

# UPOTREBA REZISTOGRAFA U ISPITIVANJU SIGURNOSTI DRVENIH STUPOVA

---

**Jurišić, Gabrijela**

**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:128:644795>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-28**



**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 Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Gabrijela Jurišić

**UPOTREBA REZISTOGRAFA U ISPITIVANJU  
SIGURNOSTI DRVENIH STUPOVA**

**ZAVRŠNI RAD**

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of safety and protection

Gabrijela Jurišić

**USING RESISTOGRAPH FOR TESTING SAFETY OF  
WOODEN POLES**

FINAL PAPER

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Gabrijela Jurišić

**UPOTREBA REZISTOGRAFA U ISPTIVANJU SIGURNOSTI  
DRVENIH STUPOVA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. Marko Ožura

Karlovac, 2020.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J. Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu                      Karlovac, 2020.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Gabrijela Jurišić

Matični broj:

Naslov: UPOTREBA REZISTOGRAFA U ISPTIVANJU SIGURNOSTI DRVENIH STUPOVA

Opis zadatka:

Uvodno opisati problematiku u završnom radu, opisati instrument te dati primjer s terena. Zaključno napisati rezultate, svu korištenu literaturu pravilno citirati.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

/2020.

/2020.

/2020.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Prof. Marko Ožura

## **SAŽETAK**

Dijagnostika pri održavanju gradskih drvenastih nasada i drvoreda je dio monitoring i njege biljaka – stabala. Dosadašnja iskustva o trajnosti tj.sigurnosti stabala ili drvenih stupova temeljila sa na udaranje pri bazi i oslušivanje. Rezistograf je donio brojčanu vrijednost tj. zamijenjena je procjena. U ovom radu cilj je prikazati upotrebu instrumenta u ispitvanju sigurnosti stupova za instalacije. Instrument radi na principu bilježenja otpora kojim igla ulazi u srž stupa ili debla. Središnji dio rada je opis tehnike rada i analiza snimke stupa. U zaključku su prikazane prednosti postupka i njihova primjenjivost u sigurnost prolaznika ili sudionika u prometu.

Ključne riječi: dijagnostika, rezistograf, sigurnost na radu

## **SUMMARY**

Diagnosis in the maintenance of urban woody plantations and tree lines is part of the monitoring and care of plants - trees. Previous experiences of durability, ie safety of trees or wooden poles, were based on hitting the base and listening. The resistograph gave a numerical value, ie the estimate was replaced. In this paper, the aim is to present the use of the instrument in testing the safety of columns for installations. The instrument works on the principle of recording the resistance by which the needle enters the core of the column or trunk. The central part of the paper is the description of the work technique and the analysis of the column image. The conclusion presents the advantages of the procedure and their applicability to the safety of passers-by or road users.

Key words: diagnosis, resistograph, safety at work

## **SADRŽAJ**

<b>1.UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1. Bakterije.....	2
1.2. Plijesni.....	3
1.3. Zaštita drva.....	4
1.4. Opasnosti za radnike koji se moraju penjati na stupove i prolaznike.....	4
<b>2. OPIS INSTUMENTA I NAČIN RADA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Rezistograf.....	6
2.2. Područje primjene rezistografa.....	7
2.3. Prednosti uređaja.....	7
2.4. Funkcije i karakteristike rezistografa.....	8
2.4.1. Specifikacije.....	9
2.5. Standardni program drvnog ispitivača.....	10
2.6. Otkrivanje propadanja.....	10
2.6.1. Otkrivanje ranog propadanja.....	11
2.7. Prikazivanje rezultata ispitivanja.....	11
<b>3. ANALIZA SIGURNOSTI STUPOVA ISPITANE REZISTOGRAFOM..</b>	<b>15</b>
<b>4. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>18</b>
<b>5. POPIS SLIKA.....</b>	<b>19</b>
<b>6. LITERATURA.....</b>	<b>20</b>

# 1. UVOD

Drvo je uz kamen i glinu sigurno bio prvi tehnički materijal koji su koristili naši davni preci da bi svoj život učinili lakšim. Primjena drva je imala veliki značaj u rastu i razvoju ljudske populacije i u njihovu tehničkom i ekonomskom napretku. Drvo se kroz ljudsku povijest koristilo, a i danas koristi, za bezbroj različitih namjena i bezbroj različitih proizvoda. Osim što proizvode drvo za ogrjev, konstrukcijsku i drugu primjenu, šume imaju veliki utjecaj na kvalitetu ljudskog života i ekosistem općenito:

- povoljno utječu na klimu
- zadržavaju i čuvaju vodu u tlu
- proizvode kisik
- vežu ugljični dioksid i tako smanjuju njegovu emisiju u atmosferu
- imaju veliki estetski značaj
- povoljno utječu na bio-raznolikost
- sprječavaju eroziju tla i dr.

Drvo kao tehnički materijal ima posebna i jedinstvena svojstva. Ono je prirodan, obnovljiv, u potpunosti reciklabilan, biodegradabilan, ekološki visoko vrijedan i tehnički svestran materijal. Iako se danas proizvodi, koji su se tradicionalno izrađivali iz drva, izrađuju iz drugih tehničkih materijala (polimera, lakih metala ili kompozita), drvo i dalje zauzima značajan udio u primjeni. Između velikog broja vrsta s raznolikom građom i s vrlo različitim fizikalnim svojstvima može se odabrati materijal koji će biti optimalan u određenim uvjetima primjene. Osnovni cilj u modernoj primjeni drva jest naglasiti i iskoristiti njegovu prirodnu, estetsku i tehničku kvalitetu, a istodobno eliminirati ili svesti na najmanju moguću mjeru njegove nedostatke. Tehničko drvo je osrženi sekundarni ksilem lignoceluloznog sastava proizveden od vaskularnog bilja iz skupine sjemenjača. Za drvo je, više nego za ostale materijale, karakterističan veliki raspon vrijednosti svojstava. Pojedine vrste drva mogu imati i desetak puta manju gustoću od drugih ili nekoliko puta veću savojnu čvrstoću, tvrdoću ili krutost. Drvo se može reciklirati, pa i nekoliko puta. Drvo je sirovina iz koje se mogu dobiti



celuloza i papir te korisne industrijske kemikalije - etanol i polimeri. Trajnost drva može se poboljšati različitim kemijskim i fizikalnim postupcima, pa drvene konstrukcije uz dobru zaštitu mogu trajati stotinama godina. Drvo je prirodan, heterogen, anizotropan, higroskopan kompoziti materijal s izrazito visokom specifičnom čvrstoćom i specifičnom krutošću. Uz niz dobrih svojstava, drvo ima i neke prirodne nedostatke. Da bi se predvidjelo njegovo ponašanje u različitim uvjetima primjene i iskoristile njegove prednosti, a eliminirali nedostaci, treba prije svega dobro upoznati njegovu građu jer su svojstva bilo kojeg materijala uvijek posljedica strukture. Znanstvena botanička disciplina koja se bavi proučavanjem makroskopskih, mikroskopskih i sub-mikroskopskih značajki strukture drva, a koja je dio opće anatomije bilja, zove se anatomija drva. Drvo je prirodan, biološki, a time i biorazgradiv materijal. Ako drvo i drvni proizvodi u prirodnom okolišu nisu prikladno zaštićeni, zbog djelovanja različitih živih organizama, izloženi su postepenom propadanju i dezintegraciji. Pritom temperatura i vlaga imaju ključnu ulogu. Najčešći uzročnici propadanja drva su bakterije, plijesni, gljive, kukci i različiti vodeni (osobito morski) organizmi. Stijenka drvnih stanica izgrađena je od ugljikohidratnih polimera – celuloze i hemiceluloze te lignina. Osim toga u drvnom tkivu nalaze se i druge organske i anorganske tvari (monosaharidi, disaharidi, aromatske tvari, smola, vosak i dr.). Na makroskopskoj razini, postoji značajna razlika između bjeljike i srčevine. Bjeljika je vanjski sloj drva, a sastoji se od stanica koje su tijekom rasta drva aktivne i u kojima se pohranjuju različiti šećeri, aminokiseline i bjelančevine. Nabrojane tvari predstavljaju izvanredan izvor hrane za bakterije, gljivice, plijesni i kukce, koji hraneći se degradiraju i uništavaju drveno tkivo. Srčevina je zaštićenija samim tim što se nalazi dublje u drvnom valjku, a i po sastavu se razlikuje od bjeljike pa je manje izložena prirodnom propadanju. Srčevina nekih vrsta drva sadrži fenolne produkte (tanine) koji ih čine otpornijim na bakterije i gljivice. Ipak kroz dulje vrijeme, u neprikladnim okolišnim uvjetima dolazi do propadanja.

### **1.1. Bakterije**

Bakterije su jednostanični organizmi i najbrojnija su skupina organizama na Zemlji. Prisutne su u vodi (slatkoj i slanoj), u tlu i iznad tla, a kroz dulji vremenski period mogu degradirati drvo koje je zasićeno vlagom. Na početku nema promjene mehaničkih svojstava, ali s duljim trajanjem „napada“ svojstva drva postaju sve lošija. Općenito vrijedi da je bjeljika osjetljivija na djelovanje bakterija od srčevine i da je rano drvo osjetljivije od kasnog. Postoji puno različitih rodova bakterija koje napadaju drvo, neke su aerobne, a neke anaerobne. Bakterije uglavnom napadaju celuloznu tvar polazeći od amorfnih zona, ali postoje rodovi koji rastaču

hemicelulozu pa čak i lignin. U odnosu na druge uzročnike propadanja drva, bakterije su najmanje agresivne.

## 1.2. Plijesan

Plijesan (eng. mould) je skupni naziv za mikroskopske gljivice koje rastu na površini drva u obliku kolonija međusobno povezanih i umreženih hifa koje tvore micelij. Micelij izlučuje enzime koji razlažu složene organske tvari u jednostavne šećere, što je izvrsna hrana za gljive. Postoji nekoliko desetina tisuća vrsta plijesni, neke od njih koloniziraju drvo, a ovisno o vrsti, mogu biti u različitim nijansama zelene, plave i žute boje, crne ili sive. Boja potječe od spora, stanica kojima se plijesni razmnožavaju. Plijesni uglavnom rastu na bjeljiki, ne prodiru duboko u drvo i ne razaraju njegovu strukturu ali ostavljaju ružne mrlje na površini i smanjuju vrijednost drvnih proizvoda. Kod četinjača se mrlje od plijesni, a i sama plijesan, mogu relativno lako ukloniti brušenjem ili blanjanjem. Kod listača, čije su pore znatno veće od traheida u četinjača, hife prodiru dublje i mrlje se ne mogu tako jednostavno ukloniti. Gljivice (eng. stain fungi) prodiru dublje u drveno tkivo i ne mogu se ukloniti brušenjem ili blanjanjem. Ostavljaju najčešće plave, zelene, crne ili smeđe mrlje na površini, a ponekad i crvene, ljubičaste ili žute. Mrlje nastaju zbog pigmentiranih tvari u hifama i sporama, značajno smanjuju vrijednost drvu ali je u prošlosti bilo i drugačijih primjera. Umjetnici koji su izrađivali intarzije u 15. i 16. stoljeću vrlo su cijenili zelenu boju koju su ostavljale gljivice *Chlorociboria* i koristili su je za prikazivanje zelenih detalja iz prirode. Ovakve boje nisu osjetljive na svjetlo i traju puno godina. Istraživanja su pokazala da se u takvim komadima drva još nalaze ostaci hifa. Kad spore padnu na površinu drva, ako su okolni uvjeti povoljni, vrlo brzo će proklijati i iz njih će se razviti nove hife. Hife rasu brzo, od 0,1 do čak 6 mm/h, ovisno o vlazi, pH-faktoru, temperaturi i vrsti podloge. Hife prodiru u drvo, uzimaju iz drvne tvari bjelančevine i jednostavne šećere, prerađuju ih i pritom oslobađaju svoje izlučevine. Najčešće prvo razaraju parenhimske stanice, a zatim traheide, traheje i vlakna. Gljivice uzrokuju pad žilavosti dok se čvrstoća znatnije ne mijenja. Gljivice također uzrokuju povećanje apsorpcijske sposobnosti drva te količinu vlage u drvu, s čime se povećava osjetljivost drva na druge nametnike. 30 Ako su uvjeti povoljni gljivice i plijesni naselit će se na deblo vrlo brzo nakon što je drvo posječeno. Da bi se to izbjeglo, drvo se treba sušiti dok sadržaj vlage u njemu ne padne ispod 20 % ili ga treba tretirati fungicidima.



Slika 1. Plijesan na drvu

Izvor: <https://optolov.ru/hr/remont-v-kvartire/kak-ubrat-plesen-s-derevyannyh-poverhnostei-obzor-samyh-effektivnyh.html>

### 1.3. Zaštita drva

Kako bi se zaštitilo od biološkog propadanja, drvo se tretira (impregnira) različitim kemijskim sredstvima koja ga čine znatno otpornijim na djelovanje različitih bioloških razarača. Te tvari se unose u drvo različitim postupcima koji mogu ili ne moraju uključivati povišeni tlak. Većina tih sredstava može biti otrovna i za ljude pa se kod njihove primjene o tome mora voditi računa. Razvoj suvremenih tehnika zaštite drva započeo je u prvoj polovici 19. stoljeća i od tada se stalno razvijaju nova sredstva i postupci zaštite. Dubina prodiranja i retencija zaštitnih sredstava ovisi o vrsti drva i odnosu između bjeljike i srževine. Bjeljika je puno permeabilnija i lakše upija zaštitna sredstva od srževine. Kemijski modificirano drvo ima strukturu koja je puno otpornija na biološko propadanje, a povećava i dimenzijsku stabilnost drva u vlažnom okruženju. Sredstva za zaštitu se dijele prema tome da li su topiva u ulju ili vodi. Stupanj zaštite ovisi o toksičnosti sredstva za zaštitu, njihovoj trajnosti, retenciji i dubini prodiranja. [1]

### 1.4. Opasnosti za radnike koji se moraju penjati na stupove i prolaznike

Uobičajeno je da se drveni stupovi u raznim izvedbama i funkcijama nalaze na područjima na kojima se kreću ljudi. Gradski nasadi pogotovo drvoredi (stabloredi) pružaju urbanom

području značajnu dodanu vrijednost - zaštitnu i društvenu. Vremenom se povećava svjesnost što se širi na cjelovitost ekosustava područja (rijeke, travnjake,...). Tako šuma postaje jedan od elemenata procjene usluga ekosustava. Urbano šumarstvo – uređenje zelenih površina gradova, projektiranje vrtova, perivoja i parkova podrazumijeva kontinuiranu njegu i obnovu. Kompleksnost je veća zbog značajnog utjecaja gradskog onečišćenja (prašine, plinova, posolice), mikroklimatskog efekta toplinskog otoka, prometne i komunalne infrastrukture (prekapanja, ozljeda korijena i debla). Kumulativno, takav okoliš, potencira smanjen imunitet što dovodi do smanjenje fiziologije stabla i lakšeg napada insekata i gljiva. Najznačajniji čimbenik potrajnosti stabla i nasada je sigurnost prolaznika i imovine. Osušeni dijelovi krošnje inficirane grane predstavljaju potencijalnu opasnost i tvrtke koje održavaju često to rješavaju orezivanjima. Sušenja grana ali i oštećenih dijelova debla – najčešće su posljedica invazivnih djelovanja gljiva trulenica. Širenje micelija gljive utječe na brže razlaganje staničja (lignina, celuloze) nego što biljka/drvo može stvarati novo. Takav proces može utjecati na statiku djela (krošnje) ili cijelog stabla. Kod situacije gdje se gubi statika krošnje kao i cijelog stabla dovodi se u pitanje sigurnost prolaznika. U tom slučaju bi se trebale poduzeti radnje kojima bi se spriječile nezgode. Liječenje, zaštitu i općenito upravljanje urbanim drvenastim nasadima kao interdisciplinarnim područjem profiliralo je arborikulturu – dio urbanog šumarstva kao disciplinu koja primjenjuje znanstvena dostignuća iz više područje (ekologije, zaštite prirode, zaštite i uzgajanja šuma). Arboristički zahvati se temelje na preciznoj dijagnozi i analizi suvremenim instrumentima (rezistografije i tomografije).[2] Stablo, stup ili bilo koja druga drvena konstrukcija u lošem stanju postaje još veća opasnost za radnike koji rade na visini, odnosno penju se na drvene stupove. Poznato je da se osim betonskih stupova primjerice za postavljanje nadzemnih mreža koriste i drveni stupovi. Kao što je spomenuto u tekstu drvo je materijal na koji klima ima veliki utjecaj, odnosno ima utjecaj na njegovo stanje. Pri radovima na drvenim stupovima, odnosno na visini potrebno je koristiti zaštitnu opremu i naprave kojima će se radniku omogućiti siguran rad, uz to potrebno je utvrditi odgovara li radnik uvjetima za rad na poslovima s posebnim uvjetima. Potrebno ih je također stručno osposobiti te moraju biti stariji od 18 godina. Prije svakog početka rada potrebno je provjeriti u kakvom je stanju stup na kojem mora obaviti rad, osim provjere drvenog stupa, potrebno je provjeriti i zaštitnu opremu i alat koji će koristiti za obavljanje radova. Oprema koja služi radniku za obavljanje radova na visini je :

- Sigurnosni pojas
- Penjalice

- Kolotura s dubokim utorom
- Naprava za sidrenje stupa
- Uže za dohvata alata i materijala
- Mreža ili hvataljka za spuštavanje nesrećenog



Slika 2. Pojas za rad na visini

Izvor: <https://www.delecto.hr/proizvodi/visinska-oprema/sigurnosni-pojasevi/profi-1178/>

## 2. OPIS INSTRUMENTA I METODA RADA

### 2.1. Rezistograf

Specijalizirani uređaj za dijagnostiku zdravstvenog stanja drvenih konstrukcija, odnosno električni mjerni uređaj koji mjeri otpor drva pri konstantnom prodiranju igle promjera 1,5mm. Očitavanja otpora koja nastaju kao posljedica prodiranja igle uređaja u drvenu konstrukciju daju nam podatke o stanju drva koje može biti zdravo ili trulo. Ukoliko drvo ne pruža otpor pri prodiranju igle u drvo riječ je o trulom, odnosno nezdravom drvu. A obratno stanje, kad drvo pruža otpor govorimo o zdravoj drvenoj konstrukciji. Instrument grafički prikazuje rezultate mjerenja na papirnoj traci. Prikazuje se u omjeru 1:1 što omogućuje točno lociranje područja zdravog i bolesnog drva u unutrašnjosti.

## 2.2. Područje primjene rezistografa

Rezistograf se može koristiti bilo gdje, gdje su potrebna pouzdana i smisljena mjerenja.

Područje primjene:

- Inspekcija i upravljanje stablima pri održavanju sigurnosti parkova, prometnica i šuma;
- Provjera stabilnosti stabala;
- Dijagnosticiranje propadanja drvenih igrališta;
- Pregled drva u konstrukcijskom drvenom sloju kuće, mostova i građevina drvenim nosačima.[3]



Slika 3. Ispitivanje stanja drvenog mosta rezistografom

Izvor: <https://www.Impl-service.com/product/impl-powerdrill/>

## 2.3. Prednosti uređaja

- Vrhunska tehnologija za pouzdanu procjenu stanja drvenih konstrukcija i drveća;
- Brzo otkrivanje izvana nevidljivog oštećenja mjerenjem otpora
- Napredno otkrivanje propadanja;

- Jednostavno upravljanje mjernim podacima zbog jednostavnog korištenja i dobro uređenog izbornika;
- Izdržljiva tehnologija i kućište za najviše zahtjeve;
- Slobodno podesive postavke brzine zajasne rezultate
- Kompaktno bušenje instrumenta na baterije za mjerenje otpora sa integriranim sustavom;
- Automatska procjena mjera uzetih s drvenih stupova;
- Jednostavno, brzo i digitalno dobivanje podataka mjerenjem.
- Rad bez poteškoća zbog ergonomskog dizajna i male težine uređaja.



Slika 4. Rezistograf

Izvor: <https://www.iml-service.com/product/impl-powerdrill/>

#### 2.4. Funkcije i karakteristike rezistografa

- Zaslon jednostavan za čitanje (139 x37 mm);
- Izbornik kontroliran uz pomoć navigacijskog gumba;
- USB i Bluetooth sučelje za povezivanje na PC ili ručni uređaj;
- Mjerenja se pohranjuju u unutarnjoj memoriji;
- Skaliranje mjernih krivulja vrši se izravno u elektroničkoj jedinici za bolju interpretaciju krivulja;

- Poboljšano upravljanje podacima putem Assig-ning ID brojeva;
- Unaprijed odabrana dubina bušenja;
- Dugo trajanje baterije i visoke performanse bušenja;
- Automatsko otkrivanje loma igala;
- Aluminijsko kućište čvrsto i otporno na prskanje.

#### 2.4.1. Specifikacije

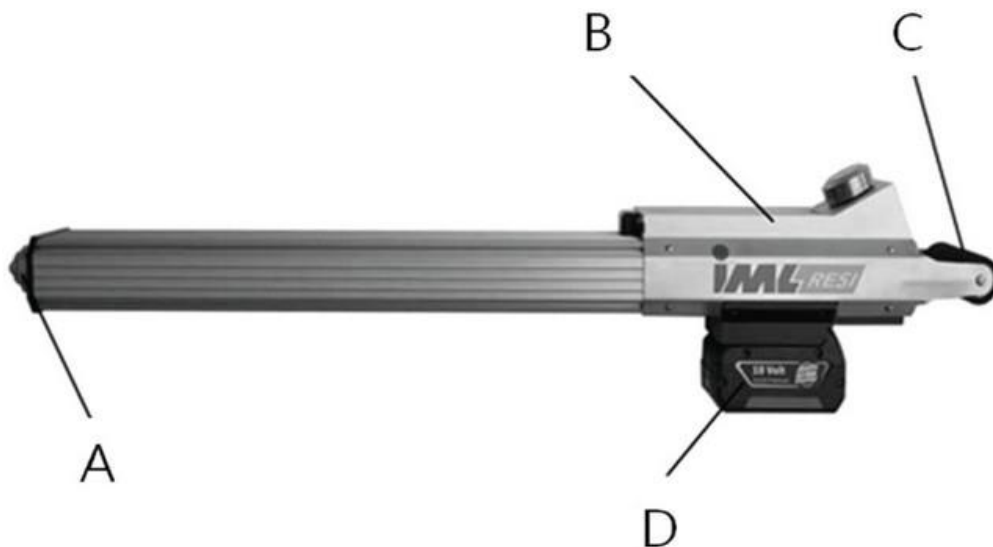
- Dubina bušenja: 200 mm do 1000 mm;
- Izvor energije: Litij-ionska punjiva baterija;
- Rezultati: Elektronička pohrana podataka, izborno:
- Bluetooth pisac;
- Rezolucija: 0,02 mm / 300 mm;
- Stupnjevi dovoda: 5 dovodnih brzina, slobodno podesivo od 15 cm / min do 200 cm / min;
- Brzine rotacije: 5 stupnjeva brzine rotacije, slobodno podesivo od min. 1500 okr / min do maks. 5000 okr / min.

A- adapter za ubodnu iglu

B- kontrolna ploča

C- površina za rukovanje

D- baterija



Slika 5. Osnovne komponente rezistografa

Izvor: [http://www.jwst.or.kr/past/xml\\_view.asp?a\\_key=3653427&n\\_key=1&v\\_key=47](http://www.jwst.or.kr/past/xml_view.asp?a_key=3653427&n_key=1&v_key=47)



## 2.5. Standardni program drvnog ispitivača

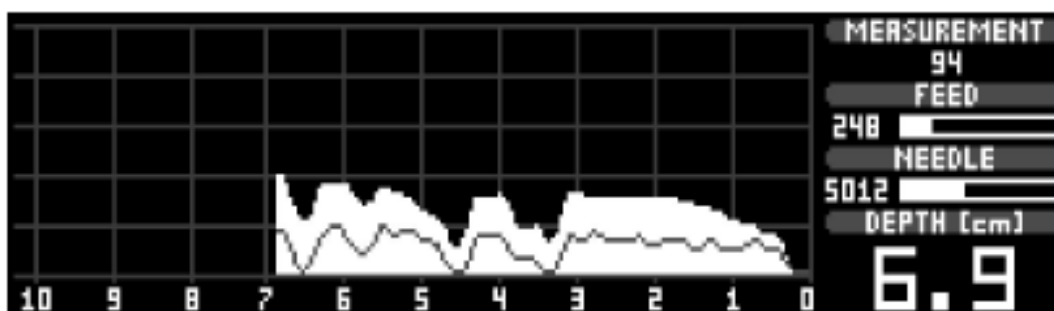
Drvni ispitivač daje bitnu značajku standardnom programu kroz svoje automatsko otkrivanje. Ova je značajka posebno vrijedna kada se koristi za testiranje predmeta kao što su drveni uslužni program poput stubova, drva za gradnju, drvena oprema za igrališta, drvene i povijesne kuće. Drvni ispitivač nudi i jedno i drugo, grafički i numerički prikaz šupljine. Program se može prilagoditi zahtjevima korisnika, vizualni zahtjevi i radni uvjeti, postavljanjem parametara šupljine na temelju posebne primjene.

## 2.6. Otkrivanje propadanja

Downstream analiza mjerenja koristi se za otkrivanje naprednog propadanja(šupljine). Sada se po prvi put adaptivno otkrivanje propadanja može automatski otkriti u ranoj fazi propadanja. To znači da se drvo može obrađivati u ranoj fazi, što značajno produžuje njegov vijek trajanja.

# Conduct a Measurement

IML-RESI PD-Series



Slika 6. Prikaz rezultata mjerenja

Izvor: <https://www.iml-service.com>

### 2.6.1. Otkrivanje ranog propadanja

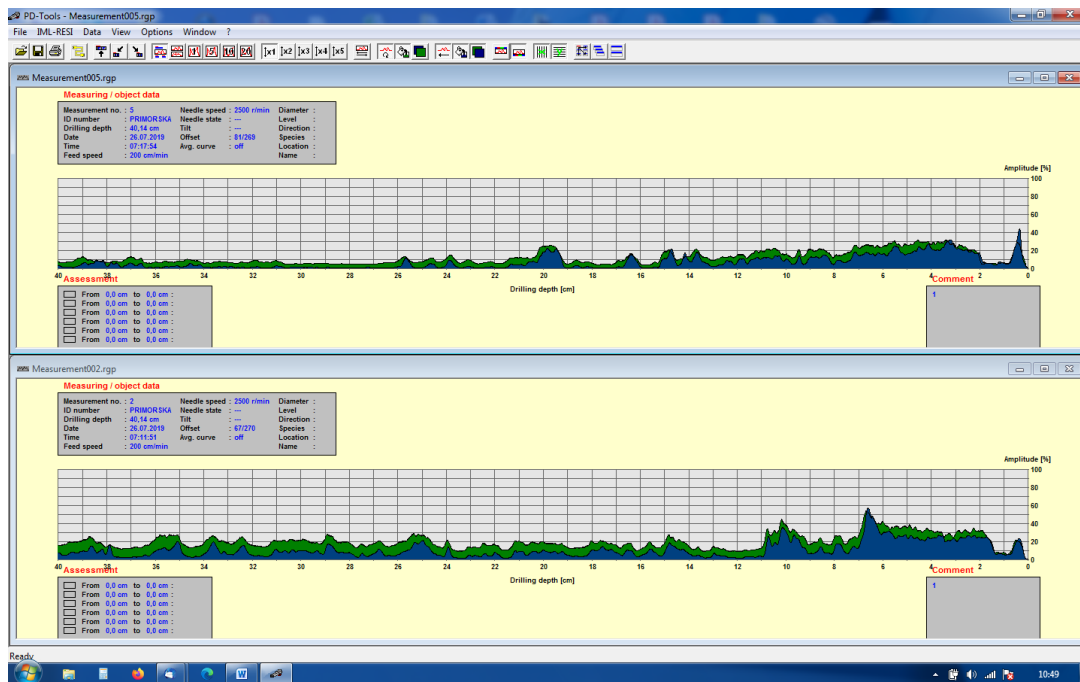
Otkrivanje ranih znakova propadanja korištenjem jedinstvenog sustava autonomne detekcije različite gustoće u drvu. Razina propadanja automatski se podešava, ovisno o gustoći drva. Stup od tvrdog drva bio bi postavljen na višu razinu, a mekši stup na nižu razinu. Specifikacije za otkrivanje propadanja šupljine mogu se prilagođavati. Na primjer, može se postaviti stupanj raspadanja i poroznosti za koju je potrebno označiti stupu lošem stanju.



Slika 7. Prikaz prijenosa rezultata

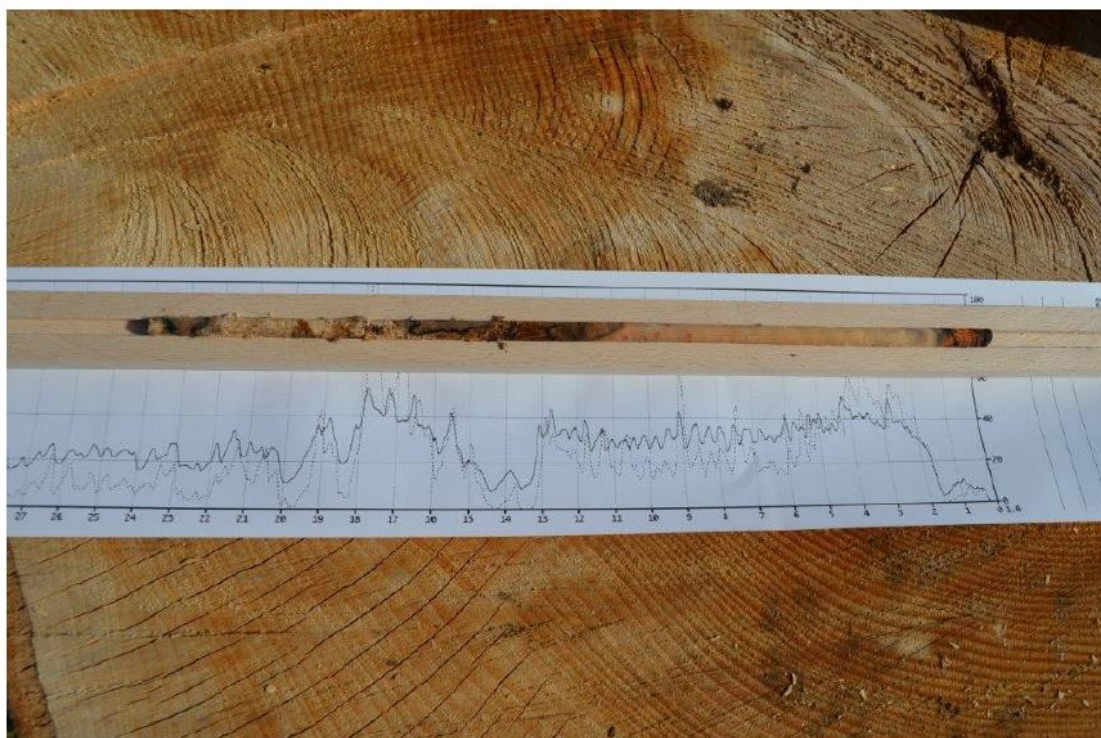
### 2.7. Prikazivanje rezultata ispitivanja

Rezultati ispitivanja mogu se prikazati kao dobri ili loši odmah nakon postupka bušenja. Time se uklanja subjektivni aspekt i ne samo što ubrzava proces nego se stvaraju objektivni i vjerodostojni rezultati. Naravno, postoji i opcija kasnijeg ocjenjivanja ili prilagođavanja dobivenih mjera s PD-Tools PRO na PC-u ili prijenosnom računalu. Konačno, napredne funkcije sustava WoodInspector vrše provjeru drva na jednostavan, sigurni i ekonomičan način, što je više moguće doprinose optimizaciji kvalitete prikupljenih podataka.



Slika 8. Prikaz softvera za obradu podataka

## Beech tree with Kretzschmaria deusta

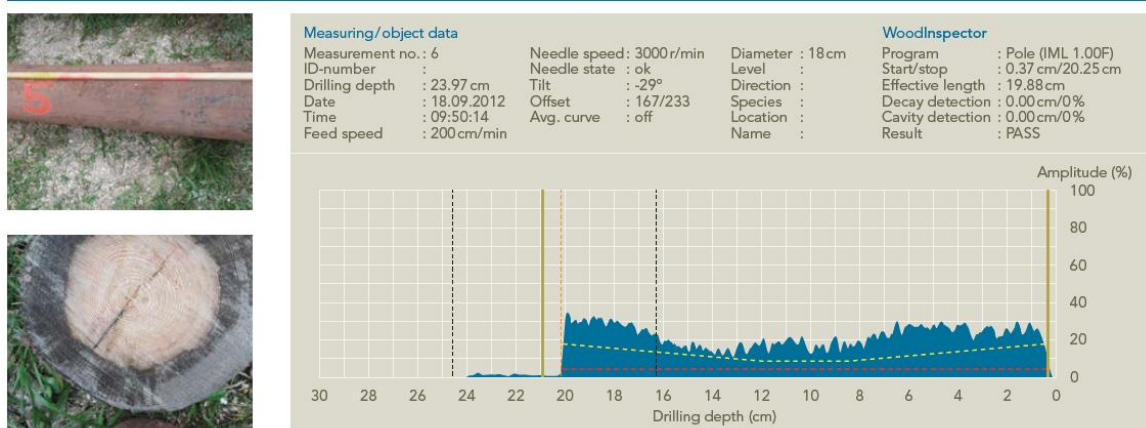


Slika 9. Usporedba izvatka iz stabla, panja i print trake rezistrografa



Slika 10. Stup u dobrom stanju

Izvor: <https://www.iml-service.com>



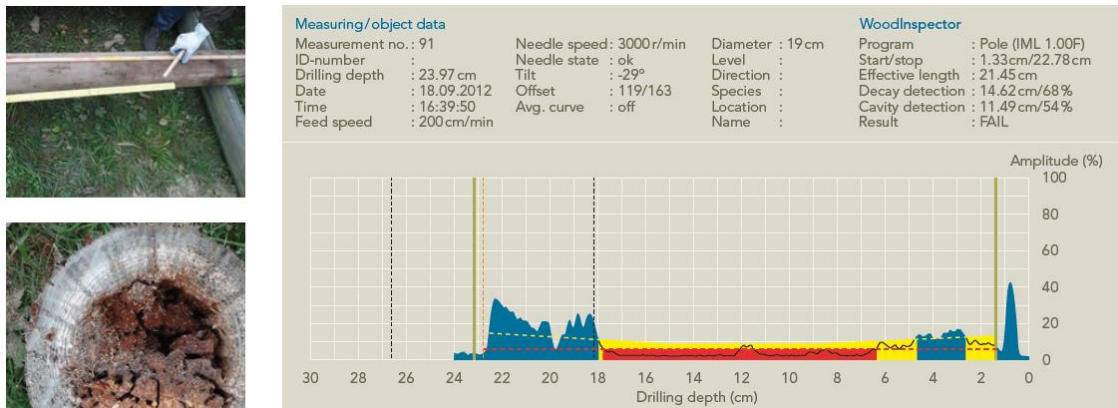
Slika 11. Prikaz grafa stupića u dobrom stanju

Izvor: <https://www.iml-service.com>



Slika 12. Stup u lošem stanju

Izvor: <https://www.iml-service.com>



Slika 13. Prikaz grafa stupića u lošem stanju

Izvor: <https://www.iml-service.com>

### 3. ANALIZA SIGURNOSTI STUPOVA ISPITANE REZISTOGRAFOM

Analiza pokazuje omjer zdravog djela drvenog stupa i trulog ili natrulog



Slika 14. Prikazi zdravog i nezdravog stupića

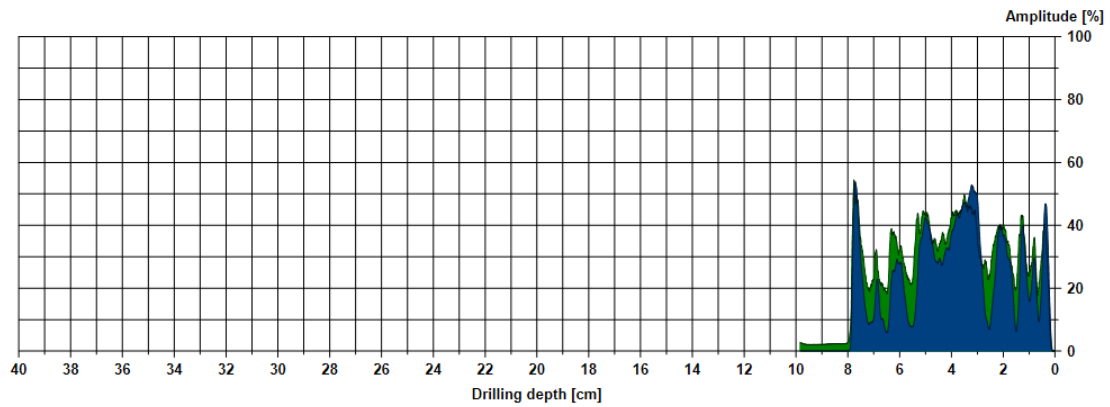
Za potrebe ovog rada korišteni su stupići promjera 9 cm različite izloženosti više godina atmosferi. Nakon bušenja rezistografom stupići su poprečno prepiljeni zbog usporedbe i zornije analize. Obzirom da je ovaj rad namjenjen u edukativne svrhe i upoznavanja sa rezistografom, odlučeno je da neće bit bušeni stupovi uz prometnice.

Analizom i rezanjem svakih 10 cm upotrebljivi uzorci su bili broj 49 i 50

Stupić koji – uzorak 49 je zaražen gljivom truležnicom te vidljivo da taj dio na presjeku je smanjene sigurnosti tj, povećane lomljivosti. Na grafu iz programa vidljivo je da otpor varira ovisno o napadnutosti truležima drvnih vlakanaca. Drvna vlakanca koja su zdrava pružaju veći otpor kod bušenja nego spužvasta trula i na slici smeđa. Stupić 50 je zdravo drvo. U praksi se prema izgledu grafa nakon racunalne analize softverom može zaključiti. To i je prednost uređaja

**Measuring / object data**

Measurement no. :	52	Needle speed :	2500 r/min	Diameter :	
ID number :	GREDA	Needle state :	---	Level :	
Drilling depth :	9.84 cm	Tilt :	---	Direction :	
Date :	20.04.2020	Offset :	64/264	Species :	
Time :	11:26:47	Avg. curve :	off	Location :	
Feed speed :	200 cm/min	Name :			



**Assessment**

<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :

**Comment**

1

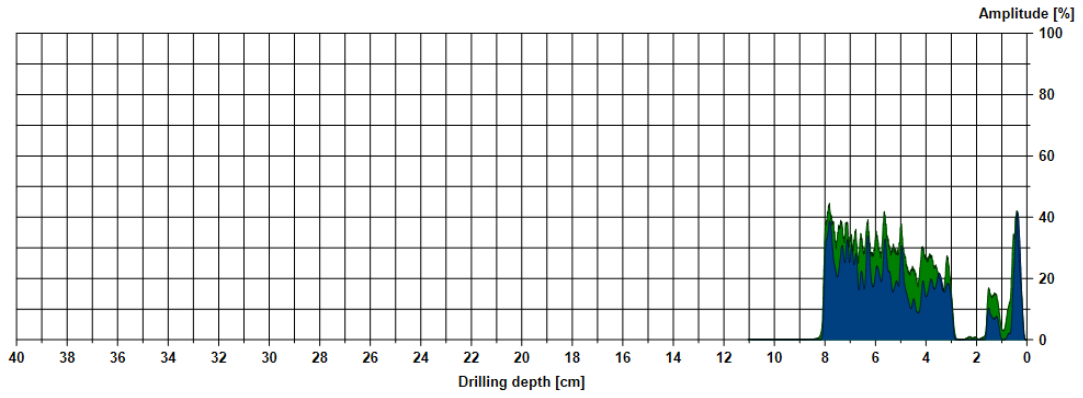
Slika 15. Graf uzorak 50



Slika 16. Stupić 50

Measuring / object data

Measurement no. :	49	Needle speed :	2500 r/min	Diameter :	
ID number :	GREDA	Needle state :	--	Level :	
Drilling depth :	11,04 cm	Tilt :	--	Direction :	
Date :	20.04.2020	Offset :	61/267	Species :	
Time :	11:12:09	Avg. curve :	off	Location :	
Feed speed :	200 cm/min	Name :			



Assessment

<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<input type="checkbox"/>	From 0,0 cm to 0,0 cm :

Comment

1

Slika 17. Graf uzorak 49



Slika 18. Stupić 49



#### 4. ZAKLJUČAK

Rad na zaštiti drvenih elemenata u sustavu telekomunikacija moguće je gledati kao prošlost jer sve postaje bežično, podzemno ili se koriste umjetni materijali koji zamjenjuju debela stabla što je uvelike okolišno prihvatljivije i u skladu s principima očuvanja prirode. Također financijski gledano dugotrajnost stupova od umjetnih materijala/ betona je veća.

Kroz ovaj rad dan je prikaz što se događa u drvu kroz proces ragradnje mrtve tvari drva i koliko je bitna kvalitetna zaštita različitim sredstvima za zaštitu drva.

Mjerenja koja su prikazana u radu imala su zadaću prikazati da korišteni instrument uz odluku o održavanju može pomoći i u svladavanju određenog rizika i povećavaju sigurnosti često prolaznika i imovine stanovnika kroz koji komunikacijska mreža prolazi.

Također prikazan je dijagnostički instrument – rezistograf kojim je moguće uz minimalne štete i uz jednostavno rukovanje dobiti sliku stanja kroz presjek željenog stupa. Ovaj instrument nije ograničen samo za stupove već je moguća upotreba i za dijagnostiku drvenih građevinskih elemenata, sprava na dječjim igralištima i živih stabala.

Zaključno što je i prije znano svrha rezistografa je izmjera, odluka je svakako na čovjeku/ naručitelju što će s rezultatom mjerenja – kako će ga interpretirati ili koristiti. Upotrebom mjerenja tj. konkretnih brojčanih vrijednosti jednostavnije je donijeti odluku.

## 5. POPIS SLIKA

Slika br. 1. Plijesan na drvetu, izvor: <https://optolov.ru/hr/remont-v-kvartire/kak-ubrat-plesen-s-derevyannyh-poverhnostei-obzor-samyh-effektivnyh.html>

Slika br. 2. Sigurnosni pojas za rad na visini, izvor: <https://www.delecto.hr/proizvodi/visinska-oprema/sigurnosni-pojasevi/profi-1178/>

Slika br. 3. Ispitivanje drvenog mosta rezistografom izvor: <https://www.iml-service.com/product/iml-powerdrill/>

Slika br. 4. Rezistograf, izvor: <https://www.iml-service.com/product/iml-powerdrill/>

Slika br. 5. Osnovne komponente rezistografa, izvor: [http://www.jwst.or.kr/past/xml\\_view.asp?a\\_key=3653427&n\\_key=1&v\\_key=47](http://www.jwst.or.kr/past/xml_view.asp?a_key=3653427&n_key=1&v_key=47)

Slika br. 6. Prikaz rezultata mjerenja, izvor: <https://www.iml-service.com>

Slika br. 7. Prikaz prijenosa rezultata

Slika br. 8. Prikaz softvera za obradu podataka

Slika br. 9.: Usporedba izvotka iz stable, panja i print trake rezistografa

Slika br. 10. Stup u dobrom stanju, izvor: <https://www.iml-service.com>

Slika br. 11. Graf prikaz stupa u dobrom stanju, izvor: <https://www.iml-service.com>

Slika br. 12. Stup u lošem stanju, izvor: <https://www.iml-service.com>

Slika br. 13. Graf prikaz stupa u lošem stanju, izvor: <https://www.iml-service.com>

Slika br. 14. Prikaz zdravog i nezdravog stupića

Slika br. 15. Graf uzorak 50

Slika br. 16. Stupić 50

Slika br. 17. Graf uzorak 49

Slika 18. Stupić 49

## 6. LITERATURA

1. [1] Vera Rede, Drvo-tehnički materijal, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, preuzeto s: [https://www.fsb.unizg.hr/usb\\_frontend/files/1496408466-0-drvo-skripta.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/usb_frontend/files/1496408466-0-drvo-skripta.pdf)
2. [2] Ožura Marko, Zaborski Miroslav, Drvar Izidor, Upravljanje gradskim nasadima i opasnosti lomova dijelova stabla - primjer Draškovićeve ulice u Karlovcu, preuzeto s: <https://www.bib.irb.hr/953301?rad=953301>
3. Instrumenta Mechanik Labor System GmbH, IML - Innovative wood testing systems, North West Tree Officers Meeting 2011.
4. Instrumenta Mechanik Labor System GmbH , IML – PowerDrill, Uncompromising Precision for Wood and Tree Inspection
5. Instrumenta Mechanik Labor System GmbH , IML – WoodInspector for quality identification of wood
6. [3] Područje primjene rezistrografa, preuzeto s: <https://www.iml-service.com/product/iml-powerdrill/>