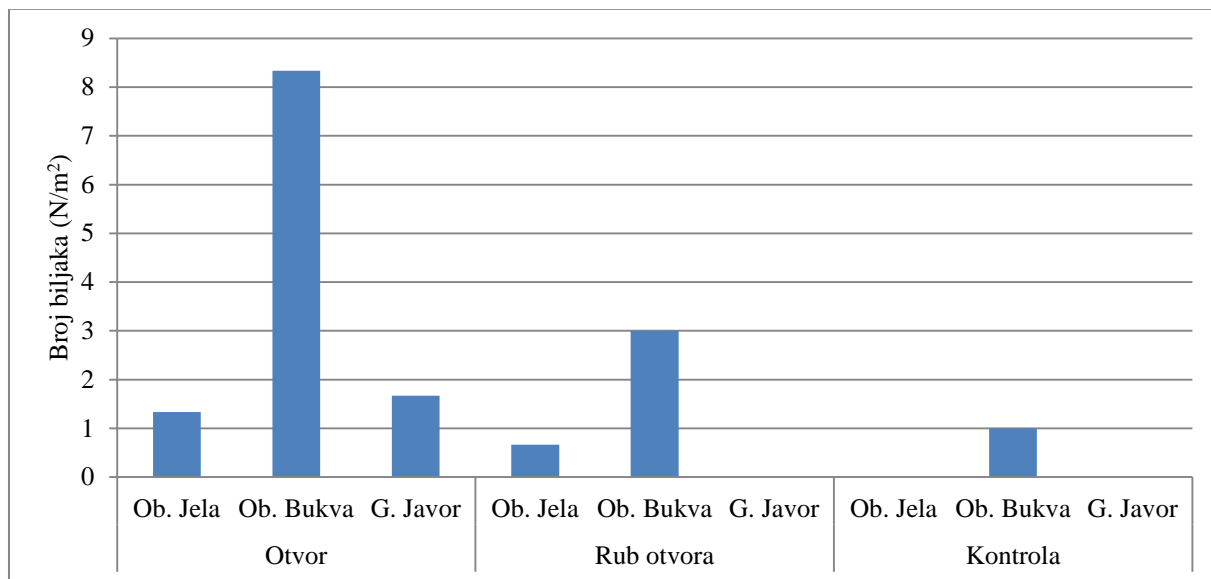
Slika 17. Prosječan broj biljaka (< 20 cm) za veliki šumski otvor i kontrolu

Prema rezultatima na slici 17. u velikom otvoru i na rubu otvora je bio najveći broj biljaka gorskog javora (9 i 13 N/m^2). U kontroli je bio najveći broj biljaka obične bukve (3 N/m^2). U velikom otvoru je bilo 2,3 N/m^2 obične jele, na rubu velikog otvora 3 N/m^2 obične jele, a u kontroli svega 0,3 N/m^2 .

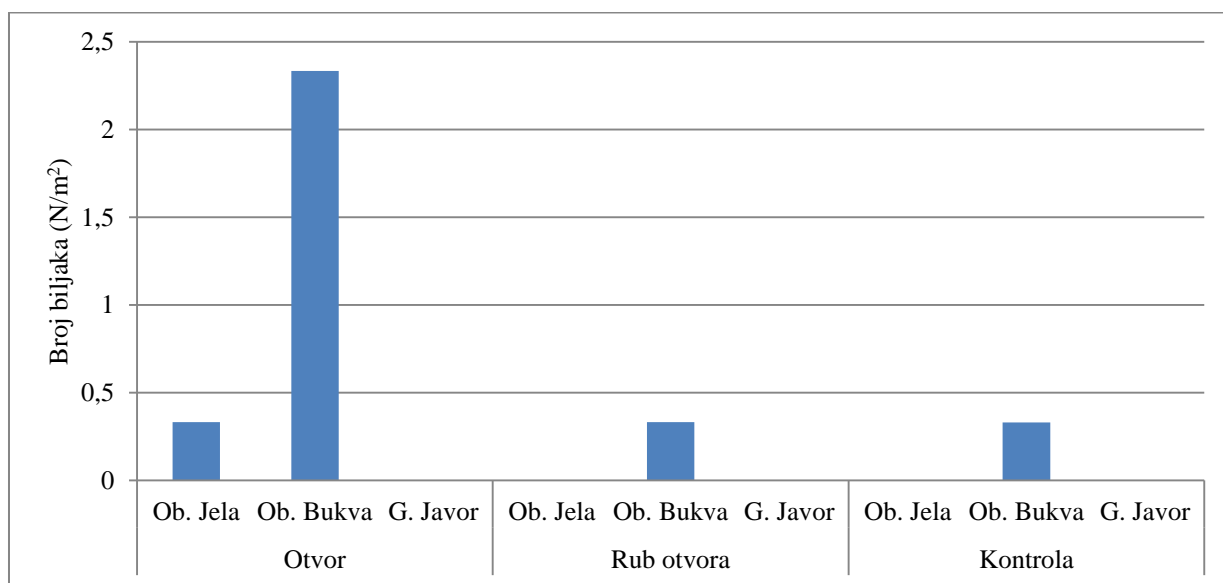


Slika 18. Prosječan broj biljaka (20 – 130 cm) za veliki šumski otvor i kontrolu

Na slici 18. prikazan je broj biljaka (N/m^2) visinske klase 20 - 130 cm za veliki šumski otvor. U velikom otvoru je bio najveći broj biljaka gorskog javora (10 N/m^2), a najmanje obične jele (1 N/m^2). Na rubu velikog otvora i u kontroli je bio najveći broj biljaka obične bukve (9 i 3 N/m^2).

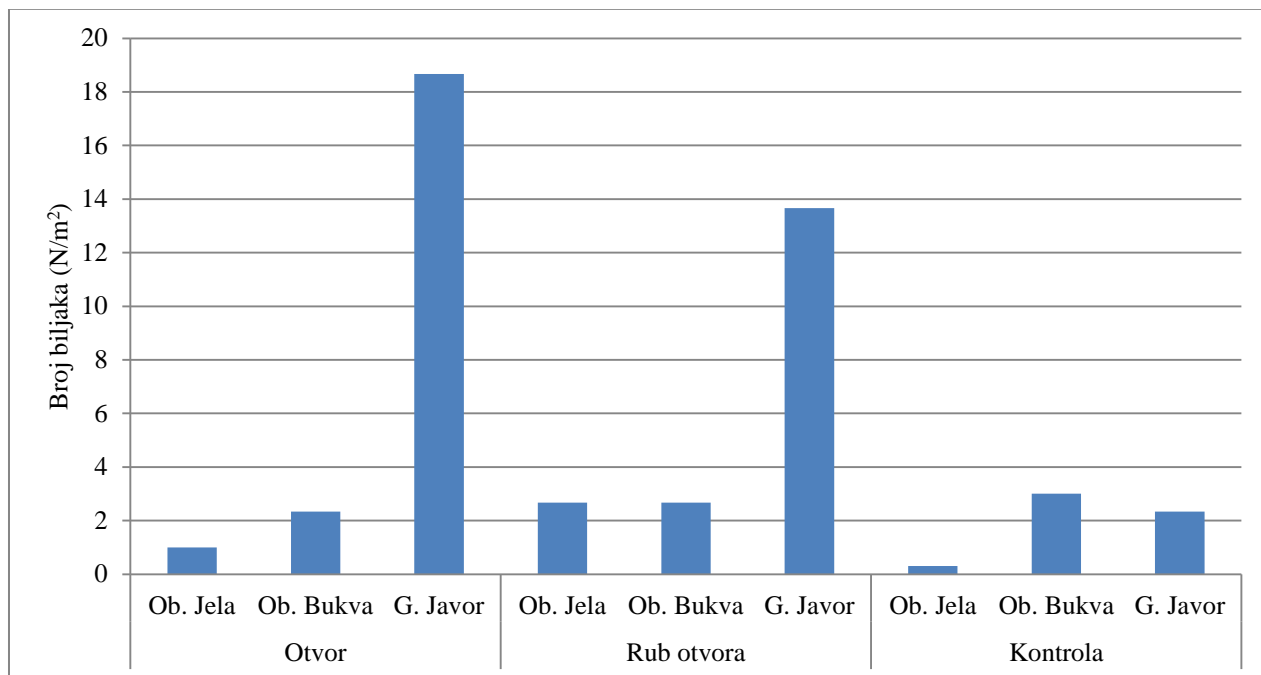


Slika 19. Prosječan broj biljaka (130 – 250 cm) za veliki šumski otvor i kontrolu



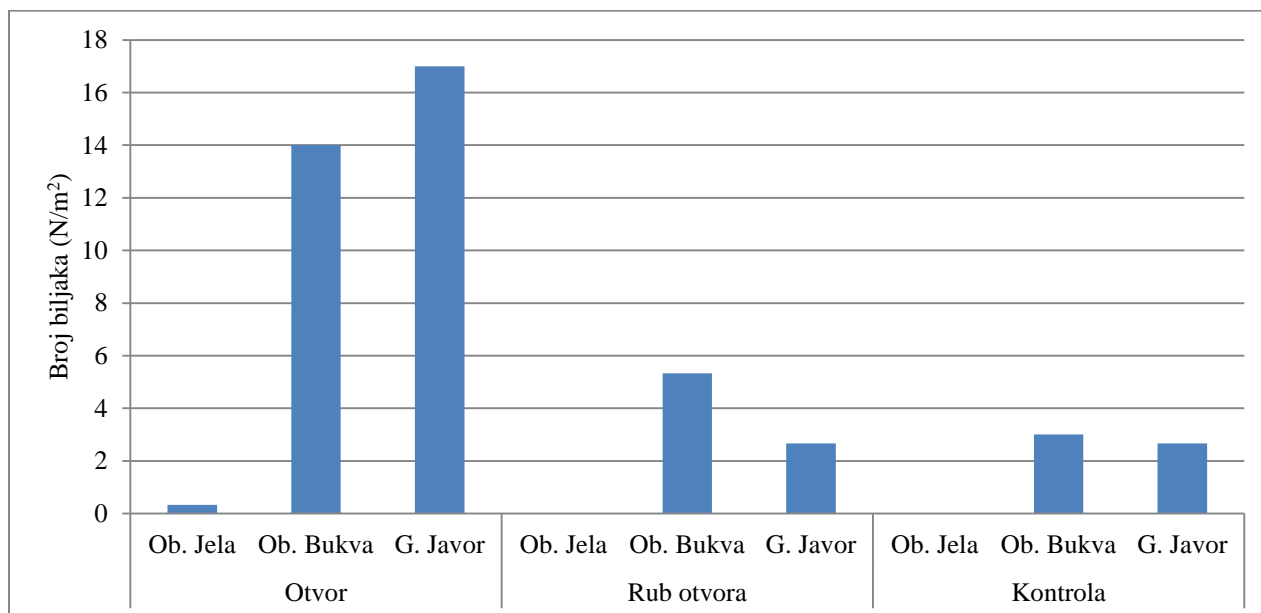
Slika 20. Prosječan broj biljaka (> 250 cm) za veliki šumski otvor i kontrolu

U velikom šumskom otvoru, na rubu otvora i u kontroli (šumska sastojina) je bio najveći broj biljaka obične bukve visinskih klasa 130 - 250 cm i > 250 cm (slike 19 i 20).



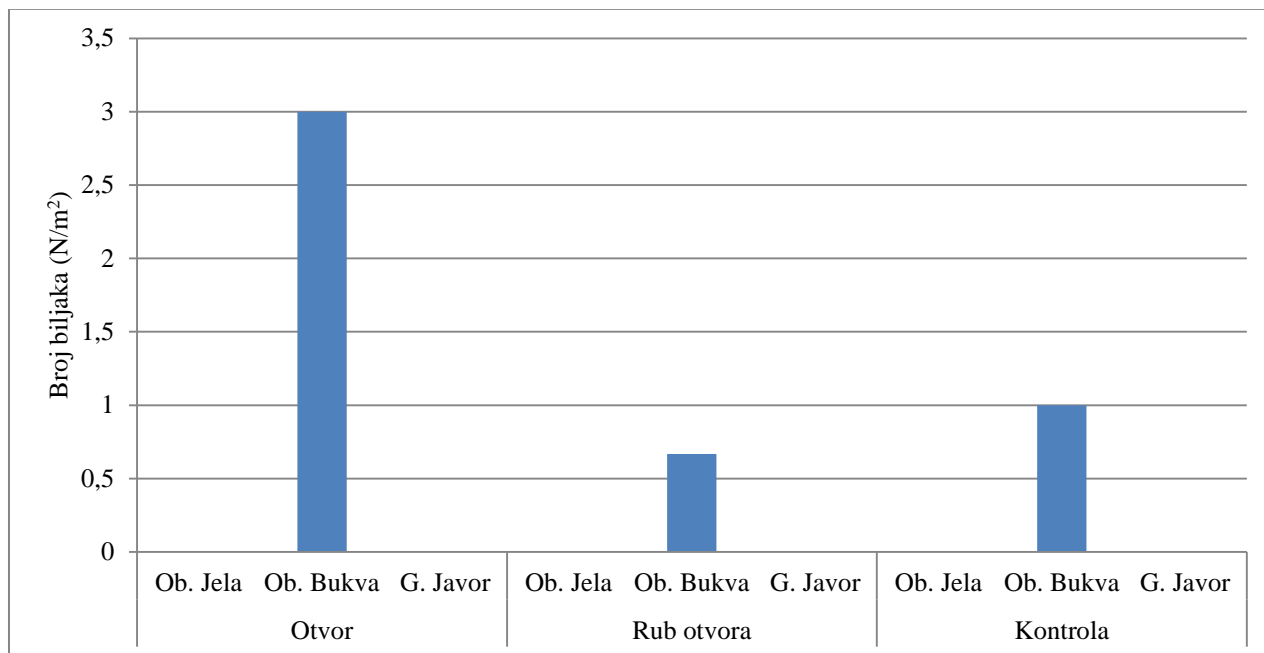
Slika 21. Prosječan broj biljaka (< 20 cm) za mali šumski otvor i kontrolu

Prosječni broj biljaka obične jele do 20 cm visine u malom otvoru je iznosio 1, a na rubu otvora 2,7 (N/m²). Gorskog javora je u malom otvoru bilo 19 N/m², a na rubu malog otvora 14 N/m² (slika 21).



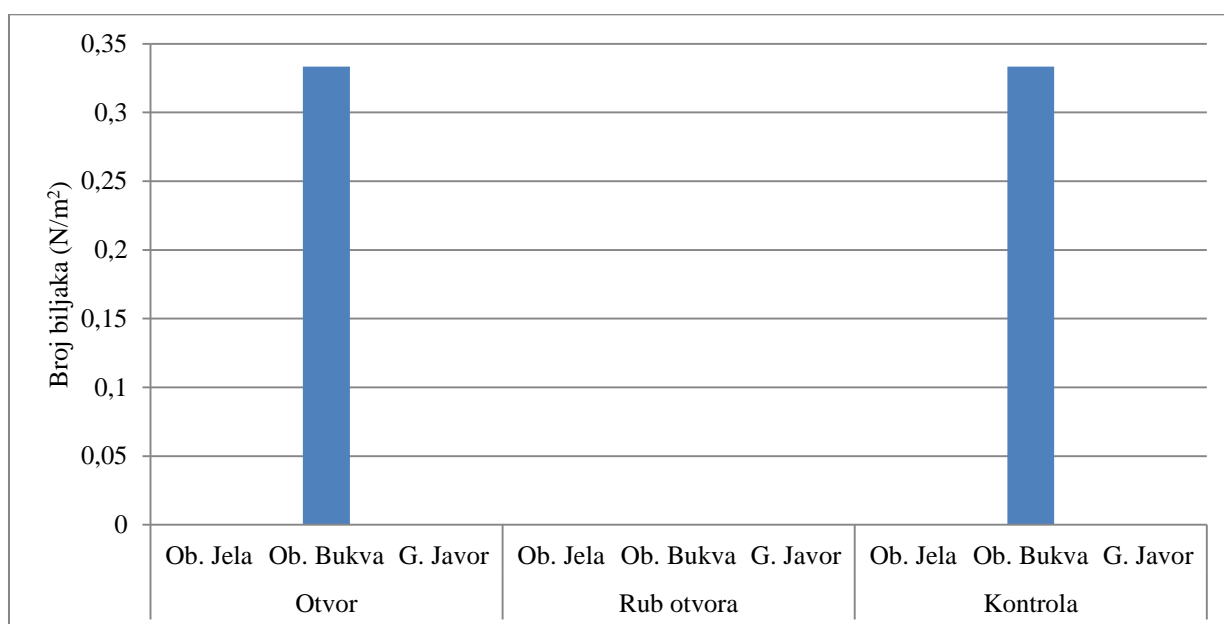
Slika 22. Prosječan broj biljaka (20 – 130 cm) za mali šumski otvor i kontrolu

U visinskoj klasi od 20 do 130 cm u malom otvoru je bilo 0,3 N/m² obične jele, 14 N/m² obične bukve i 17 N/m² gorskog javora (slika 22).



Slika 23. Prosječan broj biljaka (130 – 250 cm) za mali šumski otvor i kontrolu

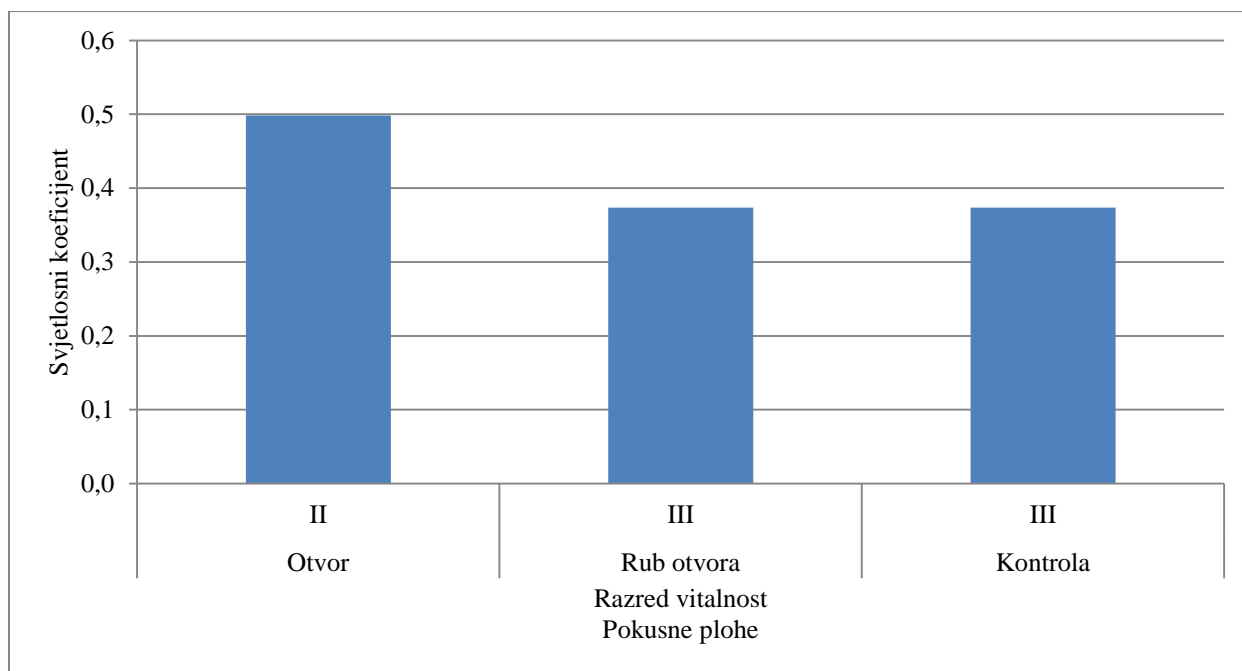
U visinskoj klasi 130 - 250 cm u malom otvoru je bilo 3 N/m², na rubu malog otvora 0,7 N/m² i u kontroli 1 N/m² obične bukve (slika 23).



Slika 24. Prosječan broj biljaka (> 250 cm) za mali šumski otvor i kontrolu

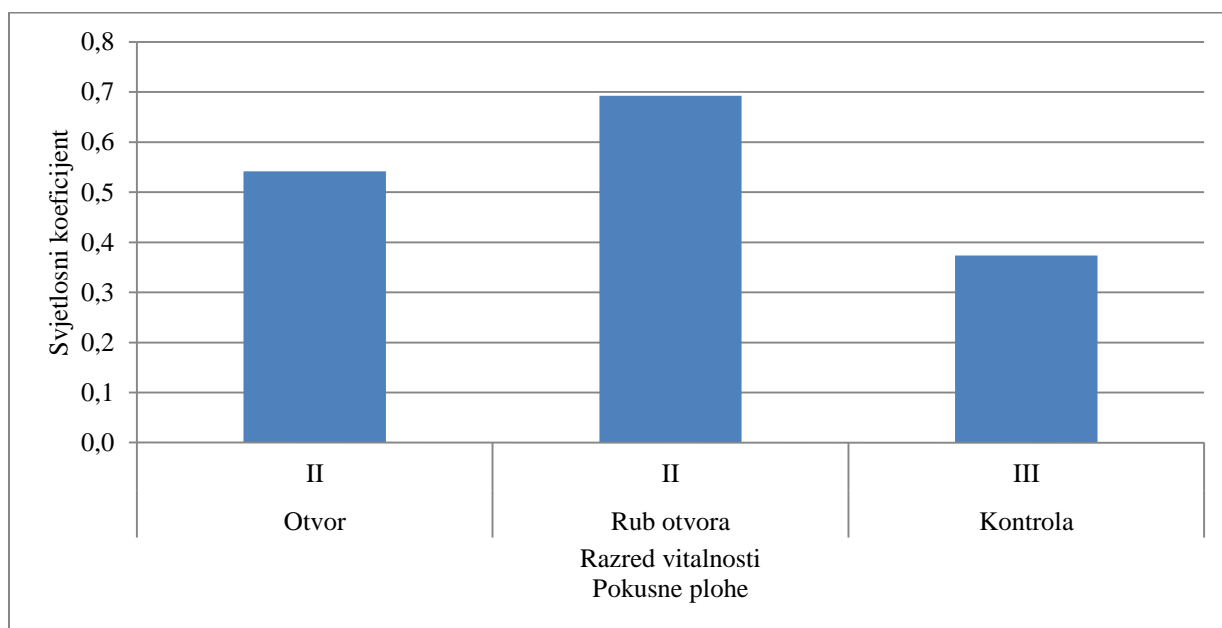
U visinskoj klasi > 250 cm visine u malom otvoru i u kontroli je bilo 0,3 N/m² obične bukve (slika 24).

4.5. Vitalnost biljaka iz prirodnog pomlađenja



Slika 25. Svjetlosni koeficijenti za običnu jelu u velikom šumskom otvoru i kontroli

Na slici 25. su prikazani svjetlosni koeficijenti i razredi vitalnosti za običnu jelu na različitim pozicijama velikog šumskog otvora i kontrolne plohe. Obične jele u velikom otvoru su imale svjetlosni koeficijent 0,5. Na rubu velikog otvora i u kontroli su imale svjetlosni koeficijent 0,4.



Slika 26. Svjetlosni koeficijenti za običnu jelu u malom šumskom otvoru i kontroli

Na slici 26. su prikazani svjetlosni koeficijenti i razredi vitalnosti za običnu jelu na različitim pozicijama malog šumskog otvora i kontrolne plohe. Najveći svjetlosni koeficijent je bio na rubu malog šumskog otvora i iznosio je 0,7, zatim u malom otvoru (0,5), a najmanji je bio u kontrolnoj plohi (0,4).

Tablica 5. Oblici vrha i biljke obične bukve (%) za veliki šumski otvor

Oblici	Kategorije	Veliki otvor	Rub otvora	Kontrola
Vrh	Ravan	72	57	61
	Rašljast	28	38	26
	Odlomljen	-	5	13
Biljka	Uspravna	94	86	76
	Plagiotropna	6	14	24

U tablici 5. je prikazan postotak biljaka obične bukve prema različitim kategorijama oblika vrha biljke i oblika cijele biljke za veliki šumski otvor. 72 % biljaka obične bukve u velikom otvoru ima ravan vrh, a 28 % biljaka ima rašljast vrh. 94 % biljaka obične bukve ima uspravan oblik u velikom otvoru, a svega 6 % je plagiotropnih biljaka. Najviše plagiotropnih biljaka obične bukve je bilo u kontrolnoj plohi (24 %).

Tablica 6. Oblici vrha i biljke gorskog javora (%) za veliki šumski otvor

Oblici	Kategorije	Veliki otvor	Rub otvora	Kontrola
Vrh	Ravan	78	75	63
	Rašljast	6	7	35
	Odlomljen	16	18	2
Biljka	Uspravna	82	82	73
	Plagiotropna	18	18	27

78 % biljaka gorskog javora ima ravan vrh i 82 % ih je bilo uspravnih u velikom šumskom otvoru (tablica 6). 18 % biljaka gorskog javora u velikom otvoru je bilo plagiotropno. Postotak biljaka gorskog javora s odlomljenim vrhom u velikom je otvoru iznosio 16 %, na rubu 18%, a u šumskoj sastojini samo 2 %.

Tablica 7. Oblici vrha i biljke obične bukve (%) za mali šumski otvor

Oblici	Kategorije	Mali otvor	Rub otvora	Kontrola
Vrh	Ravan	78	65	61
	Rašljast	22	31	26
	Odlomljen	-	4	13
Biljka	Uspravna	88	81	76
	Plagiotropna	12	19	24

U tablici 7. je prikazan postotak biljaka obične bukve prema oblicima vrha i cijele biljke za mali šumski otvor. U malom otvoru je 78 % biljaka obične bukve imalo ravan vrh, a 22 % je imalo rašljast vrh. 88 % biljaka je bilo uspravnog oblika, a 12 % je bilo plagiotropnih.

Tablica 8. Oblici vrha i biljke gorskog javora (%) za mali šumski otvor

Oblici	Kategorije	Mali otvor	Rub otvora	Kontrola
Vrh	Ravan	85	94	63
	Rašljast	15	2	35
	Odlomljen	-	4	2
Biljka	Uspravna	86	94	73
	Plagiotropna	14	6	27

Najveći postotak ravnih biljaka gorskog javora (94 %) je bio na rubu šumskog otvora. Najmanji postotak plagiotropnih biljaka gorskog javora (6 %) je bilo na rubu malog šumskog otvora (tablica 8).

Tablica 9. Oblici vrha i biljke obične bukve (%) za veliki i mali šumski otvor

Oblici	Kategorije	Veliki otvor	Mali otvor
Vrh	Ravan	72	78
	Rašljast	28	22
	Odlomljen	-	-
Biljka	Uspravna	94	88
	Plagiotropna	6	12

U tablici 9. je prikazana usporedba oblika vrha biljke i cijele biljke obične bukve između velikog i malog šumskog otvora. Najveći postotak biljaka obične bukve s ravnim vrhom (78 %) je bilo u malom šumskom otvoru. Najveći postotak uspravnih biljaka obične bukve (94 %) je bilo u malom šumskom otvoru.

je bio u velikom šumskom otvoru, a najveći postotak plagiotropnih biljaka (12 %) je bio u malom šumskom otvoru.

Tablica 10. Oblici vrha i biljke gorskog javora (%) za veliki i mali šumski otvor

Oblici	Kategorije	Veliki otvor	Mali otvor
Vrh	Ravan	78	85
	Rašljast	6	15
	Odlomljen	16	-
Biljka	Uspravna	82	86
	Plagiotropna	18	14

U tablici 10. je prikazana usporedba (%) oblika vrha i cijele biljke gorskog javora između velikog i malog šumskog otvora. Najveći postotak biljaka gorskog javora s ravnim vrhom (85 %) je bio u malom šumskom otvoru. Najveći postotak oštećenih biljaka s odlomljenim vrhom je bio u velikom šumskom otvoru (16 %). Najveći postotak uspravnih biljaka gorskog javora (86 %) je bio u malom, a najveći postotak (18 %) plagiotropnih biljaka je bio u velikom šumskom otvoru.

5. RASPRAVA

U vremenskom razdoblju od 2007. do 2017. godine, površine šumskih otvora i proširenih otvora su se povećale. U apsolutnom i postotnom obliku najveće je povećanje površine utvrđeno kod malog šumskog otvora. Površine šumskih otvora su se povećale zbog sanitarnih sječa rubnih stabala i to najvećim brojem stabala obične jele, a manjim brojem stabala obične bukve. S obzirom da je obična jela najugroženija vrsta šumskog drveća, a posebice najugroženija vrsta četinjače u Republici Hrvatskoj (Tikvić i dr., 2008, Potočić i Seletković, 2001), stabla obične jele su bila više zastupljena u sanitarnoj sječi u odnosu na stabla obične bukve.

Uzrok sanitarnih sječa rubnih stabala je bilo loše stanje krošanja stabala odnosno osutost krošanja veća od 80% (stupnjevi osutosti 3b i 4). Različiti oblici vjetroizvala, snjegoizvala su također bili razlozi sanitarnih sječa rubnih stabala, ali u manjem postotku.

Međutim, u 2017. godini je evidentirana veća prosječna osutost krošanja stabala obične bukve. Razlog ovoj činjenici je loše stanje krošanja uzrokovano ledolomima i snjegolomima u 2014. godini (Pleše, 2014). Postotak trenutnih sanitarnih stabala na rubovima šumskih otvora je gotovo podjednak kod velikog i malog šumskog otvora. Radi se uglavnom o stablima obične bukve i jednim dijelom kod malog šumskog otvora o stablima gorskog brijesta koja je također iznimno stradala u spomenutom ledolomu i snjegolomu iz 2014. godine. Najveće štete od ledoloma i snjegoloma su evidentirane upravo na listopadnim vrstama šumskog drveća (Pleše, 2014).

Šumska sastojina (kontrolna ploha) je narušene preborne strukture, odnosno struktura ove sastojine odstupa od normale za takvu sastojinu. S obzirom na omjer drvnog volumena, najveće odstupanje u odnosu na normalu je kod stabala I debljinskog razreda (do 30 cm). Šumska sastojina je imala manji broj biljaka obične jele, obične bukve i gorskog javora (N/m^2) u odnosu na veliki i mali šumski otvor. Jedan od razloga je svakako i nepovoljna struktura šumske sastojine s obzirom na omjer drvnog volumena po debljinskim razredima, kao i s obzirom na broj stabala (N) po debljinskim stupnjevima.

Matić i dr. (1996) ukazuju na neke karakteristike i probleme prebornih šuma obične jele u Hrvatskoj. Prema Matić i dr. (1996) narušena preborna struktura se odražava na ekološke i mikroklimatske uvjete u sastojini, a to se sve skupa neposredno odražava i na kvalitetu i brojnost prirodnog pomlatka, posebice obične jele.

U šumskim otvorima je utvrđen veći broj listopadnih vrsta (obična bukva i gorski javor) u odnosu na običnu jelu (N/m^2). Isto tako u šumskoj sastojini smo utvrdili bolje pomlađenje s listopadnim vrstama šumskog drveća. O dobrom pomlađenju sastojina na rubu areala u Gorskom kotaru s običnom bukvom pišu Matić i dr. (1998), te Ugarković i dr. (2011).

Zbog velike količine sunčeve radijacije u šumskim otvorima (Ugarković, 2017) u odnosu na sklopljenu sastojinu, prilagodljive vrste kao obična bukva i gorski javor su brže reagirali od obične jele i popunili prostor otvora. Obična bukva je eurivalentna vrsta s vrlo visokim ekološkim potencijalom i vrlo intenzivnim korijenskim sustavom (Seletković i dr., 2003), a to je osobito vrlo izraženo u njejoj konkurentnoj sposobnosti. U međuvrskoj kompeticiji s gorskim javorom, obična bukva je pokazala bolju vitalnost odnosno manji postotak plagiotropnih biljaka u odnosu na gorski javor. Razlog tomu je što je obična bukva skiofit koji podnosi najviše zasjene od svih europskih vrsta listopadnog drveća (Seletković i dr., 2003).

Ako gledamo broj biljaka obične jele (N/m^2) prema različitim pozicijama šumskih otvora, najviše je ima na rubovima otvora, zatim nešto manje u otvorima, a najmanje u istraživanoj šumskoj sastojini. Obična jela je skiofilna vrsta šumskog drveća (Prpić i dr., 2001) i može podnijeti zasjenjenije uvjete na rubovima šumskih otvora. U velikom šumskom otvoru je bio veći broj biljaka obične jele u odnosu na mali šumski otvor. Razlog ovoj činjenici je veća količina sunčeve radijacije u velikom šumskom otvoru kao i vjerojatno veća količina uroda šumskog sjemena te kvaliteta šumskog sjemena koji su u konačnici i rezultirali boljim prirodnim pomlađenjem u odnosu na mali šumski otvor.

U malom šumskom otvoru nismo pronašli niti jednu biljku obične jele mlađeg i starijeg pomlatka odnosno visinskih klasa 130 - 250 cm i > 250 cm. Razlog ovoj činjenici je vjerojatno lošiji urod sjemena obične jele i kvaliteta sjemena u prošlim razdobljima.

Svaka biljka za svoj rast, razvoj i uspjevanje treba određenu minimalnu količinu svjetla. Kako je u otvorima veća količina relativnog užitnog svjetla i sunčevog zračenja (Ugarković, 2017) tako su biljke obične jele u velikom šumskom otvoru imale veći svjetlosni koeficijent i veću vitalnost. U malom šumskom otvoru je vitalnost obične jele na vrijednosti svjetlosnog koeficijenta bila podjednaka u otvoru i na rubu malog otvora. Na rubu velikog šumskog otvora je bila manja vitalnost biljaka obične jele s obzirom na svjetlosni koeficijent u odnosu na rub malog šumskog otvora. Vjerojatno je veći broj biljaka listopadnih vrsta u velikom

šumskom otvoru uzrokovao i veću međuvrsnu kompeticiju s biljkama obične jele što je u konačnici rezultiralo manjom vitalnošću biljaka obične jele.

U velikom šumskom otvoru smo utvrdili manji postotak plagiotropnih biljaka obične bukve u odnosu na mali šumski otvor. Međutim, kod gorskog javora smo utvrdili veći postotak plagiotropnih biljaka u velikom šumskom otvoru u odnosu na mali šumski otvor. Vjerojatno je veća količina svjetla i sunčevog zračenja u velikom šumskom otvoru uzrokovala i veliku kompeticiju između obične bukve i gorskog javora.

6. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenih istraživanja može se zaključiti da su se tijekom desetogodišnjeg razdoblja površine šumskih otvora povećale.

Šumski otvori su nastali sanitarnom sječom većim dijelom stabala obične jele, a manjim dijelom sanitarnom sječom stabala obične bukve i obične smreke. Glavni razlog sanitarnih sječa je velika osutost krošanja stabala iznad 80 %, a manjim dijelom uzrok su različiti oblici izvala stabala. Prosječna osutost krošanja rubnih stabala je bila najveća kod stabala obične bukve.

Isto tako, 11 % stabala na rubu velikog otvora i 10 % stabala na rubu malog otvora su sanitarna stabla s obzirom na osutost krošanja. To su najvećim dijelom stabla obične bukve koja su stradala u ledolomu i snjegolomu.

Šumski otvori su uglavnom pomlađeni s listopadnim vrstama šumskog drveća, najviše s gorskim javorom i običnom bukvom. Što se tiče biljaka obične jele, najveći broj biljaka je bio na rubovima šumskih otvora. U velikom otvoru je evidentiran veći broj biljaka obične jele u odnosu na mali šumski otvor. Broj biljaka obične jele se smanjivao s povećanjem visinskih klasa prirodnog pomlađenja odnosno sa starošću biljaka prirodnog pomlađenja. Najveća vitalnost biljaka obične jele je bila u otvorima i na rubu malog šumskog otvora, a najmanja u šumskoj sastojini i na rubu velikog šumskog otvora. Utvrđen je veći postotak plagiotropnih biljaka obične bukve u malom šumskom otvoru, a gorskog javora u velikom šumskom otvoru.

Najveći postotak plagiotropnih biljaka obične bukve je bio na rubovima šumskih otvora. Više je bilo plagiotropnih biljaka gorskog javora u odnosu na biljke obične bukve. Također, kod biljaka gorskog javora je evidentirano veće oštećenje u odnosu na biljke obične bukve.

LITERATURA

- 1) Anon. 2012: Osnova gospodarenja gospodarskom jedinicom Kobiljak - Bitoraj ima važenje od 1.1.2012. do 31.12.2021.
- 2) Anon. 2015: Pravilnik o doznaci stabala, obilježavanju drvnih sortimenata, popratnici i šumskom redu, Narodne novine, broj 17/2015.
- 3) Anon. 2006: Pravilnik o uređivanju šuma, Narodne novine, broj 111/2006
- 4) Brown, N., 1993: The implication of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a borean lowland forest. *J. Trop. Ecol.*, 9: 153-168.
- 5) Diaci J., Adamic T., Rozman A. 2012: Gap recruitment and partitioning in an old-growth beech forest of the Dinaric Mountains: Influence of light regime, herb competition and browsing. *Forest Ecology and Management* 285: 20-28.
- 6) Dobrowolska, D., 1998: Structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) natural regeneration in the "Jata" reserve in Poland. *Forest Ecology and Management*, 110: 237-247.
- 7) Frković, P., 2015: Metode procjene osutosti krošanja stabala. Završni rad. Str. 18.
- 8) Glavač, M., H. Koenies & B.Prpić, 1985: Zur Immissionsbelastung der industriiefernen Bauchen und Bauchentannenwaelder in den Dinarschen Gebirgen Norwestjugoslawiens. *Verhandlungen der Gesellschaft fuer Oekologie*, Band XV: 237-247, Gratz (Goettingen 87).
- 9) Hubbel, S. P., R. B. Foster, 1986: Canopy gaps and the dynamics of a neotropical forest. U: Crawley, M. J. (ur.). *Plant Ecology*, Blackwell Scientific, Oxford.
- 10) Kreeb, K., 1974: *Ökophysiologie der Pflanzen*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- 11) Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: Neke karakteristike i problemi prebornih šuma obične jele (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. *Šumarski list* 3-4: 9-100.
- 12) Matić, S., Oršanić, M., Anić, I., 1998: Utjecaj klimatskih promjena na strukturu i razvoj šumskih ekosustava, HAZU, str. 239-250.
- 13) PCC 1998: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UN/ECE and EC, Geneva and Brussels, PCC Hamburg.
- 14) Pleše V., 2014: Štete od ledoloma u Gorskom kotaru 2014. godine. *Hrvatske šume* broj 209 (5): 8-10.
- 15) Potočić, N., Seletković, I. 2011: Osutost šumskog drveća u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2009. godine. *Šumarski list Special Issue*: 149-158.

- 16) Potočić, N., I. Seletković, D., Ugarković, A., Jazbec, S., Mikac, 2008: The influence of climate properties on crown condition of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.) on Velebit. *Periodicum Biologorum* 110 (2): 145-150
- 17) Prpić, B., 1975: Zakorjenjivanje i hidratacija obične jele. Istraživanja uzroka i posljedica sušenja prirodnih jelovih šuma u SR Hrvatskoj. *Radovi Šumarskoga instituta Jastrebarsko*, 23: 41-53.
- 18) Prpić, B., Seletković, Z. 2001: Ekološka konstitucija obične jele. U: Prpić, B. (ur.), *Obična jela (Abies alba Mill.) u Hrvatskoj*, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 299-307
- 19) Rozenbergar D., Diaci J. 2014: Architecture of *Fagus sylvatica* regeneration improves over time in mixed old-growth and managed forests. *Forest Ecology and Management* 318: 334-340.
- 20) Rozenbergar, D., Mikac, S., Anić, I. and Diaci, J. 2007: Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. *Forestry* 80. 431-443.
- 21) Runkle, J. R., 1982: Patterns of disturbance in some old-growth mesic forest of eastern North America. *Ecology*, 63: 1533-1546.
- 22) Seletković, Z., Tikvić, I., Prpić, B. 2003: Ekološka konstitucija obične bukve. U: Matić, S. (ur.), *Obična bukva (Fagus sylvatica L.) u Hrvatskoj*, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 155-163.
- 23) StatSoft, Inc. 2003. *STATISTICA for Windows*. Tulsa: StatSoft, Inc.
- 24) Tikvić, I., Seletković, Z., Ugarković, D., Posavec, S., Španjol, Ž., 2008: Dieback of Silver fir (*Abies alba* Mill.) on Northern Velebit (Croatia). *Periodicum Biologorum* 110 (2): 137-143.
- 25) Tikvić, I., Z., Seletković, 1996: Oštećenost šumskih ekosustava različitih stanišnih prilika u Hrvatskoj, U: S. Sever (ur.), *Zaštita i pridobivanje drva: skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996.*, knjiga II, Hrvatsko šumarsko društvo, 81-88, Zagreb.
- 26) Ugarković, D., 2017: Izvještaj o napretku projekta "Posljedice intenzivnog odumiranja stabala obične jele te sanacija područja odumiranja". Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Str. 12
- 27) Ugarković, D., Tikvić, I., Seletković, Z., Oršanić, M., Seletković, I., Blažinkov M., Mrkonjić Fuka M., Redžepović, S. 2011: Neke mikrobiološke značajke tala i prirodno

pomlađivanje šumskih otvora oštećenih šumskih ekosustava obične jele (*Abies alba* Mill.) u Gorskom kotaru. Šumarski list 3-4: 99-111.

28) Vidaković. M., 1993: Četinjače, morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske i "Hrvatske šume" Zagreb

29) Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske; Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb 2012