

UDK: 581.52+630\*2:582.736.3(497.11 Beograd)

Оригинални научни рад

<https://doi.org/10.2298/GSF1716009B>

## КАРАКТЕРИСТИКЕ СУБСПОНТАНОГ ШИРЕЊА ГВОЗДЕНОГ ДРВЕТА (*Gymnocladus dioicus* (L.) K. KOCH) У ТОПЧИДЕРУ

др Мартин Бобинац, редовни професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет  
(martin.bobinac@sfb.bg.ac.rs)

др Сениша Андрашев, виши научни сарадник, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину

Мсц Никола Шушић, докторанд, Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Мсц Андријана Бауер-Живковић, докторанд, Универзитет у Београду, Шумарски факултет

**Извод:** У раду се анализира појава субспонтаног ширења гвозденог дрвета у парк шуми која припада заштићеном природном добру „Топчидерски парк“ у Београду. У Топчидеру од укупно три евидентирана стабла 1949. године, у процењеној старости не већој од 85 година, крајем 2016. године је евидентирано полно репродуктивно стабло за које се може објективно претпоставити да представља једно од првобитно три описана „матична“ стабла на наведеној локацији. Стабло има прсни пречник 94,6 *cm* и висину 24,1 *m*. У протеклих седам деценија гвоздено дрво се успешно обнавља (из семена и коренових изданака) на антропогено утицајној површини, која је препуштена сукцесији, али не показује инвазивност. На површини субспонтаног ширења гвозденог дрвета (0,25 *ha*) утврђено је 14 врста дрвећа и жбуња са укупно 624 стабла, почев од таксационе границе од 1,0 *cm*, а гвоздено дрво је најзаступљенија врста са 326 стабала (52,2%). У субспонтано регенерисаној скупини гвозденог дрвета најдебље стабло има прсни пречник 48,2 *cm*, а највише стабло има висину 25,5 *m*. Структура стабала гвозденог дрвета по дебљини показује опадајућу расподелу. За разлику од хабитуса „матичног“ стабла, чији је степен виткости 25, скупину субспонтано регенерисаних доминантних и кододоминантних стабала карактерише хабитус стабала раслих у састојинском склопу, са степеном виткости 75-110.

**Кључне речи:** *Gymnocladus dioicus* (L.) K.Koch; субспонтано ширење; структура по дебљини; степен виткости; Београд

## УВОД

Природно станиште гвозденог дрвета је у Северној Америци, од јужног Онтарија, источно до централног Њујорка, југозападно до Оклахоме, северно до јужне Минесоте (Harlow *et al.*, 1996). На подручју језера Мичиген и Хјурон израсте до 33 *m* у висину и до 100 *cm* у дебљину, а у прашуми се грана скоро

близу земље (Petrović, 1951). Коренов систем је дубок, широк, а стабло је отпорно на ветар (Van Dersal, 1938). Дрво се користи за израду железничких прагова, ограда, у мостоградњи и грађевини, као и за гориво. Семе гвозденог дрвета је раније коришћено као замена за кафу одакле је врста добила име „coffeetree“

(Alden, 1995). Иако заузима простран ареал, врста нигде није обилно заступљена и у природи се најчешће налази на ивици шума и поред потока (Werthner *et al.*, 1935). Типично за гвоздено дрво је стаблимично распрострањење или у виду мањих група, за које се може претпоставити да су клонови јер врста има склоност ка вегетативном размножавању путем изданака из корена (McClain, Jackson, 1980). Подноси повремено и краткотрајно плавлјење, а оптимална станишта су алувијалне равни и алувијална земљишта лакше текстуре. Јавља се у распону рН вредности земљишта од 5,4 до 8,2. У природи гради заједнице са већим бројем врста, а неке од важнијих су *Juglans nigra* L., *Celtis occidentalis* L., *Ulmus americana* L., *Quercus rubra* L., *Acer saccharum* Marsh. (McClain, Jackson, 1980). Према наводима Petrovića (1951) подноси и сиромашнија земљишта и сушу. Може поднети ниске температуре до -34 °C (Elias, 1980).

Врста је дводома (Harlow *et al.*, 1996), односно са мушким и женским цветовима на одвојеним стаблима. Према Idžojtić (2013) цветови код гвозденог дрвета су функционално једнополни, а женски су са рудиментисаним прашницима. У литератури се срећу наводи да се могу наћи (Jovanović, 2000) или су забележена (Karas, 2003) и стабла са двополним цветовима. Цвета у мају/јуну, плод сазрева у септембру (Van Dersal, 1938), а махуне остају на гранама затворене током зиме (Werthner *et al.*, 1935; Van Dersal, 1938). Гвоздено дрво ретко нападају инсекти и болести, а листови су отровни за стоку (Van Dersal, 1938).

Гвоздено дрво није шире гајено у Србији. На подручју Београда гвоздено дрво се наводи у групи „са успехом одомаћених врста“ (Marić, 1933). Jovanović (1950) наводи налазиште у Топчидеру и Земуну, са прсним пречником стабала до 45 cm и висином до 20 m. Једно стабло у Земуну заштићено је као природно добро (Karas, 2003; Karas *et al.*, 2003). Према прегледу распрострањености егзота у Србији до средине двадесетог века гвоздено дрво је претежно гајено у парковима или ловиштима на подручју Војводине, а једно налазиште од три стабла, са прсним пречником 68-72 cm и укупном висином 16-18 m, забележено је на по-

дручју Београда, у Топчидеру (Petrović, 1951). У Ботаничкој башти „Јевремовац“ евидентирана је група од 13 стабала, са прсним пречником 7-50 cm и висином 6-23 m (Jovanović-Juga, 1998). У арборетуму Шумарског факултета у Београду, крајем 2017. године премерена је од стране аутора овог рада група од 18 стабала, са прсним пречницима 12-41 cm и висином 14-25 m. Мање групе тањих (млађих) стабала су присутне и на другим локалитетима у Београду, а једна група заступљена је, такође, у Топчидеру са леве стране Топчидерске реке.

Потенцијално су високе производне могућности гвозденог дрвета и може се сматрати брзорастућом врстом на лужњаковим стаништима у Србији (максимална висина у засаду на Фрушкој гори, на станишту лужњака, граба и липе на делувијуму, у старости 78 година, износи 36,5 m, а максимални пречник 48,8 cm), што чини ову врсту интересантном са привредног аспекта (Bobinac, Stojadinović, 2007; Bobinac *et al.*, 2008). Оправданост гајења ове врсте потврђују и анатомска истраживања, која показују да гвоздено дрво на стаништима у Србији има добра својства дрвета, а посебно се препоручује за рекултивацију деградираних станишта (Vilotić *et al.*, 2011; Jokanović *et al.*, 2015). Међутим, да би се нека алохтона врста са сигурношћу могла препоручити за уношење, неопходно је проверити њен репродуктивни потенцијал, а на првом месту инвазивни потенцијал. Једна од битних компоненти у дефинисању инвазивног потенцијала врсте јесте познавање њене репродуктивне биологије, посебно биологије производње семена, трајања клијавости и могућности расејавања семена (Binggeli *et al.*, 1998). У супротном, интродуковане дрвенасте врсте са инвазивним потенцијалом, посебно уз помоћ антропогеног фактора, могу релативно брзо постићи такво учешће у структури састојина да истискују аутохтоне врсте дрвећа. У Србији је издвојено 17 дрвенастих врста које су инвазивне или потенцијално инвазивне и могу представљати различит степен ризика по диверзитет (Grbić *et al.*, 2007), а висок ризик по биодиверзитет је констатован са најзаступљенијим инвазивним неофитама (пајасеном и пајавцем) у заштићеним подручјима у Србији (Bobinac, 2012, 2013;

Vobinac *et al.*, 2016a, 2016b), што имплицира дефинисање и примену специфичних узгојних мера у процесу газдовања за очување биолошке разноврсности аутохтоних врста и заустављање ширења инвазивних врста (Vobinac, Šijačić-Nikolić 2014a, 2014b; Vobinac *et al.*, 2016c).

Појава субспонтаног ширења гвозденог дрвета у урбаним срединама евидентирана је генеративним (Jurković, 1988; Karas, 2003), вегетативним (Petrović, 1951), као и генеративним и вегетативним путем (Jovanović, 1950; Jovanović-Juga, 1998; Vobinac, Stojadinović, 2007; Vobinac *et al.*, 2008). Стога, према наводима Tucovića (1990), претходно постављени експерименти и реакције биљака у новој средини могу дати прецизнији одговор о успешности интродукције.

Циљ рада је да укаже на субспонтано ширење гвозденог дрвета на подручју Београда, у заштићеном природном добру „Топчидерски парк“, и допринесе бољем познавању адаптивног механизма ове врсте у урбаним условима.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

### Објект истраживања

На подручју Топчидера, у близини железничке станице, евидентирана су 1949. године три стабла гвозденог дрвета, са пречницима на прсној висини 68-72 *cm* и укупном висином 16-18 *m* у процењеној старости не већој од 85 година, као и бројни подмладак око њих (Petrović, 1951).

Према наведеној старости засађених стабала проистиче да су засађена у периоду који у историји Србије представља владавина династије Обреновића, кнеза Милоша (1830-1839. и 1859-1860.) и кнеза Михаила (1840-1842. и 1860-1868.), Уставобранитеља и кнеза Александра Карађорђевића (1842-1858.). Доласком на власт Уставобранитеља у државном смислу је била промењена дотадашња намена дворског комплекса, коју је одређивао кнез Милош у периоду своје прве владавине. Поништена је експлицитно политичка конотација простора у коме је Топчидер био постављен у само средиште друштвеног живота Србије и у коме је до-

минантно био реализован приватни домен кнеза Милоша и дворски комплекс Топчидер је проглашен за јавни простор, намењен за „увесељавање народа“. У основи, идеју о Топчидеру као јавном простору отвореном за грађанство, прихватио је и кнез Милош у периоду друге владавине, па су у измењеним политичким околностима и ограничењима владарске моћи долазила до изражаја његова настојања из периода прве владавине, да се у Топчидеру подигне шума („гај“) од различитих врста дрвећа (Mitrović, 2008). Пејзаж око топчидерске резиденције је био аграрног карактера, а из Уредбе о дужностима економа у Топчидеру из 1837. године види се да је кнез Милош планирао и „гај“ и да је због тога било поручено разно дрвеће из Беча (Vladislavljević, 1991; Mitrović, 2008).

Крајем 2016. године на описаном налазишту гвозденог дрвета у Топчидеру констатовано је једно полно репродуктивно стабло, са прским пречником 94,6 *cm* и висином 24,1 *m*. Објективно се може претпоставити да то стабло представља једно од претходно засађена три стабла и да му је процењена старост преко 150 година. У непосредном окружењу тог стабла присутан је већи број млађих стабала гвозденог дрвета, као и бројни подмладак, за које се може претпоставити да су резултат субспонтаног ширења првобитно засађених стабала. Поред гвозденог дрвета површина је обрасла са више врста дрвећа и жбуња у различитим фазама развоја.

Наведено налазиште гвозденог дрвета данас припада заштићеном природном добру „Топчидерске реке у парк шуми (тзв. целина „Б“). На том простору је средином XIX века на великим размацама вршена садња лужњака, дивље крушке, клена, липе и букве, која су данас делом очувана и имају велику естетску вредност. Целина „Б“ је формирана после Другог светског рата, када је вршено пошумљавање на Савском венцу у склопу акције пошумљавања на ширем подручју Београда, а данас представља најмање уређен простор у оквиру заштићеног природног добра (2016).

Подручје Београда карактерише умерено континентална клима, са средњом годишњом температуром ваздуха 12,5°C и годишњом ко-

личином падавина 690,9 mm. Апсолутна максимална температура измерена је у јулу, 43,6°C, док је апсолутна минимална температура измерена у јануару -18,2°C (период од 1981. до 2010. године, 2017а). Налазиште гвозденог дрвета је у долини Топчидерске реке, где се највећи њен део налази између 78 и 80 m надморске висине (2016). Пре регулације Топчидерске реке простор је био плављен, а у близини дворског комплекса река је формирала аду (Mitrović, 2008).

По новијим синтаксономским принципима (Томић, Ракоњас, 2013) станиште на коме се налази гвоздено дрво карактерише најсупља варијанта лужњаково-јасенових шума-*Fraxino angustifoliae-Quercetum roboris* В. Јовановић & Томић 1979., subass. *carpinetosum betuli* Томић 2007. (syn. *Carpino-Fraxino-Quercetum roboris* Миш. et Broz 1962.), (2016), а земљиште је ритска црница (хумоглеј), (Љубићић, 2017).

Просторно културно-историјска целина Топчидер на најбољи начин омогућава увид у целокупни државни, културни, историјски и привредни развитак Београда и Србије од 1830. године до данас (2017b). У непосредном окружењу двора (конака) кнеза Милоша настало је прво парковско наслеђе у неговању вртне архитектуре по европском моделу у Србији, у оквиру кога је монументално стабло платана (Karas et al., 2003; Ћоговић, 2015). Културно-историјска целина Топчидер са до сада мало познатим монументалним стаблом дивље крушке - „Крушка топчидерка“ (Bobinac et al., 2016d), са новом врстом *Carya illinoensis* (Wangenh.) К. Koch., за алохтону дендрофлору Београда и Србије у оквиру споменичког наслеђа - Прве српске фабрике шећера на Чукарици, као интегралног дела културно-историјске целине Топчидер (Bobinac, Perović, 2014), и са очуваним, „матичним“ стаблом и бројним потомством гвозденог дрвета које симболизује почетак уношења егзота у Србију, добија нови садржај којим се боље истиче њена шира функција.

## Прикупљање и обрада података

Субспонтано ширење гвозденог дрвета анализирано је у Топчидеру, где је очувано једно

полно репродуктивно стабло чија је процењена старост преко 150 година. У односу на првобитни опис матичних стабала и њихов бројни подмладак (Petrović, 1951) даља трајекторија субспонтаног ширења гвозденог дрвета на антропогено утицаној површини у Топчидеру износи 67 година.

Крајем 2016. године реконструисана је локација првобитног засада гвозденог дрвета у Топчидеру и потврђено је присуство једног „матичног“ стабла, чији се прсни пречник и хабитус разликује од бројне скупине млађих стабала исте врсте.

Утврђена је површина на којој су заступљена стабла гвозденог дрвета на наведеном налазишту. На површини 0,25 хектара обухваћена су претежно сва стабла гвозденог дрвета почев од развојне фазе подмлатка, висине преко 1,30 m (таксациона граница 1,0 cm), за која се може објективно претпоставити да првобитно потичу из семена или коренових изданака три матична стабла на наведеном налазишту.

На површини субспонтаног ширења гвозденог дрвета, премерени су прсни пречници стабала свих заступљених врста дрвећа и жбуња, која су имала висину преко 1,30 m. Приликом премера, стабла гвозденог дрвета су разврстана по биолошком положају на основу тростепенне класификације: БП-1 доминантна стабла (Крафт 1 и 2), БП-2 кодоминантна стабла (Крафт 3), БП-3 подређена стабла (Крафт 4, обухватајући жива стабла преко 1,30 m висине).

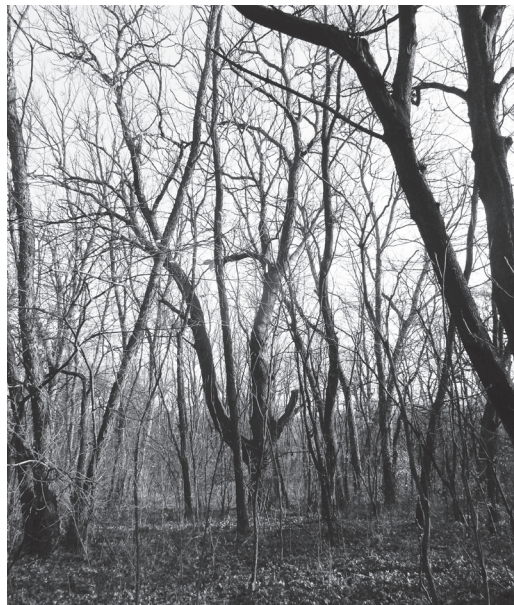
У скупини субспонтано регенерисаних стабала гвозденог дрвета, у сваком дебљинском степену ширине 10,0 cm, премерено је минимално 5 висина помоћу висиномера Vertex III, што је омогућило конструкцију висинске криве и одређивање средње и доминантне висине.

За карактеризацију услова раста стабала гвозденог дрвета на основу елемената из модела висинске криве израчунат је степен виткости различитих дебљинских и биолошких категорија стабала ( $h:d_{1,30}$ ) и упоређен је са степеном виткости „матичног“ стабла. Статистички показатељи елемената раста и дебљинске структуре исказани су преко основних нумеричких параметара (Stamenković, Vučković, 1988).





**Слика 1.** Изглед приданка и дебла (лево) и хабитуса „матичног“ стабла гвозденог дрвета у окружењу субспонтано регенерисаних стабала (десно) у Топчидеру (Фото: М. Бобинац, новембар, 2016.)



## РЕЗУЛТАТИ

У Топчидеру од укупно три евидентирана стабла 1949. године, у процењеној старости не већој од 85 година (Petrović, 1951), крајем 2016. године је евидентирано полно репродуктивно стабло за које се може објективно претпоставити да представља једно од првобитно три описана матична стабла гвозденог дрвета на наведеној локацији. Стабло има прсни пречник 94,6 *cm* и висину 24,1 *m*, грана се већ на око 2 *m* од земље, а изглед приданка указује да је семеног порекла. Према процењеној старости у 1949. години стабло је данас старо преко 150 година (слика 1).

Поред наведеног „матичног“ стабла на површини 0,25 хектара заступљена је група стабала гвозденог дрвета, чија бројност, хабитус, дебљинска структура и др. указују да су настала из семена или коренових изданак првобитно засађених стабала (слика 2).

Пречник најдебљег стабла гвозденог дрвета у субспонтано регенерисаној групи је 48,2 *cm* што износи 0,51 од пречника „матичног“ стабла, а висина му је већа за 1,4 *m* од висине очуваног „матичног“ стабла. Почев од таксаци-

оне границе 1,0 *cm*, гвоздено дрво у субспонтано регенерисаној групи је заступљено са 325 стабала (1300 по хектару), од којих је у доминантном спрату 10,5%, у кододоминантном 3,4%, а подстојном спрату 86,1% (Табела 1).

Када се посматра број стабала у субспонтано регенерисаној групи, почев од таксационе границе 10,0 *cm*, гвоздено дрво је заступљено са 70 стабала (280 по хектару), од којих је у доминантном спрату 48,6%, у кододоминантном



**Слика 2.** Хабитус субспонтано регенерисаних стабала гвозденог дрвета у Топчидеру (Фото: М. Бобинац, новембар, 2016.)

**Табела 1.** Дебљинска структура субспонтано регенерисаних стабала гвозденог дрвета на површини 0,25 ha, са таксационом границом 1,0 cm

Врста	Категорија	n	%	$d_a$	$d_{min}$	$d_{max}$	$s_d$	CV	skew	kurt
<i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch	БП-1	34	10,5	30,0	17,0	48,2	8,71	29,0	0,423	-0,987
	БП-2	11	3,4	15,8	11,6	21,4	3,04	19,2	0,324	-0,597
	БП-3	280	86,1	4,8	1,0	16,7	3,26	67,4	0,856	-0,011
	Укупно	325	100	7,8	1,0	48,2	8,87	113,0	2,346	5,597

**Табела 2.** Дебљинска структура субспонтано регенерисаних стабала гвозденог дрвета на површини 0,25 ha, са таксационом границом 10,0 cm

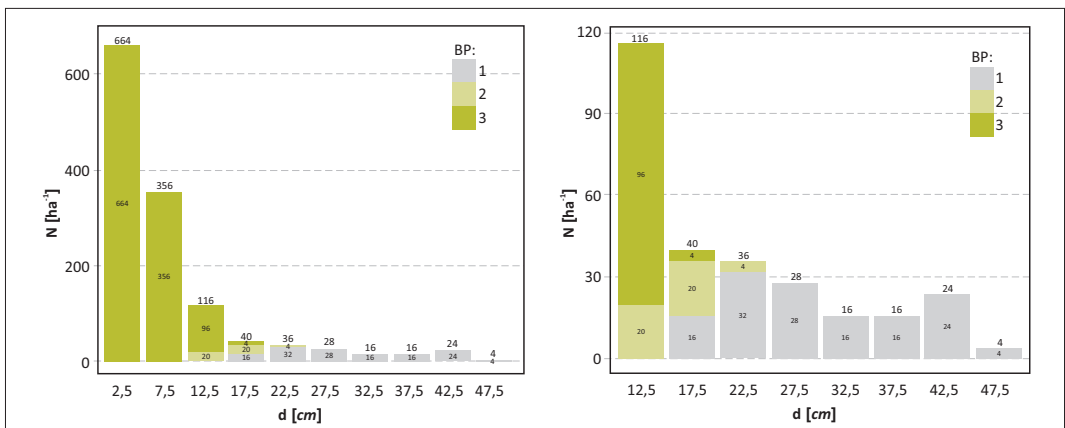
Врста	Категорија	n	%	$d_a$	$d_{min}$	$d_{max}$	sd	CV	skew	kurt
<i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch	БП-1	34	48,6	30,0	17,0	48,2	8,71	29,0	0,423	-0,987
	БП-2	11	15,7	15,8	11,6	21,4	3,04	19,2	0,324	-0,597
	БП-3	25	35,7	11,5	10,1	16,7	1,60	13,9	2,082	4,435
	Укупно	70	100	21,2	10,1	48,2	10,75	50,8	0,855	-0,379

15,7%, а подстојном спрату 35,7%. Релативно варирање дебљина стабала око средњег пречника скупине износи 0,48-2,28  $d_a$ , а релативна варијациона ширина износи 1,80  $d_a$ . Кодоминантна стабла двоструко су тања од доминантних стабала, а дебљинска структура доминантних и кодоминантних стабала има позитивну асиметрију и изражену спљоштеност, а коефицијент варијације 19,2-29,0%. Подређена стабла на површини која обраста имају изражену позитивну асиметрију и малу спљоштеност. При таксационој граници од 1,0 cm, али и 10,0 cm подређена стабла представљена су и стаблима која се преслијавају из категорија вишег био-

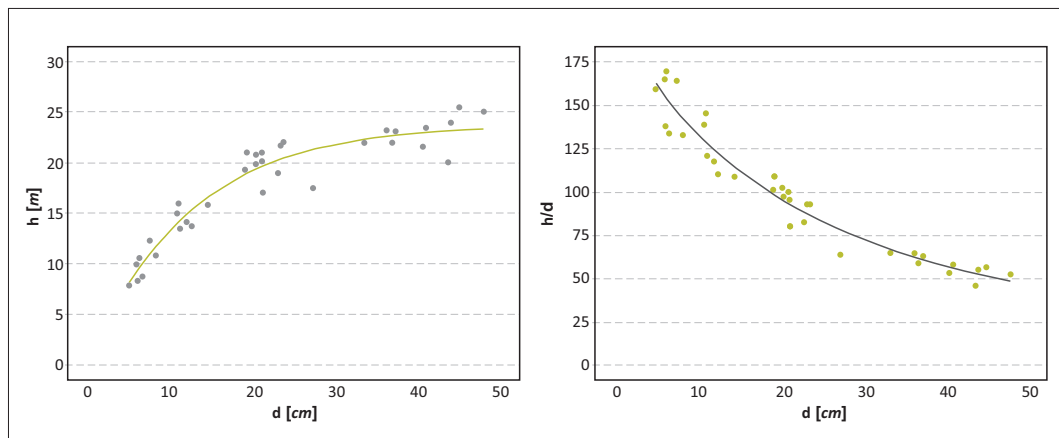
лошког ранга у процесу природног диференцирања и стаблима која „урастају“ у структуру скупине (Табела 2).

Расподела стабала по дебљини гвозденог дрвета, при таксационој граници од 1,0 cm и при 10,0 cm, показује опадајућу расподелу, а расподела доминантних стабала показује мање учешће тањих стабала, што указује на процес диференцирања у скупини (Графикон 1).

Висинска крива показује изразит степен пењања, што је карактеристично за разнодобне састојине, а степен виткости, као нумерички израз услова за раст стабала гвозденог дрвета у дебљину и висину на површини субспонтаног



**Графикон 1.** Дебљинска структура субспонтано регенерисане скупине стабала гвозденог дрвета, при таксационој граници 1,0 cm (лево) и при таксационој граници 10,0 cm (десно)



**Графикон 2.** Висинска крива (лево) и степен виткости (десно) субспонтано регенерисаних стабала гвозденог дрвета

ширења, налази се у распону од 160, код стабала дебљине 5 *cm*, па до 52, код стабала дебљине 45 *cm* (Графикон 2). Степен виткости „матичног“ стабла износи 25, што је двоструко мања величина у односу на степен виткости доминантних стабала у субспонтано регенерисаној скупини.

На површини субспонтаног ширења гвозденог дрвета (0,25 *ha*) утврђено је девет врста

дрвећа и пет врста жбуња, са укупно 624 стабла (2496 стабала по хектару) која су инвазира-ла простор. У укупном броју стабала дрвеће је заступљено са 96,0%, а жбуње са 4,0% стабала, почев од развојне фазе подмлатка преко 1,30 *m* висине. Гвоздено дрво је заступљено са 326 стабала и има учешће 52,2% у укупном броју стабала, односно 54,3% у укупном броју стабала дрвећа (Табела 3).

**Табела 3.** Нумерички показатељи дебљинске структуре заступљених врста на површини субспонтаног ширења гвозденог дрвета

Врста	n	%	$d_a$	$d_{min}$	$d_{max}$	$s_d$
<i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch	326	52,2	8,1	1,0	94,6	10,08
<i>Acer campestre</i> L.	143	22,9	5,2	1,0	55,0	8,65
<i>Ulmus minor</i> Mill.	56	9,0	5,3	1,0	23,9	4,65
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	32	5,1	7,3	2,6	27,4	5,17
<i>Tilia tomentosa</i> Moench.	24	3,8	9,4	1,2	55,0	12,51
<i>Acer tataricum</i> L.	10	1,6	4,9	2,2	12,1	2,95
<i>Cornus sanguinea</i> L.	8	1,3	3,3	1,0	7,2	2,22
<i>Carpinus betulus</i> L.	7	1,1	2,4	1,5	4,4	0,99
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	6	1,0	7,0	4,3	9,0	1,7
<i>Frangula alnus</i> Mill.	5	0,8	1,3	1,0	1,7	0,31
<i>Euonymus europaeus</i> L.	3	0,5	1,0	1,0	1,1	-
<i>Sambucus nigra</i> L.	2	0,3	2,5	2,0	3,0	-
<i>Acer saccharinum</i> L.	1	0,2	53,0	53,0	53,0	-
<i>Pyrus pyraeaster</i> Burgsd.	1	0,2	4,1	4,1	4,1	-
Укупно на 0,25 <i>ha</i>	624	100	-	-	-	-
Укупно на 1,00 <i>ha</i>	2496	100	-	-	-	-

**Легенда:** n – број мерених стабала [ком];  $d_a$  – аритметички средњи пречник [cm];  $d_{min}$  – минимални пречник [cm];  $d_{max}$  – максимални пречник [cm];  $s_d$  – стандардна девијација пречника [cm]

## ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧЦИ

На природним стаништима гвозденог дрвета данас не постоје специјални начини (агенси) распрострања семена због чега је природно обнављање ограничено. Чак ни јак ветар не може однети махуне на веће удаљености, а није познато ни да га користе глодари (Werthner *et al.*, 1935). Листови и плодови су отровни (Pammel, 1911), због чега је врста генерално отпорна на хербиворе (Janzen, 1976). С обзиром да изгледа да не постоје живи примарни или секундарни преносици семена у Северној Америци (Zaya, Howe, 2009), преостаје вода као познат начин даље дистрибуције семена у природи (Werthner *et al.*, 1935; VanNatta, 2009; Zaya, Howe, 2009) иако изгледа да врста није примарно прилагођена на овај вид распрострања имајући у виду крупноћу и неке друге карактеристике плода (Zaya, Howe, 2009). Тако је постављена хипотеза да гвоздено дрво представља еколошки анахронизам који је у изумирању у природи јер остају његови преносиоци семена-изумрли крупни сисари који су се могле хранити токсичним плодовима без последица, за разлику од данашњих „мезохербивора“, попут коња и стокe, који се не могу хранити том врстом хране (Zaya, Howe, 2009).

Захваљујући етно-ботаничким обичајима северноамеричких Индијанаца, на дистрибуцију и садашњи ареал врсте делом је утицао и антропогени фактор на шта указује јака корелација између некадашњих насеобина Индијанаца и садашњег ареала гвозденог дрвета (VanNatta, 2009). Проблем слабог природног обнављања врсте је додатно отежан полном структуром популација, које у свом саставу садрже само стабла једног пола, па тако у Канадском делу ареала врсте постоји само неколико полно репродуктивних популација које у свом саставу имају и мушка и женска стабла, а већина данас преосталих популација у Канади се састоји од једнополних индивидуа (Environment Canada, 2014).

На површини субспонтаног ширења гвозденог дрвета (0,25 ha) у Топчидеру утврђено је 14 врста дрвећа и жбуња са укупно 624 стабла, по-

чев од развојне фазе подмлатка, висине преко 1,30 m, односно од таксационе границе 1,0 cm, а гвоздено дрво је најзаступљенија врста са 326 стабала (52,2%). То указује да се гвоздено дрво успешно обнавља (из семена и коренових изданака) на антропогено утицаној површини која је препуштена сукцесији, али да не показује инвазивност, јер је ширење на истраживаном налазишту ограничено на површину од 0,25 ha, а са претпостављеном централном позицијом матичних стабала на радијусу од око 25 m за протеклих скоро седам деценија.

Дебљинска структура показује опадајућу расподелу и када се посматра скупина субспонтано формираних стабала гвозденог дрвета са таксационом границом 1,0 cm и 10,0 cm. То указује на динамику обрастања површине, али и на процес природног диференцирања стабала у оквиру постигнутог склопа.

Очувано „матично“ стабло на подручју Топчидера се грана већ на око 2 m од земље, што је карактеристика хабитуса стабала раслих на осами (Винишевас, 1951). За разлику од хабитуса матичног стабла, скупину субспонтано регенерисаних стабала карактерише хабитус стабала раслих у састојинском склопу. Степен виткости доминантних стабала субспонтано формиране скупине износи 75-110, а нису евидентирана стабла чија се дебла ниско гранају. Према расположивим подацима (Vobinas, Stojadinović, 2007; Vobinas *et al.*, 2008) хабитус стабала гвозденог дрвета у геометријски формираном засаду на Фрушкој Гори, на станишту шуме лужњака, граба и липе, у старости 78 година карактерише средњи пречник по темељници 35,0 cm, средња висина 31,8 m и степен виткости 90. То указује да гвоздено дрво у састојинском склопу остварује раст пожељан за производњу техничких сортимената, што ову врсту чини интересантном са привредног аспекта.

Узгојно уобличавање субспонтано регенерисане скупине стабала гвозденог дрвета, која заједно са очуваним матичним стаблом, симболизује почетак уношења егзота у Србију, омогућиће њихово оптимално биолошко трајање, а са њиме и трајање симболике коју преносе у оквиру културно-историјске целине Топчидер.



## CHARACTERISTICS OF SUBSPONTANEOUS DISPERSAL OF KENTUCKY COFFETREE (*Gymnocladus dioicus* (L.) K. KOCH) IN TOPČIDER

Dr Martin Bobinac, full professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry (martin.bobinac@sfb.bg.ac.rs)

Dr Siniša Andrašev, Senior Research Associate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad

Msc Nikola Šušić, PhD student, University of Belgrade, Faculty of Forestry

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

**Abstract:** The paper presents the occurrence of subsponaneous dispersal of Kentucky coffeetree in the park-forest which is a part of a protected natural area "Topčiderski park" in Belgrade. In 1949, three trees of Kentucky coffeetree not older than 85 years were recorded. In 2016, one sexually reproductive tree was recorded in Topčider which is assumed to be one of the three "mother" trees recorded in 1949. The diameter at breast height is 94.6 cm and the height of the tree is 24.1 m. During the past seven decades, the Kentucky coffeetree regenerated successfully from seed and root suckers in the area that was under anthropogenic influence and was left to succession, but the Kentucky coffeetree has not shown invasiveness. In the area of subsponaneous dispersal of Kentucky coffeetree (0.25 ha), all the trees that had diameter at breast height 1.0 cm and more were measured. Fourteen tree and shrub species were identified with a total of 624 trees and Kentucky coffeetree was the most represented species with 326 trees (52.2%). In the subsponaneous regenerated group of Kentucky coffeetree, the diameter at breast height of the thickest tree is 48.2 cm and the highest tree is 25.5 m tall. The diameter structure of Kentucky coffeetree trees shows the declining distribution. Compared to the habitus of "mother" tree, that has a slenderness of 25, the habitus of the dominant and codominant trees in the subsponaneous regenerated group of Kentucky coffeetree is characterized by slenderness of 75-110 that is characteristic of the trees grown in the stand closure.

**Key words:** *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch; subsponaneous dispersal; diameter structure; slenderness; Belgrade

## INTRODUCTION

The Kentucky coffeetree is native to North America with a range that includes southern Ontario, then east to central New York, southwestward to Oklahoma, and north to southern Minnesota (Harlow *et al.*, 1996). In the area of Lake Michigan and Huron it grows up to 33 m in height and up to 100 cm in diameter. In virgin forests, it branches close to the ground (Petrović, 1951). The root system is deep, widespread, the tree is wind-firm (Van Dersal, 1938). The wood is used for railroad ties, fence posts and rails, general construction, fuel, etc., and the seeds were used as a coffee substitute ("coffeetree") (Alden, 1995). Although the Kentucky coffeetree natural

range is wide, it is nowhere abundant and it can be found at the edges of woods and along streams (Werthner *et al.*, 1935). It is typically distributed as widely separated single trees or small groves that are presumably clonal that is the result of root suckering (McClain, Jackson, 1980). The Kentucky coffeetree has the ability to withstand only infrequent flooding of short duration and the floodplain and lighter textured alluvial soils seem to be the optimum sites for the species. It comes in the range from 5.4 to 8.2 pH values. In nature, it builds communities with many tree species and some of the most important associates of the Kentucky coffeetree are

*Juglans nigra* L., *Celtis occidentalis* L., *Ulmus americana* L., *Quercus rubra* L., *Acer saccharum* Marsh. (McClain, Jackson, 1980). It can grow in drought and poor soil conditions (Petrović, 1951) and has the ability to withstand very low temperatures up to -34 °C (Elias, 1980).

The species is dioecious (Harlow *et al.*, 1996), i.e., with male and female flowers on separate trees. According to Idžojtić (2013), the Kentucky coffeetree has functionally single sex flowers, and female flowers have rudimental stamens. According to some references, there can be found (Jovanović, 2000) or are recorded (Karas, 2003), trees with bisexual flowers. The Kentucky coffeetree flowers in May-June, the fruit is available in September (Van Dersal, 1938) and persists unopened on the branches through the winter (Werthner *et al.*, 1935; Van Dersal, 1938). The Kentucky coffeetree is rarely attacked by insects and disease, and the leaves are poisonous to cattle (Van Dersal, 1938).

The Kentucky coffeetree is not grown widely in Serbia. In the area of Belgrade, the Kentucky coffeetree is included in the group of "successfully domesticated species" (Marić, 1933). According to Jovanović (1950), there is a site with Kentucky coffeetree in Topčider and Zemun, with diameter at breast height of the trees up to 45 cm and tree height up to 20 m. One tree in Zemun is protected as a natural protected asset (Karas 2003; Karas *et al.*, 2003). According to a review of the distribution of introduced tree species until the middle of XX century, the Kentucky coffeetree was mostly grown in parks and hunting grounds in the area of Vojvodina, and it was recorded on one site in Belgrade (Topčider) with three trees with diameter at breast height 68-72 cm and total height of 16-18 m (Petrović, 1951). In the Botanical Garden "Jevremovac", a group of 13 trees was recorded, with diameter at breast height of 7-50 cm and total height of 6-23 m (Jovanović-Juga, 1998). In the arboretum of Faculty of Forestry in Belgrade, at the end of 2017., a group of 18 trees was measured by the authors of this paper with the diameter at breast height 12-41 cm and height 14-25 m. Smaller groups of thinner (younger) trees are present on other sites across Belgrade, and one more group of Kentucky coffeetree is represented in Topčider, on the left bank of the Topčider river.

Kentucky coffeetree is potentially very productive, and can be considered as a fast-growing tree species on pedunculate oak sites in Serbia (in a plantation on Fruška Gora on a site of pedunculate oak, hornbeam and linden on deluvium, in age of 78 years, the maximum recorded tree height is 36.5 m and the maximum diameter at breast height is 48.8 cm) which makes this tree species economically interesting (Bobinac, Stojadinović, 2007; Bobinac *et al.*, 2008). The anatomical research conducted on Kentucky coffeetree in Serbia show that the Kentucky coffeetree has good properties of the wood and is especially recommended for recultivation of degraded sites (Vilotić *et al.*, 2011; Jokanović *et al.*, 2015), so it is justified to grow the species in Serbia.

However, in order to recommend an allochthonous tree species for introduction safely, it is necessary to verify its reproductive potential, and first of all, the invasive potential. One of the important points in defining the invasive potential of a species is the knowledge of the species reproductive biology and in particular that of seed production, seed longevity and dispersal ability (Binggeli *et al.*, 1998). Otherwise, the introduced tree species with invasive potential, especially with the help of anthropogenic factor, may in a relatively short period achieve such a participation in the stand structure to push out the autochthonous tree species. In Serbia, there are 17 tree species that are invasive or potentially invasive and may represent a different degree of biodiversity risk (Grbić *et al.*, 2007), and a high biodiversity risk was recorded for the most represented invasive neophytes (tree of heaven and ash-leaved maple) in protected areas in Serbia (Bobinac 2012, 2013; Bobinac *et al.*, 2016a, 2016b). This implies the need for definition and application of specific silvicultural measures in forest management in order to preserve the biodiversity of autochthonous tree species and to stop the dispersal of invasive species (Bobinac, Šijačić-Nikolić, 2014a, 2014b; Bobinac *et al.*, 2016c).

The occurrence of subspontaneous dispersal of Kentucky coffeetree in urban areas was recorded by means of generative (Jurković, 1988; Karas, 2003), vegetative (Petrović, 1951) and generative and vegetative reproduction (Jovanović, 1950; Jovanović-Juga, 1998; Bobinac,

Stojadinović, 2007; Bobinac *et al.*, 2008). Therefore, according to Tucović (1990), previous setting of experiments and the reaction of plants in a new environment may give a more precise answer about the success of introduction.

The aim of this paper is to point out the subspontaneous dispersal of Kentucky coffeetree in the area of Belgrade, in a protected natural area "Topčiderski park", and to contribute to a better understanding of the adaptive mechanism of this tree species in urban environments.

## MATERIALS AND METHODS

### Research object

In the area of Topčider, in the vicinity of a train station, in 1949, three trees of Kentucky coffeetree were recorded, with diameter at breast height 68-72 cm and total height 16-18 m in estimated age not older than 85 years. Numerous saplings were recorded aswell around the trees (Petrović, 1951).

According to the stated age of planted trees it comes out that the trees were planted in the period of Serbian history that is represented by the rule of Dynasty of Obrenović, Prince Miloš (1830-1839 and 1959-1960) and Prince Mihailo (1840-1842 and 1960-1968), Defenders of the Constitution and Prince Aleksandar Karađorđević (1842-1858). Prince Miloš defined the purpose of the court complex during his first rule which was changed once the Defenders of the Constitution came to power. The explicit political connotation of the area of Topčider which was in the center of Serbia's social life and where Prince Miloš's private domain was realized in the first place, was suspended. Therefore, the court complex was declared for public space, purposed for "joy for the people". The basic idea of Topčider as a public space, opened for citizenship, was accepted by Prince Miloš in the period of his second rule. So, in changed political circumstances and limitations to ruler's power, his intentions from the period of the first rule to raise a forest ("gaj") in Topčider of different tree species, came to expression (Mitrović, 2008). The landscape around Topčider Residence had agricultural character, and from

the By-law about the duties of the householders in Topčider in 1837 it is evident that Prince Miloš planned the "gaj" so various tree species were ordered from Vienna (Vladislavljević, 1991; Mitrović, 2008).

At the end of 2016, on described Kentucky coffeetree site in Topčider, one sexually reproductive tree was recorded with diameter at breast height 94.6 cm and height of 24.1 m. Objectively, it can be assumed that the tree belongs to formerly planted three trees and that its approximated age is over 150 years. In close proximity of the tree, a large number of younger trees of Kentucky coffeetree are present aswell as numerous saplings which are assumed to be a result of the subspontaneous dispersal of originally planted trees. Besides the Kentucky coffeetree, the area is covered by many tree and shrub species in different stages of development.

The stated site of Kentucky coffeetree belongs to protected natural area "Topčiderski park" and is situated on the left bank of the Topčider river in a park-forest (so-called unity "B"). In that area, in the middle of XIX century, pedunculate oak, wild pear, field maple, linden and beech were planted in a wide spacing. These trees are preserved to some extent today and have great aesthetic value. The unity "B" was formed after the World War II, when reforestation of Savski venac was performed as a part of an act of reforestation in a wider area of Belgrade, and today it represents the least arranged part of the natural protected area (2016).

The area of Belgrade is characterized by humid continental climate with mean annual air temperature of 12.5 °C and annual precipitation of 690.9 mm. The highest measured temperature is measured in July (43.6 °C) and the lowest in January (-18.2 °C) based on the period 1981-2010 (2017a). The Kentucky coffeetree site is in the valley of Topčider river, and the biggest part of the valley is between 78 and 80 m above sea level (2016). Before the regulation of the Topčider river, the area was flooded, and in the vicinity of the court complex, the river formed an island (Mitrović, 2008).

According to recent syntaxonomic principles (Tomić, Rakonjac, 2013), the Kentucky coffeetree site is characterized by the driest variety of

pedunculate oak-narrow leaved ash forests-*Fraxino angustifoliae-Quercetum roboris* B. Jovanović & Tomić 1979, subass *carpinetosum betuli* Tomić 2007 (syn. *Carpino-Fraxino-Quercetum roboris* Miš. et Broz 1962), (2016), on humogley soil (Ljubičić, 2017).

The cultural-historical complex of Topčider describes in the best way the complete national, cultural, historical and economic development of Belgrade and Serbia since 1830 until today (2017b). In the close proximity of the Residence of Prince Miloš, the first park heritage in maintaining the garden architecture was created based on the European model in Serbia with a monumental London plane tree within it (Karas *et al.*, 2003, Ćorović, 2015). The cultural-historical complex of Topčider with monumental wild pear tree - "Topčider pear" less known until now (Bobinac *et al.*, 2016d), and a new species *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch., for allochthonous dendroflora of Belgrade and Serbia within monumental heritage of the first Serbian sugar factory in Čukarica, as integral part of cultural-historical complex of Topčider (Bobinac, Perović, 2014), and with preserved "mother" tree and numerous saplings of Kentucky coffeetree which symbolizes the beginning of the introduction of allochthonous tree species to Serbia, gets a new content so the main function is better expressed.

## Data collection and processing

Subspontaneous dispersal of Kentucky coffeetree was analyzed in Topčider where one sexually reproductive tree with estimated age over 150 years is preserved. Compared to the original description of the mother trees and their numerous saplings (Petrović, 1951), the further trajectory of the subspontaneous dispersal of Kentucky coffeetree amounts 67 years on an area that was under anthropogenic influence.

At the end of 2016., the location of the original plantation of Kentucky coffeetree in Topčider was reconstructed. The presence of one of the "mother" trees was confirmed. The habitus and diameter at breast height are different compared to a large group of younger trees of the same species.

The total area where Kentucky coffeetree is represented was determined. On the area of 0.25 *ha* almost all of the Kentucky coffeetree trees were included starting from the sapling stage (height over 1.3 *m*, diameter measurement threshold 1.0 *cm*). Objectively assumed, these trees come from seed or root suckers of the three mother trees on this site.

In the area of subspontaneous dispersal of Kentucky coffeetree, the diameter of all tree and shrub species with a height over 1.3 *m* was measured. Along with the measurement, the trees of Kentucky coffeetree were classified in three biological positions using the three-step classification: BP-1 dominant trees (classes 1 and 2 in Kraft's classification), BP-2 codominant (class 3 in Kraft's classification) and BP-3, suppressed trees (class 4 in Kraft's classification with only alive trees taller than 1.3 *m* included).

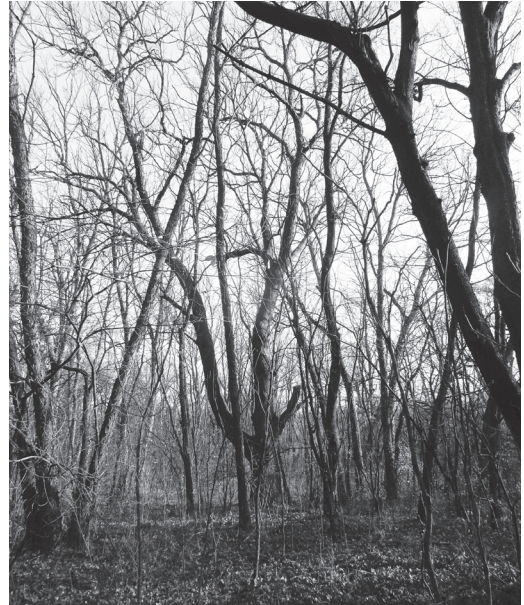
In a group of subspontaneous regenerated trees of Kentucky coffeetree in every of 10.0 *cm* diameter classes, 5 heights were measured using a Vertex III clinometer. The gathered data were used for the construction of height curves and determining the mean and dominant height of the trees.

To characterize the growth conditions of Kentucky coffeetree based on the elements from the model of height curve, the slenderness was calculated in different diameter and biological categories of trees ( $h:d_{1.3}$ ) and compared to a slenderness of the "mother" tree. Statistical indicators of growth elements and diameter structure are shown using the basic numerical parameters (Stamenković, Vučković, 1988).

## RESULTS

At the end of 2016., one sexually reproductive tree of Kentucky coffeetree which is objectively assumed to be one of the originally described three mother trees not older than 85 years in 1949 was recorded in Topčider (Petrović, 1951). The diameter at breast height of the tree is 94.6 *cm* and height 24.1 *m*, it was branching already at about 2 *m* above ground, and the appearance of the butt indicates that the origin of the tree is from the seed. According to the age estimated in 1949, the tree is over 150 years old (Figure 1).





**Figure 1.** The appearance of the butt and trunk (left) and the habitus of the "mother" tree of Kentucky coffeetree in the surrounding of spontaneous regenerated trees (right) in Topčider (Photo: M. Bobinac, November, 2016.)

Besides the aforementioned "mother" tree in the area of 0.25 ha, there is a group of Kentucky coffeetree trees whose number, habitus, diameter structure, etc., suggest that they are originated from seed or root suckers of originally planted trees (Figure 2).

The diameter of the thickest Kentucky coffeetree tree in a spontaneous regenerated group is 48.2 cm which is 0.51 of the diameter of "mother" tree, and its height is 1.4 m higher than the height of the preserved "mother" tree. Starting from the measurement threshold of 1.0 cm, Kentucky coffeetree in the spontaneous regenerated group is represented by 325 trees (1300 per hectare) where 10.5% are in a dominant layer, 3.4% in codominant layer and 86.1% in the understory layer (Table 1).

When the number of trees in the spontaneous regenerated group is observed, starting from the measurement threshold of 10.0 cm, the Kentucky coffeetree is represented by 70 trees (280 per hectare), with 48.6% in dominant, 15.7% in codominant and 35.7% in the understory layer. The relative variation of tree diameter around the

mean diameter is 0.48-2.28  $d_a$ , and the relative variation range is 1.80  $d_a$ . Codominant trees are twice thinner compared to dominant trees, and the diameter structure of dominant and codominant trees has a positive asymmetry and heavier tails (platykurtic distribution) while the variation coefficient is 19.2-29.0%. The suppressed trees in the area that is in the growing process have the



**Figure 2.** The habitus of spontaneous regenerated trees of Kentucky coffeetree in Topčider (Photo: M. Bobinac, November, 2016.)

**Table 1.** The diameter structure of subspontaneous regenerated trees of Kentucky coffeetree on the area of 0.25 ha with measurement threshold of 1.0 cm

Species	Category	n	%	$d_a$	$d_{min}$	$d_{max}$	$s_d$	CV	skew	kurt
<i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch	BP-1	34	10.5	30.0	17.0	48.2	8.71	29.0	0.423	-0.987
	BP-2	11	3.4	15.8	11.6	21.4	3.04	19.2	0.324	-0.597
	BP-3	280	86.1	4.8	1.0	16.7	3.26	67.4	0.856	-0.011
	Total	325	100	7.8	1.0	48.2	8.87	113.0	2.346	5.597

**Table 2.** The diameter structure of subspontaneous regenerated trees of Kentucky coffeetree on the area of 0.25 ha, with measurement threshold of 10.0 cm

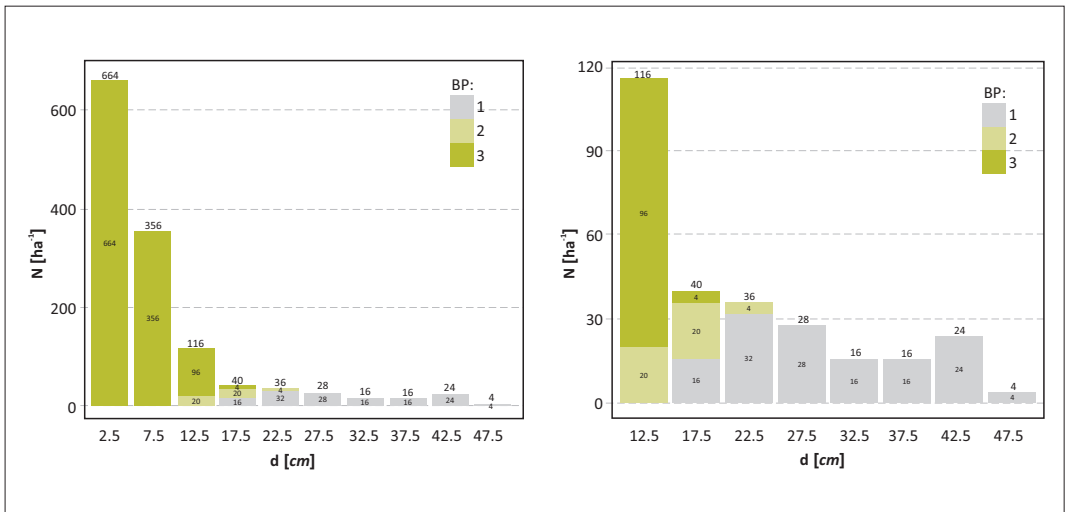
Species	Category	n	%	$d_a$	$d_{min}$	$d_{max}$	$s_d$	CV	skew	kurt
<i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch	BP-1	34	48.6	30.0	17.0	48.2	8.71	29.0	0.423	-0.987
	BP-2	11	15.7	15.8	11.6	21.4	3.04	19.2	0.324	-0.597
	BP-3	25	35.7	11.5	10.1	16.7	1.60	13.9	2.082	4.435
	Total	70	100	21.2	10.1	48.2	10.75	50.8	0.855	-0.379

expressed positive asymmetry and mesokurtic distribution. In the measurement threshold of 1.0 and 10.0 cm, the suppressed trees are represented by trees that are moving from the categories of a higher biological rank in the process of natural differentiation and the trees that are “growing inside the structure” of the group (Table 2).

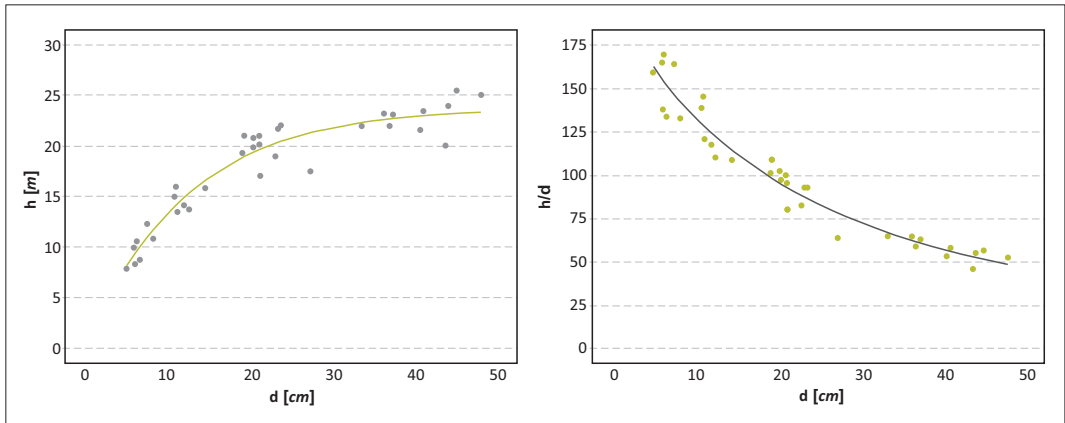
The diameter distribution of the Kentucky coffeetree trees in the measurement threshold of 1.0 cm and 10.0 cm shows the declining distribu-

tion and the distribution of dominant trees shows the lesser participation of thinner trees what points out to the process of differentiation in the group (Diagram 1).

The height curve shows a distinct degree of rising which is characteristic for the irregular stands, and the slenderness, as a numerical expression of diameter and height growth conditions of Kentucky coffeetree on the area of subspontaneous dispersal is in the range from 160 in the



**Diagram 1.** The diameter structure of the subspontaneous regenerated group of Kentucky coffeetree trees in the measurement threshold of 1.0 cm (left) and 10.0 cm (right)



**Diagram 2.** The height curve (left) and the slenderness (right) of subspontaneous regenerated Kentucky coffeetree trees

trees with diameter 5 cm, to 52, in the trees with diameter 45 cm (Diagram 2). The slenderness of "mother" tree is 25, that is twice as lower value compared to the slenderness of the dominant trees in the subspontaneous regenerated group.

In the area of subspontaneous dispersal of Kentucky coffeetree (0.25 ha), nine tree species and five shrub species were identified with 624 trees

(2495 per hectare) that invaded the area. In the total number, tree species are represented by 96%, and shrub species with 4%, starting from the sapling stage over 1.30 m of height. The Kentucky coffeetree is represented by 326 trees and has the participation of 52.2% of the total number of trees, i.e. 54.3% of total number of trees in the tree species group (Table 3).

**Table 3.** The numerical indicators of diameter structure of represented species in the area of subspontaneous dispersal of Kentucky coffeetree

Species	n	%	$d_a$	$d_{min}$	$d_{max}$	$s_d$
<i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch	326	52.2	8.1	1.0	94.6	10.08
<i>Acer campestre</i> L.	143	22.9	5.2	1.0	55.0	8.65
<i>Ulmus minor</i> Mill.	56	9.0	5.3	1.0	23.9	4.65
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	32	5.1	7.3	2.6	27.4	5.17
<i>Tilia tomentosa</i> Moench.	24	3.8	9.4	1.2	55.0	12.51
<i>Acer tataricum</i> L.	10	1.6	4.9	2.2	12.1	2.95
<i>Cornus sanguinea</i> L.	8	1.3	3.3	1.0	7.2	2.22
<i>Carpinus betulus</i> L.	7	1.1	2.4	1.5	4.4	0.99
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	6	1.0	7.0	4.3	9.0	1.7
<i>Fragula alnus</i> Mill.	5	0.8	1.3	1.0	1.7	0.31
<i>Euonymus europaeus</i> L.	3	0.5	1.0	1.0	1.1	-
<i>Sambucus nigra</i> L.	2	0.3	2.5	2.0	3.0	-
<i>Acer saccharinum</i> L.	1	0.2	53.0	53.0	53.0	-
<i>Pyrus pyrastrer</i> Burgsd.	1	0.2	4.1	4.1	4.1	-
Total on 0.25 ha	624	100	-	-	-	-
Total on 1.00 ha	2496	100	-	-	-	-

**Legend:** n – the number of measured trees;  $d_a$  – arithmetic mean diameter [cm];  $d_{min}$  – minimal diameter [cm];  $d_{max}$  – maximal diameter [cm];  $s_d$  – standard deviation of diameter [cm]

## DISSCUSSION AND CONCLUSIONS

On natural sites of Kentucky coffeetree, there are no special means of dispersal of the fruit, so the natural distribution of the fruit is scanty. Even a strong wind cannot carry the pods far and it is not known that the rodents are storing them for food (Werthner *et al.*, 1935). The leaves and the fruit are poisonous (Pammel, 1911), so the species is generally resistant to herbivory (Janzen, 1976). Given that there seems to be no living primary or secondary dispersal agents of Kentucky coffeetree seeds in North America (Zaya, Howe, 2009), water remains as the only known dispersal agent of Kentucky coffeetree in natural conditions (Werthner *et al.*, 1935; VanNatta, 2009; Zaya, Howe, 2009), although it seems that the species is not primarily adapted to a such mean of dispersal having in mind the size and other characteristics of the fruit (Zaya, Howe, 2009). It is hypothesized that the Kentucky coffeetree is an ecological anachronism, sinking to extinction in the wild because the large mammals as dispersal agents, who could have eaten the fruit and its toxins without ordeal, are missing. Unlike the megafauna, the "mesoherbivores" like horses and cattle cannot eat the Kentucky coffeetree fruit (Zaya, Howe, 2009).

Thanks to the Native American ethno-botanical practices, the influence of human shaped the current range of the species to a certain extent which is suggested by the strong correlation between current stands of Kentucky coffeetree and former Native American settlements (VanNatta, 2009). The problem of a limited natural regeneration of the species is even bigger having in mind that single-sex populations exist in nature. In the Canadian part of the species range, there are only a few sexually-reproducing populations that have both male and female trees and most extant populations consists of single-sex individuals in Canada (Environment Canada, 2014).

In the area of subspontaneous dispersal of Kentucky coffeetree (0.25 ha) in Topčider, 14 tree and shrub species were identified with 624 trees in total, starting from the development stage of saplings, with height over 1.30 m, i.e. the measurement threshold of 1.0 cm. The Kentucky coffeetree is the most represented tree species with

326 trees (52.2%). This points out that the Kentucky coffeetree successfully regenerates (from seed and root suckers) in the area that was under the anthropogenic influence and left to succession, but the species is not showing the invasiveness because the dispersal on this site is limited to the area of 0.25 ha and with assumed central position of the mother trees in a radius of 25 m for almost the last seven decades.

The diameter structure shows the declining distribution when the group of subspontaneously formed Kentucky coffeetree trees is observed in the measurement thresholds of 1.0 cm and 10.0 cm. This points out to the dynamics of growing in the area, and to the process of natural differentiation of the trees in the formed canopy, as well.

The preserved "mother" tree in the area of Topčider was branching already at 2 m above the ground, which is a characteristic of the habitus of solitary trees (Bunuševac, 1951). Unlike the mother tree, the group of subspontaneously regenerated trees is characterized by the habitus of trees grown in the stand closure. The slenderness of the dominant trees of the subspontaneous formed group is 75-110, and there are no recorded trees with branching close to the ground. According to available data (Bobinac, Stojadinović, 2007; Bobinac *et al.*, 2008), the habitus of Kentucky coffeetree trees in geometrically formed plantation at Fruška Gora, on the site of pedunculate oak, hornbeam and linden, in the age of 78, is characterized by the mean basal diameter 35.0 cm, mean height of 31.8 m and slenderness of 90. This points out that Kentucky coffeetree in the stand closure can acquire the desirable growth for the production of technical assortments which makes this tree species interesting from the aspect of economy.

The silvicultural shaping of the subspontaneously formed group of Kentucky coffeetree trees which, together with the preserved mother tree symbolizes the beginning of the introduction of the allochthonous tree species in Serbia, will enable their optimal biological continuence, and with it, the symbolics that is translated to the cultural-historical complex of Topčider.

**Acknowledgement:** *This paper was realized as a part of the project "Studying climate change*



and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation" (43007) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia within the framework of integrated and interdisciplinary research for the period 2011-2017.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Alden H. A. (1995): *Hardwoods of North America*. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-83. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory (136)
- Binggeli P., Hall J. B., Healey J. R. (1998): *An overview of invasive woody plants in the tropics*. School of Agricultural and Forest Sciences Publication No. 13, University of Wales, Bangor (1-83)
- Bobinac M. (2012): *Posledice kolonizacije pajasena (Ailanthus altissima/Mill./Swingle) na strukturu izdanačkih sastojina lipe u NP Fruška gora*. Acta herbológica, Vol. 21, No. 1, Beograd (51-60)
- Bobinac M. (2013): *Nova faza degradacije u NP Fruška gora*. Hrvatska misao, God. XVII, Br. 1/13 (61) nova serija sv. 46 (Ur. D. Ballian: U čast Prof. em., dr. Vladimira Beusa u prigodi 75. obljetnice života i rada), Matica hrvatska Sarajevo (72-86)
- Bobinac M., Perović M. (2014): *Pekan (Carya illinoensis/Wangenh./K. Koch)-nova vrsta za alohtonu dendrofluoru Srbije*. Glasnik Šumarskog fakulteta 109, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd (33-48) <https://doi.org/10.2298/GSF1409033B>
- Bobinac M., Stojadinović T. (2007): *State and development of Kentucky coffee-tree (Gymnocladus canadensis Lam.) plantations on Fruška Gora*. International Symposium: Sustainable Forestry-Problems and challenges, Perspectives and challenges in Wood Technology. Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia, Proceedings (34-38)
- Bobinac, M., Stojadinović, T., Stanković N. (2008). *Gymnocladus canadensis Lam.-retka strana drvenasta vrsta na Fruškoj gori*. 9th Symposium on Flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions, Proceeding, Niš (205-210)
- Bobinac M., Šijačić-Nikolić M. (2014a): *Sexual dimorphism of the Tree of heaven (Ailanthus altissima/Mill./Swingle) as the basis for the control of its invasive spread in the forests and urban areas*. VII Congress on Plant Protection: „Integrated Plant Protection-Knowledge-Based Step Towards Sustainable Agriculture, Forestry and Landscape Architecture”, 24.-28. November, Zlatibor, Serbia, Plant protection Society of Serbia, Book of abstracts (236-237)
- Bobinac M., Šijačić-Nikolić M. (2014b): *Application of sexual dimorphism in thinning stands colonised by Tree of heaven (Ailanthus altissima/Mill./Swingle)*. V Congress of the Serbian Genetic Society, PRE BREEDING AND BREEDING-VII-73, September 28<sup>th</sup>-October 2<sup>nd</sup>, Serbia, Belgrade, Book of Abstracts (324)
- Bobinac M., Kusturin S., Andrašev S., Kiš A. (2016a): *Učešće invazivnih neofita u strukturi sastojina poljskog jasena u branjenom delu od poplava Monoštorskog rita (SRP „Gornje Podunavlje”)*. 2. Simpozijum o zaštiti prirode sa međunarodnim učešćem, „ZAŠTITA PRIRODE-ISKUSTVA I PERSPEKTIVE”, Knjiga rezimea, 1-2. april 2016., Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad, Srbija (49)
- Bobinac M., Andrašev S., Šijačić-Nikolić M., Bauer-Živković A., Šušić N. (2016b): *Učešće invazivnih neofita u strukturi mladih sastojina u NP Fruška gora*. 2. Simpozijum o zaštiti prirode sa međunarodnim učešćem, „ZAŠTITA PRIRODE-ISKUSTVA I PERSPEKTIVE”, Zbornik radova, 1-2. april 2016., Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad, Srbija (363-372)
- Bobinac M., Andrašev S., Bauer-Živković A., Šušić N. (2016c): *Predlog uzgojnih mera u zaustavljanju invazije pajasena (Ailanthus altissima/Mill./Swingle) i saniranju posledica kolonizacije u degradiranim sastojinama na području NP „Fruška gora”*. Acta herbológica, Vol. 25, No. 1, Beograd (43-55)
- Bobinac M., Šušić N., Bauer-Živković A. (2016d): *Unique example of European wild pear (Pyrus pyraeaster (L.) Burgsd.) in the territory of Belgrade-“Topčider pear”*. Proceedings of the 2<sup>ND</sup> International Student Environmental Conference, FISEC16, 18-22 May 2016., Belgrade, Republic of Serbia (6-12)

- Bunuševac T. (1951): *Gajenje šuma I*. Naučna knjiga, Beograd (450)
- Ćorović D. (2015): *Beograd kao evropski grad u devetnaestom veku: transformacije urbanog pejzaža*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu-Arhitektonski fakultet (414)
- Elias, T. S. (1980). *The complete trees of North America. Field guide and natural history*. Van Nostrand Reinhold Company & Times Mirror Magazines Inc. (XII + 948)
- Environment Canada (2014): *Recovery Strategy for the Kentucky Coffee-tree (Gymnocladus dioicus) in Canada [Proposed]*. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Environment Canada, Ottawa (VI + 36)
- Grbić M., Đukić M., Skočajić D., Đunisijević-Bojović D. (2007): *Role of invasive plant species in landscapes of Serbia*. 18<sup>th</sup> International Annual ECLAS Conference „Landscape Assessment–From Theory to Practice: Applications in Planning and Design Proceedings”, Faculty of Forestry, Belgrade (219-228)
- Harlow W.M., Harrar E.S., Hardin J.W., White F.M. (1996): *Textbook of Dendrology*. McGraw-Hill Series in Forest Resources, New York (534)
- Idžojtić M. (2013): *Dendrologija-cvijet, češer, plod, sjeme*. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb (671)
- Janzen D.H. (1976): *Effect of defoliation on fruit-bearing branches of the Kentucky coffee tree, Gymnocladus dioica (Leguminosae)*. Am Midl Nat 95 (474-478)
- Jokanović D., Vilotić D., Mitrović S., Miljković D., Rebić M., Stanković D., Nikolić V. (2015): *Correlations between the anatomical traits of Gymnocladus canadensis Lam. in heartwood and sapwood of early - and latewood zones of growth rings*. Arch. Biol. Sci., 67 (4), Belgrade (1399-1404)
- Jovanović B. (1950): *Nesamonikla dendroflora Beograda i okoline*. Glasnik Šumarskog fakulteta 1, Beograd (75-116)
- Jovanović B. (2000): *Dendrologija, šesto izmenjeno izdanje*. Univerzitetaska štampa, Beograd (536)
- Jovanović-Juga S. (1998): *Taksonomsko horološka analiza postojeće i perspektivne dendroflora Botaničke bašte „Jevremovac” Univerziteta u Beogradu*. Centar za multidisciplinarnu studije Univerziteta u Beogradu, Beograd (219)
- Jurković, M. (1988): *Fruktifikacija i subspontano razmnožavanje drvenastih egzota u arboretumu Botaničkog vrta u Zagrebu-Fructification and Subspontaneous Reproduction of Exotic Woody Plants in the Arboretum of Botanical Garden Faculty of Science Zagreb*, Šumarski list, 7-8, Zagreb (327-337)
- Karas M. (2003): *Potencijali zaštićene dendroflora Beograda u očuvanju genetičkog i specijskog diverziteta*. Magistarska teza, Univerzitetu Beogradu - Biološki fakultet, Beograd (111)
- Karas, M., Bobinac, M., and Sojić L. (2003): *Neke taksonomske i dendrometrijske karakteristike zaštićene dendroflora Beograda*. Međunarodna Eko-Konferencija: Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja, Monografija, Tom. I, Novi Sad (307-311)
- Ljubičić J. (2017): *Ekološko florističke karakteristike zaštićenog prirodnog dobra „Park šuma Topčider”*. Master rad, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd (40)
- Marić B. A. (1933): *Pitanje šume i pošumljavanja u okolini Beograda*. Šumarski list, 7-8, Zagreb (421-438)
- McClain M. L., Jackson M. T. (1980): *Vegetational associates and site characteristics of Kentucky coffeetree, Gymnocladus dioicus (L.) K. Koch*. Proc Central Hardwoods For Conf 3 (239-256)
- Mitrović K. (2008): *Topčider–dvor kneza Miloša Obrenovića*. Istorijski muzej Srbije, Beograd (212)
- Pammel L. H. (1911): *A Manual of Poisonous Plants, Part II*. The Torch Press, Cedar rapids, Iowa (977)
- Petrović, D. (1951): *Strane vrste drveća (egzoti) u Srbiji*. SANU, Posebna izdanja, knj. CLXXXII. Institut za fiziologiju razvika, genetiku i selekciju, knj. 1. Beograd, (180)
- Stamenović V., Vučković M. (1988): *Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina*. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd (368)
- Tomić Z., Rakonjac Lj. (2013): *Šumske fitocenoze Srbije. Priručnik za šumare, ekologe i biologe*. Institut za šumarstvo, Beograd, Univerzitet Singidunum-Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd (177)

- Tucović A. (1990): *Genetika sa oplemenjivanjem biljaka, IV izmenjeno i dopunjeno izdanje*. Naučna knjiga, Beograd (596)
- Van Dersal W. R. (1938): *Native Woody Plants of the United States, Their Erosion-Control and Wildlife Values*. Government Printing Office, Washington, United States (362)
- Van Natta A.R. (2009): *Ecological importance of Native Americans culture to the Kentucky coffeetree*. University of Wisconsin, Stevens Point, Wisconsin (21)
- Vilotić D., Šijačić-Nikolić M., Miljković D., Očokoljić M., Rebić M. (2011): *Comparative analysis of the anatomical structure of heartwood and sapwood selected *Gymnocladus canadensis* Lam. trees in Srpska Crnja*. Arch. Biol. Sci., 63(3), Belgrade (831-836)
- Vladisavljević S. (1991): *Počeci uređivanja Topčidera u izletničku park šumu*. Šumarstvo, XLIII, 6, Beograd (77-87)
- Werthner W. B., Werthner H.E., Kienholz R.A. (1935): *Some American Trees; an intimate study of native Ohio trees*. The Macmillian Company, New York (xv+398)
- Zaya D.N., Howe H.F. (2009): *The anomalous Kentucky coffeetree: megafaunal fruit sinking to extinction?*. Oecologia 161, Concepts, Reviews and Syntheses (221-226)
- (2016): *Plan upravljanja zaštićenim područjem „Topčiderski park“, 2016-2025*. JKP „Zelenilo Beograd“. Beograd (70)
- (2017a): *Republički hidrometeorološki zavod Srbije*: [http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/stanica\\_sr.php?moss\\_id=13274](http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13274) (pristupljeno 30. 09. 2017. godine)
- (2017/b): *Katalog nepokretnih kulturnih dobara na području grada Beograda* [http://beogradskonasledje.rs/kd/zavod/savski\\_venac/topcider.html](http://beogradskonasledje.rs/kd/zavod/savski_venac/topcider.html) (pristupljeno 19.09.2017. godine)



