

Факултет ШУМАРСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

03-7774/1

22.07.2021.

Веће научних области биотехничких наука

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и
о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета",
број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

**„Могућност процене квалитета дрвета у стаблима црвеног храста (*Quercus rubra* L.) применом
акустичног томографа и фрактометра“**

НАУЧНА ОБЛАСТ БИОТЕХНИЧКЕ НАУКЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Ивана, Миомир, Живановић

Претходно образовање:

-основне академске студије-Универзитет у Београду-Шумарски факултет
2003.год.

Година завршетка
претходног нивоа студија:

2003.

Година уписа на докторске студије:

2017.

Назив студијског програма
докторских студија:

ШУМАРСТВО – модул Технологије, менаџмент и пројектовање намештаја и
производа од дрвета

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

Број: 01-2/130

Датум: 14.7.2021.

Б Е О Г Р А Д

На основу члана 58. Статута Универзитета у Београду-Шумарског факултета бр. 01-1/36 од 14.3.2019. год, а у складу са Извештајем Комисије бр. ДД15/5 од 24.6.2021. год. и Предлогом Већа одсека за технологије дрвета бр. 07-7188/1 од 9.7.2021. год, Наставно-научно веће Факултета на електронској седници одржаној 13-14. јула 2021. год, доноси следећу

О Д Л У К У

Усваја се научна заснованост теме докторске дисертације кандидата **Иване Живановић** под насловом: „**Могућност процене квалитета дрвета у стаблима првеног храста (*Quercus rubra* L.) применом акустичног томографа и фрактометра**“.

Одређује се ментор др Небојша Тодоровић, ванредни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета.

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Служби за наставу и студентска питања х2, декану, писарници.

Председник
Наставно-научног већа
Проф. др РАТКО РИСТИЋ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Катедра: Примарна прерада дрвета

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА
ВЕЋУ ОДСЕКА ЗА ТЕХНОЛОГИЈЕ ДРВЕТА

Предмет: Извештај комисије о научној заснованости теме за израду докторске дисертације кандидата дипл. инж. Иване Живановић

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

1. Орган који је именовао (изабрао) комисију и датум:

На основу члана 154. Статута Универзитета у Београду – Шумарског факултета, а на основу предлога Већа одсека за технологије дрвета бр. ДД15/4 од 21.05.2021. године Наставно–научно веће Факултета на електронској седници одржаној 25-26.05.2021. године донело одлуку бр. 01-2/91 да се образује Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Иване Живановић под радним насловом:

„ Могућност процене квалитета дрвета у стаблима црвеног храста (*Quercus rubra* L.) применом акустичног томографа и фрактометра”

2. Састав Комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив Факултета, установе у којој је члан Комисије запослен:

- 1. др Небојша Тодоровић**, ванредни професор, Универзитета у Београду - Шумарског факултета, ужа научна област: Примарна прерада дрвета (изабран 12.06.2018. године) - ментор
- 2. др Драгица Вилотић**, редовни професор, Универзитета у Београду - Шумарског факултета, ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање (изабрана 19.03.2003. године) - члан
- 3. др Ранко Попадић**, ванредни професор, Универзитета у Београду - Шумарског факултета, ужа научна област: Примарна прерада дрвета (изабран 12.11.2019. године) - члан
- 4. др Бранко Стајић** редовни професор, Универзитета у Београду - Шумарског факултета, ужа научна област: Планирање газдовања шумама, (изабран 12.05.2021. год.) – члан
- 5. др Алеш Страже** ванредни професор, Универзитета у Љубљани - Биотехничког факултета, научна област: Наука о дрвету и лигноцелулозним композитима у технологији дрвета (изабран 19.12.2016. године) - члан

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Ивана Живановић рођена је 17.12.1977. године у Београду. Основну и средњу школу (XIV Београдску гимназију) завршила је у Београду са одличним успехом. Након завршетка средње школе уписала је Шумарски факултет у Београду, школске 1996/1997 године, на Одсеку за обраду дрвета. Дипломирала је 02.07.2003. године са просечном оценом 8,21 на Катедри за примарну прераду дрвета и на предмету Хидротермичка обрада дрвета, са темом дипломског рада „Високофреквентно вакуумско сушење дрвета“ који је оцењен највишом оценом. Успешно користи француски и енглески језик.

Након завршетка основних студија кандидаткиња се запослила у предузећу АЦМ Тимбер, где је обављала послове праћења и организације производње у примарној фази прераде. После тога радила је пет година у предузећу СагаДрво у Старој Пазови, прво као помоћник генералног директора, а затим као руководиоца производње.

Кандидаткиња је имала више излагања на стручним скуповима и предавања и практичну наставу са студентима Шумарског факултета. Од октобра 2013. ради у Институту за Шумарство Београд као стручни сарадник на различитим пословима, а у јуну 2017. године изабрана је у научно звање истраживач сарадник.

Кандидаткиња је уписала докторске студије школске 2017/2018. године на Шумарском факултету у Београду, на модулу Технологије, менаџмент и пројектовање намештаја и производа од дрвета и подмодулу Примарна прерада дрвета.

1. Име, име једног родитеља, презиме: Ивана, Миомир, Живановић
2. Датум и место рођења, општина, држава: 17.12.1977., Београд, СФРЈ
3. Датум одбране, место и назив дипломског рада: 02.07.2003, Београд, „Високофреквентно вакуумско сушење дрвета“
4. Научна област из које је стечено звање дипломираног инжењера: Обрада дрвета
5. Стечено научно-истраживачко искуство:

Положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија са просечном оценом 9,50 (девет и по):

- a. Методологија научно-истраживачког рада, оцена 10 (десет), 25.01.2018. год., ЕСПБ 14
- b. Технике научно-истраживачког рада, оцена 10 (десет), 07.02.2018. год., ЕСПБ 8
- c. Анатомија дрвета, оцена 10 (десет), 26.01.2018. год., ЕСПБ 8
- d. Својства дрвета, оцена 8 (осам), 18.09.2018. године, ЕСПБ 8
- e. Недеструктивне методе испитивања дрвета, оцена 10 (десет) 31.01.2019., ЕСПБ 8

Одбрањен Пројекат докторске дисертације 21.09.2020. године.

Списак објављених научних радова:

1. Miletić, Z., Tabaković-Tošić, M., Stajić, S., Radulović, Z., Eremija, S., Milosavljević, M., **Živanović I.** (2014). Chemical characteristics of gypsy moth larvae excrement and their possible impact on soil properties in the total defoliation period, *Sustainable Forestry* 69-70, pp. 41-46, 1821-1046, 630*114.52+630*181.34=111 **(M52)**
2. Gagić-Serdar, R., Milosavljević, M., **Živanović, I.**, Đorđević, I., Češljarić, G., Stefanović, T. (2014). Seed predation in woody leguminous host plants – new record of *Bruchidius*, *Megabruchidius* and *Zabrotes* weevils (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) as new species to the Serbian fauna, VII Congress on plant protection „Integrated Plant Protection Knowledge – Based Step Towards Sustainable Agriculture, Forestry and Landscape Architecture“, 24-28. November 2014, Zlatibor, Serbia, pp. 278 - 280, ISBN 978-86-83017-25-6, Zlatibor, 24-28. Nov, 2014. **(M34)**
3. Gagić-Serdar, R., Stefanović, T., Đorđević, I., Češljarić, G., Milosavljević, M., Momirović, N., Poduška, Z., **Živanović, I.** (2017). First Record of the Parasitoid (Hymenoptera: Eulophidae) as Natural Enemy of Honey Locust Seed Beetle *Megabruchidius tonkineus* (Pic, 1904), Book of Abstracts, VIII International Scientific Agriculture Symposium, Jahorina „AGROSYM“, „AGROSYM“, pp. 1346 - 1346, 978-99976-632-9-0, Jahorina, 58. Oct, 2017. **(M34)**
4. Stefanović, T., Gagić-Serdar, R., Đorđević, I., Češljarić, G., Momirović, N., Nevenić, R., **Živanović, I.** (2017). Studies of defoliation on ICP sample plots level I for the period 2012-2016 in Republic of Serbia, Book of abstracts: 70 years Faculty of forestry in Skopje / International scientific conference, St. Cyril and Methodius University, Faculty of forestry Skopje, St. Cyril and Methodius University, Faculty of Forestry Skopje, pp. 53 - 53, 978-9989-132-19-3, Skoplje, 4-6. Oct, 2017. **(M34)**
5. Stefanović, T., Gagić-Serdar, R., Đorđević, I., Češljarić, G., Momirović, N., **Živanović, I.**, Nevenić, R. (2017). Studies of Defoliation on ICP Sample Plots Level 1 in Republic of Serbia, *Sustainable Forestry* 75-76, pp. 41 - 56, 1821-1046, 630, 2017. **(M52)**
6. Poduška, Z., Čokeša, V., **Živanović, I.** (2018). Attitudes of employees about conflicts in the forestry sector. *Sustainable Forestry* 77/78, pp. 123–133. **(M52)**
7. Jovanović, F., Obratov-Petković, D., Bjedov, I., **Živanović, I.**, Braunović, S., Ćirković-Mitrović, T., Tomović, G. (2018). Morphological Variability of Snowdrops in the Central Part of the Balkan Peninsula, *HortScience*, 53/8, pp. 1119-1124, 10.21273/HORTSCI13135-18, 2018. **(M22)**
8. Ratknić, T., Ratknić, M., Rakonjac, N., **Živanović, I.**, Poduška, Z. (2019). Development of a national index for the purpose of forest fire risk assessments on the example of southern Serbia, *Thermal Science*, OnLine-First (00):276-276 **(M22)**
9. **Živanović, I.**, Poduška, Z., Rakonjac, Lj., Jovanović, F. (2019). Potentials of the evaluation of the wood quality in living trees by using semi- and non-destructive methods in order to reduce wood-processing costs. *Sustainable Forestry* 79-80, pp. 115-127 **(M52)**
10. Ratknić, T., Ratknić, M., Rakonjac, N., Poduška, Z., **Živanović, I.**, Lazarević, N., Hadrović, S. (2019). The effects of climate characteristics on the diameter increment of douglas-fir in the city of Belgrade (Serbia), X International Scientific Agriculture Symposium “AGROSYM 2019”; October 03-06, 2019 – Jahorina (East Sarajevo), Bosnia and Herzegovina. p. 812, 2019. **(M34)**

11. Spasojević, B., Čokeša, V., Jović, Đ., **Živanović, I.**, Jovanović, F., Poduška, Z. (2019). Selection of potential areas for establishing forest plantation of energy needs – the example of Lazarevac municipality, *YOUNg Researchers Conference*, Book of abstracts: P 27. March 2019. ISBN 978-86-84231-48-4 **(M34)**
12. Gagić-Serdar, R., **Živanović, I.**, Poduška, Z., Đorđević, I., Češljarić, Z., Momirović, N., Stefanović, T., Rakonjac, Lj. (2019). Seed Preserving As A Resource Through Biological Methods Of Using The Most Effective Bruchine Subfamily Seed Beetles In Serbia - Stored Product Insects Pests Management Through Natural Enemies As Favorable Leguminous Host Plant Traits, Book of abstracts: YOURS 2019, YOUNg Researchers Conference 2019, 26-27. March 2019, Belgrade Fair, p. 35 <http://www.iipp.rs/konferencija.php?id=3> **(M34)**
13. 11. Gagić-Serdar, R., **Živanović, I.**, Stefanović, T. , Spasojević, B., Momirović, N., Poduška, Z., Rakonjac, Lj. (2019). Parasitoid Complex Of Bruchidius Terrenus In Biocontrol Of Fabaceae Host Plants And Its Spermatophagous Entomofauna, Proceedings of the X International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2019" X International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2019" Jahorina, October 03-06, 2019; ISBN 978-99976-787-2-0; pp. 1930-1936 **(M33)**

Ангажованост у научно-истраживачким и стручним пројектима:

1. Министарство пољопривреде и заштите животне средине Републике Србије:
Учешће на реализацији пројекта «Процена и праћење утицаја загађења ваздуха и ефеката истог у шумским екосистемима на територији Републике Србије - Биоиндикацијске тачке НИВО 1 и НИВО 2, ангажованост 2013-2014. година), руководилац пројекта др Радован Невенић, научни саветник Института за шумарство Београд;
2. Министарство просвете, науке и технолошког развоја:
Учешће на реализацији пројекта "Развој технолошких поступака у шумарству у циљ реализације оптималне шумовитости" (ТП 31070) (2017-2019) руководилац пројекта др Љубинко Ракоњац, научни саветник Института за шумарство Београд;
3. Секретаријат заштите животне средине Града Београда:
Учешће на реализацији пројекта "Примена адаптивних мера у прилагођавању шумских екосистема климатским променама на подручју града Београда" (2018-2019), руководилац пројекта др Татјана Раткнић, научни сарадник Института за шумарство Београд.

III ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА ЗА РАД НА ПРЕДЛОЖЕНОЈ ТЕМИ

Кандидаткиња дипл. инж. Ивана Живановић испуњава све услове (подобност) да може приступити изради предложене докторске теме. Завршила је основне студије на Шумарском факултету – Универзитета у Београду (просечна оцена 8,21) и положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија

(просечна оцена 9,50); Дипл. инж. Ивана Живановић је аутор и коаутор 13 научних радова од који су 2 у категорији M22 1-M33; 6-M34; и 4-M52. Од 2013. године је била учесник, као истраживач, на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја, Секретаријата заштите животне средине Града Београда и Министарства пољопривреде и заштите животне средине Републике Србије.

IV ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

Предложени ментор: **др Небојша Тодоровић, ванредни професор**

Предложени ментор изабран је 12.06.2018. године у звање ванредног професора за ужу научну област Примарна прерада дрвета. До сада је објавио или саопштио, самостално или са другим ауторима, преко 60 научних радова, укључујући магистарски рад и докторску дисертацију. Кандидат је објавио укупно 7 радова у часописима са SCI листе (од тога 3 рада у врхунским међународним часописима – категорије M21).

Др Небојша Тодоровић је објавио три рада на међународним скуповима који су штампани у изводу и 17 радова који су штампани у целини. Поред радова у међународним часописима кандидат је објавио и 10 радова из категорије водећег националног часописа и 22 рада из категорије часописа националног значаја. Предложени ментор успешно изводи предавања на предметима Анатомија дрвета и Технолошка својства дрвета као и вежбе на предмету Својства дрвета на Одсеку за технологије дрвета. Ангажован је и за извођење наставе на докторским студијама на Одсеку за технологије дрвета на предметима Анатомија дрвета, Својства дрвета и Недеструктивне методе испитивања дрвета. Укључен је и у наставу на струковним студијама Технологије дрвета на истом одсеку на предметима Анатомија и хемија дрвета и Својства дрвета. Од школске 2017/18. год. ангажован је као предавач на предмету Анатомија и хемија дрвета и Својства дрвета II (два) на Одсеку за прераду дрвета на Шумарском факултету Универзитета у Бањој Луци. Као коаутор објавио је Збирку задатака за предмет Својства дрвета који се слуша на другој години студија на одсеку за Технологије дрвета и на одсеку за Шумарство. У оквиру наставних активности, кандидат је био члан комисија за одбрану више израђених завршних радова на струковним и основним студијама, као и четири завршна рада на мастер студијама (дипл. инж. Милан Илић, дипл. инж. Марко Веизовић, дипл. инж. Тамара Тешић и дипл. инж. Милица Глишић). Био је члан комисије за оцену и одбрану двеју докторских дисертација (др Александар Ловрић и др Данијела Петровић). Такође, на докторским студијама др Небојша Тодоровић је изабран за ментора докторандкињи Мимици Стефановић (Катедра Заштите дрвета) и као потенцијални ментор докторандима дипл. инж. Ивани Живановић и маст. инж. Марку Веизовићу (Катедра Примарне прераде дрвета).

СПИСАК НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ НАУЧНИХ РАДОВА:

Todorović, N., Popović, Z., Milić, G. (2015). Estimation of quality of thermally modified beech wood with red heartwood by FT-NIR spectroscopy, WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, Vol. 49, br. 3, str. 527-549. (M21a)

2. Milić, G., Kolin, B., **Todorović, N.**, Gorisek, Z. (2014). Energy Consumption of Beech Timber Drying in Oscillation Climates, DRVNA INDUSTRIJA, Vol. 65, br. 4, str. 309-314. **(M23)**
3. Popadić, R., Šoškić, B., Milić, G., **Todorović, N.**, Furtula, M. (2014). Influence of the Sawing Method on Yield of Beech Logs with Red Heartwood, DRVNA INDUSTRIJA; Vol. 65, br. 1, str. 35-42. **(M23)**
4. Milić, G., Kolon, B., Lovrić, A., **Todorović, N.**, Popadić, R. (2013). Drying of beech (*Fagus sylvatica* L.) timber in oscillation climates: drying time and quality, HOLZFORSCHUNG, Vol. 67, br. 7, str. 805-813. **(M21a)**
5. **Todorović, N.**, Popović, Z., Milić, G., Popadić, R.: Estimation of Heat-Treated Beechwood Properties by Color Change, BIORESOURCES, Vol. 7, br. 1, 2012, str. 799-815. **(M21)**
6. **Todorović N.**, Popović Z., Milić G., Veizović M., Popadić R. (2020): Quality evaluation of heat-treated sessile oak (*Quercus petraea* L.) wood by colour and FT-NIR spectroscopy, Wood Material Science & Engineering, published online Nov 2020; DOI: 10.1080/17480272.2020.1847188 **(M22)**
7. Petrović D., Dukić V., Popović Z. **Todorović N.** (2021): MOR and MOE of Serbian Spruce (*Picea omorika* Pančić/Purkyně) Wood from Natural Stands. Drvna industrija 72 (2): 193-200 **(M23)**
8. **Todorović, N.**, Milić, G., Popović, Z. (2013). "Application of FT-NIR spectroscopy in chemometric modeling of heat-treated beechwood properties", COST FP0904 Evaluation, processing and predicting of THM treated wood behavior by experimental and numerical methods, Petru Poni Institute of Macromolecular Chemistry of Romanian Academy, pp. 105 - 106, Rumunija, Apr. 9- 11. **(M34)**
9. **Todorović, N.**, Milić, G., Popović, Z. (2014). "Estimation of heat-treated beech wood properties by FT-NIR spectroscopy: effect of radial and cross sectional surface", Final Cost Action FP0904 Conference "Recent Advances in the Field of TH and THM Wood Treatment", Luleå University of Technology, Skellefteå, Division of Wood Technology, pp. 95-96, Sweden, 19. - 21. May **(M34)**
10. **Todorović, N.**, Popović, Z., Kolin, B., Popadić, R., Milić, G. (2015). "Properties of heat-treated beech with red heartwood", 2nd international scientific conference Wood technology & product design, Ss. Cyril and Methodius University – Skopje, Faculty of Design and Technology of Furniture and Interior - Skopje, pp. 24 - 24, Ohrid, Republic of Macedonia, 30. Aug - 02. Sep. **(M33)**
11. Milić, G., Kolin, B., **Todorović, N.**, Popadić, R. (2013). "Rate of sorption of thermally treated beech (*Fagus moesiaca* C.) wood", 1st International scientific conference Wood Technology & Product Design, Ss. Cyril and Methodius University – Skopje, Faculty of Design and Technologies of Furniture and Interior - Skopje, pp. 23-27, Ohrid, Makedonija, 16-18. May. **(M33)**
12. Milić, G., **Todorović, N.**, Popadić, R. (2015). "Uticaj parenja na kvalitet sušenja i boju rezane građe bukve", GLASNIK ŠUMARSKOG FAKULTETA, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Vol. 112, br. 83–96. **(M51)**
13. **Todorović, N.**, Popović, Z., Milić, R. Popadić, R. (2016). "Uticaj termičkog tretmana na promenu boje bukovog drveta sa lažnom srčevinom", GLASNIK ŠUMARSKOG FAKULTETA, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Vol. 114, br. 239–256. **(M51)**

14. Milić, G., **Todorović, N.** (2016). "Analiza mehanosorpcionog efekta pri oscilatornom sušenju rezane građe bukve", GLASNIK ŠUMARSKOG FAKULTETA, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Vol. 114, br. 119 – 136. **(M51)**
15. Магистарски рад: „Аксијално утезање дрвета букве (*Fagus moesiaca* C.), храста китњака (*Quercus sessiliflora* S.) и смрче (*Picea excelsa* L.)“, одбрањен 01.03.2007. године на Шумарском факултету у Београду.
16. Докторска теза: „Примена блиске инфрацрвене спектроскопије у предвиђању својстава термички модификованог дрвета букве са лажном срчевином“, одбрањена 29.11.2012. год. на Шумарском факултету у Београду.

IV ОЦЕНА НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ

1. ФОРМУЛАЦИЈА РАДНОГ НАЗИВА (НАСЛОВА) ТЕЗЕ:

„Могућност процене квалитета дрвета у стаблима црвеног храста (*Quercus rubra* L.) применом акустичног томографа и фрактометра“

2. ПРЕДМЕТ (ПРОБЛЕМ) ИСТРАЖИВАЊА

Савремено шумарство засновано је на унетим алохтоним врстама (FAO 2010) и већина ових врста су унете у наменски подигнутим плантажама или у процесу мелиорације изданаčkih и деградираних шума (Palmberg-Lerche et al. 2001). Увођење интродукованих врста условљено је њиховом способношћу прилагођавања еколошким условима станишта и особинама као што су брз раст и висок квалитет дрвета (Fenning, Geshernzon 2002).

Климатске промене имају велики утицај на опстанак појединих врста дрвећа. То условљава потребу наменске производње дрвета у интензивним шумским плантажама. Поред смањења обима сеча у природним шумама ради чувања природних шумских екосистема, оснивање интензивних шумских култура мора представљати још један корак ка очувању и унапређењу животне средине. Стратегија дугорочног развоја шумарства Србије истиче „улогу и значај интензивних шумских засада као одрживих и економско исправних извора обновљиве енергије и сировине за индустрију, чиме ће се ублажити притисак на природне шумске ресурсе“ (МПШВ – Управа за шуме 2006). Ови интензивни засади “кратких” опходњи могу успешно да реше споменути проблем у шумарству, а са друге стране да обезбеде сировину за дрвну индустрију у будућности. У том смислу, истраживање квалитета дрвета треба да укаже на значај појединих унетих врста дрвећа са становишта задовољења потреба дрвне индустрије и за што већим низом производа.

Црвени храст (*Quercus rubra* L.) је интродукован у Европу из Северне Америке, 1691. године. У почетку се користио као декоративна врста, али је убрзо констатован његов брз раст на продуктивним стаништима. С обзиром на отпорност према сушним условима, све се више користи као замена аутохтоним врстама храстова у средњој Европи који су почели да се суше под утицајем читавог низа фактора (Gubka, Špišák 2010). Такође је констатовано да је отпорнији на болест проводних судова од осталих врста храстова (Štefančík 2011).

Тренутно је црвени храст комерцијално значајна врста на подручју Европе (Redei et al. 2010). Ова врста покрива преко 350 000 ha у Европи, а најважније су шумске површине у Украјини, Француској, Немачкој, Пољској, Мађарској, Словенији, Бугарској и Холандији. У мањем обиму, црвени храст је распострањен у Чешкој, Румунији, Словачкој, Литванији и Великој Британији (Nicolescu et al. 2018). У Србији, засади црвеног храста могу се наћи на Авали, Шупљој стени, у Степином лугу, у РЕИК-у Колубара, затим у околини Ниша, Александровца, Крагујевца и Крушевца (База података ЈП „Србија-шуме“).

Црвени храст спада у групу тврдих лишћара са широким пољем употребе. Према досадашњим резултатима и искуствима дрво се може користити у производњи намештаја (нпр. скривени или предњи делови, странице фиока, столица, столова и кухињских или канцеларијских ормара), украсног фурнира или шперплоче, унутрашње завршне обраде, столарије, ормарића, облога и подова (домаћи паркет, комерцијални или индустријски подови за тешки саобраћај; нпр. подови за камионе и приколице), затим за тешке и лаке конструктивне елементе, дрвене мостове, греде, стубове, железничке прагове, контејнере, палете, сандуке, кутије и др. Због широке крошње, иза прераде високих стабала црвеног храста остају велике количине дрвног остатка који је погодан ресурс за производњу композита на бази дрвета (Vansteenkiste et al. 2005).

Према Шошкићу и Поповићу (2002) својства црвеног храста су врло слична домаћим врстама из рода *Quercus* L. Према истим ауторима густина, у просушеном стању влажности, износи око 700 kg/m^3 и врло је слична густини двема најзначајнијим врстама из рода *Quercus*, храсту китњаку и лужњаку (просечно 675 kg/m^3). Green i McDonald (2007) показују да црвени храст има тврдоћу по Јанки 54,3 МПа, модул еластичности при савијању 12,14 GPa, а чврстоћу на притисак око 47 МПа. У досадашњим резултатим приказан је и утицај високе температуре на својства црвеног храста. Zhou et al. (2013) су утврдили да дејство термичког третмана значајно утиче на смањење хигроскопности и побољшање димензионалне стабилности црвеног храста. Из претходно анализираних резултата се може закључити да су брз раст и физичко-механичка својства дрвета црвеног храста веома интересантна за даља истраживања, посебно у оном делу који је важан са аспекта технологија дрвета. Резултати претходних експеримената показују сличност у својствима црвеног храста са својствима других индустријских тврдих лишћара. Ова чињеница је веома важна са аспекта интродуковања ове врсте у дрвну индустрију Србије, и на податак о недостатку квалитетне сировине и огромне потражње за храстом лужњаком и китњаком као најважнијим индустријским врстама у Србији и Европи.

У циљу бољег искоришћења дрвне сировине и познавања њеног квалитета развијен је велики број неструктивних и полудеструктивних метода у анализи својстава дрвета у разним фазама експлоатације. У најразвијенијим земљама највећи број ових метода је стандардизован и примењују се успешно како у науци тако и у пракси. Могућност процене квалитета дубећих стабала, нарочито у раним фазама инфекције гљивама или детекције унутрашњих пукотина које значајно утичу на физичка и механичка својства дрвета, важна су допуна у процени ризика за стабло. Поред

полудеструктивних метода (мерење отпора бушењу, вађење и анализа извртака - фрактометар, тест смицања на сљубници, тест затезања микроузорака, мерење отпора при вађењу вијака, мерење тврдоће и влажности дрвета, идентификација ботаничке врсте и дендрохронологија) значајно место, у тестирању живих стабала и процени квалитета дрвета, све више заузимају недеструктивне (акустичне и на бази зрачења) методе испитивања. У акустичне технике спадају методе на бази одређивања брзине простирања звука, ултразвучне методе, методе које раде на принципу емисије звука, вибрационе технике и акустична томографија. Углавном се користе анализе звучних и ултразвучних таласа пропуштених кроз дрво. Технике зрачења су најбројније, а у зависности од врсте и карактера уређаја које користе, и најскупље и најмодерније недеструктивне технике испитивања дрвета. Тренутно постоји све већи интерес за развојем и коришћењем јефтинијих технологија за процену квалитета дрвета.

Код полудеструктивних метода, фрактометар је често коришћен уређај у практичним и научним истраживањима. Уређај се користи за мерење чврстоће и осталих механичких особина дрвета из извртка – узорка узетог Преслеровим сврдлом са одређеног дела стабла или гране. До сада су развијене две верзије уређаја, као полудеструктивног алата, фрактометар 1 који мери максималну силу и угао лома при оптерећењу савијањем и фрактометер 2 који поред ова два својства мери и својства дрвета под притиском. У зависности од тога који се уређај користи, могу се одредити вредности силе лома и чврстоће при савијању и(ли) притиску. Штавише, могуће је идентификовати фазу штете проузроковане труљењем. Притисна чврстоћа измерена на малом узорку је добар показатељ квалитета јер је у високој корелацији са разградњом изазване дејством гљива (Chiu et al. 2006, Rinn et al. 1996). Основне карактеристике фрактометра су да даје релативно брзо резултате, лак је за употребу, наноси минималну штету стаблима и може да врши директно мерење чврстоће помоћу извртака малог пречника.

Брзина звучних таласа се користи, као недеструктивни метод, у предвиђању физичких и механичких својстава и унутрашњих оштећења у дрвету. Многи истраживачи проучавали су везу између механичких својстава дрвета и брзине таласа (Ishiguri et al. 2012, Tannert et al. 2010, Li et al. 2016, Yue et al. 2019). Оштећења у дрвету често резултирају лошијим квалитетом и брзином ширења акустичног таласа, тако да време простирања звучног таласа пружа корисне информације о физичко-механичким својствима дрвета (Goh et al. 2018). Инструменти за ову намену углавном мере брзину ултразвучних или звучних таласа у дрвету. Главна разлика између њих је то што ултразвучни талас настаје звучним импулсима познате фреквенце, док за напонски звучни талас то није случај. Брзина простирања звука зависи од врсте дрвета и његових карактеристика, при чему је потребно успоставити референтне брзине чистог дрвета како би се поставили критеријуми за сваку врсту. Према досадашњим резултатима брзина звука је највећа у аксијалном правцу и највећи број испитивања је урађен праћењем корелације између лонгитудиналне брзине звука и својстава дрвета. У попречном правцу, код већине врста, таласи се брже крећу у радијалном смеру и та се брзина смањује како се путања ширења таласа помера ка тангенцијалном правцу. Веома је интересантно упоредити за

поједине врсте дрвета квалитет добијених статистичких модела уколико се брзина користи у аксијалном или у радијално/тангенцијалном правцу.

3. ПОЗНАВАЊЕ ПРОБЛЕМАТИКЕ НА ОСНОВУ ИЗАБРАНЕ ЛИТЕРАТУРЕ

Примена фрактометра је дала добре резултате код испитивања чврстоће на притисак у попречном смеру и са тим су се сложили скоро сви истраживачи који су се бавили овом проблематиком, док су код чврстоће на савијање и угла лома ставови различити (Matheny (1999); Tang (2016); Ganesan (2010)).

На пример, Matsumoto et al. (2008) су испитали две јапанске четинарске врсте, *Criptomeria japonica* и *Pinus densiflora*. Стабла су тестирана фрактометром, мерене су радијалне промене чврстоће на савијање и притиска извртака. Такође су тестирани стандардни узорци на својства статичког савијања и статичке чврстоће на притисак паралелне са влаканцима у сировом стању влажности. Аутори нису пронашли корелацију између чврстоће на савијање извртака и статичке чврстоће на савијање стандардних узорака. Уочили су значајну корелацију између притисне чврстоће измерене фрактометром и чврстоће на притисак паралелне са влаканцима измерене стандардним методама. Закључили су да се својства дрвета, углавном чврстоћа на притисак дрвета, могу проценити чврстоћом на притисак извртка мереном фрактометром.

Примена звука је дала одличне резултате у процени динамичког модула еластичности на основу ког се могу проценити и друга механичка својства, као што су статички модул еластичности и тврдоћа дрвета (Jayne 1959; Kaiserlik i Pellerin 1977; Pellerin 1965; Ross i Pellerin 1988). Guntekin at al. (2013) спровели су студију на бруцијском бору (*Pinus brutia Ten.*) у покушају да нађу зависност између брзине звука и савојне чврстоће на три места у стаблу. Добили су висок коефицијент корелације (0.84) између динамичког модула еластичности добијеног на основу брзине звука и савојне чврстоће дрвета. Резултат је показао да је динамички модул еластичност бољи за процену савојне чврстоће од статичког модула еластичности.

Поређењем ове две методе, где би се добиле вредности притисне чврстоће попречно на влаканца фрактометром, динамички модул еластичности и промена густине преко измерене брзине протока звучних таласа би дали довољно података за прилично прецизну процену квалитета дрвета живих стабала.

До сада су се овим техникама користили истраживачи у Јапану (Ishiguri 2012, Matsumoto 2010) и објавили велики број студија вршених на егзотама. Након бројних испитивања за више од 10 година, аутори су истакли да је анализа фрактометром и акустичним таласима веома погодна за процену квалитета дрвета живих стабала и да је задовољавајуће прецизности. Међутим, не постоји довољно студија о примени ових метода на храстовима. Неке врсте храстова су испитиване фрактометром (Matheny et al. 1999) и звучним таласима (Ross, Pellerin 1994), и потврђена је хипотеза да се овим методама могу проценити испитивана својства.

Црвени храст као алохтона врста која је показала веома добру прилагодљивост нашим условима и која је сличног квалитета као и наши најквалитетнији храстови,

лужњак и китњак, у будућности би могао да има већу улогу како у пошумљавању због високе клијавости семена и доброг прираста стабала, тако и у преради дрвета због потенцијално доброг квалитета и естетских особина дрвета. Црвеног храста у Србији, за сада, има мало, али постоје значајне састојине у околини Београда. Квалитет његовог дрвета до сада на нашим просторима није истраживан, с тога би било од научног и практичног значаја да се проуче својства дрвета ове изузетно отпорне и брзорастуће врсте храста, који је веома квалитетан материјал за прераду у дрвној индустрији. Истом приликом, била би испитана могућност примене комбинације ових метода, које до сада код нас нису биле коришћене, а истраживачи у развијеним земљама их примењују већ дужи низ година. С обзиром да је реч о недеструктивним и полудеструктивним методама, треба напоменути да се њиховом применом стабла не оштећују, а добијају се поуздане процене квалитета дрвета.

Литература

1. FAO. 2010. Global forest resources assessment. Forestry Department. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>

2. Palmberg-Lerche, Ch., Iversen, P.A. and Sigaud, P. (Editors) 2001. Global data on forest plantations re- sources. In: Forest genetic resources. FAO, Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/004/Y2316E/y2316e0b.htm>

3. Fenning, T.M. and Gershenzon, J. 2002. Where will the wood come from? Plantation forests and the role of bi- otechnology. Trends in Biotechnology 20(7): 291-296.

4. Стратегија развоја шумарства Републике Србије (Forestry development strategy of the Republic of Serbia), Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, 2013, стр. 1-91. (<https://upravazasume.gov.rs/wp-content/uploads/2015/12/Strategija-razvoja-sumarstva.pdf>)

5. Štefančík, I. 2011. Structure and development of red oak (*Quercus rubra* L.) stand with different functions. Lesnícky Časopis – Forestry Journal 1, 32–41. (in Slovak).

6. Rédei, K., Csiha, I., Keserű, Z.S., Rásó, J. and Győri, J. 2010. Management of red oak (*Quercus rubra* L.) stands in the Nyírség forest region (Eastern Hungary). Hung. Agr. Res. 3, 13–17.

7. Valeriu-Norocel, N., Vor, T., Mason, W. L., Bastien, J.-C., Brus, R., Henin, J.-M., Kupka, I., Lavnyy, V., La Porta, N., Mohreno, F., Petkova, K., Rédei, Károly., Štefančík, I., Wąsik, R., Perić, S. and Hernea, C. 2019. Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L., syn. *Q. borealis* F. Michx.) in Europe: a review, Forestry 2018; 00, 1–14, doi:10.1093/forestry/cpy032

8. База података ЈП „Србијашуме“, 2019. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде

9. Gubka, K. and Špišák, J. 2010. Prirodzená obnova duba červeného (*Q. rubra* L.) na výskumných plochách Semerovce (LS Šahy). In Knott R., Peňáz J., Vaněk P. (eds). Pěstování lesů v nižších vegetačních stupních. Brno, Mendel University in Brno, 30–34.

10. Vansteenkiste, D., De Boever, L., & Van Acker, J. (2005). Alternative processing solutions for red oak (*Quercus rubra*) from converted forests in Flanders, Belgium. In Proceedings of the COST Action E44 Conference on Broad Spectrum Utilization of Wood at BOKU Vienna, Austria, June 14-15, 2005 (pp. 13-26). Universität für Bodenkultur Wien.

11. Šoškić, B., Govedar, Z., Todorović, N., & Petrović, D. (2007). Osnovna fizička svojstva drveta smrče (*Picea abies* Karst.) iz kultura. Glasnik Šumarskog fakulteta, 96, 97-110.

12. Green, D. W., & McDonald, K. A. (2007). Investigation of the mechanical properties of red oak 2 by 4's. *Wood and fiber science*, 25(1), 35-45.
13. Todorović, N., Popović Z., Milić G., Veizović M. (2018). Properties of less valuable parts of beech and sessile oak after thermal modification" 8th Hardwood conference with special focus on new aspects on hardwood utilization - from science to technology, 121-122.
14. Bakar, B. F. A., Hiziroglu, S., & Tahir, P. M. (2013). Properties of some thermally modified wood species. *Materials & Design*, 43, 348-355.
15. Zhou, Q., Tu, D., Liao, L., & Guo, Q. (2013). Variation of equilibrium moisture content of heat-treated *Couratari oblongifolia*, *Fraxinus excelsior*, and *Quercus rubra* wood. *BioResources*, 8(1), 182-188.
16. Čabalova, I., Kačík F., Lagana R., Vybohova E., Bubenikova T., Čanova I., Durkovič J. (2018). "Effect of thermal treatment on the chemical, physical and mechanical properties of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) wood" *BioRes* 13 (1), 157-170.
17. Matheny, Nelda P., et al. "Assessment of fracture moment and fracture angle in 25 tree species in the United States using the Fractometer." *Journal of Arboriculture* 25 (1999): 18-23.
18. Ganesan, S. K., and M. Abdul Hamid. "Survey of wood strength properties of urban trees in Singapore using the Fractometer II." *Journal of tropical forest science* (2010): 97-105.
19. Tang, A. M. C., Chu, P. P. L., Leung, M. W. K., Chu, L. M., & Liao, W. H. (2016). EVALUATING WOOD STRENGTH PROPERTIES OF SUBTROPICAL URBAN TREES USING FRACTOMETER II. *Journal of Tropical Forest Science*, 249-259.
20. Chiu, C. M., Wang, S. Y., Lin, C. J., Yang, T. H., & Jane, M. C. (2006). Application of the fractometer for crushing strength: juvenile-mature wood demarcation in *Taiwania* (*Taiwania cryptomerioides*). *Journal of wood science*, 52(1), 9-14.
21. Rinn, F., Schweingruber, F. H., & Schär, E. (1996). Resistograph and X-ray density charts of wood. Comparative evaluation of drill resistance profiles and X-ray density charts of different wood species. *Holzforschung-International Journal of the Biology, Chemistry, Physics and Technology of Wood*, 50(4), 303-311.
22. Wegst, U. G. (2006). Wood for sound. *American Journal of Botany*, 93(10), 1439-1448.
23. Goh, C. L., Rahim, R. A., Rahiman, M. H. F., Talib, M. T. M., & Tee, Z. C. (2018). Sensing wood decay in standing trees: A review. *Sensors and Actuators A: Physical*, 269, 276-282.
24. Ishiguri, F., Takeuchi, M., Makino, K., Wahyudi, I., Takashima, Y., Iizuka, K., ... & Yoshizawa, N. (2012). Cell morphology and wood properties of *Shorea acuminatissima* planted in Indonesia. *IAWA journal*, 33(1), 25-38.
25. Tannert, T., Anthony, R. W., Kasal, B., Kloiber, M., Piazza, M., Riggio, M., ... & Yamaguchi, N. (2014). In situ assessment of structural timber using semi-destructive techniques. *Materials and structures*, 47(5), 767-785.
26. Li, G., Weng, X., Du, X., Wang, X., & Feng, H. (2016). Stress wave velocity patterns in the longitudinal-radial plane of trees for defect diagnosis. *Computers and electronics in agriculture*, 124, 23-28.
27. Yue, X., Wang, L., Wacker, J. P., & Zhu, Z. (2019). Electric resistance tomography and stress wave tomography for decay detection in trees—a comparison study. *PeerJ*, 7, e6444.

28. Matsumoto, K., Ishiguri, F., Wahyudi, I., Takashima, Y., Shimizu, K., Iizuka, K., ... & Yoshizawa, N. (2010). Application of fractometer for wood property evaluation in five Indonesian plantation species. *Bulletin of the Utsunomiya University Forests*, (46), 1-6.
29. Chiu, C. M., Wang, S. Y., Lin, C. J., Yang, T. H., & Jane, M. C. (2006). Application of the fractometer for crushing strength: juvenile-mature wood demarcation in Taiwan (Taiwan cryptomerioids). *Journal of wood science*, 52(1), 9-14.
30. Šoškić, B., Popović, Z. (2002). *Svojstva drveta*. Šumarski fakultet.
31. Jayne, B. A. (1959). Vibrational properties of wood as indices of quality. *Forest Prod. J.* 9 (11):413-416.
32. Kaiserlijk, H. and Pellerin R. E., (1977). Stress wave attenuation as an indicator of lumber strength. *Forest Prod. J.* 27(6):39-43.
33. Pellerin, R. E. (1965). A vibrational approach to nondestructive testing of structural lumber. *Forest Prod. J.* 15(3):93-101.
34. Guntekin, E., Emiroglu, Z. G., & Yilmaz, T. (2013). Prediction of bending properties for turkish red Pine (*Pinus brutia* Ten.) lumber using stress wave method. *BioResources*, 8(1), 231-237.
35. Matheny, N. P., Clark, J. R., Attewell, D., Hillery, K. A., Graham, W., & Posner, G. (1999). Assessment of fracture moment and fracture angle in 25 tree species in the United States using the Fractometer. *Journal of Arboriculture*, 25, 18-23.
36. Ross, R. J., & Pellerin, R. F. (1988). NDE of wood-based composites with longitudinal stress waves. *Forest Products Journal*, 38(5), 39-45.

4. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Основни циљ истраживања је утврђивање основних анатомских и физичко-механичких својстава дрвета црвеног храста као и могућности одређивања квалитета дрвета у дубећим стаблима применом фрактометра и акустичног томографа. Црвени храст је врста која се добро прилагодила нашем поднебљу, има велики прираст и краћи период опходње од свих других врста храстова и било би веома интересно за шумарску науку и праксу утврдити каква су његова својства и упоредити их са квалитетом најзначајнијих домаћих врста из рода *Quercus* L. (пре свега китњаком и лужњаком).

Основни задаци овог истраживања обухватају:

1. Утврђивање макроскопских (ширине прстенова прираста, учешћа бељике и срчевине, процентуалног односа ране и касне зоне), микроскопских (дужина дрвених влакана и број дрвених влакана по јединици површине), физичких (густина и влажност) и механичких (чврстоћа на савијање и модул еластичности при савијању) својстава црвеног храста као алохтоне врсте у Србији;
2. Одређивање зависности између параметара добијених са извртака одређених помоћу фрактометра и анализираних физичко-механичких својстава дрвета;
3. Одређивање зависности између брзине провођења звука и анализираних физичко-механичких својстава дрвета црвеног храста;
4. Развијање адекватних статистичких модела за одређивање квалитета дрвета у дубећим стаблима коришћењем фрактометра и звучних таласа.

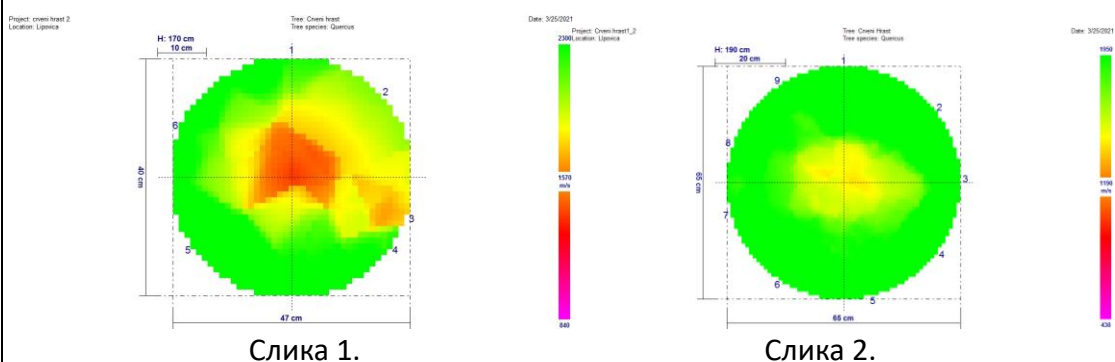
5. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

На основу претходних сазнања и резултата прелиминарних истраживања о својствима црвеног храста и о употреби фрактометра и звучних таласа за процену квалитета дрвета у дубећим стаблима можемо поставити научно засноване хипотезе које ће бити потврђене или оповргнуте:

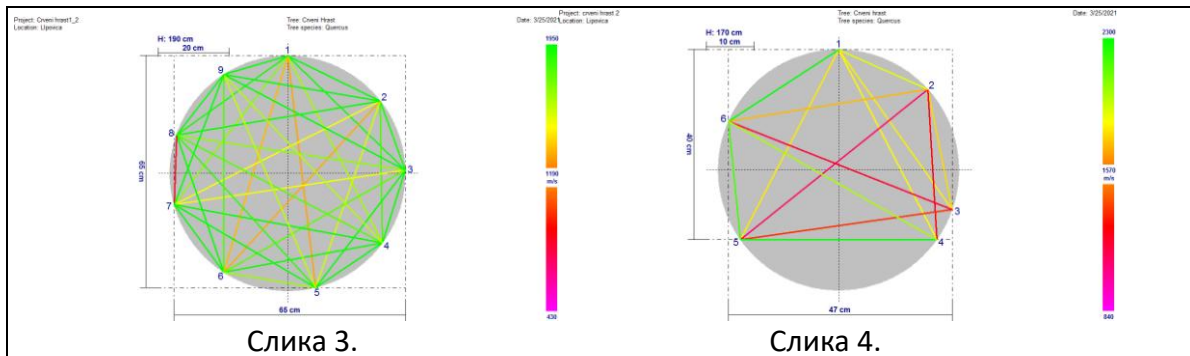
- Да ће утврђена анатомска, физичка и механичка својства црвеног храста указати на поље употребе његовог дрвета у индустрији намештаја и производа од дрвета;
- Да постоји зависност између својстава извртака добијених помоћу фрактометра и својстава дрвета црвеног храста;
- Да је могуће развити модел за процену квалитета дрвета у дубећим стаблима црвеног храста на основу анализираних својстава извртака;
- Да постоји зависност између акустичних својстава (у трансверзалном правцу) дрвета и анализираних својстава дрвета;
- Да је могуће развити модел за процену квалитета дрвета у дубећим стаблима црвеног храста применом фрактометра и акустичног томографа.

6. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У сврху прелиминарног истраживања израђени су дводимензионални ултразвучни томограми дебла црвеног храста, на висини од 20 и 190 cm од нивоа тла и представљени на сликама 1. и 2.



Са десне стране приказана је скала градације различитих брзина звучних таласа по бојама. Горњи део спектралне скале (зелени) одговара максималној брзини звучног таласа у непромењеном (здравом) дрвету. Доњи део спектралне скале (пурпурни) одговара готово нултој брзини звучног таласа, што указује на присуство подручја унутар дебла, које није испуњено дрвним ткивом. Подручје обојено у црвено, одговара минималној брзини звука у неструктурираном (растреситом) материјалу, највероватније у шупљини испуњеној продуктима распадања мртвог дрвета.



На сликама 3. и 4. приказане су линије различитих звучних таласа између сензора при чему се измерене брзине, у трансверзалном правцу код дрвета црвеног храста, у интервалу од 1150 до 1950 m/s. Према досадашњим резултатима, на бази добијених брзина звука формира се томограм-слика пресека који показује у ком делу дрвета је присутан различит квалитет дрвета односно биолошко или механичко оштећење. Са друге стране, различита боја, снимљена на попречном пресеку коришћењем акустичног томографа, показује и различита својства дрвета. Међутим, оваква констатација не указује на прецизнију оцену и није довољна у одлуци о томе да ли утврђене вредности својстава испуњавају стандарде за одређену намену тог дрвета и добијање одређених производа. Ова почетна истраживања су отворила једно важно поље проширења примене ове неинвазивне методе у процени квалитета дрвета.

Поред примене акустичног томографа као неинвазивне методе, у прелиминарном делу истраживања испитаће се и зависност између вредности параметара добијених фрактометром и лабораторијски добијених вредности својстава дрвета црвеног храста. Коришћењем статистичке анализе утврдиће се и који параметри фрактометра највише утичу на истражена својства дрвета и процењују о каквом квалитету дрвета се ради.

У главном истраживању прикупљање података обавиће се у оквиру три огледне површине са различитим састојинским условима: Бруске шуме – околина Бруса у Централном делу Србије, Дебели Луг – Борски Округ у источном делу Србије и Степин Луг – Београдске шуме у југоисточноим делу Београда. Критеријуми за избор састојина условљени су различитим станишним условима на којима су подигнуте шуме црвеног храста. На терену ће бити прикупљени подаци о климатским факторима, својствима састојине и педолошким својствима земљишта.

За истраживање одабраће се по три стабла са приближно истим пречником на свим састојинама. На стаблима ће се, на прсној висини – 1,3 м и на средњој висини технички највреднијег дела дебла извршити мерење звучних параметара путем акустичног томографа и вађење радијалних извртака пречника 5 mm Преслеровим сврдлом. На изврцима ће се одредити ширина прстена прираста, учешће касног дрвета, густина и влажност и измерити механичка својства путем фрактометра: чврстоћа на притисак, чврстоћа на савијање паралелно са влаканицама и угао лома фрактометром. Утврђене вредности ће се поставити у корелацију са анализираним физичким и механичким својствима дрвета. После обарања стабала, на истим висинама изрезаће се котурови и трупчићи за одређивање основних анатомских, физичких и механичких својстава дрвета у лабораторијским условима. Измерене

трансверзалне брзине звука ће се, помоћу густине дрвета, користити за израчунавање динамичког модула еластичности и утврдити његова корелација са измереним физичким и механичким својствима.

Након свих мерења, извршиће се статистичка обрада и анализа добијених резултата. Добијени подаци, односно анализирана својства, обрадиће се одговарајућим процедурама коришћењем статистичких софтвера *Statistica* и *Statgraphics Centurion*. Урадиће се дескриптивна статистика (средње вредности, стандардна девијација, као и опсег варирања, тј. минималне и максималне вредности анализираних својстава). За процену статистичке сигнификантности разлике анализираних својстава биће урађена једнофакторијелна анализа варијансе (ANOVA). За потврду значајности разлика, односно повезаности између појединих мерених и изведених параметара, користиће се *post hoc* тест вишеструког поређења са нивоом поверења 95%. Обрадом података утврдиће се да ли постоје статистички значајне разлике између средњих вредности анализираних својстава и за која су својства оне најизраженије. У циљу утврђивања постојања разлика између истраживаних својстава вршиће се регресиона анализа, а ради одређивања јачине линеарне корелације биће израчунати коефицијент корелације и коефицијент детерминације. За утврђивање зависности између звука и својстава дрвета, као и параметара фрактометра и квалитета дрвета користи ће се линеарна и мултиваријациона анализа која ће показати утицај више измерених параметара на квалитет дрвета. Очекивани резултати представљаће моделе који би се касније по потреби прилагодили у зависности од тога који од добијених модела буде показивао најбоље статистичке параметре.

7. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС

Резултати који се очекују треба да потврде или оповргну могућност коришћења фрактометра, као полудеструктивне, и акустичног томографа, као недеструктивне методе, у процени квалитета дрвета у стаблима црвеног храста.

Основни допринос овог истраживања се састоји у расветљавању до сада неиспитаних зависности између параметара добијених на дубећем стаблу различитим методама и квалитета дрвета. Поред тога, добијени резултати ће показати каква су својства дрвета црвеног храста у поређењу са својствима најзначајнијих индустријских врста у Србији из рода *Quercus* L. – храста китњака и лужњака.

Ово истраживање би истовремено представљало и допринос поређења полудеструктивних и недеструктивних метода испитивања квалитета дрвета. Научна оправданост ове докторске дисертације састоји се у могућности да добијени резултати укажу на то који параметри добијени са дубећег стабла дају најбољу слику о каквом квалитету дрвета се ради.

Практична примена резултата истраживања обухватала би афирмисање коришћења недеструктивних и полудеструктивних метода, као јефтиних техника, у предвиђању својстава дрвета у дубећем стаблу. На бази добијених вредности се може

предвидети даљи примарни и финални технолошки процес прераде и даља употреба дрвета.

На основу претходно наведеног, оквирни садржај докторске дисертације би био следећи:

1. УВОД

2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

3. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА

4. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

5.1 Издвајање огледних површина и избор репрезентативних стабала

5.2 Мерење акустичних параметара на дубећим стаблима

5.3. Мерење својстава извртака из стабала коришћењем фрактометра

5.4 Израда узорака из стабала за лабораторијско одређивање својстава дрвета

5.4.1 Истраживање макроскопских и микроскопских својстава дрвета

5.4.1.1 Учешће бељке и срчевине

5.4.1.2 Ширина прстена прираста

5.4.1.3 Процентуални однос ране и касне зоне

5.4.1.4 Дужина дрвних влакана (либриформа) и број дрвних влакана по јединици површине (mm^2)

5.4.2 Истраживање физичких и механичких својстава дрвета

5.4.2.1 Утврђивање основних физичких својстава дрвета (влажност и густина)

5.4.2.2 Утврђивање основних механичких својстава дрвета (чврстоћа на савијање и модул еластичности при савијању)

6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ЊИХОВА ДИСКУСИЈА

6.1 Анализа макроскопских и микроскопских својстава дрвета црвеног храста

6.1.1 Анализа ширине прстена прираста

6.1.2 Процентуални удео ране и касне зоне

6.1.3 Учешће бељике и срчевине

6.1.4 Дужина дрвних влакана (либриформа) и број дрвних влакана по јединици површине (mm^2)

6.2 Анализа основних физичких и механичких својстава дрвета црвеног храста

6.2.1 Влажност и густина

6.2.2 Чврстоћа на савијање и модул еластичности при савијању

6.3 Анализа својстава дрвета црвеног храста мерена фрактометром

6.3.1 Чврстоћа на савијање извртака

6.3.2 Чврстоћа на притисак извртака

6.3.3 Угао лома извртака

6.4 Анализа акустичних својстава дрвета црвеног храста утврђених применом акустичног томографа

6.5 Утврђивање корелације између својстава дрвета и параметара добијених помоћу фрактометра

6.6 Утврђивање корелације између својстава дрвета и параметара добијених помоћу акустичног томографа

6.7 Поређење добијених статистичких модела применом фрактометра и акустичног томографа

7. ЗАКЉУЧЦИ

8. ЛИТЕРАТУРА

9. ПРИЛОЗИ

VI ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Након обављене анализе поднете пријаве докторске дисертације кандидаткиње дипл. инж. Иване Живановић, Комисија констатује да је кандидаткиња за предмет докторске дисертације одабрала са научне, стручне и апликативне стране изузетно значајну тему. Допринос ове тезе ће бити у томе што ће у великој мери расветлити проблематику анатомских и физичко-механичких својстава дрвета црвеног храста, који је са еколошког и економско-производног аспекта изузетно интересантна врста. Кандидаткиња ће изнети резултате процене физичко-механичких својстава дрвета на основу параметара измерених на дубећем стаблу коришћењем акустичног томографа и фрактометра.

На основу поднете пријаве теме докторске дисертације кандидаткиње дипл. инж. Иване Живановић, као и на основу обављених анализа поднетог извештаја и закључака, Комисија предлаже Наставно-научном већу Шумарског факултета у

Београду да донесе позитивну одлуку о прихватању поднете пријаве теме докторске дисертације дипл. инж. Иване Живановић под називом „**Могућност процене квалитета дрвета у стаблима црвеног храста (*Quercus rubra* L.) применом акустичног томографа и фрактометра**“

За ментора докторске дисертације, Комисија предлаже др Небојшу Тодоровића, ванредног професора Универзитета у Београду – Шумарског факултета који испуњава услове наведене у акредитационим правилима високошколских установа и допунским критеријумима. Кандидат има референце из научне области којој тема припада и испуњава друге услове из Стандарда.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. др Небојша Тодоровић, ванредни професор,
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

2. др Драгица Вилотић, редовни професор
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

3. др Ранко Попадић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

4. др Бранко Стајић, редовни професор
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

5. др Алеш Страже, ванредни професор
Универзитет у Љубљани, Биотехнички факултет
