

# PRIMJENA REZISTOGRAFA U ZAŠTITI STABALA U GRADOVIMA NA PRIMJERU PARKA VELEUČILIŠTA U KARLOVCU

---

**Resanović, Daniel**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:291104>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**  
**STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**DANIEL RESANOVIĆ**

**PRIMJENA REZISTOGRAFA U ZAŠTITI STABALA U**  
**GRADOVIMA NA PRIMJERU PARKA VELEUČILIŠTA U**  
**KARLOVCU**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2020.**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE  
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**DANIEL RESANOVIĆ**

**PRIMJENA REZISTOGRAFA U ZAŠTITI STABALA U  
GRADOVIMA NA PRIMJERU PARKA VELEUČILIŠTA U  
KARLOVCU**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor:

Marko Ožura, dipl.ing.

KARLOVAC, 2020.

## **SAŽETAK:**

Cilj ovog rada bio je upoznavanje sa radom rezistografa na terenu to jest u praksi. Istraživanje je provedeno na 12 stabala koja su dio početnog dijela Parka Veleučilišta u Karlovcu koji je prva uređena parkovna površina unutar karlovačke Zvijezde. Na stablima su izvedena mikro bušenja rezistografom, mjerenja promjera i visine te je korištena i vizualna analiza stabala VTA metodom (Visual Tree Assessment). Analiza je obuhvatila sve prikupljene podatke. Rezultati istraživanja pokazuju da su sva stabla zdrava i statički sigurna ali je dana i preporuka da se monitoring i ispitivanje stanja nastavi za određeni vremenski period zbog trenutno postojećeg gradilišta i obnove matične zgrade Veleučilišta koje predstavlja dodatni stres okoline na stabla.

**Ključne riječi:** stabla, rezistograf, VTA metoda, zdravlje stabla, Veleučilište u Karlovcu

## **ABSTRACT:**

The reason for this paper can be found in better understanding how the resistograph operates in the field and what possibilities it has in the practical use. The research has been done on 12 trees starting from the entrance to the Karlovac University of Applied Sciences garden, which represents the first cultivated park in the area of the Karlovac`s Star. The selected trees have been micro drilled by the resistograph, measured (height and diameter) and analyzed via VTA (Visual Tree Assessment) method. The analysis included all gathered data. The results of the analysis reveal that all trees are healthy and statistically safe. However the recommendation given in the analysis advises that monitoring and further assessment should be done again due to current construction work that is occurring on the main University building which represents additional stress to the trees.

**Keywords:** trees, resistograph, VTA method, tree health, Karlovac University of Applied Sciences

# SADRŽAJ

## POPIS PRILOGA

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. Dobrobiti stabala u urbanim sredinama.....	3
1.2. Klimatski čimbenici.....	4
1.3. Opasnosti za urbana stabla .....	5
<b>2. METODE .....</b>	<b>7</b>
2.1. Rezistograf.....	10
2.2. Opis osnova rada instrumenta IML - RESI PD 400 .....	12
<b>3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>17</b>
3.1. Analiza stabla broj 1 .....	21
3.2. Analiza stabla broj 2 .....	22
3.3. Analiza stabla broj 3 .....	23
3.4. Analiza stabla broj 4 .....	24
3.5. Analiza stabla broj 5 .....	25
3.6. Analiza stabla broj 6 .....	26
3.7. Analiza stabla broj 7 .....	27
3.8. Analiza stabla broj 8 .....	28
3.9. Analiza stabla broj 9 .....	29
3.10. Analiza stabla broj 10 .....	30
3.11. Analiza stabla broj 11 .....	31
3.12. Analiza stabla broj 12 .....	32
<b>4. RASPRAVA .....</b>	<b>33</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>34</b>
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>35</b>

## POPIS PRILOGA

### Popis tablica:

Tablica br. 1 Prednosti i korištenje urbanih šuma i stabala .....	2
---	---

### Popis grafikona:

Grafikon br. 1 Grafikon stabla 1 .....	21
Grafikon br. 2 Grafikon stabla 2 .....	22
Grafikon br. 3 Grafikon stabla 3 .....	23
Grafikon br. 4 Grafikon stabla 4 .....	24
Grafikon br. 5 Grafikon stabla 5 .....	25
Grafikon br. 6 Grafikon stabla 6 .....	26
Grafikon br. 7 Grafikon stabla 7 .....	27
Grafikon br. 8 Grafikon stabla 8 .....	28
Grafikon br. 9 Grafikon stabla 9 .....	29
Grafikon br. 10 Grafikon stabla 10 .....	30
Grafikon br. 11 Grafikon stabla 11 .....	31
Grafikon br. 12 Grafikon stabla 12 .....	32

### Popis slika:

Slika br. 1 Grafički prikaz povoljnog utjecaja stabala .....	4
Slika br. 2 Nepovoljni utjecaji gradskih središta na stabla .....	7
Slika br. 3 Simptomi - VTA metoda .....	8
Slika br. 4 Rezistograf IML - RESI PD 400 .....	9
Slika br. 5 Visinomjer Forestry Pro.....	10
Slika br. 6 Promjerka.....	10
Slika br. 7 Prikaz načina uzimanja uzorka i dimenzija svrdla.....	10
Slika br. 8 Rezistograf daje uvid u stanje debla stabla.....	11
Slika br. 9 Glavni izbornik na zaslonu instrumenta .....	12
Slika br. 10 Simboli glavnog izbornika.....	12
Slika br. 11 Statusna traka glavnog izbornika.....	12
Slika br. 12 Mikro bušenje rezistografom .....	14
Slika br. 13 Mikro bušenje rezistografom .....	14
Slika br. 14 Funkcijske tipke.....	15
Slika br. 15 Prijenosni bluetooth pisač.....	16
Slika br. 16 Dijelovi rezistografa .....	16
Slika br. 17 Dio parka Veleučilišta u Karlovcu u kojem je provedeno istraživanje .....	17
Slika br. 18 Tlocrt dijela Parka u kojem je izvršeno istraživanje i položaj stabala u Parku	18
Slika br. 19 Obrada podataka dobivena metodom rezistografije .....	19
Slika br. 20 Uzimanje uzorka Pressler-ovim svrdlom.....	20
Slika br. 21 Uspoređivanje uzorka dobivenog Pressler-ovim svrdlom.....	20
Slika br. 22 Stablo 1 .....	21
Slika br. 23 Stablo 2 .....	22

Slika br. 24 Stablo 3 .....	23
Slika br. 25 Stablo 4 .....	24
Slika br. 26 Stablo 5 .....	25
Slika br. 27 Stablo 6 .....	26
Slika br. 28 Stablo 7 .....	27
Slika br. 29 Stablo 8 .....	28
Slika br. 30 Stablo 9 .....	29
Slika br. 31 Stablo 10 .....	30
Slika br. 32 Stablo 11 .....	31
Slika br. 33 Stablo 12 .....	32



## 1. UVOD

Znanstvena disciplina pod nazivom „arborikultura“ uključuje upravljanje stablima u gradovima i predgrađima, gdje živi 50 % svjetske populacije, a to su najbrže rastuće zajednice na svijetu. Predviđa se da će do 2050. godine u urbanim sredinama živjeti preko 70 % ukupnog svjetskog stanovništva. Porastom se javlja sve veća potreba za održavanjem vitaliteta stabala u urbanim područjima. Pojmovi poput urbanog šumarstva i urbanog stabla poprimaju izuzetnu važnost. Rapidnom i agresivnom urbanizacijom dolazimo do sve veće potrebe za očuvanjem okoliša posebice stabala i zelenih površina u urbanim cjelinama koja su ugrožena tijekom gradnje stambenih objekata. Stabla poprimaju posebnu važnost u urbanim područjima gdje im je najveća vrijednost estetika, modificiranje klime i stanište gradske divljine. Urbano, stambeno i parkovno okruženje posebno je izazovno za stabla zbog zbijenih tla, kolnika, komunalnih linija i zgrada. Stručnjaci iz područja arborikulture rade na osiguravanju zdrave populacije stabala koja ljudima pružaju trajnu korist (ANONYMOUS, 2019a; FOREST ASSESSMENT, MANAGEMENT AND CONSERVATION DIVISION, 2017).

Hrvatska udruga za arborikulturu (2013) definira arborikulturu kao znanstvenu i stručnu disciplinu koja se bavi sadnjom, njegom i kultiviranjem drveća i drvenaste vegetacije u urbanim sredinama. Obuhvaća sve mjere koje se poduzimaju na i oko stabla s ciljem sprječavanja malformacija i očuvanja vitaliteta.

Urbana stabla prvenstveno su određena lokacijom stabala i šumskim sastojinama što se nalaze u blizini urbanih područja (PAULIĆ i sur., 2015). Stabla su zbog svojih sezonskih promjena te veličine, oblika i boje najistaknutiji element urbane prirode. Prednosti i koristi urbanih stabala protežu se u rasponu od neopipljivih psiholoških i estetskih koristi do poboljšanja urbane klime i smanjenja onečišćenja zraka. Povijesno su glavne prednosti gradskih tj. urbanih stabala i šuma povezane s zdravstvenim, estetskim i rekreacijskim blagodatima. Usred urbanog života i sve manjeg kontakta na relaciji čovjek – priroda, stabla unutar gradova pružaju doživljaj prirode koji često kao takav izostaje (TYRVÄINEN i sur., 2005).

Dijagnostika zdravstvenog stanja i statike stabala provodi se u svrhu njege, zaštite i prvenstveno kontrole stabala u urbanim sredinama. Izvodi se vizualnom metodom (VTA - Visual Tree Assessment) kao i primjenom najmodernijih metoda i specijalnih mjernih instrumenata pomoću kojih se odabire najbolja metoda i izbor zahvata, sanacije i zaštite stabala

ako se za tim iskaže potreba. U užem smislu dijagnostički instrumenti su uređaji za mjerenje određenih svojstava stabala (drva) na temelju kojih se prosuđuje stanje stabla na lom i/ili izvalu i predlažu arborikulturni zahvati (HRVATSKA UDRUGA ZA ARBORIKULTURU, 2013).

Da bi se iskoristile sve pozitivne vrijednosti svakog pojedinog stabla potrebno je isto održavati zdravim. Urbana stabla su vrijedna imovina svake gradske zajednice čija će se vrijednost vjerojatno povećavati shodno povećavanju njihove ekonomske vrijednosti ali i njihove funkcionalnosti unutar gradova. Pod okriljem globalnog zagrijavanja i klimatskih promjena navedeni pojmovi postaju učestaliji te se kroz medije i razne akcije podiže svijest o urbanom šumarstvu i značaju svakog pojedinog stabla u gradu (MOORE, 2008). Primjer dobre prakse je i nedavna akcija koja se održavala u gradovima diljem Republike Hrvatske pod nazivom “Zasadi drvo ne budi panj”, a sve sa ciljem podizanja građanske svijesti o zaštiti i dobiti ne samo stabala već i zelenila općenito. Grad Karlovac kao sudionik iste dao je svoj doprinos sadnjom 14 sadnica (ANONYMOUS, 2019b).

Tablica br. 1 Prednosti i korištenje urbanih šuma i stabala (TYRVÄINEN i sur., 2005)

Socijalne beneficije	Mogućnost različite rekreacije, poboljšavanje okoline i okoliša na poslu i u vlastitom domu, utjecaj na fizičko i mentalno zdravlje. Kulturološke i povijesne vrijednosti zelenih površina.
Estetika i arhitektonske beneficije	Različite varijante krajolika kroz mijenjanje boja, tekstura, oblika i gustoće biljaka i stabala. Rast stabala, sezonska dinamika i osobni doživljaj prirode.
Klimatske i fizičke prednosti	Rashlađivanje, kontrola vjetrova, utjecaj urbane klime kroz kontrolu temperature i vlažnosti. Smanjenje zagađenja zraka, zagađenja bukom, smanjenje odsjaja i refleksije, prevencija poplava i kontrola erozije.
Ekološke beneficije	Biotopi tj. staništa flore i faune u urbanim sredinama.
Ekonomске beneficije	Vrijednost tržišnih cijena (građa, bobičasto voće, gljive, itd.), povećanje cijena nekretnina, turizam.

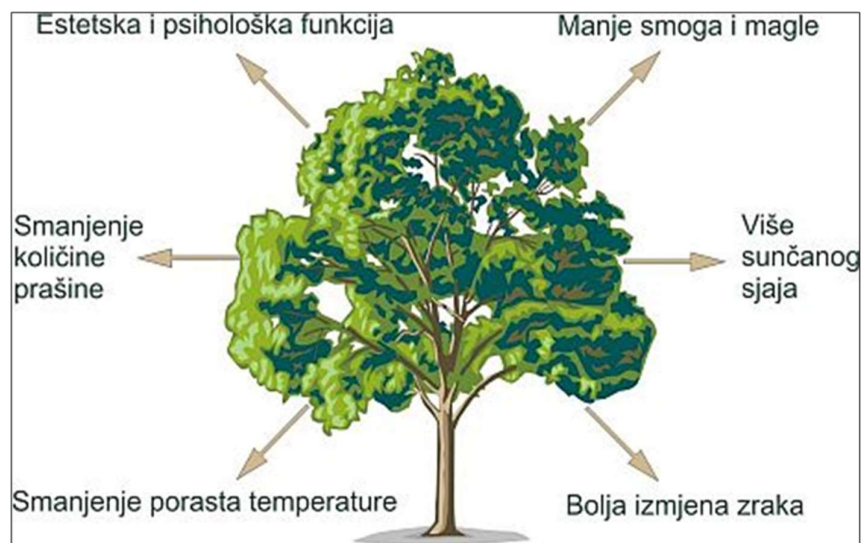
## 1.1. Dobrobiti stabala u urbanim sredinama

Dobrobiti i koristi urbanih stabala i urbanog šumarstva koji su u međusobnoj vezi možemo promatrati sa različitih aspekata. Stabla pružaju brojne ekološke, društvene i osobne koristi koje imaju neposrednu i dugoročnu ekonomsku, socijalnu i ekološku vrijednost (ANONYMOUS, 2015):

- osiguravaju kisik, filtriraju štetne zagađivače i čestice, te izdvajaju (izoliraju i skladište) ugljik,
- hlade temperaturu zraka blokirajući izravno sunce sa zgrada i transpiracijom iz lišća (gubitak vodene pare),
- blokiraju, raspršuju ili smanjuju brzinu vjetra,
- smanjuju utjecaj oborina i otjecanje oborinskih voda, te smanjuju eroziju,
- mogu pomoći u smanjivanju i umanjivanju vizualne slike izgrađenih elemenata,
- mogu istaknuti pozitivne značajke izgrađenih elemenata i sakriti neželjene poglede,
- ključna su za pozitivnu perspektivu i vitalnost otvorenih prostora, za aktivnu i pasivnu rekreaciju,
- stabla su živi sustavi koji u interakciji s drugim živim bićima dijele i recikliraju resurse te su kao takva životni centri u kojima se živi organizmi okupljaju i koncentriraju,
- otpalo lišće regulira umjerenu temperaturu tla i gubitak vlage tla. Listovi truljenjem potpomažu mikroorganizme u tlu i pružaju hranjive tvari za rast biljaka.

Organizacija za prehranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) smatra da je strateškim prostornim razmještajem stabala u urbanim sredinama moguće smanjiti temperaturu zraka za 2 °C do 8 °C. Povećavanjem hladovine koju stvaraju stabla smanjuje se „efekt urbanog toplinskog otoka“, a odnosi se na toplinu koja se često nakuplja u gradovima. Krošnje velikih stabala prirodan su filter za lebdeće čestice i štetne plinove u zraku. Odrasla stabla reguliraju protok vode i poboljšavaju njenu kvalitetu. Korijenje drveća pomaže da se tlo zadrži na mjestu i smanjuje eroziju tla. To poboljšava kvalitetu vode smanjujući količinu erodiranog tla koje se ulijeva u potoke. Osim što proizvodi kisik, neophodan za našu dobrobit jedno stablo iz atmosfere godišnje apsorbira 150 kg ugljičnog dioksida i time doprinosi ublažavanju klimatskih promjena. Stabla pružaju stanište, hranu i zaštitu ostalim biljkama i životinjama te se time povećava bioraznolikost u urbanim sredinama. Mogu se koristiti kao ogrjev, izvor su hrane poput voća, orašastih plodova

i lišća. Provođenje vremena u blizini stabala poboljšava fizičko i mentalno zdravlje povećavajući razinu energije, a kod bolesnika ubrzava oporavak te smanjuje krvni tlak i stres. Pravilnim razmještajem stabala oko zgrada smanjuje se potreba za klima uređajima i do 30 % te omogućuje ušteda energije potrebne za grijanje za 20 % do 50 %. Mnogi ljudi cijene stabla zbog njihove ljepote stoga okoliš uređen stablima može povećati vrijednost nekretnine i do 20 % (FOREST ASSESSMENT, MANAGEMENT AND CONSERVATION DIVISION, 2017).



Slika br. 1 Grafički prikaz povoljnog utjecaja stabala

(<https://www.hrsume.hr/index.php/hr/75-news/latest-news/359-drveceuparkovima>)

## 1.2. Klimatski čimbenici

Rast i razvoj stabala ovisi o brojnim ekološkim čimbenicima među kojima klima ima vrlo značajnu ulogu. Preobražavanjem prirode, čovjek posredno djeluje na mikroklimatske uvjete određenoga područja. Klimatski čimbenici uključuju temperaturu, vjetar, vlagu, sunčevo zračenje, svjetlost, oborine i tlak zraka. Klima je jednako važna stavka u životu stabla i biljaka općenito kao i tlo kada planiramo ili brinemo za njihov rast, razvoj i opstanak. Klima utječe na pojedinačno stablo ili grupu stabala te je možemo razvrstati na makroklimu, mezoklimu i mikroklimu. Makroklima se proteže na relativno velikom području koje je definirano relativno sličnim klimatskim uvjetima. Uvjeti makroklimе u velikoj većini su određeni kretanjem zračnih masa iznad površine Zemlje koji su modificirani koordinatama, elevacijom, velikim vodenim masama, planinskim lancima i godišnjim dobima.

Nešto manjih razmjera, mezoklima je lokalno vrijeme grada, dijela grada, većeg parka ili šume. Mezoklima je makroklima izmijenjena utjecajem lokalnih terena, vodenim površinama, oblačnim pokrovom, vjetrom i zemljišnim pokrovom.

Mikroklima koja je još manjih razmjera obuhvaća klimatske uvjete oko ili unutar samog stabla ili biljke. Mikroklima je zapravo mezoklima pod direktnim utjecajem samog mjesta stabla ili biljke.

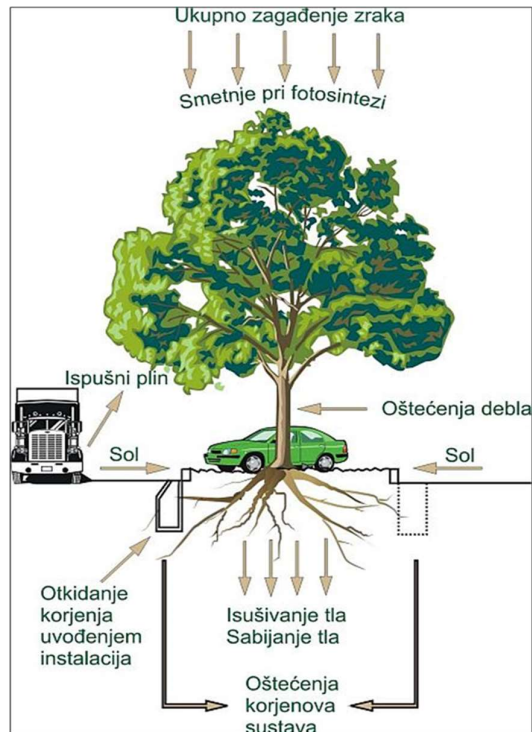
Razvoj urbane sredine zasigurno ima veliki utjecaj na mezoklimu. Vegetacija je reducirana a pločnici, asfaltirane površine i građevine zauzimaju previše prostora. Rezultat toga je relativno povećanje temperature, oborina i oblačnog pokriva u odnosu na ruralna područja u okruženju; vjetar, vlažnost zraka i sunčevo zračenje se smanjuju. Takva pojava se naziva urbani toplinski otok. Opseg takvog urbanog toplinskog otoka zavisi o veličini grada i količine urbane vegetacije a takve površine u jednom gradu mogu varirati u broju te u mikroklimama.

### **1.3. Opasnosti za urbana stabla**

Stabla su živi organizmi koji prirodno gube grane i/ili padaju a izloženost stabala lošim životnim uvjetima u gradovima uvelike je posljedica ljudskog djelovanja koje dodatno pridonosi toj činjenici. Postoji nekoliko razloga zbog kojih je tlo vrlo važna stavka u životu urbanih stabala. Osim što sve potrebne nutrijente (mineralne soli, vodu i kisik) koji su im prijeko potrebni za opstanak i proizvodnju stabla uzimaju iz tla izuzev ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>), tlo svojim povoljnim sastavom i obilježjima može umanjiti štetan utjecaj zagađenog zraka na biljne vrste i do 10 puta. Gradsko tlo je u većini slučajeva vrlo loše kvalitete ili čak posve iscrpljeno. Površinski slojevi tla u gradovima su zasićeni teškim metalima iz industrijskih postrojenja i automobilske prometa koji imaju negativan utjecaj na stabla te mogu dovesti do kraćeg vremena vegetacije ili čak do nekroza lišća i iglica. Zbog miješanja viših slojeva tla prilikom građevinskih radova, prolaska raznih instalacija, odlaganjem otpada, soljenjem cesta zimi i slično dolazi do promjena u sastavu tla i prostora korijenskog sustava (povećavanje osmotskog potencijala tla - biljka gubi mogućnost primanja vode i hranjivih tvari zbog čega ugiba) koje onda posljedično štetno djeluju na gradska stabla ali i cjelokupno urbano zelenilo, tako da imamo štetno djelovanje i preko lišća i putem korijenja. Zbog popločene zemlje oborine u nekim slučajevima ni ne nađu svoj put do korijenja stabala. Voda i zrak onečišćeni su otrovnim tvarima koje postupno truju i tlo te mijenjaju sastav površinskog sloja tla koji osim što šteti stablima mijenja toplinsku vodljivost tla a time i toplinu tla i zraka. Ulična rasvjeta je

jedan od problematičnih i negativnih čimbenika u gradovima koja na nekim mjestima zbog svoje jakosti može produljiti vrijeme osvjetljavanja listova skoro na puna 24 sata te „prevariti“ stabla (biljke) da ne odbace zelene listove ujesen nego da ih čuvaju do kasno u zimu. Takva stabla nastradaju od jesenskih mrazova, a zimi u slučaju snijega od nagomilavanja velikih količina snijega na velikim lisnim površinama zbog čijeg tereta može doći do pucanja. Do negativnog utjecaja na urbana stabla također dolazi zbog izvođenja različitih mehaničkih radova (npr. kopanje kanala) zbog kojih dolazi do šteta na korijenskom sustavu, poremećaja mehaničke stabilnosti i vitalnosti. Na stablima nerijetko dolazi do povreda zbog prometnih nezgoda, vandalizma i slično. Klima u velikim gradovima pod velikim je negativnim utjecajem industrije i gradskog prometa gdje se lebdeće čestice (dim, čađa, prašina) nakupljaju na lišću i iglicama (asimilacijsko tkivo biljaka) i utječu na apsorpciju ukupnog sunčevog zračenja (izvor energije za sve životne procese), a pridonose i stvaranju gradske magle koja može smanjiti jačinu sunčeve zračenja i do 20 %. Toplinska apsorpcija nagomilanih građevina, u ljetnim mjesecima i grijanje u zimskim mjesecima povećavaju temperaturu zraka čak i 1 °C - 2 °C u odnosu na okolicu grada. Manjak zelenila i biljnog pokrova, velike površine pokrivena stambenim zgradama, pločnici i kolnici smanjuju isparavanje, ubrzavaju otjecanje oborinskih voda u kanale a samim time smanjuju relativnu i apsolutnu vlagu zraka. Gradski vjetar je zbog trenja na kućama općenito oslabljen dok je zbog položaja i smjera nekih gradskih ulica mjestimičan i pojačan.

Štetni čimbenici koje treba spomenuti i naglasiti su prečesto i nepravilno orezivanje, napadi štetnih kukaca, gljive u krošnji te gljive truležnice. Gljive truležnice dovode do razlaganja drva što u velikoj mjeri utječe na statiku i stabilnost stabala i grana pa je vrlo važno prepoznati simptome da bi se pravovremeno moglo reagirati i provesti sve potrebne mjere sanacije na granama ili cijelim stablima. Štetnih čimbenika koji utječu na urbana stabla i urbano zelenilo u cjelini ima mnogo i iznimno je zahtjevno utvrditi jačinu nekog pojedinog štetnog čimbenika koji zbog svojeg međudjelovanja sa stablom dovodi do poremećaja u zdravstvenom stanju i statici stabla pa čak i do propadanja (HRVATSKE ŠUME, n.d.).

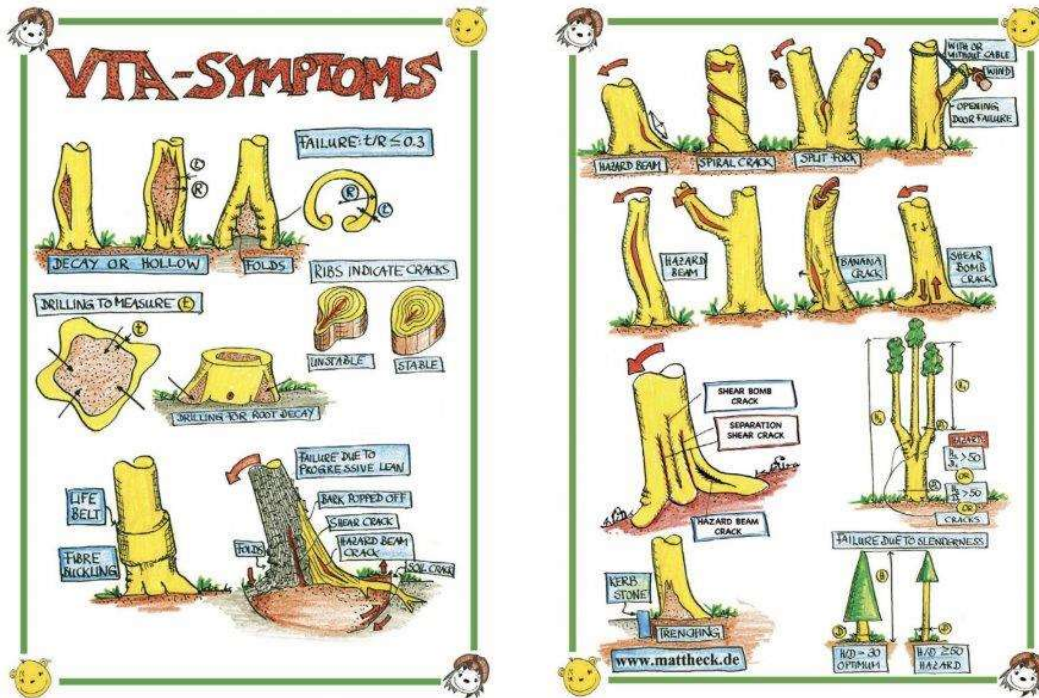


Slika br. 2 Nepovoljni utjecaji gradskih središta na stabla

(<https://www.hrsume.hr/index.php/hr/75-news/latest-news/359-drveceuparkovima>)

## 2. METODE

Suvremeno upravljanje (management) drvenastim nasadima u urbanim sredinama podrazumijeva kontinuirani monitoring stabala vizualnom kontrolnom metodom (VTA - Visual Tree Assessment). Ta metoda podrazumijeva detaljni vizualni pregled stabla, krošnje i grana, prepoznavanje simptoma i uočavanje plodišta gljiva truležnica te ostalih simptoma prisutnosti biljnih bolesti i štetnika, te ostalih abiotskih čimbenika. Sumarno se procjenjuje zdravstveno stanje i statička stabilnost stabla (OŽURA i sur., 2018). Stablo se mora pregledati VTA metodom prije nego što odredimo potencijalno potrebne daljnje metode provjere (npr. mjesta bušenja za mjerenje rezistografom).



Slika br. 3 Simptomi - VTA metoda  
(www.mattheck.de)

Postupak VTA metode sastoji se od tri koraka:

1. Vizualni pregled dijagnostičkih simptoma oštećenja i vizualni pregled vitalnosti stabla. Daljnji koraci se ne poduzimaju ako nema naznaka da stablo predstavlja značajnu opasnost.
2. Temeljito ispitivanje oštećenja koji su uočeni u koraku 1.
3. Daljnja mjerenja i analiza oštećenja za koja se ispostavilo da su kritična. Procjena preostale čvrstoće stabla.

Pojam „pregled“ može obuhvaćati cijeli niz aktivnosti, od površnog neformalnog promatranja do brze vizualne provjere, a zatim i do detaljnog pregleda uz pomoć uređaja.

Kod VTA metode prepoznavamo nekoliko glavnih vidljivih znakova oštećenja koja nam govore da stablo propada:

- mrtvo drvo,
- prisutnost šupljina i pukotina,
- prisutnost nestabilnih grana (slabi spojevi),
- propadanje,



- gljive truležnice,
- problemi sa korijenjem (simptomi infekcije ili mehanička oštećenja),
- loša statika stabla.

Moguće je da se stablo sa ekstenzivnim unutarnjim propadanjem sa vanjske strane doima zdravim; kora mu može biti netaknuta, a krošnja relativno zdrava. Zapravo stablo može u svojoj unutrašnjosti propadati u odsutnosti bilo kakvih vanjskih simptoma. U mnogim slučajevima vanjski pokazatelji (VTA metoda) propadanja nisu dovoljni da bi se ocijenio opseg unutarnjeg propadanja te se koriste direktne metode.

Takve direktne metode se koriste za daljnju provjeru potencijalnog propadanja stabla (udaranje kore čekićem, Pressler-ovo svrdlo, bušenje i mikro bušenje). Udaranjem čekića u koru drveta mogu se otkriti šupljine koje se nalaze blizu površine osluškivanjem šupljeg zvuka. Pressler-ovim svrdlom uzima se izvrtak pomoću kojega se mogu vidjeti stupnjevi propadanja. Bušenje je jedna od najčešćih metoda kojom se buši bušilicom u dubinu debla 2 cm – 5 cm (svrdlo promjera 3,2 mm i dužine 22,9 cm) nakon čijeg se izvlačenja radi procjena stanja stabla na osnovu boje, teksture i mirisa uzetog uzorka kao i otpora koju je pružalo stablo prilikom bušenja (HARRIS i sur., 2004).

U svrhu ovog rada korištena je direktna metoda mikro bušenja i rezistograf IML - RESI PD 400 a dobiveni podaci su obrađeni u softveru „IML Software PD Series“.



Slika br. 4 Rezistograf IML - RESI PD 400

Također, visina je mjerena *Nikon Forestry Pro* visinomjerom a promjeri stabala na visini bušenja su mjereni šumarskom promjerkom s centimetarskom podjelom. Korištena je aritmetička sredina od dva izmjerena promjera pod međusobnim kutom od 90°.



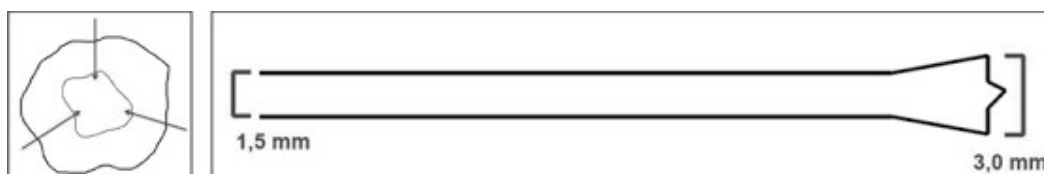
Slika br. 5 Visinomjer Forestry Pro



Slika br. 6 Promjerk

## 2.1. Rezistograf

Rezistograf je elektronički mjerni uređaj koji mjeri otpor drva pri konstantnom prodiranju igle promjera svega 1,5 mm te vrha svrdla promjera 3 mm u deblo ili korijen stabla.



Slika br. 7 Prikaz načina uzimanja uzorka i dimenzija svrdla

Baterijom pogonjena igla prenosi očitavanja otpora koju igla čini prodiranjem kroz deblo, odnosno zone ranog ili kasnog drva, zone zdravog ili trulog drva, šuplja područja, pukotine te može otkriti i strukturu prstenova. Instrument rezultate očitavanja grafički vjerno prikazuje na integriranom ekranu instrumenta te na papirnatnoj traci, što uvelike liči na ispis EKG-a (skala na apscisi u cm, na ordinati otpor u postocima %). Sve se prikazuje u mjerilu 1:1 omogućujući

pritom točno lociranje područja zdravog i bolesnog drva u unutrašnjosti debla a posljedično i procjenu statičke stabilnosti stabla. Budući da je otpor pri bušenju (prodiranju igle) u uzajamnoj vezi s mehaničkim osobinama drva, sva se oštećenja – pukotine, šupljine, oštećenja od insekata, područja zahvaćena procesima truleži – prepoznaju na ekranu i papirnoj traci u obliku spojenih linija gdje svaka točka prikazuje određeni otpor. Kod razorene strukture drva ili u slučaju šupljina, igla prodire praktički bez otpora. Osim za istraživanja truleži, šupljina, pukotina i oštećenja u drvu instrument služi i za analizu godova odnosno određivanje starosti stabla (MESARIĆ, 2017; MATTHECK, 1997).

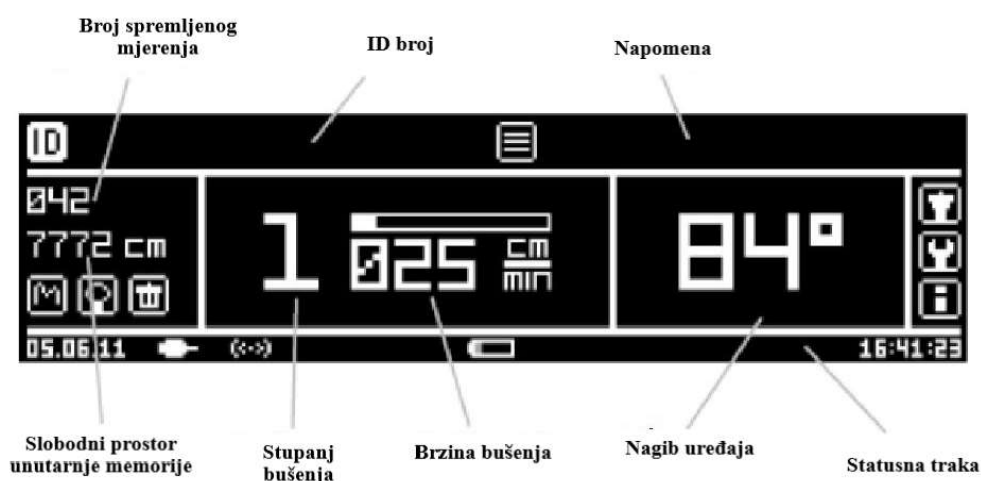
Oštećenja stabala prilikom upotrebe instrumenta su minimalna. Analizom literature (MATTHECK, 2012) dokazano je da otvor koji nastane bušenjem 3 mm svrdlom nije dugotrajan te da ga biljka brzo zatvori iz razloga što drvena piljevina ostaje u kanalu bušenja te brtvi rupu. Prilikom prelaza sa mjerenja na mjerenje bilo bi poželjno prebrisati svrdlo dezinficijensom, što proizvođač ne uvjetuje.



Slika br. 8 Rezistograf daje uvid u stanje debla stabla

## 2.2. Opis osnova rada instrumenta IML - RESI PD 400

Rezistograf IML RESI PD 400 je brz, precizan, pouzdan i relativno jednostavan za upotrebu. Instrumentom se može rukovati u bilo kojem položaju u odnosu na stablo a da rezultati mjerenja budu uvijek jednaki. Jedino što se mora osigurati je stabilnost prilikom svakog mjerenja iz razloga što samo bušenje stvara sile koje djeluju u suprotnim smjerovima (brzina bušenja do 200 cm/min i dubina bušenja do 400 mm). Uključivanje i isključivanje instrumenta vrši se dugim pritiskom gumba za navigaciju (slika 14) nakon čega se na zaslonu uključuje GLAVNI IZBORNIK iz kojega upravljamo daljnjim radom instrumenta.



Slika br. 9 Glavni izbornik na zaslonu instrumenta



Slika br. 10 Simboli glavnog izbornika



Slika br. 11 Statusna traka glavnog izbornika

Dijelovi statusne trake:

1. datum,
2. USB veza s računalom,
3. bluetooth veza (osjenčan simbol = nema veze; simbol svijetli = postoji veza s računalom; nema signala = bluetooth nije aktiviran),
4. aktiviran je istodobni prijenos podataka,
5. utor igle (adapter) sprijeda pritisnut,
6. odabrana dubina bušenja (ako je odabrana maksimalna dubina bušenja),
7. indikator baterije (treperi kad je baterija vrlo slaba),
8. pogreške u radu,
- 9-10. optički senzor ili senzor bušenja su prljavi,
11. nedovoljan prostor unutarnje memorije,
12. vrijeme.

Nakon uključivanja uređaja a prije mjerenja možemo unijeti u uređaj potrebne podatke i/ili prilagodbe uređaja (npr. ID broj, napomenu, dubinu bušenja, itd.) koje vršimo pomoću navigacijskog gumba u glavnom izborniku. Zauzimamo položaj koji osigurava stabilnost instrumenta te možemo započeti sa mjerenjem na već unaprijed određenim mjestima (VTA metoda). Pritisnemo uređaj na stablo tako da se pritisne adapter utora igle nakon čega se pojavljuje simbol na statusnoj traci glavnog izbornika (slike 11 i 13) koji nam govori da je uređaj spreman za početak mjerenja.



Slika br. 12 Mikro bušenje rezistografom



Slika br. 13 Mikro bušenje rezistografom

Mjerenje započinjemo kratkim pritiskom na crvenu funkcijsku tipku koja se nalazi na stražnjoj strani uređaja (slika 14). Potrebne promjene mjerenja (npr. dubina bušenja, automatsko uvlačenje igle zbog šupljina, itd.) vršimo u izborniku postavki bušenja (dugi pritisak crvene funkcijske tipke) navigacijskim gumbom. Ukoliko želimo izvršiti promjenu između brzine bušenja (brzina koja je potrebna da igla prolazi kroz drvo) i brzine igle (brzina okretaja) to činimo pritiskom na crnu funkcijsku tipku.



Slika br. 14 Funkcijske tipke

Promjena brzine bušenja osim za vrijeme bušenja može se mijenjati i u glavnom izborniku (navigacijski gumb, crna tipka). Pri svakom sljedećem odabiru brzine dodijeljeni su i stupnjevi vrtnje:

- stupanj 1: 25 cm/min,
- stupanj 2: 50 cm/min,
- stupanj 3: 100 cm/min,
- stupanj 4: 150 cm/min,
- stupanj 5: 200 cm/min.

Stupanj brzine bušenja se određuje na osnovu tvrdoće stabla koji bi trebao biti između 40 % - 60 % maksimalne vrijednosti.

Neke uobičajene brzine su:

- listopadna stabla: stupanj 2 (50 cm/min) - stupanj 4 (150 cm/min),
- vazdazelena stabla: stupanj 3 (100 cm/min) - stupanj 5 (200 cm/min).

Brzina okretaja igle (drill speed; needle speed) može se odabrati u naprednom izborniku u 5 različitih stupnjeva. Pregled stabala općenito se obavlja pri brzini od 2500 okretaja u minuti dok se kod izrazito tvrdog drveta koristi 3500 okretaja u minuti.

Mjerenje se zaustavlja u sljedećim slučajevima:

- adapter utora igle više nije pritisnut na stablo,
- pritisnuta je tipka za navigaciju (crvena ili crna tipka),
- postignuta je maksimalna dubina bušenja,

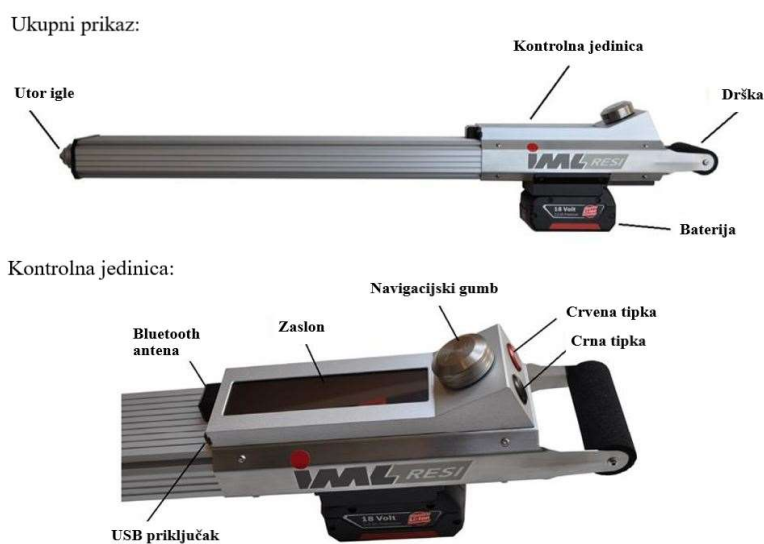
- dosegnuta je unaprijed odabrana dubina bušenja,
- uključena je automatska zaštita od preopterećenja napajanja motora,
- preopterećenje motora.

Sva mjerenja se spremaju u unutarnju memoriju uređaja iz koje se svi grafovi i dobiveni podaci mogu odmah (na terenu) pregledati na zaslonu samog instrumenta ili ispisati na prijenosnom bluetooth pisaču (pritisak obje funkcijske tipke).



Slika br. 15 Prijenosni bluetooth pisač

Kasnije se rezultati pohranjeni u memoriji samog instrumenta obrađuju u kompjuterskom programu u kojem se vrši analiza, ispis, spremanje i/ili izvoz podataka dobivenih mjerenjem.



Slika br. 16 Dijelovi rezistografa



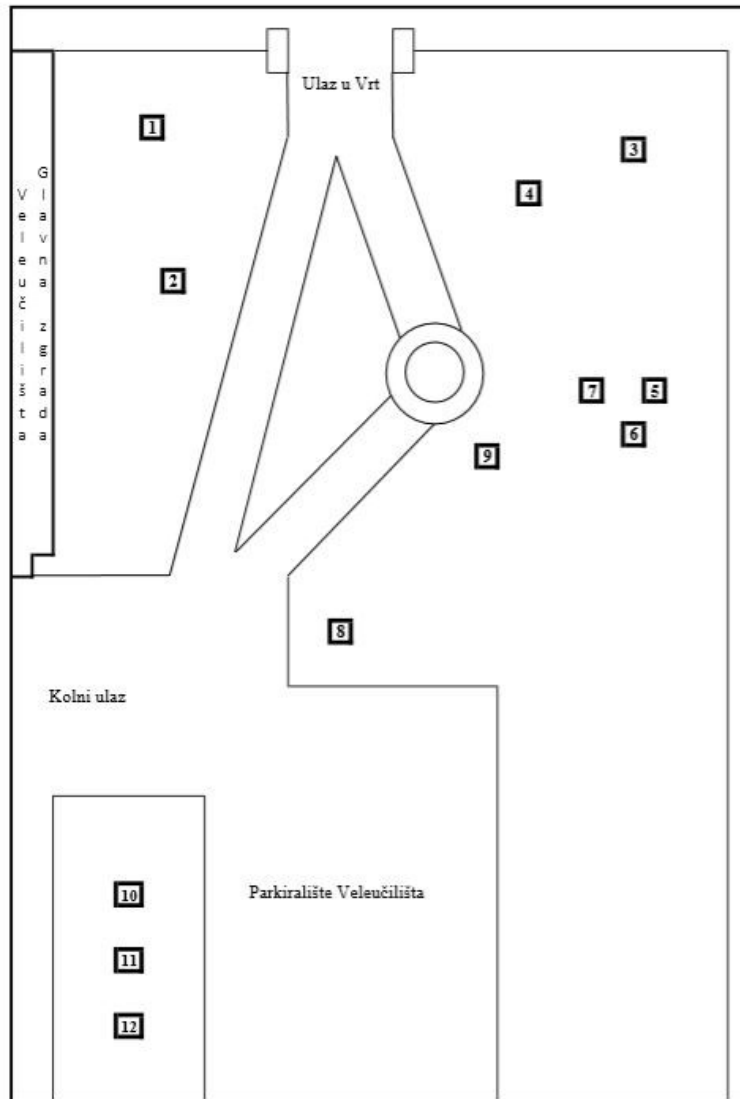
### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prostor Veleučilišta nalazi se u sjeveroistočnom dijelu povijesne karlovačke Zvijezde (na parceli površine 25.853 m<sup>2</sup>) u sklopu kojega se nalazi i Park Veleučilišta koji se prostire uz sjeverozapadno pročelje glavne zgrade Veleučilišta prema sjeveroistočnom rubu parcele (bivšem Karlovom Bastionu), na površini od oko 10 890 m<sup>2</sup>.



Slika br. 17 Dio parka Veleučilišta u Karlovcu u kojem je provedeno istraživanje  
([www.vecernji.hr](http://www.vecernji.hr))

Istraživanje je provedeno na 12 stabala počevši od ulaza u sam Park Veleučilišta u prosincu 2019. godine.



Slika br. 18 Tlocrt dijela Parka u kojem je izvršeno istraživanje i položaj stabala u Parku  
(vlastiti uradak)

Legenda:

1. *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten
2. *Tilia* - lipa
3. *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten
4. *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten
5. *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten
6. *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten

7. *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten
8. *Tilia* - lipa
9. *Tilia* - lipa
10. *Larix* - ariš
11. *Pinus nigra* - crni bor
12. *Pinus strobus* - američki borovac

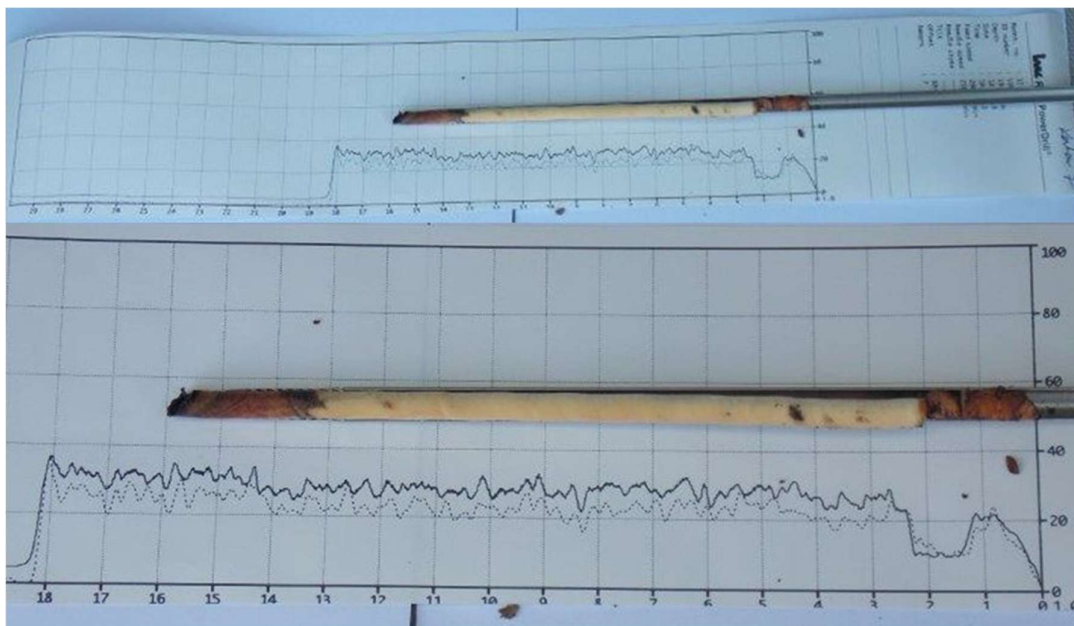
U svrhu ovoga istraživanja osim rezistografa IML PD RESI 400 korištena su još tri mjerna instrumenta: šumarska promjerka za mjerenje promjera stabala (slika 6), laserski daljinomjer Nikon Forestry Pro (slika 5) pomoću kojega smo dobili visine stabala te Presslerovo svrdlo (slika 20) pomoću kojega smo mogli vidjeti eventualne stupnjeve propadanja. Za pravilnu i pouzdanu interpretaciju osim samih rezultata istraživanja i mjerenja potrebno je znanje o anatomiji drva te svojstvima stabla kao materijala.



Slika br. 19 Obrada podataka dobivena metodom rezistografije



Slika br. 20 Uzimanje uzorka Pressler-ovim svrdlom (divlji kesten - stablo br.7)



Slika br. 21 Uspoređivanje uzorka dobivenog Pressler-ovim svrdlom (izvrтка) sa očitanjem grafa dobivenog bušenjem rezistografom (stablo br.7 - divlji kesten)

### 3.1. Analiza stabla broj 1

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten

Promjer mjereno na 130 cm visine: 67,8 cm

Visina: 12,1 m



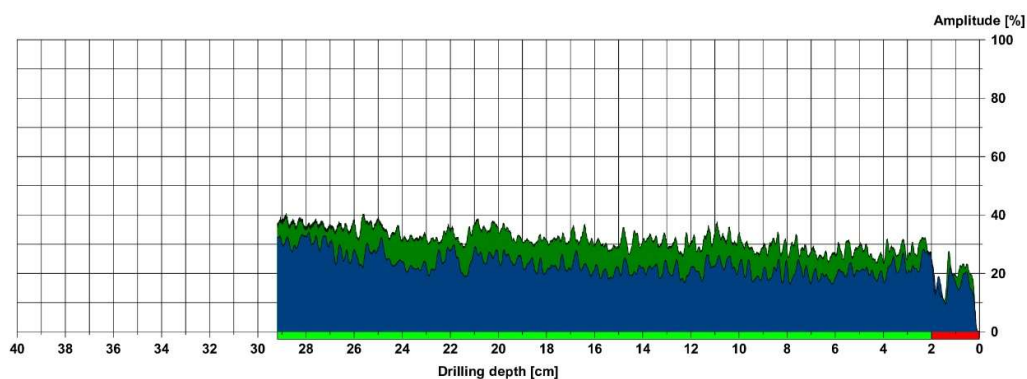
Slika br. 22 Stablo 1

#### Analiza podataka rezistografa:

Na mjerenoj visini - zdravo, nema znakova oštećenja, u krošnji suhe trule grane – potrebno orezati. Gljive truležnice prisutne u značajnoj mjeri.

#### Measuring / object data

Measurement no. : 1	Needle speed : 2500 r/min	Diameter : 67,8 cm
ID number : 01	Needle state : ---	Level : 100,0 cm
Drilling depth : 29,19 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 18.12.2019	Offset : 95/277	Species : <i>Aesculus hippocastan</i>
Time : 10:41:03	Avg. curve : off	Location : Vrt VUK
Feed speed : 200 cm/min		Name : D. Kesten



#### Assessment

■	From 0,0 cm to 2,0 cm : kora
■	From 2,0 cm to 29,2 cm : zdrava srz
■	From 0,0 cm to 0,0 cm :
■	From 0,0 cm to 0,0 cm :
■	From 0,0 cm to 0,0 cm :

#### Comment

1

Measurement011.rgp

Grafikon br. 1 Grafikon stabla 1

### 3.2. Analiza stabla broj 2

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Tilia* - lipa

Promjer mjereno na 130 cm visine: 47 cm

Visina: 12,4 m

#### Analiza podataka rezistografa:

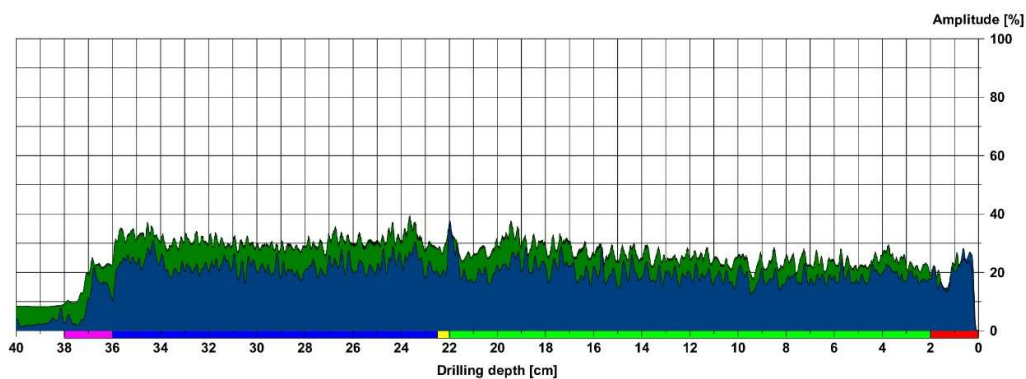
Zdravo stablo, na mjerenoj visini.



Slika br. 23 Stablo 2

#### Measuring / object data

Measurement no. : 2	Needle speed : 2500 r/min	Diameter : 47,0 cm
ID number : 2	Needle state : ---	Level : 100,0 cm
Drilling depth : 40,14 cm	Tilt : ---	Direction : ---
Date : 18.12.2019	Offset : 85/273	Species : Tilia
Time : 10:44:41	Avg. curve : off	Location : Vrt VUK
Feed speed : 200 cm/min		Name : Lipa



#### Assessment

From 0,0 cm to 2,0 cm : kora
From 2,0 cm to 22,0 cm : zdrava srz 1/2
From 22,0 cm to 22,5 cm : cent. dio
From 22,5 cm to 36,0 cm : zdrava srz 2/2
From 36,0 cm to 38,0 cm : kora
From 0,0 cm to 0,0 cm :

#### Comment

3

Measurement013.rgp

Grafikon br. 2 Grafikon stabla 2

### 3.3. Analiza stabla broj 3

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten

Promjer mjereno na 130 cm visine: 39,35 cm

Visina: 16,6 m

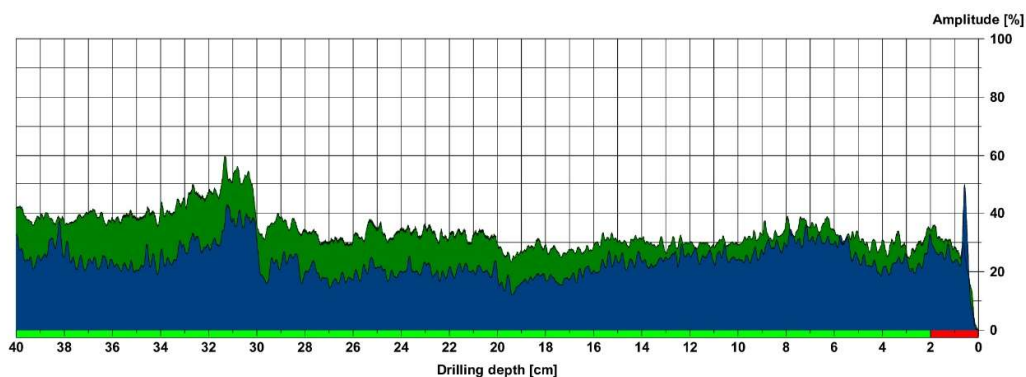


Slika br. 24 Stablo 3

#### Analiza podataka rezistografa:

Zdravo stablo, na mjerenoj visini.

Measuring / object data			
Measurement no. :	3	Needle speed :	2500 r/min
ID number :	3	Needle state :	---
Drilling depth :	40,14 cm	Tilt :	---
Date :	18.12.2019	Offset :	69/275
Time :	10:47:45	Avg. curve :	off
Feed speed :	200 cm/min	Diameter :	39,3 cm
		Level :	100,0 cm
		Direction :	---
		Species :	Aesculus hippocastan
		Location :	Vrt VUK
		Name :	D. kesten



Assessment	
■	From 0,0 cm to 2,0 cm : kora
■	From 2,0 cm to 40,0 cm : zdrava srz
□	From 0,0 cm to 0,0 cm :
□	From 0,0 cm to 0,0 cm :
□	From 0,0 cm to 0,0 cm :

Comment
5

Measurement015.rgp

Grafikon br. 3 Grafikon stabla 3

### 3.4. Analiza stabla broj 4

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten

Promjer mjereno na 130 cm visine: 71 cm

Visina: 18,9 m

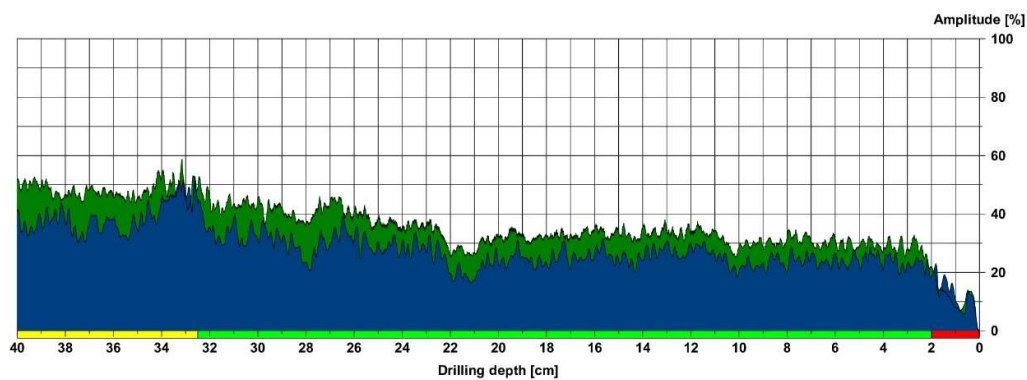


Slika br. 25 Stablo 4

#### Analiza podataka rezistografa:

Na mjerenoj visini (130 cm od tla) nema znakova truleži, zbog nagiba jedan dio pokazuje veći otpor. Rasteretiti krošnjju, odstranjivanjem suhih grana.

Measuring / object data		
Measurement no. : 4	Needle speed : 2500 r/min	Diameter : 71,0 cm
ID number : 4	Needle state : ---	Level : 100,0 cm
Drilling depth : 40,14 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 18.12.2019	Offset : 84/276	Species : <i>Aesculus hippocastan</i>
Time : 10:46:51	Avg. curve : off	Location : Vrt VUK
Feed speed : 200 cm/min		Name : D. kesten



Assessment	
■ From 0,0 cm to 2,0 cm :	kora
■ From 2,0 cm to 32,5 cm :	zdrava srz 1/2
■ From 32,5 cm to 40,0 cm :	zdrava srz 2/2
□ From 0,0 cm to 0,0 cm :	
□ From 0,0 cm to 0,0 cm :	
□ From 0,0 cm to 0,0 cm :	

Comment
4

Measurement014.rgp

Grafikon br. 4 Grafikon stabla 4



### 3.5. Analiza stabla broj 5

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten

Promjer mjereno na 130 cm visine: 39,03 cm

Visina: 18,4 m

#### Analiza podataka rezistografa:

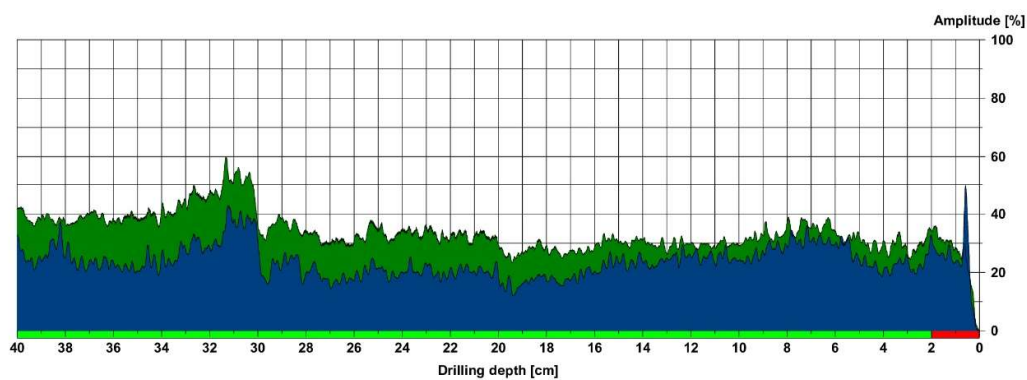
Zdravo stablo, na mjerenoj visini.



Slika br. 26 Stablo 5

#### Measuring / object data

Measurement no. : 3	Needle speed : 2500 r/min	Diameter : 39,3 cm
ID number : 3	Needle state : ---	Level : 100,0 cm
Drilling depth : 40,14 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 18.12.2019	Offset : 69/275	Species : <i>Aesculus hippocastan</i>
Time : 10:47:45	Avg. curve : off	Location : Vrt VUK
Feed speed : 200 cm/min		Name : D. kesten



#### Assessment

■	From 0,0 cm to 2,0 cm : kora
■	From 2,0 cm to 40,0 cm : zdrava srz
■	From 0,0 cm to 0,0 cm :
■	From 0,0 cm to 0,0 cm :
■	From 0,0 cm to 0,0 cm :
■	From 0,0 cm to 0,0 cm :

#### Comment

5

Measurement015.rgp

Grafikon br. 5 Grafikon stabla 5

### 3.6. Analiza stabla broj 6

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten

Promjer mjereno na 130 cm visine: 49,5 cm

Visina: 13,8 m

#### Analiza podataka rezistografa:

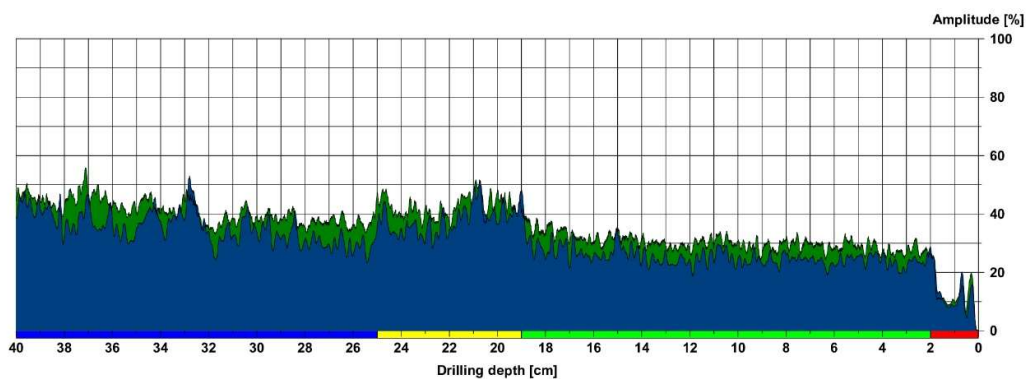
Zdravo stablo, na mjerenoj visini.



Slika br. 27 Stablo 6

#### Measuring / object data

Measurement no. : 6	Needle speed : 2500 r/min	Diameter : 49,5 cm
ID number : 6	Needle state : ---	Level : 100,0 cm
Drilling depth : 40,14 cm	Tilt : ---	Direction : ---
Date : 18.12.2019	Offset : 81/271	Species : <i>Aesculus hippocastan</i>
Time : 10:49:17	Avg. curve : off	Location : Vrt VUK
Feed speed : 200 cm/min	Name : D. Kesten	



#### Assessment

From 0,0 cm to 2,0 cm	: kora
From 2,0 cm to 19,0 cm	: zdrava srz 1/2
From 19,0 cm to 25,0 cm	: zdravi cent. dio
From 25,0 cm to 40,0 cm	: zdrava srs 2/2
From 0,0 cm to 0,0 cm	:
From 0,0 cm to 0,0 cm	:

#### Comment

6

Measurement016.rgp

Grafikon br. 6 Grafikon stabla 6

### 3.7. Analiza stabla broj 7

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten

Promjer mjereno na 130 cm visine: 74,8 cm

Visina: 17,6 m

#### Analiza podataka rezistografa:

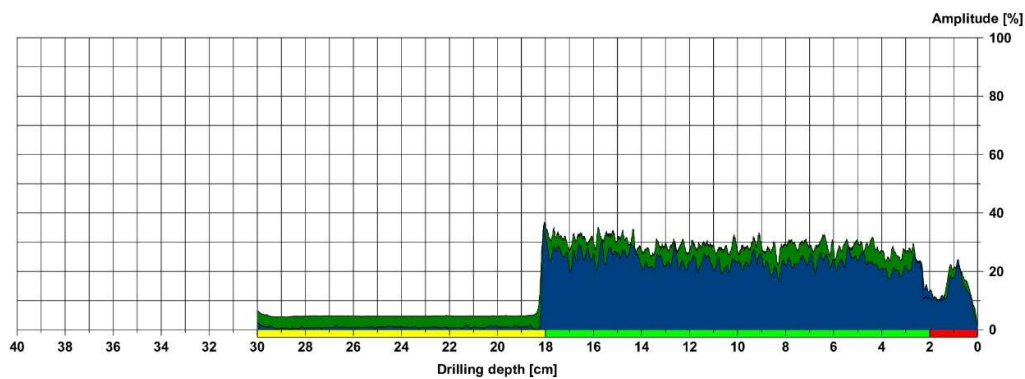
U centralnom dijelu stabla pojavljuje se šupljina promjera 20 cm. Stablo je statički sigurno.



Slika br. 28 Stablo 7

#### Measuring / object data

Measurement no. :	7	Needle speed :	2500 r/min	Diameter :	74,8 cm
ID number :	7	Needle state :	---	Level :	100,0 cm
Drilling depth :	29,97 cm	Tilt :	---	Direction :	
Date :	18.12.2019	Offset :	80/270	Species :	<i>Aesculus hippocastanum</i>
Time :	10:50:13	Avg. curve :	off	Location :	Vrt VUK
Feed speed :	200 cm/min			Name :	D. kesten



#### Assessment

From	0,0 cm	to	2,0 cm	:	kora
From	2,0 cm	to	18,0 cm	:	zdrava srz
From	18,0 cm	to	30,0 cm	:	šupljina
From	0,0 cm	to	0,0 cm	:	
From	0,0 cm	to	0,0 cm	:	

#### Comment

7

Measurement017.rgp

Grafikon br. 7 Grafikon stabla 7

### 3.8. Analiza stabla broj 8

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Tilia* - lipa

Promjer mjeren na 130 cm visine: cca. 100 cm

Visina: 21,9 m



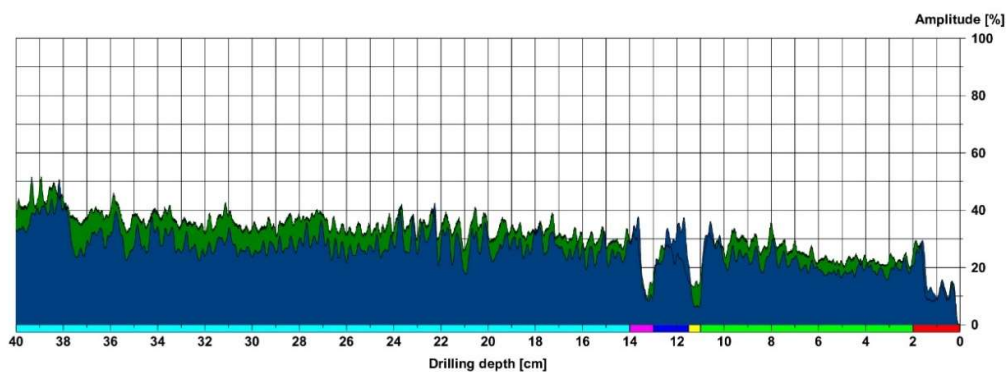
Slika br. 29 Stablo 8

#### Analiza podataka rezistografa:

Veliko stablo u Parku, na mjerenim mjestima zdravo.

##### Measuring / object data

Measurement no. :	8	Needle speed :	2500 r/min	Diameter :	100,0 cm
ID number :	8	Needle state :	---	Level :	100,0 cm
Drilling depth :	40,14 cm	Tilt :	---	Direction :	
Date :	18.12.2019	Offset :	80/271	Species :	Tilia
Time :	10:51:25	Avg. curve :	off	Location :	Vrt VUK
Feed speed :	200 cm/min			Name :	Lipa



##### Assessment

From 0,0 cm to 2,0 cm :	kora
From 2,0 cm to 11,0 cm :	zdrava srz
From 11,0 cm to 11,5 cm :	ostecenje
From 11,5 cm to 13,0 cm :	zdrava srz
From 13,0 cm to 14,0 cm :	ostecenje
From 14,0 cm to 40,0 cm :	zdrava srz

##### Comment

8

Measurement018.rgp

Grafikon br. 8 Grafikon stabla 8

### 3.9. Analiza stabla broj 9

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Tilia* - lipa

Promjer mjereno na 130 cm visine: 81,3 cm

Visina: 18,8 m

#### Analiza podataka rezistografa:

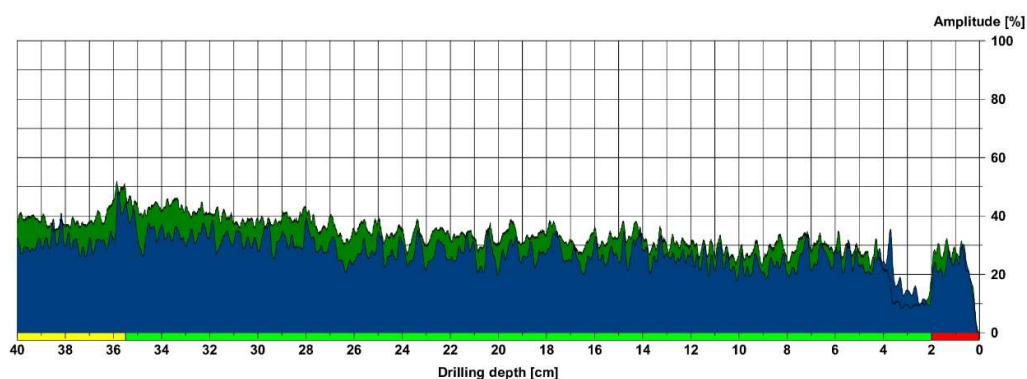
Zdravo stablo.



Slika br. 30: Stablo 9

#### Measuring / object data

Measurement no. : 9	Needle speed : 2500 r/min	Diameter : 81,3 cm
ID number : 9	Needle state : ---	Level : 100,0 cm
Drilling depth : 40,14 cm	Tilt : ---	Direction : ---
Date : 18.12.2019	Offset : 82/269	Species : Tilia
Time : 10:52:48	Avg. curve : off	Location : Vrt VUK
Feed speed : 200 cm/min		Name : Lipa



#### Assessment

■	From	0,0 cm	to	2,0 cm	:	kora
■	From	2,0 cm	to	35,5 cm	:	zdrava srz 1/2
■	From	35,5 cm	to	40,0 cm	:	zdrava srz 2/2
■	From	0,0 cm	to	0,0 cm	:	
■	From	0,0 cm	to	0,0 cm	:	
■	From	0,0 cm	to	0,0 cm	:	

#### Comment

9

Measurement019.rgp

Grafikon br. 9 Grafikon stabla 9

### 3.10. Analiza stabla broj 10

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Larix* - ariš

Promjer mjereno na 130 cm visine: 27,8 cm

Visina: 17,7 m

#### Analiza podataka rezistografa:

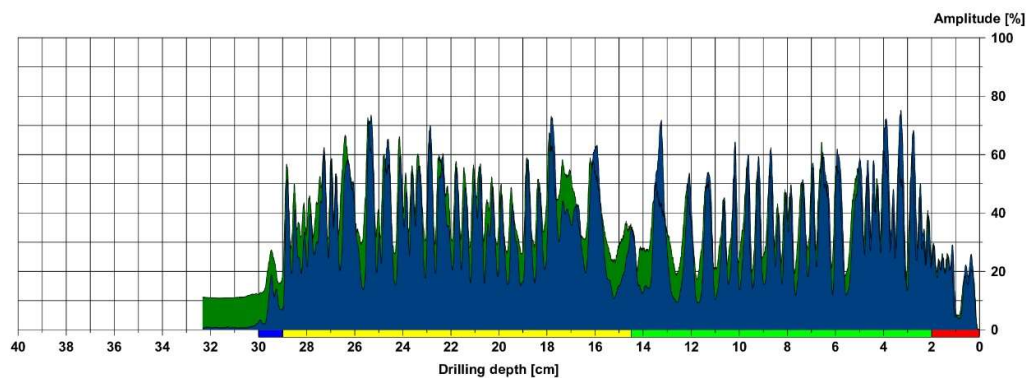
Zdravo stablo.



Slika br. 31 Stablo 10

#### Measuring / object data

Measurement no. : 10	Needle speed : 2500 r/min	Diameter : 27,8 cm
ID number : 10	Needle state : ---	Level : 100,0 cm
Drilling depth : 32,32 cm	Tilt : ---	Direction : ---
Date : 18.12.2019	Offset : 82/269	Species : Larix sp.
Time : 10:54:45	Avg. curve : off	Location : Vet VUK
Feed speed : 200 cm/min		Name : Aris



#### Assessment

Red	From	0,0 cm	to	2,0 cm	:	kora
Green	From	2,0 cm	to	14,5 cm	:	zdrava srz 1/2
Yellow	From	14,5 cm	to	29,0 cm	:	zdrava srz 2/2
Blue	From	29,0 cm	to	30,0 cm	:	kora
White	From	0,0 cm	to	0,0 cm	:	
White	From	0,0 cm	to	0,0 cm	:	

#### Comment

10

Measurement020.rgp

Grafikon br. 10 Grafikon stabla 10

### 3.11. Analiza stabla broj 11

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Pinus nigra* - crni bor

Promjer mjereno na 130 cm visine: 36,8 cm

Visina: 15,7 m



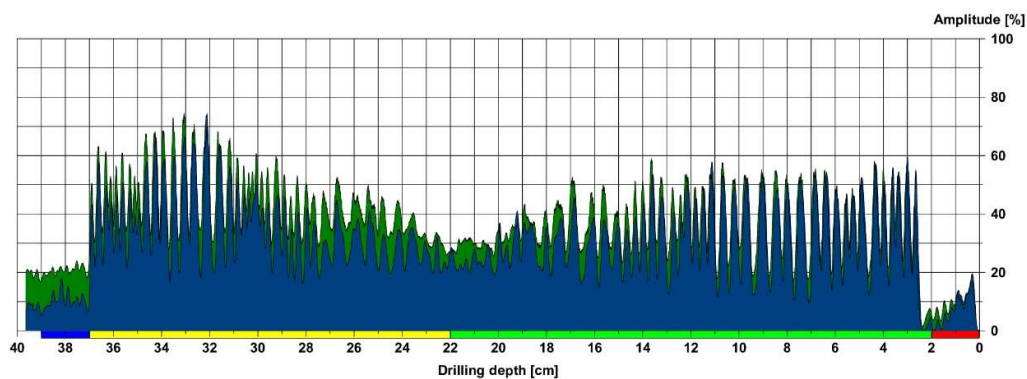
Slika br. 32 Stablo 11

#### Analiza podataka rezistografa:

Statički gledano, zdravo i postojano. U krošnji zastupljeno gljivično oboljenje – list i izbojci.

**Measuring / object data**

Measurement no. : 11	Needle speed : 2500 r/min	Diameter : 36,8 cm
ID number : 11	Needle state : ---	Level : 100,0 cm
Drilling depth : 39,64 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 18.12.2019	Offset : 81/268	Species : Pinus nigra
Time : 10:55:47	Avg. curve : off	Location : Vrt VUK
Feed speed : 200 cm/min		Name : Cr. bor



**Assessment**

From 0,0 cm to 2,0 cm : kora
From 2,0 cm to 22,0 cm : zdrava srz 1/2
From 22,0 cm to 37,0 cm : zdrava sez 2/2
From 37,0 cm to 39,0 cm : kora
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :

**Comment**

11
----

Measurement021.rgp

Grafikon br. 11 Grafikon stabla 11

### 3.12. Analiza stabla broj 12

Podaci o stablu

Objekt: Karlovac, Park Veleučilišta u Karlovcu

Funkcija: alejno stablo

Vrsta: *Pinus strobus* - američki borovac

Promjer mjereno na 130 cm visine: 50,5 cm

Visina: 18,7 m

#### Analiza podataka rezistografa:

Na mjenom mjestu zdravo i statički sigurno, u krošnji uočena plodišta na listu i izbojcima.

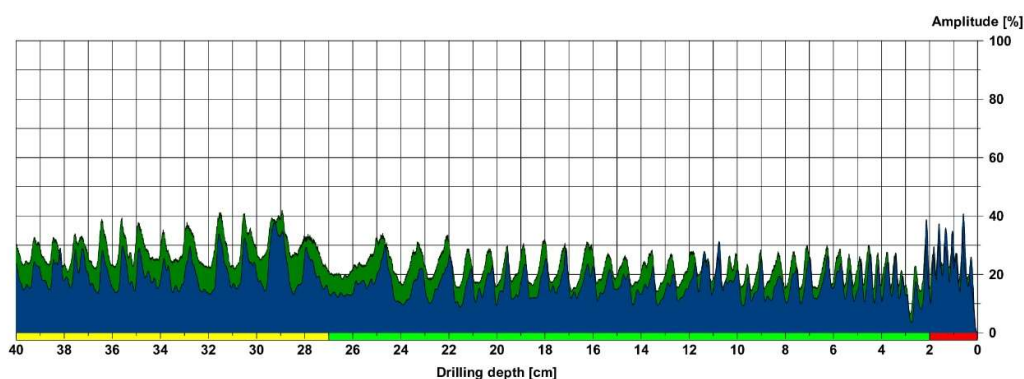
Mogućnost od nicanja manjih grana.



Slika br. 33 Stablo 12

#### Measuring / object data

Measurement no. : 12	Needle speed : 2500 r/min	Diameter : 50,5 cm
ID number : 12	Needle state : ---	Level : 100,0 cm
Drilling depth : 40,14 cm	Tilt : ---	Direction : ---
Date : 18.12.2019	Offset : 77/266	Species : Pinus strobus
Time : 10:56:46	Avg. curve : off	Location : Vrt VUK
Feed speed : 200 cm/min	Name : Am. borovac	



#### Assessment

■	From	0,0 cm	to	2,0 cm	: kora
■	From	2,0 cm	to	27,0 cm	: zdrava srz1/2
■	From	27,0 cm	to	40,0 cm	: zdrava srz - 2/2
□	From	0,0 cm	to	0,0 cm	:
□	From	0,0 cm	to	0,0 cm	:
□	From	0,0 cm	to	0,0 cm	:

#### Comment

12

Measurement022.rgp

Grafikon br. 12 Grafikon stabla 12



## 4. RASPRAVA

Rad rezistografom je samo informacija koja pomaže pri donošenju odluka u gospodarenju ili upravljanju stablašicama u urbanim sredinama - naseljima. Iz podataka koji su izmjereni na terenu u Parku Veleučilišta u Karlovcu vidljivo je da su stabla velikim dijelom zdrava i statički gledano sigurna. Da bi se dobili potpuniji podaci trebalo je još koristiti test povlačenja i veći broj mjerenja korijena zbog mogućnosti pojave gljiva truležnica.

Prvenstveno cilj ovog rada bio je opis i upoznavanje sa radom samog instrumenta na terenu tj. u praksi.

Iz rezultata su vidljivi grafovi koji pokazuju otpor stabla na bušenje. Stablo pod rednim brojem 1 (*Aesculus hippocastanum* - divlji kesten), a na dvadesetprvoj stranici ovog rada, mjerenjem rezistografom rezultiralo je zdravim deblom na mjerenoj visini dok su postrani videne odlomljene grane iz krošnje. Dodatnom vizualnom analizom uočena je trulež grana te je potrebno orezivanje i sanacija krošnje. Stabla mjerena pod brojevima 2 - 8 rezultirala su postojanim deblima.

U slučaju stabla (*Aesculus hippocastanum* – divlji kesten) označeno pod brojem 7 na dvadesetsedmoj stranici ovog rada u kojem se pokazala centralna šupljina od 20 cm prema prof. Mattheck-u nije sporna i još uvijek je stablo statički sigurno zbog širine zdravog dijela prstena koji ne prelazi potrebnu granicu nakon koje bi se stablo trebalo ukloniti. Oblik krivulje i intenzitet ukazuju na relativnu postojanost drvnih vlaknaca tj. da nema razvijenih gljiva truležnica na mjerenim mjestima. Prilikom rada na terenu uočeno je stablo čije deblo raste pod određenim kutom – nagibom (stablo broj 4 – *Aesculus hippocastanum* - divlji kesten) što je mjerljivo rezistografom. Tom stablu potrebno je rasteretiti krošnju orezivanjem grana koje narušavaju težište.

U dostupnoj literaturi (PAULIĆ i sur., 2005) kombiniraju se znanja i iskustva iz više područja šumarstva da bi se dobili konkretniji podaci i slike stabala na terenu. Nakon takvih analiza donosi se odluka o budućim zahvatima na stablu. Kvalitetniju informaciju, što se u praksi uvijek i radi, dobili bi da su mjerenja obavljena za vrijeme vegetacije. Vitalitet stabala tj. prvi znak da sa stablom nešto nije uredu ili da je potpuno zdravo moguće je procijeniti već po intenzitetu zelenila (klorofila) u listu, kao i po štetnicima na listu koji ostavljaju specifičan trag svakoj vrsti, što pomaže pri identifikaciji štetnika i liječenju.

## 5. ZAKLJUČAK

Park Veleučilišta u Karlovcu je jedan od tri vrta – zelenih površina u povijesnoj karlovačkoj jezgri. U karlovačkoj memoriji stanovnika pamti se pod imenom „Vojna bašta“ još od vremena Austrijske monarhije. Danas je to dio gradilišta matične zgrade u obnovi tako da je potreban monitoring stanja stabala kako bi se sačuvao posjetiteljima i studentima koji će tu nakon hrpa materijala i građevinskih strojeva opet uživati u Gradu susreta i parkova. Kroz ovaj rad napravljeno je početno ispitivanje stanja stabala u Parku i preporuka je da se nastavi za određeni vremenski period. Prilikom terenskog dijela korišteni su suvremeni instrumenti dijagnostike te su na jednom stablu uspoređivani sa izvrtkom Pressler-ovim svrdlom (slika pod rednim brojem 15 i 16).

Terenskim radom i upotrebom rezistografa moguće je dobiti kvalitetnu informaciju o otporu drvnih tvari (najčešće) u deblu mjenog stabla. Ostalo je na vlasniku, upravitelju da odluči što će s tom informacijom. Rezistograf nije „čarobni štapić“ kojim će bit potvrđeno da neko stablo ostaje ili će bit srušeno. Stabla koja imaju šupljinu u Parku ostavljena/procijenjena su sigurnim te nisu srušena. Svakom stablu mora se pristupiti individualno sa pripremom analize krošnje, težišta, vitaliteta, štetnika i određenih anomalija na kori ili tlu.

Rezistograf je jedan u nizu dijagnostičkih instrumenata – aparata kojom se koristi suvremeno urbano šumarstvo i arborikultura za ispitivanje nasada u urbanim cjelinama. Početna stavka je sigurnost prolaznika i njihove imovine. Različit je, kako je uvodno napomenuto, životni vijek stabla u gradovima i bespuću.

Iako su sva stabla potencijalno opasna, razina rizika je niska. Jedan od razloga zašto stablima dajemo nisku kategoriju razine rizika je zato što su tijekom proteklih desetljeća, u većini slučajeva, donesene odgovarajuće i pravovremene odluke o upravljanju te su identificirana opasna stabla i poduzimane ispravne korektivne mjere.

Kako svako stablo ili dijelovi stabala u konačnici mogu pasti te uzrokovati ozljede ljudi ili materijalnu štetu, treba procijeniti stabla na nedostatke i utvrditi rizik koji predstavljaju. Važno je napomenuti da ne postoji potpuno „sigurno“ stablo, te se ne može garantirati da naizgled „sigurno“ stablo ili dio stabla neće pasti i samo dan nakon provjere stručnjaka. Zato samo stalnim nadzorom i provjerom stabala različitim metodama i kontinuiranom edukacijom i iskustvima stručnjaka možemo pravilno i sigurno upravljati kako gradskim stablima tako i stablima Parka Veleučilišta u Karlovcu.

## 6. LITERATURA

1. ANASTASIJEVIĆ, N. (1987): Podizanje i negovanje zelenih površina, Šumarski fakultet u Beogradu, Beograd
2. FOREST ASSESSMENT, MANAGEMENT AND CONSERVATION DIVISION, (2017): <http://www.fao.org/documents/card/en/c/2a8700e8-d74c-428c-9a2f-4692fe2f5840/> (17.03.2020.)
3. HARRIS, R.W., J.R. CLARK, N.P. MATHENY (2004): Arboriculture: Integrated management of landscape trees, shrubs and vines, Upper Saddle River, New Jersey
4. HORAČEK, P. (2014): Tree Biomechanics, Department of Wood Science, Faculty of Forestry and Wood Technology, MUA F Brno
5. HRVATSKA UDRUGA ZA ARBORIKULTURU, (2013): <http://www.hua.hr/pojmovnik.aspx> (10.03.2020.)
6. HRVATSKE ŠUME, n.d.: <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/75-news/latest-news/359-drveceuparkovima> (13.03.2020)
7. JURČEVIĆ, P., M. OŽURA, D. TRUPKOVIĆ (2012): Povijesni razvoj vrta Veleučilišta u Karlovcu i prijedlog njegove obnove i zaštite, 4. Međunarodni stručno znanstveni skup, Borik, str. 571.-576.
8. MATTHECK, C., H. BRELOERT (1994): Field guide for Visual tree assessment, Arboricultural Journal 1994, Vol.18, str. 1.-23.
9. MATTHECK, C., K. BETHGE, W. ALBRECHT (1997): How to read the results of resistograph M, Arboricultural Journal 1997, Vol.21, str. 331.-346.
10. MATTHECK, C. (1998): Design in Nature: Learning from Trees, Springer, Berlin
11. MATTHECK, C., K. BETHGE, I. TESARI (2006): Shear effects on failure of hollow trees, Springer-Verlag, str. 329.-333.
12. MATTHECK, C., K. BETHGE (2008): Abridged response to the criticism of VTA - failure criteria by Franz Gruber, Arboricultural Journal 2008, Vol. 31, str. 273.-276.
13. MATTHECK, C., K. BETHGE, K. WEBER (2015): The body language of trees, Verlag KIT Karlsruhe, Karlsruhe
14. MESARIĆ, M. (2017): <http://www.medjimurska-priroda.info/2017/09/rezistografija-na-platani-u-nedeliscu/> (14.03.2020.)

15. MOORE, G.M. (2008): Managing urban tree root systems: <https://www.treenet.org/wp-content/uploads/2017/06/2008-MANAGING-URBAN-TREE-ROOT-SYSTEMS-G.-M-Moore.pdf> (11.03.2020.)
16. OŽURA, M., M. ZABORSKI, I. DRVAR (2018): Upravljanje gradskim nasadima i opasnosti lomova dijelova stabala – primjer Draškovićeve ulice u Karlovcu, 7. Međunarodni stručno znanstveni skup, Zadar, str. 939.-945.
17. PAULIĆ, V., M. ORŠANIĆ, D. DRVODELIC (2013): Urbana stabla i prometna sigurnost: Metode prosudbe opasnosti stabala, Znanstveni rad, Zelenilo grada Zagreba, str. 217.-222.
18. PAULIĆ, V., S. MIKAC, G. GREGUROVIĆ, M. ORŠANIĆ (2015): Arborikulturalna i dendroekološka analiza stanja stabala divljeg kestena na području grada Velike Gorice, Šumarski list, str. 21.-34.
19. PERNEK, M. (2011): Zdravstveno stanje stabala u Vrbanićevom perivoju u Karlovcu s prijedlogom orezivanja, Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko
20. TYRVÄINEN, L., S. PAULEIT, K. SEELAND, S. DE VRIES (2005): Benefits and Uses of Urban Forests and Trees, Springer, Berlin (Germany), str. 81.-114.
21. WEBER, K., C. MATTHECK (2012): The effects of excessive drilling on wood decay in trees, Institute for Materials Research, Karlsruhe, Germany
22. ANONYMOUS (2011): IML Test and Measuring Instruments for Trees and Timber Structures, Wiesloch
23. ANONYMOUS (2015): Tree management guidelines, NSW Department of Education and Communities, USA
24. ANONYMOUS (2011): Common sense risk management of trees, Forestry Commission, Silvan House, Edinburgh
25. ANONYMOUS (2017): IML Tehnical Instruction: IML-RESI PD series, Wiesloch
26. ANONYMOUS (2019a): <https://eco.umass.edu/degree-programs/undergraduate-programs/natural-resources-conservation/urban-forestry-arboriculture-concentration/> (12.03.2020.)
27. ANONYMOUS (2019b): <http://karlovacki.hr/akcija-zasadi-drvo-ne-budi-panj-mlada-stabla-zasadena-na-nekoliko-lokacija-u-gradu/> (17.03.2020.)