

UTJECAJ ČIMBENIKA MIKROLOKALITETA NA INTENZITET ZARAZE STABALA OBIČNE JELE BIJELOM IMELOM

IMPACT OF MICRO-LOCALITY FACTORS TO THE INTENSITY OF INFESTATION OF SILVER FIR TREES WITH WHITE MISTLETOE

Tarik TREŠTIĆ¹, Osman MUJEZINOVIĆ¹, Azra ČABARAVDIĆ¹ i Ismir MURATAGIĆ²

Sažetak

Bijela imela (*Viscum album* L.) je poluparazitska biljka, koja se u različitom intenzitetu javlja na brojnim bjelogoričnim i crnogoričnim vrstama drveća. Istraživanje utjecaja mikrolokaliteta na intenzitet zaraze stabala obične jele bijelom imelom provedeno je u travnju 2012. godine na šumsko-gospodarskom području "Ključko", gospodarska jedinica "Šiša-Palež", u dijelovima odjela 5, 6 i 7/1, koja pripadaju gospodarskoj klasi 1211 – Šume bukve i obične jele sa smrekom na pretežito dubokom kalkokambisolu, luvisolu i njihovim kombinacijama na vapencu i dolomitu. Prema važećoj šumsko-gospodarskoj osnovi, za ove šume predviđen je grupimično-preborni sustav gospodarenja. Kao obilježja mikrolokaliteta zaraženih stabla obične jele procjenjivani su ili mjereni sljedeći parametri: prsni promjer, nagib, nadmorska visina i zasjenjenost krošnje zaraženog stabla krošnjama susjednih stabala. Intenzitet prisutnosti bijele imele na stablima obične jele procjenjivan je primjenom Hawksworth-ovog indeksa zaraze.

Istraživanjima je obuhvaćeno 517 zaraženih stabala obične jele, čija je raspodjela po navedenim obilježjima navedena u tablicama 1.–4. Utvrđeno je da se s povećanjem prsnog promjera stabla (debljinski stupanj) povećava i prosječni indeks zaraze (slika 1). Analizom varijance utvrđene su statistički visoko značajne razlike u intenzitetu zaraze bijelom imelom stabala iz različitih debljinskih klasa (tab. 1; $F = 9,239$; sig. 0,000). U većini slučajeva, porast nagiba terena je uvjetovao jači intenzitet zaraženosti stabala. Međutim, analizom varijance nisu utvrđene statistički značajne razlike u prosječnom intenzitetu zaraze bijelom imelom stabala iz različitih kategorija nagiba (tab. 2; $F = 2,237$; sig. 0,083). Kada je u pitanju nadmorska visina mikrolokaliteta, provedene analize nisu potvrdile postojanje statistički značajnih razlika u prosječnom intenzitetu zaraze stabala koja su se nalazila na različitim nadmorskim visinama (tab. 3; $F = 1,095$; sig. 0,358). Utjecaj svjetlosti na pojavu imele istraživan je preko zasjenjenosti krošnja zaraženih stabala krošnjama susjednih stabala. Analizom varijance utvrđene su statistički visoko značajne razlike u prosječnom intenzitetu zaraze bijelom imelom stabala iz različitih kategorija zasjenjenosti njihovih krošnja ($F = 17,761$; sig. 0,000). Usporedbom svih kategorija zasjenjenosti utvrđen je opći model koji ukazuje da intenzitet zaraze imelom opada s povećanjem zasjenjenosti krošnje zaraženog stabla (slika 3).

KLJUČNE RIJEČI: bijela imela, *Viscum album*, obična jela, *Abies alba*, intenzitet zaraze, indeks zaraze, karakteristike mikrolokaliteta.

¹ izv. prof. dr. sc. Tarik Treštić, e-mail: t.trestic@sfsa.unsa.ba, doc. dr. sc. Osman Mujezinović, izv. prof. dr. sc. Azra Čabaravdić. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

² mag. šumarstva Ismir Muratagić. ŠPD Unsko-sanske šume d.o.o. Bosanska Krupa, Radnička bb., 77240 Bosanska Krupa, Bosna i Hercegovina.

Uvod

Introduction

Bijela imele (*Viscum album* L.) je poluparazitska biljka koja se u različitom intenzitetu javlja na brojnim bjelogoričnim i crnogoričnim vrstama drveća (Diminić i dr. 2011, Idžojtić 2003, Idžojtić i dr. 2003, Idžojtić i dr. 2005, Idžojtić i dr. 2007, Idžojtić i dr. 2008, Zuber 2003). Njena podvrsta (*Viscum album* ssp. *abietis* /Wiesb./ Abromeit) jedan je od glavnih destabilizirajućih čimbenika obične jele (*Abies alba* Mill.). Intenzitet napada ovog poluparazita u šumama Bosne i Hercegovine (BiH) u stalnom je porastu. Tome doprinose brojni čimbenici, među kojima se posebno ističu pogreške u gospodarenju, teža uočljivost imele u krošnjama stabala i podcjenjivanje njene negativne uloge (Usčuplić 1992, Usčuplić i dr. 2007).

Štetnost imele je višestruka. Naime, ovaj poluparazit svojim prisutnošću umanjuje vitalnost zaraženog stabla (prekomjernom potrošnjom vode i mineralnih tvari te zasjenom) čime ga predisponira napadima drugih štetnika, stvarajući tako uvjete koji vode prijevremenom odumiranju jedinke. Fiziološka aktivnost ovog poluparazita najveća je u proljeće kada se razvijaju mladi izbojci, zatim slabi tijekom ljeta, da bi u jesen, za vrijeme formiranja cvjetnih pupova i plodova, ponovno porasla. *V. album* često ima višu razinu transpiracije lista i intenzivniju aktivnost puči od domaćina kojega parazitira. Ovakvo ponašanje imele uzrokuje pad vodnog potencijala domaćina. Ukupna dnevna transpiracija imele je trostruko veća nego kod biljke domaćina (Zuber 2003). Posljedice štetnog djelovanja imele na domaćina ogledaju se u sljedećem: umanjuju plodonošenje, izazivaju prijevremeno umiranje, smanjuju veličinu asimilacijskog sustava, negativno utječu na kvalitetu i kvantitet proizvodnje drveta, umanjuju vitalnost i predisponiraju stablo napadima drugih štetnih čimbenika (Dobbertin 2005, Glavaš 2012, Klepac 1955, Mujezinović 2007, Noetzli i dr. 2003, Paladinić i dr. 2011, Pernek i Lacković 2011, Tsopelas 2004, Usčuplić 1992, Usčuplić i dr. 2008). Na osnovi ovakvog štetnog djelovanja, imele se ocjenjuje kao jedan od primarnih negativnih čimbenika u procesu umiranja obične jele (Durand-Gillmann i dr. 2012, Usčuplić i dr. 2007).

Pri povoljnim životnim uvjetima imele predstavlja jedan od sastavnih dijelova šumske biocenoze. Međutim, kada njena prisutnost poprimi veće razmjere, tada ona postaje ozbiljan problem za šumske komplekse i gospodarenje. U takvim situacijama potrebno je primijeniti odgovarajuće mjere kontrole i suzbijanja u cilju saniranja postojećeg stanja i spriječavanja nastanka novih šteta. Provedene mjere će polučiti odgovarajući učinak samo ako su dio integralnog programa gospodarenja šumama. Uobičajeno se protiv imele poduzimaju: uzgojno-tehničke (održavanje sklopa sastojine i njene preborne strukture, uzgoj mješovitih sastojina, skraćivanje

ophodnje i dr.) i mehaničke mjere (odsijecanje grana s grmovima imele). Kemijski (primjena herbicida) i biološki pristup (uporaba štetnika i parazita imele) u njenom suzbijanju za sada ne daju zadovoljavajuće uspjehe.

Radi boljeg razumijevanja učinka uzgojno-tehničkih mjera i njihovog modificiranja, neophodno je istražiti uticaje većeg broja čimbenika od kojih zavisi zaraženost imelom. Ovim istraživanjima analizirani su utjecaj čimbenika mikroklokaiteta zaraženih stabala na intenzitet njene pojave.

Područje i metode istraživanja

Research Area and Methods

Istraživanja su provedena na šumsko-gospodarskom području "Ključko", u gospodarskoj jedinici "Šiša-Palež", odjeljenjima 5, 6 i 7/1 koja pripadaju gospodarskoj klasi 1211 – Šume bukve i obične jele sa smrčom, na pretežno dubokom kalkokambisolu, luvisolu i njihovim kombinacijama na vapnencima i dolomitima. Prema važećoj šumsko-gospodarskoj osnovi, za ove šume predviđen je grupimično-preborni sustav gospodarenja. Podaci o zaraženim stablima prikupljeni su na površini od oko 40 ha. Područje istraživanja prostire se u pojasu nadmorske visine 700–799 m n.v., sa pretežitom sjevernom i sjevero-zapadnom ekspozicijom.

Terenska istraživanja provedena su u travnju 2012. godine. Za svako stablo zaraženo bijelom imelom, mjerena su ili procjenjivana sljedeća obilježja:

1. Promjer stabla na prsnoj visini (prosječna veličina dva unakrsna mjerenja na visini od 1,30 m);

2. Intenzitet zaraze;

Svako stablo se smatralo zaraženim, ukoliko je na njemu utvrđena prisutnost jednog ili više grmova imele. Radi preciznijeg ocjenjivanja intenziteta zaraze pri promatranju krošnja korišten je dvogled. Intenzitet zaraze evidentiran je prema Hawksworth-ovom šestoklasnom sustavu (Hawksworth i Scharpf 1986). On se provodi na način da se živa krošnja stabla podijeli na tri jednaka dijela (vršna, srednja i donja trećina). Donja trećina krošnje podrazumijeva dio krošnje od njene prve žive grane na više, srednja središnji dio, a gornja vršnu trećinu krošnje stabla. Potom se svaka od njih ocijeni prema sljedećoj skali:

0 – nema grmova imele,

1 – slaba zaraza (na manje od polovine grana utvrđeno je prisutnost imele) ili

2 – jaka zaraza (na više od polovine grana utvrđeno je prisutnost imele).

Zbrajanjem ocjena zaraze svih trećina krošnje utvrđuje se ukupni indeks zaraze za analizirano zaraženo stablo, koji može iznositi od 1 do 6.

3. Nagib mikrolokaliteta na kojemu se nalazi zaraženo stablo.

Ovaj podatak utvrđivan je za površinu kruga, čiji je promjer 4 m od središnje osi zaraženog stabla.

4. Nadmorska visina zaraženog stabla (mjerena GPS uređajem) i

5. Zasjenjenost krošnje krošnjama susjednih stabala;

Ovaj parametar ocjenjivan je po stranama svijeta. Na primjer, stablo je obilježeno kao "zasjenjeno s juga i zapada" ako su njegovu krošnju sa spomenutih strana zasjenjivale krošnje susjednih stabala.

Materijal istraživanja sačinjavale su informacije i podaci vezani za obilježja mikrolokaliteta (nagib, nadmorska visina) i obilježja stabala (prsni promjer, ocjena indeksa zaraze po trećinama krošnje i ukupno, zasjenjenost krošnje stabla).

Uzorak od 517 zaraženih stabala je distribuiran u debljinske klase (6), kategorije nagiba terena (4), kategorije nadmorske visine (5) i kategorije zasjene stabala (14), što je prikazano u tabelicama 1–4.

U istraživanju uticaja navedenih parametara na prosječni indeks zaraze primijenjene su: regresiono-korelacijska analiza i jednostruka analiza varijance (SPSS Statistics 17, SPSS Inc.). Značajnost razlika između pojedinih kategorija ispitivanih parametara utvrđivana je primjenom Tukey HSD testa, za razinu pouzdanosti $\alpha = 0.05$.

Rezultati Results

Na površini istraživanog objekta evidentirano je ukupno 517 zaraženih stabala obične jele. Njihova raspodjela po pojedinim obilježjima prikazana je u tabelicama 1–4. Zaražena stabla obične jele su prema prsnom promjeru varirala u rasponu 25–79 cm. Njihova raspodjela po debljinskim klasama koje se uobičajeno koriste u šumarskoj znanosti i praksi u BiH prikazana je u tablici 1.

U tablici 2 navedena je raspodjela stabala prema nagibu mikrolokaliteta na kojemu su se nalazila. Ovaj parametar je varirao u rasponu 2–100 %. Zaražena stabla obične jele su po ovom obilježju razvrstana su u četiri kategorije.

Zaražena stabla na istraživanom području evidentirana su u pojasu nadmorskih visina od 714–799 m n.v. Prema ovom parametru stabla su razvrstana u pet klasa sa širinom od 20 m n.v. (tablica 3).

Kada je u pitanju zasjenjenost krošanja zaraženih stabala evidentirane su različite situacije, čije su krajnje kategorije: stabla zasjenjena sa sve četiri strane svijeta i stabla čije krošnje uopće nisu zasjenjene. Raspodjela broja stabala u 14 kategorija ovoga obilježja prikazana je u tablici 4.

Raspodjela broja zaraženih stabala obične jele po debljinskim klasama i ukupnom indeksu zaraze prikazana je u tablici 5.

Tablica 1. Raspodjela stabala po debljinskim klasama i prosječnom indeksu zaraze

Table 1. Distribution of trees per diameter class and average index of infestation

Debljinska klasa (cm) Diameter class (cm)	Broj stabala Number of trees	Prosječni indeks zaraze (PIZ) Average index of infestation (All)	Značajnost razlika između PIZ Significance of difference between All		
			Debljinska klasa (cm) – Diameter class (cm)		
			21–30	31–50	51–80
21–30	4	1,00	–	0,046*	0,008*
31–50	214	2,46	0,046*	–	0,003*
51–80	299	2,82	0,008*	0,003*	–
Ukupno – Total	517	2,66	–	–	–

* statistički značajno na razini $p < 0,05$ – *statistically significant at $p < 0,05$

Tablica 2. Raspodjela stabala po nagibu mikrolokaliteta i prosječnom indeksu zaraze

Table 2. Distribution of trees per inclination of micro-locality and average index of infestation

Nagib (%) Inclination (%)	Broj stabala Number of trees	Prosječni indeks zaraze (PIZ) Average index of infestation (All)	Značajnost razlika između PIZ Significance of difference between All			
			Nagib (%) – Inclination (%)			
			1–20	21–40	41–60	61–100
1–20	329	2,68	–	0,326	0,621	0,708
21–40	117	2,45	0,326	–	0,118	0,381
41–60	61	2,89	0,621	0,118	–	0,956
61–100	10	3,10	0,708	0,381	0,956	–
Ukupno – Total	517	2,66	–	–	–	–

Tablica 3. Raspodjela broja stabala po nadmorskoj visini mikrolokaliteta i prosječnom indeksu zaraze

Table 3. Distribution of trees per altitude of micro-locality and average index of infestation

Nadmorska visina (m n.v.) Altitude (m a.s.l.)	Broj stabala Number of trees	Prosječni indeks zaraze (PIZ) Average index of infestation (All)	Značajnost razlika između PIZ Significance of difference between All				
			Nadmorska visina (m n.v.) – Altitude (m a.s.l.)				
			701–720	721–740	741–760	761–780	781–800
701–720	4	3,00	–	0,962	0,939	0,982	0,998
721–740	80	2,58	0,962	–	0,998	0,989	0,673
741–760	120	2,52	0,939	0,998	–	0,884	0,317
761–780	149	2,66	0,982	0,989	0,884	–	0,851
781–800	164	2,80	0,998	0,673	0,317	0,851	–
Ukupno – Total	517	2,66	–	–	–	–	–

Tablica 4. Raspodjela broja stabala prema zasjenjenosti njihovih krošnja i prosječnom indeksu zaraze

Table 4. Distribution of trees per shading of crown and average index of infestation

Zasjenjenost krošnje Shading of crown	Broj stabala Number of trees	Prosječni indeks zaraze Average index of infestation
N (nema zasjene) – No Shading	16	4,69
I (istok) – Shading from East	6	4,00
Z (zapad) – Shading from West	12	4,33
SI (sjever-istok) – Shading from North-East	11	3,36
SJ (sjever-jug) – Shading from North-South	7	3,57
SZ (sjever-zapad) – Shading from North-West	27	4,00
IJ (istok-jug) – Shading from East-South	19	2,47
IZ (istok-zapad) – Shading from East-West	11	3,36
JZ (jug-zapad) – Shading from South-West	13	3,31
SIJ (sjever-istok-jug) – Shading from North-East-South	43	2,40
SJZ (sjever-jug-zapad) – Shading from North-South-West	69	2,65
IJZ (istok-jug-zapad) – Shading from East-South-West	61	2,23
SIZ (sjever-istok-zapad) – Shading from North-East-West	75	2,68
SIJZ (sjever-istok-jug-zapad) – Shading from North-East-South-West	147	2,07
Ukupno – Total	517	2,66

Tablica 5. Raspodjela stabala po debljinskim klasama i ukupnom indeksu zaraze

Table 5. Distribution of trees per diameter class and total index of infestation

Debljinska klasa (cm) Diameter class (cm)	Broj stabala – Number of trees						Ukupno Total
	Ukupni indeks zaraženosti – Total index of infestation						
	1	2	3	4	5	6	
21–30	4	0	0	0	0	0	4
31–50	51	70	50	30	12	1	214
51–80	40	87	103	33	27	9	299
Ukupno – Total	95	157	153	63	39	10	517
%	18,4	30,4	29,6	12,2	7,5	1,9	100

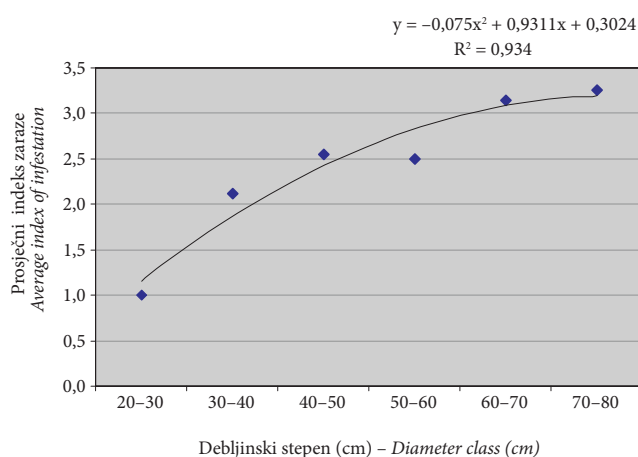
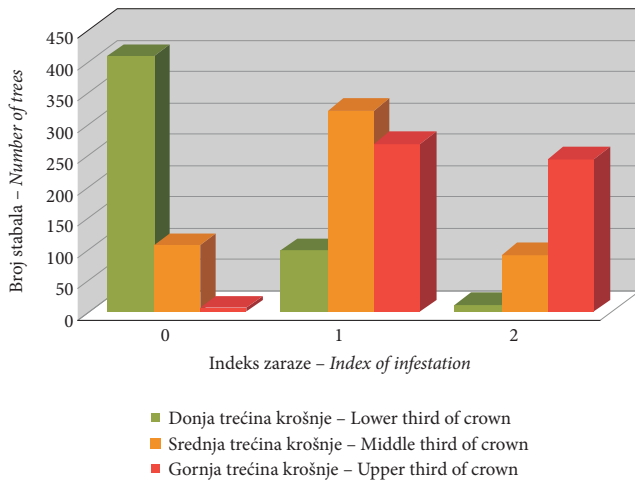
**Slika 1.** Utjecaj prsnog promjera na intenzitet zaraze

Figure 1. Impact of breast-height diameter to the intensity of infestation

Na slici 1 prikazan je utjecaj prsnog prečnika na intenzitet zaraze stabala obične jele.

Raspodjela broja zaraženih stabala obične jele prema veličini indeksa zaraze u analiziranim dijelovima krošnje prikazana je na slici 2.

Za svako zaraženo stablo obične jele sakupljeni su podaci o zasjenjenosti njene krošnje za promatranu stranu svijeta.



Slika 2. Raspodjela stabala prema indeksu zaraze i dijelovima krošnje
Figure 2. Distribution of trees per index of infestation and parts of crown

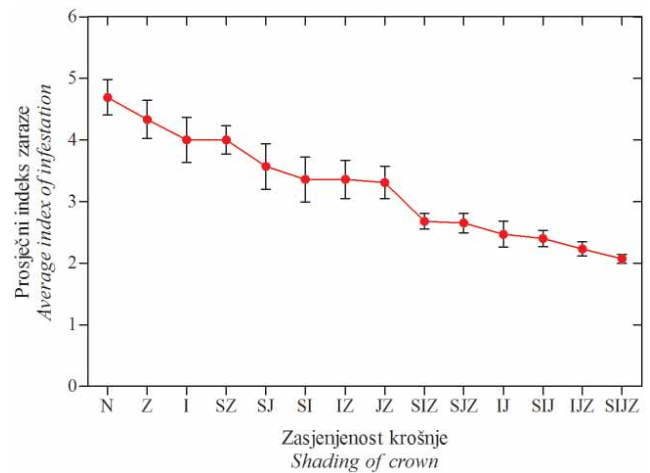
Raspodjela broja zasjenjenih stabala po pojedinim kategorijama zasjenjenosti dana je u tablici 4.

Na slici 3 prikazan je utjecaj zasjenjenosti krošnje na intenzitet zaraze.

Rasprava Discussion

Brojni su čimbenici koji uvjetuju pojavu imele na običnoj jeli u većem ili manjem intenzitetu. Ovim istraživanjima analizirani su utjecaji sljedećih parametara: prsni promjer, nadmorska visina, nagib i zasjenjenost krošnje zaraženog stabla krošnjama susjednih stabala.

Intenzitet pojave imele na stablima obične jele procjenjivan je primjenom šestoklasnog sustava prema Hawksworth-u (Hawksworth i Scharpf 1986). Nedostatak ovog sustava očituje se u tome što se intenzitet zaraze procjenjuje samo na osnovi prisutnosti grmova imele, pri čemu su zanemareni drugi pokazatelji poluparazita kao što su njegova brojnost i starost. Naime, indeks zaraze "1" može se odnositi na prisutnost samo jednog ili pak više grmova različite veličine i starosti koji su raspoređeni na manje od 50 % grana u analiziranom dijelu krošnje. To ima za posljedicu da ista veličina indeksa zaraze može odražavati različitu sliku zdravstvenog stanja oboljele jedinice. Osim toga, sagledavanje prisutnosti grmova imele u krošnjama stabala uveliko je otežano zbog njihove slabe uočljivosti. Zbog navedenih razloga Barbu (2010) je kreirala skalu zaraze prema kojoj se stablo svrstava u jednu od četiri kategorije. Pri ocjeni zaraze sagledava se više parametara: broja grmova imele, njihov raspored u krošnji i na deblu, prisutnost odumirućih grana, tumori na granama, asimetričnost krošnje i sušenje njenog vrha. Međutim, treba istaći da je precizno sagledavanje intenziteta zaraženosti stabala obične jele jedino moguće detaljnim pregledom svih grana posječenih stabala (Diminić



Slika 3. Utjecaj zasjenjenosti krošnja na intenzitet zaraze u skladu s tablicom 4

Figure 3. Impact of crown shading to the intensity of infestation according to Table 4

i dr. 2011, Noetzli i dr. 2003). Stoga se, i uz navedene nedostatke, Hawksworth-ov sustav primjenjuje u istraživanjima bijele imele, jer se njime dobija upotrebljiva procjena intenziteta zaraze na dubecim (neposjećenim) stablima.

Na istraživanom objektu izmjerom i analizama obuhvaćeno je 517 zaraženih stabala obične jele koja pripadaju debljinskim klasama 21–30, 31–50 i 51–80 cm (tabela 1). Prosječna veličina prsnog promjera zaraženog stabla iznosi 53 cm.

Najveći broj zaraženih stabala s indeksom zaraze "6" nalazi se u debljinskoj klasi 51–80 cm (tablica 5). Utvrđeno je da se s povećanjem prsnog promjera stabla (debljinske klase) povećava i ukupni indeks zaraze (tablica 5 i slika 1). Tako u debljinskoj klasi 51–80 cm dominiraju stabla s indeksom zaraze 3, u klasi 31–50 cm s indeksom zaraze 2, dok su u debljinskoj klasi 21–30 cm prisutna samo četiri stabla koja su sva ocjenjena s indeksom zaraze 1. Analizom varijance utvrđene su statistički visoko značajne razlike u prosječnom indeksu zaraze bijelom imelom stabala iz različitih debljinskih klasa ($F = 9,239$; sig. 0,000). Tukey-evim HSD testom ($\alpha = 0,05$) potvrđena je značajnost razlika ispitivanog parametra između stabala svih debljinskih klasa (tablica 1).

Prema opažanjima s terena, najzaraženija su bila ona stabla koja svojim krošnjama strše iznad ostalih susjednih stabala u sastojini. Takva stabla su u pravilu bila i deblja. Njihove krošnje zbog većeg priliva sunčeva svjetla pogoduju bržem razvoju grmova imele (Noetzli i dr. 2003) i pticama, koje su glavni vektor širenja imele, kojima također pogoduju ovakva stabla (Plagnat 1950). One često obitavaju na dominantnim stablima jer sa njih imaju dobar pregled terena te mogu blagovremeno reagirati na podražaje iz okoline. Tijekom boravka ptice izmetom izbacuju sjemenke imele koje se potom pričvršćuju za grane obične jele i šire zarazu. Što je stablo duže vremena prisutno u sastojini, izloženije je naknadnim infekcijama.

Bolji uvid u prisutnost imele u prostoru može se seći iz prikaza zaraze po trećinama krošnje (slika 2). Najviše je bilo stabala bez prisutnosti imele u donjoj trećini (indeks 0), dok u srednjoj dominiraju ona koja imaju indeks zaraze 1, a gornjoj trećini ona koja imaju indeks zaraze 2. Primijećeno je da s povećanjem prsnog promjera stabla (debljinske klase) raste zaraza istog dijela krošnje. Ovakva pojava ukazuje na postepeno širenje imele na zaraženim stablima i njeno "premjestanje" iz viših dijelova krošnje u niže. Istu pojavu zabilježio je i Mujezinović (2007) u istraživanjima koja je proveo na širem području Olova (BiH). I drugi istraživači navode pozitivnu korelaciju između starosti (ili prsnog promjera) stabla i jačine zaraze (Barbu 2010, Noetzli i dr. 2003).

U cilju sagledavanja utjecaja nagiba mikrolokaliteta zaraženih stabala zabilježene situacije u sastojini su razvrstane u pet kategorija (tablica 2). U većini slučajeva, porast nagiba terena uvjetovao je jači intenzitet zaraženosti stabala, što je vjerojatno u vezi s prostornim položajem stabla koji pogoduje biološkim zahtjevima imele. Međutim, analizom varijance nisu utvrđene statistički značajne razlike u prosječnom indeksu zaraze bijelom imelom stabala iz različitih kategorija nagiba ($F = 2,237$; sig. 0,083). Ovu hipotezu bi ipak trebalo provjeriti dodatnim istraživanjima. Na to ukazuju i istraživanja koje se proveli Pernar i dr. (2011), a čiji rezultati potvrđuju statistički značajan utjecaj nagiba na prostornu distribuciju sušaca u bukovo-jelovim šumama. A imela je, zasigurno, značajan čimbenik u sušenju stabala obične jele (Barbu 2010, Glavaš 2012, Idžojtić i dr. 2008, Tsopelas 2004, Usčuplić i dr. 2007).

Nadmorske visine mikrolokaliteta i prosječni indeks zaraze stabala prikazani su u tablici 3. Provedene analize nisu potvrdile postojanje statistički značajnih razlika u prosječnom indeksu zaraze stabala koja su se nalazila na različitim nadmorskim visinama ($F = 1,095$; sig. 0,358). Ovakav rezultat je očekivan, jer se objekat istraživanja nalazi u relativno uskom pojasu nadmorskih visina u kojemu je uobičajena prisutnost imele u jačem intenzitetu (Barbu 2010, Idžojtić i dr. 2005, Usčuplić i dr. 2007).

Utjecaj svjetlosti na pojavu imele istraživao je preko zasjenjenosti krošanja zaraženih stabala krošnjama susjednih stabala (tablica 4). Analizom varijance utvrđene su statistički visoko značajne razlike u intenzitetu zaraze bijelom imelom stabala iz različitih kategorija zasjenjenosti njihovih krošanja ($F = 17,761$; sig. 0,000). Statistički značajne razlike u veličini prosječnog indeksa zaraze utvrđene su između stabala obične jele, čije krošnje uopće nisu zasjenjene ili su zasjenjene sa dvije strane i onih stabala koja su potpuno zasjenjena ili zasjenjena sa tri strane. Usporedbom svih kategorija zasjenjenosti, utvrđen je opći model koji ukazuje da intenzitet zaraze imelom opada s povećanjem zasjenjenosti krošnje zaraženog stabla (slika 3). Pri tomu su kao posebno pogodna stabla za naseljavanje imele ocijenjena ona koja

uopće nisu zasjenjena ili su pak zasjenjena s jedne strane. Slične rezultate navode Barbu (2010), Idžojtić i dr. (2005, 2008), Mujezinović (2007), Plagnat (1950) i Tsopelas (2004). Ovakvi rezultati mogu se objasniti biološkim zahtjevima imele kao biljke, jer stabla čije krošnje nisu zasjenjene dobijaju veću količinu svjetlosti koja pogoduje njenom razvoju i širenju (Zuber 2003).

Zaključci Conclusions

Težište ovih istraživanja usmjereno je na ispitivanje uticaja obilježja mikrolokaliteta (nagib, nadmorska visina) i obilježja stabala (prсни promjer, indeks zaraze po trećinama krošnje i ukupno, zasjenjenost krošnje stabla) na intenzitet zaraze obične jele bijelom imelom. U tu svrhu je na istraživanom objektu izmjereno i analizirano 517 zaraženih stabala. Nakon provedenih analiza zaključeno je sljedeće:

- Intenzitet zaraze obične jele bijelom imelom se povećava s porastom prsnog promjera.
- Bijela imela najviše nastanjuje vršnu (gornju) trećinu krošnje, dok njena brojnost opada od vrha prema bazi krošnje.
- Utjecaj nagiba terena na prosječni indeks zaraze nije statistički značajan.
- Nadmorska visina zaraženih stabala nije statistički značajno utjecala na veličinu prosječnog indeksa zaraze.
- Zaraza obične jele bijelom imelom opada s povećanjem zasjenjenosti njenih krošanja krošnjama susjednih stabala.
- Najveći utjecaj svjetlosti na pojavu imele zabilježen je na stablima čije su krošnje potpuno osvijetljene ili pak zasjenjenje s do dvije strane svijeta.

Zahvala Acknowledgement

Zahvaljujemo se ŠPD "Unsko-sanske šume" d.o.o., Bosanska Krupa, koje je omogućilo terenski dio ovog istraživanja i ustupilo dio podataka o području na kojemu je ono realizirano. Posebnu zahvalnost dugujemo zaposlenicima podružnice "Šumarija" Ključ.

Literatura References

- Barbu, C., 2010: The incidence and distribution of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) on Silver fir (*Abies alba* Mill.) stands from Eastern Carpathians. Ann. For. Res. 53(1): 27–36.
- Diminić, D., N. Potočić, A. Jazbec i M. Županić, 2011: Zaraženost bijelom imelom i status ishrane obične jele u Gorskom Kotaru. Croat. J. For. Eng. 32–1: 223–237.

- Dobbertin, M., 2005: Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *Eur. J. Forest. Res.* 124: 319–333
- Durand-Gillmann, M., M. Cailleret, T. Boivin, L.-M. Nageleisen and H. Davi, 2012: Individual vulnerability factors of Silver fir (*Abies alba* Mill.) to parasitism by two contrasting biotic agents: mistletoe (*Viscum album* L. ssp. *abietis*) and bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) during a decline process. *Annals of Forest Science* (Published online), INRA and Springer-Verlag France, 1–15.
- Glavaš, M., 2012: Štete na običnoj jeli uzrokovane bijelom imelom. *Glasilo biljne zaštite*, 3: 239–244.
- Hawksworth, F.G. and R.F. Scharpf, 1986: Spread of European mistletoe (*Viscum album*) in California, U.S.A. *Eur. J. For. Path.* 16: 1–64.
- Idžojtić, M., 2003: Domaćini i rasprostranjenost bjelogorične bijele imele (*Viscum album* L. ssp. *album*) u Hrvatskoj. *Šumarski list* br. 127 (9–10): 439–447, Zagreb.
- Idžojtić, M., M. Glavaš, M. Zebec, R. Pernar, J. Bečarević, K. Glova i S. Plantak, 2007: Žuta i bijela imela na području Uprava šuma podružnica Našice i Osijek. *Šumarski list* 131 (3–4): 125–135, Zagreb.
- Idžojtić, M., M. Glavaš, M. Zebec, R. Pernar, M. Dasović i N. Pavlus, 2005: Zaraza obične jele (*Abies alba* Mill.) bijelom imelom (*Viscum album* L. ssp. *abietis* /Wiesb./ Abrom.) u Hrvatskoj. *Šumarski list* 129 (11–12): 559–573, Zagreb.
- Idžojtić, M., M. Glavaš, M. Zebec, R. Pernar, Ž. Kušan, Đ. List i M. Grahovac-Tremški, 2008: Intenzitet zaraze žutom i bijelom imelom na području Uprava šuma podružnica Zagreb i Koprivnica. *Šumarski list* 132 (3–4): 107–114, Zagreb.
- Idžojtić, M., R. Pernar, M. Kauzlarić, M. Abramović, D. Janković i M. Pleše, 2003: Intenzitet zaraze obične jele (*Abies alba* Mill.) imelom (*Viscum album* L. ssp. *abietis* /Wiesb./ Abrom.) na području Uprave šuma podružnice Delnice. *Šumarski list* 127 (11–12): 545–559, Zagreb.
- Klepac, D., 1955: Utjecaj imele na prirast jelovih šuma. *Šumarski list* (7–8): 231–244, Zagreb.
- Mujezinović, O., 2007: Uticaj imele (*Viscum album* L.) na prirast jele (*Abies alba* Mill.) i ulančavanje drugih štetnih biotičkih agensa. Magistarski rad, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 1–51, Sarajevo.
- Noetzi K, P., B. Muller, T.N. Sieber, 2003: Impact of population dynamics of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) on European silver fir (*Abies alba*). *Ann. For. Sci.* 60: 773–779
- Paladinić, E., D. Štimac, H. Marjanović, I. Balenović i M. Zorana Ostrogović, 2011: Sušenje obične jele (*Abies alba* Mill.) s proizvodnog stajališta na primjeru nekolicine bukovo-jelovih sastojina. *Šumarski list* 135 (posebni broj): 248–263, Zagreb.
- Pernar, R., A. Seletković, M. Ančić i J. Sučić, 2011: Značajke prostorne distribucije sušaca u bukovo-jelovoj šumi. *Croat. J. For. Eng.* 32–1: 313–327.
- Pernek, M. i N. Lacković, 2011: Uloga jelovih krivozubih potkornjaka u sušenju jele i mogućnosti primjene feromonskih klopki za njihov monitoring. *Šumarski list* 135 (posebni broj): 114–121, Zagreb.
- Plagnat F., 1950: Le gui du sapin. *Ann. Ec. Natl. Eaux For.* 12: 157–231.
- Tsopelas, P., A. Angelopoulos, A. Economou and N. Soulioti, 2004: Mistletoe (*Viscum album*) in the fir forest of Mount Parnis, Greece. *Forest Ecology and Management*, 202 (1–3): 59–65.
- Usčuplić, M., 1992: Uticaj sistema gazdovanja na pojavu imele. *Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu*: 7–18, Beograd.
- Usčuplić, M., M. Dautbašić, T. Treštić, T. Nišić, B. Jokanović, E. Selman i O. Mujezinović, 2007: Bolesti i štetnici obične jele (*Abies alba* Mill.) u Bosni i Hercegovini. *Društvo za zaštitu bilja u Bosni i Hercegovini*, 1–114, Sarajevo.
- Usčuplić, M., T. Treštić, M. Dautbašić i O. Mujezinović, 2008: Utjecaj bijele imele (*Viscum album* ssp. *abietis* /Wiesb./ Abrom.) na biomasu iglica obične jele (*Abies alba* Mill.). *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko* 43(1): 31–37, Jastrebarsko.
- Zuber, D., 2003: Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora* 199: 181–203.

Summary

White mistletoe (*Viscum album* L.) is semi-parasitic plant which in different intensity occurs on numerous deciduous and coniferous tree species. The research on the impact of micro-localities to the intensity of infestation of Silver fir trees with white mistletoe was conducted in April 2012 in forest management area "Ključko", management unit "Šiša-Palež", in parts of units 5, 6 and 7/1 which belong to management class 1211 – Forests of Beech and Silver fir with Spruce on mainly deep calco-cambisole, luvisole and combinations of it on dense limestone and dolomites. According to the valid forest management plan for these forests is predicted a group-selective system of management. As characteristics of the micro-locality of infested Silver fir trees were assessed or measured the following parameters: breast-height diameter, inclination, altitude above the sea level and shading of the crown of infested tree caused by crowns of neighboring trees. The intensity of the presence of white mistletoe on Silver fir trees was assessed by implementation of Hawksworth Index of Infestation

Research covered 517 infested Silver fir trees by the characteristics of which are given in the tables 1–4. It was determined that with the increase of breast-height diameter of tree (diameter class) increases the average index of infestation (Figure 1). By the analysis of variance were determined statistically highly important differences in the intensity of infestation by white mistletoe of trees from different diameter classes (Table 1; $F = 9,239$; sig. 0,000). In majority of cases, the increase of the inclination of the terrain has caused higher intensity of infestation of trees. However, by the analysis of variance were not determined statistically significant differ-

ences in intensity of infestation by white mistletoe of trees from different inclination category (Table 2; $F = 2,237$; sig. 0,083). Regarding the altitude above the sea level of the micro-locality, the conducted analyses did not confirm the existence of statistically significant difference in average index of infestation of trees which were located at different altitudes above the sea level (Table 3; $F = 1,095$; sig. 0,358). The impact of light to the occurrence of mistletoe was researched through the level of shading of infested crown caused by crowns of neighboring trees. By the analysis of variance were determined statistically highly significant differences in the intensity of infestation by white mistletoe of trees from different categories of shading of their crowns ($F = 17,761$; sig. 0,000). By comparison of all categories of shading was determined a general model which points that the intensity of infestation by mistletoe declines with the increase of the level of shading of the crown of infested tree (Figure 3).

KEY WORDS: white mistletoe, *Viscum album*, Silver fir, *Abies alba*, intensity of infestation, index of infestation, characteristics of micro-locality.