

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ  
ШУМАРСКОМ ФАКУЛТЕТУ

**Предмет:** Оцена израђене докторске дисертације М.Сс. Милене Анђелић, дипл.инж.шум.

<p><b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b></p> <p>Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду Шумарског факултета бр. 01-2/63 од 28.04.2021. године, одређена је Комисија за оцену израђене докторске дисертације кандидаткиње М.Сс. Милене Анђелић, дипл.инж.шум., под насловом: „Удео алувијалне издани у билансу вода дозревајућих стабала лужњака (<i>Quercus robur</i> L.) на подручју одбране од поплава Равног Срема у ограђеном ловишту „Црни Луг““, у саставу:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>др Зоран Никић</b>, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарског факултета,</li><li>2. <b>др Ратко Ристић</b>, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарског факултета,</li><li>3. <b>др Мартин Бобинац</b>, редовни професор Универзитет у Београду - Шумарског факултета,</li><li>4. <b>др Нада Драговић</b>, редовна професорка Универзитет у Београду - Шумарског факултета,</li><li>5. <b>др Дејан Миленић</b>, редовни професор Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета,</li><li>6. <b>др Мирјана Тодосијевић</b>, ванредна професорка Унивезитета у Београду - Шумарског факултета.</li></ol> <p>Чланови Комисије су проучили достављену докторску дисертацију, оценили њену научну вредност и подносе следећи</p> <p style="text-align: center;"><b>ИЗВЕШТАЈ</b></p>
<p><b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Милене Анђелко Анђелић</b></li><li>2. Датум и место рођења, општина, држава: <b>05. 08. 1988. Београд, Савски венац, Србија</b></li><li>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе:</li></ol> <p>На основу члана 86. став 2., члана 99. став 6. и члана 100. став 7. Статута Универзитета у Београду и чл. 51. и 92. став 2. и члана 154. Статута Универзитета у Београду - Шумарског факултета, Наставно-научно веће Факултета, на својој седници одржаној</p>

17.01.2008. године, усвојило је Правилник о докторским студијама, према коме, на основу члана 4, докторске студије може уписати лице које је завршило основне студије и стекло звање дипломираног инжењера (VII-1 степен) према прописима који су важили до ступања на снагу Закона о високом образовању, са најмањом просечном оценом 8 (осам) и познавањем најмање једног светског језика у мери да се може користити страном литературом.

### III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

**Удео алувијалне издани у билансу вода дозревајућих стабала лужњака (*Quercus robur* L.) на подручју одбране од поплава Равног Срема у ограђеном ловишту „Црни Луг“**

### IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација М.Сс. Милене Анђелић, дипл.инж.шум., садржи укупно 478 стране, од чега је: 358 страна текста; 7 страна литературе; 34 стране са графичким прилозима, 6 страна на којима се налазе биографија и библиографија кандидата, као и изјаве о ауторству, о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу и на крају 73 стране апендикса са резултатима мерења.

Докторска дисертација садржи 193 табеле и 216 слика. Списак релевантне литературе, везане за област истраживања, садржи 118 референци. На почетку текста докторске дисертације, налазе се кључне документационе информације и резиме, на српском и енглеском језику, са кључним речима, легенда коришћених стандардних ознака, скраћеница и акронима и садржај.

Текст је подељен у 7 нумерисаних поглавља, која су структурирана тако да представљају посебне, али логички повезане целине:

Прво поглавље: 1. УВОД (1-4 стр.) садржи три подпоглавља: 1.1. Предмет истраживања, 1.2. Циљ и значај истраживања, 1.3. Основне хипотезе.

Друго поглавље: 2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА У СВЕТУ И СРБИЈИ (5-9 стр.).

Треће поглавље: 3. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА (10-35 стр.) садржи девет подпоглавља: 3.1. Географски положај, 3.2. Геолошке карактеристике, 3.3. Климатско-метеоролошке прилике, 3.4. Геоморфолошке карактеристике, 3.5. Хидрографске и хидролошке карактеристике, 3.6. Хидрогеолошке карактеристике, 3.7. Педолошке карактеристике, 3.8. Карактеристике шума, 3.9. Храст лужњак (*Quercus robur* L.).

Четрто поглавље: 4. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА (36-77 стр.) садржи три подпоглавља: 4.1. Теоријске основе и теоријска разматрања, 4.2. Врсте и обим изведених теренских истраживања, садржи тринаест подналова: 4.2.1. Рекогносцирање подручја истраживања, 4.2.2. Истражно бушење, картирање језгра, узимање узорка набушеног материјала за анализе уградња пијезометарске конструкције, 4.2.3. Осматрање нивоа подземних вода, 4.2.4. Постављање опреме и праћење протока сока у хидроактивном ксилему храста лужњака, 4.2.5. Постављање опреме и мерење промене прсног пречника стабла храста лужњака, 4.2.6. Постављање опреме и одређивање интерцепције на огледном пољу, 4.2.7. Постављање кишомера и мерење количине падавина, 4.2.8. Израда бушотина и узорковање материјала за одређивање тренутне влажности, 4.2.9. Постављање опреме и праћење тренутне влажности земљишта на дубини од 0.5 m, 4.2.10. Постављање опреме и праћење

атмосферског испаравања, 4.2.11. Климатско – метеоролошки параметри, 4.2.12. Хидролошки параметри, 4.2.13. Остали релевантни подаци, основне методе статистичке обраде података, 4.3. Врсте и обим изведених лабораторијских испитивања, са три поднаслова: 4.3.1. Гранулометријске анализе узорака из бушотина ИБ-1 и ИБ-3, 4.3.2. Гранулометријске анализе (педолошке) узорака и одређивање тренутне влажности узорака из бушотина Р-1/1, Р-1/2, Р-1/3, L-1/1, L-1/2, L-1/3, 4.3.3. Одређивање тренутне влажности земљишта термогравиметријском методом у бушотинама Р-1/1, Р-1/2, Р-1/3, L-1/1, L-1/2, L-1/3.

Пето поглавље: 5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (78-334 стр.), садржи два подпоглавља: 5.1. Основни резултати истраживања, са једанаест поднаслова, 5.1.1. Климатолошки и хидролошки параметри, 5.1.2. Резултати праћења количине падавина и интерцепција, 5.1.3. Количине усвојене воде од стране храста лужњака у функцији времена, 5.1.4. Промене прсног пречника стабла храста лужњака у функцији времена, 5.1.5. Коефицијент филтрације узорака материјала из бушотина ИБ-1 и ИБ-3, 5.1.6. Тренутна влажност и гранулометријски састав узорака из бушотина Р-1/1, Р-1/2, Р-1/3, L-1/1, L-1/2 и L-1/3, 5.1.7. Тренутна влажност земљишта на 0,5 m дубине, 5.1.8. Хидрогеолошки услови на подручју истраживања, 5.1.9. Осцилације нивоа подземних вода на истраживаном подручју, 5.1.10. Величина капиларног издизања, 5.1.11. Квалитет изданских вода, 5.2. Синтеза резултата истраживања, са шест поднаслова, 5.2.1. Упоредна анализа: атмосферских падавина – температуре ваздуха – нивоа подземне вода у пијезометрима ИБ-1 до ИБ-4 – висина капиларног издизања – протока сока у хидроактивном ксилему храста лужњака S-1 и S-2 – промена прсног пречника стабла S-2 храста лужњака – тренутне влажности земљишта на дубини 0,5 m – тренутне влажности узорака из бушотина Р-1/1 до L-1/3, 5.2.2. Промена тренутне влажности у профилу на подручју истраживања током периода изведеног мерења, 5.2.3. Осцилација нивоа подземних вода и количине доступних изданских вода у подручју истраживања, 5.2.4. Капиларно издизање у хидрогеолошком профилу на подручју истраживања, 5.2.5. Приказ водних ресурса на подручју ловишта „Црни луг“, 5.2.6. Удео алувијалне издани у билансу вода за потребе дозревајућих стабала храста лужњака (*Quercus robur* L.) на подручју одбране од поплава Равног Срема у ограђеном ловишту „Црни луг“.

Шесто поглавље: 6. ДИСКУСИЈА О РЕЗУЛТАТИМА ИСТРАЖИВАЊА (335-352 стр.).

Седмо поглавље: 7. ЗАКЉУЧЦИ (353-358 стр.)

ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОЗИ

АПЕНДИКС

Дисертација је написана ћириличним писмом, у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду.

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У **УВОДУ (1.)**, у подпоглављу **Предмету истраживања (1.1.)** кандидаткиња истиче да је храст лужњак (*Quercus robur* L.) најквалитетнија и еколошки највреднија врста дрвета међу свим европским храстовима која расте у различитим климатским условима, па и на простору Србије. Због својих хигрофилних карактеристика које су под директним утицајем различитих видова често све мањих количина неког од водног ресурса (атмосферске, површинске, подземне воде), лужњакове шуме су међу најугроженијим шумама у Европи. На простору Србије, шуме храста лужњака у Срему су високо продуктивне и спадају у технички највредније шуме. Храстове шуме на подручју Панонске низије у току прошлих векова, развијале су се само под утицајем природних

фактора. У таквим условима храст лужњак развија коренов систем који је адаптиран на услове редовних поплава, атмосферских падавина и/или на дугорочно и оптимално снабдевање водама у условима ниског нивоа подземних вода и/или дубоког нивоа подземних вода. Хигрофилне дрвенасте врсте које насељавају алувијалну равн Саве, веома су осетљиве на промену режима влаге у земљишту и реагују губитком прираста, сушењем, што резултира уступањем простора другим врстама и биљним заједницама. У раздобљу од постојања прашума до данас, у посавским шумама Срема вршени су различити захвати, крчење комплекса шума, појединачна сеча стабала, примитивне (грабежне) експлоатације, затим лош и коначно савремен биолошки начин узгајања и пошумљавања. Изградњом од 1904. године насипа за одбрану од великих вода Саве и његовом надоградњом (повећање коте насипа) у периоду од 1946. до 1956. године, измењени су првобитан начин и трајање плављења на подручју Равног Срема. Пре изведених мелиоративних хидротехничких радова поплаве су наступале више пута у пролеће и јесен, према временским приликама. Поплавна вода вршила је на огромним пространима Посавине велики утицај на земљиште и вегетацију због непрекидног доношења и одношења материјала и због великог превлаживања терена. Појава сушења лужњакових стабала у средњедобним, дозревајућим и зрелим састојинама у Срему је условила потребу да се анализира и удео подземних вода у билансу вода које су неопходне за функционалну стабилност храста лужњака у подручју одбране од поплава у Равном Срему. Количина вода потребна храсту лужњаку за оптималан раст и развој на простору Срема до сада није поуздано утврђена директним мерењима. На основу досадашњих сазнања, главни узорци недостатка дела вода односно превлаживања на простору Срема су: изградња насипа за одбрану од великих вода услед које изостаје површинско плављење, релативно скромне количине атмосферских падавина, променљиви литолошки састав повлате алувијалне издани који може бити са коефицијентом филтрације у распону од водопрпусних до водонепропусних творевина, осциловање нивоа подземних вода током године је у зависности од хидролошког стања реке Саве. У подпоглављу **Циљ и значај истраживања (1.2.)** кандидаткиња је формулисала као основни циљ, дефинисање удела количине подземних вода у билансу вода за потребе функционалне стабилности дозревајућих стабала храста лужњака на примеру ограђеног ловишта „Црни луг“ у алувијалној равни реке Саве у Равном Срему. У циљу утврђивања водног биланса неопходно је да се утврди количина атмосферских, површинских и подземних вода које за годину дана усвоји стабло храста лужњака у алувијону Саве на простору ограђеног ловишта „Црни луг“, у Равном Срему. Због тога је потребно да се утврди сезонска потрошња воде храста лужњака како би се одредиле количине за водом у циљу његове функционалне стабилности на подручју истраживања. За разлику од атмосферских вода, подземне воде нису равномерно распоређене и нису доступне лако праћењу и квантификавању, пре свега зато што је њихово простирање па тиме и мониторинг веома комплексан. Алувијална издан, односно хидрогеолошка водоносна средина и хидролошки услови у алувиону Саве као елемент који обезбеђује подземне воде на подручју Равног Срема обједињује водне карактеристике литолошки хетерогених квартарних творевина, просторну дистрибуцију и динамику подземних вода, хидрауличку везу са водама Саве, евапотранспирацију, инфилтрацију, капиларност итд. Удео подземних вода за потребе функционалне стабилности дозревајућих стабала храста лужњака на истраживаном подручју анализиран је помоћу мерења протока сока у хидроактивном ксилему два одрасла храста лужњака, промене прсног пречника стабла на једном храсту лужњаку, осматрања нивоа подземне воде у пијезометрима, мерења висине падавина, сливања падавина низ кору стабла храста лужњака, влаге земљишта, атмосферског испаравања итд. Један од циљева јесте тумачење како и који водни ресурс (у измењеним природним водним условима) има важан утицај на функционалну стабилност храста

лужњака на истраживаном подручју. Значајан допринос дисертације биће и грубо сагледавање елемената за потребе пројектовања и успостављања делотворних и економичних хидротехничких мера које би подземне воде ставиле у функцију остваривања повољних водних станишних услова за функционалну стабилност храста лужњака на подручју истраживања и уопште, алувиона Саве. Јер у будуће занемаривање познавања количина усвајања подземних вода од стране храста лужњака може да доведе до прецењивања значаја и количина других видова водног ресурса, што за последицу може имати проблематичну стратегију управљања шумама храста лужњака на овом простору. У подпоглављу **Основне хипотезе (1.3.)** кандидаткиња је приказала полазну хипотезу рада, а то је да на простору ограђеног ловишта „Црни луг“, као и у другим алувијалним деловима у Равном Срему који су насипом брањени од поплавних вода реке Саве, за потребе функционалне стабилности дозревајућих стабала лужњака удео подземних вода у укупном билансу вода алувијалне издани је од суштинске важности. Како су у питању биљне заједнице хигрофилних врста које се јављају у алувијалној равни Саве који је насипом одвојено од плавних вода Саве, као полазни основ истраживања усвојено је сагледавање биланса вода, односно које су то количине вода потребне за функционалну стабилност храста лужњака. Такође, једна од хипотеза јесте да су количине вода које се користе из подземних водних ресурса надоместиле релативно скромне количине атмосферских вода на овом простору. У циљу потврде полазне хипотезе коришћена је техника за процену усвајања воде познате као термална метода мерења протицаја сока у хидроактивном ксилему одраслог храста лужњака, промена прсног пречника стабла на једном храсту лужњаку, осматрања нивоа подземне воде у пијезометрима, мерења висине падавина, сливања падавина низ кору стабла храста лужњака, величина атмосферских падавина, влаге земљишта, величина атмосферског испаравања итд. Потреба да се изучи колико и који водни ресурси, и промена њихових доступних количина, утичу на функционалну стабилност храста лужњака на истраживаном подручју у Равном Срему, неопходна је ради умањења последица његовог сушења због недостатка вода, а кроз правилно управљање водним ресурсом који је на располагању применом техничких решења.

У поглављу **ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА У СВЕТУ И СРБИЈИ (2.)** кандидаткиња је обрадила најважније литерарурне изворе, од значаја за предметну тему, почевши од XIX века, закључно са најновијим наводима из домаће и светске научне и стручне литературе. Један део се односи на приказ проблема сушења храстових шума на простору Равног Срема, кроз приказ важних елемената почевши од XIX века. Указује се да је обимна сеча извршена као последица велике „коњуктуре славонске“ храстовине на европском тржишту у XIX веку, када су посечени огромни простори некадашњих прашума низијских шума на подручју Посавине у периоду од 1830. до 1870. године. Наводе се бројни аутори који у радовима анализирају сушење храста лужњака на простору Посавине уз навођење проблема која су распону од елемената природне средине до организационих за предметне шуме. Истиче мишљење да у условима довољних количина воде у земљишту током влажних периода и када је мала потенцијална евапотранспирација, падавине и површинске воде подмирују захтеве за транспирацију дрвећа, а у сушним периодима падавине и подземне воде подмирују само део воде за стварну евапотранспирацију. Потребне за коришћењем подземних вода, повећавају се када количине вода у зони аерације достигну границу смањене доступности за коренов систем и тада, подземне воде обезбеђују део који је неопходан за евапорацију. За важне међународне документе који алувијалне-хигрофилне шуме дефинишу као приоритетна станишта у Србији наводи Habitat Directiva EEC/94/43 (1992/b) и Бернску конвенцију (1979). Други део овог поглавља анализира проблеме везане за технике које се користе за процену

усвајања воде од стране стабла храста лужњака. Истраживање утицаја ограничених водних количина на дрвеће захтева примену прецизних техника за одређивање количине усвајања вода од стране дрвећа. Указује да је овај елемент значајан за разумевање транспорта воде, акумулацију и усвајање воде од стране храста лужњака у процесу анализе вида коришћеног водног ресурса. Наведене су методе мерења протока сока у хидроактивном ксилему почев од пионирског рада Huber-a (1932), а засноване на различитим принципима (термо-динамички, електрични, магнетно-хидродинамички и на принципу нуклеарне магнетне резонанце). Истакнуто је да се у свету чешће користе методе засноване на термодинамици. Наведене су следеће главне методе за мерење протока сока и њихови аутори: брзина топлотног пулса (HPV), топлотна равнотежа у делу дебла (ТНВ), топлотна равнотежа у целом стаблу (SHB), расипање топлоте (HD), деформација топлотног поља (HFD). За прорачун протока сока најшире су прихваћене термалне методе које омогућавају константно мерење протока сока у хидроактивном ксилему помоћу разлике температуре у сондама. Проток сока кроз хидроактивни ксилем упоређује се са потенцијалном евапотранспирацијом и са влажношћу земљишта који се узимају као фактори средине. Кандидаткиња је на основу изучавања домаће и стране литературе у области сушења храста лужњака на простору Посавине и техника које се користе за процену усвојене воде од стране стабла, направила синтезу најважнијих теоријских достигнућа за ове две области. На тај начин дефинисан је теоријски оквир за конкретна теренска истраживања у предметној дисертацији.

У поглављу **ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА (3.)** кандидаткиња је прво представила **Географски положај (3.1.)** подручја истраживања које се налази у јужном делу Панонске низије и географски припада Подлужју, Посавини, источном Срему, уз леву обалу Саве, у унутрашњем делу изражене кривине Саве између села Бољевци и Прогар, на приближно 30 km западно од Београда. Истраживано подручје припада Јавном предузећу за газдовање шумама „Србијашуме“, Шумском газдинству „Београд“, Шумској управи „Земун“, Газдинској јединици „Прогарска ада - Црни луг - Зидине - Дренска“, ограђеном ловишту „Црни луг“, одељење 14, одсек е. Ограђено ловиште „Црни луг“ је на подручју града Београда и административно припада градској општини Сурчин. Ловиште заузима површину од 973 ha на којој се простиру шуме храста лужњака, затим пољског јасена и тополе. Од великих вода реке Саве ово подручје је заштићено одбрамбеним насипом. У подпоглављу **Геолошке карактеристике (3.2.)** кандидаткиња је приказала геолошку грађу и тектонске карактеристике терена подручја истраживања. Заступљени су само седименти квартарне сатрости, представљени алувијалним творевинама које чине две литолошки различите фације. На површини терена, до дубине 3-4 m заступљена је фација поводња, литолошки представљена прашиновито-глиновитим седиментима. Испод ове фације заступљена је фација алувијалних ситнозрних до средњезрних пескова, моћности око 10-18 m. Песковита фација представља водоносну средину у чијој повлати је фација поводња прашиновито-глиновитих, слабо водопропусних до водонепропусних седимената, а у подини пескова водонепропусни глиновити седименти. У подпоглављу **Климатско-метеоролошке прилике (3.3.)** кандидаткиња је приказала податке за метеоролошке станице за које су анализирани климатолошко-метеоролошки параметри и налазе се у сасатаву мреже станица РХМЗС: Сурчин и Сремска Митровица. За период 1992-2016. година и 2014-2016. година анализирани су параметри: висина падавина, температура ваздуха и релативна влажност ваздуха. У подпоглављу **Геоморфолошке карактеристике (3.4.)** кандидаткиња је истакла да се подручје истраживања налази на алувијалној равни Саве са котима терена у распону 72 m н.м до 74 m н.м., у којој се јављају плитке депресије са „гредама“ између њих, појавама бара и мањих замочварења. Више плитких депресија у терену, дубине 0,60-

1,00 m и ширине 3-5 m, пружају се кроз цело подручје ограђеног ловишта „Црни луг“ и приближно су паралелне току Саве, а представљају делове некадашњих природних канала у зони плављења Саве. У подпоглављу **Хидрографске и хидролошке карактеристике (3.5.)** приказује податке за хидролошке станице на реци Сави, у саставу мреже станица РХМЗС, за које су извршене анализе хидролошких параметара за период 1992-2016. година и 2014-2016. година. Анализирани су максималн, минималан и средњи водостаји за хидролошке станице Сремска Митровица, Шабац, Бељин и Београд, а за Сремску Митровицу и протицаји. Занимљиво је да општи тренд водостаја Саве током периода 1992-2016. године је у порасту на свим мерним профилима. Пораст водостаја региструје се током пролећних и јесењих месеци, а опадање током летњих месеци. У зони истраживаног подручја ограђено ловиште „Црни луг“, анализа водостаја реке Саве спроведена је према вредностима за х.ст. Београд и х.ст. Шабац, а одабир је извршен према услови постојања непрекинутог низа хидролошких осматрања. У подпоглављу **Хидрогеолошке карактеристике (3.6.)** кандидаткиња за подручје ограђеног ловишта „Црни луг“ приказује да у оквиру алувијалних творевина постоји моћна издан збијеног типа која је у директној хидрауличкој вези са водама Саве. Издан је доминантно субартеског типа, ретко фреатског, формирана у средњезрним до ситнозрним песковима са коефицијентом филтрације реда  $10^{-1}$  до  $10^{-3}$  cm/s, (јако добро водопропусна) у чијој повлати су глиновито-прашиновито-песковите творевине са коефицијентом филтрације реда  $10^{-4}$  до  $10^{-6}$  cm/s (слабо до водонепропусна). Прихрањивање збијеног типа издани врши се инфилтрацијом вода реке Саве при високим водостајима, а дренарање истицањем у корито Саве при ниским водостајима и у повлатни полупропусни слој, евапотранспирацијом. У подпоглављу **Педолошке карактеристике (3.7.)** кандидаткиња приказује да је на истраживаном подручју заступљено алувијално земљиште које карактерише повољан гранулометријски састав, релативно високи процент физиолошки активне влаге, водопропусност, повољни капиларни успон вода, добра порозност као и аерација. У подпоглављу **Карактеристике шума истраживаног подручја (3.8.)** кандидаткиња наводи да су промене у режиму површинских вода, изградњом одбрамбеног насипа, утицале на стање састојина и оне су претежно разређене у ловишту „Црни луг“, са бројем стабала храста лужњака између 50 и 150 по хектару. У одељењу 14, одсеку е, три одабрана стабла храста лужњака на којима је вршен низ осматрања, налазе се на прелазу између депресије и греде, на месту где су станишни услови погодни за анализу његове функционалне стабилности када ниво подземних вода доспе на дубину која је већа од дубине укорењавања и доприноса висине капиларног издизања, у функцији времена. Према типолошкој класификацији састојина припада цено-еколошкој групи типова шума лужњака и јове (*Alno-Quercion roboris* Horv. 37.) на семиглејним и неким аутоморфним земљиштима, цено-еколошкој јединици шума лужњака и пољског јасена (*Fraxino-Quercetum roboris* Jov. 51.) на влажним семиглејним и сувљим глејним земљиштима. У подпоглављу **Храст лужњак (3.9.)** кандидаткиња наводи литературне податке и запажања о храсту лужњаку бројних аутора из света и са наших простора. Истиче да род *Quercus* представља једну од најинтересантнијих и најзначајнијих систематских група у дендрофлори читавог света. Лужњак подноси ниске и високе температуре ваздуха и земљишта, лако прокореењује тешка мочварна земљишта, а својом жилом срчаницом која допире 2 m у дубину и латералним корењем допире до нивоа подземних вода и капиларних вода током летњих месеци. Грађа кореновог система, а у вези са тим и његова функција, у великој мери зависи од порозности земљишта и доступности знатних количина влаге. Услови су неповољни за развитак кореновог система ако земљиште није довољно аерисано и ако нема довољно влаге.

У поглављу **МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА (4.)** кандидаткиња је прво представила

**Теоријске основе и теоријска разматрања (4.1.),** а која се састоје од детаљне анализе научне и стручне литературе приказане кроз Концепт теоријских истраживања и затим, Концепт теоријских разматрања. Уз навођење да су дрвенасте врсте у току свог живота изложене утицају различитих чинилаца спољашње средине, истиче да су најзначајнији температура, светлост, влажност земљишта и ваздуха, минералне материје у земљишту, електрицитет, радиоактивност, полутанти и доступност свих видова вода. На основу теоријских и практичних истраживања уочено је да су шуме лужњака и пољског јасена, заступљене у приобалном делу полоја Саве који није директно плављен због изграђеног насипа, изложене су додатном влажењу захваљујући високом нивоу подземних вода. За потребе функционалне стабилности храста лужњака с обзиром на то да је у већем делу Равног Срема елиминисан режим периодичног плављења, значајна су само следећа два извора вода доступна за усвајање: количине вода од атмосферских падавина и количине подземних вода из алувијалне издани. Да би се дефинисале количине атмосферских и подземних вода у процени утицаја на функционалну стабилност зревајућих стабала лужњака током периода изведеног мерења на простору ограђеног ловишта „Црни луг“ у Равном Срему, примењен је приступ заснован на мерењу протока сока у хидроактивном ксилему. Праћењем сезонске промене протока сока у хидроактивном ксилему утврдиће се у ком периоду током периода изведеног мерења које количине вода су доминантне у циљу функционалне стабилности осматраних стабала лужњака. У оквиру Концепта теоријских разматрања приказан је општи, полазни облик билансне једначине вода за хрст лужњак у облику  $Q=A+PL+GW$ , где је  $Q$  – потребна количина вода за функционалну стабилност храста лужњака,  $A$ –количина атмосферских падавина,  $PL$ –количине површинске, плавне воде и  $GW$ –количине подземних вода. У подпоглављу **Врсте и обим изведених теренских истраживања (4.2.)** кандидаткиња је приказала у посебних тринаест поднастова врсту и обима изведених истражних радова, са навођењем примењених метода, коришћене опреме и инструмената. У поднаслову Рекогносцирање подручја истраживања (4.2.1.) описала је предметно подручје и формирање истраживачке станице са следећим предусловима који су испуњени за одабир стабала храста лужњака за осматрања: постојање хомогених станишних услова, здрава и витална стабла у старосној доби преко 70 година, повољни хидрогеолошки услови, релативно уједначени карактеристични литолошки чланови у геолошком профилу, чувана и уређена лужњакова шума и друго. Начин избора стабала за мерење протока сока у хидроактивном ксилему је извршен према следећем правилу: стабло треба да је симетрично изграђено због положаја хидроактивног ксилема у односу на кору; стабло треба да је здраво без регистрованих оштећења, уочљивих знакова напада патогена и механичког оштећења који могу да изазову озбиљну грешку у мерењу протока сока; у близини стабла треба да постоје пијезометри у којима ће се вршити праћење осцилације нивоа подземних вода у повлатном и водоносном слоју; стабло треба да буде у зони где може да се штити инсталирана опрема како не би дошло до оштећивања или одстрањивања од стране трећег лица. У поднаслову Истражно бушење, картирање језгра, узимање узорака набушеног материјала за анализе и уградња пијезометарске конструкције (4.2.2.) приказани су резултати машинске израде четири истражне бушотине (литолошки профил, појава влажења, појава подземних вода и др.) од чега две бушотине су завршене у водоносној средини и дубине су дубине око 10-11 m (ИБ-1, ИБ-3) и две бушотине у повлатној зони дубине око 2 m (ИБ-2, ИБ-4), пијезометарске конструкције уграђене у бушотине, дубине узимања узорака набушеног језгра за израду гранулометријских анализа, метод прорачуна коефицијента филтрације и капиларног подизања. У поднаслову Осматрање нивоа подземних вода (4.2.3.) представљени су идентификациони подаци (координате, пијезометарске конструкције) за урађене четири бушотине (ИБ1 до ИБ-4), као и за седам пијезометара из састава осматрачке



мреже ХЕПС „Ђердап“ и једног пијезометра из састава осматрачке мреже РХМЗС. Ови пијезометри су са подручја истраживања и његовог непосредног окружења, а укључени су у осматрање осцилације нивоа подземних вода у периоду 2015-2016. године. Квалитет подземних вода анализиран је на основу квалитета сирових вода из експлоатационих (рени) бунара (РБ-72, РБ-73, РБ-75) који припадају ЈКП „Београдског водовода“ и у функцији су водоснабдевања, а налазе у непосредном окружењу подручја истраживања, уз леву обалу Саве. Анализирани су резултати квалитета сирове воде из априла 2015. и маја 2016. године. У поднаслову Постављање опреме и праћење протока сока у хидроактивном ксилему храста лужњака (4.2.4.) описано је постављање сонди и опреме за мерење протока сока у хидроактивном ксилему методом Granier-а (1985) на одабрана два стабла храста лужњака (S-1; S-2) и целокупне опреме за аутоматско праћење и регистровање вредности протока преко даталогера (V8, EMS Brno). Примењена је метода топлотне равнотеже у делу дебла (ТНВ), а приказан је начин прорачуна протока сока на основу измерених вредности топлотне разлике сонди у функцији времена. У поднаслову Постављање опреме и мерење промене прсног пречника стабла храста лужњака (4.2.5.) описано је постављање дендрометра (DR26) за мерење промене прсног пречника стабла храста лужњака (S-2) и поступак мерења. У поднаслову Постављање опреме и одређивање интерцепције на огледном пољу (4.2.6) описано је постављање опреме за одређивање количине сливања падавина низ кору стабла храста лужњака (S-3) и метод прерачунавања интерцепције на огледном пољу. У поднаслову Постављање кишомера и мерење количине падавина (4.2.7.) приказано је постављање на огледном пољу једног Hellman-овог кишомера (K-1) у шуми, у зони стабла S-1 и једног кишомера на ливади (K-2) и метод одређивања величине нето падавина. У прорачуне за падавине укључене су и вредности падавина измерених током анализираних периода за још 14 кишомерних станица из мреже РХМЗС-а које се налазе у окружењу истраживаног подручја, а за које су наведени њихови основни подаци. У поднаслову Израда бушотина и узорковање материјала за одређивање тренутне влажности (4.2.8.) приказан је резултат узимања узорака из плитких бушотина (око 4 m) које су ручно извођене у близини одабраних храстова за осматрање и на ливади у непосредној близини кишомера K-2, а у циљу узимања узорак на различитим дубинама и одређивања тренутне влажности и количине воде у њима. У поднаслову Постављање опреме и праћење тренутне влажности земљишта на дубини 0,5 m (4.2.9.) описано је постављање на огледном пољу у близини пијезометра ИБ-2, сонде за осматрање влаге земљишта „in situ“ на дубини 0,50 m (WaterScout SM100) и поступак меморисања података помоћу даталогера (V8) у периоду од јуна до децембра 2015. године и од јануара до новембра 2016. године. Мерене вредности напона сонде SM100, прерачунате су у масене проценте помоћу корелационе анализе са вредностима садржаја влаге за узорак из плитких бушотина одређене термогравиметријском методом. У поднаслову Постављање опреме и праћење атмосферског испаравања (4.2.10.) приказано је постављање Пишеов-ог испаритеља у циљу осматрања атмосферског испаравања на огледном пољу у шуми и метод одређивања вредности испаравања. Мерења атмосферског испаравања изведена су од јуна до новембра 2016. године. У поднаслову Климатско-метеоролошки параметри (4.2.11.) приказани су методи одређивања параметра у циљу утврђивања климатско-метеоролошких прилика/услова у ограђеном ловишту „Црни луг“. Са синоптичких станица Сремска Митровица, Сурчин и Београд – Опсерваторија, за период 1992-2016. године, климатско–метеоролошки услови анализирани су следећи параметри: апсолутно месечно и релативно годишње колебање падавина; средње одступање падавина; термодромски коефицијент; дефицит засићености ваздуха воденом паром; вредност Меуегов-ог квоцијента; потенцијална евапотранспирација и дефицит падавина; релативно атмосферско испаравање; кишни фактор Lang-а; индекс сувоће; облачност;

релативна влажност ваздуха; напон водене паре. Поред наведених параметара у анализи су коришћене и вредности: висине падавина кишомерних станица у саставу РХМЗС и нето падавине које су осматране на постављеним кишомерима у ограђеном ловишту „Црни луг“ током истраживаног периода 2015. и 2016. године. У поднаслову Хидролошки параметри (4.2.12.) приказан је метод одређивања водостаја Саве у зони одељења 14, одсек е, и у зони пијезометара ХЕПС „Ђердап“, у ограђеном ловишту „Црни луг“. Добијене вредности водостаја Саве се доводе у везу са осцилацијом нивоа подземних вода у осматраним пијезометрима. Водостај Саве одређен је апроксимацијом вредности које су регистроване на х.ст. Бељин и х.ст. Београд. У поднаслову Остали релевантни подаци, основне методе статистичке обраде података (4.2.13.) приказано је да током 2015. и 2016. године даталогером (V8) са фреквенцијом мерења на 10 минута, а меморисање података на сваких 30 минута (48 улаза = 24 часа), континуално су регистроване вредности: проток сока у хидроактивном ксилему помоћу сонди Granier-а, промена прсног пречника стабла храста лужњака помоћу дендрометра DR26 и влага земљишта на дубини од 0,50 m помоћу сонде SM100. Регистроване вредности наведених параметара на даталогеру преузете су и анализирани у Microsoft Excel окружењу. У Microsoft Excel окружењу урађен је прорачун следећих статистичких показатеља у циљу анализе и провере промене вредности параметара: коефицијент варијације, коефицијент асиметрије, коефицијент корелације, коефицијент детерминације, коефицијент платикуричности, коефицијент алијенције, индекс сезоне. Статистички програм SPSS Statistics примењен је у статистичкој анализи за следеће параметре: падавине, ниво подземне воде у пијезометрима ИБ-1 и ИБ-3, капиларно подизање нивоа подземне воде у зони пијезометара ИБ-1 и ИБ-3, потенцијална евапотранспирација, проток сока стабла S-1 и S-2, промена пречника стабла S-2. У подпоглављу **Врсте и обим изведених лабораторијских испитивања (4.3.)** кандидаткиња је навела стандарде по којима је су на узорцима урађене гранулометријске анализе методом сејања, хидрометрисања и комбинованом (У.Б1.018) и одређивање влажности земљишта термогравиметријском методом (У.Б1.012). У поднаслову Гранулометријске анализе узорака из бушотина ИБ-1 и ИБ-3 (4.3.1.) дат је списак узорака за гранулометријску анализу са њиховом дубином у наведеним машински урађеним бушотинама. Узорци из набушеног језгра за израду гранулометријске анализе узимани су на 0,5 m међусобног растојања до 10 m, односно 11 m дубине. У поднаслову Гранулометријске анализе (педолошке) узорака и одређивање тренутне влажности узорака из бушотина P-1/1, P-1/2, P-1/3, L-1/1, L-1/2, L-1/3 (4.3.2.) дат је списак са дубином узорака за израду гранулометријске (педолошке) анализе и тренутне влажности термогравиметријском методом из ручно рађених бушотина дубине до 3-4,5 m. У поднаслову Одређивање тренутне влажности земљишта термогравиметријском методом у бушотинама P-1/1, P-1/2, P-1/3, L-1/1, L-1/2, L-1/3 (4.3.3.) дат је списак узорака на којима је одређивна тренутна влажност са њиховим дубинама из ручно изведених бушотина.

У поглављу **РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (5.)** кандидаткиња је у оквиру два подпоглавља, која су са више поднастова, дала синтезни приказ сопствених резултата истраживања. У подпоглављу **Основни резултати истраживања (5.1.)** кроз једанаест поднастова дати су изведни прорачуни и добијени резултати. У поднаслову Климатолошки и хидролошки прорачуни (5.1.1.) за период 1992-2016. и 2014-2016. година представљени су кроз текст, у табелама и графицима-сликама резултати израчунатих (месечних, кварталних, годишњих, вишегодишњих): количина падавина, температура ваздуха и индекс сувоће ваздуха, потенцијална евапотранспирација (ЕТр), водно-ограничени услови за вегетацију и кишни фактор Langa, дефицит/суфицит падавина, релативна влажност ваздуха, облачност. Приказани су резултати хидролошких прорачуна максималног, минималног и средњег водостаја Саве за

период 1992-2016. година на х.ст. Београд и х.ст. Шабац и за период 2014-2016. година на х.ст. Београд, х.ст. Бељин, х.ст. Шабац и х.ст. Сремска Митровица. У зони ограђеног ловишта „Црни луг“ односно у зони пијезометара ХЕПС „Ђердап“ за период 2014-2016. година одређени су минимални, максимални и средњи месечни, квартални и годишњи водостај реке Саве апроксимацијом вредности водостаја за х.ст. Београд (68.28 m н.м.) и х.ст. Бељин (69.99 m н.м.). У поднаслову Резултати праћења количине падавина и интерцепција (5.1.2.) детаљно су анализирани приказани резултати дневних, месечних и сезонских мерења количине падавина у шуми (К-1) и на ливади (К-2) и сливање падавина низ кору стбла храста лужњака (S-3) за период јул, август и новембар 2015. године и од јануара до новембра 2016. године. Приказане су за ограђено ловиште „Црни луг“ месечне и кварталне вредности атмосферског испаравања, дефицит падавина и водно-ограничени услови за вегетацију за период април-новембар 2016. године. У поднаслову Количина усвојене воде од стране храста лужњака у функцији времена (5.1.3.) детаљно су приказани резултати мерења и прорачуна протока сока у хидроактивном ксилему у периоду од априла до новембра 2016. године, на дневном, месечном и сезонском нивоу, а на основу регистрованих вредности температурних разлика у сондама на два стабла храста лужњака (S-1; S-2). Резултати прорачуна вредности хидрауличке кондукције, хидрауличке кондуктивности, специфичне кондукције и тензије ксилема приказане су за стабло S-2, на којем је вршено и мерење промене прсног пречника стабла. На основу симултаних осматрања од априла до новембра 2016. године протока сока и промене прсног пречника дебла код стабла S-2, урађена је корелациона анализа, једнофакторијална анализа АНОВА и регресиона анализа за наведене параметре. У поднаслову Промене прсног пречника стабла храста лужњака у функцији времена (5.1.4.) приказане су на основу мерења промене прсног пречника стабла S-2 за период од априла до новембра месеца 2016. године. Закључено је да је на месечном нивоу највећа промена прсног пречника стабла S-2 у јуну, односно да током маја и јуна 2016. године кулминира годишњи прираст, а потом од јула до новембра вредности опадају. У поднаслову Коефицијент филтрације узорака материјала из бушотина ИБ-1 и ИБ-3 (5.1.5.) су приказани и анализирани резултати гранулометријских анализа за наведене бушотине. Очитавање параметара са гранулометријских кривих и прорачуни коефицијента филтрације урађени су коришћењем софтвера HydroGeoSieveXL2-2. Прорачуни коефицијента филтрације су изведени коришћењем формула Slichter-a, Krüger-a, Hazen-a, Zunker-a, USBR-a, Kozeny-Carmen-a, Terzaghi и Chapuis-a. Установљено је да коефицијент филтрације реда  $10^{-6}$  до  $10^{-4}$  cm/s је на дубинама до 3-4 m, а на већим дубинама, односно до орта бушотине, реда  $10^{-3}$  до  $10^{-1}$  cm/s. Приказани су резултати гранулометријских анализа и коефицијента филтрације за бушотине ХЕПС „Ђердап“-а које се налазе у ограђеном ловишту „Црни луг“. У поднаслову Тренутна влажност и гранулометријски састав узорака из бушотина P-1/1, P-1/2, P-1/3, L-1/1, L-1/2 и L-1/3 (5.1.6.) су приказани и анализирани резултати тренутне влажности из наведених ручно изведених бушотина на узорцима са дубине до 4,5 m одређене термогравиметријском методом. Вредност тренутне влажности, у зависности од дубине узорка и годишње сезоне, у распону је од 5% до око 75%, а коефицијент филтрације реда  $10^{-6}$  до  $10^{-3}$  cm/s. У поднаслову Тренутна влажност земљишта на 0,5 m дубине (5.1.7.) приказани су и анализирани резултати тренутне влажности тла одређиване сондом SM100, на дубини 0,5 m, на дневном, месечном и сезонском нивоу. Највеће вредности су током априла, маја и јуна, затим опадају у августу, септембру и октобру и поново се повећавају током новембра. У поднаслову Хидрогеолошки услови на подручју истраживања (5.1.8.) приказани су и анализирани у тексту, затим на хидрогеолошкој карти (Прилог 3) и хидрогеолошким профилима I-I', II-II', III-III', IV-IV', V-V' и VI-VI' (Прилог 4). На карти и хидрогеолошким профилима приказане су истражне бушотине ИБ-1, ИБ-2, ИБ-3 и ИБ-4 и пијезометри ХЕПС

„Ђердапа“ који су укључени у разматрања. Посматрано од површине терена утврђено је постојање две јако различите по бројним параметрима литолошке формације, прва до дубине од 3-4,5 m, а друга до дубина приказаних на профилима, око 15-20 m. Прва је слабо до водонепропусна средина, а друга је јако добро водопрпусна у оквиру које је формирана моћна субартечка издан збијеног типа и која је у директној хидрауличкој вези са водама реке Саве. Горња формација, слабо до водонепропусна, представља повлату доње, јако водопрпусне средине и са хидрогеолошког аспекта издвојена је у „условно“ безводни терен. Закључено је да осцилације нивоа подземних вода осматране у пијезометрима ИБ-1 и ИБ-3 су у директној зависности од стања водостаја реке Саве. При високом водостају Сава прихрањује субартеску издан збијеног типа, а при ниском водостају издан прихрањује реку Саву. На осцилације нивоа подземне воде у пијезометру ИБ-1 и ИБ-3 немају или имају занемарљив утицај атмосферске падавине јер слојеви до 3-4,5 m дубине су слабо до водонепропусни. Расходовање подземних вода одвија се кроз процес евапотранспирације. На нивое подземних вода који су осматрани у пијезометрима ИБ-1 и ИБ-3 утицај рени бунара који су на ободу ограђеног ловишта „Црни луг“ (РБ-72, РБ-73, РБ-75), не постоји. У поднаслову Осцилације нивоа подземних вода на истраживаном подручју (5.1.9.) представљени су идентификациони подаци, картирањем утврђен литолошки састав и елементи уграђене пијезометарске конструкције за истражне бушотине ИБ-1 до ИБ-4 које су постављене у ограђеном ловишту „Црни луг“, у одељењу 14, одсек е. Осцилација нивоа подземних вода у пијезометрима ИБ-1 до ИБ-4, у пијезометрима у саставу мреже станица ХЕПС „Ђердапа“ (ВРР-37, В-1, Лр-121, Лр-119 и Лр-117\*\*) и у пијезометру Обреж-137 у саставу осматрачке мреже РХМЗС-а Анализирани су за период осматрања. На основу упоредних анализа нивоа подземних вода у пијезометрима ИБ-1, ИБ-3 и Лр-117\*\*, закључено је да се линије нивоа међусобно „прате“. Тестирана је хипотеза о једнакости аритметичких средина нивоа подземне воде у пијезометрима ИБ-1, ИБ-3 и Лр-117\*\* од априла до октобра 2016. године и утврђено је да нулта хипотеза може се прихвати као истинита, односно у 95% случајева посматраних осцилација нивоа подземне воде у пијезометрима ИБ-1 и ИБ-3 одговара променама осцилације нивоа подземних вода у пијезометру Лр-117\*\*. У пијезометрима ИБ-1 и ИБ-3 највиши ниво подземних вода је током пролетње сезоне, а најнижи током јесење сезоне. У поднаслову Величина капиларног издизања (5.1.10.) приказани су и анализирани резултати прорачуна капиларног подизања вода за узорке из бушотине ИБ-1 до дубине од 3,5 m, а из бушотине ИБ-3 до дубине од 4 m. Прорачуни изведени према Terzaghi-у и Atterberg-у за вредности параметара  $d_{10}$ ,  $n$  и  $e$  очитаних са гранулометријске криве помоћу софтвера HydrogeoSieveXL2-2, дају вредности капиларног издизања вода у распону од 2,63 m до 0,22 m по Atterberg-у, односно од 1,46 m до 0,10 m по Terzaghi-у. У поднаслову Квалитет изданских вода (5.1.11.) приказан је и анализиран квалитет подземних вода на подручју истраживања на основу резултата хемијских анализа сирових вода из рени бунара РБ-72, РБ-73 и РБ-75, а закључено је да је у категорији прописаних вредности МДК за пијаће воде и да не могу имати значајан негативан утицај на виталност храста лужњака на истраживаном подручју. У подпоглављу **Синтеза резултата истраживања (5.2.)** кандидаткиња је кроз шест подналова приказала добијене резултате. У поднаслову Упоредна анализа: атмосферских падавина – температуре ваздуха – нивоа подземних вода у пијезометрима ИБ-1 до ИБ-4 – висина капиларног издизања – протока сока у хидроактивном ксилему храста лужњака S-1 и S-2 – промена прсног пречника стабла S-2 храста лужњака – тренутне влажности земљишта на дубини 0,5 m – тренутне влажности узорка из бушотина P-1/1 до L-1/3 (5.2.1.) приказани су и анализирани разни модели осматраних елемената у зони ограђеног ловишта „Црни луг“ у одељењу 14, одсек е, на бази мерења у периоду април – новембар 2016. године. Анализом месечних вредности протока сока стабла S-1 и S-2, установљено је да је на почетку

вегетационог периода (април и мај) усвојена већа количина вода, а затим да опада њено усвајање. У периоду високих нивоа подземних вода током априла и у периоду ниских нивоа подземних вода, током августа месеца, на подручју истраживања аридност је најизраженија за вегетацију, у односу на остале месеце, на бази изведених мерења у 2016. години. Највећа вредност промене прсног пречника стабла S-2 регистрована је у јуну 2016. године, када је измерена и највећа висина падавина и вредности напона сонде SM100 показују повећање влаге земљишта на дубини од 0,50 m. Највеће повећање промене прсног пречника стабла S-2 регистровано је од 15. јуна до 04. јула 2016. године. Разлика између највеће мерене вредности промене прсног пречника стабла S-2 која је регистрована 03. јула 2016. године (14,57477 mm) и најмање која је регистрована 15. јуна 2016. године (11,444986 mm), износи 3,129787 mm. Резултати парцијалне корелације промене прсног пречника стабла S-2 и протока сока стабла S-2 на бази изведеног мерења у 2016. години је статистички значајна и позитивног предзнака ( $R=0,6$ ), протока сока стабла S-2 и влаге земљишта на дубини 0,5 m је статистички значајна и негативног предзнака ( $R=-0,8$ ), промене прсног пречника стабла S-2 и влаге земљишта на 0,5 m није статистички значајна. Резултати парцијалне корелације проток сока стабла S-1 и промене прсног пречника стабла S-2 показују да није статистички значајна, а протока сока стабла S-1 и влаге земљишта је статистички значајна и негативног предзнака ( $R=-0,9$ ). Губитак влаге земљишта ( $W\%$ ) догађа се у периоду од априла до октобра 2016. године. Континенталност климе у 2016. години је јако изражена ( $-29,6\%$ ) у односу на вишегодишњи просек ( $-3,5\%$ ). Падавине су неједнако распоређене у току 2016. године ( $17,8\%$ ) у поређењу са вишегодишњим просеком ( $6,8\%$ ). На нивоу периода изведеног мерења (април – новембар) 2016. године ( $NS=354$ ) клима је хумиднија у односу на вишегодишњи просек ( $NS=326$ ). Најмањи коефицијент хумидности који указује на аридне климатске услове ( $NS\leq 200$ ) за вегетацију у 2016. години заступљен је током априла ( $NS=205$ ) и августа ( $NS=211$ ). У односу на вредности коефицијента хумидности у априлу ( $NS=207$ ) и августу ( $NS=240$ ) за период 1992-2016. године, такође најмање у току године, аридност климе у 2016. години је израженија. Највећи месечни дефицит водене паре заступљен је у априлу 2016. године (2,4 kPa) и јулу 2016. године (2,2 kPa). У односу на јул 2016. године, у августу 2016. године (1,9 kPa) дефицит водене паре је мањи. У односу на вишегодишњи просек највећа разлика вредности дефицита водене паре заступљена је током априла, јула, септембра и новембра 2016. године. Током наведених месеци 2016. године вредности су веће у односу на вишегодишњи просек. Током маја, јуна, августа и октобра 2016. године вредности су испод вишегодишњег просека. Највећи квартални дефицит водене паре заступљен је током пролећа (април и мај) 2016. године (2,3 kPa). Веће вредности дефицита водене паре директно имају утицај на интензитет транспирације дрвећа. Током лета (2,00 kPa) и јесени (1,5 kPa) 2016. године дефицит водене паре мањих је вредности у односу на пролеће. Током периода април-новембар 2016. године просечна разлика у потенцијалу између земљишта и лишћа ( $\Psi_Z - \Psi_L = Q \cdot k^{-1}$ ) износи 0,027 MPa. За период мерења у 2016. години изводи се закључак да је разлика у потенцијалу између земљишта и лишћа ( $\Psi_Z - \Psi_L = Q \cdot k^{-1}$ ) већа у односу на пролеће. На бази мерења током 2016. године релативна транспирација по методи Torntwhite-а износи  $QS-1/ET_{p_{Torntwhite}}=0,54$  и  $QS-2/ET_{p_{Torntwhite}}=0,49$ , а по методи Penman-а  $QS-1/ET_{p_{Penman}}=0,75$  и  $QS-2/ET_{p_{Penman}}=0,67$ . Корелација између протока сока стабла S-1 и S-2 и капиларног издизања у зони пијезометара ИБ-1 и ИБ-3 другог дана од изведеног мерења нивоа подземне воде, за стабло S-1 износи  $R=0,8$  (ИБ-1) и  $R=0,76$  (ИБ-3), а за стабло S-2 износи  $R=0,67$  (ИБ-1) и  $R=0,64$  (ИБ-3). На бази мерења нивоа подземних вода у пијезометрима ИБ-1 и ИБ-3 током 2016. године капиларно издизање према методи Terzaghi-а је у распону од 1,26 m до 2,89 m (ИБ-1) и од 1,18 m до 3,49 m (ИБ-3). Највећи коефицијент корелације је између капиларног издизања у зони пијезометра ИБ-1 и промене прсног пречника стабла S-2, који износи  $R=0,95$ . У

поднаслову Промена тренутне влажности у профилу на подручју истраживања током периода изведеног мерења (5.2.2.) приказани су и анализирани бројни параметри. Упоредном анализом вредности релативне влажности и температуре ваздуха потврђено је да резерве влаге у зони аерације под утицајем повољних климатских услова (суфицит падавина) трају све до маја 2016. године. Губитак влаге земљишта под утицајем повишених вредности параметра ЕТ<sub>р</sub> (дефицит падавина) догађа се у периоду од маја до септембра 2016. године. Квартално атмосферско испаравање у шуми, у 2016. години највећих је вредности током лета и износи 0,90 l·m<sup>-2</sup>, а током јесени је мање и износи 0,60 l·m<sup>-2</sup>. Укупно атмосферско испаравање у шуми у периоду од јуна до новембра 2016. године износило је 1,5 l·m<sup>-2</sup>, а највеће вредности су затупљене током августа и септембра (0,60 l·m<sup>-2</sup>). Влага земљишта на дубини од 0,50 m (SM100) најмањих је вредности током августа и септембра 2016. године ( ~155 l·m<sup>-2</sup>). На дубини земљишта од 2,00 m (плитки пијезометри ИБ-2 и ИБ-4) од августа до новембра 2016. године сатурација је дупло мањих вредности у односу на периода април – јул 2016. године и ове вредности су означене као ниско влажно (степен сатурације 1-25%). Тензија влаге одређена за узорке из бушотине ИБ-3 до дубине од 2,00 m износи ~3 рF, а до дубине од 2,50 до 4,00 m, износи 2 рF. Изведен је закључак да је на дубини 2,00 m влага значајно смањена током августа и септембра 2016. године (суво дно у плитким пијезометрима ИБ-2 и ИБ-4). У поднаслову Осцилација нивоа подземних вода и количине доступних изданских вода у подручју истраживања (5.2.3.) применом упоредне анализе нивоа подземних вода у пијезометрима ИБ-1 и ИБ-3, водостаја реке Саве (одређен апроксимацијом у зони одељења 14, одсека е) и нето падавина за три кишомерне станице (к.ст. Ашања, к.ст. Купиново, к.ст. Умка) за период април – новембар 2016. године закључено је да: падавине немају утицаја на промену нивоа подземних вода, промене водостаја Саве имају доминантан утицај на осцилацију нивоа подземних вода, издан је субартеска, постоји одређена временска разлика у минималном и максималном нивоу подземних вода и водостаја Саве као последица филтрације изданских вода кроз водоносну средину. Поређењем наведених параметара закључено је да квартални ниво подземне воде 2016. године током зиме је повећан, а током пролећа и лета испод вишегодишњих просечних вредности. Ниво подземне воде током јесени 2016. године је у оквиру вишегодишњег просека. Током 2016. године количина падавина је повећана у односу на вишегодишњи просек за наведене кишомерне станице. На наведене закључке јасно указују водостаји Саве и нивои подземних вода у пијезометрима који су приказани на Хидрогеолошким профилима (прилози 4.1 до 4.6.). Генерално, највиши ниво подземних вода је у пролећном периоду, поступно опада и најнижи је крајем септембра, када долази до поступног повећања. У поднаслову Капиларно издизање у хидрогеолошком профилу на подручју истраживања (5.2.4.) приказани су резултати прорачуна капиларног издизања и време капиларног издизања за узорке из бушотине ИБ-3 до дубине од 4 m. Величина израчунатог капиларног издизања је у распону од 2,63 m до 0,22 m, а време издизања у распону од 0,4 до 4,6 дана. У поднаслову Приказ водних ресурса на подручју ловишта „Црни луг“ (5.2.5.) на основу одређеног просечног сезонског протока сока за стабла S-1 и S-2 и приказа висине падавина, ЕТ<sub>р</sub> и количине доступних подземних вода, закључено је да су водно-ограничени услови (P-ЕТ<sub>р</sub><sup>-1</sup>) заступљени током лета, за храст лужњак. У поднаслову Удео алувијалне издани у билансу вода за потребе дозревајућих стабала храста лужњака (*Quercus robur* L.) на подручју одбране од поплава Равног Срема у ограђеном ловишту „Црни луг“ (5.2.6.) анализом резултата протока сока на два стабла лужњака (S-1, S-2), потенцијална евапотранспирација (ЕТ<sub>р</sub>) и нето падавина (P<sub>н</sub>), одређена је количина доступне воде стаблима S-1 и S-2. Приказано је да у анализираном периоду атмосферске падавине износе 469,1 mm, потенцијална евапотранспирација (ЕТ<sub>р</sub>) да износи 697,3 mm, односно дефицит падавина да износи -228,2 mm. Закључено је да наведени дефицит

вода анализирана стабла лужњака надокнађују из подземних вода, односно из субартеске издани збијеног типа која је формирана у алувијалним творевинама Саве.

У поглављу **ДИСКУСИЈА О РЕЗУЛТАТИМА ИСТРАЖИВАЊА (6.)** кандидаткиња коментарише низ параметара чије су вредности одређиване за истраживано подручје и кроз пет модела различитих комбинација зависних и независних променљивих варијабли, приказује њихову значајност. Величине узорка у моделима су од 160 до 22, а њихови кефицијенти корелације су од 0,95 до 0,40. Праћењем протока сока у хидроактивном ксилему храста лужњака утврђене су стварне количине вода које су два храста лужњака на простору ловишта „Црни луг“ у Равном Срему употребила у периоду април – новембар 2016. године. Истакнуто је да процена функционалне стабилности храста лужњака у условима променљиве доступности различитих видова водних ресурса (атмосферски, површински, подземни) захтева примену специфичне и прецизне технологије. Анализом атмосферских захтева констатовано је да критични месеци који указују да високе вредности дефицита водене паре имају неповољан утицај на усвајање воде од стране стабла S-1 и S-2 јесу април, јул и септембар 2016. године. Захтеви за водом највећи су током јула и августа када је количина атмосферских падавина недовољна за функционалну стабилност храста лужњака. Истовремено, максимални расходи воде на евапотранспирацију заступљени су током наведених месеци. Кључни месеци који означавају аридне климатске услове су јул и август када су дефицити падавина највећи. Мерењима је регистровано да се проток сока стабла S-1 и S-2 и вредности напона сонде SM100 повећавају под утицајем падавина, а опадањем дефицита водене паре повећава се хумидност атмосфере и обратно. У условима умерених дефицита падавина ( $\sim -228.3 \text{ mm}$ ) – разлика вредности  $E_T$  и нето падавина на истраживаном подручју – од 07. априла до 15. новембра 2016. године количина воде усвојена од стране осматраних стабала износила је код стабла S-1  $\Sigma Q(S-1)_{\text{poten.}} = 9\ 933 \text{ l} (1\ 419 \text{ l} \cdot \text{mesec}^{-1})$ , а код стабла S-2  $\Sigma Q(S-2)_{\text{poten.}} = 8\ 925 \text{ l} (1\ 275 \text{ l} \cdot \text{mesec}^{-1})$ . Регресионом анализом је показано да између протока сока стабла S-1 (други дан) и капиларног издизања нивоа подземне воде у зони пијезометра ИБ-1 ( $R=0,8$ ) и у зони пијезометра ИБ-3 ( $R=0,78$ ) постоји јака до средње јака корелација. Закључује да је у периоду од априла до новембра 2016. године за функционалну стабилност анализирана два стабла храста лужњака у ограђеном ловишту „Црни луг“ важне су две сезоне: а) када је ниво подземне воде и капиларних вода висок и б) када је ниво подземне воде нешто нижи и капиларно издизање је јако значајно за функционалну стабилност храста лужњака.

У поглављу **ЗАКЉУЧЦИ (7.)** кандидаткиња констатује да је изградњом насипа за одбрану од поплава реке Саве и каснијом надоградњом, измењен природни режим плавних вода на истраживаном подручју у којем су некада алувијалне хигрофилне шуме део године остајале под плавним водама. Након изградње насипа за одбрану од поплава Саве храст лужњак се ослања само на два извора доступне воде за усвајање, а то су доступне количине подземних вода у оквиру алувијалне издани и воде које путем атмосферског талоба доспеју до површине терена. Атмосферске падавине се расходују на део интерцепције и део евапорације. Хигрофилне алувијалне шуме осетљиве су на промену режима влаге, а високи атмосферски дефицити негативно утичу на физиолошко стање ових биљака. На подручју ограђеног ловишта „Црни луг“ у Равном Срему у оквиру алувијалних седимената реке Саве формирана је издан збијеног типа, субартеска и са слободним нивоом, а заступљени су и условно „безводни“ делови терена. На осцилацију, промену, нивоа подземних вода у алувијалним творевинама на простору ограђеног ловишта „Црни луг“, доминантан утицај има водостај реке Саве и евапотранспирација, а маргиналан висина падавина. Између реке Саве и алувијалне издани постоји директна хидрауличка веза. Коренов

систем храста лужњака у повољним хидрогеолошким условима досеже до капиларних и подземних вода, а висина подизања капиларних вода у зависности је од карактеристика интергрануларне средине и нивоа у профилу на којем се издан налази. На основу резултата изведених истраживања у ограђеном ловишту „Црни луг“, одељењу 14, одсек е, закључено је:

- Два анализирана стабла лужњака конзумирала су  $Q(S-1)_d = 47,3 \text{ l-dan}^{-1}$  и  $Q(S-2)_d = 42,5 \text{ l-dan}^{-1}$  вода.

- Разликом вредности месечних нето падавина ( $58,63 \text{ l-mesec}^{-1}$ ) и месечне потенцијалне евапотранспирације - ЕТр ( $87,2 \text{ l-mesec}^{-1}$ ), месечни дефицит атмосферских вода износи  $\sim - 29 \text{ l-mesec}^{-1}$ .

- Као последица у ранијем периоду изграђеног насипа за одбрану од великих вода Саве, на истраживаном подручју већ дуже од једног века више се не догађају годишње плавне епизоде. Због тога површинске воде не учествују у билансу вода потребних за виталност храста лужњака.

- На бази изведених мерења (07.04.-15.11.2016.) просечан потенцијални проток сока у хидроактивном ксилему два анализирана стабла храста лужњака за месец дана (30 дана) износио је:  $\Sigma Q(S-1)_{\text{poten. m}} = 1\,419 \text{ l-mesec}^{-1}$  и  $\Sigma Q(S-2)_{\text{poten. m}} = 1\,275 \text{ l-mesec}^{-1}$ .

- На истраживаном подручју елементи биланса вода за период мерења 2016. године су: количина атмосферских вода износи 469,1 mm, потенцијална евапотранспирација (ЕТр) износи 697,3 mm, дефицит падавина износи -228,2 mm, количина површинских вода износи 0,0 mm. Производ потенцијалног месечног протока сока стабла ( $1\,419 \text{ l-mesec}^{-1}$  и  $1\,275 \text{ l-mesec}^{-1}$ ) и периода мерења (7 месеци) даје следеће количине вода за стабла S-1 и S-2:  $\Sigma Q(S-1)_{\text{poten.}} = 9\,933 \text{ l}$  и  $\Sigma Q(S-2)_{\text{poten.}} = 8\,925 \text{ l}$ .

- У овом случају, према вредностима протока сока као стварне количине потребне воде ( $Q=100\%$ ) и нето падавина, пропорцијом добијен проценат подземних вода износи од 97% до 98% у билансу вода за функционалну стабалност храста лужњака у ограђеном ловишту „Црни луг“.

- Полазна билансна једначина вода за хрст лужњак на простору ограђеног ловишта „Црни луг“ у облику  $Q=A+P+L+GW$ , као последица услова на подручју истраживања се мења и добија једноставнији облик:  $Q=A+GW$ . Елементи билансне једначине два стабла храста лужњака на простору ограђеног ловишта „Црни луг“, одељење 14, одсек е, за период мерења 2016. године приказани у процентима има облик:  $Q_{\text{потребна количина вода за функционалну стабилност храста лужњака}} = \sim 5\% \text{ атмосферске воде} + \sim 95\% \text{ подземне воде}$ .

Неопходност разумевања хидролошке улоге храста лужњака у променљивим климатским и антропогеним условима која се односи на количине атмосферских падавина, изостајање плавних површинских вода, нивое подземних и капиларних вода, високе температуре ваздуха, ниске релативне влажности ваздуха и друго, оправдано је у циљу остваривања доприноса функционалној стабилности храста лужњака. Занемаривање познавања количине усвајања подземних вода од стране храста лужњака доведи до прецењивања других видова водног ресурса, што за последицу може допринети проблему у управљању шумама храста лужњака на овом простору.

Поглавље **ЛИТЕРАТУРА** садржи релевантне и актуелне референце, усмерене на истраживачку проблематику. Кандидаткиња наводи 118 референци, које је користио приликом писања докторске дисертације.

Поглавље **ПРИЛОГ**, садржи 10 графичких прилога на које се кандидаткиња позива и коментарише у тексту.

Такође, кандидаткиња је приложила улазне резултате за сва изведена сматрања и



мерења у 8 следећих **АПЕНДИКСА**: Апендикс 1 - Проток сока стабла S-1 у функцији времена; Апендикс 2 - Проток сока стабла S-2 у функцији времена; Апендикс 3 - Температурна разлика сонди  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) стабла S-1; Апендикс 4 - Температурна разлика сонди  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) стабла S-2; Апендикс 5 - Вредности напона сонде SM100 (-); Апендикс 6 - Промена прсног пречника (mm) стабла S-2; Апендикс 7 - Ниво подземне воде (cm) у пијезометрима ИБ-1 до ИБ-4; Апендикс 8 - Висина падавина у кишомерима К-1 и К-2 и сливање падавина низ кору стабла S-3.

#### **VI КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

На основу изнетог, Комисија констатује да су истраживања методски и обимом обављена у складу са пријављеном темом и садржајем, за коју је Веће Научних области Биотехничких наука, Универзитета у Београду дало сагласност (Одлука 02-08 Број: 61206-2085/2-19 од 14.05.2019. године).

Дисертација садржи све неопходне елементе: насловну страну на српском и енглеском језику, информације о ментору и члановима комисије, резиме на српском и енглеском језику, садржај, текст рада по поглављима, литературу, биографију и библиографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

На основу детаљне анализе свих поглавља израђене докторске дисертације кандидаткиње М.Сс. Милене Анђелић, дипл.инж.шум., Комисија закључује да докторска дисертација под насловом: **„Удео алувијалне издани у билансу вода дозревајућих стабала лужњака (*Quercus robur* L.) на подручју одбране од поплава Равног Срема у ограђеном ловишту „Црни Луг“**“, представља оригиналан и самосталан научно-истраживачки рад и да резултати, поред научне вредности, имају и практичну применљивост.

Кандидаткиња је систематично проучила литературу везану за предмет истраживања и правилно упоређивала резултате својих истраживања са истраживањима других аутора. За обраду података коришћене су одговарајуће статистичке методе, а резултати истраживања приказани су текстуално, табеларно, графички и у апендиксу. Закључци су правилно изведени и произилазе из добијених резултата.

Имајући у виду да се, као услов за одбрану докторске дисертације, поставља објављен рад у часопису међународног значаја, Комисија констатује да је кандидаткиња овај услов испунила. Кандидат је аутор једног рада у часопису међународног значаја, категорије M23:

1. Anđelić M. 2021: Comparable analysis atmospheric deficits and water regime during different season on alluvial flood forest habitat at east Srem. FEB – Fresenius Environmental Bulletin. Vol. 30, No.05/2021. Pg. 5498-5509. ISSN 1018-4619. Freising 85354, Germany in cooperation with PRT-Parlar Research & Technology. [https://www.prt-parlar.de/download\\_feb\\_2021/](https://www.prt-parlar.de/download_feb_2021/)

#### **VII ПРЕДЛОГ:**

На основу сачињеног извештаја и изнете оцене докторске дисертације, Комисија сматра да је докторска дисертација М.Сс. Милене Анђелић, дипл.инж.шум., методски успешно обрађена и да третира актуелну материју, на нивоу неопходном за карактер докторског рада.

Полазећи од свих наведених чињеница, **Комисија предлаже** Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Шумарског факултета да докторску дисертацију М.Сс. Милене Анђелић, дипл.инж.шум., под насловом „Удео алувијалне издани у билансу вода дозревајућих стабала лужњака (*Quercus robur* L.) на подручју одбране од поплава Равног Срема у ограђеном ловишту „Црни Луг““ прихвати и омогући кандидаткињи јавну одбрану дисертације.

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Зоран Никић, редовни професор  
Универзитета у Београду, Шумарског факултета

---

др Ратко Ристић, редовни професор  
Универзитета у Београду, Шумарског факултета

---

др Мартин Бобинац, редовни професор  
Универзитета у Београду, Шумарског факултета

---

др Нада Драговић, редовни професор  
Универзитета у Београду, Шумарског факултета

---

др Дејан Миленић, редовни професор  
Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета

---

др Мирјана Тодосијевић, ванредни професор  
Универзитета у Београду, Шумарског факултета

---

---

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не **жели да потпише извештај**.