

UDK: 630*652.3(497.11)

Оригинални научни рад

<https://doi.org/10.2298/GSF2124087R>

ИЗНАЛАЗЕЊЕ КОЕФИЦИЈЕНАТА ЗА КОРЕКЦИЈУ ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ВРЕДНОСТИ ДРВНИХ СОРТИМЕНАТА У СТВАРНУ НА ПРИМЕРУ БУКВЕ ИЗ ПРОРЕДНИХ СЕЧА У СРБИЈИ

др Ненад Ранковић, редовни професор у пензији, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд
(nenad.rankovic@sfb.bg.ac.rs)

др Дамјан Пантић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

Извод: Обрачун вредности дрвета у шумама је одувек био посао пун изазова за проценитеља, посебно ако је услов да том приликом не дође до сече стабала. Као једна од могућности, може се користити метода „моделног“ кројења, која практично једина омогућава процену вредности без сече стабала. Састоји се у томе да се само на бази димензија стабла (d и h) и важећих стандарда за производе експлоатације шума изврши процена запремина сортиментних класа, а касније, моножењем са ценама, добије тражена вредност. Како се у том поступку не уважавају друге карактеристике стабла (грешке дрвета), очито се ради о идеалној (максималној) вредности. Да би се она усагласила са стварном вредношћу, која је увек нижа од „моделне“, намеће се захтев за корекцијом „моделне“ вредности одговарајућим коефицијентима. У овом истраживању учињен је покушај да се дође до таквих коефицијената за материјал из проредних сеча у буковим високим (5.973 стабла) и изданачким (1.842 стабла) шумама и провери степен тачности приликом њихове примене.

Кључне речи: буква, проредне сече, сортиментна структура, вредност, коефицијент корекције

1. УВОД

Обрачун вредности шума је предмет интересовања страних и домаћих шумарских стручњака већ више деценија, ако не и више од једног века. Главни разлог лежи у томе што вредност шума (шумских састојина) „... чини основну и неизоставну компоненту за правилно и сигурно вођење планиране шумарске пољопривредне и производног процеса у шумарској“ (R a n k o v i ć , 1996). Сам поступак обрачуна дели се на обрачун вредности шумског земљишта и обрачун вредности шумских састојина (N e n a d i ć , 1922). У оквиру овог другог дела јавља се проблем обрачуна вредности шумских дрвних

сортимената, јер они и даље чине највећи део вредности шумских састојина, па се поступак обрачуна практично своди на обрачун њихове вредности. Главна особина овако посматране вредности шумских дрвних сортимената јесте да у себи садржи све начињене трошкове у периоду до момента обрачуна вредности, односно ради се о бруто вредности.

Обрачун вредности дрвета може се решавати на три начина (R a n k o v i ć , 1996): методом садашње сечиве вредности, методом трошкова састојине и методом очекиване вредности састојине. Сва три начина имају добре и лоше

стране и примењују се у ситуацијама када могу да дају најтачније резултате. Уз то, треба имати у виду да је прва метода најтачнија (заснива се на директном мерењу димензија шумских дрвних сортимената), а трећа најмање тачна. Треба нагласити чињеницу да не постоји јединствена и општеприхваћена метода, која би била универзално применљива за ову сврху. Основни разлози за такву ситуацију налазе се у посебним карактеристикама производног процеса у шумарству, односно у његовим биолошко-техничким и економским специфичностима (Ротоћић, 1972, Петровић, 1976).

Заједничко је да се у основи свих обрачуна налази сортиментна структура дрвета¹ (Nikolić, 1993), које се налази у састојини и чија је вредност предмет обрачуна. Управо ту се наилази на основну тешкоћу у спровођењу обрачуна, јер примена прве методе, која је најтачнија, захтева да се посеку сва стабла у састојини и претворе у шумске дрвне сортименте, а онда примене одговарајући ценовници. Друге две методе базирају се на увођењу у обрачун различитих врста процена, мање или више поузданих. Због тога, чињени су покушаји да се некако примени метода садашње сечиве вредности², али уз услов да се не посеку сва стабла у састојини, већ да се до сортиментне структуре дође уз што мање захвата у саму дубећу дрвну запремину. Један од начина, где практично не долази до сече стабала, је таблични метод³, али је примена таблица „...скојчана са њроблемом њихове ѡачносѡи, имајући у виду време када

су израђене, врсѡу дрвећа и сасѡјојнске услове на које се огносе“ (Ranковић, 1996). Други начин се заснива на томе да се на више равномерно распоређених места у састојини (сипематски узорак) посече одређени (репрезентативан) број стабала, који најтачније одсликава сортиментну структуру целе састојине, изврши кројење дебала, а добијени резултати примене на целу састојину. Паралела се може повући са делимичним премером у инвентури шума, где се нумерички елементи са примерних површина различитог облика (узорка) преносе на цео скуп (састојину), уз утврђивање стандардне грешке процењених елемената састојине (Bанковић, Pантић, 2006).

Поред наведених, једно од могућих решења је употреба метода „моделног кројења“, која се заснива на процени потенцијалне („моделне“, идеалне) сортиментне структуре (Nikolić, 1988). Метода полази од претпоставке да сортиментна структура зависи само од димензија стабла (d и h), при чему се подразумева да је квалитет (условљен здравственим стањем, чистоћом од грана и грађом дрвета) у толерантним границама. За примену ове методе потребно је поседовати податке о прсном пречнику и висини стабала у састојини, након чега се рачунски добијају запремине сортиментних класа, које се у даљем поступку обрачуна вредности множе са одговарајућим ценама из актуелног ценовника. Сабирањем добијених вредности сортиментних класа добија се тражена укупна вредност шумских дрвних сортимената (Rанковић, Vућковић, 2011).

Поступајући овако, испуњен је захтев да не мора да се посече ниједно стабло, јер мерење прсног пречника и висине не захтева обарање стабала. Међутим, треба имати у виду да се ту ради о идеалној („моделној“) сортиментној структури, па је онда и вредност заснована на њој, такође, идеална⁴. Из тог разлога намеће се потреба изналажења начина да се преко ове идеалне што тачније обрачуна стварна (реална)

¹ Добија се у процесу кројења дебела оборених стабала.

² Подразумева да се вредност односи на тренутак процене, узимајући у обзир тренутно стање стабала (постојећа сортиментна структура) и актуелне цене шумских дрвних сортимената $f_{\text{с}}$ шумски камионски пут. То се назива и „ликвидациона вредност“, што је „...ѡроцењени износ новца који би се ѡримио за ѡренујну ѡродају имовине...“, односно „...ѡржишна вредносѡј дрвеѡа је ликвидациона вредносѡј дрвеѡа на даѡум ѡроцене, а не ѡѡшенцијална вредносѡј дрвеѡа у неком будућем времену“ (Вullard H.S., Sтрака J.T., 2011). Због тога изостаје потреба за дисконтовањем и уважавањем трошкова транспорта.

³ На основу података о сортиментној структури из претходних сеча, направе се одговарајуће таблице, које се затим примењују на састојине сличних услова (иста врста дрвећа, блиски станишни и састојински услови, итд.).

⁴ Под појмом „идеална“ подразумева се теоријски максимална вредност шумских дрвних сортимената, јер у стварности она може бити само мања због утицаја бројних фактора (закривљеност, лажно срце, чворови, итд.), па се приликом кројења дебела смањује учешће вреднијих у односу на мање вредне сортименте.

вредност дрвних сортимената. То се може постићи или корекцијом идеалне сортиментне структуре (корекције запремина класа) или корекцијом идеалне вредности дрвних сортимената (корекције вредности класа).

Најчешће примењиван начин за ове потребе подразумева примену одговарајућих коефицијената, као корективног фактора. То би значило да се „моделна“ (идеална) сортиментна структура коригује одговарајућим коефицијентима (за сваку сортиментну класу постојао би посебан коефицијент⁵) и тим путем добије што тачнија стварна сортиментна структура, из које би се у даљем поступку добила што тачнија стварна вредност дрвета. Применом другог приступа, интервенисало би се директно на идеалну („моделну“) вредност шумских дрвних сортимената, а резултат би била коригована вредност, довољно блиска стварној вредности. За потребе ових истраживања, изабран је овај други случај, имајући у виду да се у фокусу интересовања налази вредност шумских дрвних сортимената, а не сама сортиментна структура. Такви коефицијенти имали би следеће особине:

- односе се само на једну врсту дрвећа (није могућа употреба универзалних коефицијената);
- карактер је условљен положајем и величином подручја са кога су прикупљени емпиријски подаци (локални, регионални или општи);
- односе се само на један узгојни облик (разликују се коефицијенти за високе и изданачке шуме);
- односе се само на један вид сеча (претпоставља се да постоје одређене разлике у димензијама и особинама стабала из проредних сеча и сеча обнављања);
- обрачунати су на основу података из довољно великог броја стабала (теоријски би најбоље било да се користе подаци из свих обављених сеча, како садашњих тако и прошлих за које постоје подаци, али то је врло тешко остварљиво, па се мора

⁵ Могуће је корекцију радити и са коефицијентима везаним за дебљинске степене (Z у g m u n t *et al.*, 2017), али се ту оперише са већим бројем коефицијената, што усложњава поступак, па се претпоставља да то може да компромитује потребну тачност.

оперисати са репрезентативним статистичким узорком);

- тачност⁶ треба да је на нивоу грешке од 5% (разлика стварне и кориговане вредности на бази идеалне треба да је $\leq 5\%$), што је у економским истраживањима уобичајени ниво толерантне грешке.

Важно је напоменути и да се овде користе три блиска појма, а то су:

- стварне вредности запремина сортиментних класа (V_{sk}), добијених на основу стварне сортиментне структуре приликом теренског кројења стабала;
- „моделна“ (идеална) вредност запремина сортиментних класа (V_{mk}), добијена на бази „моделне“ (идеалне) сортиментне структуре;
- коригована вредност запремина сортиментних класа (V_{kk}), добијена множењем „моделне“ вредности одговарајућим коефицијентом.

Имајући ово у виду, спроведено је истраживање и обрачунати су коефицијенти корекције (K_k) за букву, као најзаступљенију врсту дрвећа у шумском фонду Србије. Буква има веома широку еколошку валенцу и осим на крајњем северу (АП Војводина), јавља на читавој територији Србије, на надморским висинама од 100-1,700 m и гради око 50 различитих типова шума (М е д а р е в и ћ , М и л о ш е в и ћ , 2005). Емпиријски подаци се односе на стабла букве из проредних сеча у једнодобним (високим и изданачким) шумама.

Временски оквир истраживања чини сезона када су прикупљени теренски подаци. Они су прикупљени 2007-2008. године у оквиру пројекта „Израда нових запреминских и сортиментних таблица за основне врсте дрвећа у Србији“, финансираном од стране ЈП „Србијашуме“⁷. Циљана обрада података, анализа и закључивање за потребе ових истраживања спроведени су током 2020. и 2021. године.

⁶ Појам „тачност“ везује се за разлику између стварне и кориговане „моделне“ вредности (добијена преко „моделне“ вредности, помножене са одговарајућим корективним коефицијентом), а тежња је да та разлика буде што је могуће мања.

⁷ Аутори поседују одобрење ЈП „Србијашуме“ (бр. 14510) за коришћење података у научним истраживањима.

Основни подаци (димензије стабала и резултати кројења обловине) прикупљени су током редовних проредних сеча у једнодобним (високим и изданачким) шумама букве, у 16 шумских газдинстава на територији којом газдује ЈП „Србијашуме“⁸.

Увидом у литературу, дошло се до сазнања да таквих коефицијената нема. Отуда је основни **циљ** овог истраживања да се формирају табеле коефицијената за обрачун вредности дрвета, а са **сврхом** да се користе у поступку процене стварне вредности дрвета у ситуацијама кад није могуће или није пожељно обарати стабла да би се извршило њихово кројење. **Предмет** истраживања су димензије стабала (пречник и висина, који су добијени премером), запремине класа шумских дрвних сортимената искројених на терену (стварна сортиментна структура) и цене шумских дрвних сортимената (2007).

Основна хипотеза могла би да се дефинише на следећи начин:

- постоји однос између „моделне“ (идеалне) и стварне вредности шумских дрвних сортимената, који омогућава да се формира табела коефицијената корекције, чијом употребом би се из „моделне“ добила вредност блиска стварној вредности шумских дрвних сортимената (разлика $\leq 5\%$).

2. МЕТОД РАДА И ОБРАДА ПОДАТАКА

У истраживању су, од општих метода, коришћене аналитичке методе, а посебно компаративна и структурално-функционална анализа (Miljević, 2007). Од опште-научних метода, коришћена је компаративна метода⁹.

⁸ Шуме букве у АП Војводина минимално су заступљене, а подручје АП Косово и Метохија је изван административних надлежности Републике Србије, па изостају подаци из одговарајућих газдинстава.

⁹ То је систематски поступак којим се проучавају односи, сличности и разлике између два предмета или појаве са циљем да се изведу одређени закључци. При томе, такво поређење се врши према унапред утврђеним елементима који ће се поредити, као и мерним скалама које ће послужити да се исказе интензитет разлика у поређењу (Miljević, 2007).

Од примењених техника коришћене су технике мерења и тестирања (Ranković, 2019), односно „бенчмаркинг“.

За процену вредности дрвета, коришћена је и метода процене и предвиђања (Zajčarović, 1987, Keča, 2009). Ова метода се обично користи у завршним фазама истраживања, да би се употпунила слика о одређеним појавама које су истраживане, па је треба разумети као помоћну методу у истраживању. Примењује се у случајевима кад не постоји могућност тачног и прецизног обрачуна, који би у потпуности уважавао све оно што се дешава у стварности. При томе, треба узети у обзир да резултат процене никада није прецизно израчуната вредност, већ служи за оријентацију при тумачењу резултата истраживања.

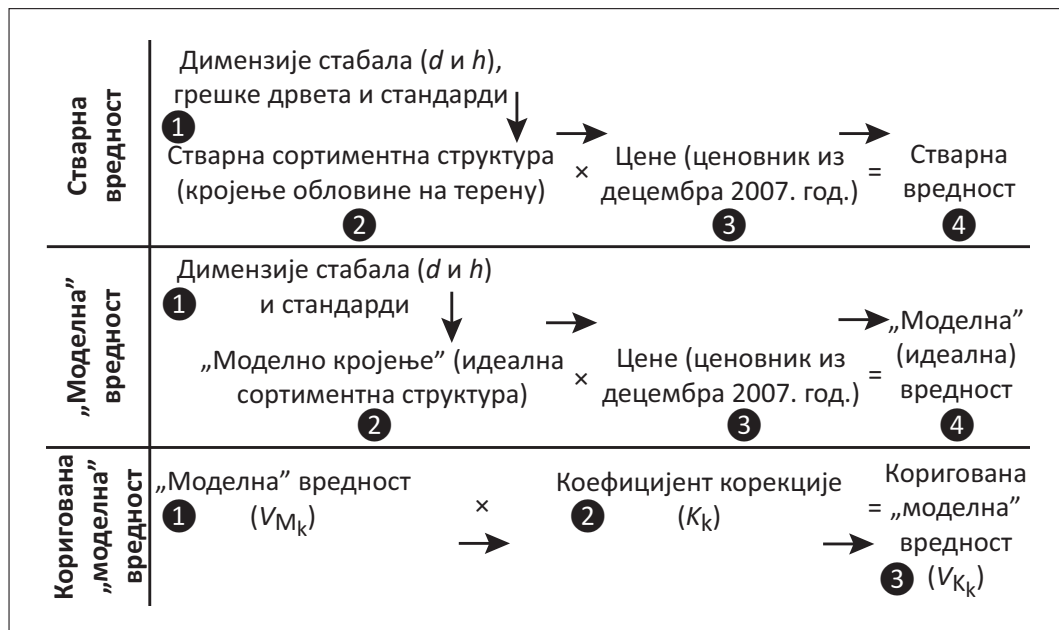
Поступак спровођења одабраних техника истраживања одвијао се у неколико етапа (графикон 1). Претходно треба напоменути да је сортиментна структура третираних стабала добијена на два начина:

- обрачуном запремине сортиментних класа директним кројењем дебала на терену (стварна структура);
- обрачуном запремине сортиментних класа на бази методе „моделног кројења“ (идеална структура).

Овако исказане сортиментне структуре су биле основа за обрачун стварне и „моделне“ (идеалне) вредности шумских дрвних сортимената. Ове две вредности су стављане у одређени однос из кога су добијани тражени коефицијенти корекције за претварање „моделне“ вредности у кориговану, која треба да је блиска стварној вредности на нивоу грешке $\leq 5\%$.

Претходно је извршено раздвајање података за високе од оних за изданачке шуме, па су се практично одвијала два паралелна процеса обрачуна, идентична по примењеним процедурама, али независна један од другог. Последица је да су, као крајњи резултат, исказане две групе коефицијената корекције - једна је за високе, а друга за изданачке шуме букве.

У том смислу, прво су формиране табеле са подацима о резултатима стварног кројења дебала по сортиментним класама, онако како је то спроведено на терену, на уобичајени начин,



Графикон 1. Техника обрачуна стварне, „моделне“ и кориговане „моделне“ вредности шумских дрвних сортимената

уважавајући стандарде за шумске дрвне сортименте (SRPS D.B - за производе експлоатације шума) и уочене грешке дрвета. На основу тих података, множењем запремина сортиментних класа са одабраним ценама¹⁰, добијене су стварне вредности сортиментних класа шумских дрвних сортимената, које ће касније послужити за обрачун одговарајућих коефицијената корекције.

После тога, извршен је обрачун запремина класа сортимената према методи „моделног кројења“ сваког стабла. У даљем поступку извршено је сабирање запремина по класама свих стабала и формирана је табела укупних запремина сортиментних класа. Иза тога, множењем запремина класа са ценама (свака класа има своју цену), добијене су „моделне“ вредности запремина класа и укупна „моделна“ (идеална) вредност.

Ради појашњења и бољег разумевања поступка поређења V_{sk} и V_{kk} треба још једном

напоменути да се код „моделне“ сортиментне структуре, па тиме и „моделне“ вредности, губе категорије кладарка (K), остало техничко дрво (OT) и шумски остатак (SO). Вредност кладарке, која веома мало учествује у укупној вредности (2,4% високе и 2,0% изданачке шуме), припојена је првој нижој класи, односно трупцима за резање прве класе (R1). Такође, пошто „моделно“ кројење не генерише запремину за TO и SO, стварне запреmine ових класа, а тиме и вредности, припојене су класи просторног дрвета (P). Међутим, у овом другом случају учешће такве збирне вредности је веће (30,3% код високих шума и 50,6% код изданачких). Међутим, пошто се ради о најјефтинијим сортиментима, ни таква разлика у овом сегменту не утиче битно на укупну вредност.

Када су добијене табеле са стварним (V_{sk} , односно V'_{sk})¹¹ и „моделним“ (V_{mk}) вредностима сортиментних класа, извршен је обрачун

¹⁰ Цена се односе на материјал f_{co} шумски камионски пут (базирају се само на трошковима сече и израде шумских дрвних сортимената).

¹¹ V'_{sk} представља прегруписане вредности сортиментних класа, ради усаглашавања са добијеним „моделним“ вредностима.

коэффицијентна корекције за сваку сортиментну класу (K_k)¹² по формули:

$$(1) \quad K_k = \frac{V_{sk}}{V_{mk}}$$

Из тог односа долази се до формуле за обрачун кориговане „моделне“ вредности:

$$(2) \quad V_{kk} = V_{mk} \cdot K_k$$

По извршеном обрачуну коригованих вредности, претварањем V_{mk} у V_{kk} по формули (2), у наредном кораку, извршено је упоређивање V_{sk} и V_{kk} и утврђивање разлика (одступања) између њих. При томе, коэффициентима корекције (K_k) мењан је број децимала, па је тако процењиван утицај и тог елемента на величину разлика између V_{sk} и V_{kk} , односно на степен одступања, изражен у проценти.

Табела 1. Број премерених стабала букве из проредних сеча по регионима Србије у сезони 2007-2008. године

Регион	Порекло		
	Високе шуме	Изданачке шуме	Σ
Источна Србија	1.234	94	1.328
Централна Србија	1.734	0	1.734
Западна Србија	1.498	1.010	2.508
Јужна Србија	1.507	738	2.245
Σ	5.973	1.842	7.815

Извор: (2008)

Кад се ради о конкретним полазним подацима, њихов укупан број је 7.815 третираних стабала¹³, од чега је 5.973 у високим шумама и 1.842 у изданачким шумама (табела 1). У том смислу, квантитативно и квалитативно посматрано, узорак је тако структуриран да се може сматрати репрезентативним и да, као такав, представља поуздану основу за примену

¹² Индекс k може бити F (фурнир), L (љуштење), K (кладарка), R₁ (прва класа за резање), R₂ (друга класа за резање), R₃ (трећа класа за резање), OT (остало техничко дрво), P (просторно дрво) и SO (шумски остатак).

¹³ Због великог броја стабала, овде није било могућности да се прикажу сви полазни подаци, већ само сводне табеле међурезултата и резултата.

одабраних метода и доношење поузданих закључака на основу резултата њихове примене. Величина узорка, поузданост података, дистрибуције и блискост са нормалном расподелом, као условом за примену одређених статистичких метода, тестирани су у претходним истраживањима (R a n k o v i ć et al., 2013).

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Прво су сређени и обрађени подаци о запремини (Z) и стварној вредности (V_s) по сортиментним категоријама, као и учешће сваке сортиментне класе у укупној запремини и укупној стварној вредности (табела 2). Затим, састављена је слика везана за број стабала у проредним сечама у једнодобним буковим шумама, док је, уз стварну, придодата и „моделна“ вредност дрвета, исказане укупно, по стаблу и по m^3 (табела 3). То представља нумеричку основу за даљи обрачун и поређења („бенчмаркинг“), који су предузети у наставку истраживања.

Приликом приказа добијених резултата истраживања, ради лакшег сналажења и разумевања, одвојено су дати резултати за високе и изданачке букове шуме.

3.1. Високе шуме

Када су у питању високе букове шуме, прво су утврђивани корективни коэффициентни и „моделна“ вредност (графикон 2), а затим и коригована „моделна“ вредност. У наредној фази је процењивана разлика између стварне вредности (V_{sk}) и кориговане „моделне“ вредности (V_{kk}). После тога, провераван је утицај исказивања корективних коэффициентна на одређеном броју децимала, односно тражен је рационалан број децимала, при коме се обезбеђује довољна мала разлика кориговане „моделне“ вредности и стварне вредности. Резултати тог поступка приказани су у табели 4 и на графикону 3.

У овом случају су, на бази добијених коэффициентна корекције по сортиментним класама (табела 4, колона 8), израчунате кориговане „моделне“ вредности дрвета по сортиментним

Табела 2. Запремина (Z) и стварна вредност дрвета (V_s) у високим и изданачким шумама у Србији (сезона 2007-2008. год.), по сортиментним класама

Класа	Високе шуме				Изданачке шуме			
	Z		V_s		Z		V_s	
	m^3	%	RSD	%	m^3	%	RSD	%
F	167,2	1,7	2.176.423,2	7,2	3,970	0,4	51.689,40	2,0
L	596,7	6,2	4.611.220,3	15,2	19,390	1,9	149.845,92	5,8
K	127,3	1,3	716.275,6	2,4	9,120	0,9	51.327,36	2,0
R1	639,8	6,6	2.794.777,4	9,2	19,220	1,9	83.952,96	3,2
R2	1.890,2	19,5	6.748.089,0	22,3	138,540	13,6	494.587,80	19,0
R3	1.507,7	15,6	4.052.778,2	13,4	115,880	11,4	311.485,44	12,0
OT	436,0	4,5	1.441.257,3	4,8	115,014	11,3	380.236,28	14,6
P	2.935,5	30,3	5.618.637,0	18,6	440,847	43,4	843.781,16	32,4
SO	1.375,9	14,2	2.095.425,5	6,9	153,991	15,2	234.528,73	9,0
Σ	9.676,3	100,0	30.254.883,5	100,0	1.015,972	100,0	2.601.435,05	100,0

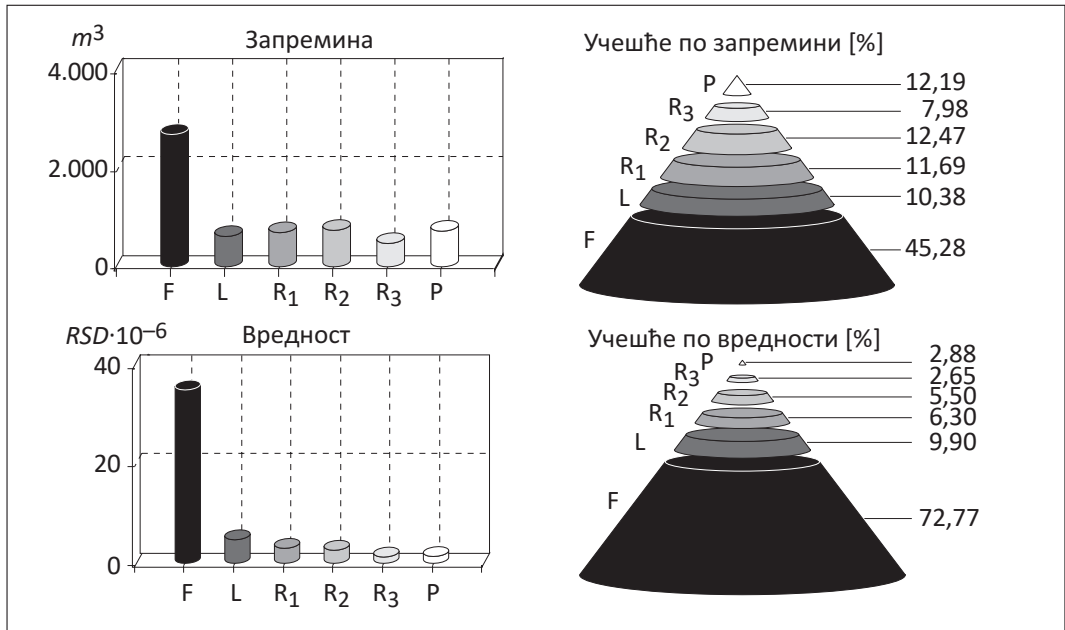
Легенда: F - трупци за фурнир, L - трупци за љуштење, K - кладарка, R1 - трупци за резање 1. класе, R2 - трупци за резање 2. класе, R3 - трупци за резање 3. класе, OT - остало техничко дрво, P - просторно дрво, SO - шумски остатак, Z - запремина и V_s - стварна вредност

Извор: оригинал

Табела 3. Број стабала и вредност дрвета у проредним сечама букве у ЈП „Србијашуме“ (сезона 2007-2008. год.)

Узгојни облик	Број стабала						Вредност		
	Σ	Без OT		Само SO		Σ	По стаблу	По m^3	
	ком	ком	%	ком	%	RSD	$RSD \cdot stab^{-1}$	$RSD \cdot m^{-3}$	
Стандардно кројење облог дрвета обављено на терену (стварна вредност)									
Високе шуме	Σ	5.973	2.374	39,7	98	1,6	30.254.883,52	/	/
	просек	/	/	/	/	/	/	5.065,27	3.126,71
Изданачке шуме	Σ	1.842	1.272	69,1	20	1,1	2.601.435,05	/	/
	просек	/	/	/	/	/	/	1.412,29	2.560,54
„Моделно кројење“ облог дрвета („моделна“ вредност)									
Високе шуме	Σ	5.973	1.435	24,0	/	/	48.501.256,38	/	/
	просек	/	/	/	/	/	/	8.120,08	5.012,40
Изданачке шуме	Σ	1.842	918	49,8	/	/	3.253.226,70	/	/
	просек	/	/	/	/	/	/	1.766,14	3.202,08

Извор: оригинал



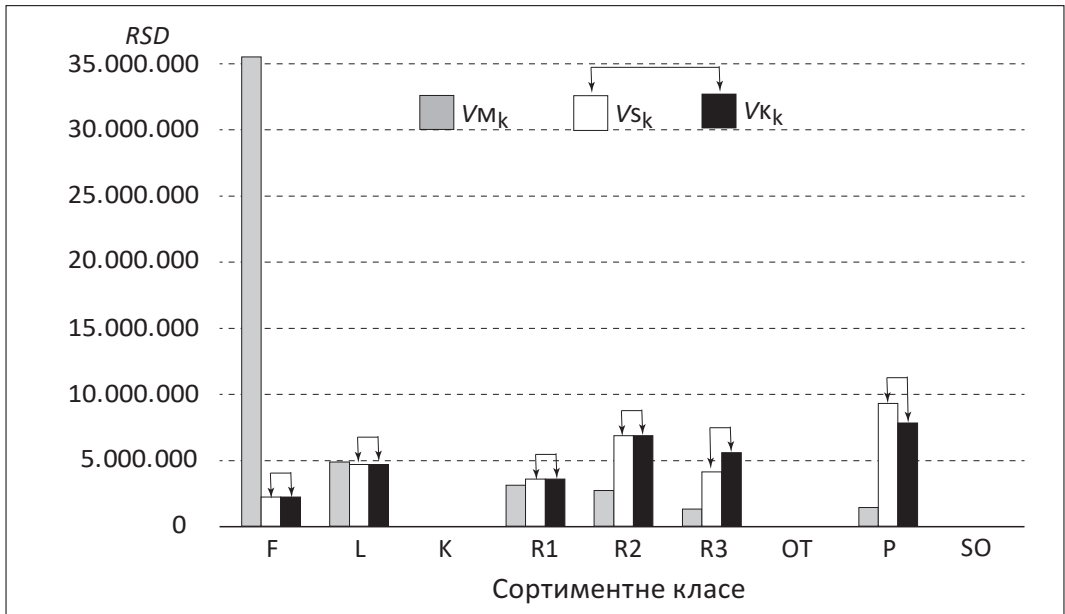
Графикон 2. Запремина и вредност дрвета по сортиментним класама у високим шумама букве, базирано на методи „моделног“ кројења

Табела 4. Вредност (V_{sk} , V'_{sk} и V_{mk}), коефицијенти корекције (K_k) и однос V'_{sk} и V_{kk} по сортиментним класама (k) за високе букве шуме

k	V_{sk}		V'_{sk}		V_{mk}		K_k	$V_{kk, 2}$	$V_{kk, 3}$	$V_{kk, 4}$	$V_{kk, 5}$	
	$RSD \cdot 10^{-6}$	%*	$RSD \cdot 10^{-6}$	%	$RSD \cdot 10^{-6}$	%						$RSD \cdot 10^{-6}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
F	2,18	7,2	2,18	7,2	35,30	72,8	0,061665	2,12	2,19	2,18	2,18	
L	4,61	15,2	4,61	15,2	4,80	9,9	0,960359	4,61	4,61	4,61	4,61	
K	0,72	2,4	/	/	/	0,0	/	/	/	/	/	
R1	2,80	9,2	3,51	11,6	3,06	6,3	1,148320	3,52	3,51	3,51	3,51	
R2	6,75	22,3	6,75	22,3	2,67	5,5	2,531263	6,75	6,75	6,75	6,75	
R3	4,05	13,4	4,05	13,4	1,29	2,6	4,274893	5,49	5,50	5,50	5,50	
OT	1,44	4,8	/	/	/	0,0	/	/	/	/	/	
P	5,62	18,6	9,16	30,3	1,40	2,9	5,523580	7,71	7,72	7,71	7,71	
SO	2,10	6,9	/	/	/	0,0	/	/	/	/	/	
Σ	30,25	100,0	30,25	100,0	48,501	100,0	/	30,18	30,26	30,26	30,25	
Однос V_{sk}/V_{kk}								%	0,2314	0,0303	0,005	0,0006
Разлика								$RSD \cdot 10^{-6}$	-0,070	0,009	0,002	-0,0002

Извор: оригинал

* У колонама 3, 5 и 7 приказано је учешће појединих сортиментних класа у укупној вредности (стварној или „моделној“), а у колонама 9-12 разлике стварних вредности и коригованих "моделних" вредности по сортиментним класама



Графикон 3. Вредности дрвета (стварна - V_{SK} , „моделна“ - V_{MK} и коригована „моделна“ на пет децимала - V_{KK}) по сортиментним класама у високим шумама букве

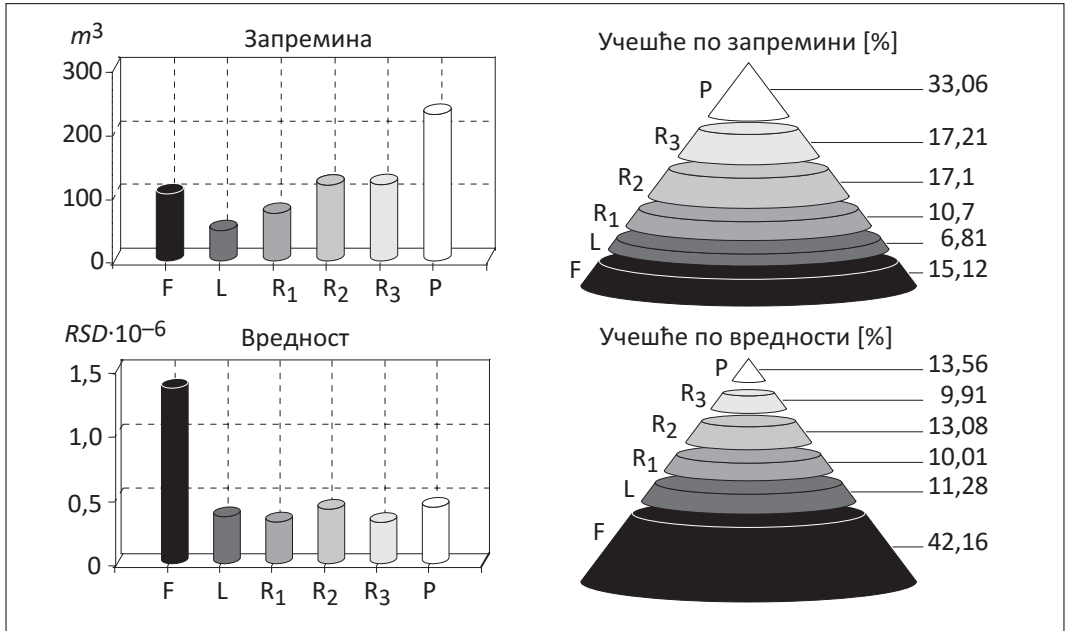
класама (V_{KK}), за четири нивоа заокруживања (две до пет децимала), ради поређења са стварном вредношћу (V_{SK}). Јасно се види (табела 4, колоне 9-12) да се већ на трећој децимали (табела 4, колона 10) добијају резултати који скоро одговарају стварним вредностима (разлика 0,0303%), док је код коефицијената изражених на пет децимала сагласност скоро потпуна (табела 4, колона 12). Наведени резултати указују на висок степен сагласности између V_{KK} и V_{SK} у високим буковим шумама, што иде у прилог потврде полазне хипотезе.

Колика је разлика између стварне вредности (V_{SK}) и „моделне“ (V_{MK}) запажа се на графикону 3. При томе, код „моделне“ вредности већи утицај имају вреднији сортименти (F-класа), јер су занемарене грешке дрвета, док се код стварне вредности истичу трупци за резање 2. класе и просторно дрво. То указује на то да димензије стабала, саме по себи, омогућавају веће учешће вредности квалитетнијих сортимената, али да врста сече (сече обнављања и проредне сече), узгојни облик (високе и изданачке шуме) и грешке дрвета значајно доприносе разлици између стварне и „моделне“ (идеалне) вредности.

3.2. Изданачке шуме

Као и претходном случају, утврђене су „моделна“ вредност (графикон 4) и корективни коефицијенти, а затим и коригована „моделна“ вредност. У другом кораку процењивана је разлика између кориговане „моделне“ вредности (V_{KK}) и стварне вредности (V_{SK}), док је у трећем провераван утицај исказивања коефицијената корекције на одређеном броју децимала, односно тражен је рационалан број децимала, при коме се обезбеђује довољна мала разлика између кориговане „моделне“ и стварне вредности. Резултати тог поступка приказани су у табели 5 и на графикону 4.

Према добијеним величинама коефицијената корекције по сортиментним класама (табела 5, колона 8), израчунате су кориговане „моделне“ вредности дрвета по сортиментним класама (V_{KK}), за четири нивоа заокруживања (две до пет децимала), што је упоређено са стварном вредношћу (V_{SK}). У том смислу, јасно се препознаје (табела 5, колоне 9-12) да се већ на трећој децимали (табела 5, колона 10) добијају резултати који скоро одговарају



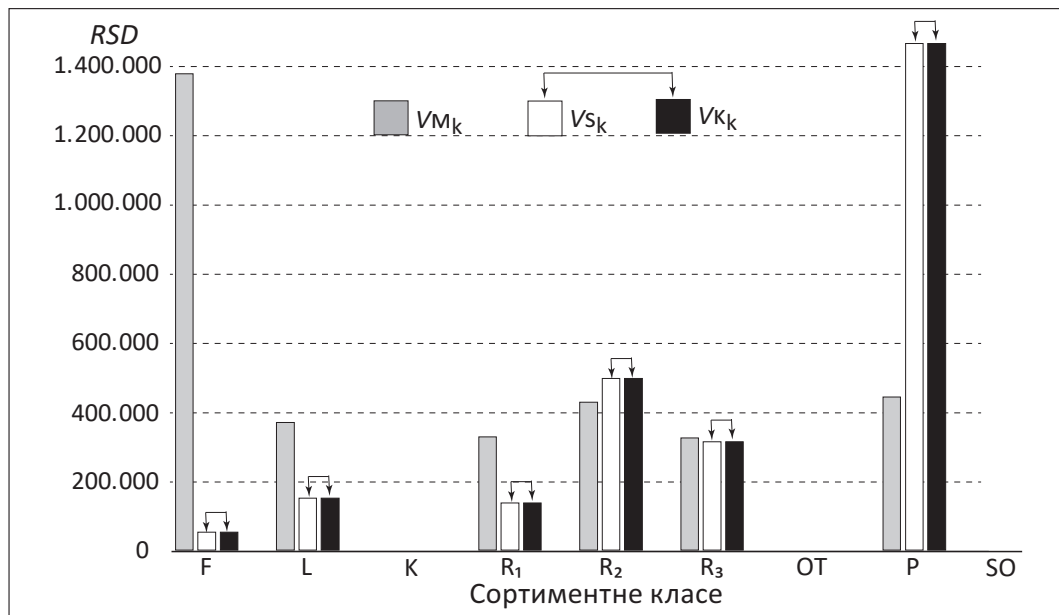
Графикон 4. Запремина и вредност дрвета по сортиментним класама у изданаичким шумама букве, базирано на методи „моделног“ кројења

Табела 5. Вредност (V_{sk} , V'_{sk} и V_{mk}), коефицијенти корекције (K_k) и однос V'_{sk} и V_{kk} по сортиментним класама (k) за букове изданаичке шуме

k	V_{sk}		V'_{sk}		V_{mk}		K_k	V_{kk}^2	V_{kk}^3	V_{kk}^4	V_{kk}^5	
	RSD·10 ⁻³	%*	RSD·10 ⁻³	%	RSD·10 ⁻³	%						RSD·10 ⁻³
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
F	51,69	2,0	51,69	2,0	1.371,40	42,2	0,037691	54,86	52,11	51,70	51,69	
L	149,85	5,8	149,85	5,8	367,08	11,3	0,408211	150,50	149,77	149,84	149,85	
K	51,33	2,0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
R1	83,95	3,2	135,28	5,2	325,37	10,0	0,415771	136,66	135,35	135,29	135,28	
R2	494,59	19,0	494,59	19,0	425,90	13,1	1,161274	494,05	494,47	494,60	494,59	
R3	311,49	12,0	311,49	12,0	322,59	9,9	0,965586	312,91	311,62	311,49	311,49	
OT	380,24	14,6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
P	843,781	32,4	1.458,55	56,1	440,89	13,6	3,308187	1.459,35	1.458,46	1.458,55	1.458,55	
SO	234,53	9,0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
Σ	2.601,44	100,0	2.601,44	100,0	3.253,23	100,0	/	2.608,32	2.601,79	2.601,47	2.601,43	
	Однос V_{sk}/V_{kk}							%	0,264	0,014	0,002	0,00004
	Разлика							RSD·10⁻³	-6,88	-0,36	-0,04	0,00

Извор: оригинал

* Видети фусноту у табели 4.



Графикон 5. Вредности дрвета (стварна - V_{Sk} , „моделна“ - V_{Mk} и коригована „моделна“ на пет децимала - V_{Kk}) по сортиментним класама у изданачним шумама букве

стварним вредностима (разлика 0,01%), док је код коефицијената изражених на пет децимала сагласност скоро потпуна (табела 5, колона 12). Ово говори у прилог постављеној хипотези.

На графикону 5 се запажа истакнута разлика између стварне вредности (V_{Sk}) и „моделне“ (V_{Mk}), при чему код „моделне“ већи утицај имају вреднији сортименти (јер су занемарене грешке дрвета), док се стварна вредност више групише око нижих сортиментних категорија (пре свега, код трупаца за резање 2. класе и просторног дрвета). То указује на чињеницу да димензије стабала омогућавају веће учешће вредности квалитетнијих сортимената, али да је квалитет стабала у изданачним буковим шумама такав (нижи пречници и веће учешће грешака дрвета) да то значајно умањују.

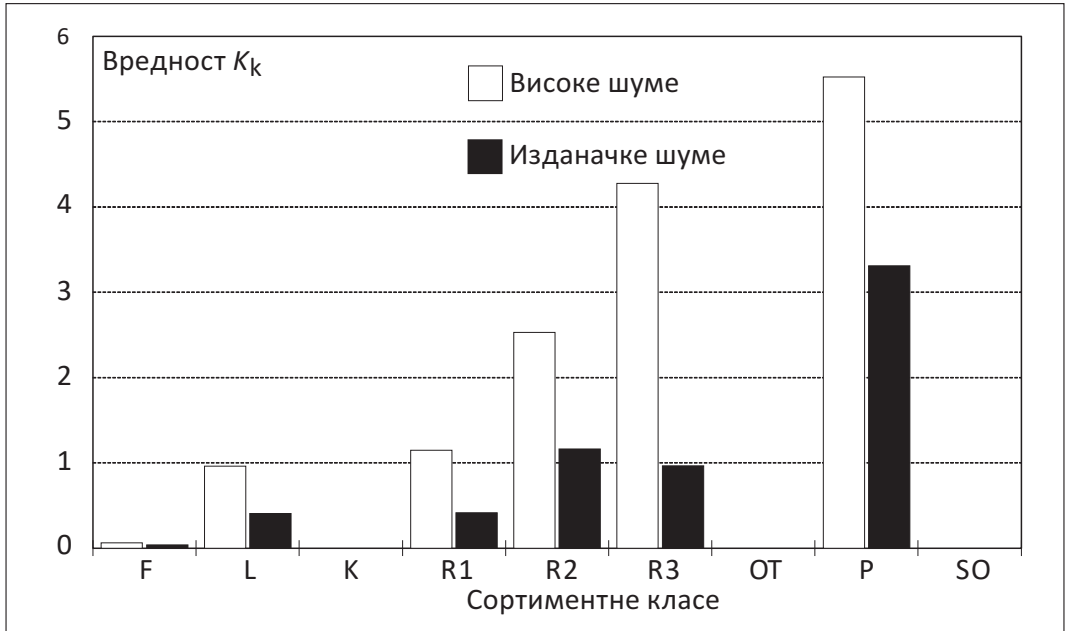
Имајући све наведено у виду, може се рећи да у оба посматрана случаја израчунати коефицијенти, исказани на петој децимали (табела 6, графикон 6), могу да се примене за корекције вредности дрвета добијене према методи „моделног“ кројења, јер је задовољен тражени

услов да је разлика кориговане „моделне“ вредности у односу на стварну вредност $\leq 5\%$. О квалитету израчунатих коефицијената говори и податак да почетна релативна разлика између V_{Mk} и V_{Sk} код високих букових шума износи 60,3%, док код изданачних букових шума износи 25,1%, за колико су „моделне“ вредности веће од стварних.

Табела 6. Корекциони коефицијенти за обрачун вредности дрвета из проредних сеча у буковим високим и изданачним шумама

Коефицијенти	Узгојни облик	
	Високе	Изданачке
K_F	0,06166	0,03769
K_L	0,96036	0,40821
K_{R1}	1,14832	0,41577
K_{R2}	2,53126	1,16127
K_{R3}	4,27489	0,96559
K_P	5,52358	3,30819

Извор: оригинал



Графикон 6. Вредности корекционих коефицијената за обрачун вредности дрвета из проредних сеча у буковим високим и изданачким шумама

Без обзира што резултати на нивоу коефицијената корекције изражених на две децимале обезбеђују унапред постављену тачност, аутори препоручују коришћење коефицијената изражених на пет децимала, јер савремена опрема за такве обрачуне (и технички и програмски део) омогућавају да се овај задатак обави брзо и ефикасно. При томе, изражавање на пет децимала свакако даје тачније резултате.

Поред тога, треба указати на ток увећања коефицијената корекције (K_k), где се код високих шума букве (посматрајући од највреднијих ка мање вредним сортиментним класама) они правилније увећавају (графикон 6), док се код изданачких шума букве јављају скоковите промене. При томе, може се запазити и да су коефицијенти корекције за високе шуме код свих класа већи (указује на веће исправке „моделне“ вредности, ради приближавања стварној), у односу на изданачке шуме (указује на мање исправке „моделне“ вредности).

Имајући ово у виду, може се рећи да је обрачун вредности дрвета букве у проредним сечама, како у високим тако и у изданачким

шумама, могуће вршити помоћу „моделне“ вредности и датих коефицијената (табела 6, графикон 6), пошто се добијене кориговане вредности веома мало (<5%) разликују од стварне вредности.

4. ДИСКУСИЈА

Код процене вредности дрвета у дубећем стању скоро редовно се полази од димензија стабла (d и h), а онда се препоручују различите врсте таблица, ради процене запремине сортимената. На основу те запремине и одговарајућег ценовника обрачунавала би се вредност дрвета. У оваквом поступку настају различити проблеми, везани за детаљност (груба или детаљна скала) и степен општости (само за једну или више врста, за један узгојни облик или оба, итд.), који могу битно да одреде тачност крајњег резултата процене вредности. Да би се одредила вредност, поред ценовника (обично се односи на f_{co} шумски камионски пут), препоручује се коришћење додатних елемената

(удаљеност тржишта, сврха процене и сл.), који би унапредили тачност процене (2021/а). Ове основне чињенице указују на то да су неки фактори вредности дрвета под контролом проценитеља, а неки нису (2021/с), па то овај посао чини сложеним и подложним грешкама.

Има примера обрачуна запремина стабла, које се врше „on-line“ (2021/ф, 2021/г), или запремина трупаца, путем специјализованог софтвера (2021/с), уношењем врсте дрвећа, пречника и висине. Поред тога, постоји могућност „on-line“ обрачуна и вредности дрвета, где су улазни параметри, такође, пречник, висина и врста дрвећа (2021/б, 2021/е). Заједничко за дате примере је да није објашњен метод обрачуна, па се тешко може дати оцена о тачности резултата (не исказују се подаци по сортиментним класама, већ само крајња величина запремине, односно вредности). Такође, избор врста дрвећа своди се углавном на оне са северно-америчког континента. Узимајући у обзир да „...унишар дајте врсте йосйоји йојенцијално врло широк сјекшар вреднојси“ (2021/а), а да на списковима нема наших домаћих врста, то чини да се ове погодности тешко могу искористити за наше потребе.

Истраживања, која се могу окарактерисати као слична, вршена су у Пољској (Z у g m u n t et al., 2017, Z у g m u n t et al., 2018), али резултат тих истраживања су таблице („тарифе“) и регресионе једначине, а не корекциони коефицијенти. Поред тога, разлика је и у величини узорка, односно броју обухваћених стабала (18.000 према 7.815), ценама (трогодишњи просек пре 2012. год. у односу на цене из једне сезоне), врстама дрвећа (буква и јела у односу на само букву) и основи обрачуна (класе пречника у односу на сортиментне класе). Наведени аутори констатују да се вредност састојине „... може израчунајти на основу следећих йодајака: зайремина сасјојине, сасјав врсиа, йросечни йрсни йречник и расјодела зайремине йо дебљинским класама“ (Z у g m u n t et al., 2017). Значи, аутори везују обрачун вредности дрвета за d (класе пречника) и дају одговарајуће регресионе криве¹⁴ за букву и јелу, помоћу којих се обрачунава вредност.

¹⁴ Ради се заправо о две криве. Једна је за пречнике до 20 cm, а друга за веће.

Све наведено указује на то да је могуће да се на основу „моделног“ кројења стабала („моделна“ сортиментна структура) дође до довољно тачне вредности дрвета. Као посао за неки наредни период, оставља се ажурирање ових коефицијената, повећањем узорка (броја премењених и на терену искројених стабала).

5. ЗАКЉУЧЦИ

Као основни закључци, могу се издвојити следећи:

- за проредне сече у високим буковим шумама могуће је путем обрачунатих коефицијената (K_k) и вредности добијене на бази „моделног“ кројења (V_{MK}) добити кориговану вредност (V_{KK}) која задовољава услов да разлика у односу на стварну вредност (V_{SK}) буде $\leq 5\%$ (0,0006%, односно у апсолутном износу 172,57 RSD), што иде у прилог постављеној хипотези;
- за проредне сече у изданацким буковим шумама могуће је путем обрачунатих коефицијената корекције (K_k) и вредности добијене на бази „моделног“ кројења (V_{MK}) добити кориговану вредност (V_{KK}), која задовољава услов да разлика у односу на стварну вредност (V_{SK}) буде $\leq 5\%$ (0,0015%, односно у апсолутном износу 39,15 RSD), што иде у прилог постављеној хипотези;
- припајање вредности кладарке класи R1, а осталог техничког дрвета и шумског остатка класи P, без обзира на разлику у ценама, не утиче битно на крајњи резултат (блискост укупних вредности), јер се то коефицијентима корекције успешно уравнива;
- употребом корекционих коефицијената изказаних на пет децимала, постиже се готово потпуна сагласност између V_{KK} и V_{SK} (максимална разлика је 0,02% код изданацких шума, односно 0,1% код високих шума), па се може препоручити употреба овако изказаних коефицијената корекције.

Пошто је ово прво истраживање овакве врсте код нас, а нема их пуно сличних ни у иностранству, истраживања би требало наставити. Могу се генерисати слични коефицијенти за друге наше заступљеније врсте дрвећа (храстови, борови, смрча, јела, топола, итд.), а може

се истраживање наставити и за букву, при чему би се оно базирало на подацима из сеча обнављања, као и на подацима из разнодобних и пребирних шума у којима се буква, такође, јавља. На тај начин, дошло би се до квалитетних коефицијената, који би омогућили прилично прецизну процену вредности дрвета, пре свега, у оним случајевима када обарање стабала и спровођење стандардног поступка кројења

обловине није могуће (нпр. шуме специјалне намене, судски процеси за накнаду причињене штете у шумама, процена исплативости инвестиција у пошумљавање, итд.). Такође, могуће је на бази овог материјала прорачун урадити и по дебљинским класама и тако добити могућност поређења резултата са истраживањима других истраживача, који на томе базирају своје обрачуне вредности дрвета.

FINDING COEFFICIENTS FOR CORRECTION OF POTENTIAL VALUE OF WOOD ASSORTMENTS IN REAL ON THE EXAMPLE OF BEECH FROM THINNING CUTS IN SERBIA

dr Nenad Ranković, retired full professor, Belgrade University - Faculty of Forestry, Belgrade
(nenad.rankovic@sfb.bg.ac.rs)

dr Damjan Pantić, full professor, Belgrade University - Faculty of Forestry, Belgrade

Abstract: Calculating the value of wood in forests has always been a job full of challenges for the appraiser, especially if in that case the condition is not to cut down trees. As one of the possibilities, the method of “model” cutting can be used, which is practically the only one that allows assessment value without cutting trees. It consists in estimating the volumes of assortment classes only on the basis of tree dimensions (d and h) and valid standards for forest exploitation products, and later, by multiplication with prices, the required value is obtained. As other characteristics of the tree (wood defects) are not taken into account in this procedure, it is obviously an ideal (maximum) value. In order to harmonize it with the real value, which is always lower than the “model” value, a request is imposed for the correction of the “model” value with appropriate coefficients. In this research, an attempt was made to obtain such coefficients for material from thinning in beech high (5,973 trees) and coppice (1,842 trees) forests and to check the degree of accuracy during their application.

Keywords: beech, thinning, assortment structure, value, correction coefficient

1. INTRODUCTION

The calculation of the value of forests has been the subject of interest of foreign and domestic forestry experts for decades, if not more than a century. The main reason lies in the fact that the value of forests (forest stands) “...is a basic and indispensable component for the proper and professional management of planned forestry policy and production process in forestry” (R a n k o v i ć , 1996). The calculation procedure itself is divided

into the calculation of the value of forest land and the calculation of the value of forest stands (N e n a d i ć , 1922). Within this second part, there is a problem of calculating the value of forest wood assortments, because they still make up the largest part of the value of forest stands, so the calculation procedure is practically reduced to the calculation of their value. The main feature of the value of forest wood assortments observed in

this way is that it contains all costs incurred in the period up to the moment of value calculation, that is the gross value.

The calculation of tree values can be solved in three ways (R a n k o v i ć , 1996): the current cutting value method, the stand cost method and the expected stand value method. All three methods have pros and cons and are applied in situations where they can give the most accurate results. In addition, it should be borne in mind that the first method is the most accurate (based on direct measurement of the dimensions of forest wood assortments), and the third is the least accurate. It should be emphasized that there is no single and generally accepted method that would be universally applicable for this purpose. The main reasons for such a situation are found in the special characteristics of the production process in forestry, i.e., in its biological, technical and economic specificities (P o t o č i ć , 1972, P e t r o v i ć , 1976).

What they have in common is that the assortment structure of wood is at the basis of all calculations¹ (N i k o l i ć , 1993), which is located in the stand and whose value is the subject of calculation. This is where the basic difficulty in conducting the calculation is encountered, because the application of the first method, which is the most accurate, requires that all trees in the stand be cut down and turned into forest wood assortments, and then the appropriate price lists be applied. The other two methods are based on the introduction into the calculation of different types of estimates, more or less reliable. Therefore, attempts have been made to somehow apply the current cutting value method², but with the condition that not all the trees in the stand are cut down, but that the assortment structure is reached with as

¹ They are obtained in the process of cutting the trunks of felled trees.

² It implies that the value refers to the moment of assessment, taking into account the current condition of the trees (existing assortment structure) and the current prices of forest wood assortments for forest truck road. This is also called the "liquidation value", which is "...the estimated amount of money that would be received for the current sale of the property...", that is "...the market value of the wood is the liquidation value of the wood on the valuation date, not the potential the value of the tree at some future time" (B u l l a r d H.S., S t r a k a J.T., 2011). Therefore, there is no need to discount and respect transport costs.

little intervention as possible in the deepening wood volume itself. One of the ways, where there is practically no cutting of trees, is the tabular method³, but the application of the tables is "...linked to the problem of their accuracy, having in mind the time when they were made, the type of trees and the stand conditions to which they refer" (R a n k o v i ć , 1996). The second way is based on cutting a certain (representative sample) number of trees in several evenly distributed places in the stand (systematic sample), which most accurately reflects the assortment structure of the whole stand, cutting logs, and applying the results to the whole stand. The parallel can be drawn with a partial diameter in the forest inventory, where the numerical elements from the sample surfaces of different shapes (samples) are transferred to the whole set (stand), with the determination of the standard error of the estimated stand elements (B a n k o v i ć , P a n t i ć , 2006).

In addition to the above, one of the possible solutions is the use of the method of "model" cutting, which is based on the assessment of potential ("model", ideal) assortment structure (N i k o l i ć , 1988). The method starts from the assumption that the assortment structure depends only on the dimensions of the tree (d and h), where it is assumed that the quality (conditioned by health condition, purity of branches and wood structure) is within tolerant limits. For the application of this method, it is necessary to have data on the chest diameter and height of trees in the stand, after which the volumes of assortment classes are calculated, which in the further procedure of calculating the value are multiplied by the corresponding prices from the current price list. By adding the obtained values of assortment classes, the required total value of forest wood assortments was obtained (R a n k o v i ć , V u č k o v i ć , 2011).

By acting in this way, the requirement that no trees have to be cut down was fulfilled, because measuring the chest diameter and height does not require felling trees. However, it should be borne in mind that this is an ideal ("model") assortment structure, so then the value based on it is also

³ Based on the data on the assortment structure from previous fellings, appropriate tables are made, which are then applied to stands of similar conditions (same type of trees, close habitat and stand conditions, etc.).

ideal⁴. For that reason, there is a need to find a way to calculate the real (real) value of wood assortments as accurately as possible through this ideal. This can be achieved either by correcting the ideal assortment structure (class volume correction) or by correcting the ideal value of wood assortments (class value correction).

The most commonly used method for these needs involves the application of appropriate coefficients, as a corrective factor. This would mean that the "model" (ideal) assortment structure is corrected by appropriate coefficients (there would be a separate coefficient for each assortment class⁵) and thus get the most accurate actual assortment structure, from which in the further procedure would be obtained as accurate as possible the actual value of the wood. Applying the second approach, it would intervene directly on the ideal ("model") value of forest wood assortments, and the result would be a corrected value, close enough to the actual value. For the purposes of this research, this second case was chosen, bearing in mind that the focus of interest is the value of forest wood assortments, and not the assortment structure itself. Such coefficients would have the following properties:

- refer to only one type of tree (use of universal coefficients is not possible);
- the character is conditioned by the position and size of the area from which the empirical data were collected (local, regional or general);
- refer to only one cultivation form (coefficients for high and coppice forests differ);
- refer to only one type of felling (it is assumed that there are certain differences in the dimensions and characteristics of trees from thinning and regeneration felling);
- they are calculated on the basis of data from a large enough number of trees (theoretically it would be best to use data from all performed

fellings, both current and past for which data exist, but this is very difficult to achieve, so it must be operated with a representative statistical sample);

- accuracy⁶ should be at the level of error of 5% (the difference between the actual and corrected value on the basis of the ideal should be $\leq 5\%$), which is the usual level of tolerant error in economic research).

It is important to note that three close terms are used here, and they are:

- Actual values of assortment class volumes (V_{sk}), obtained on the basis of the actual assortment structure during field cutting of trees;
- "Model" (ideal) value of assortment class volumes (V_{mk}), obtained on the basis of "model" (ideal) assortment structure;
- Corrected value of assortment class volumes (V_{kk}), obtained by multiplying the "model" value by the appropriate coefficient.

With this in mind, a survey was conducted and correction coefficients (K_k) were calculated for beech, as the most common tree species in the forest fund of Serbia. Beech has a very wide ecological valence and, except in the far north (AP Vojvodina), it occurs on the entire territory of Serbia, at altitudes of 100-1,700 m and builds about 50 different types of forests (Medarević, Milošević, 2005). Empirical data refer to beech trees from thinning in one-time (high and coppice) forests.

The time frame of the research is the season when the field data were collected. They were collected 2007-2008. within the project "Production of new volume and assortment tables for basic tree species in Serbia", funded by PE "Srbijasume"⁷. Targeted data processing, analysis and inference for the needs of these surveys were conducted during 2020 and 2021.

Basic data (tree dimensions and rounding results) were collected during regular thinning in one-time (high and coppice) beech forests, in

⁴ The term "ideal" means the theoretical maximum value of forest wood assortments, because in reality it can only be smaller due to the influence of numerous factors (curvature, false heart, knots, etc.), so when cutting the trunk, the share of more valuable in the relationship decreases. of less valuable assortments.

⁵ It is possible to make corrections with coefficients related to thickness degrees (Zygmont *et al.*, 2017), but it is operated with a larger number of coefficients, which complicates the procedure, so it is assumed that it can compromise the required accuracy.

⁶ The term "accuracy" is related to the difference between the actual and corrected "model" value (obtained through the "model" value, multiplied by the appropriate correction factor), and the tendency is to keep this difference as small as possible.

⁷ The authors have permission of PE "Srbijasume" (№ 14510) for the use of data in scientific research.

16 forest estates on the territory managed by PE "Srbijašume"⁸.

By looking at the literature, it was found out that there are no such coefficients. Therefore, the main **goal** of this research is to form tables of coefficients for calculating the value of wood, and with the **purpose** of using it in the process of estimating the actual value of wood in situations when it is not possible or desirable to fell trees to cut them. The **object** of the research are the dimensions of trees (diameter and height, obtained by survey), the volume of classes of forest wood assortments cut in the field (actual assortment structure) and the prices of forest wood assortments (2007).

The basic hypothesis could be defined as follows:

- There is a relationship between the "model" (ideal) and the actual value of forest wood assortments, which allows to form a table of correction coefficients, which would use the "model" value to obtain a value close to the actual value of forest wood assortments (difference $\leq 5\%$).

2. METHOD OF WORK AND DATA PROCESSING

Of the general methods, analytical methods were used in the research, especially comparative and structural-functional analysis (M i l j e v i ć , 2007). Of the general scientific methods, the comparative method⁹ was used. Among the applied techniques, measurement and testing techniques (R a n k o v i ć , 2019), i.e., "benchmarking", were used.

To estimate the value of wood, the method of estimation and prediction was also used (Z a j e č a r a n o v i ć , 1987, K e č a , 2009). This method is usually used in the final stages of

⁸ Beech forests in AP Vojvodina are minimally represented, and the area of AP Kosovo and Metohija is outside the administrative competencies of the Republic of Serbia, so data from the corresponding abominations are missing.

⁹ It is a systematic procedure by which the relations, similarities and differences between two objects or phenomena are studied with the aim of drawing certain conclusions. At the same time, such a comparison is made according to pre-determined elements that will be compared, as well as measurement scales that will serve to express the intensity of differences in the comparison (M i l j e v i ć , 2007).

research, in order to complete the picture of certain phenomena that have been researched, so it should be understood as an auxiliary method in research. It is applied in cases when there is no possibility of accurate and precise calculation, which would fully respect everything that happens in reality. It should be taken into account that the evaluation result is not an accurate calculated value, but serves as an orientation when interpreting the research results.

The process of implementing the selected research techniques took place in several stages (Graph 1). It should be noted that the assortment structure of treated trees was obtained in two ways:

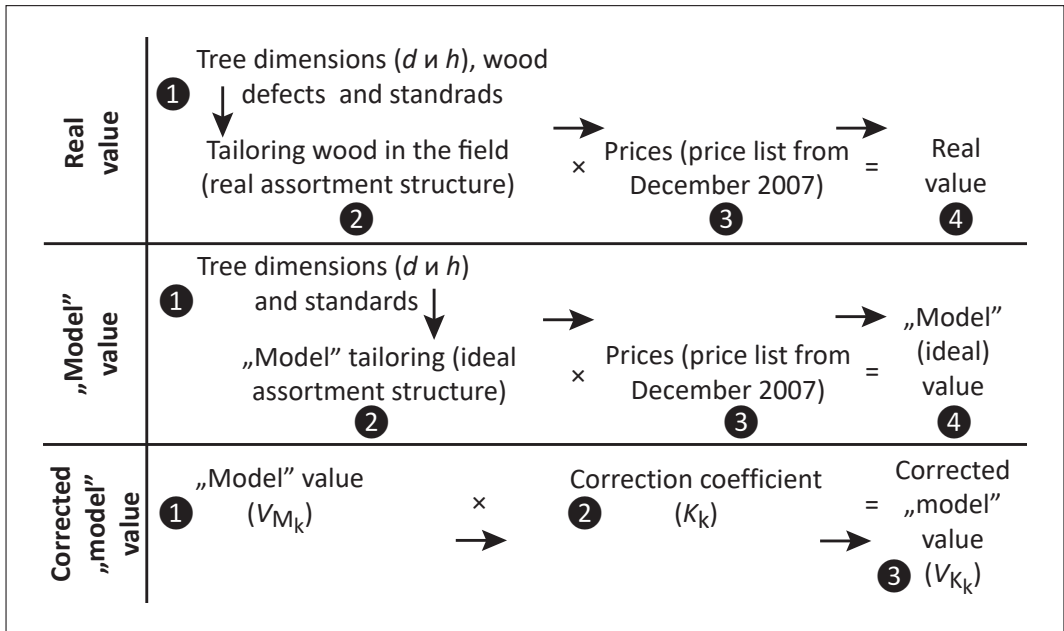
- By direct cutting of logs in the field (actual structure);
- By calculation of the volume of assortment classes based on the method of "model" cutting (ideal structure).

The assortment structures expressed in this way were the basis for calculating the real and "model" (ideal) value of forest wood assortments. These two values are placed in a certain ratio from when the required correction coefficients were obtained for converting the "model" value into the corrected one, which should be close to the actual value at the error level $\leq 5\%$.

Previously, the separation of data for high and those for coppice forests was performed, so there were practically two parallel calculation processes, identical according to the applied procedures, but independent of each other. The consequence is that, as a final result, two groups of correction coefficients are expressed - one for high and the other for coppice forests.

In that sense, first tables were formed with data on the results of actual cutting of logs by assortment classes, as it was conducted in the field, in the usual way, taking into account the standards for forest wood assortments (SRPS D.B - for forest exploitation products) and observed wood defects. Based on these data, by multiplying the volumes of assortment classes with selected prices¹⁰, the actual values of assortment classes of forest wood assortments were obtained, which will later be used to calculate the appropriate correction coefficients.

¹⁰ The prices refer to the material *fco* forest truck road (based only on the costs of felling and production of forest wood assortments).



Graph 1. The technique of calculating the real, “model” and corrected “model” values of forest wood assortments

After that, the volumes of assortment classes were calculated according to the “model” cutting method of each tree. In the further procedure, volumes were collected by classes of all trees and a table of total volumes of assortment classes was formed. After that, by multiplying the volumes of the classes by the prices (each class has its price), the “model” values of the volumes of the classes and the total “model” (ideal) value were obtained.

In order to clarify and better understand the procedure of comparing V_{sk} and V_{kk} , it should be noted once again that in the “model” assortment structure, and thus the “model” value, the categories of kladarka (K), other technical wood (OT) and forest residue are lost. The value of kladarka, which participates very little in the total value (2.4% of high and 2.0% of coppice forest), was attached to the first lower class, ie logs for cutting first class (R1). Also, since the “model” tailoring does not generate volume for TO and SO, the actual volumes of these classes, and thus the values, are attached to the class of spatial wood (P). However, in the latter case, the share of such aggregate value is higher (30.3% for high forests and 50.6% for coppice). However, since these are

the cheapest assortments, even such a difference in this segment does not significantly affect the overall value.

When tables with real values (V_{sk} , i.e. V'_{sk})¹¹ and “model” values (V_{Mk}) of assortment classes were obtained, the calculation of correction coefficients for each assortment class was performed (K_k)¹² according to the formula:

$$(1) \quad K_k = \frac{V_{sk}}{V_{Mk}} .$$

From this relationship comes the formula for calculating the corrected “model” value:

$$(2) \quad V_{kk} = V_{Mk} \cdot K_k .$$

After calculating the corrected values, by converting V_{Mk} to V_{kk} according to formula (2), in the next step, the comparison of V_{sk} and V_{kk} was

¹¹ V'_{sk} represents regrouped values of assortment classes, in order to harmonize with the obtained “model” values.

¹² Index k can be: F (veneer wood), L (peeling wood), K (boule), R1 (first class of cutting logs), R2 (second class of cutting logs), R3 (third class of cutting logs), OT (other technical wood), P (spatial wood) and SO (forest residue).

performed and the differences (deviations) between them were determined. At the same time, the number of decimals was changed by the correction coefficients (K_k), so the influence of that element on the magnitude of the differences between V_{sk} and V_{kk} , i.e., on the degree of deviation expressed in percent, was estimated.

Table 1. Number of measured beech trees from thinning by regions of Serbia in the season 2007-2008

Region	Origin		Σ
	High forests	Coppice forests	
East Serbia	1,234	94	1,328
Central Serbia	1,734	0	1,734
Western Serbia	1,498	1,010	2,508
South Serbia	1,507	738	2,245
Σ	5,973	1,842	7,815

Source: (2008)

When it comes to specific baseline data, their total number is 7,815 treated trees¹³, of which 5,973 are in high forests and 1,842 in coppice forests (Table 1). In this sense, quantitatively and qualitatively, the sample is structured so that it can be considered representative and, as such, represents a reliable basis for the application of selected methods and making reliable conclusions based on the results of their application. Sample size, data reliability, distribution and proximity to the normal distribution, as a condition for the application of certain statistical methods, have been tested in previous studies (R a n k o v i ć *et al.*, 2013).

3. RESEARCH RESULTS

First, the data on volumes (Z) and actual values (V_s) by proportional categories were encountered and processed, as well as the share of all sorting classes in the total volume and total actual value (Table 2). Then, a picture was compiled related to the number of trees in the planned fellings in

¹³ Due to the large number of trees, it was not possible to display all the initial data here, but only summary tables of intermediate results and results.

one-time beech forests, while, in addition, the "model" value of wood was added, required in total, per tree and per m^3 (Table 3). To present the numerical basis for further calculation and comparison ("benchmarking"), which are entrepreneurs in teaching research.

Particular attention should be paid to the fact that when calculating the volume of assortment classes by the method of "model" cutting, the classes of boule, other technical wood and forest waste are lost. That is why the value of boule was merged with the first lower assortment class (logs for cutting 1st class), and the value of other technical wood and forest waste was the value of spatial wood. Since boule has a very low share in the real value (2.4% for high forests and 2% for coppice), it is estimated that this does not have as much of an impact on the total real value. However, in the second case, when the values of spatial wood are added to the values of other technical wood and forest waste, the share of such aggregate value is higher (30.3% for high forests and 50.6% for coppice). Hence, the obtained correction coefficients for the value of F-class are very small (significantly reduce the "model" value to bring it closer to the real one), and spatial wood is very large (increase the value of this assortment class to bring it closer to the real one).

When presenting the obtained research results, in order to facilitate navigation and understanding, the results for high and coppice beech forests are given separately.

3.1. High forests

When it comes to high beech forests, first the correction coefficients and the "model" value were determined (Graph 2), and then the corrected "model" value. In the next phase, the difference between the actual value (V_{sk}) and the corrected "model" value (V_{kk}) was estimated. After that, the influence of expressing the correction coefficients on a certain number of decimals was checked, i.e., a rational number of decimals was sought, which provides a sufficiently small difference between the corrected "model" value and the actual value. The results of this procedure are shown in Table 4 and Graph 3.

Table 2. Volume (Z) and actual value of wood (V_s) in high and coppice forests in Serbia (season 2007-2008), by assortment classes

Class	High forests				Coppice forests			
	Z		V_s		Z		V_s	
	m^3	%	RSD	%	m^3	%	RSD	%
F	167.2	1,7	2,176,423.2	7.2	4.0	0.4	51,689.4	2.0
L	596.7	6,2	4,611,220.3	15.2	19.4	1.9	149,845.9	5.8
K	127.3	1,3	716,275.6	2.4	9.1	0.9	51,327.4	2.0
R1	639.8	6,6	2,794,777.4	9.2	19.2	1.9	83,953.0	3.2
R2	1,890.2	19,5	6,748,089.0	22.3	138.5	13.6	494,587.8	19.0
R3	1,507.7	15,6	4,052,778.2	13.4	115.9	11.4	311,485.4	12.0
OT	436.0	4,5	1,441,257.3	4.8	115.0	11.3	380,236.3	14.6
P	2,935.5	30,3	5,618,637.0	18.6	440.8	43.4	843,781.2	32.4
SO	1,375.9	14.2	2,095,425.5	6,9	154.0	15.2	234,528.7	9.0
Σ	9,676.3	100.0	30,254,883.5	100,0	1,016.0	100.0	2,601,435.1	100.0

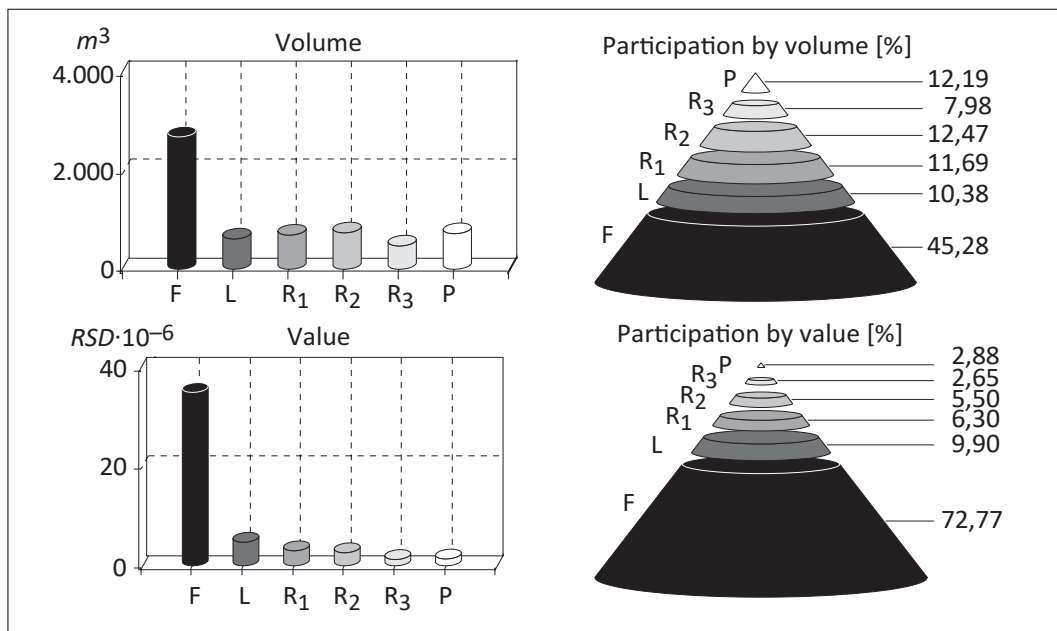
Legend: F - veneer logs, L - peeling logs, K - boule, R1 - 1st class saw logs, R2 - 2nd class saw logs, R3 - 3rd class saw logs, OT - other technical wood, P - spatial wood, SO - forest residue, Z - volume and V_s - real value

Source: original

Table 3. Number of trees and value of wood in thinning of beech in PE "Srbijašume" (season 2007-2008)

Cultivation form	Σ	Number of trees				Value			
		Without OT		Only SO		Σ	Per tree	Per m^3	
		pcs	%	pcs	%	RSD	RSD·stab ⁻¹	RSD·m ⁻³	
Standard cutting of round wood done in the field (actual value)									
High forests	Σ	5,973	2,374	39.7	98	/	30,254,883.52	/	/
	Average	/	/	/	/	1.6	/	5,065.27	3,126.71
Coppice forests	Σ	1,842	1,272	69.1	20	/	2,601,435.05	/	/
	Average	/	/	/	/	1.1	/	1,412.29	2,560.54
"Model" cutting of round wood ("model" value)									
High forests	Σ	5,973	1,435	24.0	/	/	48,501,256.38	/	/
	Average	/	/	/	/	/	/	8,120.08	5,012.40
Coppice forests	Σ	1,842	918	49.8	/	/	3,253,226.70	/	/
	Average	/	/	/	/	/	/	1,766.14	3,202.08

Source: original



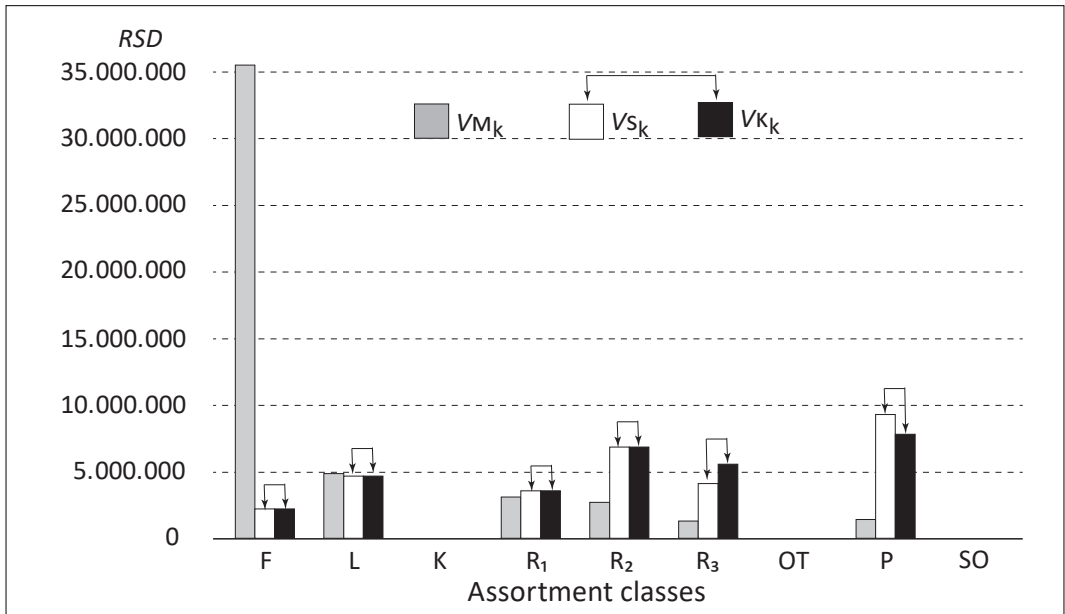
Graph 2. Volume and value of wood by assortment classes in high beech forests, based on the method of "model" cutting

Table 4. Value (V_{sk} , V_{sk}' and V_{Mk}), correction coefficients (K_k) and ratio V_{sk}' and V_{kk} by assortment classes (k) for high beech forests

k	V_{sk}		V_{sk}'		V_{Mk}		K_k	V_{kk}^2	V_{kk}^3	V_{kk}^4	V_{kk}^5
	RSD·10 ⁻⁶	%*	RSD·10 ⁻⁶	%	RSD·10 ⁻⁶	%					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F	2.18	7.2	2.18	7.2	35.30	72.8	0.061665	2.12	2.19	2.18	2,18
L	4.61	15.2	4.61	15.2	4.80	9.9	0.960359	4.61	4.61	4.61	4,61
K	0.72	2.4	/	/	/	0.0	/	/	/	/	/
R ₁	2.80	9.2	3.51		3.06	6.3	1.148320	3.52	3.51	3.51	3,51
R ₂	6.75	22.3	6.75	22.3	2.67	5.5	2.531263	6.75	6.75	6.75	6,75
R ₃	4.05	13.4	4.05	13.4	1.29	2.6	4.274893	5.49	5.50	5.50	5,50
OT	1.44	4.8	/	/	/	0.0	/	/	/	/	/
P	5.62	18.6	9.16	30.3	1.40	2.9	5.523580	7.71	7.72	7.71	7,71
SO	2.10	6.9	/	/	/	0.0	/	/	/	/	/
Σ	30.25	100.0	30.25	100.0	48.501	100.0	/	30.18	30.26	30.26	30.25
					Ratio V_{sk}/V_{kk}	%		0.2314	0.0303	0.005	0.0006
					Difference	RSD·10⁻⁶		-0.070	0.009	0.002	-0.0002

Source: original

* Columns 3, 5 and 7 show the percentage share of individual assortment classes in the total value (actual or "model"), and in columns 9-12 the differences between actual values and corrected "model" values by assortment classes



Graph 3. Values of wood (real - V_{sk}' , “model” - V_{Mk} and corrected “model” to five decimal places - V_{Kk}) by assortment classes in high beech forests

In this case, on the basis of the obtained correction coefficients by assortment classes (Table 4, Column 8), corrected “model” values of wood by assortment classes (V_{Kk}) were calculated for four levels of rounding (two to five decimal places), for comparison with real value (V_{sk}'). It is clear (Table 4, Columns 9-12) that already on the third decimal place (Table 4, Column 10) results are obtained that almost correspond to the actual values (difference 0.0303%), while the coefficients expressed to five decimal places agree almost complete (Table 4, Column 12). These results indicate a high degree of agreement between V_{Kk} and V_{sk}' in high beech forests, which supports the confirmation of the initial hypothesis.

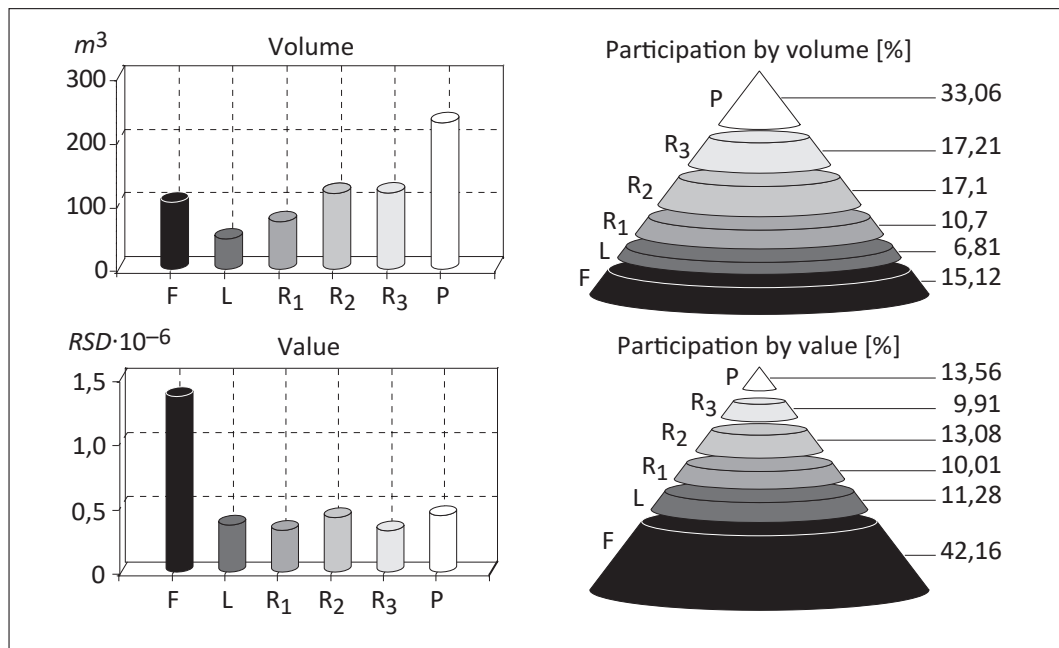
The difference between the actual value (V_{sk}) and the “model” (V_{Mk}) can be seen in Graph 3. In the case of the “model” value, the more valuable assortments (F-class) have a greater impact, because the errors of wood are neglected, while the actual values stand out 2nd class cutting logs and spatial wood. This indicates that the dimensions of the trees, in themselves, allow a higher share of the value of higher quality assortments, but that the type of felling (felling and thinning), cultivation

form (high and coppice forests) and wood defects significantly contribute to the difference between actual and “model” (Ideal) values.

3.2. Coppice forests

As in the previous case, the “model” value (Chart 4) and corrective coefficients were determined, followed by the corrected “model” value. In the second step, the difference between the corrected “model” value (V_{Kk}) and the actual value (V_{sk}) was estimated, while in the third step, the influence of expressing the correction coefficient on a certain number of decimals was checked, i.e., a rational number of decimals was sought between the corrected “model” and the actual value. The results of this procedure are shown in Table 5 and Graph 4.

According to the obtained values of correction coefficients by assortment classes (Table 5, Column 8), corrected “model” values of wood by assortment classes (V_{Kk}) were calculated for four levels of rounding (two to five decimal places), which was compared with the actual value (V_{sk}').



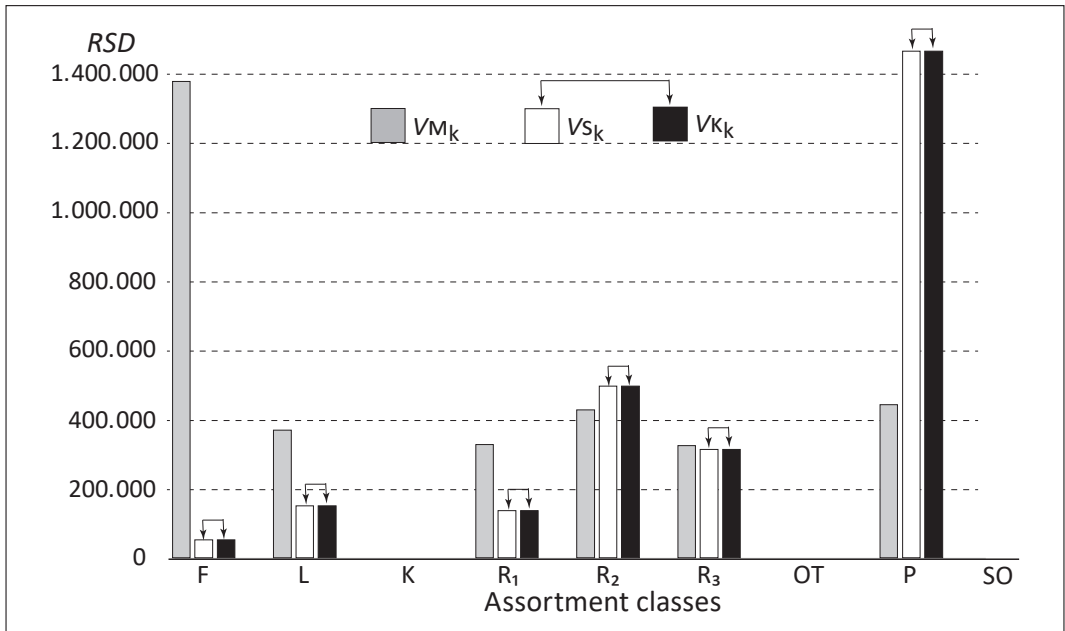
Graph 4. Volume and value of wood by assortment classes in beech coppice forests, based on the method of “model” cutting

Table 5. Value (V_{sk} , V'_{sk} and V_{Mk}), correction coefficients (K_k) and ratio V'_{sk} and V_{Kk} by assortment classes (k) for beech coppice forests

k	V_{sk}		V'_{sk}		V_{Mk}		K_k	$V_{Kk, 2}$	$V_{Kk, 3}$	$V_{Kk, 4}$	$V_{Kk, 5}$	
	RSD·10 ⁻³	%*	RSD·10 ⁻³	%	RSD·10 ⁻³	%						RSD·10 ⁻³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
F	51.69	2.0	51.69	2.0	1.371.40	42.2	0.037691	54.86	52.11	51.70	51.69	
L	149.85	5.8	149.85	5.8	367.08	11.3	0.408211	150.50	149.77	149.84	149.85	
K	51.33	2.0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
R1	83.95	3.2	135.28	5.2	325.37	10.0	0.415771	136.66	135.35	135.29	135.28	
R2	494.59	19.0	494.59	19.0	425.90	13.1	1.161274	494.05	494.47	494.60	494.59	
R3	311.49	12.0	311.49	12.0	322.59	9.9	0.965586	312.91	311.62	311.49	311.49	
OT	380.24	14.6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
P	843.781	32.4	1,458.55	56.1	440.89	13.6	3.308187	1,459.35	1,458.46	1,458.55	1,458.55	
SO	234.53	9.0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
Σ	2,601.44	100.0	2,601.44	100.0	3,253.23	100.0	/	2,608.32	2,601.79	2,601.47	2,601.43	
							Ratio V'_{sk}/V_{Kk}	%	0.264	0.014	0.002	0.00004
							Difference	RSD·10⁻³	-6.88	-0.36	-0.04	0.00

Source: original

* See footnote in Table 4.



Graph 5. Values of wood (real - V_{sk} , “model” - V_{Mk} and corrected “model” to five decimal places - V_{Kk}) by assortment classes in beech coppice forests

In that sense, it is clearly recognized (Table 5, Columns 9-12) that already on the third decimal place (Table 5, Column 10) results are obtained that almost correspond to the actual values (difference 0.01%), while the coefficients expressed on five decimal places almost complete (Table 5, Column 12). This speaks in favor of the hypothesis.

Graph 5 shows a marked difference between the actual value (V_{sk}) and the “model” (V_{Mk}), where the “model” has a greater impact on the more valuable assortments (because the errors of wood are neglected), while the actual value is grouped around lower assortment categories (primarily, for 2nd class logs and spatial wood). This indicates the fact that the dimensions of the trees allow a higher share of the value of better-quality assortments, but that the quality of trees in coppice beech forests is such (lower diameters and higher share of wood defects) that it significantly reduces.

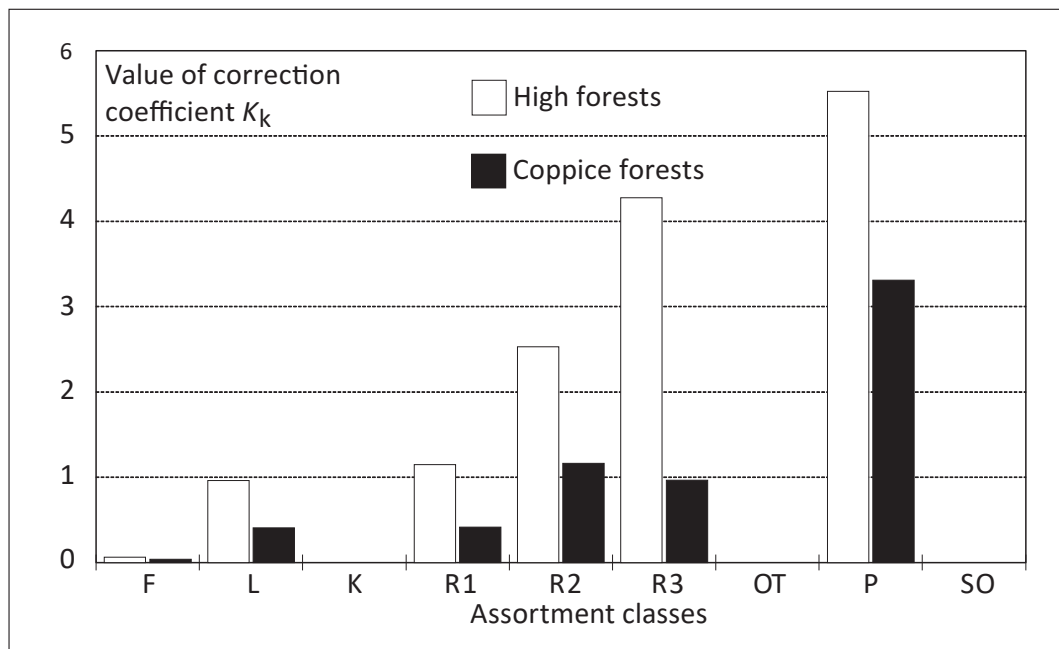
Having all the above in mind, it can be said that in both observed cases the calculated coefficients, expressed in the fifth decimal (Table 6, Graph 6), can be applied to corrections of wood values

obtained according to the method of “model” cutting, because it is satisfied the required condition is that the difference of the corrected “model” value in relation to the actual value is $\leq 5\%$. The quality of the calculated coefficients is also indicated by the fact that the initial relative difference between V_{Mk} and V_{sk} in high beech forests is 60.3%, while in coppice beech forests it is 25.1%, by how much the “model” values are higher than the real ones.

Table 6. Correction coefficients for calculating the value of wood from thinning felling in beech high and coppice forests

Coefficients	Cultivation form	
	High forests	Coppice forests
K_F	0.06166	0.03769
K_L	0.96036	0.40821
K_{R1}	1.14832	0.41577
K_{R2}	2.53126	1.16127
K_{R3}	4.27489	0.96559
K_P	5.52358	3.30819

Source: original



Graph 6. Values of correction coefficients for calculating the value of wood from previous fellings in high and coppice forests

Regardless of the fact that the results at the level of correction coefficients expressed to two decimal places provide a preset accuracy, the authors recommend the use of coefficients expressed to five decimal places, because modern equipment for such calculations (both technical and software part) allows this task to be performed quickly and efficiently. At the same time, expressing to five decimal places certainly gives more accurate results.

In addition, it is necessary to point out the increase of the correction coefficient (K_k), where in high beech forests (observing from the most valuable to less valuable assortment classes) they increase more correctly (Graph 6), while in coppice beech forests there are jump changes. At the same time, it can be noticed that the correction coefficients for high forests in all classes are higher (indicates larger corrections of the “model” value, in order to approach the real one), compared to coppice forests (indicates smaller corrections of the “model” value).

With this in mind, it can be said that the calculation of the value of beech wood in thin fellings,

both in high and in coppice forests, can be done using the “model” value and given coefficients (Table 6, Graph 6). the obtained corrected values differ very little (<5%) from the actual value.

4. DISCUSSION

When estimating the value of wood in the growing state, the dimensions of the tree (d and h) are started almost regularly, and then different types of tables are recommended, in order to estimate the volume of assortments. Based on that volume and the appropriate price list, the value of the wood would be calculated. In this procedure, various problems arise, related to the detail (rough or detailed scale) and the degree of generality (only for one or more species, for one cultivation form or both, etc.), which can significantly determine the accuracy of the final result of the value assessment. In order to determine the value, in addition to the price list (usually refers to the fco forest truck route), it is recommended to use additional elements (market distance, purpose

of assessment, etc.), which would improve the accuracy of the assessment (2021/a). These basic facts indicate that some wood value factors are under the control of appraisers and some are not (2021/c), so this work makes it complex and prone to errors.

There are examples of calculating the volume of the tree, which is done “on-line” (2021/e, 2021/f), or the volume of logs, through specialized software (2021/c), by entering the type of trees, diameter and height. In addition, there is the possibility of “on-line” calculation of tree values, where the input parameters are also the diameter, height and type of trees (2021/b, 2021/d). Common to the given examples is that the calculation method is not explained, so it is difficult to assess the accuracy of the results (data by assortment classes are not expressed, but only the final size of the volume, i.e., value). Also, the choice of tree species comes down mainly to those from the North American continent. Considering that “...there is a potentially very wide range of values within a given species...” (2021/a), and that our native species are not on the lists, this makes it difficult to use these benefits for our needs.

The research, which can be characterized as similar, was conducted in Poland (Z y g m u n t *et al.*, 2017, Z y g m u n t *et al.*, 2018), but the result of these research are tables (tariffs) and regression equations, not correction coefficients. In addition, there is a difference in the size of the sample, i.e., the number of covered trees (18,000 vs. 7,815), prices (three-year average before 2012 compared to prices from one season), tree species (beech and fir in relation to the beech itself) and the basis of calculation (diameter classes in relation to assortment classes). The mentioned authors state that the value of the stand “...can be calculated on the basis of the following data: stand volume, species composition, average chest diameter and volume distribution by thickness classes” (Z y g m u n t *et al.*, 2017). So, the authors link the calculation of the value of wood to d (diameter classes) and give the appropriate regression curves¹⁴ for beech and fir, which are used to calculate the value.

¹⁴ These are actually two curves. One is for diameters up to 20 cm, and the other for larger ones.

All of the above indicates that it is possible to obtain a sufficiently accurate value of wood on the basis of “model” cutting of trees (“model” assortment structure).

5. CONCLUSIONS

The following can be singled out as basic conclusions:

- for thinning in high beech forests, it is possible to obtain a corrected value (V_{kk}) by means of calculated coefficients (K_k) and values obtained on the basis of “model” cutting (V_{Mk}), which satisfies the condition that the difference in relation to the actual value (V_{Sk}) is $\leq 5\%$ (0.0006%, i.e., in the absolute amount of *RSD* 172.57), which supports the hypothesis;
- for thinning in coppice beech forests, it is possible to obtain a corrected value (V_{kk}) through the calculated correction coefficients (K_k) and the value obtained on the basis of “model” cutting (V_{Mk}), which satisfies the condition that the difference in relation to the actual value (V_{Sk}) is $\leq 5\%$ (0.0015%, i.e., in the absolute amount of *RSD* 39.15), which supports the hypothesis;
- the merger of the value of the logger class R1, and the rest of the technical wood and forest residue class P, regardless of the difference in prices, does not significantly affect the final result (closeness of the total values), because it is successfully adjusted by correction coefficients;
- using correction coefficients expressed to five decimal places, almost complete agreement is achieved between V_{kk} and V_{Sk} (maximum difference is 0.02% for coppice forests, and 0.1% for high forests), so the use of such correction coefficients can be recommended.

Since this is the first research of its kind in our country, and there are not many similar ones abroad, the research should continue. Similar coefficients can be generated for our other more represented tree species (oak, pine, spruce, fir, poplar, etc.), and the research can be continued for beech, which would be based on data from felling, as well as data from diverse and selective forests in which beech also occurs. In this way, quality coefficients

would be obtained, which would enable a fairly accurate assessment of the value of wood, especially in those cases when felling trees and carrying out the standard procedure of cutting roundwood is not possible (e.g., special purpose forests, lawsuits for damages). In forests, assessment of profitability of investments in afforestation, etc.). Also, on the basis of this material, it is possible to do the calculation by thickness classes and thus get the opportunity to compare the results with the research of other researchers, who base their calculations of the value of wood on that.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Banković S., Pantić D. (2006): *Dendrometrija*, udžbenik, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd (556)
- Bullard H.S., Straka J.T. (2011): *Basic Concepts in Forest Valuation and Investment Analysis: Edition 3.0*, Forestry Suppliers Inc., Jackson (460)
- (2007): *Cenovnik proizvoda šumarstva za domaće tržište*, JP „Srbijašume“, Beograd
- (2021/a): *Estimating Standing Timber Value*, Timber Works, <https://ohiotimberworks.com/blog/2020/04/estimating-standing-tree-value/> (posećeno: 25.04.2021. god.)
- (2021/b): *FORVAL Online - Precommercial Timber Calculator*, Mississippi State University, Starkville, <https://www.fwrc.msstate.edu/forval/> (posećeno: 26.04.2021. god.)
- (2008): *Izrada novih zapreminskih i sortimentnih tablica za osnovne vrste drveća u Srbiji*, projekat, naručilac JP „Srbijašume“, Beograd
- Keča Lj. (2009): *Isplativost proizvodnje drveta u zasedima topole u Ravnom Sremu*, doktorska disertacija u rukopisu, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd
- Medarević M., Milošević R. (2005): *Tipovi bukovih šuma u Srbiji*, „Bukva u Srbiji“, UŠITS - Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd (366-370)
- Miljević M. (2007): *Skripta iz metodologije naučnog rada*, Univerzitet u Istočnom Sarajevu - Filozofski fakultet, Sarajevo
- Nenadić Đ. (1922): *Računanje vrednosti šuma i šumska statika*, Naklada Hrvatskog šumarskog društva, Zagreb
- Nikolić S. (1988): *Sortimentna struktura*, Šumarstvo 2-3, SIT šumarstva i industrije za preradu drveta Srbije, Beograd (19-26)
- Nikolić S. (1993): *Iskorišćavanje šuma*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd (265)
- Petrović Lj. (1976): *Neka teorijska razmatranja o šumi kao društveno-ekonomskoj kategoriji*, Glasnik Šumarskog fakulteta 2, Serija A šumarstvo, Šumarski fakultet, Beograd (298, 301)
- Potočić Z. (1972): *Šuma - ekonomski fenomen*, Šumarski list 1-2, Zagreb (31-39)
- Ranković N. (1996): *Ekonomika šumarstva*, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd
- Ranković N. (2019): *Prilog metodama i tehnikama naučnoistraživačkog rada: Metod i metodologija naučnih istraživanja*, Erozijska 45, Udruženje bujičara Srbije, Beograd (78-93)
- Ranković N., Vučković M. (2011): *Dimenzije i vrednost drveta u kulturama crnog bora u ŠG „Sombor“ - ŠU „Subotica“*, Glasnik Šumarskog fakulteta 104, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd (155-172), DOI: 10.2298/GSF1104155R
- Ranković N., Pantić D., Keča Lj. (2013): *Relationship between the value of beech timber (Fagus L.) and tree dimensions in forest thinning in Serbia*, Baltic Forestry 1, Vol. 19, Institute of Forestry, LT-53101 Girionys (152-160)
- (2021/c): *Timberlog - Timber log volume calculator*, <https://play.google.com/store/apps/details?id=timber.volume.calculator.timbervolumecalculator&hl=en&gl=US> (posećeno: 26.04.2021. god.)
- (2021/d): *The Value of Your Trees*, American Forest Foundation - My Land Plan, The Woodland's Resources, <https://mylandplan.org/about-aff> (posećeno: 25.04.2021. god.)
- (2021/e): *Tree Value Calculator, calculate the value of a tree*, <https://treeplantation.com/tree-value-calculator.html> (posećeno: 25.04.2021. god.)
- (2021/f): *Wood Cft Calculator*, Everyday Calculation - Free calculators and unit converters for general and everyday use, <https://everydaycalculation.com/wood-cft.php> (posećeno: 26.04.2021. god.)
- (2021/g): *Wood volume calculation using taper models*, Natural Resources Canada, Government of Canada, <https://apps-scf-cfs.rncan.gc.ca/calc/en/volume-calculator> (posećeno: 26.04.2021. god.)

- Zaječaranović G. (1987): *Osnovi metodologije nauke*, Naučna knjiga, Beograd
- Zygmunt R.D., Banaś J., Bujoczek L., Zięba S. (2017): *Taryfa wartości pieniężnej zasobów drzewnych na pniu utworzona z wykorzystaniem baz danych o lasach*, Sylwan 161(2), Warszawa (91-100), *_Monetary_value_tariff_of_timber_calculated_using_databases_of_forests* (pristupljeno: 27.04. 2021. god.)
- Zygmunt R.D., Banaś J., Bujoczek L., Zięba S. (2018): *Timber value of selected beech and fir stands in the Beskidy Mountains*, Sylwan 162(9), Warszawa (718-726)

