

UDK: 630*231:582.632.2(497.11-18)
Оригинални научни рад
<https://doi.org/10.2298/GSF1920009B>

ИЗГРАЂЕНОСТ САСТОЈИНА У РАЗЛИЧИТИМ СУБАСОЦИЈАЦИЈАМА МОНОДОМИНАНТНЕ ШУМЕ КИТЊАКА (*QUERCETUM PETRAEAE* ЋЕР. ЕТ ЈОВ. 1953.) НА ПОДРУЧЈУ СЕВЕРОИСТОЧНЕ СРБИЈЕ ПРЕ И ПОСЛЕ ОБНОВЕ

Др Мартин Бобинац, редовни професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет
Др Сениша Андрашевић, виши научни сарадник, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину
МSc Ненад Радаковић, Национални парк „Ђердап“
МSc Никола Шушић, истраживач-приправник, Универзитет у Београду, Институт за мултидисциплинарна истраживања
МSc Андријана Бауер-Живковић, докторанд, Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Извод: У раду се приказује изграђеност очуваних, високих, зрелих, састојина и младих састојина насталих планском обновом или спонтаном разградњом истих у монодоминантним шумама китњака (*Quercetum petraeae* Ћер. et Jov. 1953.), из две субасоцијације, *tilietosum* и *typicum*, на подручју Националног парка „Ђердап“. Приказ зрелих састојина се заснива на подацима са огледних површина, прикупљаним 1992. године, у периоду који карактерише појава масовног сушења китњака на наведеном подручју, и широм Европе. У састојинама, старим око 150 година у 1992. години, у спрату дрвећа је био заступљен само китњак. Састојине су са потпуним до густим склопом и имају високе износе запремине, а у структури по биолошком положају, квалитету дебла, развијености крошње и степену сушења стабала међу њима нема јаснијих разлика. Приказ младих састојина се заснива на подацима са трајне огледне површине, прикупљаним 2017. године, као и на подацима других аутора. Изграђеност младих састојина указује да је у фази обнове старих састојина потребно планирати различите узгојне мере у различитим субасоцијацијама монодоминантне шуме китњака, да би се очувало учешће китњака у довољној бројности.

Кључне речи: монодоминантне шуме китњака, структура састојина, природна обнова, деградација, сталне површине

УВОД

Китњак је једна од најзначајнијих врста дрвећа у шумском фонду Србије и заступљен је у састојинама на 173.200 ха, од чега је 51,7% у државном власништву. Састојине китњака у Србији су доминантно изданачког порекла и зау-

зимају 74,1%, док састојине високог порекла заузимају 25,9% површине китњакових шума (Банковић *et al.*, 2009).

Монодоминантне шуме китњака широко су распрострањене у Србији и, с обзиром на њихо-

ву еколошку разноврсност, описан је већи број асоцијација и субасоцијација, које се мање-више разликују од типичне, широко схваћене и прво описане монодоминантне шуме китњака у Србији — *Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953. s.l. (Томић *et al.*, 2006). У прегледу шумских фитоценоза Србије, чији су називи усклађени са новом фитоценолошком номенклатуром, поред типичне монодоминантне шуме китњака (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953. s.l.) у Србији се наводе асоцијације: *Festuco heterophyllae-Quercetum petraeae* (Čer. et Jov. 1953.) V. Jovanović 1989, *Fraxino orn-Quercetum petraeae* (Borisavljević 55) Mišić 1978, *Festuco drymeiae-Quercetum petraeae* Janković 1974 и *Poa nemoralis-Quercetum polycarpae* V. Jovanović 1979 (Томић, Ракоњац, 2013). Наведене асоцијације су сврстане у ред *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931. и свеузу *Quercion petraeae-cerridis* (Lakušić, 1976) R. Lakušić & V. Jovanović 1980 (Томић, Ракоњац, 2011).

На основу резултата претходних флористичких и еколошких истраживања у оквиру асоцијације *Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953. са подручја североисточне Србије, где су монодоминантне шуме китњака широко распрострањене, издвојене су четири еколошке варијанте – субасоцијације: *ornetosum*, *pauperum*, *typicum* и *tilietosum* (Томић, 2003). Стабла импозантних димензија и очуване састојине китњака на подручју североисточне Србије, у Националном парку „Бердап”, забележена су у типичној монодоминантној шуми китњака (Stajić, Vilotić, 2015).

На подручју североисточне Србије током осамдесетих и деведесетих година 20. века манифестовало се интензивно сушење китњакових шума, које је забележено и на скоро целом подручју Европе (Karadžić *et al.*, 2007). Почетком 21. века сушење је слабијег интензитета, а све више се истичу проблеми у обнављању китњакових састојина са нарушеним склопом и у одржању китњака на појединим стаништима, услед све израженијих климатских промена (Cvjetičanin *et al.*, 2013; Krstić *et al.*, 2017; Krstić *et al.*, 2018), и истичу потребе за новим техничким решењима у обнови (Bobinaс, 2017).

Досадашња истраживања у Србији у вези подмлађивања китњака приоритетно су била

усмеравана на монодоминантне шуме (Krstić, 1989; Babić, 2014). Према оцени коју износи Bobinaс (2017), у монодоминантним шумама, генерално, мање је изражена ценолошка сложеност, па тиме је и мања сложеност поступка обнове у односу на мешовите шуме китњака са којима се просторно граниче, а смернице за обнову су засниване на пројекцији сеча обнове, које су усмерене само на главну врсту. Тек новија истраживања у монодоминантним шумама китњака, у мање-више разређеним састојинама, на подручју североисточне Србије, у структури састојина за обнову поред китњака наводе значајно учешће пратећих врста дрвећа и истичу потребу њиховог уклањања у виду посебног поступка у склопу појединих секова оплодне сече (Krstić *et al.*, 2016).

За разумевање процеса у обнови монодоминантних шума китњака прикази изграђености очуваних старих састојина и састојина које су настале на основу њихове планске обнове представљају драгоцену основу која може послужити за дефинисање смерница за обнављање. Како је моделно показано у лужњаковим резерватима (Bobinaс, 2000), посебну основу за дефинисање смерница за обнављање у монодоминантним шумама китњака могу да представљају и прикази очуваних зрелих састојина и њихова проистекла структура при спонтаној разградњи.

Циљ рада је да се на основу расположивих података у различитим субасоцијацијама монодоминантне шуме китњака изврши поређење изграђености зрелих и младих састојина, које су настале као резултат њихове планске обнове или спонтане разградње, и тиме допринесе даљим истраживањима на дефинисању смерница за обнављање монодоминантних шума китњака, које на подручју Србије још нису јасно успостављене.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАД

Објект истраживања

Изграђеност високих, зрелих и проистеклих младих састојина у различитим субасоцијацијама монодоминантне шуме китњака (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953.) анализирана је на

подручју Националног парка „Бердап“ у ГЈ „Златица“. Прикази изграђености зрих састојина се заснивају на подацима прикупљеним 1992. године на трајним огледним површинама, величине 0,52–0,80 ha, у периоду који карактерише појава масовног сушења китњака на наведеном подручју.

Истраживања су обављена на две трајне површине у ГЈ „Златица“, које су према посебној основи за газдовање шумама (***) лоциране у одељењу 56a (ОП-1) и 11c (ОП-2), на надморској висини 520–540 m. У 1992. години састојине су биле старе око 150 година и имале су потпун до густ склоп (0,7–0,8), а у спрату дрвећа био је заступљен само китњак.

Састојине се налазе на југозападној експозицији, на нагибу око 15° и на средње дубоком до дубоком киселом смеђем земљишту. Станиште је II (ОП-1) и III (ОП-2) бонитета према таблицама Špiraneca (1975a). На основу претходних навода Krstića et al. (1997) и Vučkovića et al. (2006), везаним за истраживане састојине, као и према локалним бонитетима у китњаковим шумама на подручју североисточне Србије (Krstić, 2003) и Републике Српске (Dukić, 2014) потврђује се наведена оцена бонитета.

За појас китњакових шума у североисточној Србији између 400 и 500 m надморске висине просечна годишња температура ваздуха износи 8,7–9,1°C, а у вегетационом периоду 15,2–15,7°C. Просечна годишња количина падавина износи 635–645 mm, а у вегетационом периоду 381–385 mm. Према класификацији климе по Торнџајту овај појас китњакових шума карактерише субхумидна влажнија клима (климатски тип C₂), (Cvjetičanin et al. 2007; 2013).

Састојине у ГЈ „Златица“ свестрано су истраживане у претходном периоду са различитих аспеката од више аутора: са еколошког аспекта (Cvjetičanin, 1992; Jović et al., 1997; Radaković, 1999; Tomić, 2003; Cvjetičanin et al., 2005), са аспекта сушења китњака (Marinković, 1992; Karadžić et al., 2007), са аспекта дефинисања узгојних мера у циљу обнављања састојина (Stojanović, Krstić, 1992; Krstić et al., 1997), са аспекта дефинисања узгојних мера у циљу санирања последица сушења (Stojanović, Krstić, 1990; 1992; Stojanović et al., 1993), са аспекта пројекције планова газдовања (Banković et al., 2002), са аспекта

производности и дефинисања оптималног стања (Vučković et al., 2006), и са аспекта деградације састојина (Bobinas, 2018; Bobinas et al., 2018).

На основу претходних фитоценолошких истраживања у зрелим састојинама у одељењу 56a (ОП-1) дефинисана је субасоцијација са белом липом (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., субасоцијација *tilietosum*), а у одељењу 11c (ОП-2) дефинисана је типична субасоцијација (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., субасоцијација *typicum*), (Cvjetičanin, 1992). У 1992. години истраживане састојине су имале потпун до густ склоп у спрату дрвећа, у спрату жбуња склоп је био 0,1–0,2, док је склоп приземног спрата био 1,0 и чиниле су га различите врсте (Табела 1).

На ОП-1 приземни спрат је био 0,5 m просечне висине, са обилно подмлађеном белом липом и китњаком, а са малом бројношћу и покровношћу био је заступљен подмладак других дрвенастих врста. Састојина из тог периода је описана као необновљена, закоровљена (Krstić, 2003). Изглед приземног спрата у окружењу заосталог старог стабла китњака на ОП-1 у 2017. години приказан је на Слици 1.



Слика 1. Изглед приземног спрата у окружењу заосталог старог стабла китњака на ОП-1 у 2017. години у монодоминантној шуми китњака (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., субасоцијација *tilietosum*). Фото: М. Бобинац

Табела 1. Комбинована процена бројности, покривности и здружености заступљених врста (по методу Braun-Blanqueta) у истраживаним састојинама у 1992. години (Извор: Cvjetićanin, 1992)

| ОП-1 | | ОП-2 | |
|--|-----|--|-----|
| <i>Quercetum montanum</i> subass. <i>tilietosum tomentosae</i> | | <i>Quercetum montanum</i> subass. <i>typicum</i> | |
| Спрат дрвећа (0,7–0,8): | | Спрат дрвећа (0,7): | |
| <i>Quercus petraea</i> | 5.5 | <i>Quercus petraea</i> | 4.5 |
| Спрат жбуња (0,2): | | Спрат жбуња (0,1): | |
| <i>Tilia tomentosa</i> | 1.2 | <i>Quercus petraea</i> | + |
| <i>Quercus petraea</i> | + | <i>Carpinus betulus</i> | + |
| <i>Carpinus betulus</i> | + | <i>Acer campestre</i> | + |
| <i>Acer campestre</i> | + | <i>Crataegus monogyna</i> | + |
| <i>Acer platanoides</i> | + | <i>Fagus moesiaca</i> | + |
| <i>Crataegus monogyna</i> | + | | |
| Спрат приземне флоре (1,0): | | Спрат приземне флоре (1,0): | |
| <i>Quercus petraea</i> | 1.2 | <i>Quercus petraea</i> | 4.5 |
| <i>Tilia tomentosa</i> | 1.2 | <i>Rubus tomentosus</i> | 2.2 |
| <i>Acer campestre</i> | + | <i>Brachypodium silvaticum</i> | 1.2 |
| <i>Acer platanoides</i> | + | <i>Festuca heterophylla</i> | +2 |
| <i>Carpinus betulus</i> | + | <i>Melica uniflora</i> | +2 |
| <i>Sorbus torminalis</i> | + | <i>Carex digitata</i> | +2 |
| <i>Fraxinus ornus</i> | + | <i>Acer platanoides</i> | + |
| <i>Fagus moesiaca</i> | + | <i>Acer campestre</i> | + |
| <i>Dactylis glomerata</i> | 1.2 | <i>Rosa arvensis</i> | + |
| <i>Festuca heterophylla</i> | 1.2 | <i>Carpinus betulus</i> | + |
| <i>Asperula odorata</i> | +2 | <i>Fagus moesiaca</i> | + |
| <i>Stellaria holostea</i> | +2 | <i>Prunus cerasifera</i> | + |
| <i>Melica uniflora</i> | +2 | <i>Crataegus monogyna</i> | + |
| <i>Festuca drymeia</i> | +2 | <i>Carex pilosa</i> | + |
| <i>Luzula luzuloides</i> | +2 | <i>Dactylis glomerata</i> | + |
| <i>Genista pilosa</i> | +2 | <i>Euphorbia amygdaloides</i> | + |
| <i>Euphorbia amygdaloides</i> | + | <i>Calamintha vulgaris</i> | + |
| <i>Lathyrus vernus</i> | + | <i>Fragaria vesca</i> | + |
| <i>Calamintha vulgaris</i> | + | <i>Geum urbanum</i> | + |
| <i>Campanula persicifolia</i> | + | <i>Campanula persicifolia</i> | + |
| <i>Fragaria vesca</i> | + | <i>Hypericum perforatum</i> | + |
| <i>Lathyrus niger</i> | + | <i>Circaea luteciana</i> | + |
| <i>Geum urbanum</i> | + | <i>Lactuca muralis</i> | + |
| <i>Rubus tomentosus</i> | + | <i>Epilobium montanum</i> | + |
| <i>Tanacetum corymbosum</i> | + | <i>Rumex sanguineus</i> | + |
| <i>Scrophularia nodosa</i> | + | <i>Viola silvestris</i> | + |
| <i>Salvia glutinosa</i> | + | | |
| <i>Hypericum perforatum</i> | + | | |
| <i>Hieracium murorum</i> | + | | |



Слика 2. Изглед приземног спрата у окружењу старих стабала китњака на ОП-2 у 2017. години у монодоминантној шуми китњака (*Quercetum petraeae* Ser. et Jov. 1953., субасоцијација *typicum*). Фото: М. Бобинац

На ОП-2 приземни спрат је био висок просечно 1,3 m и чинио га је врло густ и квалитетан подмладак китњака, а са малом бројношћу и покровношћу био је заступљен подмладак других дрвенастих врста. Изглед приземног спрата у окружењу старих стабала китњака на ОП-2 у 2017. години приказан је на Слици 2.

Метод рада

На трајним огледним површинама је анализирана изграђеност старих састојина, на основу података прикупљених у 1992. години. У субасоцијацији *tilietosum* (ОП-1), после планске обнове формирана је млада састојина и њена изграђеност је проучена на трајној огледној површини на основу података прикупљених у 2017. години. Односно, у оквиру површине ОП-1, је формирана трајна огледна површина ОП-1а, површине 0,16 ha, и извршен је дендрометријски премер свих стабала. У типичној монодоминантној шуми китњака (ОП-2), где је стара састојина од 1992. године била препуштена спонтаном развоју и при томе је добро подмлађена са китњаком, учешће китњака је одређено на основу визуелне оцене у 2017. години, као и на основу континуитета података које износе други аутори (Cvjetičanin, 1992; Cvjetičanin *et al.*, 2005).

На огледним површинама у старим састојинама 1992. године сва стабла су била трајно нумерисана (Слика 1 и 2). Свим стаблима су мерења два унакрсна пречника на прсној висини, са тачношћу од 1 mm, а за конструкцију висинске криве извршен је премер висина правилно развијених стабала са висиномером Blume-Leiss, са тачношћу од 0,5 m.

За одређивање дебљинског прираста, просечно и запреминског прираста, узимани су узорци Преслеровим сврдлом на прсној висини стабала.

Сваком стаблу процењен је биолошки положај (БП), степен стешњености крошње (СК) и квалитет (техничка класа) дебла на основу тростепених класификација:

- Биолошки положај (БП): надстојно стабло (1), (по Крафту 1. и 2. категорија); међустојеће стабло (2), (по Крафту 3. категорија); подстојно стабло (3), (по Крафту 4. и 5. категорија) (модификована класификација по Assmann, 1970);
- Степен стешњености крошње (СК): слободно стојећа крошња – без додиривања са крошњама суседних стабала или је додиривање у зони крошње светлости до 25% обима крошње (1); једнострано стешњена, односно редукована крошња – додиривање са крошњама суседних стабала у зони крошње светлости 25–50% обима крошње (2); вишестрано стешњена крошња – додиривање са крошњама суседних стабала у зони светлости преко 50% обима крошње (3) (модификована класификација по Assmann, 1970);
- Квалитет дебла (КД): дебло доброг квалитета (1); дебло средњег квалитета (2); дебло лошег квалитета (3);

За процену интензитета оштећености (осустости) крошње коришћена је ЕСЕ – класификација са степенима A_0 – A_4 (Marinković, 1987), која је усаглашена са класама дефолијације према UN/ECE и EU класификацији (**1994): (0 – губитак лисне масе до 10%; 1 – губитак лисне масе 11–25%; 2 – губитак лисне масе 26–60%; 3 – губитак лисне масе 61–99%, 4 – губитак лисне масе 100%), у односу на локално референтно стабло.

Табела 2. Елементи раста стабала и састојина на огледним површинама

| ОП | d_g [cm] | D_{100} [cm] | h_L [m] | H_{100} [m] | n [стабала] | N [стабала · ha ⁻¹] | G [m ² ·ha ⁻¹] | V [m ³ ·ha ⁻¹] | Бонитет |
|----|---------------|-------------------|--------------|------------------|------------------|--------------------------------------|--|--|---------|
| 1 | 40,8 | 49,9 | 24,2 | 25,1 | 143 | 275 | 36,0 | 470,5 | II |
| 2 | 45,6 | 54,8 | 22,8 | 23,2 | 154 | 193 | 31,4 | 389,1 | III |

Легенда: d_g – средњи квадратни пречник; D_{100} – средњи квадратни пречник 100 најдебљих стабала по хектару; h_L – средња висина по Лорају; H_{100} – средња висина 100 најдебљих стабала по хектару; n – број премерених стабала; N – број стабала по хектару; G – темељница по хектару; V – запремина по хектару.

На трајној огледној површини у младој састојини (ОП-1а) извршен је дендрометријски премер прских пречника свих стабала, при чему су им процењене карактеристике по наведеним тростепеним класификацијама, а за конструкцију висинске криве извршен је премер висина правилно развијених стабала са висиномером Vertex 4 (Haglöf Sweden), са тачношћу од 0,1 m.

Обрада података премера стабала на огледним површинама подразумевала је израчунавање средњих величина елемената раста стабала (пречника, висине, броја стабала, темељнице и запремине) и укупних величина елемената раста састојина по хектару. За конструкцију висинске криве коришћен је модел Мићајлов-а, $h = a \cdot e^{-b/DBH} + 1,30$, у старим састојинама (ОП-1 и ОП-2), а модел Richards-а, $h = 1,3 + a \cdot (1 - e^{-b/DBH})^c$, у младој састојини (ОП-1а). Запремина састојина утврђена је на основу двоулазних запреминских таблица за китњак (Špiranec, 1975b), а за остале врсте коришћене су таблице за белу липу (Banković *et al.*, 1989). За одређивање запреминског прираста коришћен је метод који се заснива на вези запреминског прираста и дебљинског прираста, тзв. „метод дебљинског прираста“ (Banković, Pantić, 2006).

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

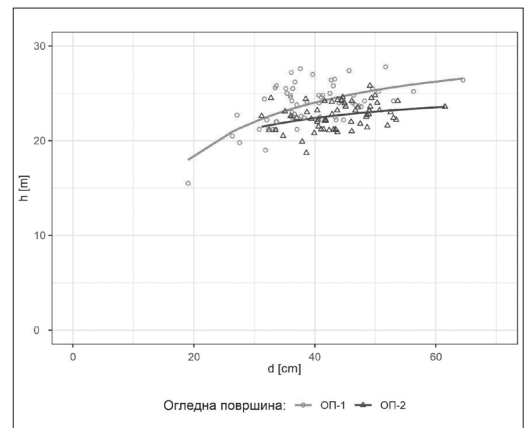
Елементи раста и структура зрелих састојина китњака

На ОП-1, укупан број стабала је био 275 по хектару, укупна темељница је била 36,0 m²·ha⁻¹, док је запремина износила 470,5 m³·ha⁻¹. На

ОП-2, укупан број стабала је био 193 по хектару, укупна темељница је била 31,4 m²·ha⁻¹, док је запремина износила 389,1 m³·ha⁻¹. Средњи (d_g) и доминантни пречници (D_{100}) су износили 40,8 cm и 49,9 cm на ОП-1, а 45,6 cm и 54,8 cm на ОП-2. Средње висине по Лорају и средње доминантне висине су биле у распону 24,2–25,2 m на ОП-1 и 22,8–23,3 m на ОП-2 (Табела 2).

Висинска крива на ОП-1 је изнад висинске криве на ОП-2, што указује на бољи бонитет (Графикон 1). Параметри и елементи оцене модела дати су у Табели 3.

Дебљинска структура у истраживаним састојинама је унимодална са највећим бројем стабала у дебљинском степену 37,5 cm на ОП-1 и 42,5 cm на ОП-2 (Графикон 2). Заступљеност китњака у надстојном делу састојина износи 90,7–90,9% по броју стабала, по темељници 93,9–94,7%, а по запремини 94,2–95,1% (Табела 4).



Графикон 1. Висинске криве у истраживаним састојинама

Табела 3. Параметри модела и елементи оцене модела висинских кривих

| ОП | Модел: $h = 1,3 + a \cdot e^{-b/d}$ | | Елементи оцене модела | | |
|------|-------------------------------------|---------|-----------------------|----------------|----------------|
| | a | b | n | r ² | s _e |
| ОП-1 | 30,0966 | 11,2427 | 64 | 0,388 | 1,759 |
| ОП-2 | 24,7122 | 6,3407 | 61 | 0,098 | 1,346 |

Легенда: a, b, c – параметри модела; n – број мерених стабала; r² – коефицијент детерминације; s_e – стандардна грешка регресије

Табела 4. Елементи раста стабала по биолошком положају

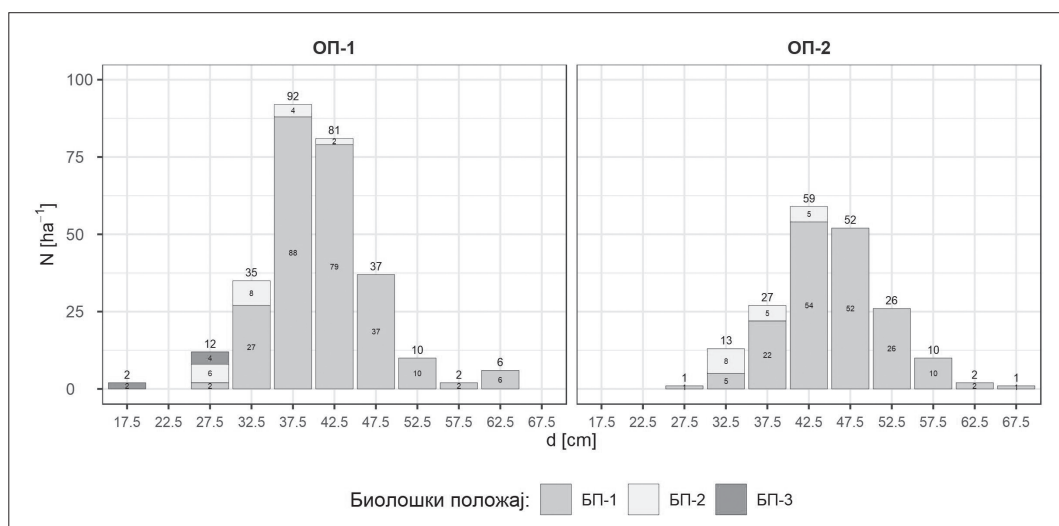
| БП | d _g | | h _L | | N | | G | | V | | | | | | | |
|----|----------------|------|---------------------|------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | [cm] | [m] | [ha ⁻¹] | [%] | [m ² ·ha ⁻¹] | [%] | [m ³ ·ha ⁻¹] | [%] | | | | | | | | |
| | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | | |
| 1 | 41,7 | 46,3 | 24,4 | 22,9 | 250 | 175 | 90,9 | 90,7 | 34,1 | 29,5 | 94,7 | 93,9 | 447,6 | 366,3 | 95,1 | 94,1 |
| 2 | 32,9 | 37,2 | 22 | 21,6 | 19 | 18 | 6,9 | 9,3 | 1,6 | 1,9 | 4,4 | 6,1 | 20,0 | 22,8 | 4,2 | 5,9 |
| 3 | 24,6 | 19,2 | 6 | 2,2 | 0,3 | 0,8 | 3,0 | 0,6 | | | | | | | | |
| Σ | | | 275 | 193 | 100,0 | 100,0 | 36,0 | 31,4 | 100,0 | 100,0 | 470,6 | 389,1 | 100,0 | 100,0 | | |

У састојинама највеће је учешће стабала са једнострано стешњеном крошњом 61,7–69,8%. Учешће стабала са слободно стојећом крошњом износи 11,3–20,7%, а стабала са вишестрано стешњеном крошњом износи 17,6–18,9% (Табела 5).

У истраживаним састојинама китњака по броју стабала доминирају стабла са квалитет-

ним деблом (49,2–57,5%), а учешће стабала са лошим квалитетом дебла износи 6,2–7,3% (Табела 6).

У 1992. години у састојинама је евидентиран процес сушења стабла. Учешће стабала у степену А₀ било је 89,6–91,3%, а у степену А₃ било је 1,5–3,1% укупног броја стабала (Табела 7).


Графикон 2. Дебљинска структура стабала по биолошком положају

Табела 5. Елементи раста стабала различитог степена степењености крошње

| СК | d_g [cm] | | h_l [m] | | N | | G | | V | | | | | | | |
|----------|------------|------|-----------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | | | | | | |
| 1 | 44,2 | 50 | 24,9 | 23,2 | 31 | 40 | 11,3 | 20,7 | 4,7 | 7,8 | 13,1 | 24,9 | 62,8 | 98,8 | 13,3 | 25,4 |
| 2 | 41,8 | 45,5 | 24,4 | 22,9 | 192 | 119 | 69,8 | 61,7 | 26,5 | 19,3 | 73,6 | 61,6 | 348 | 238,9 | 74,0 | 61,4 |
| 3 | 34,4 | 40 | 22,4 | 22 | 52 | 34 | 18,9 | 17,6 | 4,8 | 4,2 | 13,3 | 13,5 | 59,7 | 51,4 | 12,7 | 13,2 |
| Σ | | | 275 | 193 | 100,0 | 100,0 | 36,0 | 31,4 | 100,0 | 100,0 | 470,5 | 389,1 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Табела 6. Елементи раста стабала по квалитету дебла

| КД | d_g [cm] | | h_l [m] | | N | | G | | V | | | | | | | |
|----------|------------|------|-----------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | | | | | | |
| 1 | 41,7 | 47,1 | 24,6 | 23,1 | 158 | 95 | 57,5 | 49,2 | 21,6 | 16,6 | 60,0 | 52,9 | 283,6 | 206,2 | 60,3 | 53,0 |
| 2 | 39,1 | 44,1 | 23,6 | 22,5 | 100 | 84 | 36,4 | 43,5 | 12,0 | 12,8 | 33,3 | 40,8 | 155,1 | 157,5 | 33,0 | 40,5 |
| 3 | 41,8 | 43,6 | 24,4 | 22,9 | 17 | 14 | 6,2 | 7,3 | 2,4 | 2,0 | 6,7 | 6,4 | 31,8 | 25,4 | 6,8 | 6,5 |
| Σ | | | 275 | 193 | 100,0 | 100,0 | 36,0 | 31,4 | 100,0 | 100,0 | 470,5 | 389,1 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Табела 7. Елементи раста стабала по степену дефолијације.

| Степен сушења/ дефолијације | d_g [cm] | | h_l [m] | | N [ha ⁻¹] | | N [%] | | G [m ² ·ha ⁻¹] | | G [%] | | V [m ³ ·ha ⁻¹] | | V [%] | |
|--------------------------------|------------|------|-----------|------|-----------------------|-------|-------|------|---------------------------------------|-------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 | ОП-1 | ОП-2 |
| A ₀ | 41,1 | 45,8 | 24,3 | 22,9 | 252 | 172 | 91,3 | 89,6 | 33,4 | 28,5 | 92,8 | 90,8 | 437,8 | 353,4 | 93,0 | 90,8 |
| A ₁ | 40,4 | 41,2 | 23,3 | 22,6 | 8 | 5 | 2,9 | 2,6 | 1 | 0,7 | 2,8 | 2,2 | 12,8 | 8,1 | 2,7 | 2,1 |
| A ₂ | 36,1 | 48,9 | 23,0 | 22,8 | 12 | 9 | 4,4 | 4,7 | 1,2 | 1,6 | 3,3 | 5,1 | 15 | 20,5 | 3,2 | 5,3 |
| A ₃ | 36,2 | 35,0 | 23,0 | 21,0 | 4 | 6 | 1,5 | 3,1 | 0,4 | 0,6 | 1,1 | 1,9 | 4,9 | 7,1 | 1,0 | 1,8 |
| Σ | | | 275 | 193 | 100,0 | 100,0 | 36,0 | 31,4 | 100,0 | 100,0 | 470,5 | 389,1 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Табела 8. Текући запремински прирасти по хектару у последњем (1–10) и претпоследњем (11–20) десетогодишњем периоду

| Огледна површина | Период | |
|------------------------------------|------------------|------------------|
| | 1992.–1983. год. | 1982.–1973. год. |
| $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot god^{-1}$ | | |
| ОП-1 | 5,5 | 7,4 |
| ОП-2 | 4,0 | 5,3 |

Текући запремински прираст по хектару у последњем (1–10) и претпоследњем (11–20) десетогодишњем периоду већи је на ОП-1 у односу на ОП-2. На обе огледне површине текући запремински прираст у износу 4,0 и 5,5 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot god^{-1}$ у последњем десетогодишњем периоду мањи је за 24–26% у односу на претпоследњи десетогодишњи период (Табела 8).

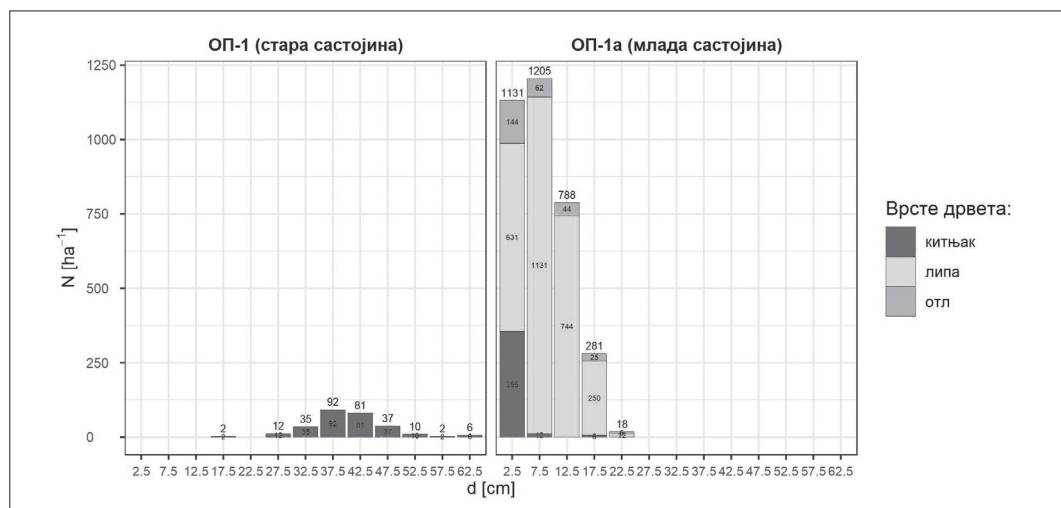
Елементи раста и структуре младе састојине на трајној површини у субасоцијацији са белом липом

У младик у на трајној површини (ОП-1а) у 2017. години евидентирано је 3425 стабала по хектару, са темељницом 22,7 $m^2 \cdot ha^{-1}$ и запремином 173,6 $m^3 \cdot ha^{-1}$. Учешће китњака износи 10,9% по броју стабала и 1,8% по темељници, бела липа има учешће 80,8% по броју стабала и 91,2% по темељници, а учешће других врста тврдих лишћара (граба, брекиње, клена, млеча, букве) је 8,2% по броју стабала и 7,0% по темељници. Средњи пречник китњака износи 2,4 cm, а липе 8,8 cm, док је средња висина китњака 2,8 m, а липе 9,1 m (Табела 9).

Дебљинска структура младе састојине је унимодална, са највећим бројем стабала у де-

Табела 9. Елементи раста стабала и састојине на трајној површини ОП-1а

| Огледна површина | Врста дрвећа | d [cm] | h [m] | N [ha^{-1}] | N [%] | G [$m^2 \cdot ha^{-1}$] | G [%] | V [$m^3 \cdot ha^{-1}$] | V [%] |
|------------------|--------------|--------|-------|-----------------|-------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| ОП-1а | китњак | 2,4 | 2,8 | 375 | 10,9 | 0,4 | 1,8 | 1,9 | 1,1 |
| | бела липа | 8,8 | 9,1 | 2769 | 80,8 | 20,7 | 91,2 | 163,0 | 93,9 |
| | ОТЛ | 7,0 | 7,1 | 281 | 8,2 | 1,6 | 7,0 | 8,7 | 5,0 |
| Σ | | | | 3425 | 100,0 | 22,7 | 100,0 | 173,6 | 100,0 |



Графикон 3. Упоредни приказ изграђености старе састојине у 1992. години (ОП-1) и младе састојине у 2017. години (ОП-1а)

бљинском степену 7,5 cm, а 95% стабала китњака је заступљено у најтањем дебљинском степену 2,5 cm (Графикон 3).

ДИСКУСИЈА

Елементи раста стабала и састојина у истраживаним зрелим састојинама које припадају различитим субасоцијацијама монодоминантне шуме китњака у североисточној Србији (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953, subass. *tilietosum* и subass. *typicum*) указују да састојине припадају бонитетним разредима II и III. У 1992. години састојине су биле старе око 150 година и у спрату дрвећа је био заступљен само китњак. У структури састојина по биолошком положају, квалитету дебла, развијености крошње и степену сушења нема јаснијих разлика.

Према подацима о промени величина прираста у састојинама (Табела 8) у последњем посматраном десетогодишњем периоду (1–10), текући запремински прираст по хектару мањи је за 24–26% у односу на претпоследњи десетогодишњи период (11–20) што се, највероватније, може довести у везу са утицајем старости састојина и очекиваним токовима прираста. Могуће је да је овако умањење прираста делом резултат и процеса девитализације стабала китњака, имајући у виду да процес сушења китњака у истраживаним састојинама, као и на ширем подручју китњакових и других храстових шума у Србији, коинцидира са таласом масовног сушења храстових шума у Европи 80-их година двадесетог века (Osza ko, 2000). На могуће присуство значајније девитализације и сушења стабала може нас, у извесном степену, навести утврђено мало учешће стабала са слободно стојећом крошњом (11,3–20,8%). Међутим, за доношење дефинитивног закључка да ли је у овим састојинама, у датој старости, био присутан интензиван процес девитализације и сушења стабала, неопходно је потпуно искључити утицај старости на величину прираста и применити специфичан методолошки прилаз, детаљно презентован од стране Stajića *et al.* (2017). Иначе, карактеристике фитосоциолошког слабљења старих стабала китњака, евалуиране на бази прираста стабала, као најсадр-

жајнијег индикатора њихове виталности, на простору североисточне Србије у том периоду истраживане су од малог броја аутора (Stamenković, Vučković, 1988; Vučković, 1994). Иако се различито потенцира предиспонирајући оквир у процесу сушења китњака на истраживаном подручју, појава фитосоциолошког слабљења храстових стабала не проучава се свеобухватно и различито се третира њен значај у радовима синтезног карактера (Karadžić *et al.*, 2007; Krstić, Stojanović, 2007). Уопште, ретки су радови у Србији у којима се фитосоциолошко слабљење храстових стабала, у садејству са утицајем других фактора, доводи у непосредну везу са сушењем у том периоду (Bobinaс, Andrašev, 2009).

Услед појачаног сушења китњакових стабала и интензивирања санитарних сеча, а у условима, претежно, спонтаног подмлађивања китњака, интензивирани су радови на планској обнови на ширем подручју Националног парка „Ђердап“ непосредно после 1992. године (Bапković *et al.*, 2002).

Изграђеност истраживаних састојина, на ОП-2, где је састојина препуштена спонтаном развоју у периоду 1992–2017. године (Слика 3), и на ОП-1, где је формирана млада састојина у процесу планске обнове (Слика 4), илустративно указује на различити састав младика, односно различито одржање китњака у истраживаним субасоцијацијама монодоминантне шуме китњака. Разлог за то потребно је, примарно, тражити у различитој изграђености приземног спрата, која је констатована у 1992. године у састојинама (Табела 1), односно битно различитим еколошким условима у субасоцијацијама монодоминантне шуме китњака на истраживаном подручју (Тоmić, 2003).

После планске обнове зреле састојине на трајној површини (ОП-1а) у 2017. години у спрату дрвећа доминира бела липа, а у структури младика не налази се биолошки потенцијал китњакових стабала који би представљао основу за даљи развој у састојини, јер су стабла китњака потиснута од стране липе у подстојни спрат (Графикон 3). Према подацима које наводи Cvjetičanin *et al.* (2005) за одељење 11 и субасоцијацију *typicum* у ГЈ „Златица“, односно трајну површину ОП-2, под ретким склопом старих стабала китњак је обилно заступљена врста и



Слика 3. Младик китњака у окружењу старих стабала китњака у типичној шуми китњака (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., субасоцијација *typicum*) на ОП-2 у 2017. години. Фото: М. Бобинац



Слика 4. Заостало старо стабло китњака у окружењу младика беле липе у монодоминантној шуми китњака (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., субасоцијација *tilietosum*) на ОП-1 у 2017. години. Фото: М. Бобинац

има средњу висину 4–5 m, а друге врсте (граб, буква и клен) заступљене су са мало примерака у структури спонтано формираног младика.

На основу расположивих података о изграђености других састојина у развојној фази младика на подручју североисточне Србије, може се, такође, закључити да китњак у типичној монодоминантној шуми и у другим монодоминантним шумама у којима је флористички састав сличан са китњаквим шумама у ширем смислу *Quercetum petraeae sensu lato* (према Tomić, Rakonjac, 2013) има потребну бројност у природно обновљеним младим састојинама без обзира на примењени начин обнове (Stojanović *et al.*, 2005, Cvjetičanin *et al.*, 2005). Одржање потребне бројности китњака у структури младика у типичној монодоминантној шуми китњака констатовано је у случају природне разградње старе састојине на ОП-2, затим примене санитарне сече и сече постепеног ослобађања подмлатка од засене матичних стабала у састојини коју су истраживали Stojanović, Krstić (1980) и Stojanović *et al.* (2005), али и примене чисте сече, која је огледно примењена у циљу реконструкције састојине са нарушеним склопом у ГЈ „Златица” у одељењу 98. (напомена М. Бобинца). У свим наведеним састојинама китњак је обилно заступљена врста, а друге врсте имају малу бројност и покровност (Cvjetičanin *et al.*, 2005). Наведено указује да је у наведеним монодоминантним шумама мање изражена ценолошка сложеност, па тиме и мања је сложеност поступка обнове у односу на субасоцијацију *tilietosum* на подручју североисточне Србије.

У структури младе састојине на ОП-1а, у субасоцијацији са белом липом, под сличним антропогеним утицајем у обнови и нези састојина на истраживаном подручју, китњак није заступљен у довољној бројности после планске обнове зреле састојине, односно нема биолошки потенцијал који би представљао основу за даљи развој у састојини. Тиме се потврђује деградација састојине из претходне опходње и истиче потреба специфичног поступка обнове састојина у субасоцијацији монодоминантне шуме китњака са липом, у односу на типичну шуму китњака (Bobinaс *et al.*, 2017; Bobinaс, 2018; Bobinaс *et al.*, 2018).

Наведено указује да заснивање смерница за обнову склопљених састојина само на приказима структуре китњакових стабала, где често нема јаснијих разлика у различитим субасоцијацијама, односно заснивање смерница за обнову састојина на сечама обнове, које су примарно усмерене на главну врсту дрвећа, како је то рађено у досадашњим истраживањима у монодоминантним шумама китњака (Krstić, 1989; Babić, 2014), чине смернице неодрживим за примену у различитим монодоминантним шумама китњака.

За потврду таквог становишта управо могу послужити претходна истраживања на ОП-1 (Krstić et al., 1997) у којима аутори смернице за обнову склопљене састојине опредељују на основу структуре китњакових стабала (степен склопљености) и на основу физичких карактеристика станишних услова, а не на основу ценолошких специфичности субасоцијације *tilietosum* на истраживаном подручју.

За ширу потврду наведеног становишта потребно је у даљим истраживањима успоставити везу између детаљно проучаваних зрелих састојина у претходном периоду и младих састојина насталих у процесу планске обнове у различитим монодоминантним шумама китњака.

Успостављена паралела у изграђености састојина на трајним површинама на подручју НП „Ђердап“ указује да слична изграђеност зрелих састојина у различитим субасоцијацијама монодоминантне шуме китњака, која је резултат и сличних антропогених утицаја у вишедеценијском периоду, у фази обнове налаже потребу планирања различитих узгојних мера да би се очувало учешће и потребна бројност китњака у младим састојинама. У савременом газдовању шумама резултати фитоценолошких истраживања представљају биолошко-еколошку основу, према којој се типизирају газдинске класе и узгојни поступци са припадајућим састојинама. На сложеност проблема у избору адекватних смерница за обнову у различито дефинисаним монодоминантним шумама китњака и са тог аспекта актуелне процесе њиховог подмлађивања у Србији указује, на пример, и успостављена паралела са раније дефинисаним еколошким (типолошким) основама за газдовање шумама на подручју НП „Фрушка гора“ (Jović et al., 1989; ***2002) и са природним шумским

заједницама на том подручју, дефинисаним према новијим синтаксономским и екосистемским принципима (Томић, 2013). Према наведеној паралели најзаступљеније типове шума китњака у планским документима (*Quercetum montanum typicum*) на киселим смеђим и лесираваним киселим смеђим земљиштима на подручју НП „Фрушка гора“ карактерише сложена заједница китњака са вијуком (*Ass. Festuco drymeiae-Quercetum petraeae* Janković 1974), за коју се, моделно, смернице за обнову предлажу као у мешовитим китњаковим шумама (Vobinac, 2017). Односно, у предложеним смерницама за обнову китњакових шума са присуством пратећих врста дрвећа (*Ass. Festuco drymeiae-Quercetum petraeae* Janković 1974) предлаже се увођење припремних мера, које подразумевају планску редукацију пратећих врста дрвећа која претходи сечама обнове у систему опходне сече, а за које у Србији постоје дефинисана моделна решења у лужњаковим шумама (Vobinac, 1999; 2011). Као илустративан пример за наведене процесе може да послужи подручје Фрушке горе где се у ширем појасу, претежно мешовитих храстових шума, у протеклом периоду у процесу обнове састојина занемаривао регенеративни потенцијал пратећих врста дрвећа и у оквиру претходно добро подмлађених састојина са храстовима манифестовала се регресивна сукцесија и формиране су састојине са доминацијом липе (Vobinac и Radulović, 1997; Vobinac, 2003a).

Без екосистемског приступа у смерницама за обнову састојина у истраживаним китњаковим шумама и без усаглашавања суштине планирања појединих секова опходне сече са тим приступом не може се очекивати очување китњака и унапређење њиховог специјског диверзитета (Vobinac, 2003b; Vobinac, 2017).

ЗАКЉУЧЦИ

У различитим субасоцијацијама монодоминантне шуме китњака (*Quercetum petraeae* Šer. et Jov. 1953., субасоцијација *tilietosum* и субасоцијација *typicum*) на подручју НП „Ђердап“, на основу поређења изграђености зрелих и младих састојина, које су проистекле у процесу њихове спонтане разградње или планске обнове, могу се донети следећи основни закључци:

У састојинама старим око 150 година у 1992. години у спрату дрвећа је био заступљен само китњак, састојине су биле са очуваним склопом и имале су високе износе запремине, а у структури по биолошком положају, квалитету дебла, развијености крошње и степену сушења нису уочене јасније разлике.

Састојине су се разликовале у 1992. години у флористичком саставу врста у приземном спрату, што за последицу има и њихово различито учешће и у структури проистеклих младих састојина.

Успостављена паралела у изграђености састојина у 1992. години и 2017. години, у типичној монодоминантној шуми китњака, где је стара састојина препуштена спонтаном развоју и у субасоцијацији са белом липом где је формирана млада састојина у процесу планске обнове, указује да је китњак различито заступљен

у различитим субасоцијацијама монодоминантне шуме.

Слична изграђеност зрих састојина, која је резултат и сличних антропогених утицаја у вишедеценијском периоду, у фази обнове налагла је потребу планирања различитих узгојних мера да би се очувао китњак у потребној бројности у различитим субасоцијацијама монодоминантне шуме китњака.

Резултати довољно јасно указује на потребу напуштања констатоване праксе у обнови састојина китњака у субасоцијацији *tilietosum* на подручју Националног парка „Ђердап“ и налажу даља истраживања у циљу дефинисања адекватних смерница за обнову.

Напомена: Рад је реализован у оквиру пројеката [TR31041; III43007; III43010] финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

THE STRUCTURE OF STANDS FROM DIFFERENT SUBASSOCIATIONS OF A MONODOMINANT SESSILE OAK FOREST (*QUERCETUM PETRAEAE* ČER. ET JOV. 1953.) IN THE AREA OF NORTHEASTERN SERBIA BEFORE AND AFTER REGENERATION

Dr. Martin Bobinac, Full professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry

Dr. Siniša Andrašev, Senior research associate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment

MSc Nenad Radaković, National Park „Ђердап“

MSc Nikola Šušić, Research trainee, University of Belgrade, Institute for Multidisciplinary Research

MSc Andrijana Bauer-Živković, PhD student, University of Belgrade, Faculty of Forestry

Abstract: This paper presents the structure of well-preserved, mature stands of seed origin and young stands that followed either after planned regeneration or spontaneously in the understory reinitiation stage, in monodominant sessile oak forests (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953.) from two subassociations, *tilietosum* and *typicum*, in the territory of „Ђердап“ National Park. The presentation of mature stands is based on the data collected from experimental plots in 1992, in the period characterized by the mass occurrence of sessile oak decline in this area, and across Europe. The stands were around 150 years old in 1992, and consisted only of sessile oak in the tree layer. The canopy closure of the stands was 0.7–0.8, with a large standing volume. There were no major differences between the stands regarding social classes, stem quality, crown development and crown condition.

The presentation of young stands is based on the data collected in 2017 from a permanent experimental plot, as well as on the data from other authors. The structure of young stands indicates that different silvicultural measures need to be planned during the regeneration stage for different subassociations of the monodominant sessile oak forest in order to reach sufficient natural regeneration of sessile oak.

Keywords: monodominant sessile oak forests; stand structure; natural regeneration; degradation; permanent experimental plots

INTRODUCTION

Sessile oak is one of the most important tree species in the growing stock of Serbia, covering 173,200 ha (51.7% of this area are state forests). The stands of sessile oak are mostly of coppice origin (74.1%), while high forests cover 25.9% of sessile oak forests in Serbia (Banković *et al.*, 2009).

Monodominant sessile oak forests are widely distributed in Serbia. Considering the high level of ecological diversity of these forests, a large number of associations and subassociations was described. More or less, they differ from the typical, initially described and widely understood monodominant sessile oak in Serbia – *Quercetum petraeae* Čer. et. Jov. 1953. s.l. (Tomić *et al.*, 2006). In a review of forest communities of Serbia, whose names are harmonized with a new phytosociological nomenclature, besides the typical monodominant sessile oak forest (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953. s.l.), other associations are reported as well: *Festuco heterophyllae-Quercetum petraeae* (Čer. et Jov. 1953.) B. Jovanović 1989, *Fraxino orn-Quercetum petraeae* (Borisavljević 55) Mišić 1978, *Festuco drymeiae-Quercetum petraeae* Janković 1974 and *Poo nemoralis-Quercetum polycarpae* B. Jovanović 1979 (Tomić, Rakonjac, 2013). These associations are classified within the order *Quercetalia pubescentis* J. Br.-Bl. & G. Br.-Bl. 1931 and alliance *Quercion petraeae-cerridis* (Lakušić, 1976) R. Lakušić & B. Jovanović 1980 (Tomić, Rakonjac, 2011).

Based on the results of previous floristic and ecological research of association *Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953. in the area of northeastern Serbia, where monodominant sessile oak forests are widely distributed, four ecological variants – subassociations were described: *ornetosum*, *pauperum*, *typicum* and *tilietosum* (Tomić, 2003). Monumental trees and well-preserved stands of sessile oak in the area of northeastern Serbia, in the National Park „Đerdap”, were reported in a typical monodominant sessile oak forest (Stajić, Vilotić, 2015).

During the 80s and 90s of the 20th century, a mass sessile oak decline was recorded in the area of northeastern Serbia, and across Europe as well (Karadžić *et al.*, 2007). At the beginning of the 21st century, the intensity of the decline is less

pronounced. However, other problems are highlighted: the regeneration of sessile oak stands with reduced canopy closure and the maintenance of sessile oak on some of the sites due to the more pronounced climate change (Cvjetičanin *et al.*, 2013; Krstić *et al.*, 2017; Krstić *et al.*, 2018), so new technological solutions in the regeneration of sessile oak are needed (Bobinac, 2017).

The research conducted in Serbia regarding the regeneration of sessile oak was mostly aimed towards monodominant forests (Krstić, 1989; Babić, 2014). According to the appraisal from Bobinac (2017), the coenological complexity is generally less pronounced in monodominant forests, so the regeneration process is less complex as well, compared to the mixed sessile oak forests that are spatially adjacent. The guidelines for regeneration of monodominant sessile oak forests were based on the projection of regeneration cuttings towards the main tree species only. New research conducted in the area of northeastern Serbia in monodominant sessile oak forests, with a lower canopy closure, have reported the significant participation of secondary species in sessile oak stands that are ready for regeneration. The need for the removal of these tree species in a separate procedure within regeneration cuttings was highlighted (Krstić *et al.*, 2016).

The knowledge of the structure of well-preserved mature stands and the stands that followed after their planned regeneration may serve as a valuable basis for understanding the regeneration process in monodominant sessile oak forest and for defining the guidelines for regeneration as well. Another valuable basis for defining these guidelines may be found in well-preserved mature stands and the structure that follows in the understory reinitiation stage (term adopted from Oliver, Larson, 1996) as it was previously shown on a model from pedunculate oak reserves (Bobinac, 2000).

The aim of this paper is to make a comparison between the structure of mature stands and young stands that followed after their planned regeneration or in the understory reinitiation stage on the basis of available data from different subassociations of the monodominant sessile oak forest. This should contribute to the future research on defining the guidelines for regeneration of monodominant sessile oak forests that are not clearly defined in Serbia yet.

MATERIALS AND METHODS

Research object

The structure of mature stands of seed origin and young stands that followed after their regeneration in different subassociations of monodominant sessile oak forest (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953.) was analyzed in the territory of “Đerdap” National Park in the “Zlatica” Management Unit (MU). The presentation of the structure of the stands is based on the data collected in 1992 in permanent experimental plots of 0.52–0.80 ha in size, in the period that was characterized by a mass sessile oak decline in this area.

The research was conducted in two permanent plots in the MU „Zlatica” that are located in compartments 56a (EP 1) and 11c (EP-2), 520–540 m above sea level, according to the management plan (**2016). In 1992, the stands were around 150 years old with canopy closure estimated at 0.7–0.8. The tree layer consisted only of sessile oak.

The stands are located in places with a SW exposure on the slope of around 15°. The soil is medium deep to deep dystric cambisol. According to the yield tables after Špiranec (1975a), the yield class is II (EP-1) and III (EP-2). This site quality estimation can be confirmed based on previous reports from Krstić *et al.* (1997) and Vučković *et al.* (2006) for the same stands, as well as on the basis of local yield tables for sessile oak forests of north-eastern Serbia (Krstić, 2003) and the Republic of Srpska (Dukić, 2004).

The climate data are shown according to Cvjetičanin *et al.* (2007; 2013) and refer to the sessile oak forest belt between 400 and 500 m a.s.l. in northeastern Serbia. The mean annual air temperature is 8.7–9.1°C and the mean temperature in the growing season is 15.2–15.7°C. The mean annual precipitation is 635–645 mm, and 381–385 mm in the growing season. According to the Thornthwaite’s climate classification, these sessile oak forests are characterized by a moist subhumid climate (climate type C₂).

In the MU „Zlatica”, the stands were widely researched in the recent period from different aspects: ecological (Cvjetičanin, 1992; Jović *et al.*, 1997; Radaković, 1999; Tomić, 2003; Cv-

jetičanin *et al.*, 2005); sessile oak decline (Marinković, 1992; Karadžić *et al.*, 2007); regarding the silvicultural measures aimed at regeneration of the stands (Stojanović, Krstić, 1992; Krstić *et al.*, 1997); regarding the silvicultural measures aimed at remediation after sessile oak decline (Stojanović, Krstić, 1990; 1992; Stojanović *et al.*, 1993); management planning (Banković *et al.*, 2002); productivity and defining the optimal stand structure (Vučković *et al.*, 2006) and regarding the degradation of the stands (Bobinac, 2018; Bobinac *et al.*, 2018).

Based on the previous phytosociological research (Cvjetičanin, 1992) in mature stands in compartment 56a (EP-1), a subassociation with silver lime was defined (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953. subassociation *tilietosum*). In the compartment 11c (EP-2), a typical subassociation was defined (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., subassociation *typicum*). In 1992, the canopy closure of the stands in the tree layer was estimated at around 0.7–0.8., in the shrub layer 0.1–0.2. while the ground cover was composed of different plant species with canopy closure 1.0 (Table 1).

The ground cover was around 0.5 m high in EP-1 and well-regenerated with silver lime and sessile oak, while other tree species were represented in small abundance and coverage. In that period, the stand was weedy and not regenerated (Krstić, 2003). The appearance of the ground cover in an old sessile oak tree’s vicinity in EP-1 in 2017 is shown in Figure 1.

In EP-2, the ground cover was around 1.3 m tall and consisted of very densely regenerated sessile oak of good quality, while other tree species were represented in small abundance and coverage. The appearance of the ground cover in old sessile oak trees vicinity in EP-2 in 2017 is shown in Figure 2.

METHODS

Based on the data collected in 1992, the structure of mature stands was analyzed in permanent experimental plots. In subassociation *tilietosum* (EP-1), a young stand was formed after the planned regeneration. The structure of this stand was analyzed on the basis of the results collected

Table 1. The combined estimation of cover-abundance score and sociability of species (using the Braun-Blanquet method) in the stands in 1992 (Cvjetičanin, 1992)

| EP-1 | | EP-2 | |
|--|-----|--|-----|
| <i>Quercetum montanum</i> subass. <i>tilietosum tomentosae</i> | | <i>Quercetum montanum</i> subass. <i>typicum</i> | |
| Tree layer (0.7–0.8): | | Tree layer (0.7): | |
| <i>Quercus petraea</i> | 5.5 | <i>Quercus petraea</i> | 4.5 |
| Shrub layer (0.2): | | Shrub layer (0.1): | |
| <i>Tilia tomentosa</i> | 1.2 | <i>Quercus petraea</i> | + |
| <i>Quercus petraea</i> | + | <i>Carpinus betulus</i> | + |
| <i>Carpinus betulus</i> | + | <i>Acer campestre</i> | + |
| <i>Acer campestre</i> | + | <i>Crataegus monogyna</i> | + |
| <i>Acer platanoides</i> | + | <i>Fagus moesiaca</i> | + |
| <i>Crataegus monogyna</i> | + | | |
| Herbaceous layer (1.0): | | Herbaceous layer (1.0): | |
| <i>Quercus petraea</i> | 1.2 | <i>Quercus petraea</i> | 4.5 |
| <i>Tilia tomentosa</i> | 1.2 | <i>Rubus tomentosus</i> | 2.2 |
| <i>Acer campestre</i> | + | <i>Brachypodium silvaticum</i> | 1.2 |
| <i>Acer platanoides</i> | + | <i>Festuca heterophylla</i> | +2 |
| <i>Carpinus betulus</i> | + | <i>Melica uniflora</i> | +2 |
| <i>Sorbus torminalis</i> | + | <i>Carex digitata</i> | +2 |
| <i>Fraxinus ornus</i> | + | <i>Acer platanoides</i> | + |
| <i>Fagus moesiaca</i> | + | <i>Acer campestre</i> | + |
| <i>Dactylis glomerata</i> | 1.2 | <i>Rosa arvensis</i> | + |
| <i>Festuca heterophylla</i> | 1.2 | <i>Carpinus betulus</i> | + |
| <i>Asperula odorata</i> | +2 | <i>Fagus moesiaca</i> | + |
| <i>Stellaria holostea</i> | +2 | <i>Prunus cerasifera</i> | + |
| <i>Melica uniflora</i> | +2 | <i>Crataegus monogyna</i> | + |
| <i>Festuca drymeia</i> | +2 | <i>Carex pilosa</i> | + |
| <i>Luzula luzuloides</i> | +2 | <i>Dactylis glomerata</i> | + |
| <i>Genista pilosa</i> | +2 | <i>Euphorbia amygdaloides</i> | + |
| <i>Euphorbia amygdaloides</i> | + | <i>Calamintha vulgaris</i> | + |
| <i>Lathyrus vernus</i> | + | <i>Fragaria vesca</i> | + |
| <i>Calamintha vulgaris</i> | + | <i>Geum urbanum</i> | + |
| <i>Campanula persicifolia</i> | + | <i>Campanula persicifolia</i> | + |
| <i>Fragaria vesca</i> | + | <i>Hypericum perforatum</i> | + |
| <i>Lathyrus niger</i> | + | <i>Circaea luteciana</i> | + |
| <i>Geum urbanum</i> | + | <i>Lactuca muralis</i> | + |
| <i>Rubus tomentosus</i> | + | <i>Epilobium montanum</i> | + |
| <i>Tanacetum corymbosum</i> | + | <i>Rumex sanguineus</i> | + |
| <i>Scrophularia nodosa</i> | + | <i>Viola silvestris</i> | + |
| <i>Salvia glutinosa</i> | + | | |
| <i>Hypericum perforatum</i> | + | | |
| <i>Hieracium murorum</i> | + | | |



Figure 1. The appearance of the ground cover in an old sessile oak tree's vicinity on EP-1 in 2017 in a monodominant sessile oak forest (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., subassociation *tilietosum*). Photo: M. Bobinac



Figure 2. The appearance of the ground cover in old sessile oak trees vicinity in EP-2 in 2017 in a monodominant sessile oak forest (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., subassociation *typicum*). Photo: M. Bobinac

in 2017 from a permanent experimental plot of 0.16 ha in size made within EP-1 and the one named EP-1a. The dendrometric measurement of all trees was conducted. In a typical monodominant sessile oak forest (EP-2), the old stand was

well-regenerated with sessile oak and left to spontaneous development in 1992. The level of regeneration in 2017 was estimated visually and on the basis of results by other authors (Cvjetičanin, 1992; Cvjetičanin *et al.*, 2005).

In permanent experimental plots in old stands in 1992 all the trees were permanently numbered (Figures 1 and 2). Two cross diameters with an accuracy of 1 mm were measured at breast height for all trees. For the construction of the height curve, tree heights were measured on normally developed trees using the Blume-Leiss hypsometer with an accuracy of 0.5 m.

A Pressler's increment borer was used for the collection of samples at breast height in order to determine the diameter and volume increment (that was determined indirectly).

Social class (SC), the degree of isolation of the crown (IC) and the stem quality (technical class) were assessed using the following three-way classification:

- Social class (SC): (1) tree crown is in the upper storey; (2) tree crown is in the middle storey; (3) tree crown is in the lower storey (modified classification from Assmann, 1970);
- The degree of crown isolation (IC): (1): open position on all sides, no contact with the neighbouring crowns at all; (2) crown contact on one side; (3) contact on two or more sides (modified classification from Assmann, 1970);
- Stem quality (LQ): good quality (1); medium quality (2); poor quality stem (3);
- For the assessment of the crown defoliation, ECE classification with A_0 – A_4 degrees was used (Marinković, 1987), and harmonized with defoliation classes according to UN/ECE and EU classification (**1994): (0–defoliation up to 10%; 1–defoliation 11–25%; 2–defoliation 26–60%; 3–defoliation 61–99%; 4–defoliation 100%), compared to the local reference tree.

The diameter at breast height was measured on all the trees on the permanent experimental plot in the young stand (EP-1a). The trees were assessed using the previously mentioned classifications. For the construction of the height curve, the height of the normally developed trees was measured using the Vertex 4 hypsometer (Haglöf Sweden) with the accuracy of 0.1 m.

The mean value of diameter and height, as well as the total number of trees, basal area and volume per hectare were calculated per hectare using the data from the experimental plots. For the construction of the height curve a model by Michailoff was used $h=a \cdot e^{-b/DBH}+1.30$ in the old stands (EP-1 and EP-2), and model by Richards $h=1.3+a \cdot (1-e^{-b \cdot DBH})^c$ in the young stand (EP-1a). The volume of the stand was calculated using the two-way yield tables for sessile oak (Špiranec, 1975b). For other tree species, the yield tables for silver lime were used (Banković *et al.*, 1989). For the calculation of the volume increment a method based on the relationship between the volume and diameter increment was used, the so called „diameter increment method” (Banković, Pantić, 2006).

RESULTS

Growth elements and the structure of mature sessile oak stands

In EP-1, the total number of trees was 275 per hectare, the total basal area $36.0 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, and the stand volume $470.5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. In EP-2, the total number of trees was 193 per hectare, the total basal area $31.4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ and stand volume $389.1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The stand quadratic mean (d_g) and dominant diameters (D_{100}) were 40.8 and 49.9 cm in EP-1 and 45.6 and 54.8 cm in EP-2. The Lorey’s mean height and mean dominant heights were between 24.2–25.2 m in EP-1 and 22.8–23.3 m in EP-2 (Table 2).

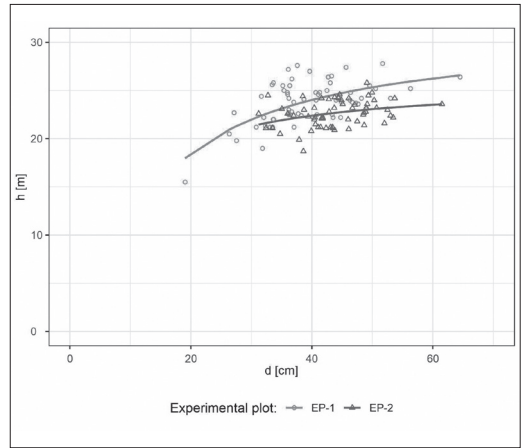


Figure 3. Height curves in research stands

The height curve in EP-1 is above the height curve in EP-2. This indicates a better yield class in the site of EP-1 (Figure 3). The parameters and the model assessment elements are shown in Table 3.

The diameter distribution in the stands is unimodal with the highest number of trees in 37.5 cm diameter class in EP-1 and 42.5 cm diameter class in EP-2 (Figure 4). Regarding the number of trees, the overstory of the stands consists of sessile oak 90.7–90.9%. In terms of basal area and stand volume, the overstory consists of sessile oak 93.9–94.7% and 94.2–95.1%, respectively (Table 4).

Regarding the crown isolation of the stands, the crowns of the trees were mostly in contact from one side (61.7–69.8%). The percentage of trees with open position on all sides was 11.3–20.7% and of the trees whose crowns were in contact on two or more sides was 17.6–18.9% (Table 5).

Table 2. The growth elements of the trees and stands in the experimental plots

| EP | d_g | D_{100} | h_L | H_{100} | n | N | G | V | Yield class |
|----|-------|-----------|-------|-----------|---------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| | [cm] | [cm] | [m] | [m] | [trees] | [trees · ha ⁻¹] | [m ² · ha ⁻¹] | [m ³ · ha ⁻¹] | |
| 1 | 40.8 | 49.9 | 24.2 | 25.1 | 143 | 275 | 36.0 | 470.5 | II |
| 2 | 45.6 | 54.8 | 22.8 | 23.2 | 154 | 193 | 31.4 | 389.1 | III |

Legend: d_g – stand quadratic mean diameter; D_{100} – quadratic mean diameter of 100 thickest trees per hectare; h_L – Lorey’s mean height; H_{100} – mean height of 100 thickest trees per hectare; n – the number of measured trees; N – the number of trees per hectare; G – basal area per hectare; V – stand volume per hectare

Table 3. The parameters and the model assessment elements of the height curves

| EP | Model: $h = 1.3 + a \cdot e^{-b/d}$ | | Elements of model assessment | | |
|------|-------------------------------------|---------|------------------------------|----------------|----------------|
| | a | b | n | r ² | s _e |
| EP-1 | 30.0966 | 11.2427 | 64 | 0.388 | 1.759 |
| EP-2 | 24.7122 | 6.3407 | 61 | 0.098 | 1.346 |

Legenda: a, b, c – model parameters; n – the number of measured trees; r²– coefficient of determination; s_e–standard error of regression

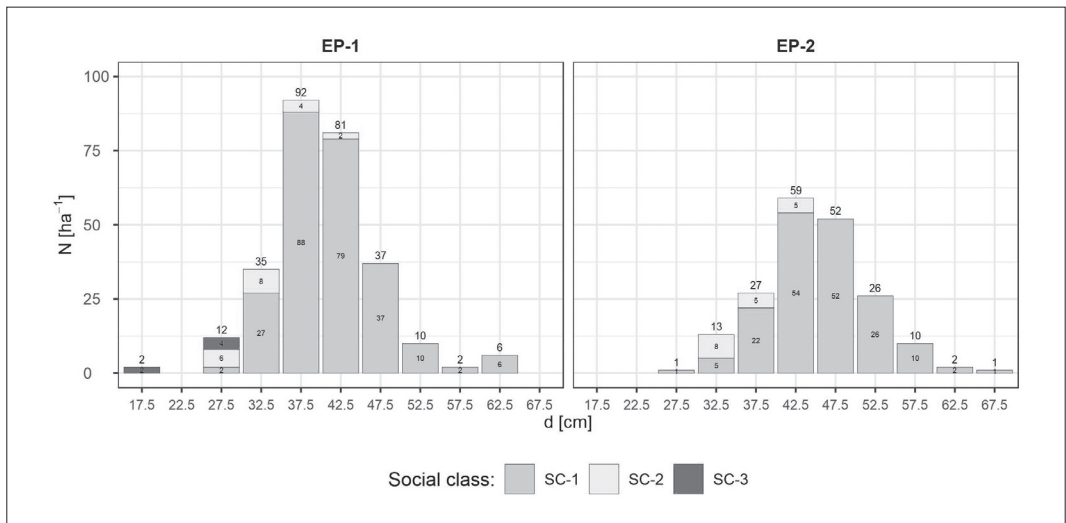


Figure 4. The diameter structure of the trees shown per social classes

In sessile oak stands the trees with good stem quality prevail (49.2–57.5%). The amount of poor quality trees is 6.2–7.3% (Table 6).

In 1992 the sessile oak decline was noted. The number of trees in the A₀ degree was 89.6–91.3% and in A₃ 1.5–3.1% of the total number of trees (Table 7).

The current volume increment per hectare in the previous periods of 1–10 and 11–20 year was higher in EP-1 compared to EP-2. On both experimental plots, the current volume increment, that was 4.0 and 5.5 m³·ha⁻¹·yr⁻¹, is lower by 24–26% in the last 10-year period compared to the previous period of 11–20 year (Table 8).

Table 4. Growth elements calculated per social classes

| EP | d _g | | h _l | | N | | | | G | | | | V | | | |
|----|----------------|------|----------------|------|---------------------|------|-------|-------|-------------------------------------|------|-------|-------|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| | [cm] | | [m] | | [ha ⁻¹] | | [%] | | [m ² ·ha ⁻¹] | | [%] | | [m ³ ·ha ⁻¹] | | [%] | |
| | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 |
| 1 | 41.7 | 46.3 | 24.4 | 22.9 | 250 | 175 | 90.9 | 90.7 | 34.1 | 29.5 | 94.7 | 93.9 | 447.6 | 366.3 | 95.1 | 94.1 |
| 2 | 32.9 | 37.2 | 22 | 21.6 | 19 | 18 | 6.9 | 9.3 | 1.6 | 1.9 | 4.4 | 6.1 | 20.0 | 22.8 | 4.2 | 5.9 |
| 3 | 24.6 | | 19.2 | | 6 | | 2.2 | | 0.3 | | 0.8 | | 3.0 | | 0.6 | |
| Σ | | | | | 275 | 193 | 100.0 | 100.0 | 36.0 | 31.4 | 100.0 | 100.0 | 470.6 | 389.1 | 100.0 | 100.0 |

Table 5. The growth elements of trees according to the degree of isolation of the crown

| IC | d_g [cm] | | h_l [m] | | N [ha ⁻¹] | | N [%] | | G [m ² ·ha ⁻¹] | | G [%] | | V [m ³ ·ha ⁻¹] | | V [%] | |
|----|------------|------|-----------|------|-----------------------|------|-------|-------|---------------------------------------|------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 |
| 1 | 44.2 | 50 | 24.9 | 23.2 | 31 | 40 | 11.3 | 20.7 | 4.7 | 7.8 | 13.1 | 24.9 | 62.8 | 98.8 | 13.3 | 25.4 |
| 2 | 41.8 | 45.5 | 24.4 | 22.9 | 192 | 119 | 69.8 | 61.7 | 26.5 | 19.3 | 73.6 | 61.6 | 348 | 238.9 | 74.0 | 61.4 |
| 3 | 34.4 | 40 | 22.4 | 22 | 52 | 34 | 18.9 | 17.6 | 4.8 | 4.2 | 13.3 | 13.5 | 59.7 | 51.4 | 12.7 | 13.2 |
| Σ | | | | | 275 | 193 | 100.0 | 100.0 | 36.0 | 31.4 | 100.0 | 100.0 | 470.5 | 389.1 | 100.0 | 100.0 |

Table 6. The growth elements of trees shown according to the stem quality

| LQ | d_g [cm] | | h_l [m] | | N [ha ⁻¹] | | N [%] | | G [m ² ·ha ⁻¹] | | G [%] | | V [m ³ ·ha ⁻¹] | | V [%] | |
|----|------------|------|-----------|------|-----------------------|------|-------|-------|---------------------------------------|------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 |
| 1 | 41.7 | 47.1 | 24.6 | 23.1 | 158 | 95 | 57.5 | 49.2 | 21.6 | 16.6 | 60.0 | 52.9 | 283.6 | 206.2 | 60.3 | 53.0 |
| 2 | 39.1 | 44.1 | 23.6 | 22.5 | 100 | 84 | 36.4 | 43.5 | 12.0 | 12.8 | 33.3 | 40.8 | 155.1 | 157.5 | 33.0 | 40.5 |
| 3 | 41.8 | 43.6 | 24.4 | 22.9 | 17 | 14 | 6.2 | 7.3 | 2.4 | 2.0 | 6.7 | 6.4 | 31.8 | 25.4 | 6.8 | 6.5 |
| Σ | | | | | 275 | 193 | 100.0 | 100.0 | 36.0 | 31.4 | 100.0 | 100.0 | 470.5 | 389.1 | 100.0 | 100.0 |

Table 7. The growth elements of trees shown according to the degree of crown defoliation

| The degree of crown defoliation | d_g [cm] | | h_l [m] | | N [ha ⁻¹] | | N [%] | | G [m ² ·ha ⁻¹] | | G [%] | | V [m ³ ·ha ⁻¹] | | V [%] | |
|---------------------------------|------------|------|-----------|------|-----------------------|------|-------|-------|---------------------------------------|------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 | EP-1 | EP-2 |
| A ₀ | 41.1 | 45.8 | 24.3 | 22.9 | 252 | 172 | 91.3 | 89.6 | 33.4 | 28.5 | 92.8 | 90.8 | 437.8 | 353.4 | 93.0 | 90.8 |
| A ₁ | 40.4 | 41.2 | 23.3 | 22.6 | 8 | 5 | 2.9 | 2.6 | 1 | 0.7 | 2.8 | 2.2 | 12.8 | 8.1 | 2.7 | 2.1 |
| A ₂ | 36.1 | 48.9 | 23.0 | 22.8 | 12 | 9 | 4.4 | 4.7 | 1.2 | 1.6 | 3.3 | 5.1 | 15 | 20.5 | 3.2 | 5.3 |
| A ₃ | 36.2 | 35.0 | 23.0 | 21.0 | 4 | 6 | 1.5 | 3.1 | 0.4 | 0.6 | 1.1 | 1.9 | 4.9 | 7.1 | 1.0 | 1.8 |
| Σ | | | | | 275 | 193 | 100.0 | 100.0 | 36.0 | 31.4 | 100.0 | 100.0 | 470.5 | 389.1 | 100.0 | 100.0 |

Table 8. The current volume increment per hectare in the previous periods of 1–10 and 11–20 years

| Experimental plot | Period | |
|-------------------|--|-----------|
| | 1992–1983 | 1982–1973 |
| | m ³ ·ha ⁻¹ ·yr ⁻¹ | |
| EP-1 | 5.5 | 7.4 |
| EP-2 | 4.0 | 5.3 |

Growth elements and structure of the young stand in the permanent experimental plot in subassociation with silver lime

In the permanent experimental plot (EP-1a), that was in the sapling stage, 3425 trees per hectare

with a basal area of 22.7 m²·ha⁻¹ and a volume of 173,6 m³·ha⁻¹ were recorded in 2017. Sessile oak is represented by 10.9% of the total number of trees and 1.8% by the total basal area. Silver lime is represented by 80.8% of the total number of trees and 91.2% by the total basal area. Other tree species (hornbeam, wild service tree, field maple, Norway maple, beech) are represented by 8.2% by the number of trees and 7.0% by basal area. The mean diameter of sessile oak and silver lime is 2.4 and 8.8 cm and the mean height 2.8 and 9.1 m, respectively (Table 9).

Diameter distribution of young stand is unimodal with the highest number of trees in the diameter class 7.5 cm. Of all sessile oak trees, 95% are in the lowest diameter class (2.5 cm) (Figure 5).

Table 9. The growth elements of the trees and the stand in the permanent experimental plot EP-1a

| Experimental plot | Tree species | d [cm] | h [m] | N [ha ⁻¹] | N [%] | G [m ² ·ha ⁻¹] | G [%] | V [m ³ ·ha ⁻¹] | V [%] |
|-------------------|-----------------|--------|-------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|
| EP-1a | Sessile oak | 2.4 | 2.8 | 375 | 10.9 | 0.4 | 1.8 | 1.9 | 1.1 |
| | Silver lime | 8.8 | 9.1 | 2769 | 80.8 | 20.7 | 91.2 | 163.0 | 93.9 |
| | Other hardwoods | 7.0 | 7.1 | 281 | 8.2 | 1.6 | 7.0 | 8.7 | 5.0 |
| Σ | | | 3425 | 100.0 | 22.7 | 100.0 | 173.6 | 100.0 | |

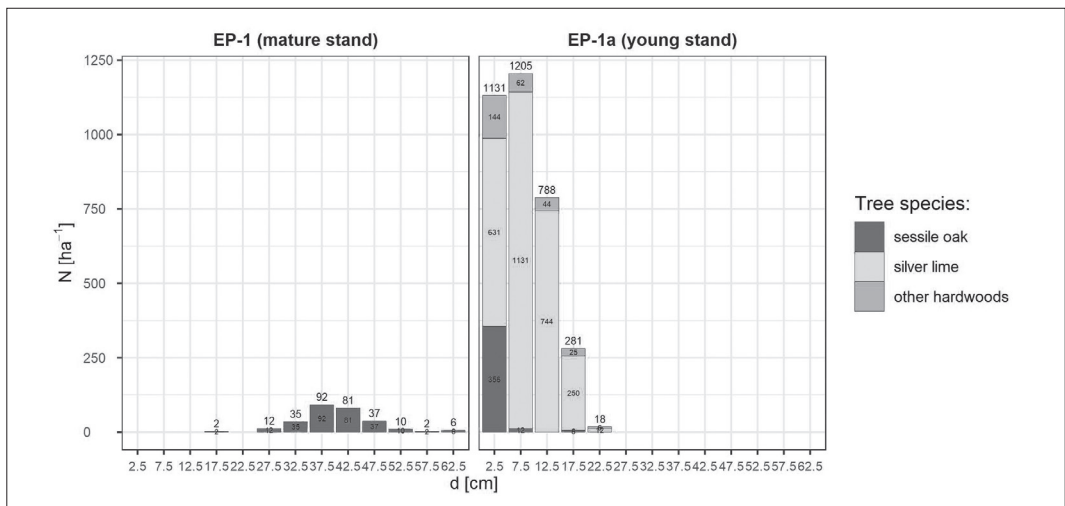


Figure 5. The structure of mature stand in 1992 (EP-1) and the young stand in 2017 (EP-1a)

DISCUSSION

The trees and the stand growth elements in mature stands that belong to different subassociations of the monodominant sessile oak forest in northeastern Serbia (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953, subass. *tilietosum* and subass. *typicum*) indicates that the stands yield classes are II and III. In 1992, the stands were around 150 years old. The tree layer consisted only of sessile oak. There were no clear differences between the stands in terms of social classes, stem quality, degree of crown isolation and crown defoliation.

According to the data from Table 8, in the last 10-year period (1–10), the current volume increment per hectare was by 24–26% lower compared to the previous 10-year period (11–20). This may be related to the age of the stands and expected growth characteristics. It is possible that such an increment decrease could be the result of the devitalisation process as the decline in researched stands coincided with the oak decline process in the broader area of sessile oak and other oak species in Serbia as well as in Europe in the 80s of the 21st century (Oszako, 2000). To a certain degree, the small percentage of trees with freely standing crowns (11.3–20.8%) could indicate a more pronounced devitalisation and decline of sessile oak trees. However, in order to definitively conclude if the devitalisation process has taken place in these stands at this particular age, it is necessary to exclude the effect of age on increment rates and use a specific methodology presented by Stajić *et al.* (2017). The characteristics of phytosociological devitalisation of old sessile oak trees evaluated on the basis of the increment of trees, as the most complete indicator of tree vigour, were investigated by only a small number of authors in northeastern Serbia (Stamenković, Vučković, 1988; Vučković, 1994). In this area, the predisposing factors of declining are differently emphasized. The occurrence of phytosociological declining of oak trees is not researched in a comprehensive manner. Therefore, its significance is treated differently in review studies (Karadžić *et al.*, 2007; Krstić, Stojanović, 2007). In Serbia, there are only a few reports where the phytosociological weakening observed in relation to other factors as well is related to oak decline (Bobinac, Andrašev, 2009).

Due to a more severe sessile oak decline and consequently increased sanitary fellings, in the conditions of mostly spontaneous sessile oak regeneration, the work on the planned regeneration of sessile oak in National park „Đerdap” was intensified in 1992 (Banković *et al.*, 2002).

The structure of researched stands in EP-2 where the stand was left to spontaneous development in the 1992–2017 period (Picture 3) and on EP-1, where the young stand was formed within the planned regeneration process (Picture 4) is an illustrative indicator of the different sapling stage tree species composition, i.e., the different levels of sessile oak maintenance in different subassociations in a monodominant sessile oak stand in this area (Tomić, 2003).

After the planned regeneration of the mature stand in a permanent experimental plot (EP-1a), the tree layer was dominated by silver lime in 2017. In the sapling stage structure, there were no sessile oak trees that could be the basis for further development in the stand as they are suppressed by silver lime (Figure 3). According to the data reported by Cvjetičanin *et al.* (2005) in compartment 11 and subassociation *typicum* in the “Zlatica” MU, sessile oak is abundant under the sparse canopy closure with the average height of 4–5 m. Only a few trees of other species (hornbeam, beech and field maple) are found in the structure of spontaneously formed sapling stage.



Figure 6. The sapling stage of sessile oak in the surrounding of old sessile oak trees in a typical sessile oak forest (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., subassociation *typicum*) in EP-2 in 2017. Photo: M. Bobinac



Figure 7. An old sessile oak tree left over in the surrounding of the silver lime sapling stage in a monodominant sessile oak forest (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., subassociation *tilietosum*) in EP-1 in 2017. Photo: M. Bobinac

It can be concluded that sessile oak in a typical monodominant sessile oak forest and other monodominant sessile oak forests with similar floristic composition that can be found in sessile oak forests in a broader sense *Quercetum petraeae sensu lato* (according to Tomić, Rakonjac, 2013), has the necessary level of regeneration in naturally regenerated young stands regardless of the used regeneration (silvicultural) system (Stojanović *et al.*, 2005; Cvjetičanin *et al.*, 2005), according to the available data on structure of other stands in the sapling stage in northeastern Serbia.

The maintenance of the necessary level of sessile oak regeneration in the structure of the sapling stage in a typical monodominant sessile oak forest is recorded in different cases: spontaneously, in the understory reinitiation stage of old stand

in EP-2; after the application of sanitary fellings and cuttings of gradual release of young crop from the shade of the mother trees in the stand investigated by Stojanović, Krstić (1980) and Stojanović *et al.* (2005). However, this was noted even when clear cut was used, that was experimentally conducted in the aim of reconstruction of the stand with deteriorated canopy closure in the “Zlatica” MU in compartment 98 (note from M. Bobinac). In all mentioned stands, sessile oak is abundant, while other tree species are infrequently represented in terms of number and cover (Cvjetičanin *et al.*, 2005). This indicates that the coenological complexity of these stands is less pronounced. So the regeneration method should be less complex compared to the subassociation *tilietosum* in northeastern Serbia.

In the structure of young stand in EP-1a, in the silver lime subassociation, sessile oak was not represented in a sufficient amount after planned regeneration of the mature stands, although a similar anthropogenic influence was conducted in the regeneration and tending of the stands in this area. This means that there is no biological basis for further development of sessile oak in this stand. Thus, the degradation of stands from previous rotation is confirmed and the need for a specific regeneration procedure in the regeneration of these stands in a subassociation of monodominant sessile oak with silver lime is highlighted (Bobinac *et al.*, 2017; Bobinac, 2018; Bobinac *et al.*, 2018).

The above mentioned indicates that the guidelines for regeneration of closed stands based only on the structure of sessile oak trees, where usually no clear differences can be observed between different subassociations, i.e. defining the guidelines based on shelterwood cuttings directed towards the main tree species, as it has been done in previous research (Krstić, 1989; Babić, 2014), makes the guidelines unsustainable for use in different monodominant sessile oak forests.

This can be further confirmed on the basis of previous research in EP-1 (Krstić *et al.*, 1997) where the authors defined the guidelines for the regeneration of closed stands on the basis of the sessile oak stand structure (canopy closure) and on the basis of site characteristics, and not on the basis of coenological specificities of the subassociation *tilietosum* in the given area.

To confirm this standpoint more widely, it is necessary to establish the relation between the old, mature stands from the previous period and young stands that originate from planned regeneration in different monodominant sessile oak forests.

The established parallel in stand structure in permanent experimental plots in the area of NP „Đerdap” is indicating that similar structures of mature stands in different subassociations of monodominant sessile oak forest, that are the result of similar anthropogenic influences during a time frame of several decades, demands the need for planning different silvicultural measures in order to maintain the necessary regeneration potential of sessile oak in young stands. In modern forest management the results of phytosociological research are representing the biological and ecological basis that is used for the typisation of management classes and silvicultural measures to the belonging stands. How complex is the problem of defining the adequate silvicultural regeneration guidelines in differently defined monodominant sessile oak forests and the recent processes of their regeneration in Serbia is well illustrated by the example of the established parallel on previously defined ecological (typological) framework for forest management in the area of NP “Fruška Gora” (Jović *et al.*, 1989; ***2002) and with natural forest communities in that area, defined on the basis of the new syntaxonomical and ecosystem principles (Tomić, 2013). According to this parallel, the most represented forest type in management plans (*Quercetum montatum typicum*) on dystric cambisols and lessivé dystric cambisols in the territory of Mt. Fruška Gora is characterized by a complex community of sessile oak with *Festuca drymea* (Ass. *Festuco dymeiae-Quercetum petraeae* Janković 1974), where the guidelines for regeneration are, based on a model, proposed in the same way as in mixed forests (Bobinac, 2017); i.e. in the proposed guidelines for regeneration of sessile oak forests with accessory tree species (Ass. *Festuco dymeiae-Quercetum pertaeae* Janković 1974), the use of preparatory measures is proposed, thus implying the planned reduction of accessory species. This is done before the shelterwood cuttings, for which no defined model solutions have been defined yet (Bobinac, 1999; 2011). The area of Fruška Gora can be used as an

illustrative example of these processes, because in a broad belt of mostly mixed oak forests, in the recent period, in the process of stand regeneration, the regeneration potential of accessory tree species was neglected. So, within the previously well-regenerated oak stands, a regressive succession manifested and the stands with silver lime domination have been created (Bobinac, Radulović, 1997; Bobinac, 2003a).

Without the ecosystem approach in regeneration guidelines in the investigated sessile oak forests and without the harmonization of the essence of planning the regeneration cuttings of the shelterwood cuttings, no sessile oak maintenance and upgrading of the species diversity can be expected (Bobinac, 2003b; Bobinac, 2017).

CONCLUSIONS

In different subassociations of monodominant sessile oak forest (*Quercetum petraeae* Čer. et Jov. 1953., subassociation *tilietosum* и subassociation *typicum*) in the area of “Đerdap” NP, on the basis of comparing the structure of mature and young stands that followed spontaneously in the understory reinitiation stage or after the planned regeneration, the following conclusions can be drawn:

In the stands around 150 years old in 1992 in the tree layer only sessile oak was found, the stands had a well-preserved canopy and a high standing volume. In the stand structure, regarding the social classes, stem quality, crown development and the degree of decline, no clear differences could be observed.

In 1992, the stands differed in the floristic composition of the ground cover. Consequently, the differences are visible in the structure of the young stands that followed.

The established parallel with the structure of the stands in 1992 and 2017 in a typical monodominant sessile oak forest, where the old stand was left to spontaneous development, and the subassociation with silver lime, where a young stand was formed in the process of planned regeneration, points to the fact that sessile oak has a different share in the different subassociations of a monodominant forest.

A similar structure of mature stands that is the result of similar anthropogenic influences in a time frame of several decades, in the regeneration phase demanded the need for planning different silvicultural measures in order to maintain the necessary sessile oak number in different subassociations of monodominant sessile oak forest.

The results clearly enough indicate the need for abandoning the so far practice in the regeneration of sessile oak stands in the subassociation *tilietosum* in the territory of "Đerdap" National park, and demanding further research in order to define adequate guidelines for its regeneration.

Acknowledgement: This paper was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development, Republic of Serbia [Project No. TR31041; III43007; III43010].

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Assmann E. (1970): *The Principles of Forest Yield Study, Studies in the Organic production, Structure, Increment and Yield of Forest Stands*, Elsevier (520)
- Babić V. (2014): *Uticaj ekoloških faktora i sastojinskih karakteristika na prirodnu obnovu šuma hras-ta kitnjaka (Quercus petraeae agg. Ehr.) na Fruškoj Gori*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu Šumarski fakultet, Beograd (1–305), (<http://eteze.bg.ac.rs>)
- Banković S., Pantić D. (2006): *Dendrometrija*, udžbenik, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd (556)
- Banković S., Jović D., Medarević M. (1989): *Zapreminske tablice za srebrnu lipu (Tilia tomentosa Moench.)*, Šumarstvo 6, UŠITS, Beograd (3–21)
- Banković S., Medarević M., Pantić D. (2002): *Pouzdanost informacija o šumskom fondu kao osnov realnog planiranja gazdovanja šumama*, Glasnik Šumarskog fakulteta 86, Beograd (67–79)
- Banković S., Medarević M., Pantić D., Petrović N. (2009): *Nacionalna inventura šuma Republike Srbije, Šumski fond Republike Srbije*, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Uprava za šume, Beograd (244)
- Bobinac M. (1999): *Istraživanja prirodne obnove lužnjaka (Quercus robur L.) i izbor metoda obnavljanja u zavisnosti od stanišnih i sastojinskih uslov*, Doktorska disertacija u rukopisu, Beograd (262)
- Bobinac M. (2000): *Stand structure and natural regeneration of common oak in nature reserves Vratična and Smogva near Morović*, Glasnik za šumske pokuse, Vol. 37, Šumarski fakultet, Zagreb (295–309)
- Bobinac M. (2003a): *A contribution to the study of stand degradation process on the territory of Fruška Gora National park*. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, 105, Novi Sad (61–73)
- Bobinac M. (2003b): *Paralele o elementima planiranja i izvođenja oplodnog seka u pojedinim tipovima lužnjakovih i bukovih šuma*, Naučni skup sa međunarodnim učešćem: Perspektive razvoja šumarstva, Šumarski fakultet Banja Luka 23–24. oktobar, Zbornik radova, Banja Luka (125–137)
- Bobinac M. (2011): *Ekologija i obnova higrofilnih lužnjakovih šuma Ravnog Srema*, Monografija, Hrvatski šumarski institut, Institut za Šumarstvo Beograd, Zagreb (1–294)
- Bobinac M. (2017): *Izgrađenost sastojina u mezofilnim šumama kitnjaka sa vijukom (Ass. Festuco drymeiae-Quercetum petraeae Janković 1974) i aktuelni problemi njihove obnove u Srbiji*, Naše šume, 48–49, Sarajevo (15–29)
- Bobinac M. (2018): *The problem of stand degradation in a monodominant sessile oak forest (Quercetum petraeae Čer. et Jov. 1953., subass. tilietosum)—case study in NP „Đerdap“*, International Symposium: People-Forest-Science, Oktober 10–12.2018, Faculty of Forestry, University of Sarajevo, Book of Abstracts, Sarajevo (26)
- Bobinac M., Radulović S. (1997): *Factors for the Enhancement of Biological Diversity of Some Stands Under Regressive Succession in the National park Fruška Gora*, Forest Ecosystems of the national parks, Monograph on the subject inclusive of the conference report, Ministry of Environment of Republic of Serbia, Belgrade: (158–161)
- Bobinac M., Andrašev S. (2009): *Učinci uzgojnih mjera u devitalizovanoj srednjedobnoj sastojini lužnjaka (Quercus robur L.) na černoze-mu u Vojvodini*, Šumarski list br. 9–10, Zagreb (513–526)

- Bobinac M., Andrašev S., Radaković N., Šušić N., Bauer-Živković A. (2017): *A review of the stand structure of mature sessile oak stands in northeastern Serbia before planned regeneration*. In: Dukić V. et al (eds.): International Scientific Conference „Forestry science and practice for the purpose of sustainable development of forestry”, December 7–9, 2017, University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Banja Luka, the Republic of Srpska, Bosnia and Hercegovina, Book of Abstracts, Banja Luka (49)
- Bobinac M., Andrašev S., Radaković N., Šušić N., Bauer-Živković A. (2018): *The structure of a mature stand and the following sapling stage in the process of planned regeneration on a site of a monodominant sessile oak forest (Quercetum petraeae Čer. et Jov. 1953., subass. Tilietosum) in the NP „Đerdap”*, In: Orlović S. (Ed.): The 15th INTERNATIONAL PHYTOTECNOLOGY CONFERENCE, 1–5 October 2018, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia, Book of Abstracts (206)
- Cvjetičanin R. (1992): *Fitocenološki izveštaj za šume hrasta kitnjaka u NP „Đerdap”, GJ „Zlatica” za 1992. godinu*, Rukopis, Šumarski fakultet, Beograd (1–5).
- Cvjetičanin R., Košanin O., Novaković M. (2005): *Ekološke jedinice šuma hrasta kitnjaka u istraživanim sastojinama severoistočne Srbije*, Šumarstvo 57 (3), UŠITS, Beograd (25–36)
- Cvjetičanin R., Krstić M., Knežević M., Kadović R., Belanović S., Košanin O. (2007): *Taksonomija, ekološki uslovi i šumske zajednice hrasta kitnjaka*, U: Stojanović Lj. (ur.), Monografija „Kitnjak u Srbiji”, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd (59–109)
- Cvjetičanin R., Košanin O., Krstić M., Perović M., Novaković-Vuković M. (2013): *Fitocenološke i edafske karakteristike šuma hrasta kitnjaka na Miroču u sverooistočnoj Srbiji*, Glasnik Šumarskog fakulteta, 107, Beograd (27–56)
- Dukić V. (2014): *Kitnjakove šume republike Srpske, stanje i modeli sastojina*, Doktorska disertacija u rukopisu, Banja Luka (1–284)
- Jović N., Jovanović B., Tomić Z., Knežević M., Cvjetičanin R. (1989): *Ekološke jedinice Nacionalnog parka Fruška gora*, Rukopis, Šumarski fakultet, Beograd (1–50)
- Jović N., Tomić Z., Knežević M., Cvjetičanin R. (1997): *Forest Ecosystems „Zlatica” in the National Park „Đerdap”*. International Scientific Conference „Forest Ecosystems of the National parks”, Monograph on the subject inclusive of the Conference report, Bajina Bašta, Beograd (93–96)
- Karadžić D., Mihajlović Lj., Milijašević T., Keča N. (2007): *Zaštita šuma hrasta kitnjaka*, U. Lj., Stojanović, (ur.), Hrast kitnjak u Srbiji, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd (151–208)
- Krstić M. (1989): *Istraživanje ekološko-proizvodnih karakteristika kitnjakovih šuma i izbor najpovoljnijeg načina obnavljanja na području severoistočne Srbije*, Doktorska disertacija u rukopisu, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet (264)
- Krstić M. (2003): *Kitnjakove šume Đerdapskog područja—stanje i uzgojne mere*, Srbijašume, Akademski misao, Beograd (1–137)
- Krstić M., Stojanović Lj. (2007): *Gajenje šuma hrasta kitnjaka*, U. Lj., Stojanović, (ur.), Hrast kitnjak u Srbiji, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd (209–292)
- Krstić M., Stojanović Lj., Bobinac M. (1997): *Silvicultural Cutting in the Aim of Enhancement of Sessile Oak Forests in NP „Đerdap”*, International Scientific Conference „Forest Ecosystems of the National parks”. Monograph on the subject inclusive of the Conference report, Bajina Bašta, Beograd (186–189)
- Krstić M. et al. (2016): *Istraživanje načina i mogućnosti obnavljanja hrasta kitnjaka u Srbiji*, Završni izveštaj o istraživanjima u periodu 2014–2016. godine, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine Republike Srbije, Uprava za šume, Beograd (<http://www.upravazasume.gov.rs/domaci-projekti/>) (1–52)
- Krstić M., Kanjevac B., Babić V., Vasiljević Ž. (2017): *Uticaj uslova staništa i sastojinskih karakteristika na preživljavanje i razvoj podmladka hrasta kitnjaka*, Šumarstvo 1–2, UŠITS, Beograd (25–42)
- Krstić M., Kanjevac B., Babić V. (2018): *Effects of extremely high temperatures on some growth parameters of sessile oak (Quercus petraea / Matt./Liebl.) seedlings in northeastern Serbia*,

- Archives of Biological Sciences, vol. 70, no. 3, (521–529)
- Marinković P. (1987): *Uzroci, simptomi i značaj sušenja i propadanja šuma*, Šumarstvo 5, UŠITS, Beograd (7–30)
- Marinković (1992): *Sušenje hrasta kitnjaka u severoistočnoj Srbiji, uzroci i posledice*. U: P., Marinković (ur.), Okrugli sto: „Epidemijsko sušenje hrasta kitnjaka u severoistočnoj Srbiji”, 21.–22.11.1991., Nacionalni park „Đerdap”, Donji Milanovac (7–24)
- Oliver C.D., Larson B.A. (1996); *Forest Stand dynamics, Update Edition*, Fest Other Publications. 1. https://elischolar.library.yale.edu/fes_pubs/1
- Oszako, T., 2000: *Oak declines in Europe's forests—history, causes and hypothesis*. U: T., Oszako, and C., Delatour, (Ed.), Recent advances on oak health in Europe, Forest research Institute, Warsaw (11–40)
- Radaković N. (1999): *Određivanje razlika u ekološkim uslovima staništa fitocenoze hrasta kitnjaka (Quercetum petraeae Čer. et Jov. 1953.) u gazdinskoj jedinici „Zlatica” primenom fitoindikatora*, Ognjište, časopis za nauku, kulturu i umetnost, Broj 1, Godina I, Donji Milanovac (37–42)
- Stajić B., Vilotić D. (2015): *Šume, drvenaste vrste i stabla izuzetnih dimenzija na području Nacionalnog parka „Đerdap”*, Monografija, Donji Milanovac (1–199)
- Stajić, B., Dimitrijević, S., Kazimirović, M., Dukić, V. (2017): *Debljinski prirast stabala kao bioindikator njihove vitalnosti: studija slučaja sa područja Despotovca*, Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, 27, Banja Luka (17–29)
- Stamenković V., Vučković M. (1988): *Prirast stabala hrasta kitnjaka (Quercus petraea) kao pokazatelj stepena oboljenja—sušenja*, Šumarstvo 1, UŠITS, Beograd (47–55)
- Stojanović Lj., Krstić M. (1980): *Ekološko proizvodne karakteristike kitnjakovih šuma i izbor najpovoljnijeg načina prirodnog obnavljanja u uslovima Majdanpečke domene*, Šumarstvo 4–5, UŠITS, Beograd (81–95)
- Stojanović Lj., Krstić M. (1990): *Uzgojne mere kao faktor borbe protiv sušenja kitnjakovih šuma u Srbiji*, Šumarstvo 2–3, Beograd (23–33)
- Stojanović Lj., Krstić M. (1992): *Problemi gajenja šuma sa aspekta sušenja hrasta kitnjaka*, U: P., Marinković (ur.), Okrugli sto: „Epidemijsko sušenje hrasta kitnjaka u severoistočnoj Srbiji”, 21.–22.11.1991., Nacionalni park „Đerdap”, Donji Milanovac (25–42)
- Stojanović Lj., Krstić M., Knežević M., Bobinac M. et al. (1993): *Istraživanje najpovoljnijih uzgojnih mera u šumama hrasta kitnjaka, a posebno sa stanovišta njegove varijabilnosti u cilju saniranja posledica sušenja*, Studija—elaborat o naučnim istraživanjima u toku 1992. godine po temi 18 u okviru projekta Fonda za šume Srbije, Beograd (1–21)
- Stojanović Lj., Krstić M., Bjelanović I. (2005): *Proredne seče u šumama hrasta kitnjaka na području severoistočne Srbije*, Šumarstvo 3, UŠITS, Beograd (1–24)
- Špiranec A. (1975a): *Prirasno-prihodne tablice*. Radovi šumarskog instituta Jastrebarsko, 25, Zagreb
- Špiranec A. (1975b): *Drvno gromadne tablice*. Radovi šumarskog instituta Jastrebarsko, 22, Zagreb (1–262)
- Tomić Z. (2003): *Prilog poznavanju asocijacije Quercetum montanum Čer. et Jov. 1953. u severoistočnoj Srbiji*, Glasnik šumarskog fakulteta 87, Beograd (197–210)
- Tomić Z. (2013): *Prirodne šumske zajednice Nacionalnog parka Fruška Gora u svetlu najnovijih sintaksonomskih i ekosustavnih principa*, Hrvatska misao, Br. 1 (61), nova serija sv. 46, Matica Hrvatska Sarajevo, Sarajevo (25–42)
- Tomić Z., Rakonjac Lj. (2011): *Survey of syntax of forest and shrub vegetation of Serbia*, Folia biologica et geologica. Ex: Rasprave razreda na naravoslovne vede Dissertationes classic IV (Historia naturalis), 52/1–2, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: 111–140, Ljubljana.
- Tomić Z., Rakonjac Lj. (2013): *Šumske fitocenoze Srbije—priručnik za šumare, biologe i ekologe*, Ed. Univerzitet Singidunum, Fakultet za primenjenu ekologiju i Institut za šumarstvo Beograd (1–177)
- Tomić Z., Jovanović B., Janković M.M. (2006): *Mezotermne šume kitnjaka i cera*, U: Škoric D.M. (ur.), Vegetacija Srbije II—Šumske zajednice 2, Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka, Beograd (69–114)
- Vučković M. (1994): *Problem devitalizacije šuma sa aspekta istraživanja prirasta stabala i sastojina*, Glasnik Šumarskog fakulteta 75–76, Beograd (101–110)

- Vučković M., Stajić B., Radaković N. (2006): *Modelovanje optimalne izgrađenosti sastojine hrasta kitnjaka u NP „Đerdap“*. Šumarstvo, 1–2, Beograd (11–20)
- (***)1994): *Manual on method and criteria for harmonized sampling, assesment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*, UN/ECE, Hamburg
- (***)2002): *Opšta osnove za gazdovanje šumama za „Nacionalni park Fruška gora“, 2002.–2011. godine*, knjiga I i II, JP „Nacionalni park Fruška gora“, Sremska Kamenica, Beograd.
- (***)2016): *Posebna osnova za gazdovanje šumama za GJ „Zlatica“, za period 2017–2026*, JP NP „Đerdap“, Donji Milanovac

