

UDK: 630*325

Оригинални научни рад

<https://doi.org/10.2298/GSF2022031D>

УПОРЕДНА АНАЛИЗА СОРТИМЕНТНЕ СТРУКТУРЕ КЛОНОВА ТОПОЛЕ *I-214* И *Pannonia*

Др Милорад Даниловић, редовни професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет
(milorad.danilovic@sfb.bg.rs)

Маст. инж. Драган Раковић, шумарски инжењер, ЈП „Србијашуме“, ШГ „Београд“

Маст. инж. Душан Исајев, шумарски инжењер, ЈП „Србијашуме“, ШГ „Београд“

Маст. инж. Славица Антонић, сарадник у високом образовању, Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Извод: Тополе заузимају око 31,4 милиона ха у свету, док се у Србији простиру на површини од 48.000 ха. Предмет овог истраживања су вештачки подигнути засади топола, а који сачињавају топола клон *I-214* (*Populus×euramericana* (Dode) Guinier cl. *I-214*) и топола клон *Pannonia* (*Populus×euramericana* (Dode) Guinier cl. *Pannonia*). Теренски радови за прикупљање података потребних за ово истраживање су извођени у две фазе. Прву фазу прикупљања података чинио је премер пречника стабала, где је извршено оброчавање, обележавање и евидентирање редова топола као и сваког стабла тополе у реду. Друга фаза прикупљања података спроведена је након сече стабала која су одабрана за детаљно мерење елемената потребних за теоријско кројење. Уважавајући опште принципе кројења, као и принципе максималног финансијског ефекта, извршена је квалитативна подела дебала у више варијанти. Класирање дрвних сортимената је извршено на основу СРПС стандарда за дрво. Учешће техничког дрвета за фурнир (F и L класа) код анализираних стабала тополе клон *I-214* је укупно 47,54% од укупне запремине сортимената. Када је у питању клон *Pannonia*, највећу укупну запремину имају трупци за резање II класе квалитета, 44,08% од укупне запремине сортимената. Између укупне запремине и вредности сортимената два анализираних клона топола не постоји статистички значајна разлика, осим када су у питању сортименти за хемијско искоришћавање где статистичке разлике постоје.

Кључне речи: топола, клон *I-214*, клон *Pannonia*, сортиментна структура, кројење

УВОД

Топола као врста распрострањена је широм света. ФАО (2016) је проценила да засади топола заузимају око 31,4 милиона ха, од чега се површином од 18,3 милиона ха (58%) газдује вишенаменски, 9,4 милиона ха (30%) засађено је првенствено за производњу дрвета, 2,9 милиона ха (9%) намењено је за заштиту животне

средине и површина од 0,9 милиона ха (3%) су засади за производњу биомасе за огревно дрво. Канада и Народна Република Кина чине 96% укупне површине под засадама тополе.

Шуме топола се у Србији простиру на површини од 48.000 ха, од чега је 76,3% у државном власништву. Састојине ових врста дрвећа

су доминантно вештачког порекла (интензивни засади, плантаже – 74,2%), а мањи део површине су изданачког порекла – природне састојине (25,8%). У Србији данас доминирају засади за производњу техничког дрвета, што је последица захтева тржишта за вреднијим сортиментима (Andražev i dr, 2017). Топола је врста која се све више тражи на тржишту Србије, као и на тржишту великог броја земаља у свету (Danilović, 2008).

Због својих физичких и механичких својстава, топола све више добија на значају у примарној преради дрвета, али се и даље највише користи у хемијској индустрији. Дрво топле користи се за производњу резане грађе, љуштеног фурнира, иверица, панел плоча, палета, делова за намештај, гајбица за воће, контејнера, штапића за јело, шибица, итд. Висок садржај целулозе и релативно низак садржај лигнина су веома значајани за производњу дрвењаче, полцелулоза, сулфатне целулозе. Везано за ову проблематику у претходном периоду извршено је низ истраживања која се односе на коришћење дрвета тополе као енергетске сировине (Christersson, 2010, Manzone et al, 2014).

Сортименти који се добијају из засада топола су бројни и разноврсни по својој продајној и употребној вредности. Врста и квалитет сортимената су дефинисани одредбама стандарда квалитета. Учешће ових сортимената у укупној дрвној запремини (сортиментна структура) је један од показатеља вредности шуме. Овај показатељ, поред вредности земљишта, је међу најзначајнијим (Danilović, 2005).

Дрво тополе све више се користи у индустрији механичке и хемијске прераде дрвета. Релативно је мале густине и порозне структуре. Некада је коришћено првенствено као замена у недостатку четинарског дрвета. Физичка и механичка својства се најчешће упоређују са четинарским врстама дрвећа (бор, јела и смрча) (Kollmann, 1951, Glavaški, 1995 i dr.).

У више радова до сада су истакнуте међуклонале разлике у погледу структурних, физичких и механичких својстава дрвета (Cuevas, 2001, Glavaški, 1995, Vaccio et al., 2008, Labrecque and Teodorescu, 2005, Nielsen et al., 2014).

Главни разлог подизања култура топола је чињеница да топола спада у једну од најбрже-

растућих врста, али и због релативно малих захтева у погледу услова за раст.

Традиционални начин сече моторним тестерама у последње време је замењен сечом харвестерима, с обзиром да су механичка својства тополе слична онима које имају четинари (Асића et al., 2012). Међутим, упркос технолошком напретку и новим могућностима, у одређеном проценту је и даље заступљена сеча и израда дрвних сортимената моторним тестерама.

Циљ овог истраживања је утврђивање квалитативне структуре дрвних сортимената добијених након сече и израде стабала моторном тестером вештачки подигнутог засада тополе по истеку опходње.

МЕТОД И ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет овог истраживања су вештачки подигнути засади топола, а који сачињавају топола клон I-214 (*Populus×euramericana* (Dode) Guinier cl. I-214) и топола клон Pannonia (*Populus×euramericana* (Dode) Guinier cl. Pannonia). Засад је смештен у газдинској јединици „Дунав“, која припада ЈП „Србијашуме“, ШГ „Београд“, ШУ „Рит“ и припада Посавско-понунавском шумском подручју. Поменути засад сачињавају два клона топола који се налазе у истој газдинској јединици, одељењу и одсеку, односно на истом станишту, а која су исте старости у моменту сече и над којима су спроведене истоветне мере неге и заштите шума.

Теренски радови за прикупљање података потребних за ово истраживање су извођени у две фазе.

Прву фазу прикупљања података чинио је премер пречника стабала, где је извршено оброчавање, обележавање и евидентирање редова топола као и сваког стабла тополе у реду. Помоћу ГПС уређаја извршено је снимање и премер површина делова одсека на којима се налазе два различита клона топола, као и позиција и дужина редова засада, а затим је извршено издвајање, обележавање и евидентирање стабала која ће бити предмет детаљних мерења након сече стабала и израде дрвних сортимената.

Друга фаза прикупљања података спроведена је након сече стабала која су одабрана за детаљно мерење елемената потребних за теоријско кројење. Након прикупљања свих мерних елемената вретена стабла, секачи су извршили израду дрвних сортимената пререзивањем дебла на местима одређеним кројењем. По методу тарифа, коришћењем пречника на прсној висини и тарифног низа, израчуната је запремина вештачки подигнутог засада за оба анализирана клона тополе. Уважавајући опште принципе кројења, као и принципе максималног финансијског ефекта, извршена је квалитативна подела дебала у више варијанти. Класирање дрвних сортимената је извршено на основу СРПС стандарда за дрво. Добијени резултати су табеларно приказани за оба анализирана клона и извршена је статистичка анализа помоћу софтвера *Microsoft Excel*.

РЕЗУЛТАТИ СА ДИСКУСИЈОМ

У одељењу 43, одсеку b, чија је површина 26,28 ha, утврђено је да се на површини од око 1/3 одсека налази топола клон I-214, док се на преосталом делу површине (око 2/3) налази топола клон Pannonia.

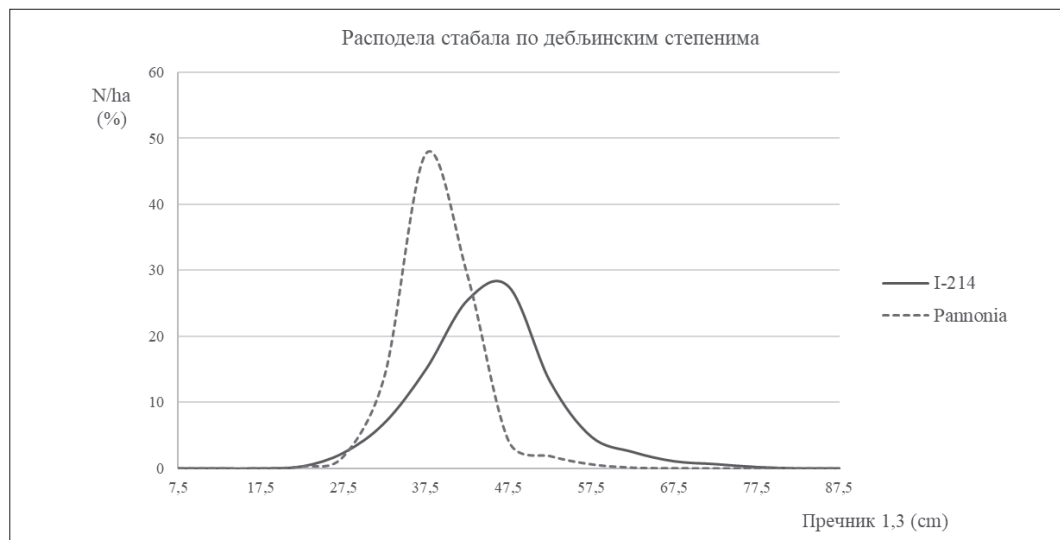
Број стабала по хектару у делу одсека где преовлађује топола клон I-214 износи 199, док је у делу одсека где преовлађује топола клон Pannonia број стабала износи 253.

Запремина вештачки подигнутог засада израчуната је помоћу Тарифа за вештачки подигнуте шуме топола – Срем (код 30). Према ОГШ за ГЈ „Дунав“, као једноулазне запреминске таблице коришћен је тарифни низ 1 за оба клона топола. За улаз је коришћен пречник на прсној висини стабала.

Средњи пречник стабала тополе клон I-214 износи 45,09 cm, док је средњи пречник стабала тополе клон Pannonia мањи и износи 38,88 cm (графикон 1). Дрвна запремина за клон I-214 износи 480,34 m³/ha, док за клон Pannonia износи 404,89 m³/ha.

Коефицијент асиметрије расподеле стабала клона I-214 износи 1,65, а за клон Pannonia 2,62. Ради се о позитивној асиметрији улево. Претпоставка је да је због израженијег природног одумирања стабала у засаду клона I-214 већа варијациона ширина, па позитивна асиметрија тежи да пређе у негативну.

Коефицијент спљоштености расподеле стабала клона I-214 мањи је од 3, док је за расподелу стабала клона Pannonia вредност коефицијента спљоштености већа од 3, односно



Графикон 1. Расподела стабала по дебљинским степенима

вредност је 6,62, што показује да је расподела издужена (Графикон 1).

Сортиментна структура анализираних клонова топола добијена је на основу теоријског кројења стабала која су одабрана за детаљна мерења. За оба клона анализирано је по 15 стабала из дебљинских степени у којима је заступљеност броја стабала релевантна за анализу. За клон *I-214* одабрана су стабла из осам дебљинских степени, односно од 27,5 до 62,5 cm, што је укупно 120 стабала. За клон *Pannonia* одабрано је 90 стабала, односно по 15 стабала из шест дебљинских степени, од 27,5 до 52,5 cm. Класе квалитета које су добијене теоријским кројењем подељене су на подкласе, односно дебљинске разреде, који су рангирани на основу опсега средњег пречника сортимената. Вредносни фактор (V_f) добијен је као однос цена сортимената, где је за фактор 1,00 одабрана класа квалитета II/1 трупаца за резање.

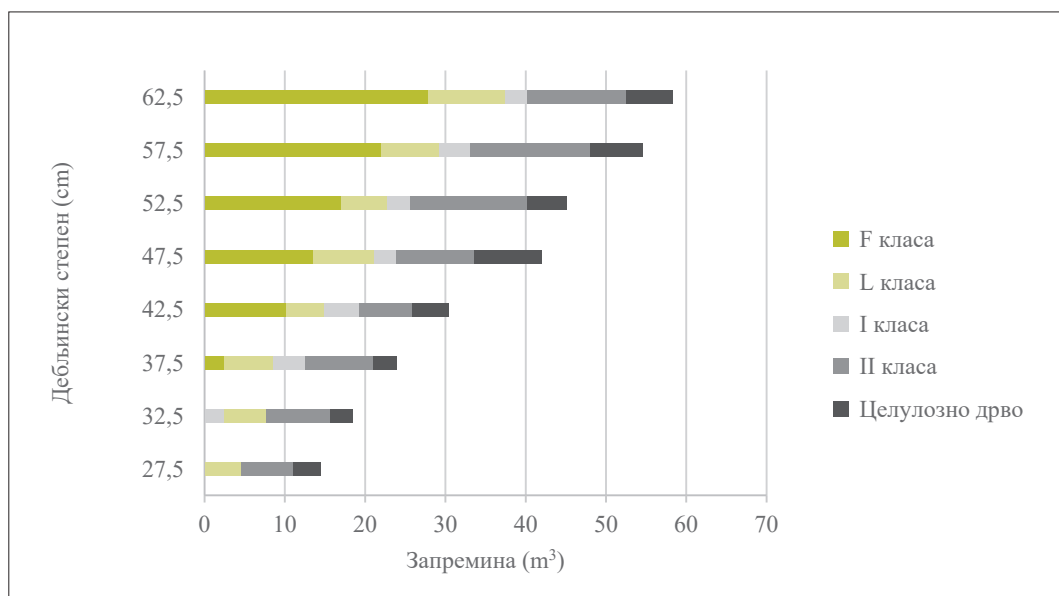
Према Робном књиговодству ЈП „Србијашуме“ за одељење 43, одсек b, ГЈ „Дунав“ након сече, израде и отпреме сортимената, учешће F и L класе у укупној запремини израђених сортимената за тополу клон *I-214* је 56%, док је за тополу клон *Pannonia* 60%. Због кројења које су углавном вршили радници секачи у моменту

сече стабала, односно израде дрвних сортимената, ово није поуздан податак за истраживања.

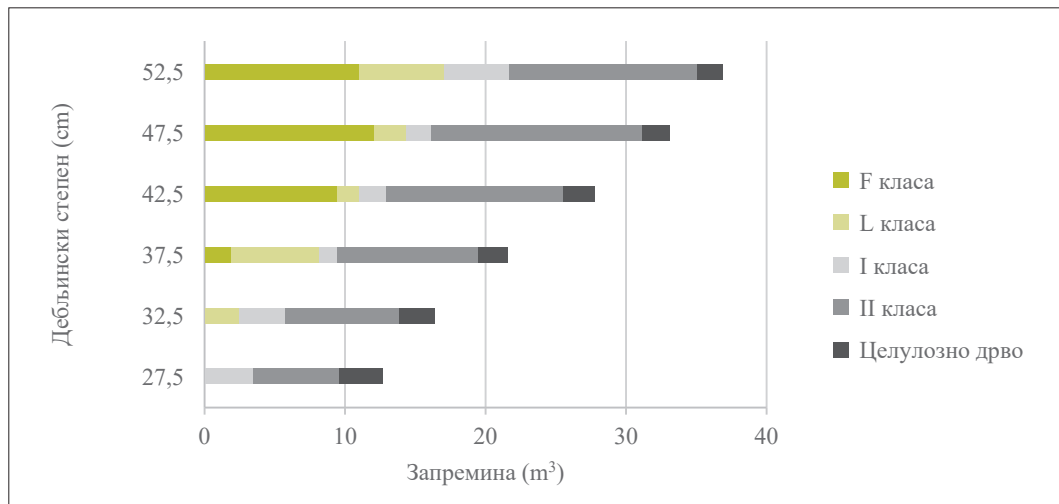
Након теоријског кројења стабала тополе клон *I-214* извршено је сумирање запремина и вредности сортимената по класама и подкласама за свако стабло у дебљинском степену.

У засаду тополе клона *I-214*, на огледној површини је највише заступљено техничко обло дрво за сечени фурнир (32,33%), затим трупци за резање II класе квалитета (28,27%), техничко обло дрво за љуштени фурнир (15,21%) и сортименти за хемијско искоришћавање (13,73%), док је најмања заступљеност трупаца за резање I класе квалитета (10,45%). Учешће сортимената по класама квалитета на основу вредности, због различитог вредносног фактора, даје другачији поредак. Највеће учешће од укупне вредности сортимената даје техничко обло дрво за сечени фурнир (48,27%), затим трупци за резање II класе квалитета (19,07%), а потом техничко обло дрво за љуштени фурнир (17,51%). Најмање учешће у укупној вредности сортимената дају сортименти за хемијско искоришћавање (6,34%) (графикон 2).

На огледној површини за клон *Pannonia* највећа је заступљеност трупаца за резање II класе квалитета (44,08%), затим сортимената технич-



Графикон 2. Сортиментна структура по дебљинским степенима за тополу клон *I-214*



Графикон 3. Сортиментна структура по дебљинским степенима за тополу клон *Pannonia*

ког облог дрвета за сечени фурнир (23,25%), сортимената техничког облог дрвета за љуштени фурнир (12,43%), трупца за резање I класе квалитета (11,09%), док су најмање заступљени сортименти за хемијско искоришћавање (9,14%) (графикон 3).

Када се погледа укупна вредност сортимената за све дебљинске степене, поредак је другачији. Највеће учешће дају сортименти техничког облог дрвета за сечени фурнир (37,47%), затим трупци за резање II класе квалитета (31,97%), техничко обло дрво за љуштени фурнир (15,63%) и трупци за резање I класе квалитета (10,26%).

На бази извршене анализе, произилази да запремина техничког облог дрвета за сечени фурнир као и њихова вредност расте са повећањем пречника на прсној висини. Вредност коефицијента детерминације (0,773) показује да је велики број варијација објашњен утицајем пречника на прсној висини на учешће техничког дрвета за сечени фурнир (табела 1). Запремина и вредност дрвених сортимената техничког облог дрвета за љуштени фурнир, као и трупца за резање II класе квалитета и сортимената за хемијско искоришћавање такође расте са повећањем пречника на прсној висини, док повећањем пречника на прсној висини те вредности опадају када је у питању запремина и вредност трупца за резање I класе квалитета.

На основу извршене анализе података за тополу клон *Pannonia* произилази да запремина техничког облог дрвета за сечени фурнир, као и њихова вредност, расте са повећањем пречника на прсној висини. Вредност коефицијента детерминације (0,546) показује да је велики број варијација објашњен утицајем пречника на учешће техничког облог дрвета за сечени фурнир (табела 1). Повећањем пречника на прсној висини, расте и запремина и вредност дрвених сортимената техничког облог дрвета за љуштени фурнир, као и трупца за резање II класе квалитета. Учешће дрвне запремине дрвених сортимената за хемијско искоришћавање и њихова вредност опадају са повећањем пречника на прсној висини, док на учешће трупца за резање I класе квалитета повећање пречника на прсној висини стабала не утиче значајно.

Постојање разлике у запреминском учешћу дрвених сортимената одређених класа квалитета између анализираних клонова топола испитивано је статистичким методом анализе варијансе. Добијене вредности F параметара приказане су у Табели 1.

Анализом је обухваћена просечна запремина дрвених сортимената за сваки дебљински степен, за оба анализирана клона тополе, односно од 27,5 до 62,5 cm за тополу клон *I-214*, док је за тополу клон *Pannonia* анализирано шест дебљинских степени, од 27,5 до 52,5 cm.

Табела 1. Показатељи регресионе анализе података за оба клона

Показатељи регресионе анализе	Класе квалитета дрвних сортимената																			
	F класа		L класа		I класа		II класа		Целулозно дрво											
	Клон I-214	Клон Pannonia	Клон I-214	Клон Pannonia	Клон I-214	Клон Pannonia	Клон I-214	Клон Pannonia	Клон I-214	Клон Pannonia	Клон I-214	Клон Pannonia								
V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3					
Коефицијент детерминације	0,773	0,777	0,546	0,549	0,189	0,19	0,08	0,084	0,046	0,039	0	0,001	0,211	0,231	0,496	0,501	0,083	0,073	0,072	
Кориговани коефицијент детерминације	0,771	0,775	0,541	0,543	0,182	0,183	0,07	0,073	0,038	0,031	-0,011	-0,011	0,204	0,224	0,491	0,496	0,076	0,075	0,062	0,061
Стандардна грешка регресије	0,352	0,798	0,302	0,674	0,353	0,639	0,289	0,509	0,189	0,245	0,222	0,289	0,328	0,342	0,198	0,198	0,278	0,195	0,084	0,59
Број опсервација	120	120	90	90	120	120	90	90	120	120	90	90	120	120	90	90	120	120	90	90

Просечна запремина свих искројених дрвних сортимената за осам дебљинских степени за тополу клон I-214 је $2,39 m^3$. Запремина искројених сортимената код тополе клон Pannonia је мања и у просеку износи $1,65 m^3$. На овакав резултат утицао је мањи број анализираних дебљинских степени за тополу клон Pannonia, међу којима нема оних вишег ранга, односно 57,5 и 62,5, који по правилу дају већу запремину сортимената, као и просечно мања запремина дрвних сортимената у свим осталим дебљинским степенима.

Према добијеним резултатима анализе варијансе, вредност параметара F мања је од критичне вредности за сортименте техничког облог дрвета за сечени фурнир, техничког дрвета за љуштени фурнир, трупаца за резање I и II класе квалитета, што указује да између запремине ових класа квалитета за анализирани клонове топола не постоји статистички значајна разлика. За дрвне сортименте за хемијско искоришћавање вредност параметара F је већа од критичне вредности, због чега је урађен тест (*F-test*), према коме је вредност параметра $F(18,284)$, што указује на статистички значајну разлику у запремини дрвних сортимената за хемијско искоришћавање два анализирани клона топола.

Значајност разлика у вредности дрвних сортимената одређених класа квалитета између анализираних клонова топола испитивана је статистичким методом анализе варијансе. Добијене вредности F параметара приказане су у Табели 1.

Просечна вредност запремине дрвних сортимената анализираних је за сваки дебљински степен за оба клона тополе, односно од 27,5 до 62,5 cm за тополу клон I-214, док је за тополу клон Pannonia анализирано шест дебљинских степени, од 27,5 до 52,5 cm.

Просечна вредност запремине свих искројених дрвних сортимената за тополу клон I-214 је $3,63 m^3$. Вредност запремине искројених сортимената код тополе клон Pannonia је мања и у просеку износи $2,28 m^3$.

На основу добијених резултата анализе варијансе, између вредности запремине за сортименте техничког облог дрвета за сечени фурнир, техничког дрвета за љуштени фурнир, трупаца за резање I и II класе квалитета анали-

зираних клонова топола, не постоји статистички значајна разлика, јер је вредност параметара F мања од критичне вредности. За дрвне сортименте за хемијско искоришћавање вредност параметара F је већа од критичне вредности, због чега је урађен тест (F -test), према коме је вредност параметра $F(18,002)$, што указује на статистички значајну разлику у запремини дрвних сортимената за хемијско искоришћавање два анализирана клона топола.

ЗАКЉУЧЦИ

На основу извршених анализа могу се извести следећи закључци:

Разлика у броју стабала по хектару не одражава се исто и на разлику у дрвној запремини по хектару. Прорачуном по методу тарифа, где су коришћене исте тарифе и тарифни низ како је прописано ОГШ за ГЈ „Дунав“, добијена дрвна запремина за тополу клон *I-214* износи 480,34 m^3/ha , док за тополу клон *Pannonia* износи 404,89 m^3/ha .

Расподела стабала по дебљинским степенима такође показује разлику између ова два клона. У оба случаја дебљинска структура је приказана звоноликом кривом, али коефицијент спљоштености код тополе клон *I-214* је 1,65, што показује да је расподела спљоштена одозго и да је дифузија броја стабала у већем броју дебљинских степени, односно од 27,5 до

62,5 cm. Код клона *Pannonia* вредност коефицијента спљоштености је 6,62, што показује да је расподела издужена, односно спљоштена са стране, што показује да је највећи број стабала у мањем броју дебљинских степени, односно од 27,5 до 52,5 cm.

Учешће техничког дрвета за фурнир (F и L класа) код анализираних стабала тополе клон *I-214* је укупно 47,54% од укупне запремене сортимената. Највећу укупну запремину за све дебљинске степене тополе клон *Pannonia* дају трупци за резање II класе квалитета са 44,08% од укупне запремене сортимената.

Веза између запреминског учешћа класа квалитета и њихове вредности од пречника на прсној висини стабала оба анализираних клона топола је линеарна. Са повећањем пречника стабала тополе клон *I-214* расте запремина и вредност свих класа сортимената осим трупаца за резање I класе квалитета, која опада. Повећањем пречника на прсној висини стабала клона *Pannonia* запремина и вредност свих класа сортимената расте, док на учешће запремине и вредности трупаца за резање I класе квалитета то повећање нема знатног утицаја, а учешће запремине и вредности сортимената за хемијско искоришћавање опада.

Између укупне запремине и вредности сортимената два анализираних клона топола не постоји статистички значајна разлика, осим када су у питању сортименти за хемијско искоришћавање где статистичке разлике постоје.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ASSORTMENT STRUCTURE OF POPLAR CLONES I-214 AND *Pannonia*

Dr. Milorad Danilović, full professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry (milorad.danilovic@sfb.bg.rs)

MSc Dragan Raković, forestry engineer, PE "Srbijašume", FE "Belgrade"

MSc Dušan Isajev, forestry engineer, PE "Srbijašume", FE "Belgrade"

Mast. eng. Slavica Antonić, Associate in Higher Education, University of Belgrade, Faculty of Forestry

Abstract: Poplars occupy about 31.4 million ha in the world, while in Serbia poplars spread over the area of 48.000 ha. The subject of this research are artificially raised poplar plantations, consisting of poplar clone I-214 (*Populus×euramericana* (Dode) Guinier cl. I-214) and poplar clone *Pannonia* (*Populus×euramericana* (Dode) Guinier cl. *Pannonia*). Field activities of collecting data required for this research were conducted in two phases. The first phase of data collection included measurement of tree diameter. Also, the numbering, marking and recording of poplar rows, as well as each poplar in the row, was conducted. The second phase of data collection was conducted after the felling of trees that were selected for detailed measurement of the elements required for theoretical cross cutting. In accordance with the general principles of cross cutting, as well as the principles of maximum financial effect, the qualitative partition of trunks into several variants was performed. The classification of wood assortments was performed on the basis of SRPS wood standards. The share of technical wood for veneer (F and L class) in the analyzed poplar trees clone I-214 is 47.54% of the total volume of wood assortments. When it comes to the clone *Pannonia*, logs for cutting (quality class II), have the greatest share in total volume of wood assortments with 44.08. There is no statistically significant difference between the total volume and the value of the assortments of the two analyzed poplar clones, except when it comes to assortments for chemical exploitation where statistical differences exist.

Key words: poplar, clone I-214, clone *Pannonia*, assortment structure, log bucking

INTRODUCTION

Poplar, as a species, is widespread throughout the world. FAO (2016) estimated that poplar plantations occupy around 31.4 million hectares, of which an area of 18.3 million hectares (58%) is managed for multiple purposes, 9.4 million hectares (30%) were planted primarily for wood production, 2.9 million hectares (9%) are intended for environmental protection and an area of 0.9 million hectares (3%) are plantations for the production of biomass for firewood. 96% of total area of poplar plantations are located in Canada and People's Republic of China.

Poplar forests in Serbia cover an area of 48000 ha, of which 76.3% is state-owned. The stands consisted of poplars are mainly of artificial origin (plantations - 74.2%) and a smaller part of these are of coppice origin - natural stands (25.8%).

Today, in Serbia, plantations intended for the production of technical roundwood are dominant, which is a consequence of market demands for more valuable assortments (Andrašev *et al.*, 2017). The need for poplar in Serbian market is increasing, as well as in the market of large number of countries around the world (Danilović, 2008).

Due to its physical and mechanical characteristics, poplar has become very important in primary wood processing, but is still mostly used in the chemical industry. Poplar wood is used for the production of sawn timber, peeled veneer, plywood, panel boards, pallets, furniture parts, fruit crates, containers, chopsticks, matches, etc. High cellulose content and relatively low lignin content are very important for the production of wood pulp, semi-cellulose, sulfate cellulose. Related to this

issue in the previous period, a number of studies have been conducted related to the use of poplar wood as a raw energy material (Christersson, 2010, Manzone *et al.*, 2014).

Assortments obtained from poplar plantations are numerous and diverse in their market and use value. The type and quality of assortments are defined by the regulations of quality standards. The share of these assortments in the total wood volume (assortment structure) is one of the indicators of forest value. This indicator, in addition to the value of land, is among the most important indicators (Danilović, 2005).

Poplar wood is increasingly used in the mechanical and chemical wood processing industry. It has a relatively low density and porous structure. It was once primarily used as a replacement in the absence of coniferous wood. Physical and mechanical properties are most often compared with coniferous tree species (pine, fir and spruce) (Kollmann, 1951, Glavaški, 1995, etc.).

Several papers have highlighted interclonal differences in terms of structural, physical, and mechanical properties of wood (Cuevas, 2001; Glavaški, 1995; Baccio *et al.*, 2008; Labrecque and Teodorescu, 2005; Nielsen *et al.*, 2014).

The main reason for raising poplar plantations is the fact that poplar is one of the fastest growing species, but also because of the relatively small requirements in terms of growing conditions.

The traditional way of tree cutting with chainsaws has recently been replaced by cutting with harvesters, since the mechanical properties of poplar are similar to those of conifers (Acuña *et al.*, 2012). However, despite technological progress and new possibilities, cutting and processing wood assortments with chainsaws is still present in some percent.

The aim of this research is to determine the qualitative structure of wood assortments obtained after felling and processing trees with a chainsaw in an artificially raised poplar plantation after the end of the rotation.

RESEARCH METHOD AND RESEARCH OBJECT

The subject of this research are artificially raised poplar plantations, which consist of pop-

lar clone I-214 (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier *cl.* I-214) and poplar clone Pannonia (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier *cl.* Pannonia). Plantation is located in the "Dunav" Forest Management Unit, which belongs to the "Srbijašume" Public Company, "Belgrade" Forest Holding, "Rit" Forest Administration and belongs to the Posavina-Dunav forest area. The mentioned plantations consist of two poplar clones that are located in the same forest management unit, compartment and subcompartment, thus on the same habitat, and that are at the same age at the time of felling. The same silviculture and protection measures have been conducted to the both plantations.

Fieldwork that considered collecting the data required for this research was performed in two phases.

The first phase of data collection considered the measurement of tree diameters, where the rows of poplars were numbered, marked and recorded, as well as each poplar tree in a row. Using a GPS device, the areas of the sections with two different poplar clones were recorded and measured, as well as the position and length of rows of the plantation. After that, trees intended for detailed measurements after cutting and processing of wood assortments were separated, marked and recorded.

The second phase of data collection was conducted after the felling of trees that were selected for detailed measurement of the elements needed for theoretical cross-cutting. After collecting all the measuring elements of the trunk, workers created wood assortments by cutting the trunk in places determined by previous theoretical cross-cutting. According to the tariff method, using the diameter at breast height and the tariff sequence, the volume of artificially raised plantations was calculated for both analyzed poplar clones. Taking into account the general principles of cross-cutting, as well as the principles of maximum financial effect, the qualitative division of trunks into several variants was performed. The classification of wood assortments was performed on the basis of SRPS standards for wood. The obtained results were presented in tables for both analyzed clones and statistical analysis was performed using *Microsoft Excel* software.

RESULTS AND DISCUSSION

In compartment 43, section b, whose area is 26.28 ha, it was determined that poplar clone *I-214* covers about 1/3 of the area, while the remaining part of the area (about 2/3) is covered by the *Pannonia* poplar clone.

The number of trees per hectare in the part of the section where poplar clone *I-214* predominates is 199, while in the part of the section where the *Pannonia* poplar clone predominates the number of trees is 253.

The volume of the artificially established plantation was calculated using the tariffs for artificially established poplar forests - Srem (code 30). According to the forest management plan (FMP) for MU Dunav tariff series 1 for both poplar clones was used as single-entry volume tables. The diameter at breast height of the trees was used as the input.

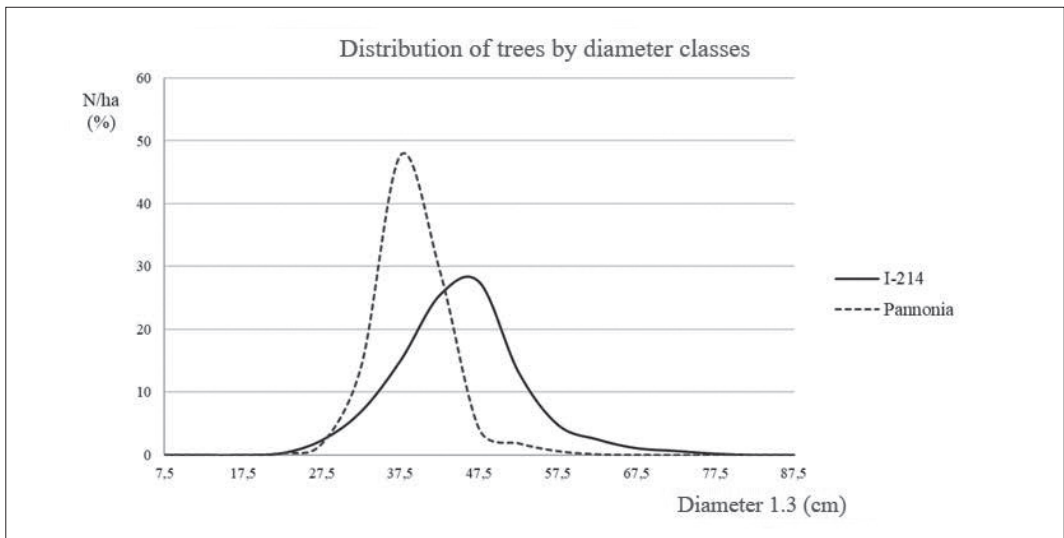
The mean diameter of poplar clone *I-214* trees is 45.09 cm, while the mean diameter of the *Pannonia* poplar clone trees is smaller and reaches 38.88 cm (Chart 1). Wood volume for clone *I-214* is 480.34 m³/ha, while for the *Pannonia* clone it amounts to 404.89 m³/ha.

The asymmetry coefficient of clone *I-214* tree distribution is 1.65, and for the *Pannonia* clone it

is 2.62. This is a positive asymmetry to the left. It is assumed that a greater variation width in the clone *I-214* plantation is a result of more pronounced natural dying of trees, so positive asymmetry tends to turn into a negative one.

The flatness coefficient of the clone *I-214* tree distribution is less than 3, while for the distribution of the *Pannonia* clone trees the value of the flatness coefficient is higher than 3, i.e. the value is 6.62, which shows that the distribution is elongated (Graph 1).

The assortment structure of the analyzed poplar clones was obtained on the basis of theoretical cutting of trees selected for detailed measurements. For both clones, 15 trees were analyzed from diameter classes in which the number of trees is relevant for analysis. For clone *I-214*, trees were chosen from eight diameter classes, i.e. from 27.5 to 62.5 cm, which is a total of 120 trees. For the *Pannonia* clone 90 trees were selected, i.e. 15 trees from six diameter classes, i.e. from 27.5 to 52.5 cm. The quality classes obtained by theoretical cutting are divided into subclasses, i.e. diameter classes, which are ranked based on the range of the mean diameter of the assortment. The value factor (Vf) was obtained as the ratio of assortment prices, where factor 1.00 is selected quality class II/1 of logs for cutting.



Graph 1. Distribution by diameter classes

According to the commodity accounting of PE Srbijašume for compartment 43, section b, MU Dunav after cutting, processing and shipment of assortments, the share of classes F and L in the total volume of assortments for poplar clone *I-214* is 56%, while for the *Pannonia* poplar clone it is 60%. Due to the cutting that was mainly performed by loggers at the time of tree felling i.e. the processing of wood assortments, these are not reliable research data.

After the theoretical cutting of the clone *I-214* poplar trees the volumes and values of assortments were summarized by classes and subclasses for each tree in the diameter class.

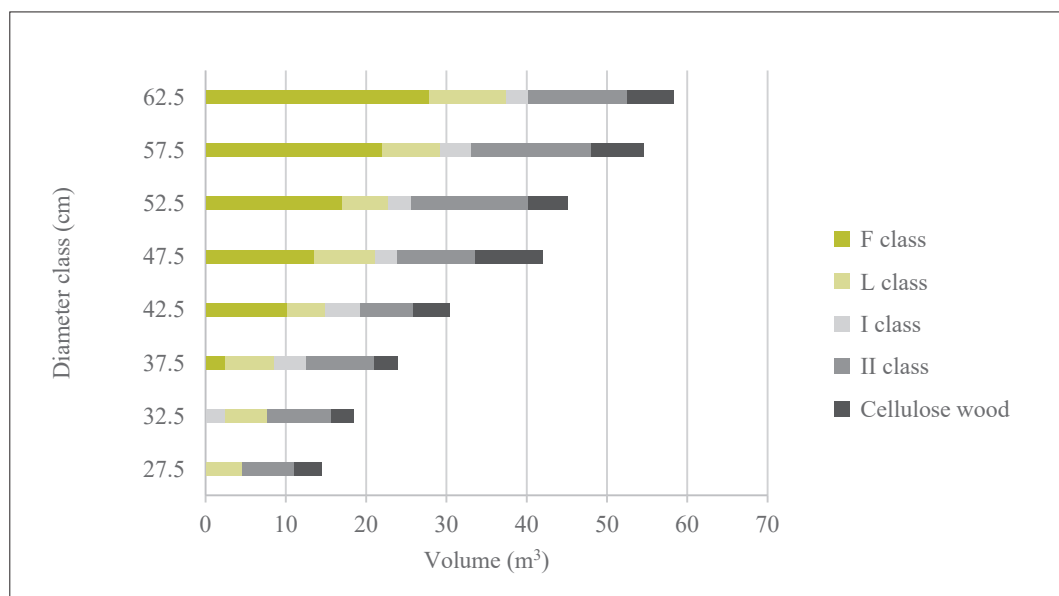
In the poplar clone *I-214* plantation, the share of technical roundwood for cut veneer (32.33%) is the largest in the sample plot, followed by class II quality logs for cutting (28.27%), technical roundwood for peeled veneer (15.21%) and assortments for chemical exploitation (13.73%), while the share of quality class I logs for cutting is the lowest (10.45%). The shares of assortments by quality classes based on value, have a different order due to different value factors. The largest share in the total value of assortments belongs to technical roundwood for cut veneer (48.27%), followed by quality class II logs for cutting (19.07%), and tech-

nical roundwood for peeled veneer (17.51%). The smallest share in the total value of assortments belongs to assortments for chemical exploitation (6.34%) (Graph 2).

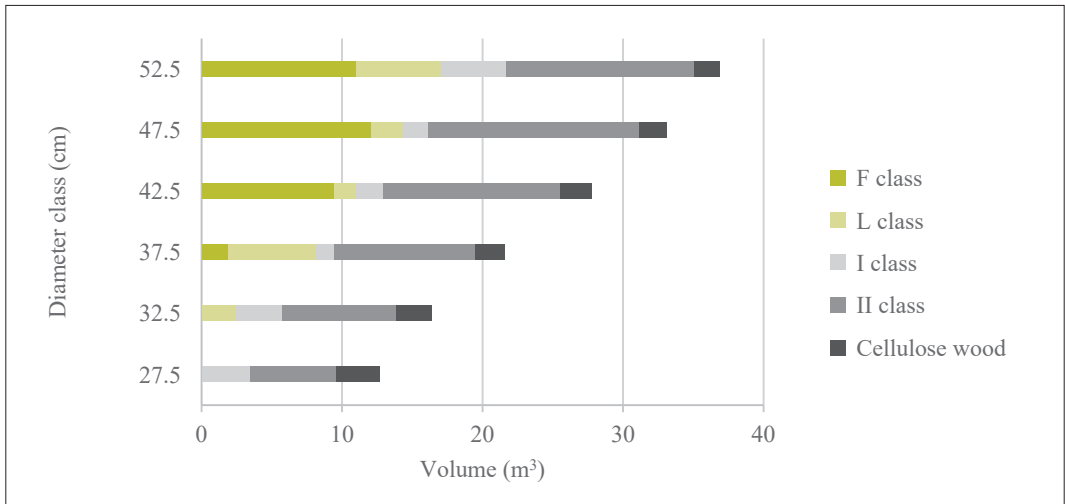
In the sample plot with the *Pannonia* clone, the largest share belongs to quality class II logs for cutting (44.08%), followed by assortments of technical roundwood for cut veneer (23.25%), assortments of technical roundwood for peeled veneer (12.43%) and quality class I logs for cutting (11.09%), while the lowest share belongs to assortments for chemical exploitation (9.14%) (Graph 3).

When the total value of assortments for all diameter classes is concerned, the order is different. The largest share belongs to the assortments of technical roundwood for cut veneer (37.47%), followed by quality class II logs for cutting (31.97%), technical roundwood for peeled veneer (15.63%) and quality class I logs for cutting (10.26%).

Based on the performed analysis, it can be concluded that the volume of technical roundwood for cut veneer as well as their value increase with an increasing diameter at breast height. The value of the coefficient of determination (0.773) shows a large number of variations which are explained by the impact of diameter at breast height on the



Graph 2. Assortment structure by diameter classes for poplar clone *I-214*



Graph 3. Assortment structure by diameter classes for the Pannonia poplar clone

share of technical wood for cut veneer (Table 1). The volume and value of wood assortments of technical roundwood for peeled veneer, as well as quality class II logs for cutting and assortments for chemical exploitation also increase with increasing diameter at breast height, while with increasing diameter at breast height those values decrease when it comes to the volume and value of quality class I logs for cutting.

Based on the performed data analysis for the *Pannonia* poplar clone it can be concluded that the volume of technical roundwood for cut veneer, as well as its value, increase with increasing diameter at breast height. The value of the coefficient of determination (0.546) shows that a large number of variations are explained by the impact of diameter on the share of technical roundwood for cut veneer (Table 1). As the diameter at breast height increases, so does the volume and value of wood assortments of technical roundwood for peeled veneer, as well as quality class II logs for cutting. The share of wood volume of wood assortments for chemical exploitation and their value decrease with an increasing diameter at breast height, while the share of quality class I logs for cutting is not significantly influenced by an increasing diameter at breast height of trees.

The difference in the volume shares of wood assortments of certain quality classes between the analyzed poplar clones was examined by the statis-

tical method of analysis of variance. The obtained values of parameters F are shown in Table 1.

The analysis included the average volume of wood assortments for each diameter class for both analyzed poplar clones, i.e. from 27.5 to 62.5 cm for poplar clone *I-214*, while for the *Pannonia* poplar clone six diameter classes were analyzed, from 27.5 to 52.5 cm.

The average volume of all cut wood assortments for eight diameter classes for poplar clone *I-214* is 2.39 m^3 . The volume of cut assortments of the *Pannonia* poplar clone is smaller, i.e. 1.65 m^3 on average. This result was influenced by a smaller number of analyzed diameter classes for the *Pannonia* poplar clone, among which there were no higher classes, i.e. 57.5 and 62.5, which as a rule give a larger volume of assortments, as well as a smaller average volume of wood assortments in all other diameter classes.

According to the obtained analysis of variance results, the value of parameters F is lower than the critical value for assortments of technical roundwood for cut veneer, technical roundwood for peeled veneer and quality classes I and II logs for cutting, which indicates no statistically significant difference between the volumes of these quality classes for the analyzed poplar clones. In wood assortments for chemical exploitation, the value of parameters F is higher than the critical value, which is why a test (*F-test*) was performed show-

Table 1. Data regression analysis indicators for both clones

Regression analysis indicators	Quality classes of wood assortments																	
	Class F			Class L			Class I			Class II			Cellulose wood					
	Clone I-214	Pannonia clone	The Pannonia clone	Clone I-214	Pannonia clone	The Pannonia clone	Clone I-214	Pannonia clone	The Pannonia clone	Clone I-214	Pannonia clone	The Pannonia clone	Clone I-214	Pannonia clone	The Pannonia clone			
m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f	m^3	V_f			
Coefficient of Determination	0.773	0.546	0.189	0.19	0.08	0.084	0.046	0.039	0	0.001	0.211	0.231	0.496	0.501	0.083	0.073	0.072	
Corrected coefficient of determination	0.771	0.541	0.182	0.183	0.07	0.073	0.038	0.031	-0.011	-0.011	0.204	0.224	0.491	0.496	0.076	0.075	0.062	0.061
Standard regression error	0.352	0.798	0.302	0.674	0.353	0.289	0.509	0.189	245	0.222	0.289	0.328	0.342	0.198	0.278	0.195	0.084	0.59
Number of observations	120	120	90	120	90	90	120	120	90	90	120	120	90	90	120	120	90	90

ing a parameter *F* value (18.284) which indicates a statistically significant difference in the volume of wood assortments for chemical exploitation of the two analyzed poplar clones.

The significance of differences in the value of wood assortments of certain quality classes between the analyzed poplar clones was examined by the analysis of variance as the statistical method. The obtained values of parameters *F* are shown in Table 1.

The average value of wood assortments volume was analyzed for each diameter class for both poplar clones, i.e. from 27.5 to 62.5 cm for poplar clone *I-214*, and six diameter classes from 27.5 to 52.5 cm were analyzed for the *Pannonia* poplar clone.

The average volume of all cut wood assortments for poplar clone *I-214* is 3.63 m^3 . The value of the volume of cut assortments in the *Pannonia* poplar clone is smaller and averages 2.28 m^3 .

Based on the obtained results of the analysis of variance between the two analyzed poplar clones in the values of volume for technical roundwood assortments veneer for cut veneer, technical wood for peeled veneer, quality classes I and II logs for cutting, there is no statistically significant difference, because the value of parameters *F* is lower than the critical value. In wood assortments for chemical exploitation, the value of parameters *F* is higher than the critical value, which is why a test was performed (*F-test*), according to which the obtained value of parameter *F* (18,002) indicates a statistically significant difference between the volumes of wood assortments for chemical exploitation of the two analyzed poplar clones.

CONCLUSIONS

The following conclusions can be drawn on the basis of the analysis performed:

The difference in the number of trees per hectare does not have the same impact on the difference in wood volume per hectare. The calculation according to the tariff method, where the same tariffs and tariff series were used as prescribed by the FMP for MU Dunav, the obtained wood volume for poplar clone *I-214* is 480.34 m^3/ha , and 404.89 m^3/ha for the *Pannonia* poplar clone.

The distribution of trees by diameter classes also shows difference between these two clones. In both cases the diameter structure is has a bell-shaped curve, but the flatness coefficient for poplar clone *I-214* is 1.65, which shows that the distribution is flattened from above and that the diffusion of the number of trees is in the higher diameter classes, i.e. from 27.5 to 62.5 cm. In the *Pannonia* clone the value of the flattening coefficient is 6.62, which shows an elongated distribution, i.e. flattened on the side, indicating the largest number of trees is in lower diameter classes, i.e. from 27.5 to 52.5 cm.

The share of technical wood for veneer (classes F and L) in the analyzed poplar clone *I-214* trees is 47.54% of the total volume of assortments. Maximum total volume for all diameter classes of the *Pannonia* poplar clone was reached by quality class II logs for cutting with 44.08% of the total volume of assortments.

The relationship between the volume shares of quality classes and their values depending on the diameter at breast height of the trees of both analyzed poplar clones is linear. With increasing diameter of poplar clone *I-214* trees grows the volume and value of all assortment classes, except for quality class I logs for cutting, whose volume decreases. With an increase in diameter at breast height of the *Pannonia* clone trees, grows the volume and value of all classes of assortments, while the share of volume and value of quality class I logs for cutting is not significantly influenced by this increase, and the share of volume and value of assortments for chemical exploitation declines.

There is no statistically significant difference between the two analyzed poplar clones in the total volume and the value of assortments, except in the case of assortments for chemical exploitation for which statistical differences were found.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Acuña L., Casado M., Basterra LA., Ramón-Cueto G., Vecilla D. (2012): Grading of structural timber of *Populus x euramericana* clone *I-214*. *Holzforschung* 66(5):633–638.
- Andrašev S., Bobinac M., Pekeč S., Sarić R., (2017): Karakteristike prorede u zasadu topole klona *I-214* srednje gustine 13 godina nakon osnivanja. *Topola*, 199/200:77–93.
- Baccio D Di, Castagna A., Paoletti E., Sebastiani L., Ranieri A. (2008): Could the differences in O₃ sensitivity between two poplar clones be related to a difference in antioxidant defense and secondary metabolic response to O₃ influx?, *Tree Physiology* 28(12):1761-1772.
- Cuvas D. H. (2002): Mechanical properties of *Populus x euramericana* (Dode) Guinier growing in Valdivia, Chile, 23(2):93-98.
- Christersson L. (2008): Poplar plantations for paper and energy in the South of Sweden, *Biomass and Bioenergy* 32(11):997-1000
- Danilović M. (2005): Proučavanje faktora kvaliteta u zasadima topola *Populus x euramericana* 'I- 214' i *Populus x euramericana* 'Ostia' sa aspekta primene nacionalnih i evropskih standarda kvaliteta. Doktorska disertacija. Beograd. 1–205.
- Danilović M. (2008): Ocena značaja faktora kvaliteta na sortimentnu strukturu u zasadima topola. *Glasnik Šumarskog fakulteta* 97:127–146.
- Glavaški L. (1995): Stabilnost oblika i dimenzija i mogućnosti primene topolovih piljenih sortimentata izrađenih tehnikom utvrđenom za jelu i smrču, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd.
- FAO (2016): Poplars and other fast-growing trees -renewable resources for future green economies. Synthesis of Country Progress Reports. Activities related to poplar and willow cultivation and utilization – 2012 through 2016. FAO- Forest Policy and Resource Division, Forestry Department International Poplar Commission 25th Session, Berlin, 13–16 Sept 2016, Rome.
- Kollman F. (1951): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe Zweite Auflage, I. Band. Springer-Verlag.
- Labrecque M. and Teodorescu T.I. (2005): Field Performance and Biomass Production of 12 Willow and Poplar Clones in Short-Rotation Coppice in Southern Quebec (Canada). *Biomass and Bioenergy*, 29:1-9.

Manzone M., Bergante S., Facciotto G., 2014: Energy and economic evaluation of a poplar plantation for woodchips production in Italy. *Biomass and Bioenergy* 60:164–170.

Nielsen U. B., Madsen P., Hansen J.K., Nord-Larsen T., Nielsen A. T. (2014): Production potential of 36 poplar clones grown at medium length rotation in Denmark. *Biomass and Bioenergy*, 64:99-109.

