

# Metode injektiranja kao preventivne i kurativne mjere zaštite od šumskih štetnika i bolesti

---

**Bogojević, Lana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*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:108:832491>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-30**



*Repository / Repozitorij:*

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



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**

**UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

**LANA BOGOJEVIĆ**

**METODE INJEKTIRANJA KAO PREVENTIVNE I KURATIVNE  
MJERE ZAŠTITE OD ŠUMSKIH ŠTETNIKA I BOLESTI**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2019.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

**METODE INJEKTIRANJA KAO PREVENTIVNE I KURATIVNE MJERE  
ZAŠTITE OD ŠUMSKIH ŠTETNIKA I BOLESTI**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Šumarstvo, Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Integrirana zaštita šuma

Ispitno povjerenstvo: 1. Prof. dr. sc. Boris Hrašovec

2. Doc. dr. sc. Milivoj Franjević

3. Dr. sc. Jelena Kranjec Orlović

Student: Lana Bogojević

JMBAG: 0068220834

Broj indeksa: 870/17

Datum odobrenja teme: 23.5.2019.

Datum predaje rada: 6.9.2019.

Datum obrane rada: 13.9.2019.

**ZAGREB, rujan 2019.**


## DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Metode injektiranja kao preventivne i kurativne mjere zaštite od šumskih štetnika i bolesti
Title	Tree injection procedures in preventive and curative measures against forest pests and diseases
Autor	Lana Bogojević
Adresa autora	Dubrovačka 50, 34000 Požega
Mjesto izrade	Zagreb
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Prof. dr. sc. Boris Hrašovec, Sveučilište u Zagrebu
Komentor	Prof. dr. sc. Lucio Montecchio, Sveučilište u Padovi
Izradu rada pomogao	Doc. dr. sc. Milivoj Franjević, Sveučilište u Zagrebu Prof. dr. sc. Massimo Faccoli, Sveučilište u Padovi Dr. sc. Genny Fanchin, Sveučilište u Padovi
Godina objave	2019.
Obujam	Broj stranica: 32 Broj slika: 12 Broj tablica: 2
Ključne riječi	Injektiranje, štetnici, insekticidi, platanina mrežasta stjenica
Key words	Trunk injection, pests, insecticides, sycamore lace bug

Sažetak	<p>U posljednjem desetljeću širenje invazivnih vrsta kukaca povećalo se zbog razvoja globalne trgovine i transporta. U Republici Hrvatskoj mnoge invazivne vrste prouzrokuju velike štete u šumarstvu, ali i na zelenilu u urbanim sredinama. Prilikom suzbijanja štetnika u urbanim sredinama treba birati metode koje su sigurne za ljude i životinje. Jedna od takvih je i metoda injektiranja prilikom koje se sredstvo za zaštitu bilja aplicira direktno u stablo čime je spriječena kontaminacija okolnog područja. Ispitivanje učinkovitosti metode injektiranja u suzbijanju platanina štetnika (<i>Corythucha ciliata</i> Say) na stablima hibridne platane (<i>Platanus x acerifolia</i> (Aiton) Willd.) provedeno je sredstvom na bazi abamektina i primjenom injektora tipa B.I.T.E. (Blade for Infusion in Trees).</p>
---------	--

Title	Tree injection procedures in preventive and curative measures against forest pests and diseases
Author	Lana Bogojević
Author's address:	Dubrovačka 50, 34000 Požega
Place	Zagreb
Type of publication	Master thesis
Mentor	Prof. dr. sc. Boris Hrašovec, University of Zagreb
Co-mentor	Prof. dr. sc. Lucio Montecchio, University of Padua
Field and laboratory work assisted	<p>Doc. dr. sc. Milivoj Franjević, University of Zagreb</p> <p>Prof. dr. sc. Massimo Faccoli, University of Padua</p> <p>Genny Fanchin, Ph.D., University of Padua</p>
Year of publication	2019.

Volume	Number of pages: 32 No. of pictures: 12 No. of tables: 2
Key words	Trunk injection, pests, insecticides, sycamore lace bug
Abstract	<p>In the last decade, spread of invasive insect species has increased due to the development of global trade and transportation. In the Republic of Croatia, many invasive species cause major damages in forestry and greenery in urban areas. When controlling pests in urban areas, methods that are safe for humans and animals should be used. With trunk injection, plant protection products are applied directly into the tree which prevents contamination of the surrounding area. Testing trunk injection effectiveness in pest control against sycamore lace bug (<i>Corythucha ciliata</i> Say) on plane trees (<i>Platanus x acerifolia</i> (Aiton) Willd.) was done using abamectin based product and new injector B.I.T.E. (Blade for Infusion in Trees).</p>

	<b>IZJAVA O IZVORNOSTI RADA</b>	<b>OB ŠF 05 07</b>
		Revizija: 1
		Datum: 28.6.2017.

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

---

*vlastoručni potpis*

*Lana Bogojević*

U Zagrebu, 13.9.2019.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Metode primjene sredstava za zaštitu bilja injektiranjem .....	3
1.1.1. Ubrizgavanje difuzijom.....	4
1.1.2. Injektiranje pomoću nekontroliranog tlaka .....	4
1.1.3. Injektiranje pomoću kontroliranog tlaka .....	5
1.2. Sredstva zaštite bilja primjenjiva injektiranjem.....	7
1.3. <i>Corythucha ciliata</i> (Say, 1832).....	8
2. CILJ RADA .....	10
3. MATERIJALI I METODE .....	11
3.1. Područje istraživanja .....	11
3.2. VERTIMEC 018 EC .....	13
3.3. B.I.T.E. SUSTAV (Blade for Infusion in Trees) .....	14
3.4. Terenski pokus .....	16
3.5. Laboratorijski pokus.....	20
4. REZULTATI.....	22
5. RASPRAVA.....	27
6. ZAKLJUČAK .....	30
7. LITERATURA.....	31



## POPIS SLIKA

Slika 1. Injektiranje debla novim sustavom za injektiranje BITE (Blade for Infusion in Trees (Original, 23.5.2018.).....	2
Slika 2. Uređaj Arborjet® koji radi na principu kontroliranog tlaka .....	5
Slika 3. Imago <i>Corythucha ciliata</i> (Say).....	8
Slika 4. Lokacija plantaže rezistentnih klonova hibridne platane ( <i>Platanus × acerifolia</i> (Aiton) Willd.) u gradu Legnaro, Italija (Google Earth) .....	11
Slika 5. Lokacija laboratorijskog istraživanja na kampusu Agripolis Sveučilišta u Padovi, Legnaro, Italija (Google Earth).....	12
Slika 6. Prikaz kambijalnog tkiva pri upotrebi lentikularne oštrice B.I.T.E. injektora (Bite Tree Care Brochure, 2018) .....	14
Slika 7. B.I.T.E. sustav za injektiranje sa svim pripadajućim dijelovima (Original, 8.5.2019.) .....	15
Slika 8. Postavljeno zaglavlje u stablo s plastičnom špricom i pripremljenim sredstvom (Original, 8.5.2019.) .....	17
Slika 9. Zaglavlja prekrivena plastičnom vrećicom i ostavljena preko noći (Original, 8.5.2019.) .....	18
Slika 10. Novi plan injektiranja s prikazom injektiranih doza.....	18
Slika 11. Petrijeva zdjelica s filter papirom, jednim listom hibridne platane ( <i>Platanus x acerifolia</i> (Aiton) Willd.) i jednim adultom <i>Corythucha ciliata</i> (Original, 26.6.2019.)..	20
Slika 12. Stjenice su se smatrale uginulima ako su bile okrenute na leđa i nisu reagirale na podražaje (Original, 26.6.2019.) .....	21

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Rezultat završnog brojanja kontrolne i tretiranih linija prikazan po stablima Legenda: L1,2,3... - List 1,2,3... , 0-žive jedinice, X – uginule jedinice .....	22
Tablica 2. Prikaz uginulih jedinki po danima na tretiranim i netretiranim listovima uzetih iz različitih dijelova krošnje .....	23

## **PREDGOVOR**

*Posebno se zahvaljujem prof. dr. sc. Borisu Hrašovcu što mi je omogućio izradu ovog diplomskog rada u okviru Erasmus+ studentske razmjene na Sveučilištu u Padovi, ukazavši mi ogromno povjerenje kada je ideju o ovom diplomskom radu predložio prof. dr. sc. Luciu Montecchiju za međunarodnu suradnju. Veliko hvala za izniman trud i vrijeme koje je uloženo da bi se ta suradnja i ostvarila. Hvala i na svakom savjetu, kritici, pohvali, razgovoru i podršci koju ste mi pružili tokom studiranja.*

*Zahvaljujem se prof. dr. sc. Luciu Montecchiju što je pristao biti komentor ovoga rada i bio na raspolaganju u svakom trenutku prilikom istraživanja, ali i tokom mog boravka u Padovi.*

*Želim se zahvaliti i prof. dr. sc. Massimu Faccoliju koji je nesebično preuzeo dio uloge komentora prilikom istraživanja, te strpljenju i odgovorima na sva moja pitanja. Također se zahvaljujem i dr. sc. Genny Fanchini koja mi je bila potpora i pomoć od prvog dana istraživanja te svojim angažmanom uvelike pridonijela ovom diplomskom radu.*

*Posebno hvala doc. dr. sc. Milivoju Franjeviću za sve savjete, pomoć i suradnju te iskreno prijateljstvo tokom cijeloga studija.*

*Veliko hvala svim mojim prijateljima i kolegama što su me bodrili, podržavali, tješili i nasmijavali te vjerovali u mene tokom svih ovih godina. Svojim prijateljstvom ste uljepšali i upotpunili ovo predivno životno iskustvo.*

*Na kraju, ovaj rad posvećujem svojim roditeljima, mami Andrei i tati Zoranu koji su mi omogućili ovo studiranje. Hvala Vam na svojoj podršci i neizmjerne ljubavi, i što ste uvijek vjerovali u mene. Zbog vas sam osoba kakva želim biti!*

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

*Special thanks to prof. dr. sc. Boris Hrašovec, who showed great confidence in me when he proposed the idea of this master thesis to prof. Lucio Montecchio for international cooperation, giving me the opportunity to do research for this master thesis within the framework of Erasmus+ student exchange at the University of Padua. Thanks so much for great effort and time that has been put in to making this collaboration a reality. Thanks for all the advices, talk and support you have given me during my studies.*

*I thank prof. dr. sc. Lucio Montecchio for agreeing to be a co-mentor on this thesis and for been available at any time during the research, but also during my stay in Padua. Thanks for your time, every advice and conversation.*

*I would also like to thank prof. dr. sc. Massimo Faccoli, who has unselfishly taken on part of the co-mentor role, for his patience and answers to all my questions. Thanks for your support and the knowledge you gave me.*

*Thanks to Genny Fanchin, Ph.D. who showed me great support and assistance since the beginning of this research. Her involvement greatly contributed to this thesis.*

*I truly enjoyed my stay with you!*

*Grazie mille!*

## 1. UVOD

Ubrzani rast trgovine, transporta i putovanja u prošleme stoljeću pogodovao je globalnom širenju mnogih biljnih i životinjskih vrsta izvan svog prirodnog područja rasprostiranja. Teritorij Republike Hrvatske postao je također novim staništem mnogih stranih, novounesenih organizama. Ukoliko unesena vrsta negativno utječe na biološku raznolikost, pričinjava ekonomsku štetu ili opasnost za zdravlje ljudi, smatra se invazivnom vrstom. Problem s invazivnim vrstama danas predstavlja jednu od glavnih prijetnji očuvanja bioraznolikosti. Entomofauna izuzetno je prilagodljiva na sve stanišne i životne uvjete zbog čega su većina novounesenih vrsta kukci „(1541 beskralješnjaka, 94% člankonošci od čega 90% kukci)“ (Roques 2008, Roques i dr. 2010). Stranu invazivnu vrstu gotovo je nemoguće ukloniti te je zbog toga iznimno važno rano otkrivanje prisutnosti nove invazivne vrste kako bi se mogle provesti hitne mjere kontrole širenja i smanjenja brojnosti populacije.

U urbanim sredinama stabla su svakodnevno izložena čimbenicima radi kojih su podložnija zarazama raznim bolestima i štetnicima. Često su sađena izvan područja prirodne rasprostranjenosti, na kontaminiranom tlu, izložena svakodnevnom onečišćenju od ispušnih plinova, aerosola i emisija industrijskih postrojenja, te se provodi učestalo orezivanje u estetske i sigurnosne svrhe. Sve navedeno omogućuje čestu pojavu bolesti stabala u urbanim sredinama.

Primjena sredstava za zaštitu bilja protiv štetnih organizama u urbanom okolišu danas je najviše vezana za folijarnu primjenu prskanjem, orošavanjem ili tretiranjem tla uporabom tekućih ili granuliranih pripravaka. Aplikacija sredstva prskanjem i orošavanjem često nije moguća jer se ne može obuhvatiti cijela krošnja (Mešić i drugi 2013). Osim problema doseganja krošnje, javlja se i problem s česticama koje nastaju prilikom prskanja i orošavanja, a podložne su zanošenju (engl. *drift*) (Mešić i drugi 2013). Zbog previsokog rizika za kontaminaciju ljudi, životinja i objekata sredstvima za zaštitu bilja radi zanošenja čestica i komplicirane izvedbe sve češća je uporaba endoterapeutskih metoda suzbijanja štetnika.

Jedna od najčešće primjenjivanih endoterapeutskih metoda je metoda injektiranja u deblo (pod koru) direktno u provodne snopove biljke bez ispuštanja u vanjsku

sredinu. Rizik potencijalnog doticaja ljudi, kućnih ljubimaca i ostalih neciljanih organizama neusporedivo je manji prilikom injektiranja sredstva u deblo.

Iako je još Leonardo Da Vinci testirao metodu injektiranja direktno u provodne snopove, prva prava istraživanja izvršena su u drugoj polovici 20. stoljeća. Intenzivnija uporaba metode injektiranja debela počela je uvođenjem te tehnike u programe suzbijanja bolesti brijesta (*Ulmus spp.*) uzrokovane gljivom *Ophiostoma ulmi* (tzv. Dutch elm disease) na području SAD-a (Jones i sur., 1971; McWain i sur., 1971; Jones i sur., 1973; Gregory i sur., 1973; Gregory i sur., 1975; Shigo i sur., 1977; Kielbaso i sur., 1979; Shigo i sur., 1980, Docola J. and Wild P.M., 2012.).

Daljnijim istraživanjima razvijena su sofisticiranija sredstva za direktnu primjenu sredstva u stablo koja, osim što su sigurnija za stablo, omogućuju i bržu aplikaciju zaštitnog sredstva što je izuzetno bitno u vrijeme intenzivnog širenja invazivnih vrsta.

Metoda injektiranja često se upotrebljava prilikom suzbijanja štetnika u urbanim sredinama kao što su crvena palmina pipa (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) na ukrasnim palmama, zatim protiv kestenovog moljca минера (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) na divljem kestenu i borovog četnjaka (*Thaumetopoea pityocampa* Denis & Schiffermüller) na borovima.



Slika 1. Injektiranje debela novim sustavom za injektiranje BITE (Blade for Infusion in Trees (Original, 23.5.2018.))

## 1.1. Metode primjene sredstava za zaštitu bilja injektiranjem

Endoterapeutske metode primjene sredstava za zaštitu biljaka temelje se na svojstvu sistemskih ili translokacijskih pesticida da se kreću provodnim sustavom biljke, nakon što putem korijena, kroz deblo ili druge organe dospiju u biljku. Cilj je postići optimalan učinak uz najmanju količinu i koncentraciju zaštitnog sredstva bez fitotoksičnih posljedica za biljku koja je tretirana.

Endoterapeutske metode su:

- Zalijevanje tla škropivom,
- Injektiranje tla, i
- Injektiranje debla. (Mešić i drugi, 2013)

Iako se ubrizgavanjem sredstva za zaštitu bilja izravno u tlo postiže veća učinkovitost u donošenju sredstva za zaštitu bilja u zonu korijenovih dlačica u odnosu na tehniku zalijevanja tla, obje metode nose sa sobom probleme kao što su moguće ispiranje ispod zone korijenova sustava te ispiranje u podzemne vode. Također, potrebno je primijeniti velike količine sredstva za zaštitu bilja kako bi omogućili biljci usvajanje sredstva iz zone korijenovih dlačica i daljnje translociranje sredstva u nadzemne dijelove biljke.

Injektiranje debla sredstvom za zaštitu bilja ekološki je prikladnije od zalijevanja i injektiranja tla. Metoda injektiranja izravno u deblo radi na principu da se sredstvo ubrizga neposredno u provodni sustav biljke te se na taj način translocira u sve biljne organe, pa tako i u lišće. Problem koji se javlja prilikom translokacije u biljne organe izražen je u vidu rezidua u cvjetovima i neželjnim efektima na polinatore o čemu treba voditi računa prilikom odabira sredstva kojim se injektira.

Tehnika endoterapeutske metode injektiranja u deblo dijeli se na:

- Tehnika ubrizgavanja insekticida u deblo infuzijom pod utjecajem gravitacijske sile,
- Tehnika ubrizgavanja pomoću nekontroliranog vanjskog laka izravno u deblo, i
- Tehnika ubrizgavanja pesticida pomoću kontroliranog vanjskog tlaka izravno u deblo. (Mešić i drugi, 2013)

Otvori za ubrizgavanje sredstva buše se ispod glavnih grana i pri dnu debla jer se smatra da su tamo provodni snopovi najgušći. Za bušenje se koriste električna svrdla promjera 2 do 5 mm, ovisno o tipu uređaja za injektiranje. Deblo se obično buši na 2-5 cm dubine (Mešić i drugi, 2013). Da bi se spriječio prijenos eventualnih uzročnika bolesti s jednoga debla na drugo, svrdla je potrebno dezinficirati nakon završetka bušenja otvora na svakom pojedinačnom deblu. Za sprječavanje infekcija debla, nakon završetka injektiranja otvore je potrebno tretirati karbendazinom, bakrenim sredstvima ili nekim drugim fungicidom (Ferracini i Alma 2008, Mešić i drugi 2013).

### **1.1.1. Ubrizgavanje difuzijom**

„Uređaji za difuznu tehniku ubrizgavanja škropiva sastoje se od spremnika škropiva s nastavcima za pričvršćivanje na deblo, elastičnih cjevčica za protok škropiva i metalnih cjevčica. Nakon što se spremnik injektora napuni određenom količinom škropiva primjerene koncentracije, uređaji za difuzno injektiranje pričvrste se na deblo iznad prethodno načinjenih otvora za injektiranje. Iz spremnika prema tlu vode elastične cjevčice koje završavaju metalnim nastavcima („iglama“) koji se umeću u otvore u deblu. Kroz takav sustav cjevčica škropivo pod utjecajem gravitacijske sile prolazi iz spremnika do provodnog sustava drveta. Pritom dolazi do difuzijskog ulaska škropiva u provodni sustav tretirane biljke. Brzina ulaska škropiva u biljku ovisi ponajprije o fizikalnokemijskim svojstvima primijenjenog sredstva za zaštitu bilja, vrsti stabla i primijenjenoj koncentraciji škropiva, te o hidro-meteorološkim uvjetima“ (Navarro i drugi, 1992, Tattar i drugi, 1998, Mešić i drugi 2013).

### **1.1.2. Injektiranje pomoću nekontroliranog tlaka**

Uređaji namijenjeni za primjenu ove tehnike injektiranja sastoje se spremnika škropiva, manualne klipne crpke i cjevčice („igle“) za injektiranje. Ovakvim uređajem radi se na način da se u otvor u deblu umetne „igla“ za injektiranje, nakon čega se rukom pogura klip koji potiskuje škropivo u biljku. Na taj način ostvaruje se injektiranje pod utjecajem vanjskog tlaka kojeg nije moguće precizno odrediti (Sclar i Cranshaw, 1996, Gill i drugi, 1999, Percival i Boyle, 2005, Mešić i drugi, 2013).



### 1.1.3. Injektiranje pomoću kontroliranog tlaka

„Ovakvi uređaji sastoje se od spremnika škropiva, crpke s manometrom i cjevčice za injektiranje. Spremnik škropiva spojen je s ostatkom uređaja s dvije cijevi – kroz ulaznu cijev dovodi se komprimirani zrak koji stvara pritisak na škropivo koje se pod njegovim utjecajem kroz izlaznu cijev ubrizgava u sustav cjevčica za ubrizgavanje. Sustav cjevčica koje imaju metalne završetke – „igle“ umeću se u otvore na deblu. Za dovod komprimiranog zraka mogu se koristiti različite izvedbe kompresora (električni, motorni, pneumatski i sl.). Radni tlak u cilindru sa škropivom iznosi 2 do 5 bara. Tlak pod kojim se pripravak injektira u provodne snopove mora biti optimalan jer prenizak tlak umanjuje kvalitetu aplikacije, a previsok tlak može ozlijediti provodne snopove biljke. Tlak koji će se koristiti prvenstveno ovisi o vrsti biljke koja se tretira i o primjenjivanom sredstvu za zaštitu bilja.

Do 2003. i 2004. godine, u praksi se koristio tlak ubrizgavanja u deblo od 5 i više bara, ali su spoznaje o mogućem mehaničkom oštećivanju provodnog staničja injektirane biljke, ukazale na nužnost smanjivanja tlaka ubrizgavanja škropiva na 2,5-3,5 bara“ (Mešić i drugi, 2008, Mešić i drugi, 2013).



Slika 2. Uređaj Arborjet® koji radi na principu kontroliranog tlaka

Izvor: (<https://prweek.com/article/1274436/>)

Osnovna razlika u navedenim tehnikama jest izvor i iznos tlaka pod kojim se sredstvo ubrizgava u biljku. Difuzna tehnika je najsporija iz razloga što ne postoji nikakav tlak, osim atmosferskog tlaka, koji utječe na sredstvo. Prednost difuzne tehnike u odnosu na tehnike koje koriste vanjski tlak u tome je što je vjerojatnost za oštećenjem provodnog staničja injektiranje biljke minimalna.

Osim karakteristika samog aplikatora te djelatnih tvari koje se primjenjuju, potrebno je poznavati morfološke i fiziološke karakteristike tretirane biljke. Prije svakog injektiranja potrebno je odrediti minimalnu efektivnu dozu pripravka koja ovisi o djelatnoj tvari, ciljanom uzročniku bolesti te biljnoj vrsti te istu koncentraciju prilagoditi svakom pojedinom sredstvu za zaštitu bilja.

Tijekom dosadašnjih istraživanja zaključeno je da se niža koncentracija škropiva brže usvaja u biljku nego škropivo više koncentracije, stabla „mekog“ drveta brže usvajaju sredstvo nego stabla „tvrdog“ drveta te pri višoj temperaturi i sunčanom vremenu ubrizgavanje traje kraće (Mešić i drugi, 2013).

## 1.2. Sredstva zaštite bilja primjenjiva injektiranjem

Injektiranjem se primjenjuju sredstva za zaštitu bilja poput fungicida i insekticida. Za injektiranje se koriste insekticidi iz skupine namijenjene tretiranju biljke, a dijele se na kemijske, biološke i biotehničke insekticide.

Kemijski insekticidi dijele se na pet grupa: klorirani ugljikovodici, organo-fosfori insekticidi, karbamati, sintetski piretroidi i neonikotinoidi.

U šumarstvu se najčešće rabe insekticidi iz grupe piretroida među koje spadaju pripravci poput Direkt 10 SC, Decis 2,5 EC, Fastac 10 EC te drugi. Sintetski piretroidi su nervni otrov koji se koriste u vrlo niskim dozama. Imaju širok spektar djelovanja, a bolje djeluju kod nižih temperatura. Koriste se za suzbijanje savijača, lisnih uši, sovica, zlatica, osa listarica, lisnih minera, velikog mrazovca (*Erannis defoliaria* Clerck.), malog mrazovca (*Operophtera brumata* L.) i zlatokraja (*Euproctis chrysorrhoea* L.) te mnogih drugih.

U skupinu bioloških insekticida pripada piretrin koji se dobiva iz dalmatinskog buhača (*Tanacetum cinerariifolium* (Trevir.) Sch. Bip.). Asset je sredstvo kontaknog djelovanja na bazi prirodnog piretrina (4%) koji pokazuje odličnu učinkovitost protiv lisnih uši, gusjenica, osa listarica, platanine mrežaste stjenice (*Corythucha ciliata*), kornjaša i mnogih drugih.

Abamektin je akaricid i insekticid kontaktnoga i želučanog djelovanja. U biljci se kreće translaminarno. Prirodni je proizvod bakterije *Streptomyces avermitilis*. Pripravci koji se koriste na bazi abamektina su Vertimec 018 EC, Kraft 18 EC i Apache.

Avermektini su insekticidni i protuparazitski derivati bakterije iz tla, *Streptomyces avermitilis*. Abamektin je smjesa avermektina koja sadrži više od 80% avermektina B1a i manje od 20% B1b.

Abamektin je visoko toksična tvar za insekte, pčele i akvatične organizme dok je slabo toksičan za sisavce. Na insekte djeluje tako da negativno utječe na njihov živčani i živčano-mišićni sustav. Štetnici koji dođu u kontakt s ovom djelatnom tvari postaju nepokretni i ugibaju za dva do četiri dana.

Letalna doza abamektina testirana na eksperimentalnim životinjama iznosi 11 mg/kg oralnim putem dok dermalnim putem LD50 više od 330 mg/kg.

### 1.3. *Corythucha ciliata* (Say, 1832)

Stjenice (red Heteroptera) jedna su od najraznolikijih skupina kukaca s više od 40 000 do sada opisanih vrsta (Rabitsch, 2008, Pajač Živković, I. i drugi, 2013). Prema načinu ishrane stjenice su većinom fitofagne te uzrokuju probleme u poljoprivredi i šumarstvu. Stjenice se ubrajaju među najuspješnije strane vrste kukaca koje žive izvan svog prirodnog staništa što možemo vidjeti na primjeru platanine mrežaste stjenice (*Corythucha ciliata* Say, 1832) koja se u svega 30-ak godina proširila na područje cijele Europe gdje iznova čini štetu na platanama. Iz istoga roda u novije vrijeme zabilježeni su jaki napadi hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata* Say 1832) koja za razliku od prethodne vrste može uzrokovati znatne ekonomske gubitke jer napada visokovrijedna stabla iz roda *Quercus*.



Slika 3. Imago *Corythucha ciliata* (Say)

Izvor: <https://bladmineerders.nl/parasites/>

Najbolju učinkovitost u istraživanju metoda za suzbijanje napada platanine mrežaste stjenice imalo je injektiranje s insekticidom na osnovi djelatne tvari abamektin (Markovic, 2008). Prilikom navedenog istraživanja korišten je tlačni i difuzni injektor „Arbosan 3 Steel“ koji su konstruirali Barčić i Mešić na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 2018. proveo je tretiranje sredstvom Kraft 18 EC na bazi abamektina sustavom za injektiranje B.I.T.E. plantažu hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) kao zaštitu od hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*)

„Što se tiče klonske sjemenske plantaže Petkovac, svih 8 tretiranih stabala hrasta lužnjaka pokazuju znakove parcijalnog zelenila što ne može biti slučajnost. Opet je važno zamijetiti da se sve zelene grane nalaze iznad otvora koji su ostali kao posljedica upotrebe injektora. Na zelenim listovima stjenica je i dalje prisutna, ali nije počinjena šteta kao na ostaloj lisnoj masi.“ (Labor, 2018).

U prilog ovom istraživanju idu i istraživanja vršena od strane Sveučilišta u Padovi prilikom kojih se primjena sredstva na bazi abamektina metodom injektiranja uspješno pokazala u suzbijanju napada lisnih štetnika na divljem kestenu (*Aesculus hippocstanum* L.) hrastu lužnjaku (*Quercus robur* L.) i hibridnoj platani (*Platanus x hispanica*(Aiton)Willd.).

## 2. CILJ RADA

Cilj istraživanja ovog diplomskog rada je utvrđivanje učinkovitosti metode injektiranja insekticida kao preventivne i kurativne mjere zaštite od šumskih štetnika.

Terenskim dijelom istraživanja obavljeno je injektiranje dvanaest stabala hibridne platane (*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd.) insekticidom na bazi aktivne tvari abamektin sustavom za injektiranje B.I.T.E. (Blade for Infusion in Trees).

Utvrdjivanje učinkovitosti provedenog injektiranja i distribucije injektiranog insekticida u krošnji provedeno je u laboratorijskim uvjetima ispitivanjem mortaliteta platanine mrežaste stjenice (*Corythucha ciliata*) na listovima ubranim s tretiranih stabala iz viših i nižih dijelova krošnje.

Cjeloukupno istraživanje izvršeno je na području sveučilišnog kampusa Agripolis, Sveučilišta u Padovi u gradu Legnaro, Italija.



### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Područje istraživanja

Istraživanje se sastojalo od terenskog i laboratorijskog dijela. Za mjesto terenskog istraživanja tj. injektiranja insekticida odabrana je klonska plantaža hibridne platane (*Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd.) na privatnom posjedu u neposrednoj blizini kampusa Agripolis Sveučilišta u Padovi, u gradu Legnaro, Italija (Slika 4).

Otprilike 0,04 ha privatnog posjeda ustupljeno je na korištenje za potrebe istraživanja rezistentnih klonova platane na letalnog gljivičnog patogena *Ceratocystis platani*. Stabla su posađena u četiri linije s različitim brojem stabala i neravnomjernim rasporedom u svakoj liniji na malom dijelu neobrađivanog poljoprivrednog zemljišta.

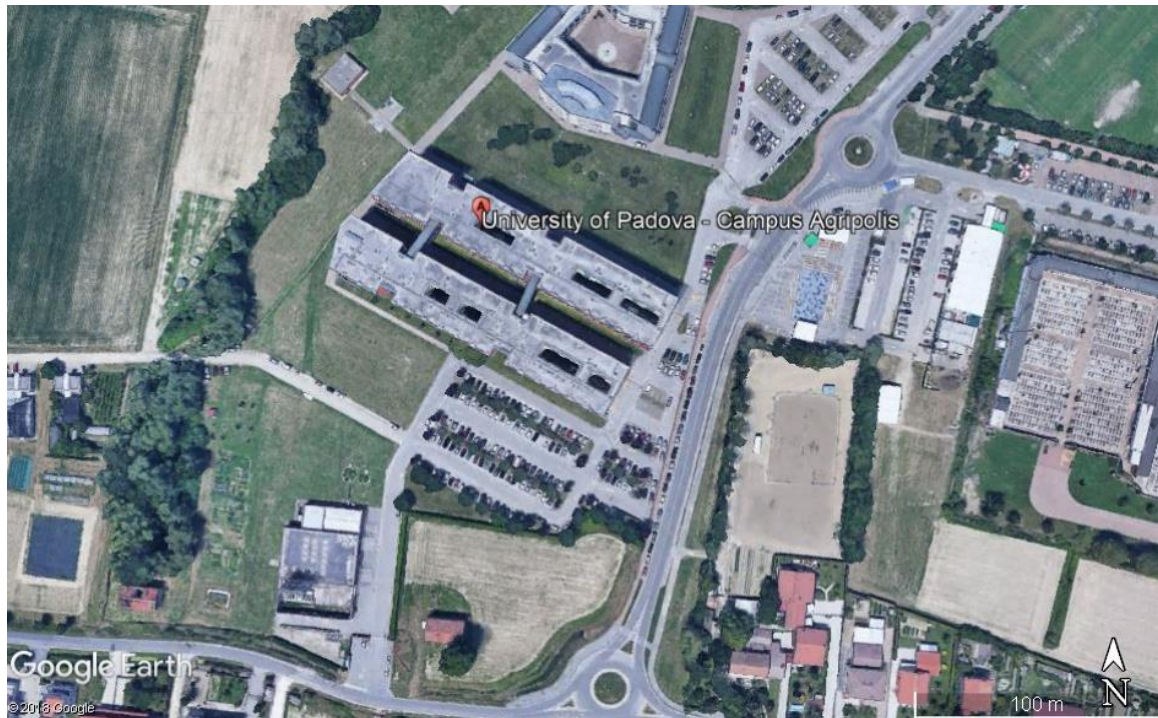
Insekticidno injektiranje provedeno je 18. lipnja 2019. na dvije linije, po četiri stabla u svakoj liniji, dok su četiri stabla kontrolne linije injektirana vodom 7. svibnja 2019. Injektirano je ukupno dvanaest stabala.



Slika 4. Lokacija plantaže rezistentnih klonova hibridne platane (*Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd.) u gradu Legnaro, Italija (Google Earth)

Drugi dio istraživanja odvijao se u laboratoriju na Odjelu za agronomiju, hranu, prirodne resurse, životinje i okoliš (eng. *Department of agronomy, food, natural resources, animals and environment*) Sveučilišta u Padovi pod nadzorom prof. dr. sc. Massimo Faccoli (Slika 5).

U laboratorijskim uvjetima ispitivan je mortalitet platanine mrežaste stjenice (*Corythucha ciliata*) na listovima injektiranih stabala.



Slika 5. Lokacija laboratorijskog istraživanja na kampusu Agripolis Sveučilišta u Padovi, Legnaro, Italija (Google Earth)



### 3.2. VERTIMEC 018 EC

Vertimec 018 EC pripravak je na bazi abamektina. Kontaktni insekticid i akaricid s djelomičnim translaminarnim djelovanjem koji nakon primjene vrlo brzo ulazi u listove gdje se deponira, pružajući zaštitu protiv štetnih kukaca koji grizu i sišu. Djeluje na sve pokretne stadije štetnika koji se aktivno hrane. Štetnici koji dođu u izravni kontakt s ovim pripravkom ili ga unesu u organizam putem hrane, prestaju s ishranom i ugibaju nakon dva do četiri dana.

Prijašnjim istraživanjima utvrđeno je pozitivno djelovanje insekticida na osnovi djelatne tvari abamektin u suzbijanju platanine mrežaste stjenice te je na temelju toga donesena odluka o korištenju pripravka Vertimec 018 EC prilikom terenskog dijela istraživanja.

„Najbolju učinkovitost u istraživanju različitih metoda endoterapeutskog suzbijanja mrežaste stjenice platane imala je metoda izravnog ubrizgavanja škropiva pod tlakom u biljku na osnovu djelatne tvari abamektin.“ (Markovica, 2008)

Korišteni pripravak prilikom injektiranja, Vertimec 018 EC, ima sljedeće karakteristike:

- Aktivna tvar i koncentracija: Abamektin, 18g/L
- Formulacija sredstva: Koncentrat za emulziju (EM)
- Način djelovanja: Kontaktno i digestivno

Injektiranje pripravka direktno u stabla vršilo se sustavom B.I.T.E. (Blade for Infusion in Trees) u koncentraciji 3% sredstva Vertimec 018 EC ustupljenog na korištenje za potrebe ovog istraživanja od strane Odjela za zemljište, okoliš, poljoprivredu i šumarstvo Sveučilišta u Padovi (eng. *Department of land, environment, agriculture and forestry*).

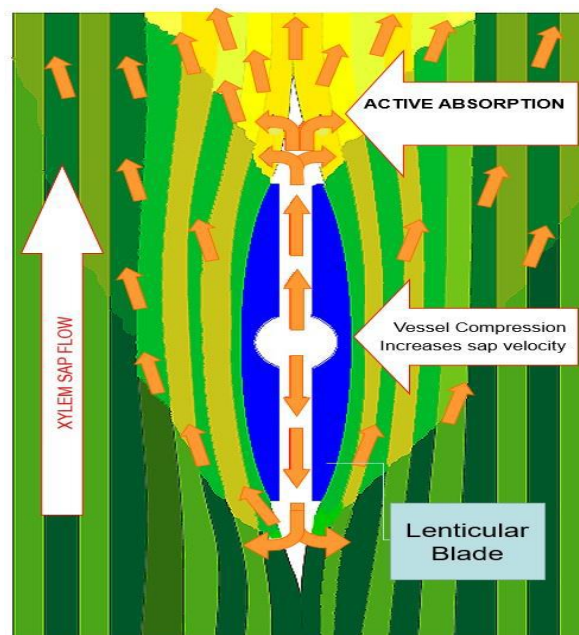
Količina sredstva po primjeni razlikovala se po linijama stabala. Prva linija izvršena je s 2 ml na 1 cm opsega, a druga s 4 ml na 1 cm opsega stabla. Ukupno je injektirano osam stabala pripravkom Vertimec 018 EC.

### 3.3. B.I.T.E. SUSTAV (Blade for Infusion in Trees)

U novije vrijeme metode injektiranja sve više zamjenjuju tradicionalne metode primjene zaštitnih sredstava poput prskanja ili raspršivanja. Potreba za unaprjeđenjem sustava za injektiranje polazi sa stajališta da su stariji sustavi injektiranja često invazivni za stablo i za posljedicu imaju oštećivanje kambijalnog tkiva. Primjerice, metoda bušenjem oštećuje kambijalno tkivo čija je glavna uloga zaraštanje rana. Sporo zatvaranje rana omogućuje bakterijama i gljivama prodor u unutrašnjost stabla uzrokujući truljenje i raspadanje unutrašnjosti.

Sveučilište u Padovi razvilo je novi sustav injektiranja B.I.T.E. (Blade for Infusion in Trees) s malom perforiranom oštricom koja ulazi u deblo razdvajajući drvena vlakna s minimalnim trenjem.

Lentikularni oblik oštrice smanjuje oštećenje biljnog žilja, ubrzava protok i omogućava prirodni unos tekućine izvana sve do krošnje kada je transpiracijska uloga znatna. Zbog svoje male dimenzije i oblika, lentikularna oštrica ne uklanja dijelove kambijalnog tkiva niti drvena vlakanca i usporedbi s tradicionalnom metodom bušenja, rana je vidljivo manja. Sve to omogućuje stablu da u svega nekoliko tjedana kambijalno tkivo zacijeli ranu (Slika 6).



Slika 6. Prikaz kambijalnog tkiva pri upotrebi lentikularne oštrice B.I.T.E. injektora  
(Bite Tree Care Brochure, 2018)

Injektiranje je najbolje provoditi za vrijeme sunčanih dana s laganim vjetrom kako bi se omogućila što brža infuzija sredstva u stablo. Za vrijeme injektiranja potrebno je koristiti zaštitne rukavice i paziti da ne dođemo u kontakt s pripremljenim sredstvom.

B.I.T.E. sustav za injektiranje sastoji se od zaglavlja s tijelom injektora, kliznog čekića, plastične šprice, silikonske brtve i oštrice (Slika 7). Lentikularna oštrica dolazi u 3 različite veličine koje se odabiru prema dimenzijama stabla odnosno debljini kore. Tri postojeće veličine su 35 mm, 53 mm i 65 mm.



Slika 7. B.I.T.E. sustav za injektiranje sa svim pripadajućim dijelovima (Original, 8.5.2019.)

### 3.4. Terenski pokus

Terenski dio istraživanja proveden je na 12 stabala hibridne platane (*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd.) u dva navrata.

Uobičajena doza prilikom injektiranja je 1 ml sredstva na 1 cm opsega. Stoga, prvi korak prije tretiranja bio je izmjeriti promjer stabala promjerkom kako bi mogli izračunati opseg po formuli  $O = d\pi$ .

Prvotna ideja istraživanja bila je injektirati tri linije stabala pripremljenim insekticidom u istoj koncentraciji, ali u različitim dozama te kontrolnu liniju injektirati vodom.

Prva linija bi bila injektirana s 1 ml na 1 cm opsega, druga linija 2 ml na 1 cm i treća linija s 4 ml sredstva na 1 cm opsega. Za kontrolnu liniju koristilo bi se 1 ml vode na 1 cm opsega.

Prvo injektiranje izvršeno je 7. svibnja 2019. odmah po završetku izračuna opsega. Kontrolna linija injektirana je vodom u dozi 1 ml vode na 1 cm opsega, kako je bilo i predviđeno. Idućeg dana, uz nadzor dr. sc. Genny Facchini sa Sveučilišta u Padovi započeli smo injektiranje sredstvom Vertimec 018 EC. Započeli smo linijom u koju je bilo potrebno injektirati sredstvo pripremljeno standardnom koncentracijom u dozi od 4 ml na centimetar opsega. Korištena je najmanja veličina oštrice, 35 mm, s obzirom na veličinu stabla i činjenicu da je kora debela hibridne platane (*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd.) glatka i tanka.

Prije samog injektiranja potrebno je pripremiti plastičnu špricu sa sredstvom kako bi vrijeme između ulaska zaglavljiva u stablo i postavljanja šprice bilo što kraće zbog opasnosti od ulaska zraka u provodne elemente kroz katetu zaglavljiva. Oštrica se centrira u drvo pod pravim kutom tako da je kateta okrenuta prema gore. Kliznim čekićem udaramo u tijelo injektora kako bi se silikonska brtva stisnula uz drvo i na taj način onemogućila protok zraka između brtve i drva, odnosno da ne bi došlo do curenja sredstva. Nakon toga, uklanja se tijelo injektora i postavlja plastična šprica sa pripremljenim sredstvom u katetu koja je postavljena pod kutom od 45°. Polagano se izvuče čep iz šprice i pričekamo da se sredstvo u potpunosti aplicira u drvo. Isti postupak ponovili smo na suprotnoj strani i na taj način imali smo dvije točke aplikacije sredstva (Slika 8).





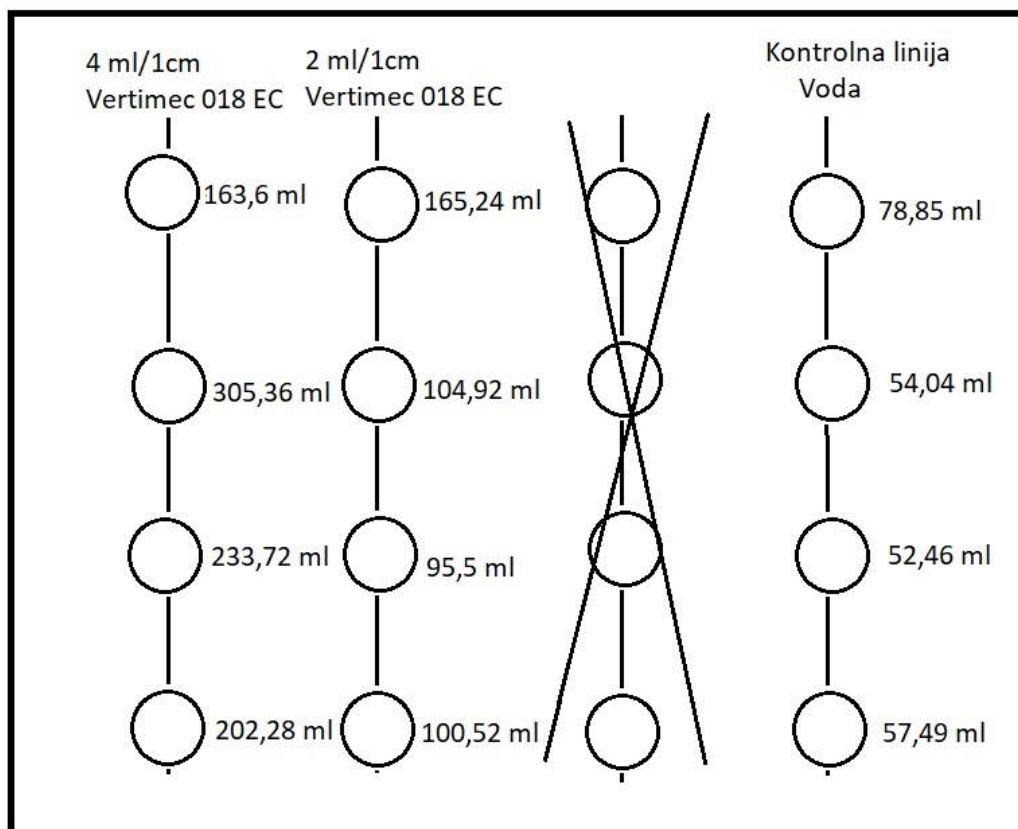
Slika 8. Postavljeno zaglavlje u stablo s plastičnom špricom i pripremljenim sredstvom (Original, 8.5.2019.)

S obzirom na vremenske uvjete i obilje kiše prethodnih dana, tlo je bilo zasićeno vodom što je rezultiralo veoma sporom infuzijom. Kako bi ubrzali aplikaciju sredstva, odlučili smo se postaviti još dvije točke injektiranja tako da smo u konačnici imali četiri točke ulaska sredstva u stablo. Za cijeli dan uspjeli smo injektirati samo tri stabla, dok smo na posljednjem stablu ostavili zaglavlja sa špricom prekrivena plastičnom vrećicom, kao zaštitu od kiše, do idućeg dana (Slika 9). Tokom noći, ostavljeno sredstvo je aplicirano u stablo, a zaglavlja smo laganim pokretom uz pomoć tijela injektora i kliznog čekića izvadili iz stabla.

Nažalost, nepovoljni vremenski uvjeti nastavili su se tokom cijeloga svibnja i dijela lipnja te je nastavak injektiranja odgođen. Zbog predugog vremenskog razmaka između početnog injektiranja i nastavka istraživanja, odlučeno je nastaviti istraživanje s tri linije, od čega su dvije tretirane sredstvom i jedna vodom kao kontrolna linija (Slika 10).



Slika 9. Zaglavlja prekrivena plastičnom vrećicom i ostavljena preko noći (Original, 8.5.2019.)



Slika 10. Novi plan injektiranja s prikazom injektiranih doza

Na prethodno opisan način, 18. lipnja 2019. injektirali smo dvije linije stabala, po četiri stabla u svakoj liniji, s dvije različite doze. Svako stablo smo injektirali u dvije nasuprotne točke. Zahvaljujući povoljnim vremenskim uvjetima, u svega dva sata uspješno smo aplicirali sredstvo u svih osam stabala.

Posljednji dio terenskog istraživanja bio je sakupiti lišće s tretiranih i kontrolnih stabala tjedan dana nakon apliciranja sredstva, 25. lipnja 2019., kako bi u laboratorijskim uvjetima ispitali učinkovitost metode injektiranja i injektiranog sredstva protiv plataninog štetnika *C. ciliata*. Lišće je prikupljeno s grana koje su se nalazile neposredno iznad mjesta injektiranja te s grana koje se nalaze u gornjem dijelu krošnje što će nam omogućiti dobivanje podataka o distribuciji sredstva po krošnji. Sa svakog stabla je skinuto ukupno 20 listova, deset s donjih grana i deset s grana na višem položaju u krošnji. Iz linije injektirane s četverostrukom dozom sakupljeno je 80 listova s četiri stabla (20 listova po stablu). Isti broj sakupljen je i iz kontrolne linije. Zbog visine i položaja stabala, u liniji injektiranoj s 2 ml po 1 cm sakupljeno je samo 20 listova s jednog stabla, po deset iz gornjeg i donjeg dijela krošnje.

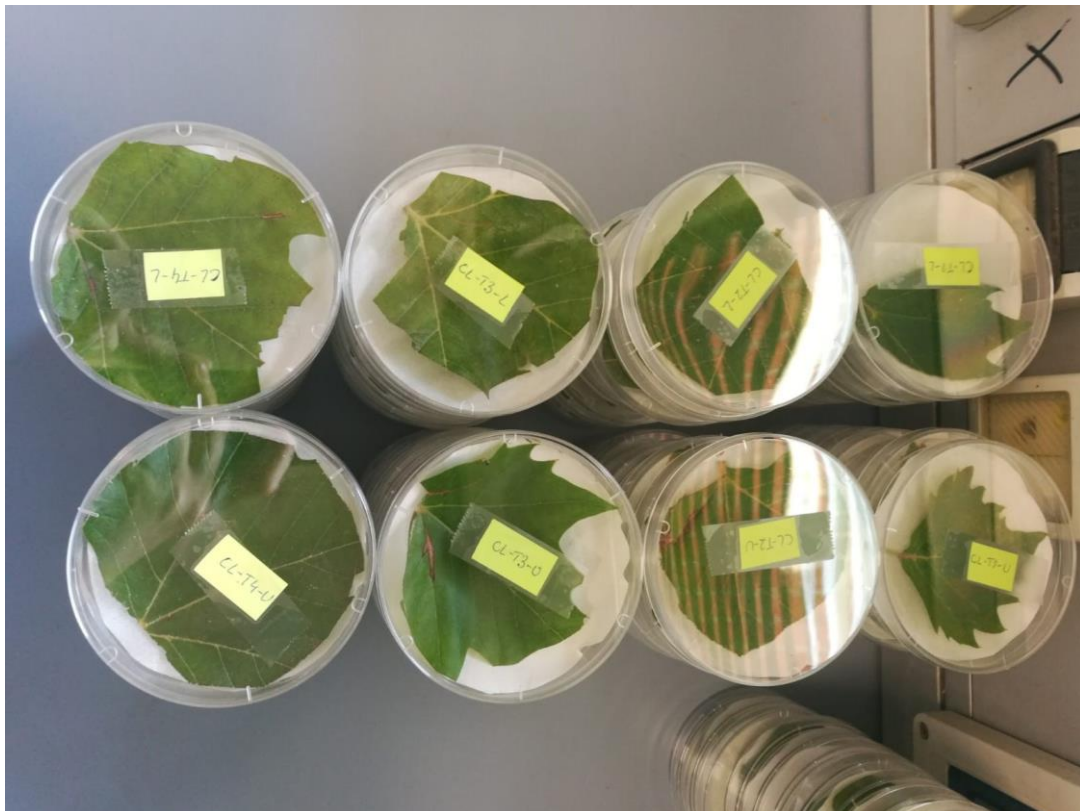


### 3.5. Laboratorijski pokus

Ispitivanju mortaliteta platanine mrežaste stjenice prethodilo je opisano injektiranje i sakupljanje lišća.

24. lipnja 2019. prikupljeni su adulti *C. ciliata* s jednog stabla hibridne platane (*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd.) u neposrednoj blizini tretirane plantaže. Jedinke su prikupljene u plastičnu kutiju s perforiranom mrežicom koju smo stavili u hladnjak na 4°C do idućeg dana kada je započelo ispitivanje mortaliteta.

U petrijevu zdjelicu stavljen je filter papir kojeg smo prethodno malo namočili vodom. Na filter papir postavljen je jedan list i jedan adult platanine mrežaste stjenice, a zatim smo zatvorili petrijevu zdjelicu (Slika 11). Na svaku posudicu zalijepljena je oznaka na kojoj je pisala linija stabla iz koje je list u posudici, broj stabla, položaj lista u krošnji (gornji ili donji dio krošnje) i broj lista. Sveukupno je bilo 180 petrijevih zdjelica odnosno 180 adulta.



Slika 11. Petrijeva zdjelica s filter papirom, jednim listom hibridne platane (*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd.) i jednim adultom *Corythucha ciliata* (Original, 26.6.2019.)





Slika 12. Stjenice su se smatrale uginulima ako su bile okrenute na leđa i nisu reagirale na podražaje (Original, 26.6.2019.)

Prvo brojanje uginulih stjenica obavljeno je 6 sati nakon što su pripremljene petrijeve zdjelice i stjenice započele s ishranom. Iduća dva dana, 26. i 27. lipnja 2019. uginule stjenice prebrojane su u otprilike isto vrijeme kao i prvoga dana, u popodnevnim satima kako bi vremenski razmak između brojanja bio približno jednak. Posljednje prebrojavanje izvršeno je šest dana nakon početka laboratorijskog istraživanja, 1. srpnja 2019. čime je i završeno ispitivanje mortaliteta *C. ciliata* po različitim dozama injektiranog insekticida.

## 4. REZULTATI

Ispitivanje mortaliteta stjenice na tretiranim i netretiranim listovima poslužio je za utvrđivanje učinkovitosti metode injektiranja B.I.T.E. sustavom i apliciranog sredstva Vertimec 018 EC na bazi aktivne tvari abamektin. Mortalitet je ispitan po različitim dozama apliciranog sredstva pripremljenog sa standardnom koncentracijom od 3 %.

Laboratorijsko istraživanje trajalo je ukupno šest dana, uzastopno brojanje vršeno je prva tri dana, dok je četvrto, posljednje brojanje uginulih stjenica, odrađeno šesti dan od početka eksperimenta. Rezultat završnog brojanja prikazan je u Tablici 1.

Tablica 1. Rezultat završnog brojanja kontrolne i tretiranih linija prikazan po stablima

Legenda: L1,2,3...- List 1,2,3... , 0-žive jedinice, X – uginule jedinice

KONTROLNA	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	$\Sigma$ (uginulih)
<b>STABLO 1</b>											
Niže grane	0	0	X	X	X	0	X	0	X	X	6
Više grane	X	0	0	0	X	X	0	X	X	X	6
<b>STABLO 2</b>											
Niže grane	0	0	X	X	0	X	X	X	X	X	7
Više grane	X	0	X	0	X	0	0	0	X	X	5
<b>STABLO 3</b>											
Niže grane	0	0	0	X	0	X	X	X	X	X	6
Više grane	X	0	0	X	0	0	X	0	X	X	5
<b>STABLO 4</b>											
Niže grane	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	8
Više grane	0	X	X	0	X	0	X	X	0	0	5
											48

2x VOLUMEN	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	$\Sigma$ (uginulih)
<b>STABLO 1</b>											
Niže grane	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	8
Više grane	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	9
											17

4x											$\Sigma$
VOLUMEN	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	(uginulih)
<b>STABLO 1</b>											
Niže grane	0	X	X	0	X	X	X	X	X	X	8
Više grane	X	X	X	X	0	0	X	X	X	X	8
<b>STABLO 2</b>											
Niže grane	0	X	0	X	X	X	X	X	X	X	8
Više grane	0	X	0	X	X	0	X	X	X	X	7
<b>STABLO 3</b>											
Niže grane	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	8
Više grane	X	X	X	X	0	X	X	X	0	X	8
<b>STABLO 4</b>											
Niže grane	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	9
Više grane	X	X	X	X	X	0	X	X	X	0	8

64

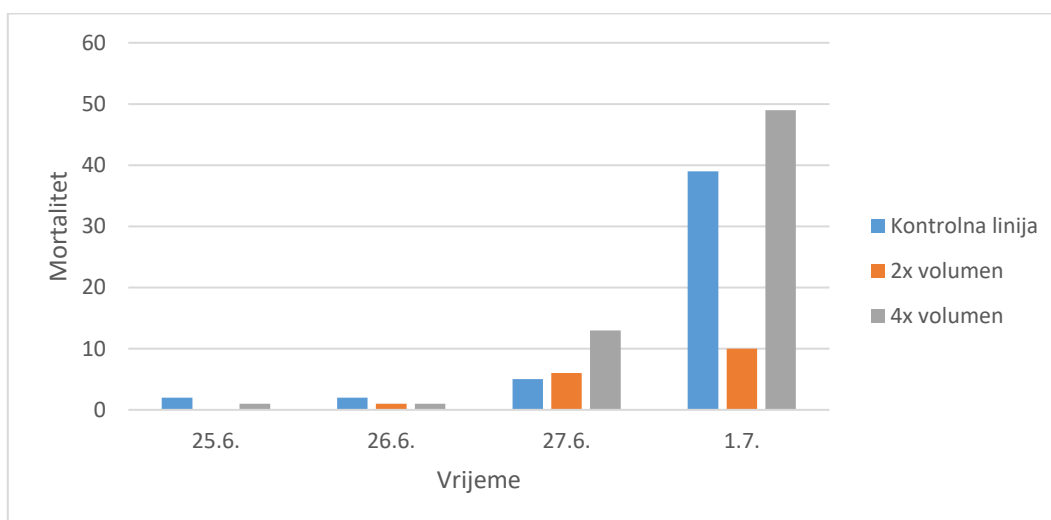
Prvim brojanjem uginulih jedinki utvrđeno je da jedinke na netretiranim listovima iz kontrolne skupine ugibaju u približno istom omjeru kao i jedinke na tretiranim listovima. Slijedeća dva brojanja pokazala su gotovo jednaku situaciju kao i prvo brojanje, ali u konačnici više je uginulih jedinki na tretiranim listovima (Tablica 2 i Graf 1).

Tablica 2. Prikaz uginulih jedinki po danima na tretiranim i netretiranim listovima uzetih iz različitih dijelova krošnje

Kontrolna linija	25.6.	26.6.	27.6.	1.7.	$\Sigma$
Listovi iz donjeg dijela krošnje	1	2	3	21	27
Listovi iz gornjeg dijela krošnje	1	0	2	18	21
$\Sigma$	2	2	5	39	48

2x volumen	25.6.	26.6.	27.6.	1.7.	Σ
Listovi iz donjeg dijela krošnje	0	1	5	2	8
Listovi iz gornjeg dijela krošnje	0	0	1	8	9
Σ	0	1	6	10	17

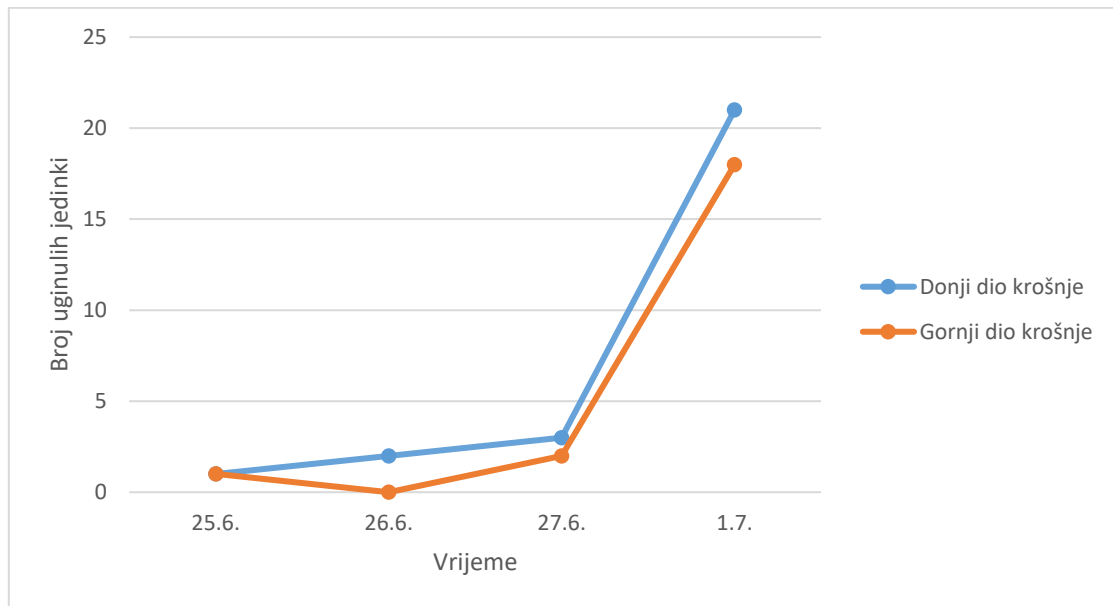
4x volumen	25.6.	26.6.	27.6.	1.7.	Σ
Listovi iz donjeg dijela krošnje	0	1	8	24	33
Listovi iz gornjeg dijela krošnje	1	0	5	25	31
Σ	1	1	13	49	64



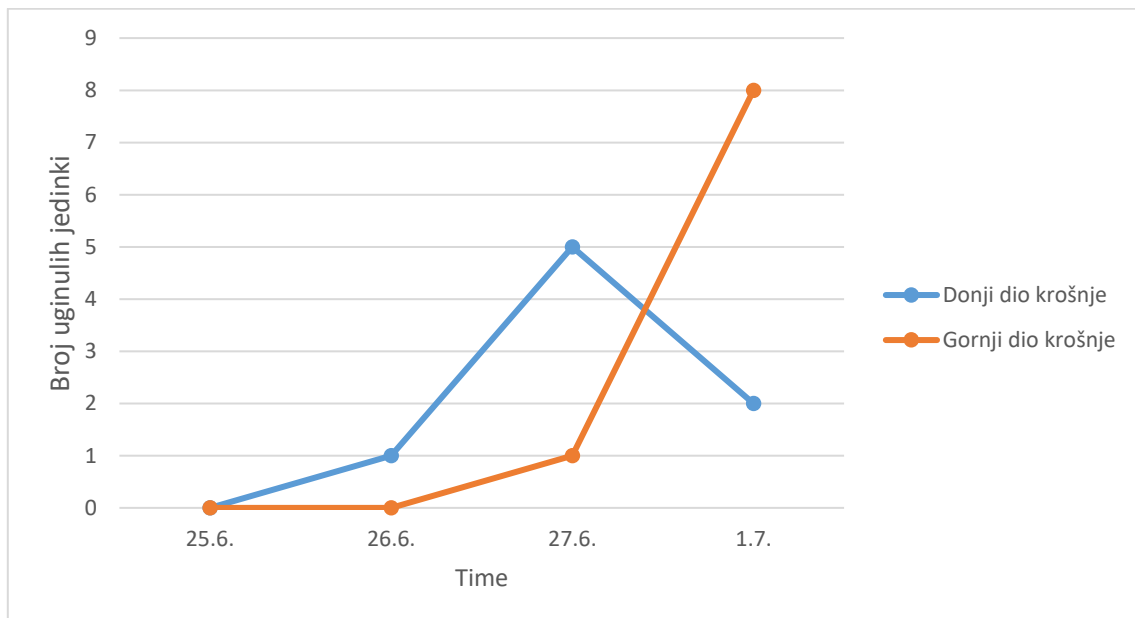
Graf 1. Ukupna stopa mortaliteta *Corythucha ciliata* po danima na tretiranim i netretiranim listovima

Listovi su prikupljeni s tretiranih i netretiranih stabala iz dva dijela krošnje; neposredno iznad mjesta injektiranja i iz viših dijelova krošnje kako bi dobili bolji uvid u distribuciju apliciranog sredstva po krošnji. U kontrolnoj liniji više jedinki uginulo je na listovima iz donjeg dijela krošnja (Graf 2). Slična situacija vidljiva je i na listovima tretiranih s četverostrukom dozom sredstva (Graf 4), iako je razlika između broja uginulih na listovima uzetih neposredno iznad mjesta injektiranja (52%) i onih iz gornje krošnje neznatna (48%). Na stablu u koje je aplicirano sredstvo u dozi 2 ml po

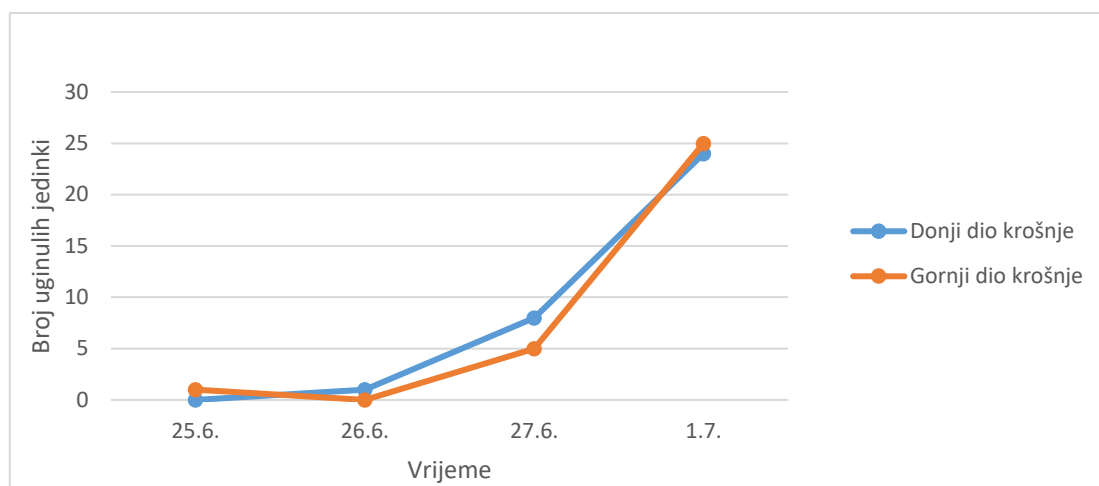
centimetru opsega, jedna više uginula jedinka je na listovima iz gornjeg dijela krošnje (Graf 3).



Graf 2. Prikaz mortaliteta platanine mrežaste stjenice *Corythucha ciliata* hranjene listovima skinutih s grana iz donjeg i gornjeg dijela krošnje netretiranih stabala

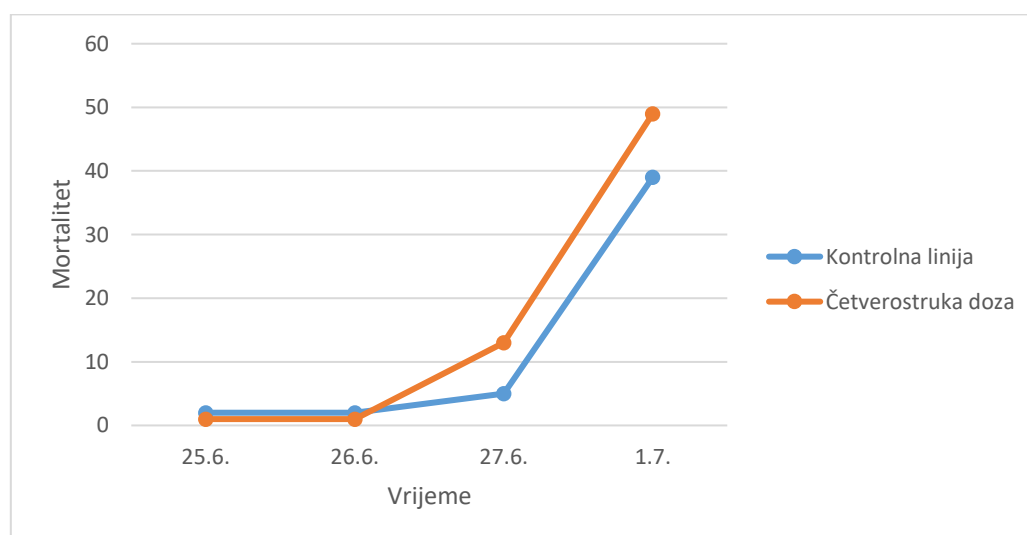


Graf 3. Prikaz mortaliteta platanine mrežaste stjenice *Corythucha ciliata* hranjene listovima skinutih s grana iz donjeg i gornjeg dijela krošnje tretiranih stabala dvostrukom dozom sredstva



Graf 4. Prikaz mortaliteta platanine mrežaste stjenice *Corythucha ciliata* hranjene listovima skinutih s grana iz donjeg i gornjeg dijela krošnje tretiranih stabala četverostrukom dozom sredstva

Zbog terenskih uvjeta, tj. visine i položaja stabala u liniji injektiranoj dvostrukom dozom odabranog sredstva, nismo bili u mogućnosti sakupiti lišće sa sva četiri stabla te zbog nejednakog uzorka u odnosu na druge dvije linije, za usporedbu mortaliteta među tretiranim i netretiranim stablima korištene su samo kontrolna linija i linija s četverostrukom dozom (Graf 5).



Graf 5. Prikaz mortaliteta stjenice na listovima uzetih sa stabala iz kontrolne linije i linije injektirane s 4 ml sredstva na 1 cm opsega

Iz grafa 5, ali i prethodnih tablica (Tablica 1 i 2) vidljivo je da ne postoji znatna razlika u mortalitetu stjenica na tretiranim i netretiranim stablima.

## 5. RASPRAVA

Na temelju navedenih istraživanja, za suzbijanje *C. ciliata* na plantaži hibridne platane u gradu Legnaro, Italija, korišten je pripravak Vertimec 018 EC na bazi djelatne tvari abamektin kojeg se injektiralo izravno u deblo sustavom za injektiranje B.I.T.E. Samo istraživanje i dobiveni rezultati otkrivaju nekoliko problema u vezi metode injektiranja stabala u svrhu zaštite od stjenica.

S obzirom da B.I.T.E. sustav za injektiranje radi na principu Venturijevog efekta odnosno prirodne infuzije tekućine izvana sve do asimilativnih organa kada je transpiracijska uloga izražena, učinkovitost i brzina injektiranja uvelike ovise o vanjskim uvjetima. Injektiranje se mora vršiti za sunčanih i malo vjetrovitih dana inače će infuzija biti spora ili gotovo onemogućena. Takvi vanjski uvjeti moraju se poklopiti i s periodom u kojem je potrebno primijeniti odgovarajuće sredstvo kako bi spriječili napad štetnika na biljku. Za mrežaste stjenice odgovarajući mjesec bio bi travanj, kada se list razvio, a prije nego li stjenice počnu s ishranom.

S obzirom na vremenske neprilike ovoga proljeća, učestale kiše te hladnije vrijeme, injektiranje je bilo moguće izvršiti tek početkom lipnja kada su stjenice već započele s ishranom.

Također, pretpostavka je da će za vrijeme velikih temperatura infuzija sredstva biti vrlo spora ili nepostojeća, ali prilikom drugog injektiranja na izuzetno visokoj temperaturi pokazalo se upravo suprotno. Prirodni unos pripravljenog sredstva tekao je vrlo brzo te su u nepuna dva sata injektirana sva stabla. Osim o vanjskim uvjetima, brzina apliciranja sredstva ovisi i o vrsti biljke koja se tretira. Tako je za vrste „mekog“ drveta pretpostavka da će brže primiti sredstvo od vrsta „tvrdog“ drveta (Mešić i drugi, 2013).

Ekološki prihvatljive metode zaštite od napada štetnika su prije svega preventivne mjere dok kurativne mjere podrazumijevaju mehaničko suzbijanje štetnika, aplikaciju bioloških pripravaka, primjenu feromona i slično.

Preventivne mjere integrirane zaštite bilja u urbanom okolišu prije svega su ispravna sadnja i odabir odgovarajuće vrste, postupci njege koji uključuju navodnjavanje, malčiranje i prihranu te kontrola bolesti i štetnika provođenjem fitosanitetskih pregleda i odgovarajućih pripravaka za sprječavanje napada patogena.

Usprkos preventivnim mjerama ponekad se štetnici prenamnože te se u tom slučaju trebaju primijeniti kurativne mjere poput mehaničkog suzbijanja štetnika ili aplikacije bioloških pripravaka.

Metoda injektiranja u većini slučajeva koristi se kao kurativna mjera kada govorimo o suzbijanja insekata, dok se mjere zaštite primjenjuju tek kad je uočen povećan broj populacije, za razliku od fitopatogenih gljiva, primjerice hrastove pepelnice (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl., 1912), za koju se znaju točni vremenski uvjeti u kojima se razvija te se sukladno tomu primjenjuju preventivne mjere zaštite biljaka.

Kratak vremenski period u kojem se povoljni vanjski uvjeti poklapaju s biologijom stjenice predstavljaju problem primjene metode injektiranja kao preventivne mjere.

Uz navedene negativne osobine metode injektiranja činjenica je da je ovaj način tretiranja biljaka ekološki najprihvatljiviji u urbanim sredinama. Sredstvo se aplicira direktno u deblo čime se sprječava kontaminacija okoliša često vrlo otrovnim sredstvima što je izuzetno bitno u gradovima gdje je velika koncentracija stanovništva. Prilikom povoljnih vremenskih uvjeta primjena sredstva za zaštitu bilja izuzetno je brza i jednostavna. Novijim sredstvima za injektiranje poput B.I.T.E. sredstva smanjeno je oštećenje provodnih elemenata biljke i biljka vrlo brzo zatvara ranu što sprječava ulazak uzročnika bolesti poput truleži drva.

S obzirom na rezultate istraživanja, može se pretpostaviti da je aplicirano sredstvo dospjelo u gornje dijelove krošnje jer je neznatna razlika između broja uginulih jedinki koje su se hranile lišćem s grana neposredno iznad mjesta injektiranja i onih jedinki koje su se hranile lišćem s grana iz viših dijelova krošnje.

Rezultati istraživanja mortaliteta *C. ciliata* pokazuju veliku smrtnost kontrolne grupe, a razlika u odnosu na tretiranu liniju s najvećom koncentracijom zanemariva je (Tablica 2). Očuvanje živih stjenica kao kontrolnih jedinki u laboratorijskim uvjetima dovoljno dugo da bi rezultati s tretiranim jedinkama bili usporedivi, problem je koji onemogućuje dobivanje jasnijih podataka o učinkovitosti korištenog sredstva u zaštiti protiv stjenice i otprije je poznat. Naime, prilikom istraživanja djelotvornosti nekoliko insekticida (Asset, Fastac 10 EC i drugi) protiv *C. arcuata*, provedenog od strane Hrvatskog šumarskog instituta 2017. godine, kontrolne jedinice ugibale su gotovo jednakom brzinom kao i tretirane jedinice. Na kraju istraživanja samo je 60%



kontrolnih jedinki preživjelo što nije bilo dovoljno da bi se mogao donijeti pouzdani zaključak o učinkovitosti testiranih insekticida (B. Hrašovec, pers. comm., 4. rujna 2019).

Drugi primjer problema održavanja stjenica na životu prilikom laboratorijskog istraživanja može se navesti primjer istraživanja Šumarskog fakulteta procjene palatibilnosti glavnih vrsta hrastova u odnosu na hrastovu mrežastu stjenicu. Stjenice su ispuštene na hrastove i bukove sadnice u laboratorijskim uvjetima. U periodu od nekoliko dana nakon ispuštanja, svi prikupljeni uzorci stjenica su uginuli uz minimalnu prethodnu aktivnost na sadnicama (Ključar, 2017).

Slični rezultati prethodno navedenim primjerima zabilježeni su i prilikom ovog istraživanja.

Iako dobiveni rezultati na listovima tretiranim abamektinom naizgled pokazuju dobre rezultate u vidu 80% smrtnosti stjenica nakon 3 dana hranjenja, zbog visokog mortaliteta kontrolnih jedinki od čak 60% ne možemo govoriti o rezultatima tretiranja stabala sredstvom Vertimec 018 EC na bazi djelatne tvari abamektin kao pozitivnima.

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja učinkovitosti metode injektiranja B.I.T.E. sustavom za injektiranje i utjecaja insekticida Vertimec 018 EC na mortalitet platanine mrežaste stjenice može se donijeti nekoliko zaključaka.

Injektiranje je najučinkovitije provoditi za sunčanog i blago vjetrovitog vremena inače je infuzija sredstva prespora što ujedno znači da je metoda u takvim uvjetima ekonomski neisplativa.

Metode injektiranja u urbanim sredinama okolišno su najprihvatljiviji oblik endoterapeutskih metoda primjene sredstva za zaštitu bilja. Za primjenu u šumarstvu injektiranje je korisno rabiti u istraživačke svrhe prilikom testiranja učinkovitost nekog sredstva za zaštitu bilja u terenskim uvjetima. B.I.T.E. sustav za injektiranje pokazao se kao vrlo praktična tehnologija za korištenje, lako prijenosna i u povoljnim uvjetima omogućuje vrlo brzu aplikaciju sredstva. Jedna od glavnih prednosti u odnosu na ostale uređaje za injektiranje je što razmjerno malo oštećuje provodne snopove biljke jer se sredstvo aplicira bez korištenja dodatnog tlaka te rane koje uređaj uzrokuje na stablu su minimalne i stablo ih je sposobno u kratkom vremenu zatvoriti čime se sprječava ulazak drugih štetnika.

Problem visokog mortaliteta kontrolnih jedinki stvara prepreku u laboratorijskim istraživanjima učinkovitosti različitih insekticida na stjenice te otvara pitanja u kojim temperaturnim uvjetima bi se stjenice trebale držati da bi preživjele, a da im se fiziološki procesi ne spuste na razinu mirovanja, odnosno da se i dalje aktivno hrane.

Iako je mortalitet stjenica na tretiranim listovima visok, zbog velikog broja uginulih kontrolnih jedinki potrebno je dodatno istražiti djelotvornost abamektina na mortalitet stjenica.

## 7. LITERATURA

1. Docola, J.J, Wild, P.M., 2012: Tree Injection as an Alternative Method of Insecticide Application, *Arborjet, Inc. Woburn, MA, USA*
2. Drake, C. J., F. A. Ruhoff (1965) Lacebugs of the world: a catalog (Hemiptera: Tingidae). Smithsonian Institution, United States National Museum, Washington, Bulletin, 243: 1–634
3. Franjić, J., Škvorc, Ž., 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske
4. Hrašovec, B., Franjević, M., 2011. Šumarska entomologija, Opća entomologija- unutarnja i vanjska građa kukaca, fiziologija, opća ekologija i biologija
5. Hrašovec, B., Posarić, D., Lukić, I., Pernek, M.; Prvi nalazi hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) u Hrvatskoj; Šumarski list, 9-10 (2013): 499-503
6. Ključar, N., 2017: Laboratorijska procjena palatabilnosti lišća glavnih vrsta hrasta (*Quercus* spp.) u Hrvatskoj u odnosu na novog štetnika, hrastovu mrežastu stjenicu (*Corythucha arcuata* /Say, 1832/). Diplomski rad, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu: 30 str.
7. Labor, N., 2018: Učinkovitost insekticidnog injektiranja hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u zaštiti od hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata* Say.). Diplomski rad, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu: 32 str.
8. Markovica, 2008: Endoterapeutske metode primjene insekticida u zaštiti platane od mrežaste stjenice *Corythucha ciliata* Say. Diplomski rad, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu: 44 str.
9. Mešić, A., Barčić, J., Miličević, T., Marinić, N., 2013: Endoterapeutska metoda aplikacije sredstava za zaštitu bilja. Glasilo biljne zaštite, vol. 13, No. 3 (ožujak 2013.), 241-249.
10. Pajač Živković I., Barić B., Matošević D., 2013: Strane fitofagne vrste stjenica (Heteroptera) u Hrvatskoj, Entomologia Croatica 2013, Vol. 17, Num. 1-4: 79-88
11. Roques, A., 2008: The pan-European inventory of alien species established on trees on shrubs, a tool for predicting taxa and ecosystems at risk – final results of the DAISIE project. In: Alien invasive species and international trade, 2nd meeting of IUFRO Working Unit 7.03.12, National Conservation Training

Center, Shepherdstown, WV, USA. ([http://www.forestry.gov.uk/pdf/IUFRO\\_Shepherdstown\\_Roques\\_Shepherdstown\\_end.pdf/\\$file/IUFRO\\_Shepherdstown\\_Roques\\_Shepherdstown\\_end.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/IUFRO_Shepherdstown_Roques_Shepherdstown_end.pdf/$file/IUFRO_Shepherdstown_Roques_Shepherdstown_end.pdf)) (08.11.2013.)

12. Roques, A., M. Kenis, D. Lees, C. Lopez-Vaamonde, W. Rabitsch, J. – Y. Rasplus, D. Roy, 2010: Alien terrestrial arthropods of Europe. *BioRisk*, 4, Special Issue, 1028 pp.
13. Tomiczek, C., D. Diminić, T. Cech, B. Hrašovec, H. Krehan, M. Pernek, B. Perny (2008) *Bolesti i štetnici urbanog drveća*. Zagreb: Šumarski institut, Jastrebarsko; Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

### **Internetske stranice**

1. [https://www.researchgate.net/publication/257754872\\_A\\_Venturi\\_Effect\\_Can\\_Help\\_Cure\\_Our\\_Trees](https://www.researchgate.net/publication/257754872_A_Venturi_Effect_Can_Help_Cure_Our_Trees) (pristupila 27.6. 2019.)
2. <https://www.syngenta.hr/product/crop-protection/insekticid/vertimec-018-ec> (pristupila 27.6.2019.)
3. <https://drp.bio/en/what-we-do/tree-care-en/bite-tree-care/>
4. <http://www.bioinput.hr/proizvod/asset-prirodni-insekticid-u-tekućem-stanju/>
5. <https://www.chromos-agro.hr/insekticid/fastac-10-ec/>