

Zaraženost bijelom imelom i status ishrane obične jele u Gorskom kotaru

Danko Diminić, Nenad Potočić, Anamarija Jazbec, Miljenko Županić

Nacrtač – Abstract

U Gorskom kotaru od 2003. do 2010. godine istraživana je zaraza stabala obične jele bijelom imelom te status ishrane jele kao domaćina i imele kao poluparazitske biljke. Tijekom rada utvrđene su lokacije s različitim intenzitetom zaraze jelovih stabala. Pojedine su jele jako zaražene, posebice na tlima silikatne matične podloge. Statističkom analizom nije utvrđena značajna razlika u zaraženosti jela na silikatu i jela na vapnencu i dolomitu, no utvrđeno je ukupno nešto više imele i njezine biomase na stablima vapnenačko-dolomitne matične podloge. Zapaženo je da s povećanjem osutosti jelovih krošanja raste i broj grmova imele i njezina biomasa. Analizirajući ishranu jele i imele utvrđeno je da imela očekivano prati stanje ishrane domaćina. Razlike u koncentraciji biogenih elemenata prema vrsti matičnoga supstrata u iglicama jele i u lišću imele gotovo su istovjetne, uzimajući u obzir različitost apsolutnih vrijednosti.

Ključne riječi: obična jela, *Viscum album* ssp. *abietis*, osutost krošanja, zaraza, ishrana

1. Uvod – Introduction

Tijekom 90-ih godina prošloga stoljeća u Gorskom je kotaru uočena značajnija prisutnost bijele imele (*Viscum album* L.) u krošnjama jele (*Abies alba* Mill.). Mnoga su stabla bila zaražena tom poluparazitskom cvjetnicom. Procjenom zdravstvenoga stanja utvrđena je zaraza od 50 do 77 % jelovih stabala na lokalitetima Cetin, Litorić, Miletka, Goranska Dobra, Velika Višnjevica, Brod na Kupi, Završje, Skrad Rudač i Jasle. Zabrinjavajuća činjenica bila je što su se mnogobrojni grmovi imele (zbog potrebe za svjetlom) nalazili u gornjim dijelovima krošanja, oduzimajući jelama ne samo vodu i mineralne tvari već i svjetlo, utječući na daljnji razvoj i rast, odnosno na zdravstveno stanje jelovih stabala.

Bijela je imela poluparazitska cvjetnica koja je taksonomski podijeljena u tri podvrste: *V. album* L. ssp. *album*, *V. album* L. ssp. *abietis* /Wiesb./ Abromeit i *V. album* L. ssp. *austriacum* /Wiesb./ Vollmann. Prema Barneyu i dr. (1998) domaćini *V. album* L. ssp. *album* jesu mnoge vrste bjelogoričnoga drveća i grmlja, domaćini su *V. album* L. ssp. *austriacum* različite crnogorične vrste (većinom borovi), dok su jele uglavnom domaćini treće podvrste *V. album* L. ssp. *abietis*.

Posljednjih nekoliko desetljeća pojedini su autori istraživali bijelu imelu na običnoj jeli u nekoliko

europskih zemalja, uključujući Hrvatsku te susjedne države (Klepac 1955, Brossier i Plagnat 1960, Brossier 1969, Kramer i dr. 1988, Usčuplić 1992, Barbu 2002, Noetzli i dr. 2003, Diminić i Kauzlarić 2006, Idžojtić i dr. 2008). Klepac je (1955) istražujući imelu utvrdio da zaražena jelova stabla u Gorskom kotaru prirašćuju 19 % manje nego nezaražena, a Noetzli i dr. (2003) utvrdili su pak da se povećanjem broja grmova imele u krošnji značajno smanjuje debljinski prirast.

U razdoblju od 2001. do 2010. godine zaraženost obične jele bijelom imelom istraživana je u Gorskom kotaru. Prvi su rezultati objavljeni 2006. godine (Diminić i Kauzlarić 2006), koji pokazuju različit intenzitet zaraze (prisutnosti) bijele imele u jelovim sastojinama. Istraživanje je provedeno na 6 lokaliteta, a jak intenzitet zaraze utvrđen je na lokalitetima Miletka, Podvodenjak i Potočine-Crna kosa. U krošnji sedam uzorkovanih stabala navedenih lokacija ukupno je utvrđeno od 1 026 do 1 122 grma imele s ukupnom biomasom od 123,36 do 165,75 kg. Na svim je pokusnim plohama zabilježeno da s povećanjem osutosti jelovih krošanja raste i broj grmova imele i njihova biomasa. Provedenim istraživanjima u sastojinama na silikatu te vapnencu i dolomitu, na jelama u istim kategorijama osutosti krošanja, utvrđeno je da je prosječno stablo na silikatu imelom zaraženo 3,24 % više nego stablo na vapnenačko-dolomitnoj podlozi.

Tablica 1. Lokalizirani istraživanja zaraze obične jele bijelom imelom u Gorskom kotaru**Table 1** Silver fir research sites in Gorski Kotar infested by common mistletoe

Lokalitet <i>Locality</i>	Odjel, odsjek <i>Management unit Comp. No.</i>	Površina, ha <i>Area, ha</i>	Nadmorska visina, m <i>Altitude, m</i>	Ekspozicija <i>Exposition</i>	Nagib, ° <i>Inclination, °</i>	Tip tla <i>Soil Type</i>	Podtip <i>Sub-Type</i>
Miletka	17 A	41,54	660 - 800	Razna <i>Various</i>	1 - 25	Podzolasto smeđe <i>Podzol</i>	Na silikatu <i>On silicate</i>
	20 A	10,03	660 - 700	S, SE	1 - 10		
Podvodenjak	10 A	20,80	450 - 550	NE	0 - 15	Distr. smeđe - kiselo smeđe <i>Dystric cambisol</i>	
Oštrac	41	37,32	740 - 810	Razna <i>Various</i>	0 - 20	Distr. smeđe - kiselo smeđe <i>Dystric cambisol</i>	
Potočine-Crna kosa	47	43,58	500 - 687	NE, NW	0 - 15	Smeđe <i>Calcocambisol</i>	
Delnice	21 A	30,81	760 - 860	SW	10 - 30	Lesivirano <i>Luvisol</i>	
	92	16,08	500 - 800	E	1 - 60		
Vršice	66	12,98	710 - 780	Razna <i>Various</i>	5 - 10	Smeđe <i>Calcocambisol</i>	
	67	10,54	700 - 740	Razna <i>Various</i>	5 - 10		

Prosječna biomasa imele značajnije je veća u krošnji jela na silikatu, i to za 11,69 %, nego biomasa imela u krošnji jela na vapnenačko-dolomitnoj podlozi u istim kategorijama osutosti krošnja. Utvrđeno je nadalje da je prosječna visina uzorkovane jele na silikatu za 19,25 % veća te da je prosječni prsni promjer za 16,32 % veći od jele na vapnenačko-dolomitnoj podlozi. S druge strane, prosječna dob istih jela na vapnencu i dolomitu veća je za 21,34 % od jela na silikatu (stabla su starija), a prosječna dob najstarije je imele za 15,56 % veća (starija) na jeli na vapnencu i dolomitu od imele na jeli na silikatu (Diminić i Kauzlarić 2006).

Rezultati navedenih istraživanja pokazali su utjecaj staništa (tlo na silikatu nasuprot vapnencu i dolomitu) kako na rast jele tako i na razvoj imele, koja je ovisna o domaćinu. Na temelju tih rezultata istraživanje je prošireno na status ishrane jelovih stabala i parazitirajuće imele te sastava tla radi utvrđivanja uvjeta za uspijevanje i ishranu jele, kao i na pojavu različite zaraženosti stabala imelom. U ovom se radu iznose rezultati istraživanja provedenih od 2003. do 2010. godine.

2. Materijal i metode rada – *Materials and Methods*

U Gorskom kotaru radi praćenja zdravstvenoga stanja istraživanja ishrane i zaraze stabala obične jele bijelom imelom odabrano je 6 sastojina (tablica 1). Tri su lokacije odabrane na silikatnoj i tri na vapne-

načko-dolomitnoj podlozi. Takav odabir ploha trebao je obuhvatiti različitost uvjeta za uspijevanje i ishranu obične jele te utvrditi pojavu zaraze bijelom imelom u Gorskom kotaru.

Od 2003. do 2005. godine na svakoj istraživanoj lokaciji odabrano je po 15 jelovih stabala slučajnim odabirom različita stupnja osutosti krošnja. Stabla na plohama nisu birana po kriteriju zaraženosti imelom zbog ovih razloga:

- ⇒ tijekom pripremnih istraživanja ustanovilo se kako se točan intenzitet zaraze imelom može utvrditi tek na oborenim stablima, brojenjem i mjerenjem ukupne biomase imele u krošnji,
- ⇒ postizanje slučajnoga uzorka prema tom parametru.

Za svako stablo procijenjena je osutost krošnje po kriterijima i metodi *UN/ECE ICP Forests*, na točnost od 5 %. Odabrana su stabla oborena. Svakomu je stablu izmjeren prsni promjer, a zatim visina stabla te utvrđena dob na panju. Krošnje uzorkovanih stabala detaljno su pregledane. Iz krošnja su odvojeni svi grmovi imele radi utvrđivanja njihova broja, a zatim odmah izvagani da se dobije njihova biomasa. Podaci o uzrokovanim stablima dani su u tablicama 2 do 7.

Uzorkovanje jele i imele obavljano je u tri godine od konca rujna do početka studenoga, odnosno pri kraju vegetacijskoga razdoblja za istraživano područje, a ovisno o vremenskim uvjetima. U radu se izno-

Tablica 2. Lokalitet Miletko: podaci analize 15 uzorkovanih jelovih stabala**Table 2** Locality Miletko: analysis data of 15 sampled Silver fir trees

Br. stabla <i>Tree No.</i>	Osutost krošnje, % <i>Crown defoliation, %</i>	Visina stabla, m <i>Tree height, m</i>	Prsni promjer, cm <i>Breast height diameter, cm</i>	Dob jele na panju, god. <i>Fir age on stump, year</i>
1.	15	29,8	58	111
2.	25	34,6	61	116
3.*	25	35,8	50	123
4.*	30	36,8	73	125
5.	30	31,5	51	115
6.*	35	30,9	53	115
7.	45	37,7	78	133
8.	45	40,3	76	120
9.*	45	38,6	72	116
10.	50	25,6	47	116
11.	50	32,2	63	118
12.*	50	35,4	68	119
13.*	60	33,5	56	115
14.	60	34,1	67	134
15.*	65	34,4	60	125

* Podaci o uzorkovanim stablima iz Diminić i Kauzlarić 2006. - * Data of sampled trees from Diminić & Kauzlarić 2006

Tablica 3. Lokalitet Podvodenjak: podaci analize 15 uzorkovanih jelovih stabala**Table 3** Locality Podvodenjak: analysis data of 15 sampled Silver fir trees

Br. stabla <i>Tree No.</i>	Osutost krošnje, % <i>Crown defoliation, %</i>	Visina stabla, m <i>Tree height, m</i>	Prsni promjer, cm <i>Breast height diameter, cm</i>	Dob jele na panju, god. <i>Fir age on stump, year</i>
1.	0	38,1	80	106
2.	5	35,2	60	104
3.	10	28,5	56	118
4.	15	30,4	63	120
5.*	25	36,0	63	111
6.	30	31,3	63	105
7.*	30	36,5	71	106
8.*	35	32,3	65	103
9.*	40	31,3	53	106
10.*	50	33,3	75	112
11.	55	36,2	68	113
12.*	60	31,2	74	110
13.*	65	34,4	76	107
14.	70	31,5	56	122
15.	75	38,4	71	126

* Podaci o uzorkovanim stablima iz Diminić i Kauzlarić 2006. - * Data of sampled trees from Diminić & Kauzlarić 2006

se podaci analize ukupno 90 jelovih stabala (15 po lokalitetu). Analiza stanja zaraze imelom 7 jelovih stabala po lokalitetu, istih stupnjeva osutosti krošnja po istraživanim ploham, objavljena je prije

(Diminić i Kauzlarić 2006), no zbog cjelovitosti rezultata i ti se podaci navode u ovom radu.

Uzorci imele i izbojci jele radi utvrđivanja njihove prehrane uzimani su iz gornje trećine krošnje, odnosno

Tablica 4. Lokalitet Oštrac: podaci analize 15 uzorkovanih jelovih stabala**Table 4** Locality Oštrac: analysis data of 15 sampled Silver fir trees

Br. stabla <i>Tree No.</i>	Osutost krošnje, % <i>Crown defoliation, %</i>	Visina stabla, m <i>Tree height, m</i>	Prsni promjer, cm <i>Breast height diameter, cm</i>	Dob jele na panju, god. <i>Fir age on stump, year</i>
1.	10	39,4	77	183
2.	15	31,2	46	119
3.	20	30,1	51	105
4.*	20	30,2	78	118
5.	30	36,6	78	226
6.	30	39,2	83	201
7.*	30	34,5	84	174
8.*	35	43,6	92	190
9.	40	31,4	58	129
10.*	40	38,3	85	172
11.	55	32,2	56	121
12.*	55	36,5	96	162
13.*	60	35,1	71	111
14.*	65	37,4	75	190
15.	70	36,8	65	216

* Podaci o uzorkovanim stablima iz Diminić i Kauzlarić 2006. - * Data of sampled trees from Diminić & Kauzlarić 2006

Tablica 5. Lokalitet Potočine-Crna kosa: podaci analize 15 uzorkovanih jelovih stabala**Table 5** Locality Potočine-Crna Kosa: analysis data of 15 sampled Silver fir trees

Br. stabla <i>Tree No.</i>	Osutost krošnje, % <i>Crown defoliation, %</i>	Visina stabla, m <i>Tree height, m</i>	Prsni promjer, cm <i>Breast height diameter, cm</i>	Dob jele na panju, god. <i>Fir age on stump, year</i>
1.	20	24,3	48	143
2.	20	27,2	46	144
3.*	25	25,1	50	159
4.*	30	26,9	63	164
5.	35	30,9	52	155
6.*	35	26,7	61	142
7.	40	32,7	68	162
8.	40	26,0	51	144
9.*	45	28,1	55	134
10.	45	31,1	68	144
11.*	50	26,8	56	175
12.	55	29,6	53	120
13.	60	27,0	52	153
14.*	60	27,7	63	176
15.*	65	27,6	57	168

* Podaci o uzorkovanim stablima iz Diminić i Kauzlarić 2006. - * Data of sampled trees from Diminić & Kauzlarić 2006

iz osvjetljenoga dijela gdje su optimalni uvjeti za fotosintezu. Uzorci iglica (jednogodišnjih i dvogodišnjih) u laboratoriju su osušeni na 105 °C do konstantne mase, izvagani, te analizirani na sadržaj duši-

ka (N), fosfora (P), kalija (K), kalcija (Ca), magnezija (Mg), željeza (Fe), mangana (Mn) i cinka (Zn). Prikupljeno je i analizirano ukupno 180 uzoraka jele i 17 uzoraka imele.

Tablica 6. Lokalitet Delnice: podaci analize 15 uzorkovanih jelovih stabala**Table 6** Locality Delnice: analysis data of 15 sampled Silver fir trees

Br. stabla <i>Tree No.</i>	Osutost krošnje, % <i>Crown defoliation, %</i>	Visina stabla, m <i>Tree height, m</i>	Prsni promjer, cm <i>Breast height diameter, cm</i>	Dob jele na panju, god. <i>Fir age on stump, year</i>
1.	10	27,5	52	121
2.	15	25,1	50	133
3.	20	28,8	63	134
4.	25	25,4	55	143
5.*	25	26,5	46	158
6.*	30	26,8	58	148
7.*	35	30,4	66	168
8.*	45	29,1	64	164
9.	50	24,2	55	164
10.*	55	26,3	53	134
11.*	60	29,2	68	163
12.*	65	27,2	57	143
13.	75	26,3	51	154
14.	80	28,5	54	174
15.	85	25,2	54	130

* Podaci o uzorkovanim stablima iz Diminić i Kauzlarić 2006. - * Data of sampled trees from Diminić & Kauzlarić 2006

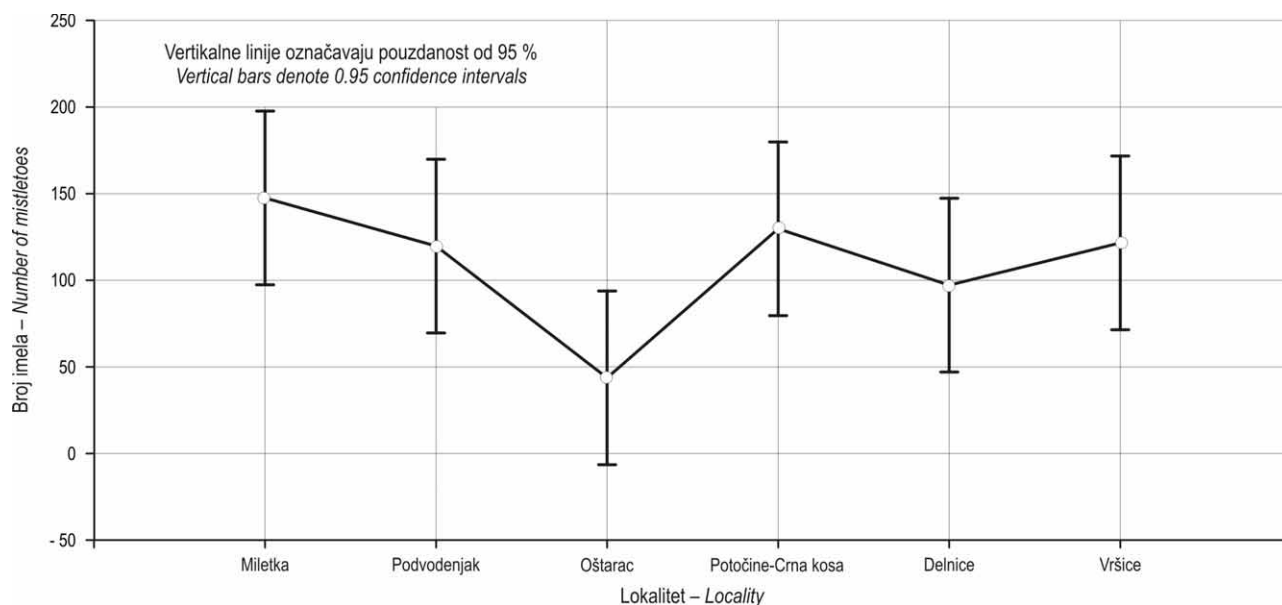
Tablica 7. Lokalitet Vršice: podaci analize 15 uzorkovanih jelovih stabala**Table 7** Locality Vršice: analysis data of 15 sampled Silver fir trees

Br. stabla <i>Tree No.</i>	Osutost krošnje, % <i>Crown defoliation, %</i>	Visina stabla, m <i>Tree height, m</i>	Prsni promjer, cm <i>Breast height diameter, cm</i>	Dob jele na panju, god. <i>Fir age on stump, year</i>
1.	20	36,7	76	188
2.*	25	33,5	61	133
3.*	30	34,2	67	158
4.	30	36,5	83	166
5.	30	36,8	79	146
6.*	35	30,2	79	177
7.	40	34,3	82	178
8.*	45	32,3	52	174
9.	45	32,1	60	192
10.*	55	33,8	69	158
11.*	65	36,3	66	151
12.*	65	32,5	70	135
13.	75	34,2	66	138
14.	90	30,2	57	155
15.	95	32,5	46	187

* Podaci o uzorkovanim stablima iz Diminić i Kauzlarić 2006. - * Data of sampled trees from Diminić & Kauzlarić 2006

U listopadu 2008. godine na istim je plohama obavljeno drugo skupljanje biljnoga materijala za analizu ishrane. Uzorkovano je 5 stabala dobre vitalnosti (osutost < 25 %) po plohi, a uzorci su kombi-

nirani u po jedan kompozitni uzorak po plohi za svaku dobnu klasu (jednogodišnje i dvogodišnje iglice). Uzorci su pripremljeni i analizirani na prije opisan način. Uzorkovanje je tla provedeno uzimanjem



Slika 1. Broj grmova imele u krošnjama uzorkovanih jela po lokalitetima istraživanja
Fig. 1 Number of mistletoes in the crowns of infested firs according to research sites

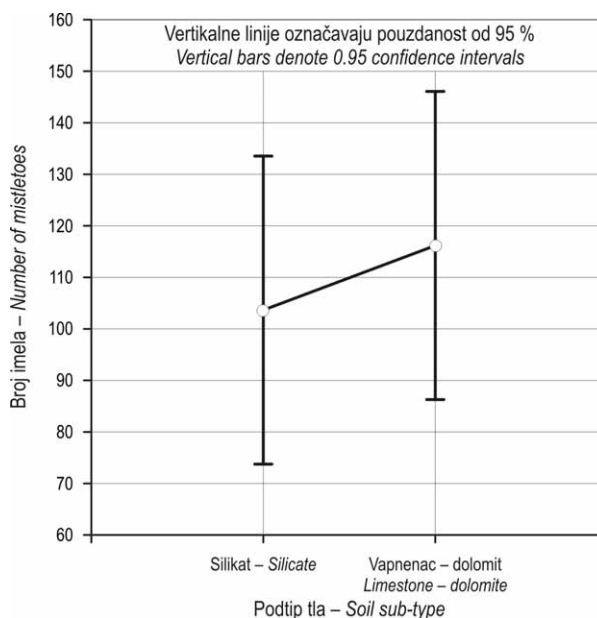
kompozitnih uzoraka holandskim svrdlom na dubinama 0 – 30 i 30 – 60 cm radi odvajanja utjecaja biljnohranidbenoga potencijala tla na koncentracije u iglicama od utjecaja drugih čimbenika (prisutnost vode, dob stabala, masa imele, osutost). Standardnom je analizom tla dobiven sadržaj ukupnoga dušika, biljkama pristupačan fosfor i kalij te određen pH.

Za analizirane varijable napravljena je deskriptivna statistika. Za sva testiranja grešku tipa I (a) od 5 % smatrali smo statistički značajnom. Razlike kemijskih elemenata u iglicama jele i lišću imele na dvije matične podloge (silikatna i vapnenačko-dolomitna) testirane su dvofaktorskom analizom varijance. Kemijska analiza iglica za dvije matične podloge (dva podtipa tla) i dvije uzastopne godine (jednogodišnje i dvogodišnje iglice/dob iglica) testirana je analizom varijance ponovljenih mjerenja. Kemijska analiza tla na dvije različite dubine (0 – 30, 30 – 60 cm) za dvije matične podloge (dva podtipa tla) testirana je također analizom varijance ponovljenih mjerenja. Broj grmova imele i njihova biomasa za šest različitih lokaliteta i posebno za dvije matične podloge testirane su jednofaktorskom analizom varijance (Sokal i Rohlf 1995). Sve su statističke analize i grafički prikazi napravljeni primjenom programa STATISTICA 7.1 (StatSoft, Inc. 2010).

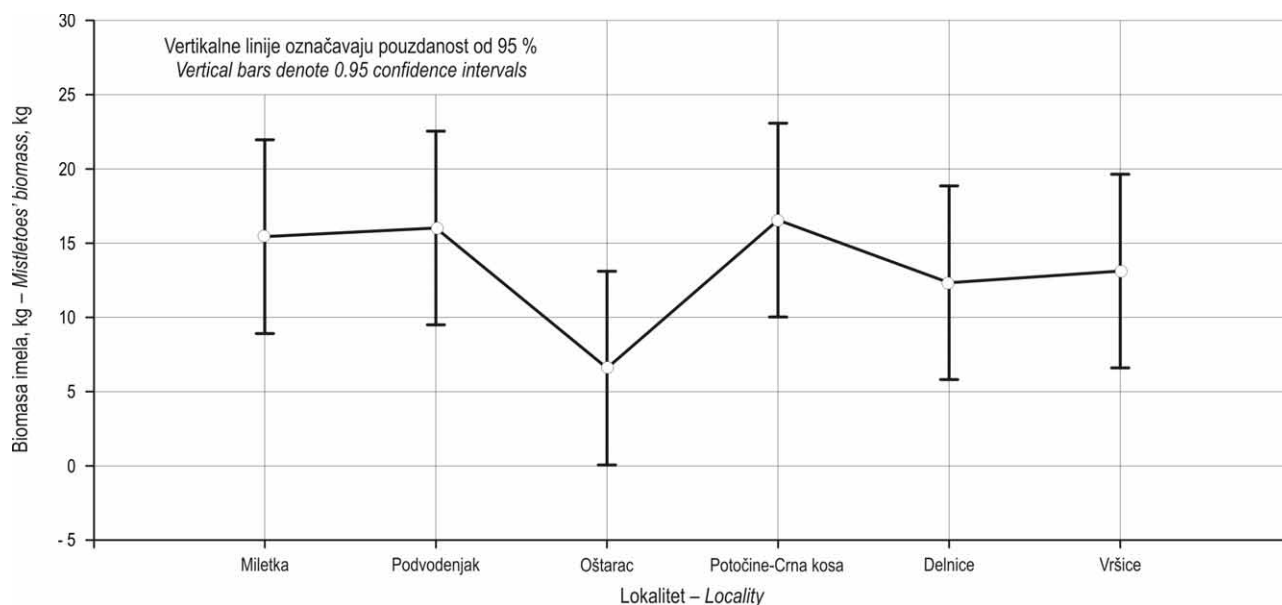
3. Rezultati rada i rasprava – Results and Discussion

Provedenim istraživanjem utvrđene su razlike u prisutnosti bijele imele u krošnjama obične jele. Na

temelju analize 90 jelovih stabala na 6 lokacija dobiveni su podaci o zaraženosti jele – broj grmova imele u krošnjama i njihova biomasa. Na slici 1 prikazana je statistička analiza zaraženosti (broj grmova u krošnji uzorkovanih stabala) po lokalitetima istraživanja, a na slici 2 statistička analiza rezultata uspoređujući lokalitete na silikatnoj i vapnenačko-dolomitnoj



Slika 2. Broj grmova imele u krošnjama uzorkovanih jela po tipu matične podloge
Fig. 2 Number of mistletoes in the crowns of infested firs according to soil sub-types



Slika 3. Biomasa imele u krošnjama uzorkovanih jela po lokalitetima istraživanja
Fig. 3 Biomass of mistletoes in the crowns of infested firs according to research sites

podlozi. Prema dobivenim podacima najveća je zaraža utvrđena na lokalitetu Miletka, dok je najmanji broj grmova imele zabilježen na lokalitetu Oštarac. Međutim, statistički značajnih razlika nema između istraživanih lokaliteta (slika 1, tablica 8). Jednako tako nije utvrđena statistička razlika između lokaliteta na silikatu te vapnencu i dolomitu, iako je veći broj grmova u jelovim krošnjama zabilježen na lokalitetima vapnenačko-dolomitne matične podloge (slika 2, tablica 8).

Slična je situacija zabilježena u biomasi imele (slike 3 i 4). Najmanja biomasa imele utvrđena je na lokalitetu Oštarac, a najveća na lokalitetu Potočine-Crna kosa (slika 3). Statističkom analizom također nisu utvrđene značajne razlike među lokalitetima (tablica 8). Uspoređujući matične podloge vidljiva je veća biomasa imele na vapnenačko-dolomitnim lokalitetima (slika 4), no statistički također nema značajnih razlika (tablica 8).

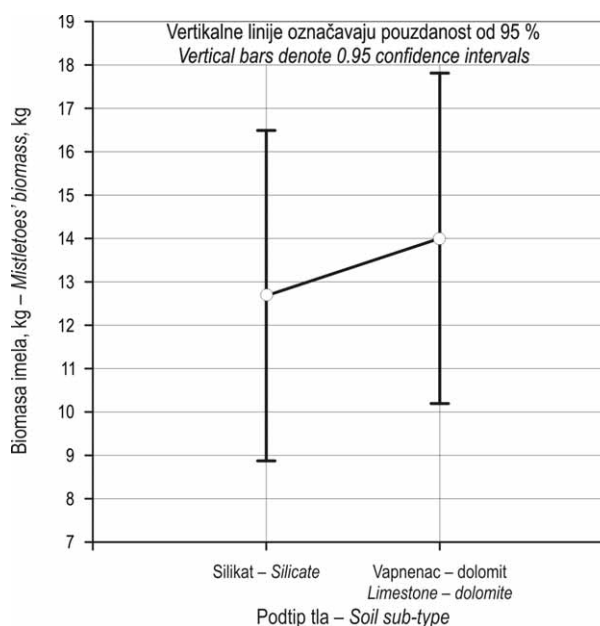
Tablica 8. Rezultati jednofaktorske analize varijance za broj i biomasa imele prema lokalitetu i tipu matične podloge (podtipu tla)

Table 8 Results of one factor analysis of variance for number of mistletoes and mistletoe biomass according to locality and soil sub-type

		F	p
Broj grmova imele No. of mistletoes	Lokalitet - Locality	2,074	0,077
	Podtip tla - Soil sub-type	0,347	0,557
Biomasa imele Mistletoes' biomass	Lokalitet - Locality	1,276	0,282
	Podtip tla - Soil sub-type	0,238	0,627

Kretanje je broja grmova imele slično kretanju biomase. Na lokalitetima vapnenačko-dolomitne matične podloge oba su parametra veća nego na lokalitetima silikatne podloge (slike 2 i 4).

Uspoređujući osutost krošanja uzorkovanih stabala slučajnim odabirom u sastojinama tipičnoga



Slika 4. Biomasa imele u krošnjama uzorkovanih jela po tipu matične podloge
Fig. 4 Biomass of mistletoes in the crowns of infested firs according to soil sub-types

gospodarenja preborom, vidljiv je raspon kategorija osutosti krošanja za obje podloge: 0 – 75 % osutost jela na silikatu i 10 – 95 % osutost jela na vapnencu i dolomitu. Prosječno stablo jele na vapnenačko-dolomitnoj podlozi ima veću osutost krošnje za 15,54 % od jele na silikatu. Sličan je trend uočljiv u broju grmova imele i njezinoj biomasi na uzorkovanim jelama. Prosječno stablo uzraslo na vapnenačko-dolomitnoj podlozi ima za 12,09 % više imele u krošnji i za 10,42 % njezina je biomasa veća od prosječnoga stabla na silikatu.

Ti su rezultati potvrdili prethodna istraživanja (Diminić i Kauzlarić 2006) da s povećanjem osutosti jelovih krošanja raste i broj grmova imele i njezina biomasa, odnosno što stablo općenito izgleda lošije, to je i broj grmova imele te njezina biomasa veća. Osutost krošanja jele mogu uzrokovati različiti abiot-ski i biotski čimbenici, pojedinačno ili zajedno. Sam uzrok (uzroci) prorijeđenosti krošanja nije bio predmetom ovoga istraživanja, no među štetnim biot-skim čimbenicima imela zasigurno igra važnu ulogu jer oduzimajući vodu i mineralne tvari iz grana i debla, značajno narušava njihovu vitalnost. Spomenuto posebno može doći do izražaja tijekom sušnih razdoblja. S druge strane prorijeđenost krošnje omogućuje bolje uvjete za razvoj imele s obzirom na dostupnost svjetla (nerijetko grmovi imele uočavani su na deblu, posebice u gornjim dijelovima krošnje).

Uspoređujući podatke istraživanja zaraze jelovih stabala imelom u istim kategorijama osutosti krošanja prema istraživanju Diminića i Kauzlarića (2006), može se primijetiti da je prosječna jela približno za 3 % više zaražena imelom na silikatnoj nego na vapnenačko-dolomitnoj podlozi, dok je biomasa imele veća za gotovo 12 % na jelama uzraslim na silikatu. Taj je podatak u skladu s podacima o visini i prsnom promjeru prosječne uzorkovane jele na silikatu u usporedbi s jelom na vapnenačko-dolomitnoj podlozi.

Opća slika zaraženosti iz podataka ovoga istraživanja veća je na vapnenačko-dolomitnoj podlozi, kako je prije navedeno, no iz prethodnoga se istraživanja zapaža veća biomasa imele u istim kategorijama osutosti krošanja, što govori da jela na silikatu »bolje podnosi« istu biomasu imele nego stabla na vapnencu i dolomitu. U prilog toj tvrdnji ide i obavljeni zdravstveni pregled jele u srpnju 2010. na lokalitetima Podvodenjak i Oštrac na silikatu, te Vršice i Delnice na vapnencu i dolomitu. Jele su svrstavane u zdravstvene razrede od 0 do 10, gdje su stabla ocjene 0 suši, a 10 najzdravija stabla. Jelova stabla u cjelini na lokalitetu Podvodenjak ocijenjena su ocjenom 7,5, na lokalitetu Oštrac 6,5, na lokalitetu Vršice 5,5, dok su jelova stabla na lokalitetu Delnice najlošijega zdravstvenoga stanja ocijenjena ocjenom 4. U usporedbi sa zdravstvenim stanjem na lokalitetu Podvodenjak u krošnjama 15 jela utvrđeno je 1 796 grmova imele, na lokalitetu Vršice 1 824, Delnice 1 458 i Oštrac 655 grmova. Ukupna biomasa imele u krošnjama 15 stabala Podvodenjaka je najveća – 240,35 kg, zatim slijede Vršice sa 196,80 kg, Delnice sa 185,00 kg i Oštrac sa 98,75 kg.

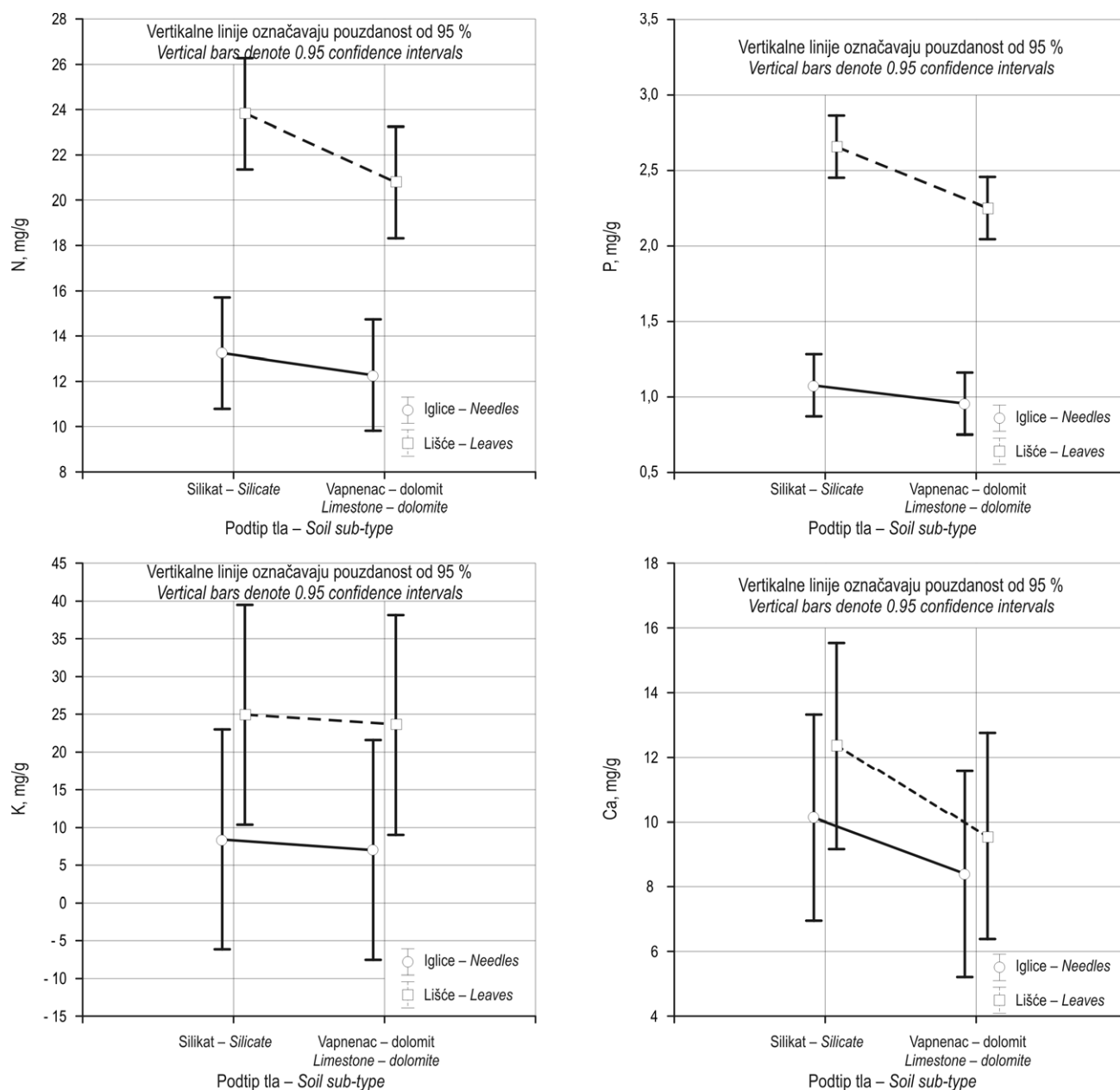
Analizirajući statistički obrađene podatke o ishrani 15 stabala jele i imele može se primijetiti da uglavnom nema statistički značajnih razlika, no postoje određeni trendovi (tablica 9, slika 5). Statistički značajne razlike zabilježene su za N, P, K i Zn u lišću imele i iglicama jele, što se donekle i očekivalo s obzirom na to da je riječ o dva različita organizma, dvije različite biljke. U slučaju ostalih elemenata značajnih razlika nema. Značajnih razlika za analizirane elemente nema i s obzirom na matičnu podlogu, osim u slučaju fosfora gdje je ona utvrđena za lišće imele. Značajno više fosfora ima u lišću imele kad je posrijedi silikatna podloga.

Stanje je ishrane, odnosno kemijskih elemenata u jelovim iglicama na plohama dviju matičnih pod-

Tablica 9. Rezultati dvofaktorske analize varijance koncentracije elemenata u iglicama jele i lišću imele po tipu matične podloge (podtip tla)

Table 9 Results of two factor analysis of variance for concentration of elements in fir needles and mistletoe leaves according to soil sub-types

	N (mg/g)		P (mg/g)		K (mg/g)		Ca (mg/g)	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Iglice/lišće - Needles/Leaves	79,708	< 0,001	259,642	< 0,001	6,881	0,031	1,499	0,256
Podtip tla - Soil sub-type	3,510	0,097	8,698	0,018	0,048	0,832	2,680	0,140
Iglice/lišće * podtip tla - Needles/Leaves * Soil sub-type	0,932	0,363	2,574	0,147	0,000	0,997	0,144	0,714
	Mg (mg/g)		Fe (mg/g)		Mn (mg/g)		Zn (mg/g)	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Iglice/lišće - Needles/Leaves	0,807	0,395	0,135	0,723	0,746	0,413	5,956	0,041
Podtip tla - Soil sub-type	0,070	0,798	0,022	0,885	3,816	0,087	0,231	0,644
Iglice/lišće * podtip tla - Needles/Leaves * Soil sub-type	0,323	0,585	0,009	0,926	0,001	0,979	0,038	0,851



Slika 5. Koncentracije elemenata u iglicama jele i lišću imele po tipu matične podloge
Fig. 5 Concentration of elements in fir needles and mistletoe leaves according to soil sub-types

loga sljedeće (slika 5). Sadržaj N, P, K, Ca, Mn i Zn veći je u iglicama prosječne jele na silikatnoj nego jele na vapnenačko-dolomitnoj podlozi. Status Mg i Fe je obrnut u prilog jele na vapnencu i dolomitu. U lišću prosječne imele na jelama koje rastu na silikatnoj podlozi slična je situacija zabilježena također sa N, P, K, Ca, Mn i Zn, vrijednosti Mg su više, dok jedino Fe ima blagi obrnuti trend.

Ishrana imele kao poluparazita očekivano prati stanje ishrane domaćina, te su razlike u koncentra-

cijama biogenih elemenata prema vrsti matičnoga supstrata u iglicama i u lišću imele gotovo istovjetne, uzimajući u obzir različitost apsolutnih vrijednosti. Usporedba graničnih vrijednosti nedostatka sa srednjom vrijednosti pojedinoga analiziranoga elementa prema vrsti matičnoga supstrata pokazuje da je opskrbljenost jelovih stabala dušikom nedostatna na vapnencima, a zadovoljavajuća na silikatima. Opskrbljenost je fosforom nedostatna i na vapnencima i na silikatima, što je u skladu s niskim sadržajem

Tablica 10. Rezultati analize varijance ponovljenih mjerenja koncentracije elemenata u iglicama za dvije matične podloge (podtipa tla) i analiziranu dob iglica
Table 10 Results of repeated measures analysis of variance for concentration of elements in fir needles according to soil sub-types and needles age

	N (mg/g)		P (mg/g)		K (mg/g)		Ca (mg/g)	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Podtip tla - Soil sub-type	3,788	0,123	8,530	0,043	0,164	0,707	1,006	0,373
Dob iglica - Needles age	0,449	0,540	22,671	0,009	6,676	0,061	31,951	0,005
Dob iglica*podtip tla - Needles age*Soil sub-type	2,804	0,169	1,903	0,240	0,131	0,736	0,559	0,496
	Mg (mg/g)		Fe (mg/g)		Mn (mg/g)		Zn (mg/g)	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Podtip tla - Soil sub-type	0,639	0,469	1,710	0,261	8,134	0,046	0,138	0,729
Dob iglica - Needles age	1,516	0,286	1,225	0,330	11,245	0,028	1,000	0,374
Dob iglica*podtip tla - Needles age*Soil sub-type	0,168	0,703	5,256	0,084	4,460	0,102	4,000	0,116

Tablica 11. Rezultati analize varijance ponovljenih mjerenja kemijske analize za dvije matične podloge (podtipa tla) i dvije različite dubine tla (0 - 30, 30 - 60 cm)
Table 11 Results of repeated measures analysis of variance for chemical analyses of two soil sub-types and two soil depths (0-30, 30-60 cm)

	pH (H ₂ O)		pH (1MKCl)		P ₂ O ₅ (mg/100g)		K ₂ O (mg/100g)	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Podtip tla - Soil sub-type	11,917	0,026	7,691	0,050	0,883	0,401	2,986	0,159
Dubina - Depth	30,734	0,005	123,597	< 0,001	2,103	0,221	1,843	0,246
Dubina*podtip tla - Depth* Soil sub-type	18,536	0,013	20,433	0,011	0,009	0,928	1,272	0,322
	N (%)		Humus (%)					
	F	p	F	p				
Podtip tla - Soil sub-type	0,025	0,883	0,102	0,765				
Dubina - Depth	108,765	< 0,001	100,008	0,001				
Dubina*podtip tla - Depth* Soil sub-type	13,235	0,022	1,330	0,313				

fosfora u istraživanim tlima. Koncentracija kalija zadovoljava na obje podloge, a kalcija i magnezija je optimalna.

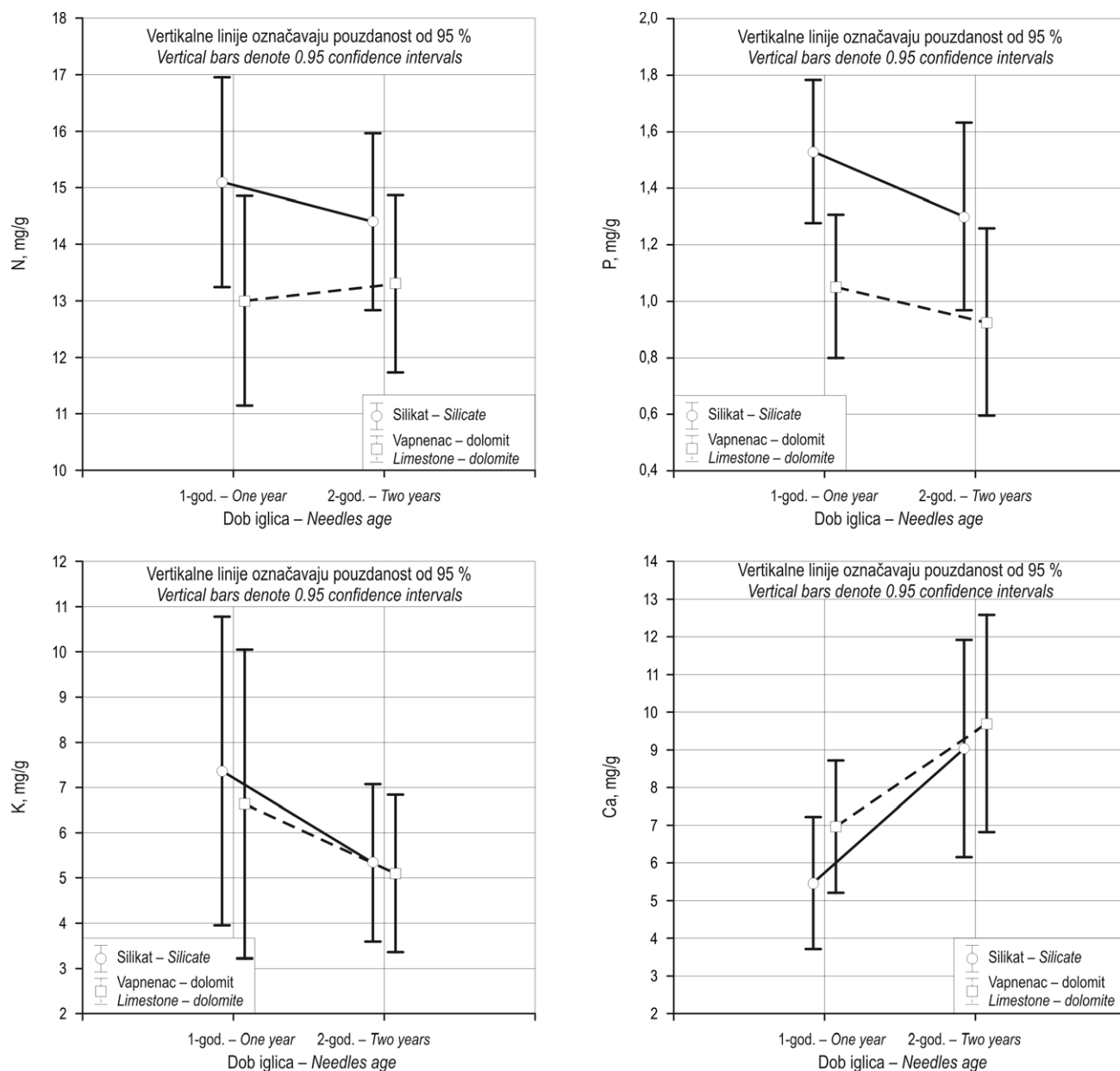
Drugim uzorkovanjem iglica jele s 5 stabala dobiveni su slični rezultati koncentracije biogenih elemenata. Statistički su značajne razlike u koncentraciji P i Mn u uzorcima dviju različitih matičnih podloga (podtipa tla) i jednako tako u različitoj dobi iglica (tablica 10, slika 6). U slučaju fosfora koncentracija pada s dobi iglica, dok u slučaju Mn ona raste. Koncentracija Ca zabilježila je statistički značajan rast s dobi iglica i nešto malo više vrijednosti na vapnenačko-dolomitnoj nego na silikatnoj podlozi (statistički značajnih razlika nema), obrnuto od nalaza s 15 stabala.

Razlike između rezultata analize ishrane iglica s 15 i analize uzorka 5 stabala nisu velike i možemo ih većinom pripisati prirodnim godišnjim promjenama (npr. više koncentracije kalcija u iglicama jele na silikatnoj podlozi mogu se povezati s povećanom dostupnošću vode koja je osnovni čimbenik dostupnosti kalcija biljkama).

Analizom tla lokaliteta na dvije matične podloge utvrđene su očekivane statistički značajne razlike u pH gdje su tla razvijena na silikatnoj podlozi niže reakcije. Statistički značajnih razlika u tlima dviju matičnih podloga u sadržaju ukupnoga dušika, biljkama pristupačnih fosfora i kalija, nema (tablica 11, slika 7). Statistički značajna razlika bila je za dušik u uzorcima iz različitih dubina.

4. Zaključak – Conclusion

Istraživanje zaraze jelovih stabala bijelom imelom dala su sljedeće rezultate. Terestička analiza prisutnosti imele u krošnji dubećega stabla nije pouzdana. S jedne strane neuočljivost imele u krošnji ne znači da analizirano stablo nije zaraženo imelom, jer grmovi mogu biti zaklonjeni granama, a s druge strane stvarni broj grmova imele uopće nije moguće evidentirati zbog nemogućnosti detaljnoga pregleda svake pojedine grane s tla. Jedina pouzdana metoda koja će nam dati stvarni uvid u zaraženost jele jest

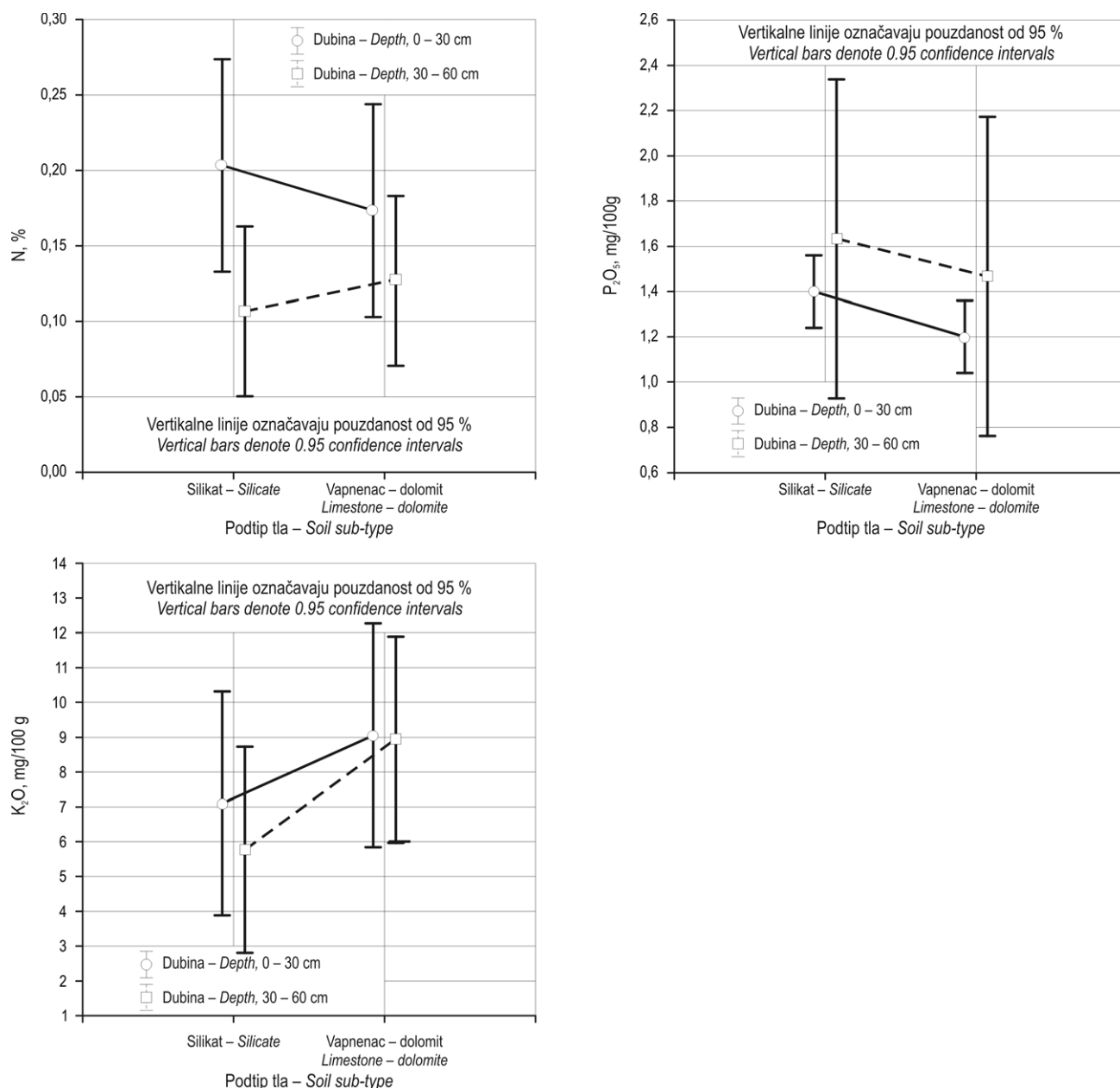


Slika 6. Koncentracija elemenata u jednogodišnjim i dvogodišnjim jelovim iglicama po tipu matične podloge
Fig. 6 Concentration of elements in 1 and 2-year old fir needles according to soil sub-types

analiza na oborenim stablima. Buduća istraživanja – praćenje zaraze jela trebalo bi usmjeriti na daljinska istraživanja, fotointerpretaciju aviosnimaka radi izbjegavanja obaranja većega broja stabala i zahtjevnijih terenskih radova. Preduvjet za uspostavljanje pouzdanih metoda evidentiranja zaraze jele imelom na taj način prethodila bi kombinacija opisanih terestičkih i odgovarajućih daljinskih istraživanja.

Istraživanjem bijele imele u Gorskom kotaru utvrđene su lokacije s različitim intenzitetom zaraze jelo-

vih stabala. Pojedina su stabala jako zaražena, posebice na silikatu, a u njihovim krošnjama utvrđeno je od 417 do 491 grma imele. Najzaraženije stablo na vapnenačko-dolomitnoj podlozi imalo je 364 grma imele. Ukupan broj grmova u krošnjama 15 uzorkovanih stabala obične jele na pojedinim matičnim podlogama bio je: Miletka 2 213, Podvodenjak 1 796 i Oštrac 655 (silikat), odnosno Potočine-Crna kosa 1 946, Vršice 1 824 i Delnice 1 458 (vapnenac i dolomit). Statističkom analizom nije utvrđena značajna razlika



Slika 7. Sadržaj N, P i K u tlu lokaliteta istraživanih po tipu matične podloge
Fig. 7 Status of N, P and K in the soil of research localities according to soil sub-types

u zaraženosti jela na silikatnoj i vapnenačko-dolomitnoj podlozi, no zapaža se nešto više imela na jelama vapnenačko-dolomitne matične podloge. Prosječno zaraženo jelovo stablo na vapnencu i dolomitu ima 116 grmova imele, dok je na silikatu 13 grmova manje.

Ukupna biomasa imele u krošnjama 15 uzorkovanih stabala obične jele na pojedinim matičnim podlogama bila je: Podvodenjak 240,35 kg, Miletka 231,56 kg i Oštrac 98,75 kg (silikat), odnosno Poto-

čine-Crna kosa 248,32 kg, Vršice 196,80 kg i Delnice 185,00 kg (vapnenac i dolomit). Iz navedenih je podataka vidljivo da broj grmova imele (redosljed zaraženosti) ne korelira s utvrđenom biomasom imele. Statističkom analizom također nije utvrđena značajna razlika u zaraženosti jele na silikatnoj i vapnenačko-dolomitnoj podlozi, no isto tako zapaža se nešto veća biomasa imele na jelama vapnenačko-dolomitne matične podloge. Prosječno zaraženo stablo jele na vapnencu i dolomitu ima biomasu imele 14

kg, dok jela na silikatu ima za 1,32 kg biomase imele manje.

Rezultati izneseni u ovom radu potvrdili su prethodna istraživanja (Diminić i Kauzlarić 2006) da s povećanjem osutosti jelovih krošanja raste i broj grmova imele i njihova biomasa, odnosno što stablo općenito izgleda lošije, to je i broj grmova te njihova biomasa u krošnji veća.

Analiza ishrane jele i imele kao poluparazita pokazala je da imela očekivano prati stanje ishrane domaćina. Razlike u koncentracijama biogenih elemenata prema vrsti matičnoga supstrata u iglicama jele i u lišću imele gotovo su istovjetne, pri tome uzimajući u obzir evidentiranu različitost apsolutnih vrijednosti. Usporedba graničnih koncentracija sa srednjom vrijednosti pojedinoga analiziranoga elementa prema vrsti matičnoga supstrata pokazala je da je opskrbljenost jelovih stabala dušikom nedostatna na vapnencima, a zadovoljavajuća na silikatima. Opskrbljenost je fosforom nedostatna i na vapnencima i na silikatima, što je u skladu s niskim sadržajem fosfora u istraživanim tlima. Koncentracija kalija zadovoljava na obje podloge, a kalcija i magnezija optimalna je.

Razlike u rezultatima analize ishrane iglica 15 stabla i analize uzorka 5 stabala jele, uzorkovanih u razmaku od nekoliko godina, nisu velike i možemo ih uglavnom pripisati prirodnim godišnjim promjenama (npr. viša se koncentracija kalcija u iglicama jele na silikatnoj podlozi može povezati s povećanom dostupnošću vode koja je osnovni čimbenik dostupnosti kalcija).

Analizom tla lokaliteta na dvije matične podloge i njihovom međusobnom usporedbom utvrđene su očekivane statistički značajne razlike u pH, gdje su tla razvijena na silikatnoj podlozi niže reakcije. Statistički značajnih razlika nema u tlima na silikatnoj i na vapnenačko-dolomitnoj podlozi u sadržaju ukupnoga dušika, te fosfora i kalija pristupačnih biljkama.

Istražujući zarazu jele imelom u Gorskom kotaru dobivene su određene spoznaje. Zabilježena je znakovita prisutnost imele na pojedinim lokalitetima, utvrđeno je da zaraza imelom raste u skladu s osutosti krošanja jela i da njezina ishrana očekivano prati stanje ishrane svojega domaćina. U budućim istraživanjima uz spomenutu primjenu daljinskih istraživanja bilo bi važno istražiti i vektore imele – ptice te njihovu ulogu u širenju zaraze, kao i bioekologiju imele u uvjetima naših jelovih šuma.

Zahvala – Acknowledgements

Autori srdačno zahvaljuju kolegi Željku Kauzlariću, dipl. inž. šum., voditelju Odjela za ekologiju pri UŠP Delnice, za svesrdnu i nadasve veliku pomoć

tijekom istraživanja. Rad je na ovoj temi obavljen u sklopu projekta »Istraživanje utjecaja imele (*Viscum album* ssp. *abietis*) na jelova stabla u Gorskom kotaru« pri Hrvatskim šumama d.o.o.

6. Literatura – References

- Barbu, I., 2002: Dendroökologische Untersuchungen an Beständen der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) mit Mistel-schäden (*Viscum album*). Ökologie und Waldbau der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). U: W. D. Maurer, Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, 50/03: 161–170.
- Barney, C. W., F. G. Hawksworth, B. W. Geils, 1998: Hosts of *Viscum album*. European Journal of Forest Pathology, 28 (3): 187–208.
- Brossier, J., 1969: Reflexions sur le gui de sapin. Revue Forestiere Francaise, 21 (6): 558–561.
- Brossier, J., F. Plagnat, 1960: Nouvelle sylviculture des sapinieres a gui. Revue Forestiere Francaise, 12: 102–109.
- Diminić, D., Ž. Kauzlarić, 2006: Zaraženost stabala obične jele (*Abies alba* Mill.) bijelom imelom (*Viscum album* ssp. *abietis* /Wiesb./ Abromeit) u Gorskom kotaru (*The occurrence of common mistletoe* (*Viscum album* ssp. *abietis* /Wiesb./ Abromeit) on Silver fir /*Abies alba* Mill./ in Gorski Kotar, Croatia). Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, 5: 365–376.
- Idžojtić, M., M. Glavaš, M. Zebec, R. Pernar, Ž. Kušan, Đ. List, M. Grahovac-Tremški, 2008: Intenzitet zaraze žutom i bijelom imelom na području uprava šuma podružnica Zagreb i Koprivnica (*Intensity of infection with yellow mistletoe and white-berried mistletoe on the area of the Forest administrations Zagreb and Koprivnica*). Šumarski list, 132 (3–4): 107–114.
- Idžojtić, M., R. Pernar, M. Glavaš, M. Zebec, D. Diminić, 2008: The incidence of mistletoe (*Viscum album* L. ssp. *abietis* /Wiesb./ Abrom.) on silver fir (*Abies alba* Mill.) in Croatia. Biologia (Bratislava), 63 (1): 81–85.
- Klepac, D., 1955: Utjecaj imele na prirast jelovih šuma (*Influence of the mistletoe on increment of fir forests*). Šumarski list, 79 (7–8): 231–244.
- Kramer, W., A. Padro, B. R. Stephan, 1988: Ökologie und Waldbau der Weisstanne (*Abies alba* Miller) in Spanien. Forstarchiv, 59: 96–101.
- Noetzi, K. P., B. Müller, T. N. Sieber, 2003: Impact of population dynamics of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) on European silver fir (*Abies alba*). Annals of Forest Science, 60 (8): 773–779.
- Sokal, R. R., F. J. Rohlf, 1995: Biometry. Freeman and Company, New York, 887 str.
- StatSoft, Inc. (2010)
- Usćuplić, M., 1992: Uticaj sistema gazdovanja na pojavu imele (*Viscum album* L.) (*Influence of forest management on the occurrence of Silver fir mistletoe* /*Viscum album* L./). Glasnik Šumarskog fakulteta u Beogradu, 74: 7–18.

 Abstract

Infestation of Common Mistletoe and Nutrition Status of Silver Fir in Gorski Kotar (Croatia)

In the region of Gorski Kotar 6 sites (localities) of Silver fir (Abies alba Mill.) were selected to investigate the health status of trees, the infestation by common mistletoe (Viscum album L. ssp. abietis /Wiesb./ Abromeit), and to reveal the nutrition status of fir trees and mistletoes. Three localities were selected on soil sub-types based on silicate and three on limestone-dolomite (Table 1).

In the period 2003–2005, from the end of September to the beginning of November, 15 fir trees were randomly selected on each site and evaluated according to crown defoliation with a 5% precision using the criteria and methods of UN/ECE ICP Forests. The diameter of the selected trees was measured at breast height. The trees height and their age on stumps were determined after felling. The crowns were examined in detail; the mistletoes were removed and counted to reveal the number of parasitic plants, and weighed to obtain their crown biomass per each site (Tables 2–7). This paper presents the analyses of 90 trees in total. Samples of fir needles and mistletoe leaves were collected for nutrition analyses from the upper 1/3 of the crown. Needle samples (1- and 2-year old) were dried at 105°C, weighed, and analyzed for the total amount of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese and zinc. In total, the results are given of the analyses of 180 needles and 17 mistletoe samples.

In October 2008 the repeated collection of needle samples was carried out on the same sites in 5 fir trees of a good vitality with crown defoliation <25%. Each site was represented by a composite sample of 1- and 2-year old needles. The same procedure was performed to analyze samples. Soil samples were also taken as composite samples for each site from two soil depths 0–30 and 30–60 cm, using the Holland drill. Standardized soil analyses were performed to obtain the total nitrogen, plant available phosphorus and potassium, and for the determination of pH.

Descriptive statistics was made for all analyzed variables. For all tests, the error of type I (a) of 5% was considered as significant difference. Statistical analyses of variables were performed as follows:

- ⇒ *one factor analysis of variance for number of mistletoes and mistletoe biomass according to locality and soil sub-type,*
- ⇒ *two factor analysis of variance for concentration of elements in fir needles and mistletoe leaves according to soil sub-types,*
- ⇒ *repeated measures analysis of variance for concentration of elements in fir needles according to soil sub-types and needles age,*
- ⇒ *repeated measures analysis of variance for chemical analyses of two soil sub-types and two soil depths (0–30, 30–60 cm) (Sokal and Rohlf 1995).*

Statistical analyses and graphics were done using the software STATISTICA 7.1 (StatSoft, Inc. 2010).

The research revealed differences in fir trees with mistletoe infestation. Fig. 1 and 2, and Table 8 show the results of statistical analyses of the number of mistletoes and their biomass in fir crowns. The differences revealed between localities are not statistically significant. These results also confirmed previously published data (Diminić i Kauzlarić 2006) that with the increment of crown defoliation the number of mistletoes and their biomass increase in fir trees as well. The general picture of infestation, comparing the sites on two soil sub-types, revealed slightly more infested trees on limestone-dolomite, in number and mistletoe biomass. However, during our research the most infested firs revealed 417, 421 and 491 mistletoes in the trees grown on silicate soils, while in trees on limestone-dolomite soils the most infested firs revealed 205, 303 and 364 mistletoes. According to biomass, the most affected fir had 52.4 kg of mistletoes in the tree on silicate soil, and 52.3 kg in the tree on limestone-dolomite soil.

Statistical analyses of data on nutrition status in firs and mistletoes revealed no significant difference generally, although some trends could be seen (Fig. 5, Table 9). Significant difference was obtained by comparing fir needles and mistletoe leaves in N, P, K and Zn, which was expected as two different plant organisms were compared. In the case of other elements no significant difference was found. The same result was obtained in two different soil sub-types, except in phosphorous concentrations (Fig. 5, Table 9). The nutrition status of mistletoe expectedly followed nutrition status of its host, and the differences in concentration of elements according to type of substratum (soil sub-type) were almost identical in needles and mistletoe leaves, with respect to differences in absolute values.

Comparing the limited values with average values of a single analyzed element according to the soil sub-type, concentrations of nitrogen in fir trees were not adequate on limestone-dolomite but they were adequate on silicate. Phosphorous concentrations were not adequate, neither on limestone-dolomite nor on silicate, which correlates to the low contents in the sampled soils. Concentrations of potassium were adequate on both soil sub-types, and calcium and magnesium optimal.

Analyses of 1- and 2-year old fir needles (repeated sampling) revealed similar results (Fig. 6, Table 10). The differences among results in nutrition status of 15 and 5 sampled trees were not significant, and they can be explained by annual fluctuations.

Analyses of soil samples of two soil sub-types revealed the expected significant statistical difference in pH, where soils on silicate had lower reaction. Analyses of total nitrogen, plant available phosphorus and potassium in the soils revealed no significant difference (Fig. 7, Table 11).

The research on fir trees with mistletoe infestation in the region of Gorski Kotar revealed some facts. Intense infestation was found in five of six investigated sites, intensity of mistletoes presence as well as their biomass in fir crowns correlated to crown defoliation, and the nutrition status of mistletoe expectedly followed nutrition status of its host, with respect to differences in absolute values.

Keywords: *Abies alba, Viscum album ssp. abietis, crown defoliation, infestation, nutrition status*

Adresa autorâ – Authors' address:

Izv. prof. dr. sc. Danko Diminić
e-pošta: diminic@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje
Izv. prof. dr. sc. Anamarija Jazbec
e-pošta: jazbec@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za izmjeru i uređivanje šuma
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb
HRVATSKA

Dr. sc. Nenad Potočić
e-pošta: nenadp@sumins.hr
Zavod za ekologiju šuma
Mr. sc. Miljenko Županić
e-pošta: zupanicm@sumins.hr
Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko
Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje
Cvjetno naselje 41
HR-10 450 Jastrebarsko
HRVATSKA