

ИЗРАДА СТРУЧНИХ ОСНОВА ЗА ПРИПРЕМУ УПУТСТАВА ЗА ПРЕМЕР ШУМА У ПОСТУПКУ ИЗРАДЕ ОСНОВА ГАЗДОВАЊА ШУМАМА

Уговором број: 401-00-1423/2023-10 од 14.06.2023. године који је склопљен између Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде – Управа за шуме (давалац средстава) и Института за низијско шумарство и животну средину Универзитета у Новом Саду (корисник средстава) дата је сагласност за израду развојно-истраживачког пројекта на тему *Израда стручних основа за припрему упутстава за премер шума у поступку израде основа газдовања шумама.*

По наведеном Уговору број: 401-00-1423/2023-10 од 14.06.2023 године, достављамо вам коначну верзију Извештаја о извршеним активностима на Пројекту.

Увод

Уређајна инвентура је један од најважнијих и најодговорнијих стручних послова који се спроводи у шумарству. Она нам омогућава да на основу прикупљених података утврдимо тренутно стање шума, али нам на основу података ранијих инвентура и евиденција газдовања у прошлости омогућава да пратимо и динамику развоја шума и анализу досадашњег газдовања шумама једног шумско привредног подручја или газдинске јединице. Познавање садашњег стања шума и анализа газдовања у претходним уређајним периодима је предуслов да би смо могли објективно планирати и будуће газдовање.

У већини европских држава планирање газдовање шумама је законски регулисано и подразумева да је неопходна израда планских докумената која јасно прописују циљеве, планове и газдинске мере будућег газдовања шумама. У Србији сви власници или корисници шума, изузимајући мале приватне шумовласнике, су дужни да газдују шумама по унапред израђеним планским документима тј. основама за газдовање шумама. Као једна од најважнијих фаза у изради основа за газдовање шумама је прикупљање података у тзв. уређајној инвентури шума, у пракси често користимо и синоним таксација.

Са развојем статистичко-математичких метода при уређајним инвентурама шума данас се скоро искључиво користи делимични премер шума. У шумарској пракси се за овај начин премера шума често користе и термини метод узорка или репрезентативни метод. При коришћењу овог начина премера шума као основна дилема се поставља како конципирати узорак да нам уређајна инвентура омогући да добијемо довољно прецизну процену постојећег стања шума а да узорак у исто време буде и економичан.

Данашње уређајне инвентуре су усложњене и због потребе добијања неких информација о шумама које у прошлости нисмо прикупљали (специјски и екосистемски

биодиверзитет, мртво дрво, Натура 2000 и др.). Такође, у Европи се све више промовише повећање разнодобности и мешовитости шума и коришћење природи блиског газдовања што намеће и промене при дефинисању другачијег приступа при изради методика уређајних, регионалних и националних инвентура шума.

Неке европске земље већ дуго а многе друге земље све више примењују тзв. перманентне инвентуре шума које подразумевају да се мерења увек врше на истим пробним површинама и стаблима. На неки начин европско шумарство се условно враћа контролној методи (Gurnaud, 1878, Violley 1920) али сада заснованој на репрезентативном методу. Такође, неке земље користе и комбинацију класичне уређајне са несталним пробним површинама и перманентне инвентуре шума на сталним пробним површинама.

Важан је и контекст да се у Европи, као непотребна и економски неодржива, све више одбацује потреба прецизног прикупљања података на састојинском нивоу, већ се тежи да се прецизност прикупљених података обезбеди на нивоу просторно већих газдинских категорија (газдинска класа, разред, тип, идр.). С обзиром да се и у Србији и у законској али и стручној и научној литератури све више инсистира на примени одрживог, мултифункционалног и природи блиског газдовања, свакако је потребно и уређајну инвентуру прилагодити том контексту.

Промоцијом перманентне инвентуре или комбинације класичне и перманентне инвентуре на подручју Србије биће отклоњени и неки недостаци класичне уређајне инвентуре шума која се користи у Србији. Најважнија предност ће бити што ће се запремински прираст рачунати на основу стварних запремина из два премера на перманентним пробним површинама, уважавајући урасла и излучена стабла. Такође, значајна предност ће бити и стварна евиденција спроведених газдинских мера на перманентним пробним површинама, дугорочна анализа здравственог стања, објективна анализа и квантификација промене структуре и диверзитета у дужем временском периоду. Условно, применом перманентне инвентуре ми ћемо добити и велики број примерних површина које ће моћи бити коришћене и као огледна поља за различита научна истраживања. Штавише, отвара се следећи развојни корак у премеру шума, примена техника даљинске анализе као што су (мулти) спекралне слике или ласерске технике (АЛС, ТЛС).

Перманентна инвентура постаје саставни део већине националних инвентура али и уређајних инвентура које се користе у Европи.

Приликом коришћења перманентне уређајне инвентуре посебно је важно дефинисати интензитет премера, величину и врсту пробних површина, прецизност процене узорка и просторни ниво на коме се та прецизност остварује.

Историјски контекст перманентних инвентура

Duncan и Kalton (1987) су поредећи различите методе које се користе у различитим инвентурама у природи, утврдили да је поновно мерење истих индивидуа на сталним пробним површина најбољи и често једини начин за поуздану процену компоненти промена током времена.

У инвентури шума коришћење сталних перманентних пробних површина је почело и раније и први је практичну примену методски јасно дефинисао Stot (1947). Касније је коришћење сталних перманентних пробних површина описано од већег броја других аутора Ware и Cunia (1962), Nyssönen (1967), Cunia и Chevrou (1969), Martin (1982), van Deusen (1989), Päivinen и Yli-Kojola (1989), Köhl, M., et all. (1995) и др. Schmid-Haas (1983) је примену сталних перманентних пробних површина у планирању газдовања шумама назвао контролно узорковање. Овај приступ комбинује модерни приступ метода узорка (репрезентативног метода) и традиционални контролни метод који се у средњеевропском шумарству користи још са краја 19. века (Gurnaud, A. (1878); Biolley, H. E. (1920)).

Контролно узорковање у шумарској пракси значајнију примену је пронашло због интензивног развоја статистичко математичких метода са једне стране али и због неекономичности примене класичног контролног метода са друге стране. У Швајцарској метод контролног узорковања се почео користити шездесетих година 20. века (Schmid-Haas, 1963). У немачкој покрајини Доња Саксонија перманентна уређајна инвентура на сталним пробним површинама које су распоређене у систематској мрежи примењена је 1980. године (Böckmann et al. 1998; Böckmann, 2016), у Баварској 1984. а у Баден Виртембергу од 1988. године (Kovač, Nočevar, 2010). Примена швајцарског приступа перманентне инвентуре у Словенији је тестирана 1972. године, осамдесетих година је примењивана спорадично, да би од 1998. године постала стандардни метод уређајне инвентуре шума (Nočevar, Hladnik, 2006).

Основни недостатак примене сталних перманентних пробних површина што оне у потпуности репрезентују промене које настају само на конкретним локацијама, и простор који није обухваћен узорком никада неће бити предмет будућих инвентура. Из тог разлога Ware и Cunia (1962) су предложили узорковање са делимичном заменом сталних перманентних пробних површина. Данас се овај проблем најчешће решава комбинацијом одређеног броја сталних перманентних пробних површина и несталних пробних површина. Поред широке примене перманентне инвентуре при спровођењу уређајних инвентура шума, и већине регионалних и националних инвентура су данас делимично засноване на коришћењу перманентних пробних површина.

Преглед постојећих перманентних инвентура

У последњих 70 година перманентна инвентура је примењена у већем броју земаља и покрајина у Европи. Перманентне уређајне инвентуре данас се примењују и у великом броју земаља ван Европе, на свим континентима.

У табели 1 су приказане опште карактеристике неких перманентних уређајних инвентура које се тренутно примењују у средњој Европи и на Балкану.

Држава / Покрајина	Основни опис уређајне инвентуре	Дизајн инвентуре	Техника узорка	Релативна стандардна грешка запремине за целу газдинску јединицу (%)	Минимал. величина минималне циљане јединице	Литература
Баден Виртемберг	Перманентна уређајна инвентура (газдинска јединица)	200*100 1 круг на 2 хектара	Концентрични кругови (3 радијуса: 3/6/12 метара за циљане пречнике: 7/15/30 cm Највећи круг: 0,05 хектара Интензитет премера: 2,26%	1,5	50 хектара	Goltz (1999)
Доња Саксонија	Перманентна двофазна уређајна инвентура (Покрајина са доминацијом једнодобних састојина) (газдинска јединица)	Просечно 240*240 1 круг на 5,7 хектара	Концентрични кругови (2 радијуса: 6/13 метара за циљане пречнике: 7/30 cm Највећи круг: 0,05 хектара Интензитет премера: 0,94%	5,0 за старије састојине преко 120 година 15,0 за састојине од 40-120 година	50 хектара	Böckmann, et al. (1998)
Тирингија	Перманентна уређајна инвентура (доминантно разнодобне шуме) (газдинска јединица)	100/100 1 круг на 1 хектар	Концентрични кругови (3 радијуса: 5,64/7,98/12,62 Највећи круг: 0,05 хектара Интензитет премера: 5,0%	2,5		Erteld et.al. (2005)
Швајцарска	Перманентна уређајна инвентура (поједини кантони)	80/150 (опционо, густина зависи од више фактора) 1 круг на 1 до 2 хектара	Кругови са константним пречником површине од 3 до 6 ари у зависности од типа шуме. Алтернатива: концентрични кругови (2 радијуса: 7,98/12,62 за циљане пречнике:	5-10		Schmid-Haas et all. (1993).

			12/36 cm Интензитет премера: 1,5 до 6%			
Аустрија	Перманентна уређајна инвентура (Државне шуме којима газдује предузеће ÖBF) (газдинска јединица - ревер)	400/400 већина ревера 1 круг на 16 хектара 400/200 Мањи број ревера 1 круг на 8 хектара	Угаоно изабрајање (WZP)	5,0		*Stichprobeninventur - Österreichische Bundesforste
Словенија	Перманентна уређајна инвентура (газдинска јединица)	250/250 и 250/200 1 круг на 16 хектара 6,25 и 5 хектара	Концентрични кругови (2 радијуса: 7,98/12,62 за циљане пречнике: 10/30 cm Највећи круг: 0,05 хектара Интензитет премера: 0,8 и 1,0 %			Hočevar, M., & Hladnik, D. (2006)
Црна Гора	Комбинација перманентне уређајне инвентуре и инвентуре на несталним пробним површинама (газдинска јединица)	100/200 перманентне п.п. 100/200 несталне п.п.	Концентрични кругови (4 радијуса: 5,64/7,98/12,62/17,84 за циљане пречнике: 10/15/30/50 cm Највећи круг: 0,10 хектара Интензитет премера: 10,0%	1,6	23,5 хектара	Unique&CM U: First time&cost analyses July 2007
Босна и Херцеговина	Уређајна инвентура на несталним пробним површинама (ниво шумско привредног подручја)	100*100 обични кругови 200*200 детаљни кругови високе шуме 120*120 (станд. грешка 5%) 240*240 (станд. грешка 10%) изданацке шуме	Концентрични кругови (6 или 7 радијуса: 2,5/4,5/5,5/9,0/15,0/25,0 за циљане пречнике: 5/10/20/30/50/80 cm Највећи круг: 0,20 хектара Интензитет премера: 20,0% високе шуме; 5,0% изданацке шуме.	високе шуме 1,0 за запремину 2,0 запремински прираст изданацке шуме 5-10 за запремину		Matić (1977); Bozalo (2007); Lojo, Musić (2016); *Шумско-привредна основа за Власеничко шумско-привредно подручје (2021-2030)

Перманентне уређајне инвентуре у Европи карактеришу различити типови и дизајни инвентура, различите технике узорковања и различит праг прецизности процене таксационих елемената (најчешће се у ту сврху користи запремина или темелница).

Најчешће у шумарској пракси средње Европе се при перманентној уређајној инвентури користе сталне пробне површине које се инвентаришу периодичним мерењима са интервалом најчешће од десет година. Да би на терену могли да пронађемо сталне пробне површине у наведеној инвентури, поставља се у центру метални кочић. За центар се одреде прецизне координате и центар се осигура у односу на неке карактеристичне објекте који се налазе у близини (доминантна стабла, стене, и др.). У првом мерењу из центра пробне површине сними и позиција свих стабала изнад таксационе границе (азимут и растојање од центра до стабла). У наредним мерењима мере се иста стабла која су мерена у прошлости. Евидентирају се стабла која недостају (осушена, посечена, и др.) и лоцирају се и мере стабла која су у последњем уређајном периоду прерасла таксациону границу.

У неким уређајним инвентурама се користи и узорковање са делимичном заменом сталних перманентних пробних површина. То значи да се у следећем премеру на одређеном броју пробних површина мере иста стабла као у прошлом премеру, али се одређени број сталних пробних површина не мери поново, већ се мерења врше на новим пробним површинама. Као што је раније наглашено, овај приступ има одређене теоријске предности са аспекта боље репрезентативности у процени стања шума на целој површини, али се оваквим приступом губи права нит примене контролног метода. Зато се у неким уређајним перманентним инвентурама, као неки вид комбинације два наведена приступа у инвентури користе и комбинација одређеног броја сталних перманентних пробних површина и несталних пробних површина. У Доњој Саксонији се користи и двофазна перманентна инвентура где се комбинују аерофототаксација (прва фаза у којој се у мрежи 100*100 процењује где треба вршити теренска мерења) и терестичка инвентура са сталним пробним површинама.

Као важна дилема која се намеће при употреби свих уређајних перманентних инвентура је и таксациона граница која је најчешће ограничена на 5, 7, 10 и 12 центиметара прсног пречника у зависности од традиције, стања шума, циљева газдовања и др.

Један од најважнијих аспеката наведених уређајних перманентних инвентура је тежња да се прецизност прикупљених података не обезбеђује на нивоу појединачних састојина већ на нивоу просторно већих газдинских категорија (газдинска класа, разред, тип, и др.) за које уједно дефинишемо и принос а и прописујемо спровођење адекватних газдинских мера које су у складу са дефинисаним циљевима газдовања, постојећим стањем, и анализом досадашњег газдовања. На овај начин се обезбеђују потребни подаци за објективно газдовање и контролу а може се избалансирати најбољи однос поузданости података и цене коштања инвентуре.

Већину уређајних перманентних инвентура карактерише унапред јасно дефинисан распоред и растојање сталних пробних површина, који је јединствен и не зависи од састојинских и станишних карактеристика шума које се мере. Најчешће се користи

квадратна мрежа са растојањем између пробних површина најчешће од 100*100, 200*200, 250*250 па до 400*400 метара у случају инвентуре државних шума у Аустрији. Такође, у неким земљама се користи и правоугаона мрежа са растојањем између пробних површина најчешће од 80*150, 200*100, 400*200, чији поједини аутори, на пример у Швајцарској (Schmid-Haas, 1983) сматра да је овај приступ повољнији у државама где доминирају планине.

Густина мреже је у првом реду условљена прагом поузданости прикупљених података и просторног ниво на коме се та прецизност остварује (газдинска јединица, газдинско развојни тип, газдински разред, газдинска класа). Од велике је важности и варијабилитет прикупљених података. У шумским подручјима и газдинским јединицама где имамо једноличне најчешће једнодобне шуме са малим бројем врста, са ређом мрежом се могу постићи поуздани подаци са малом пројектованом релативном стандардном грешком процене. У шумским подручјима и газдинским јединицама где је изражен велики варијабилитет најзначајнијих таксационих елемената, високо учешће разнодобних мешовитих шума са великим бројем врста дрвећа или учешће у истој газдинској јединици шума различитог порекла и структурног облика (високе, изданачке, једнодобне, разнодобне) за исту пројектовану прецизност биће потребна знатно гушћа мрежа. Такође, велики утицај на густину мреже има и величина подручја или газдинске јединице која се мери. Што је инвентурна јединица већа може се очекивати и ређа мрежа пробних површина.

Управо из ових разлога у неким земљама и регијама (разни кантони у Швајцарској, Доња Саксонија) се густина мреже прилагођава различитим условима инвентурних јединица који имају велики утицај на варијабилитет прикупљених података а самим тим и на потребну прецизност прикупљених података.

У свим наведеним уређајним перманентним инвентурама се инсистира на репрезентативности при постављању пробних површина, тј. пробне површине се морају постављати строго у пројектованим мрежама без било каквог субјективног утицаја. То значи при првом премеру пробне површине се морају постављати искључиво на местима где су и пројектоване, без било каквих померања. У већини наведених инвентура се и ивичне пробне површине које се налазе на рубовима састојина или на границама одсека не померају, већ се редукује њихова површина до наведених граница применом различитих метода.

Као једно од најважнијих питања при реализацији уређајних перманентних инвентура је избор адекватне технике узорака. У већини наведених инвентура се користе концентрични кругови, у Швајцарској поред концентричних се користе и кругови са константним пречником а у Аустрији се користи угаоно изабрајање. Начелно, можемо закључити да свака од наведених техника узорка има своје и позитивне али и негативне стране при практичној примени и утицају на добијене резултате инвентуре.

Концентрични кругови који се користе у наведеним инвентурама најчешће имају 2 или 3 радијуса, у Црној Гори 4 радијуса. Величина кругова је различита и на њима се мере стабла различитог прсног пречника. Уопштено, кругови највећег радијуса на којима се мере само најдебља стабла су најчешће величине 5 или 10 ари. Концентрични кругови су се показали као најекономичнији јер избегавају „беспотребно“ мерење танких стабала а добија се висока прецизност процене најважнијих таксационих елемената. Нарочито је ова предност изражена у разнодобним састојнама (Kershaw et al. 2016).

Кругови са константним полупречником се користе у Швајцарској у различитој величини од 3 до 6 ари. У младим једнодобним састојинама се користе од 3 ара а у пребирним од 6 ари. Иако су неекономични у односу на концентричне кругове боље приказују структурну изграђеност састојина и погоднији су за квантификавање једноставне и просторне структуре применом различитих индекса и функција.

Угаоно избрајање се примењује у уређајној перманентној инвентури у државним шумама у Аустрији. Као што је познато ова техника има предности у односу на претходне две јер се стабла избрајају а не мери им се пречник. Такође се одликује економичношћу, али се на подручју Балкана врло ретко примењује.

Као и код потребе високе репрезентативности при постављању сталних пробних површина на терену, такође и при избору, мерењу и избрајању граничних стабала на пробним површинама се мора водити посебна пажња. Због великог утицаја појединачних стабала на добијене резултате инвентуре, сва гранична стабла треба детаљно проверити и уверити се да ли су она део узорка или нису.

Као једну уређајну инвентуру која није перманентна али са појединим примењивим елементима и у будућем предлогу за Србију, анализирали смо и уређајну инвентуру са несталним пробним површинама која се већ 50 година примењује у Босни и Херцеговини. Инвентура се спроводи на нивоу целог шумскопривредног подручја на несталним пробним површинама које су рапоређене у квадратну мрежу најчешће димензија 100*100 метара на којима се само утврђују врсте дрвећа, прсни пречници и степен склопа. Ови кругови се називају обични кругови. Сваки четврти круг је тзв. детаљни круг и они су распоређени у квадратну мрежу са растојањем 200*200 метара и на њима поред наведених таксационих елемената се прикупљају и подаци о квалитету стабала, подмлатку, дебљинском прирасту, пробној дознаци и висинама стабала. У шумарској пракси Републике Српске се ова густина мреже најчешће примењује, иако теоријски би се она требала пројектовати у зависности, у првом реду, од површине високих шума у Шумскопривредном подручју и варијабилитета запремине, као најважнијег таксационог елемента. У Федерацији Босне и Херцеговине Лојо и Мусић (2016) предлажу да се примењује густина мреже обичних кругова која је и израчуната на основу наведених елемената заокружена на 5 метара (на пример 90*90, 95*95, 100*100 метара). Ови аутори сматрају да је мрежа детаљних кругова која се по инерцији примењује у пракси (обично сваки четврти круг) проблематична, и не

даје задовољавајуће резултате у многим шумскопривредним подручјима. Зато предлажу знатно гушћу мрежу и ових кругова (уопштено, на сваком кругу процењивати запремину, на сваком другом спроводити пробну дознаку и процењивати квалитет, а на свакој четвртој запремински прираст. С обзиром на доминацију разнодобних и мешовитих шума користе се концентрични кругови са 6 или 7 радијуса, што на основу досадашњих анализа је и највећи број који се користи у Европи. Обични кругови се постављају искључиво да би се обезбедио довољан број пробних површина на којима ће се темељница и запремина као два најважнија таксациона елемента проценити у раније дефинисаним границама релативне стандардне грешке. Досадашње практично искуство показује да и у оваквим високим шумама високог варијабилитета мрежа 100*100 нам обезбеђује поуздане податке процене запремине на нивоу шумскопривредног подручја са двоструком релативном стандардном грешком најчешће у границама +/- 0,5 - 2,0 %. Такође, на основу наше анализе у већем броју шумскопривредних подручја, и за већину газдинских класа са просечном и већом заступљеношћу се добија поуздана процена запремине на нивоу шумскопривредног подручја са двоструком релативном стандардном грешком најчешће у границама +/- 2 - 10 %. Газдинске класе мале површине а нарочито ако их карактерише висок варијабилитет таксационих елемената имају најчешће непоузданију процену запремине са двоструком релативном стандардном грешком већом од +/- 10 %. У Босни и Херцеговини су прописане максимално дозвољене двоструке релативне стандардне грешке процене на нивоу целог шумскопривредног подручја следећих елемената: за запремину +/- 1 %, за запремински прираст +/- 2 %, пробну дознаку +/- 3 %.

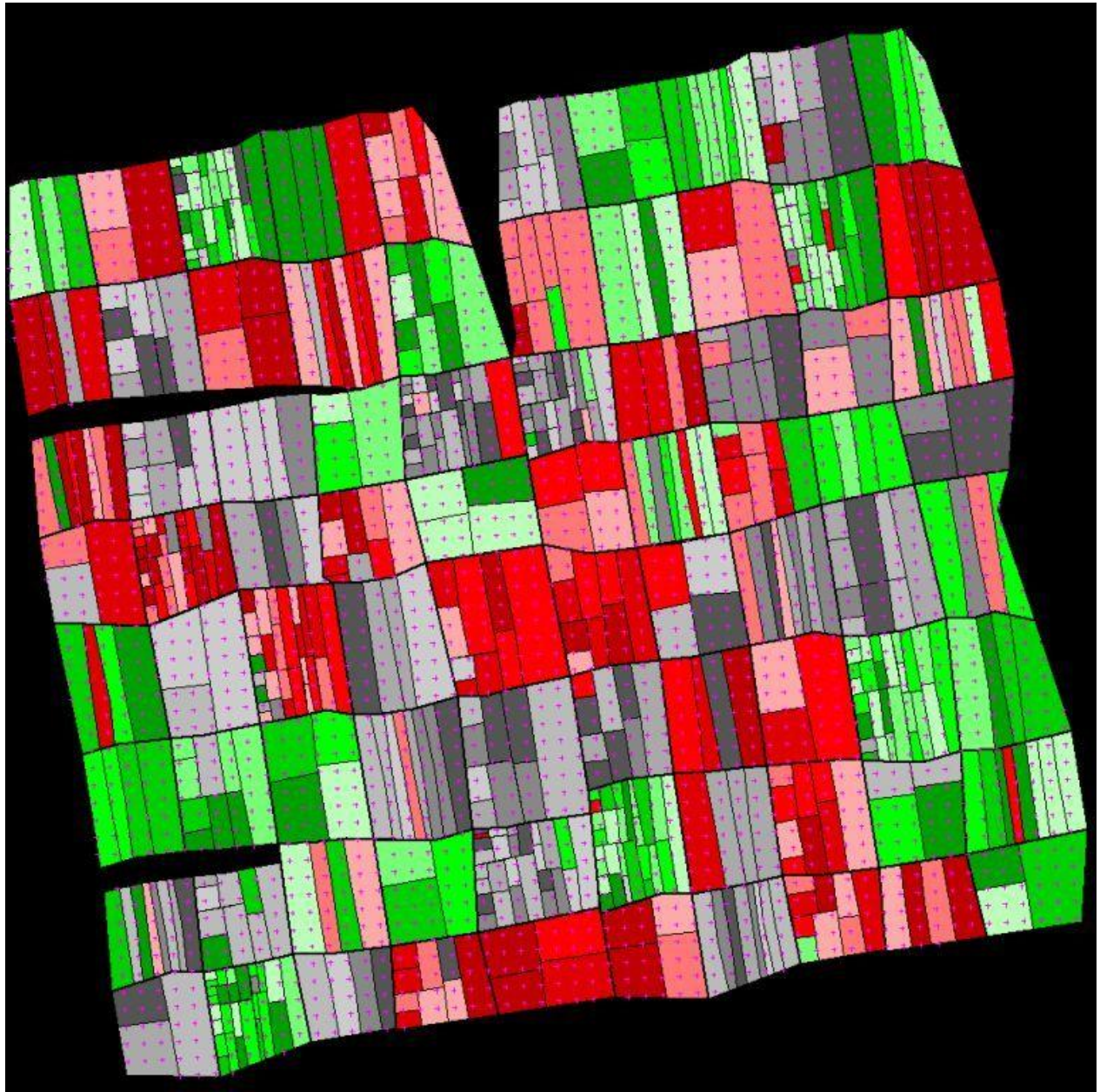
Симулација различитих интензитета инвентуре и техника узорковања

На Шумарском истраживачком институту Баден Виртемберга развијен је један симулатор под називом STIPSI (симулатор за узорковање за састојинске и уређајне инвентуре) који се користи за тестирање различитог дизајна инвентуре и различитих техника узорковања (STIPSI – Ein Stichprobensimulator für Bestandes – und Betriebsinventuren – www.fva-bw.de). Симулатор се користи и за појединачне састојине али и за читаве газдинске јединице. У нашем случају смо симулирали различите интензитете и технике узорковања у једној газдинској јединици која је за потребе симулирања потпуно премерена и стабла су позиционирана у простору. Газдинска јединица је површине од 2.851,2 хектара у којој је издвојено 684 састојине просечне величине од 4,17 хектара.

Прилоком симулације дизајна уређајне перманентне инвентуре и техника узорковања водили смо рачуна да тестирани елементи буду у складу са већ описаним доминантно коришћеним инвентурама на простору Средње Европе и Балкана али и колико је то год могуће буду у складу са досадашњом инвентурном праксом у Србији.

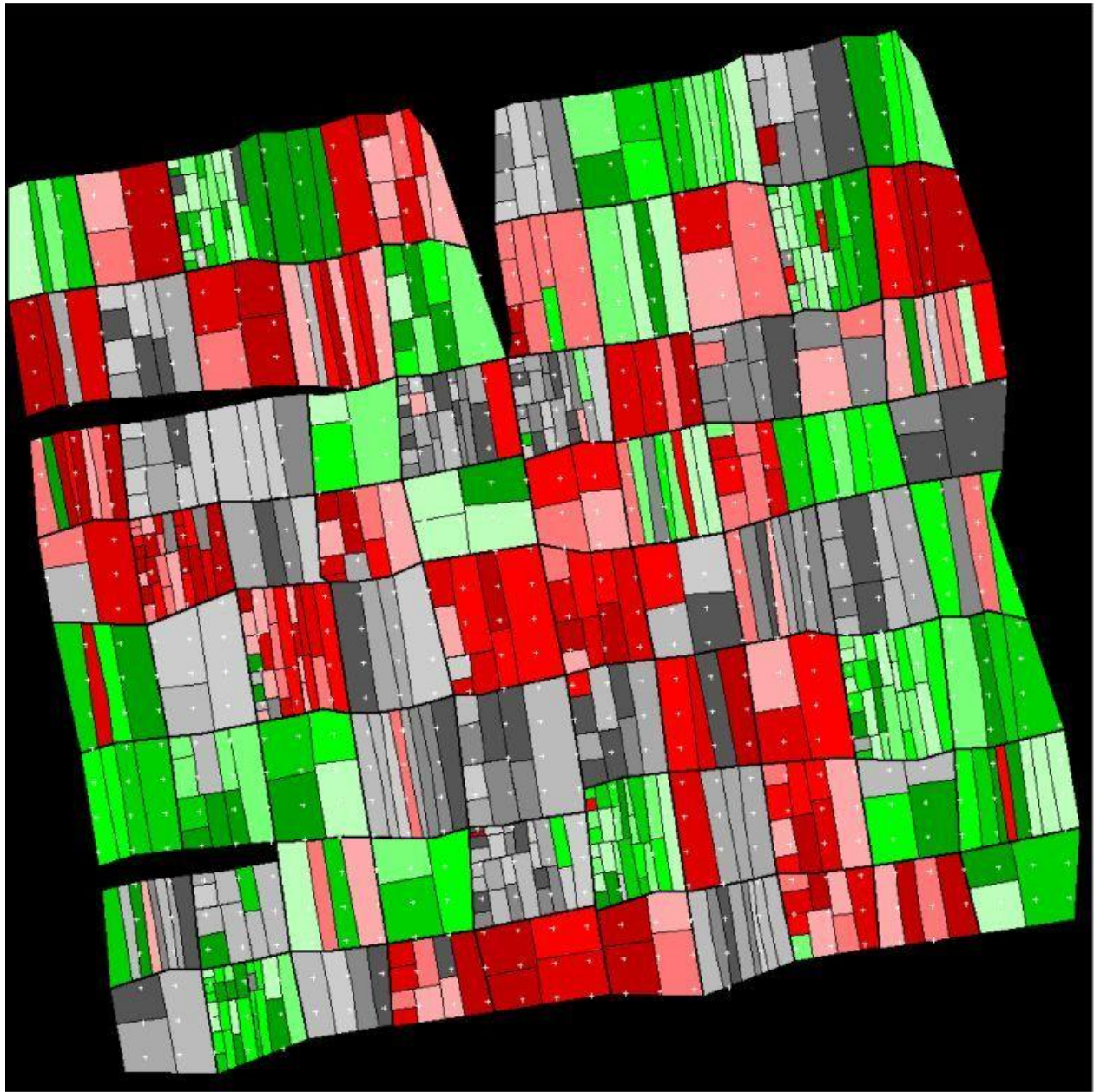
Резултати симулација имају оријентациони карактер јер се односе на конкретну газдинску јединицу која се свакако разликује по величини, станишним и састојинским карактеристикама али и по варијабилитету основних таксационих елемената од неке конкретне састојине у којој желимо да проведемо инвентуру. Наше је мишљење да нам симулатор објективније може приказати поређење различитих техника узорковања где можемо видети у једној конкретној ситуацији како различите технике узорковања утичу на интензитет инвентуре (исказан кроз број узоркованих стабала) и процену прецизности инвентуре исказане релативном стандардном грешком. Ова поређења нам могу бити од велике користи приликом избора оптималне технике узорковања у будућим уређајним инвентурама у Србији. Симулацију различитих густине и типа мрежа (квадратна или правоугаона) пробних површина треба ипак схватити више оријентационо јер добијене вредности релативних стандардних грешака процене се односе на конкретну газдинску јединицу и не морају бити поуздане за различите газдинске јединице на подручју Србије. Објективно тестирање дизајна инвентуре, на жалост ће бити могуће једино кад се нови одабрани метод инвентуре стварно тестира на већем броју газдинских јединица које се разликују по величини, станишним и састојинским карактеристикама али и по варијабилитету основних таксационих елемената.

У првој фази симулације смо користили квадратну мрежу пробних површина са растојањем 100*100 (слика 1) и 200*200 метара (слика 2). Густина мреже 100*100 метара (или сличне правоугаоне мреже где једна пробна површина репрезентује 1 хектар) је често коришћене у раније наведеним инвентурама (Тирингија, условно Швајцарска, Црна Гора). Такође, и уређајна инвентура која се у Босни и Херцеговини спроводи већ 50 година се најчешће спроводи са овом густином мреже, па нам је важно, због делимичне сличности састојинских и станишних карактеристика са Србијом, симулирати различите технике узорковања са овом густином мреже пробних површина. Густину мреже 200*200 метара смо сматрали као потенцијално економичну а да се још увек могу добити прецизне процене главних таксационих елемената на нивоу најзаступљенијих газдинских типова. Такође, важна нам је била и чињеница да у уређајној инвентури која се користи у Босни и Херцеговини у мрежи 200*200 метара су распоређени детаљни кругови на којима се поуздано процењује запремински прираст састојина применом метода дебљинског прираста. Ова чињеница нам је дала идеју да би то можда била и оптимална густина мреже за сталне пробне површине у будућој перманентној инвентури. За поуздану процену запремине и темељнице као два најважнија таксациона елемента се онда може додатно поставити и одређен број несталних пробних површина на којима би обим мерења био знатно мањи него на сталним пробним површинама, и на којима би се само утврђивала врста дрвећа, прсни пречници и евентуално висине.



Слика 1. Квадратна мрежа пробних површина са растојањем 100*100 метара

Извор: Симулатор STIPSI



Слика 2. Квадратна мрежа пробних површина са растојањем 200*200 метара

Извор: Симулатор STIPSI

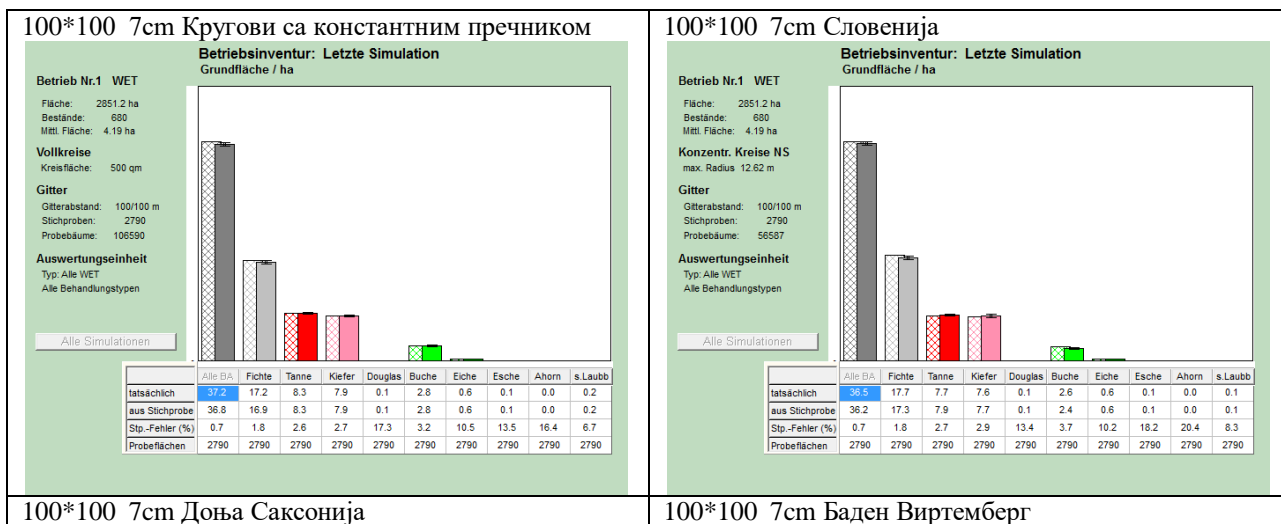
У симулацији смо користили таксациону границу од 7 и 10 цм, као најзаступљеније на истраживаном подручју.

У симулацији смо од техника узорковања користили кругове са константним пречником који се доминантно користе у уређајној инвентури шума у Србији у високим шумама изузимајући младе једнодобне састојине и вештачки подигнуте састојине ($r=12,62$ m, 5 ари) и концентричне кругове са 2, 3, 4 и 5 кругова који имају различите циљне

пречнике мерених стабла. Са два концентрична круга смо користили уређајну перманентну инвентуру која се користи у Словенији ($r=7,98$ и $12,62$ m; циљни пречници 10 и 30 cm), са три круга Доња Саксонија ($r=5,64$, $7,98$ и $12,62$ m; циљни пречници 7, 20 и 30 cm) и Баден Виртемберг ($r=3,0$, $6,0$ и $17,0$ m; циљни пречници 10, 15 и 30 cm), са 4 круга Црна Гора ($r=5,64$, $7,98$, $12,62$ и $17,84$ m; циљни пречници 10, 15, 30 и 50 cm) и са 5 кругова Нордрајн Вестфален ($r=2,5$, $5,0$, $10,0$, $15,0$ и $25,0$ m; циљни пречници 7, 10, 20, 30 и 50 cm). Циљ нам је био да тестирамо различите технике узорковања од великих кругова са константним пречником па до концентричним са великим бројем кругова а који се користе у шумарској пракси. С обзиром да су таксационе границе различите, ми смо их у симулацијама, где је то било потребно, кориговала на 7 и 10 cm. За све технике узорковања коришћена је идентична позиција пробних површина и једна симулација обраде.

Угаоно избрајање (WZP), иако има и одређених предности у односу на кругове са константним пречником и концентричне кругове нисмо симулирали у првом реду јер се на подручју Србије већ деценијама не користи у шумарској пракси. Недостатак угаоног избрајања је што није погодан метод за процену индекса једноставне и просторне структуре (Mutz et al. 2010), чије коришћење нам у будућим инвентурама може дати одговоре о квантификацији промене структурне изграђености састојина али бити и основа за квантификацију специјског, димензионог и просторног диверзитета састојина и читавих шумских комплекса. Овај контекст је нарочито важан јер не захтева никаква додатна мерења с обзиром да је на перманентним сталним пробним површинама неопходно просторно лоцирање стабала (азимут и растојање стабала из центра пробне површине).

На слици 3 приказано је поређење 6 инвентура са квадратном мрежом $100*100$ са таксационом границом 7 cm.





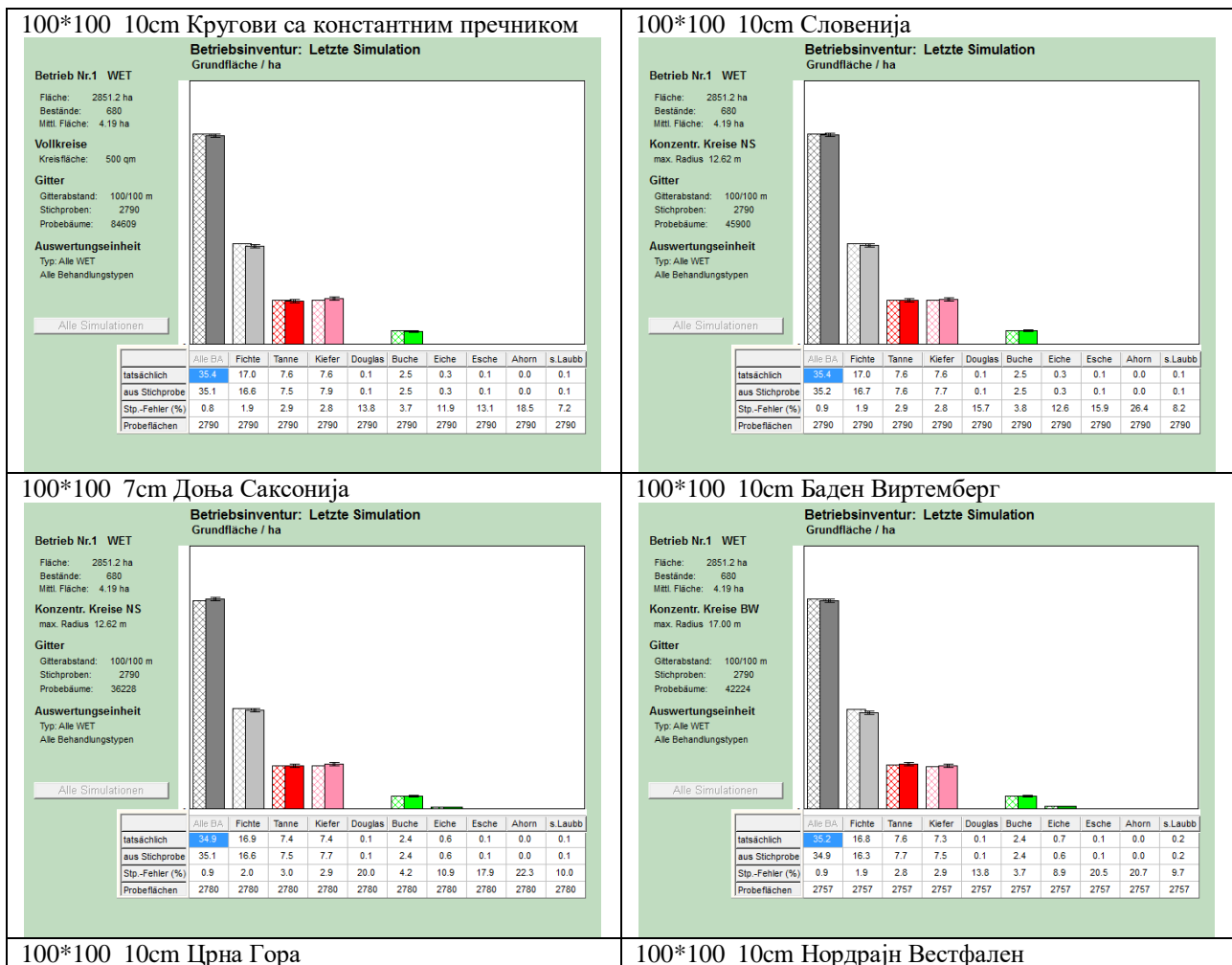
Слика 3. Поређење б инвентура са квадратном мрежом 100*100 са таксационом границом 7 цм

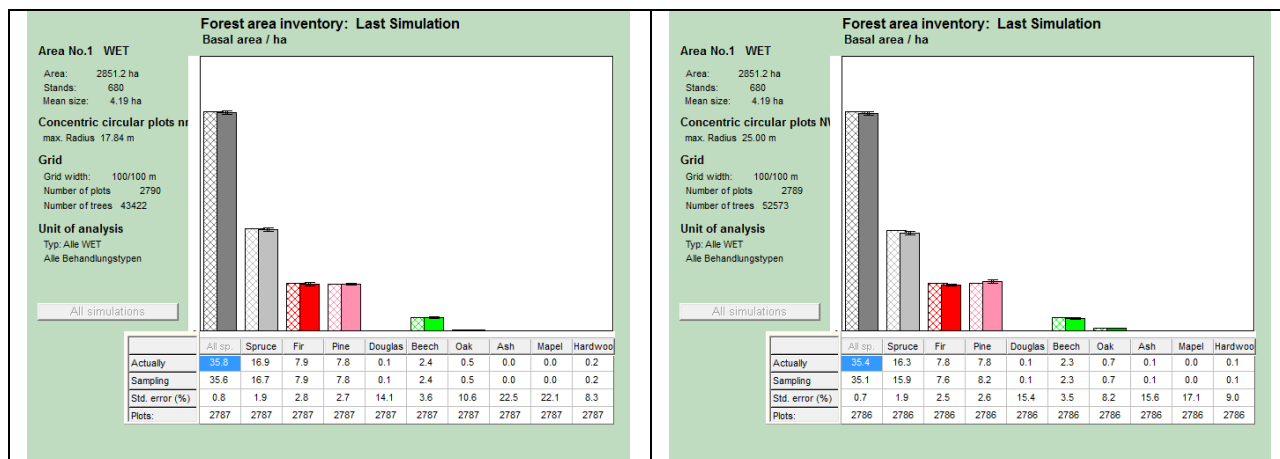
Са стране економичности јасно је да кругови са константим пречником нису економични. У симулираној газдинској јединици у узорку је потребно премерити око 106.600 стабала. Концентрични кругови са два круга (Словенија) подразумева мерење скоро дупло мање стабала око 56.600. Концентрични кругови са три круга (Доња Саксонија и Баден Виртемберг још мање око 41.000 и 43.500. Концентрични кругови са 4 круга (Црна Гора) око 49.000 и са 5 кругова (Нордрајн Вестфален) око 53.600. Наравно, овај број премерених стабала се не сме линеарно поредити јер су стабла узоркована са различитих површина. На пример, брже се и лакше може премерити 56.600 стабала (Словенија) са два круга максималне величине 5 ари него 53.600 стабала (Нордрајн Вестфален) са 5 кругова максималне површине скоро 20 ари. Са друге стране, мора се бити свестан, да су та два узорка потпуно другачије и структурирана, у једном се у односу на други узорак мери већи број танких стабала, а мањи број дебелих.

Када поредимо процењене вредности темељнице б наведених инвентура и релативне стандардне грешке процене у односу на стварне вредности тоталног премера,

можемо закључити да нема значајних разлика, нарочито за укупну темељницу свих врста целе газдинске јединице (релативна стандардна грешка 0,7 до 0,8%). И за најзаступљенију врсту смрчу нема великих разлика (1,8 до 1,9%). Код јеле као друге најзаступљеније врсте (2,6 до 2,7%), код белог бора као треће врсте по заступљености (2,7 до 2,9%), а код букве као четврте врсте по заступљености (3,2 до 3,7%). Храст се јавља са малом заступљеношћу (око 1,5 % по темељници) и занимљив је за тестирање. Најмања релативна стандардна грешка је Црна Гора 8,7 %, Баден Виртемберг 8,9 %, Нордрајн Вестфален 9,5 %, Словенија 10,2 %, кругови са константним пречником 10,5 % и Доња Саксонија 11,5 %. Остале врсте карактерише мало учешће и нису погодне за поређење.

На слици 4 приказано је поређење 6 инвентура са квадратном мрежом 100*100 са таксационом границом 10 цм.



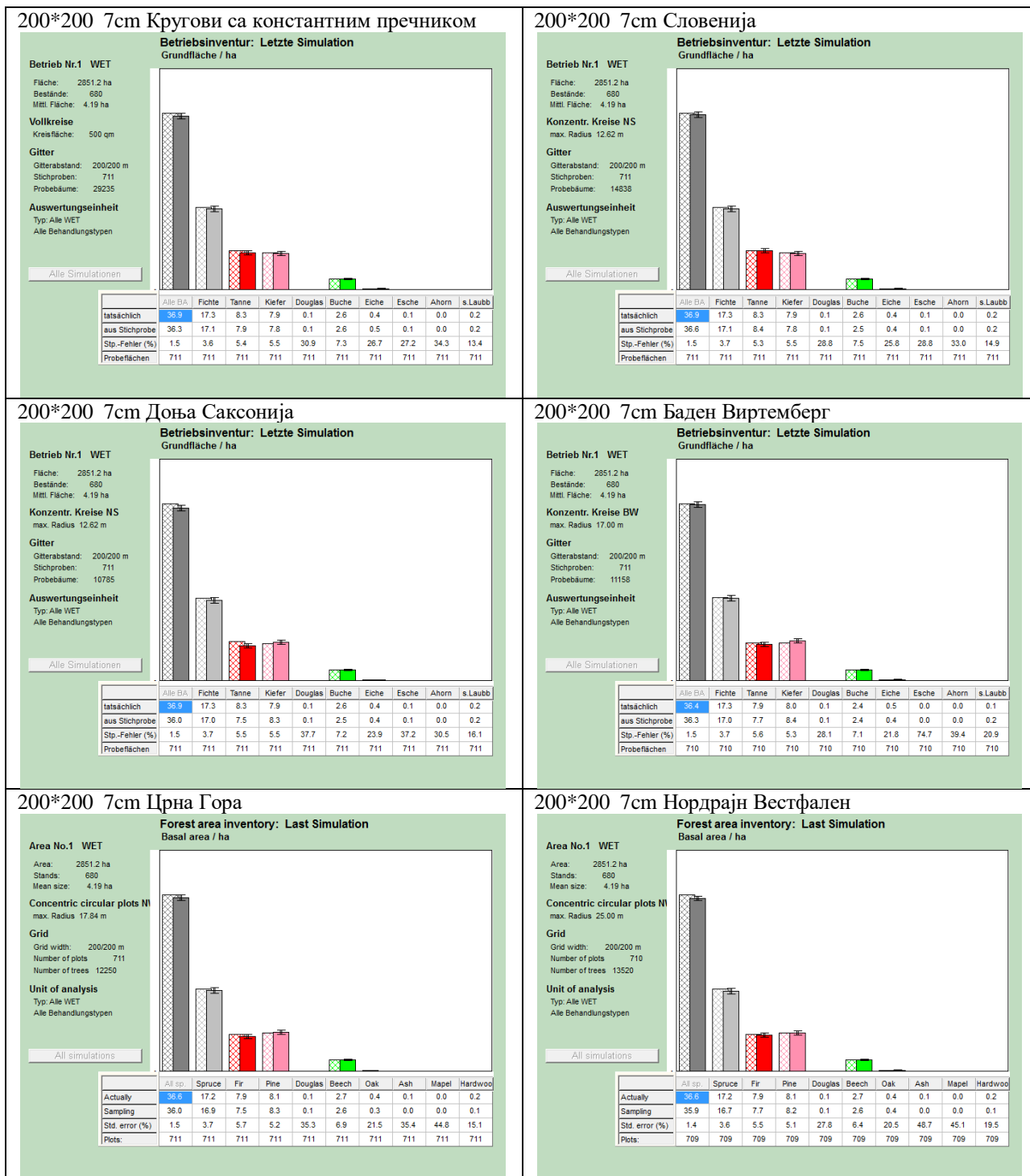


Слика 4. Поређење 6 инвентура са квадратном мрежом 100*100 са таксационом границом 10 цм

Када користимо таксациону границу 10 која се и користи у високим шумама у Србији са стране економичности кругови са константим пречником захтевају пречник највећег броја стабала у узорку. У симулираној газдинској јединици у узорку је потребно пречмерити око 84.600 стабала. Концентрични кругови са два круга (Словенија) подразумева мерење око 45.900. Концентрични кругови са три круга (Доња Саксонија и Баден Виртемберг око 36.200 и 42.200. Концентрични кругови са 4 круга (Црна Гора) око 43.200 и са 5 кругова (Нордрајн Вестфален) око 52.600. Таксациона граница има одређеног утицаја на број стабала која се узоркују при примени различитих техника узорковања.

Када поредимо процењене вредности темељнице 6 наведених инвентура и релативне стандардне грешке процене у односу на стварне вредности тоталног пречмера, можемо закључити да су разлике значајније него при коришћењу таксационе границе од 7 цм. Код укупне темељнице свих врста целе газдинске јединице најбоља је процена коришћењем концентричних кругова који се користе у Нордрајну Вестфалену (релативна стандардна грешка +/- 0,7). Код осталих инвентура слична је прецизност процене (0,8 до 0,9%). За најзаступљенију врсту смрчу нема великих разлика (1,9 до 2,0%). Код јеле као друге најзаступљеније врсте поново је најбоља процена коришћењем концентричних кругова који се користе у Нордрајну Вестфалену (релативна стандардна грешка 2,5%). Код осталих инвентура слична је прецизност процене (2,8 до 3,0%). Код белог бора као треће најзаступљеније врсте поново је најбоља процена коришћењем концентричних кругова који се користе у Нордрајну Вестфалену (релативна стандардна грешка 2,6%). Код осталих инвентура слична је прецизност процене (2,7 до 2,9%). Код букве као четврте врсте по заступљености за већину инвентура (3,5 до 3,8%). Изузетак је инвентура која се користи у Доњој Саксонији (4,2 %). Најмања релативна стандардна грешка код храста је Нордрајн Вестфален 8,2 %, Баден Виртемберг 8,9 %, Црна Гора 10,6 %, Доња Саксонија 10,9 %, кругови са константним пречником 11,9 %, и Словенија 12,6 %. Редослед се разликује у односу на таксациону границу од 7 цм.

На слици 5 приказано је поређење 6 инвентура са квадратном мрежом 200*200 са таксационом границом 7 цм.

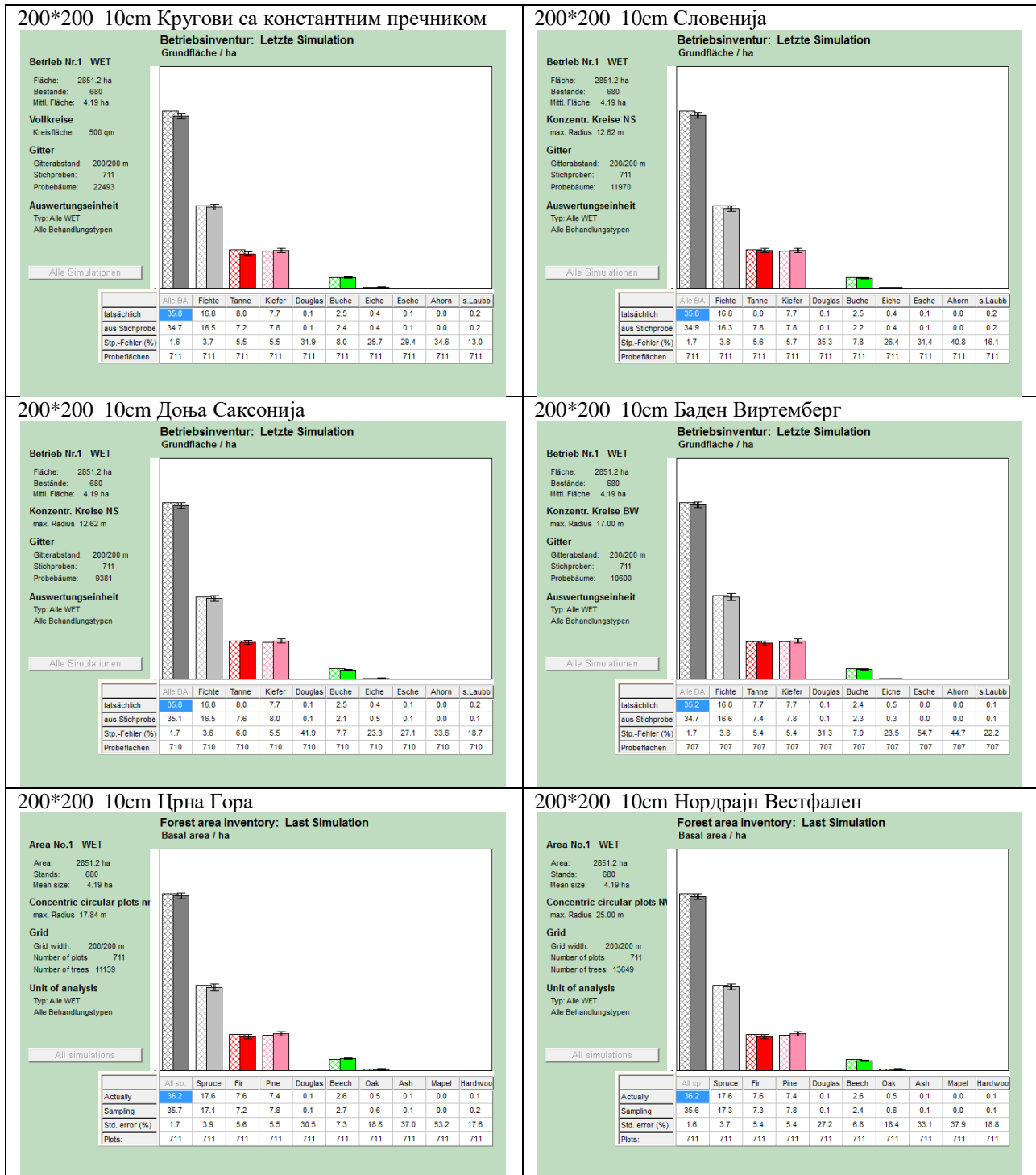


Слика 5. Поређење 6 инвентура са квадратном мрежом 200*200 са таксационом границом 7 цм

И код густине мреже 200*200 метара са таксационом границом од 7цм са стране економичности кругови са константим пречником су најмање економични. У симулираној газдинској јединици у узорку је потребно премерити око 29.200 стабала. Концентрични кругови са два круга (Словенија) подразумева мерење скоро дупло мање стабала око 14.800. Концентрични кругови са три круга (Доња Саксонија и Баден Виртемберг још мање око 10.800 и 11.200. Концентрични кругови са 4 круга (Црна Гора) око 12.300 и са 5 кругова (Нордрајн Вестфален) око 13.500.

Када поредимо процењене вредности темељнице 6 наведених инвентура и релативне стандардне грешке процене у односу на стварне вредности тоталног премера, код укупне темељнице свих врста целе газдинске јединице најбоља је процена коришћењем концентричних кругова који се користе у Нордрајну Вестфалену (релативна стандардна грешка 1,5). Код осталих инвентура слична је прецизност процене је 1,6 %. За најзаступљенију врсту смрчу нема великих разлика (3,6 до 3,7%). Код јеле као друге најзаступљеније врсте најбоља је процена коришћењем концентричних кругова који се користе у Словенији (релативна стандардна грешка 5,3 %) и кругови са константним пречником (5,4 %). Код осталих инвентура слична је прецизност процене (5,5 до 5,7%). Код белог бора као треће најзаступљеније врсте поново је најбоља процена коришћењем концентричних кругова који се користе у Нордрајну Вестфалену (релативна стандардна грешка 5,1) Црној Гори (5,2 %) и Баден Виртембергу (5,3 %) . Код осталих инвентура прецизност процене је иста (5,5 %). Код букве као 4. најзаступљеније врсте поново је најбоља процена коришћењем концентричних кругова који се користе у Нордрајну Вестфалену (релативна стандардна грешка 6,4) и Црна Гора (6,9 %). Код осталих инвентура слична је прецизност процене (7,1 до 7,5%). Најмања релативна стандардна грешка код храста је Нордрајн Вестфален 20,5 %, Црна Гора 21,5 %, Баден Виртемберг 21,8 %, Доња Саксонија 23,9 %, Словенија 25,8 %, и кругови са константним пречником 26,7 %. Концентрични кругови чији највећи кругови имају велике полупречнике од 17 до 25 метара показују благу предност у односу на концентричне кругове са највећим полупречницима до 13 метара и кругове са константним пречником истих димензија.

На слици 6 приказано је поређење 6 инвентура са квадратном мрежом 200*200 са таксационом границом 10 цм.



Слика 6. Поређење 6 инвентура са квадратном мрежом 200*200 са таксационом границом 10 цм

И код густине мреже 200*200 метара са таксационом границом од 10цм са стране економичности кругови са константним пречником су најмање економични. У симулираној газдинској јединици у узорку је потребно премерити око 22.500 стабала. Концентрични кругови са два круга (Словенија) подразумева мерење скоро дупло мање стабала око

12.000. Концентрични кругови са три круга (Доња Саксонија и Баден Виртемберг мање око 9.400 и 10.600. Концентрични кругови са 4 круга (Црна Гора) око 11.100 и са 5 кругова (Нордрајн Вестфален) око 13.600.

Када поредимо процењене вредности темељнице 6 наведених инвентура и релативне стандардне грешке процене у односу на стварне вредности тоталног премера, можемо закључити да нема значајних разлика, нарочито за укупну темељницу свих врста целе газдинске јединице (релативна стандардна грешка 1,6 до 1,7%). За најзаступљенију врсту смрчу нема великих разлика (3,6 до 3,9%). Код јеле као друге најзаступљеније врсте најбоља је процена коришћењем концентричних кругова који се користе у Нордрајну Вестфалену и Баден Виртембергу (релативна стандардна грешка 5,4 %) Код осталих инвентура слична је прецизност процене (5,5 до 6,0%). Код белог бора као треће најзаступљеније врсте нема значајнијих разлика (5,4 до 5,7%). Код букве као 4. најзаступљеније врсте најбоља је процена коришћењем концентричних кругова који се користе у Нордрајну Вестфалену (релативна стандардна грешка 6,8) и Црна Гора (7,3 %). Код осталих инвентура слична је прецизност процене (7,7 до 8,0%). Најмања релативна стандардна грешка код храста је Нордрајн Вестфален 18,4 %, Црна Гора 18,8 %, Доња Саксонија 23,3 %, Баден Виртемберг 23,5 %, кругови са константним пречником 25,7 %, Словенија 26,4 %. И у овом случају, концентрични кругови чији највећи кругови имају велике полупречнике од 17 до 25 метара показују благу предност у односу на концентричне кругове са највећим полупречницима до 13 метара и кругове са константним пречником истих димензија.

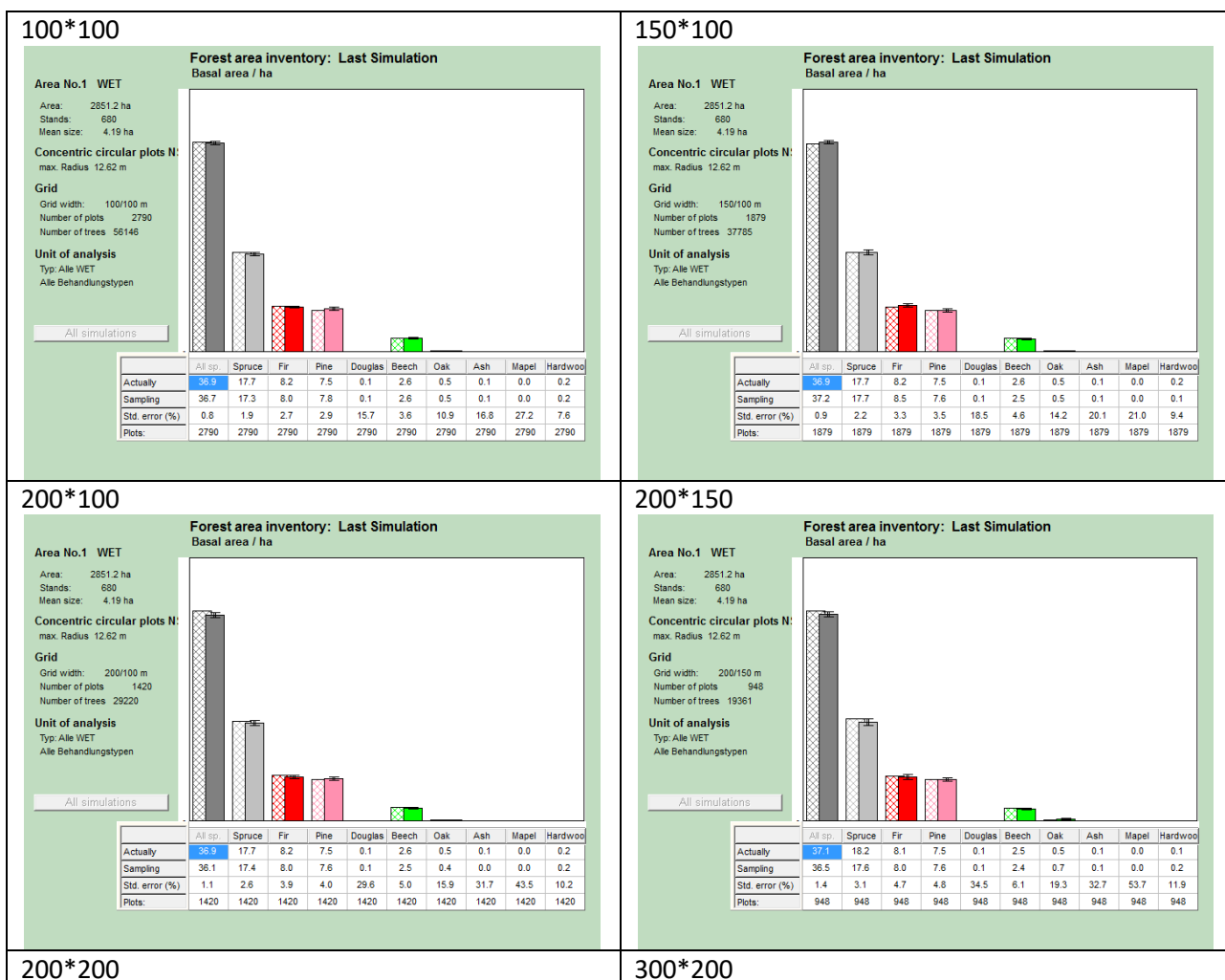
Спроведене симулације показују да постоје мале разлике у прецизности процене темељнице, као једног од најважнијих таксационих елемената, између 6 тестираних инвентура али које немају неки већи практични значај. Такође, потпуно је јасно да кругови са константним пречником не показују већу прецизност у процени темељнице од концентричних кругова а захтевају знатно обимнија мерења. Наравно, не треба занемарити да се на круговима са константним пречником у односу на концентричне кругове али и угаоно изражање боље процењује структурна изграђеност састојина (Lin et al. 2020). Уопштено, ови аутори су закључили да што је већи број концентричних кругова и што су гранични пречници најмањих кругова већи процена параметара и једноставне и просторне структуре постаје све непрецизнија.

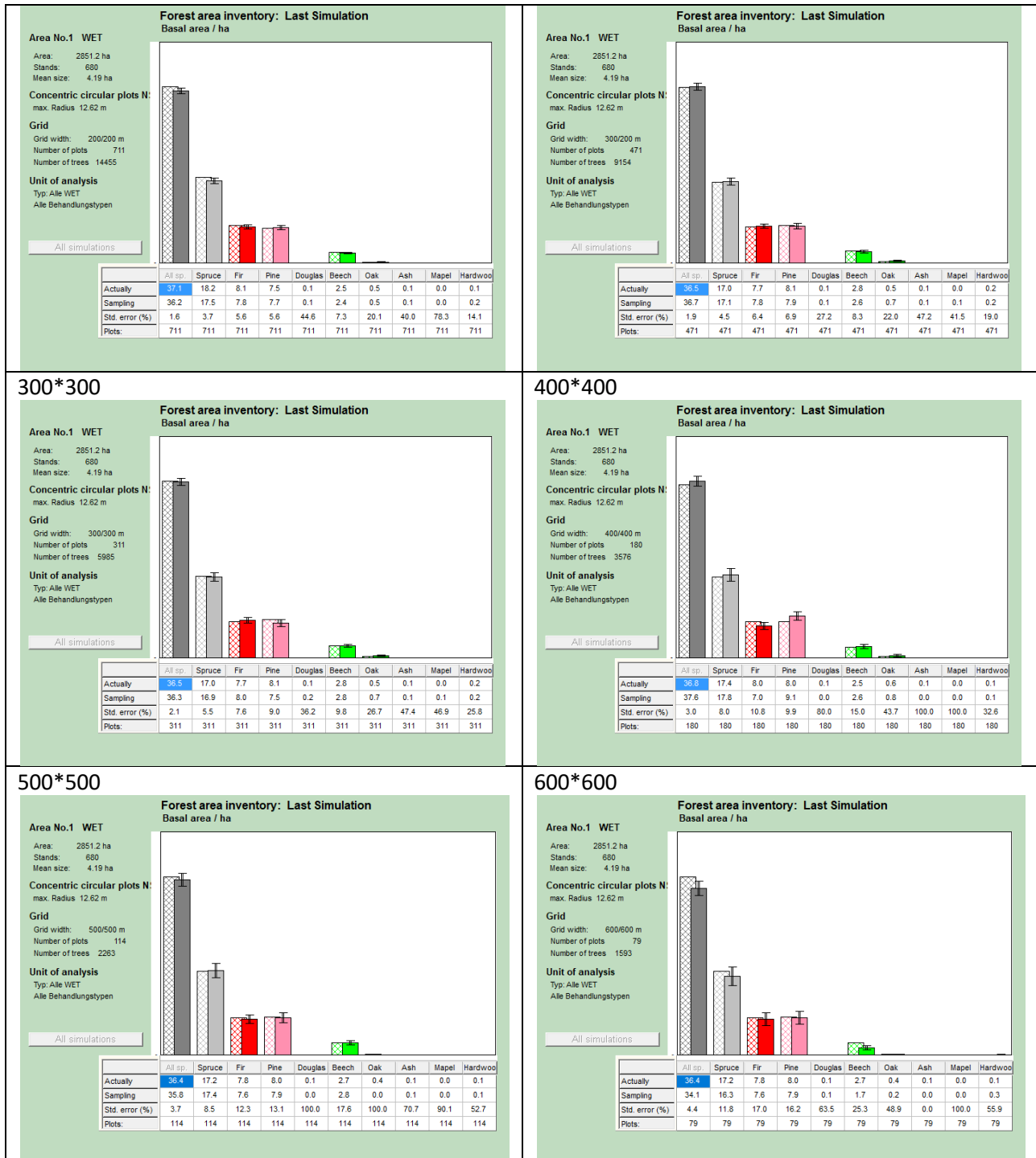
Ако поставимо за циљ да нам је важно да прецизно проценимо основне таксационе елементе, али и да приближно проценимо и структурну изграђеност шума, а да узорак буде и економичан онда треба користити условно неки прелаз између кругова са константним полупречником и концентричних кругова. Наше мишљење је да од анализираних техника узорковања најоптималнији за примену у Србији су концентрични кругови са два круга који се користе у Словенији и Тирингији ($r=7,98$ и $12,62$ m; циљни пречници 10 и 30 cm). Први круг полупречника од 7,98 метара је фактички круг са константним пречником на коме се мере сва стабла и постоји реалан основ за процену и структурне изграђености

састојина прихватљиве тачности. На другом кругу полупречника 12,62 се мере само дебља стабла од 30 цм што позитивно утиче на економичнист премера (смањује се број стабала скоро за душло) а не смањује се прецизност као што смо видели у претходним симулацијама.

Из овог разлога при наредним симулацијама које су имале за циљ да тестирамо густину мреже пробних површина користили смо само концентричне кругове који се користе у Словенији.

На слици 7 приказано је поређење концентричних кругова која се користи у Словенији ($r=7,98$ и $12,62$ m; циљни пречници 10 и 30 cm) при различитој густини пробних површина распоређених у квадратну и правоугаону мрежу за све шуме по врстама дрвећа.

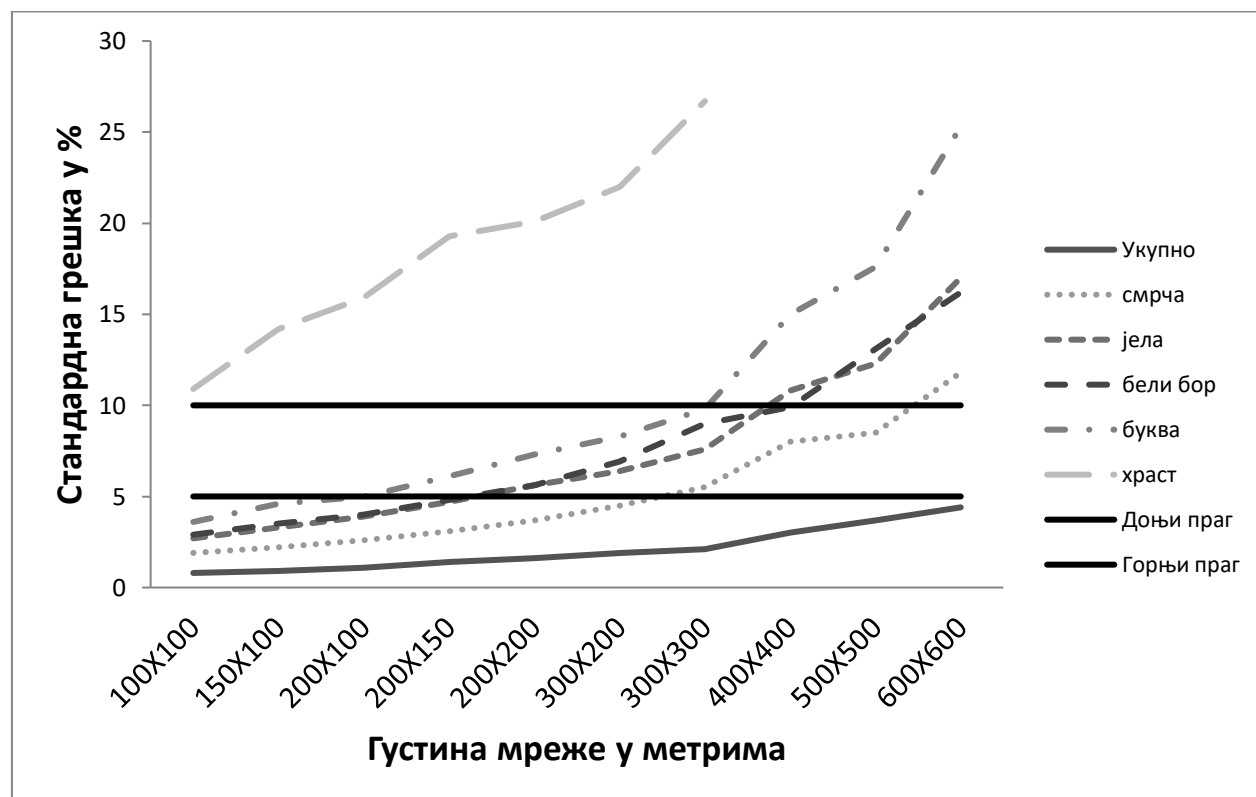




Слика 7. Поређење концентричних кругова која се користи у Словенији при различитој густини пробних површина распоређених у квадратну и правоугаону мрежу за све шуме по врстама дрвећа

У симулираној газдинској јединици релативна стандардна грешка процене укупне темељнице свих врста се континуирано повећава са 0,8 % у мрежи 100*100 до 4,4 % у мрежи 600*600 метара. Релативна стандардна грешка процене укупне запремине, која се најчешће користи као таксациони елемент за који се утврђује праг толеранције стандардне грешке, је увек нешто већа него темељнице. У високим буковим шумама у Србији Корпица (2006) је утврдио однос 1:1,2. Оријентационо, то значи да је за мрежу 500*500 метара релативна стандардна грешка укупне запремине свих врста на нивоу газдинске јединице већ на граници 5% што се у многим земљама Европе узима као праг толерације.

На графикону 1 су приказане релативне стандардне грешке процене темељнице укупно и по врстама дрвећа на нивоу симулиране газдинске јединице.



Графикон 1: Релативне стандардне грешке процене темељнице укупно и по врстама дрвећа на нивоу симулиране газдинске јединице

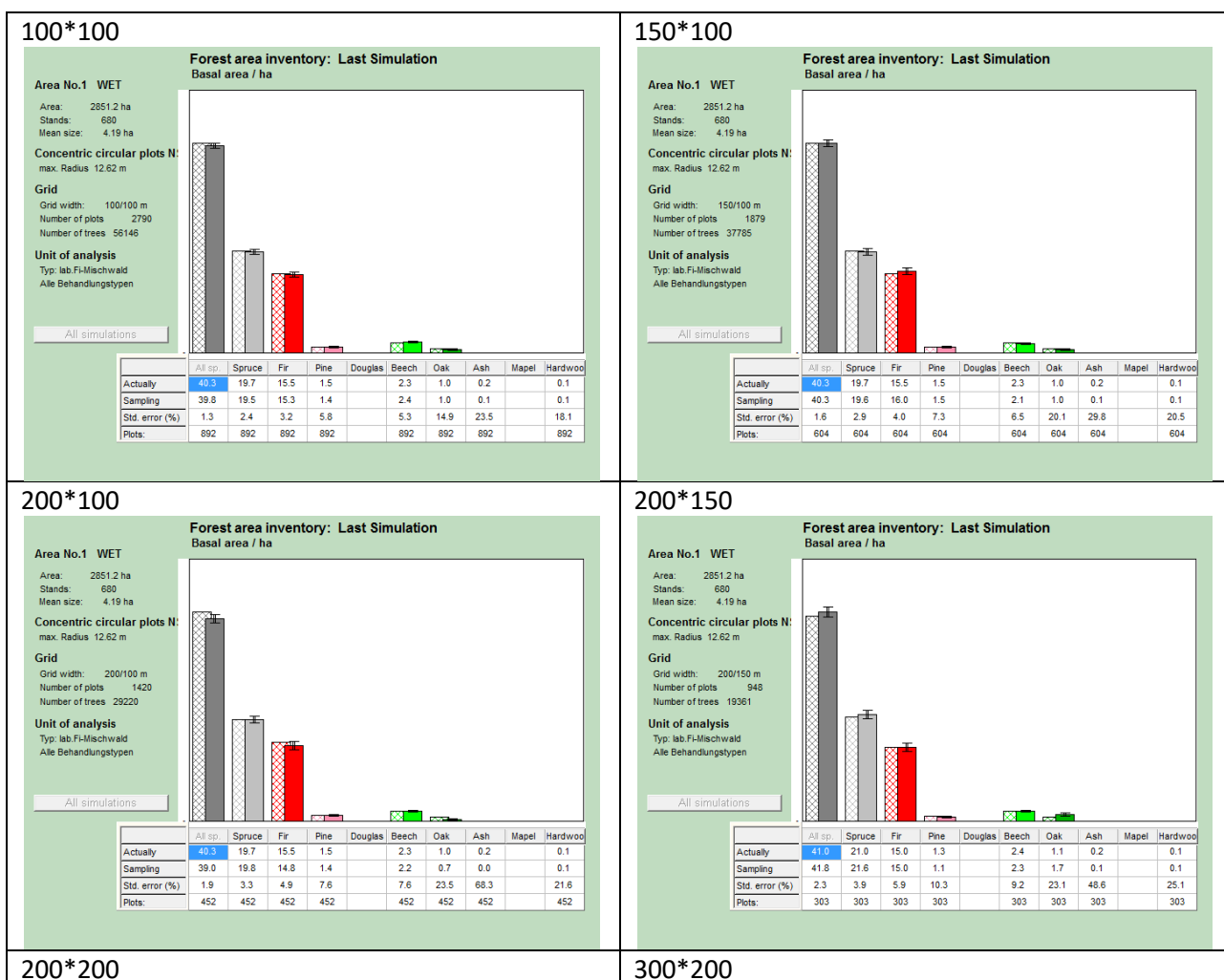
Релативна стандардна грешка процене темељнице за смрчу као најзаступљенију врсту дрвећа (48 % укупне темељнице) је већ при мрежи 300*200 метара 4,5 % (запремине вероватно преко 5 %). За јелу и бели бор као другу (22 % укупне темељнице) и трећу (20 % укупне темељнице) најзаступљенију врсту већ при мрежи 200*150 метара, релативна стандардна грешка је 4,7 % и 4,8 %. За букву као 4. најзаступљенију врсту (7 % укупне темељнице) већ при мрежи 200*100 метара, релативна стандардна грешка је 5 %. За храст, чије учешће је јако мало (мало преко 1 % укупне темељнице) већ у мрежи 100*100 метара,

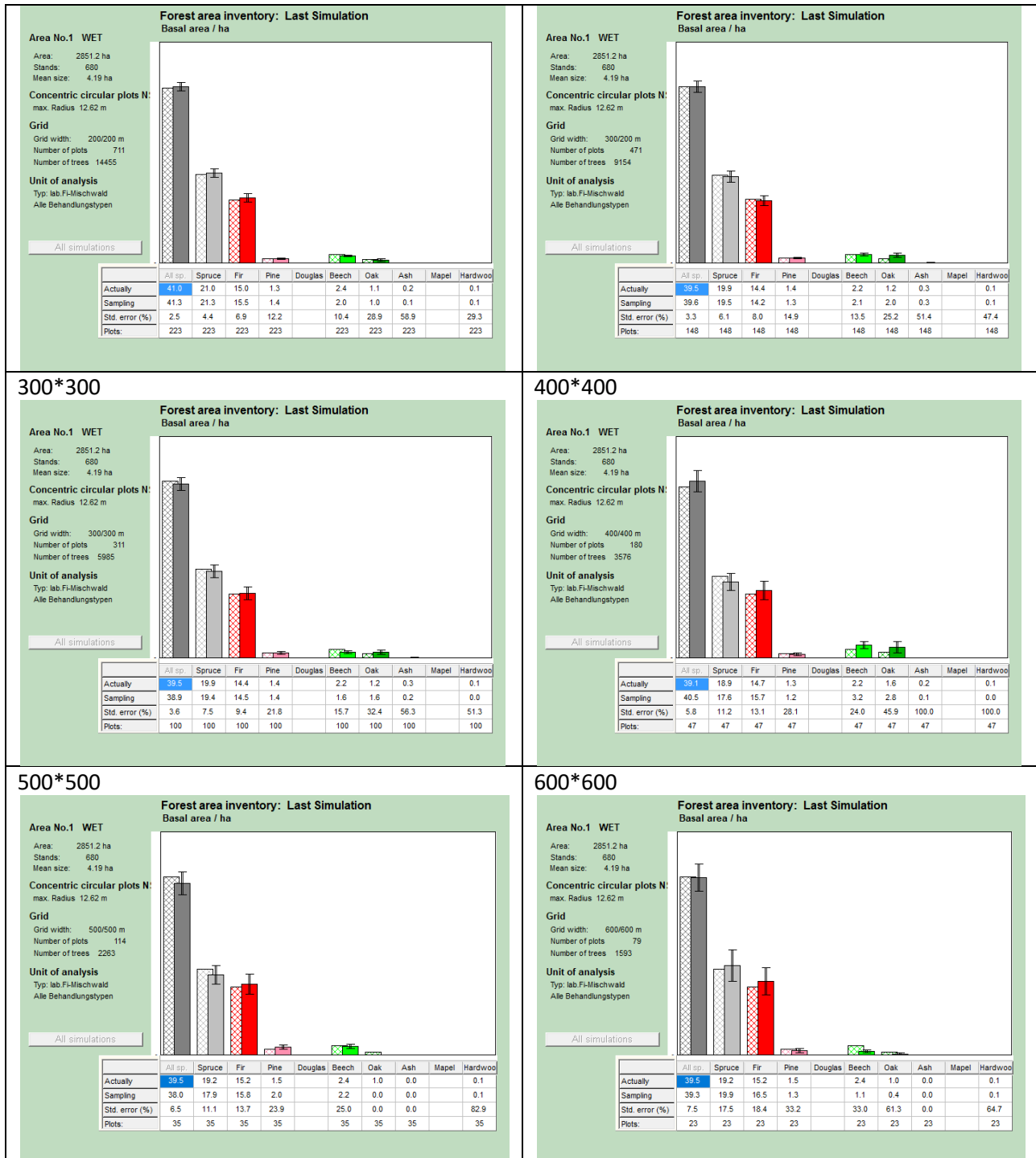
стандардна грешка је 10,9 % што се по стандардима у Европи већ сматра горњом границом толеранције релативне стандардне грешке.

Општи је закључак да ређе мреже од 300*300 метара нам могу обезбедити само поуздану процену укупне темељнице и темељнице доминантне врсте на нивоу читаве газдинске јединице.

Симулирана газдинска јединица је подељена на три газдинска развојна типа шума: смрчеве мешовите шуме, белоборове мешовите шуме и мешовите шуме лишћара и четинара. У даљим симулацијама смо анализирали газдински развојни тип мешовитих шума лишћара и четинара.

На слици 8 приказано је поређење концентричних кругова која се користи у Словенији ($r=7,98$ и $12,62$ m; циљни пречници 10 и 30 cm) при различитој густини пробних површина распоређених у квадратну и правоугаону мрежу за газдински тип мешовитих шума лишћара и четинара по врстама дрвећа.





Слика 8. Поређење концентричних кругова која се користи у Словенији при различитој густини пробних површина распоређених у квадратну и правоугаону мрежу за мешовите шуме лишћара и четинара по врстама дрвећа на нивоу газдинске јединице.

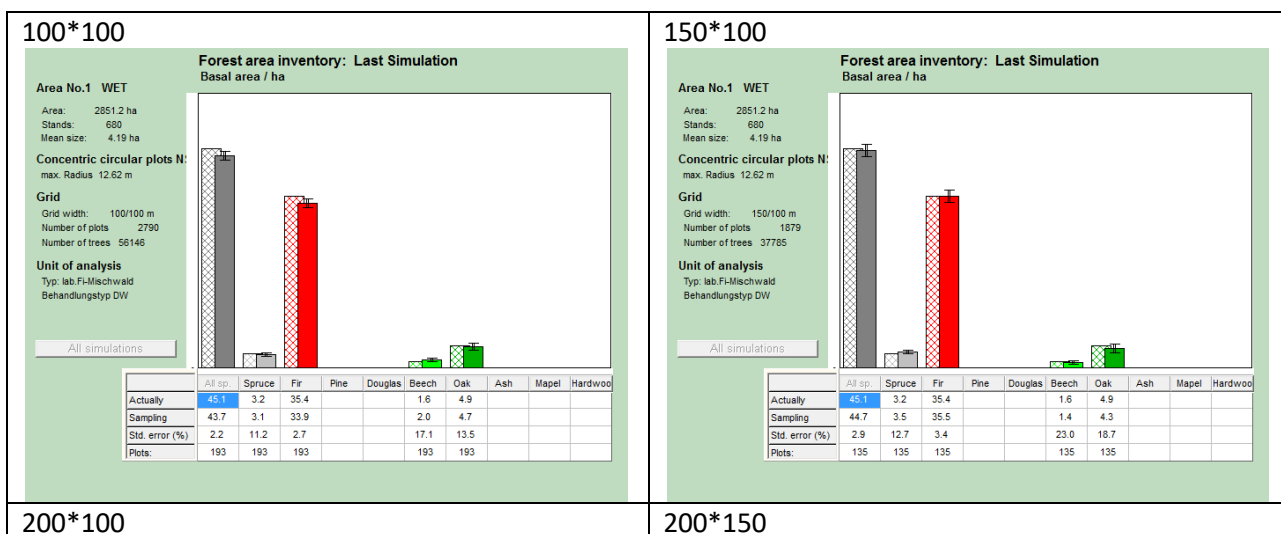
У симулираној газдинској јединици релативна стандардна грешка процене укупне темељнице за газдински развојни тип мешовитих шума лишћара и четинара се континуирано повећава са 1,3 % у мрежи 100*100 до 7,5 % у мрежи 600*600 метара. У густини мреже већ од 400*400 метара релативна стандардна грешка је већа од 5 %.

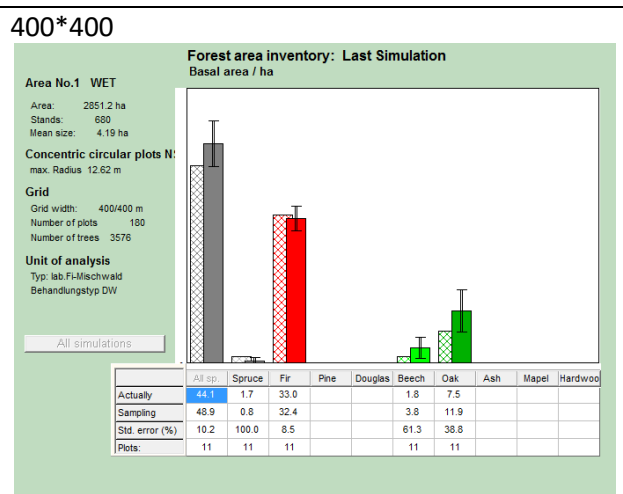
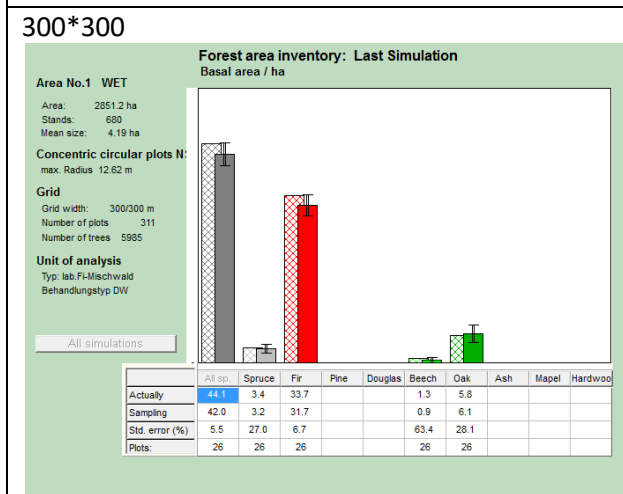
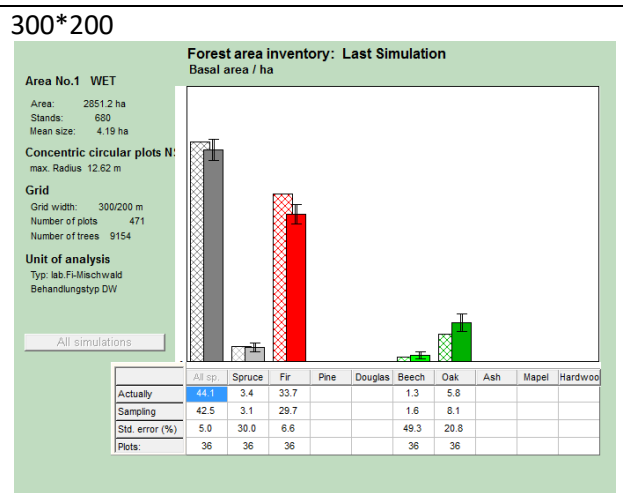
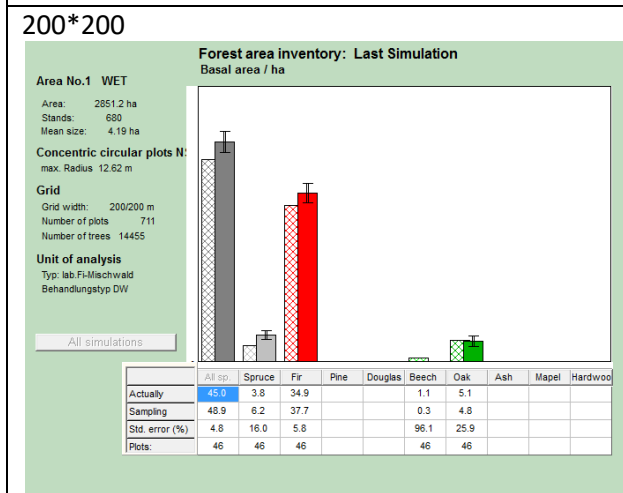
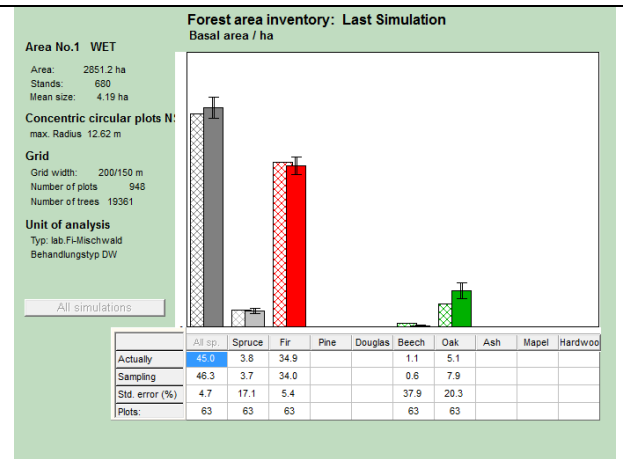
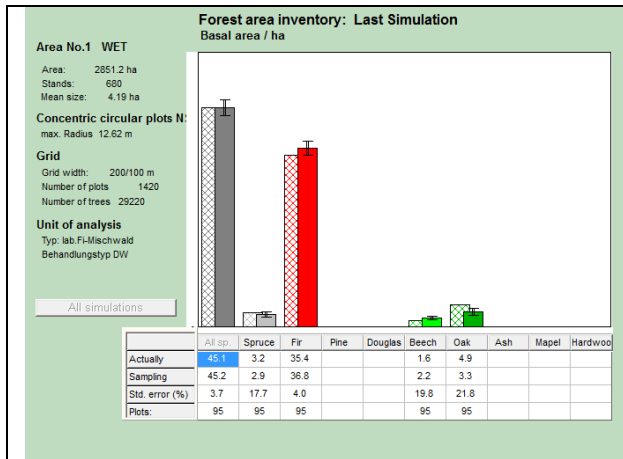
Релативна стандардна грешка процене темељнице за смрчу као најзаступљенију врсту дрвећа овог газдинско развојног типа (49 % укупне темељнице) је већ при мрежи 200*200 метара 4,4 %. За јелу као другу најзаступљенију врсту (38 % укупне темељнице) већ при мрежи 200*100 метара, релативна стандардна грешка је 4,9 %. За букву као трећу најзаступљенију врсту (6 % укупне темељнице) у почетној мрежи 100*100 метара, релативна стандардна грешка је 5,3 %. За бели бор, чије учешће је мало (испод 4 % укупне темељнице) у основној мрежи 100*100 метара, стандардна грешка је 5,8 %. За храст, чије учешће је јако мало (испод 3 % укупне темељнице) у основној мрежи 100*100 метара, стандардна грешка је 14,9 %.

Општи је закључак да мреже од 200*200 метара нам могу обезбедити само поуздану процену укупне темељнице, мрежа 200*100 темељницу смрче као доминантне врсте на нивоу читаве газдинске јединице, а само основна мрежа 100*100 метара темељницу осталих врста дрвећа.

У симулираној газдинској јединици у оквиру сваког газдинског развојног типа шума обухваћено је више развојних фаза од фазе подмладка, преко развојних фаза у којима се проводе прореди до развојних фаза са главним сечама. У даљој симулацији анализирали смо развојну фазу потпуне зрелости и обнове.

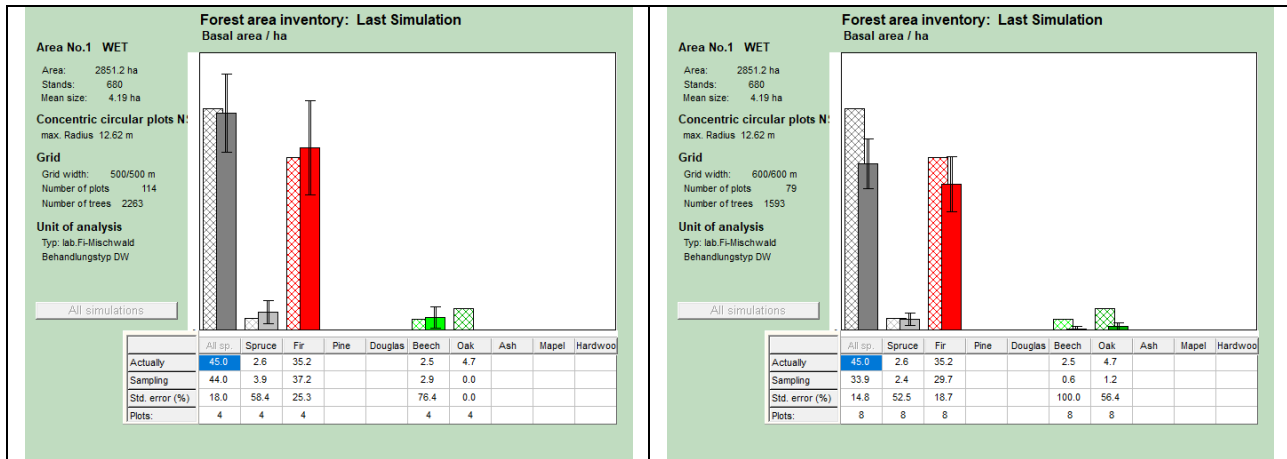
На слици 9 приказано је поређење концентричних кругова која се користи у Словенији ($r=7,98$ и $12,62$ m; циљни пречници 10 и 30 cm) при различитој густини пробних површина распоређених у квадратну и правоугаону мрежу за мешовите шуме лишћара и четинара у развојној фази потпуне зрелости и обнове по врстама дрвећа.





500*500

600*600



Слика 9. Поређење концентричних кругова која се користи у Словенији при различитој густини пробних површина распоређених у квадратну и правоугаону мрежу за мешовите шуме лишћара и четинара у развојној фази потпуне зрелости и обнове по врстама дрвећа.

У симулираној газдинској јединици релативна стандардна грешка процене укупне темељнице за газдински развојни тип мешовитих шума лишћара и четинара у развојној фази потпуне зрелости и обнове се континуирано повећава са 2,2 % у мрежи 100*100 до 14,8 % у мрежи 600*600 метара. У густини мреже већ од 300*200 метара релативна стандардна грешка је већа од 5 %.

Релативна стандардна грешка процене темељнице за јелу као најзаступљенију врсту дрвећа овог газдинско развојног типа и развојне фазе (преко 78 % укупне темељнице) је већ при мрежи 200*150 метара 5,4 %. За хрст као другу најзаступљенију врсту (11 % укупне темељнице) у почетној мрежи 100*100 метара, релативна стандардна грешка је 13,5 %. За смрчу као трећу најзаступљенију врсту (7 % укупне темељнице) у почетној мрежи 100*100 метара, релативна стандардна грешка је 11,2 %, а за букву, чије учешће је мало (испод 4 % укупне темељнице) у основној мрежи 100*100 метара, стандардна грешка је 17,1 %.

Општи је закључак да мреже од 200*150 метара нам могу оријентационо обезбедити само поуздану процену укупне темељнице, а само основна мрежа 100*100 метара темељницу осталих врста дрвећа.

Као што је и раније напоменуто спроведене симулације нам објективније могу приказати поређење различитих техника узорковања где можемо видети у једној конкретној ситуацији како различите технике узорковања утичу на интензитет и економичност инвентуре (исказан кроз број узоркованих стабала) и процену прецизности инвентуре исказане релативном стандардном грешком. Ова поређења нам могу бити од велике користи приликом избора оптималне технике узорковања у будућој уређајној инвентури у Србији.

У овом контексту симулатор STIPSI нам је јасно показао да већина техника узорака која се користи при уређајним перманентним инвентурама имају релативно сличне релативне стандардне грешке процене темељнице као важног таксационог елемента при истој густини мреже пробних површина. Основна разлика је у економичности и једноставности узорковања коју у симулатору можемо пратити кроз број стабала која се мере у узорку. Јасно се може закључити да кругови са константним пречником већих димензија (5 и 10 ари) нису економични јер подразумевају мерење знатно већег броја стабала него применом концентричних кругова различите величине а при том не утичу значајније на повећање прецизности процене основних таксационих елемената. Поуздана процена основних таксационих елемената уз једноставност и економичност технике узорковања је у већини европских земаља опредељујући услов при избору неког инвентурног поступка. Наравно, не смеју се заборавити ни неки други циљеви инвентуре као што је процена структурне изграђености састојина и већих уређајних јединица. Ово се у првом реду односи на разnodобне и структурно хетерогене састојине у којима се тежи применити неки од начина газдовања који су блиски природи. Кругови са константним пречником објективније приказују структурну изграђеност састојина. Свакако један од најважнијих циљева уређајних инвентура је свакако праћење динамичких промена у шумским комплексима (запремински прираст, излучивање и урастање стабала) и данас се шумарској пракси овај циљ једино може постићи применом перманентних уређајних инвентура.

Симулацију различитих густине и типа мрежа (најчешће квадратна или правоугаона) пробних површина треба ипак схватити више оријентационо јер добијене вредности релативних стандардних грешака процене се односе на конкретну газдинску јединицу и не морају бити поуздане за различите газдинске јединице на подручју Србије.

Занимљив је и један пример из немачке покрајине Тирингије где је у једном ревиру букових разnodобних шума од око 1.150 хектара коришћењем концентричних кругова највеће површине од 5 ари у мрежи 100*100 метара релативна стандардна грешка процене укупне запремине на нивоу ревира је била +/- 2,5 %. Занимљиво је и да на нивоу делова ревира (величине 250 до 280 хектара) грешка је била мања од +/- 5 % (Erteld et.al. 2005). Иако је инвентурна јединица мала а шуме су разnodобне стандардне грешке су прихватљиве у првом реду јер у инвентурној јединици се фактички налази само једна газдинска класа или тип.

На подручју Србије, на жалост није примењиван сличан инвентурни приступ и у уређајним инвентурама нису приказиване релативне стандардне грешке процене основних таксационих елемената, нарочито не на нивоу већих уређајних јединица (укупно или по газдинским класама на подручју једне газдинске јединице). Унапред је прописивана максимално дозвољена релативна стандардна грешка од +/- 8 % уз вероватноћу 95 % за процену запремине за сваку састојину, а затим је на основу посебне процедуре одређивана

величина пробних површина и густина мреже пробних површина које су требале да обезбеде пројектовану прецизност.

У једном истраживању високих разнодобних букових шума у Србији (Koprivica, et al. (2011) у једној газдинској класи површине 240 хектара применом систематског узорка пробних површина у облику кругова са константним пречником величине 5 ари са растојањем 100*100 метара утврђена је релативна стандардна грешка запремине +/- 5,39 %, а темељнице +/- 4,25 %. И овде се оријентационо потврђује раније наведени однос релативне стандардне грешке темељнице и запремине око 1:1,2. Ово значи да би се постигла довољна тачност која је прихватљива у разнодобним шумама букве које доминирају у Србији (Матовић, 2019), потребно је на релативно великој површини поставити релативно густу мрежу 100*100 метара са прилично великим круговима који су се и у нашим симулацијама, у поређењу са другим техникама узорковања, показали као неекономични.

Пошто према нашим сазнањима, нема других процена релативних стандардних грешака основних таксационих елемената за Србију у уређајним инвентурама шума, наводимо неколико примера из уређајних инвентура из Црне Горе и Босне и Херцеговине.

У газдинској јединици Планина Пивска у Црној Гори применом раније наведене методике користећи сталне и несталне пробне површине у облику концентричних кругова са највећим радијусом од 17,84 метара у мрежи 100*100 метара добијена је релативна стандардна грешка процене укупне запремине од +/- 2,3 %. Површина шума у овој газдинској јединици је око 7.000 хектара (Weinreich et al., 2013). Иако је велика површина шума релативна стандардна грешка процене укупне запремине за целу газдинску јединицу знатно већа него при употреби исте технике узорковања и густине пробних површина у симулираној тестној газдинској јединици (+/- 0,8 %, око 2.800 хектара). Ови резултати нам јасно показују знатно већи варијабилитет и разноврсност шума у овој газдинској јединици у Црној Гори у односу на тестну газдинску јединицу из симулатора.

У Доњедринском подручју које обухвата 5 газдинских јединица и које је имало око 23.000 хектара високих шума са мрежом 100*100 и коришћењем раније описаних концентричних кругова, процењена запремина свих високих шума је било оптерећена са релативном грешком +/- 0,98 %. Приказане су релативне грешке процене запремине за високе шуме са природном обновом и по газдинским јединицама: 1. Кравица-Полом 2.346 хектара, +/- 3,22 %; Крижевица 3.841 хектара, +/- 2,68 %; Горњи јадар 5.926 хектара, +/- 2,44 %; Лука-Клотијевац 2.127 хектара, +/- 3,17 %; Сасе-Жабоквица 6.741 хектара, +/- 1,95 %. (*Шумскопривредна основа за Доњедринско шумскопривредно подручје (2011-2020)). И у овом случају релативне грешке по газдинским јединицама су знатно веће него у тестној газдинској јединици из симулатора.

У Горњобосанском подручју које обухвата већи број газдинских јединица и које је имало око 26.000 хектара високих шума са мрежом 100*100 процењена запремина свих високих шума је било оптерећена са релативном грешком +/- 0,55 %. Процењена запремина четинара је била оптерећена са релативном грешком од +/- 1,33 %, а лишћара +/- 1,54 % (Matić, 1977). Ради се о једном шумском подручју са потпуном доминацијим високих мешовитих разнодобних шума лишћара и четинара, што значи са једне стране да су шуме прилично хомогене (мали број газдинских класа, врста дрвећа) али са друге стране и хетерогене у оквиру појединачних газдинских класа (разнодобне шуме високог диверзитета).

У Власеничком подручју чије су шуме подељене у 10 газдинских јединица и које има око 16.000 хектара високих шума са мрежом 100*100 процењена запремина свих високих шума је било оптерећена са релативном грешком +/- 1,75%. По нашем мишљењу ово подручје је слично Подрињско-колубарском шумском подручју у Србији (подручја се граниче, слична површина шума, доминирају букове шуме али су заступљене и сви типови шума до буковог појаса, у мањој мери заступљене и шуме букве са четинарима, заступљене и изданачке шуме) па нам може послужити као добра основа за компарацију. Већа релативна грешка у односу на Горњобосанско подручје се може са једне стране тумачити са мањом површином подручја, али по нашем мишљењу ипак је пресудан знатно већи варијабилитет који је резултат већег броја газдинских класа, већег броја врста дрвећа. Процењена запремина најзаступљеније газдинске класе букових шума која има површину око 8.000 хектара (половина свих високих шума) је била оптерећена са релативном грешком од +/- 2,65%. У газдинској класи мешовитих шума смрче, јеле и букве са релативно великом површином од 1.600 хектара процењена запремина је била оптерећена са релативном грешком од +/- 6,18% а у једној газдинској класи од 530 хектара са +/- 11,55%. У две газдинске класе површине од 290 до 370 хектара релативна грешка је од +/- 9 % до +/- 16 % (*Шумскопривредна основа за Власеничко шумскопривредно подручје (2021-2030)).

У Средњеврбаском подручју чије су шуме подељене у 7 газдинских јединица и које има око 24.000 хектара високих природних шума са мрежом 100*100 процењена запремина свих високих шума је било оптерећена са релативном грешком +/- 1,46%. Процењена запремина најзаступљеније газдинске класе мешовитих шума букве и јеле са смрчом на дубоким земљиштима (1210) која има површину око 8.400 хектара је била оптерећена са релативном грешком од +/- 3,35%. У газдинској класи мешовитих шума букве и јеле са смрчом на плитким земљиштима (1209) са површином од 5.800 хектара процењена запремина је била оптерећена са релативном грешком од +/- 3,17%. У 5 газдинских класа са релативно великом површином од 1.100 до 1.1800 хектара процењена запремина је била оптерећена са релативном грешком од +/- 9,39% до +/- 10,06 %, што се још увек може сматрати довољно поузданим. Већ у газдинским класама од 100 до 1.000

хектара релативна грешка је од +/- 10 % до +/- 24 %. (*Шумскопривредна основа за Средњеврбаско шумскопривредно подручје (2018-2027)).

У примерима из Србије, Црне Горе и Босне и Херцеговине се види да и при густој мрежи од 100*100 метара са већ раније тестираним техникама узорковања за веће просторне јединице (шумскопривредна подручја, газдинске јединице) и уређајне јединице (у овом случају газдинске класе) добијају се релативно високе релативне стандардне грешке. Ово нам јасно показује да за поуздану процену запремине и темељнице, као најважнијих таксационих елемената, већих уређајних јединица (газдинске класе, газдински разреди, газдински развојни типови) у реалним Балканским приликама потребна је густа мрежа раније описаних и симулираних пробних површина.

На основу анализе симулација различите густине мреже пробних површина и добијених релативних стандардних грешака процене али и вредности стандардних грешака добијених у инвентурама у Србији, Црној Гори и Босни и Херцеговини, јасно је да ће ипак објективно тестирање густине мреже пробних површина за подручје Србије, на жалост бити могуће једино кад се нови одабрани метод инвентуре стварно тестира на већем броју газдинских јединица које се разликују по величини, станишним и састојинским карактеристикама али и по варијабилитету основних таксационих елемената.

Постојеће стање у Србији

Детаљан опис уређајне инвентуре шума која се тренутно примењује у Србији описали су Mirković, Banković (1993). У уређајној инвентури шума у Србији користе се несталне пробне површине најчешће облика круга са константним пречником величине од 1, 2, 5 и 10 ари. Пробне површине се распоређују у квадратну мрежу различите густине. Пробне површине се распоређују за сваку састојину посебно и величина и густина пробних површина се процењује на основу величине, квалитета и структуре конкретне састојине тј. припадности одређеном тзв. степену хомогености, и др. Као што је раније наглашено унапред је прописана максимално дозвољена релативна стандардна грешка од +/- 8 % за процену запремине за сваку састојину, а затим је на основу посебне процедуре одређивана величина пробних површина и густина мреже пробних површина које су требале да обезбеде пројектовану прецизност. У постављеној мрежи кругова разликују се обични кругови на којима се мери само прсни пречник стабала и детаљни кругови на којима се поред пречника мере висина, процена квалитета стабала и др. У прошлости на детаљним круговима су стабла бушена за утврђивање дебљинског прираста а онда на основу дебљинског прираста процењиван запремински прираст. У последње време стабла се не буше већ се запремински прираст процењује преко метода процента запреминског прираста (Banković, et al., 2000, 2002).

Теоријски, највећа предност оваквог инвентурног метода је што ако се инвентура спроведе у складу са методиком и у прописаном интензитету добијају се поузданије процене основних таксационих елемената на нивоу сваке састојине, што са аспекта газдовања шумама је веома користан податак.

Важна је предност и што применом кругова са константним пречником добијамо и процену структурне изграђености, што је такође веома важно са аспекта газдовања нарочито разnodобни трајним шумама.

Због пројектовања мреже пробних површина за сваку састојину можемо избећи велико учешће ивичних пробних површина (оне површине које обухватају рубове две или више суседних састојина).

Основни недостатак уређајне инвентуре са несталним пробним површинама која се користи и у Србији у односу на перманентну инвентуру је помогућност поуздане процене запреминског прираста. Процена запреминског прираста (теоријски ипак више производности) помоћу неког од метода дебљинског прираста који је до скоро примењиван у уређајној инвентури у Србији подразумева интензивно бушење стабала, проблеме са мерењем дебљинског прираста код неких врста дрвећа што у значајној мери поскупљује инвентуру. Данашњи приступ процене запреминског прираста помоћу процента прираста показује још већу пристрасност и значајне недостатке, нарочито у шумама високог варијабилитета таксационих елемената. На пример, у високим буковим шумама овај приступ се не може сматрати поузданим. У 11 репрезентативних састојина високе букве запремински прираст утврђен по методу процента прираста у поређењу са запреминским прирастом добијеним по методу дебљинског прираста између појединачних састојина разликовао се и до 38 % (Копривица, Матовић, 2014).

У односу на перманентне инвентуре са сталним пробним површинама постојећа уређајна инвентура у Србији нам не омогућава инвентарисање ни осталих параметра који су нам важни за праћење динамике и промена у шумским комплексима (сеча стабала, сушење, дистурбанце, урастање стабала, и др.).

Велики недостатак наведене уређајне инвентуре у Србији у поређењу са неким другим инвентурама са несталним пробним површинама у којима се тачност процене основних таксационих елемената обезбеђује на нивоу већих уређајних јединица је неекономичност. Ово је нарочито изражено у састојинама мале површине и високог варијабилитета таксационих елемената. На основу истраживања Корпивица (2006) је утврдио у 5 релативно великих (од 12 до 30 хектара) високих састојина букве у Србији да би се постигла тачност процене запремине од +/- 8 % при вероватноћи 95 %, која је унапред прописана, потребно је поставити велике кругове са константним пречником (5 ари) у густини мреже пробних површина од 35*35 метара до 72*72 метра са интензитетом премера од 9,7 до 41 %, што је са аспекта економичности не прихватљиво. У случају малих

састојина до 10 хектара за тачност процене запремине од +/- 8 % потребан је још већи интензитет премера или у практичном смислу у многим састојинама потребан би био тотални премер. Дobar пример нам је Национални парк Фрушка Гора која газдује са око 20.000 хектара шума које су обухваћене са 13 газдинских јединица у којима је шума подељена на око 450 одељења а у којима је издвојено око 4.900 састојина просечне величине од само 4 хектара. Претпостављамо да и при просечном варијабилитету, да би се постигла тачност процене запремине од +/- 8 %, потребано је поставити нерационално велики број пробних површина или у многим ситуацијама примењивати и тотални премер. На жалост, у шумарској пракси овај проблем се најчешће решава редукцијом броја пробних површина и фиктивно приказујемо да смо задовољили тачност процене запремине од +/- 8 % иако нам овакав приступ не може обезбедити предложени праг тачности процене. Конкретно при премеру свих шума на Фрушкој Гори постављен је велики број пробних површина (око 42.800) али просечно по састојини нешто мање од 9 пробних површина које нам не могу обезбедити тачност процене запремине у наведеним границама.

Такође, примена великих кругова са константним пречником (5 и 10 ари) се на основу раније спроведених симулација не може сматрати економичном. Значајан проблем претставља и потпуна хетерогеност примене кругова различитих димензија и различите густине мреже на малом простору што у значајној мери отежава статистичке анализе добијених података.

Недостатак је и субјективна процена припадности појединих састојина тзв. степенима хомогености који доминантно одређују и технику узорковања и густину мреже пробних површина.

Потреба примене перманентне уређајне инвентуре у Србији

У планирању газдовања шумама, састојина представља најмању и основну уређајну јединицу. Међутим, циљеви газдовања шумама, мере за спровођење циљева, планови будућег газдовања и трајност или одрживост газдовања, се прописују и обезбеђују најчешће за веће уређајне јединице (газдинска класа, разред, тип на нивоу појединачних газдинских јединица или читавих шумскопривредних подручја). Из овог разлога у већини европским земаља, нарочито последњих деценија тежи се да и при утврђивању тренутног стања шума, доминантно применом репрезентативног метода, се обезбеди тачност прикупљених података на нивоу тих истих већих уређајних јединица. Неспорно је да и подаци које желимо прикупити са довољном тачношћу на састојинском нивоу су употребљиви у газдовању, али овај приступ захтева знатно већи интензитет премера и велике трошкове који се не могу сматрати рационалним. Из овог разлога већина земаља у Европи тежи да постојеће стање шума поуздано процени на нивоу већих уређајних

јединица. У многим земљама су свесни да се чак и за неке мање газдинске класе или типове са високим варијабилитетом таксационих елемената чак ни на том нивоу добијени подаци не могу поуздано проценити. У шумарској пракси у Европи се данас најчешће прописује као максимална једнострука релативна стандардна грешка процене укупне запремине на нивоу читаве газдинске јединице до 5 %. За веће газдинске класе или типове до 10 %, а за мање у неким инвентурама и до 20 %.

Други важан тренд у европском шумарству је све масовнија примена перманентне инвентуре како при уређајној тако и у националним инвентурама шума. Промовисање разнодобности и мешовитости, наравно тамо где је то оправдано, су постала два основна постулата у будућем газдовању шумама у Европи. У трајној шуми није довољно познавати само тренутно стање већ је једнако важна и динамика развоја тих шума (колика је реална вредност запреминског прираста, која су стабла посечена а која у међувремену пропала, која су стабла урасла тј. прешла таксациону границу). На ова питања једино се може дати објективан одговор применом перманентне инвентуре.

Важан аспект при провођењу уређајних инвентура данас у Европи је и економичност. Нарочит проблем постаје недостатак стручног кадра који представља и највећи трошак при реализацији инвентуре. Зато се данас, где год је могуће тежи и примени конбинованих инвентура (аерофототаксација и даљинска детекција, у новије време и ласерске технике и класична терестичка инвентура свих оних таксационих елемената који се не могу поуздано проценити модерним техникама). Из овог разлога, се данас ретко где користе инвентуре са великим интензитетом премера (тотални премер, састојинска инвентура).

Поред модерних техника из ваздуха и савремена опрема која се данас користи у терестичкој инвентури шума у великој мери је отклонила и недостатке и повећала економичност перманентне инвентуре из времена када се ова инвентура почела примењивати у шумарској пракси. На пример, лоцирање стабала у простору, које је неопходно при перманентним инвентурама, је постало брзо и прецизно јер се хоризонтална растојања мере директно електронским висиномером или неким другим инструментом. У време почетка примене перманентне инвентуре сва мерења су вршена пантљиком, где су се добијала коса мерења а онда су се родуковала на хоризонт, што је захтевало много више времена. И сам рад на концентричним круговима из истих разлога је знатно поједностављен и убрзан.

Модерне инвентуре треба да обезбеде и податке који раније нису били неопходни (показатељи и индекси једноставне и просторне структуре, друге елементе за процену биодиверзитета, мртво дрво, и др.). Са пробних површина које се користе у перманентним уређајним инвентурама на којима меримо сва стабла изнад таксационе границе (кругови са константним пречником или круг са најмањим пречником код концентричних кругова) можемо проценити разне индексе једноставне и просторне структуре а да не вршимо

никаква додатна мерења. Једноставна структура а и неки елементи диверзитета се ближе дефинишу најчешће дебљинском и висинском структуром (графички и описни карактер) и индексима на пр. Гини коефицијент (O'Hara et al., 2007) за квантификацију димензионог диверзитета и Шенонов индекс (Shannon, Weaver, 1949) за квантификацију специјског диверзитета.

С обзиром да се на сталним пробним површинама при перманентним инвентурама одређује положај стабала у простору (азимут и растојање од центра пробне површине и стабала) могу се израчунати и проценити и различите функције и индекси просторне структуре. На пример: а) од параметара појединачних стабала базирани на односима суседних стабала за опис структуре на малим површинама (дистанца до најближих суседа, Pommerening, 2006; угаона мера, Gadow, et al., 1998; индекс средњег усмерења, Corral Rivas, 2006; индекс мешовитости, Fueldner, 1995; индекс диференцирања, Fueldner, 1995, индекс доминације, Hui, et al., 1998; индекс доминације димензија, Albert, 1999; и др.); б) од индикатора структуре шума на састојинском нивоу које зависе од мерења положаја стабала (индекс агрегације, Clark, Evans, 1954; коефицијент сегрегације, Pielou, 1977) и в) од континуираних функција за опис структуре шума које узимају у обзир сва могућа растојања између стабала (К корелациона функција, Ripley, 1976, 1977; L корелациона функција, Stoyan, Penttinen, 2000; Функција корелационих парова, Stoyan, Penttinen, 2000; Марк корелациона функција, Stoyan, Penttinen, 2000) и многи други индекси и функције.

На основу досадашњих анализа примена перманентних уређајних инвентура је показала знатно више предности него недостатака у односу на друге инвентурне приступе који се користе у шумарској пракси. У неким државама и покрајинама перманентна уређајна инвентура се успешно у шумарској пракси примењује већ више од пола века. У том периоду су у значајној мери отклоњени и неки методски недостаци а у великој мери је и повећана економичност применом модерних техника и инструмената који се користе у дендрометрији и инвентури шума. Дуготрајна и већ масовна примена перманентне инвентуре, нарочито у земљама дуге и напредне шумарске науке и праксе, нам је ипак највећа гаранција да је овај приступ прихватљив и за шумарску праксу у Србији. Наравно, не треба занемарити и неке специфичности које карактеришу како станишне и састојинске карактеристике шума у Србији, тако и традицију досадашњих уређајних инвентура шума.

Према Stevanović, et al. (1995) флора виших биљака на подручју Србије и Црне Горе обухвата око 4850 врста што чини око 1.7% од укупне светске флоре, док територија ове две државе обухвата свега 0.035% од укупне површине светског копна. Према доступним подацима Србија је на осмом месту у Европи по броју врста у односу на укупну површину државе. Процењује се да у спрату дрвећа у Србији предмет инвентуре може бити и преко 70 врста дрвећа, док је у скандинавским државама тај број једноцифрен. С обзиром да се подручје Србије карактерише и израженом разноврсношћу станишта и биоценоза, свакако да треба очекивати и високо изражен екосистемски диверзитет. Са друге стране и историјске прилике и досадашњи начин газдовања је у великој мери и повећао условно

речено хетерогеност шума у Србији. Посебан проблем за процену стања шума а и за само газдовање има и уситњеност поседа, нарочито које су у приватном власништву. Са ове тачке гледишта свакако да се мора водити рачуна при избору дизајна инвентуре и техника узорковања.

Основни недостаци уређајних перманентних инвентура са сталним пробним површинама су што сталне пробне површине у потпуности репрезентују промене које настају само на конкретним локацијама, и простор који није обухваћен узорком никада и неће бити предмет будућих инвентура. Такође, важан недостатак је и избегавање газдовања на сталним пробним површинама чије површине се препознају на терену. Зато је јако важно да се на перманентним сталним површинама не врше никаква трајна обележавања. Такође, из ових разлога данас, се најчешће користе уређајне инвентуре са комбинованацијом сталних и несталних пробних површина. Недостатак уређајних инвентура у којима се процена најважнијих таксационих елемената не обезбеђује на нивоу састојина већ на нивоу газдинске класе, разреда или типа је процена у газдинским класама са малом заступљеношћу у појединачним газдинским јединицама или шумскопривредним подручјима. У таквим газдинским класама, разредима и типовима релативна стандардна грешка процене најважнијих таксационих елемената ће у већини случајева бити велика и будуће планирање и газдовање ће бити отежано.

Предлог перманентне уређајне инвентуре у Србији

Нови концепт перманентне уређајне инвентуре у овом тренутку треба схватити као полазну основу коју је потребно тестирати у првом реду у већем броју газдинских јединица у државном власништву које се разликују по величини, станишним и састојинским карактеристикама али и по варијабилитету основних таксационих елемената. Након додатне анализе, уколико буде потребно може се кориговати предложени концепт.

Уопштено посматрано, уређајне инвентуре које су се користиле или се још увек користе у Средњој Европи су методски послужиле као основа за инвентуре које се данас примењују у неким државама Балкана.

Наше је мишљење да поред анализе предности и недостатака постојећих перманентних инвентура, комбинације перманентних и инвентура са несталним пробним површинама које се већ користе у Средњој Европи и на Балкану важно је уважити и неке локалне специфичности и традицију уређајне инвентуре у Србији.

Посебно је важно будућу уређајну инвентуру прилагодити будућој стратегији развија шумарства у Србији. С обзиром да се данас у Србији промовише шумарство засновано поред традиционалног принципа трајности или одрживости и на принципима мултифункционалности и природи блиском начину газдовања шумама, и промовисању

газдинских типова (*Uputstva za gazdovanje šumama Srbije – nacrt) перманентна уређајна инвентура или комбинована перманентна инвентура и инвентура на несталним пробним површинама се намеће као неминовност.

Увођење релативно мањег броја газдинских типова у односу на досадашњи приступ изразито великог броја газдинских класа ће значајно поједноставити како само планирање и газдовање шумама тако и сам приступ будуће уређајне инвентуре шума у Србији. С обзиром да ће се циљеви газдовања шумама, мере за спровођење циљева, планови будућег газдовања и трајност или одрживост газдовања, прописивати и обезбеђивати за газдинске типове и евентуално узгојне групе на нивоу газдинских јединица треба тежити да се и при утврђивању тренутног стања шума обезбеди тачност прикупљених података за основне таксационе елементе на нивоу тих истих већих уређајних јединица.

Предлог:

Перманентна инвентура шума ће се спроводи на нивоу конкретне газдинске јединице у последњој години важења Основе за газдовање шумама. У газдинским јединицама у којима се мерење врши први пут инвентура се спроводи по добијеном налогу државних органа.

Образложење:

Газдинске јединице у Србији у државним шумама су просечне величине од око 3000 хектара и шумарска пракса је показала да је последња година важења основе сасвим довољна да се у том периоду изради и нова основа обухватајући и инвентуру шума али и све припремне активности.

Предлог:

С аспекта ове методике под шумом сматрамо земљиште које се простире на више од 0,5 ха обрасло шумским дрвећем чије крошње покривају више од 10% површине при чему дрвећа мора бити у могућности да достигне минимум 5 метара висине. Под шумом се подразумевају и све младе природне и вештачки подигнуте састигине које у овом тренутку не испуњавају горе наведене услове али ће их потенцијално испунити у блиској будућности. За дрвореде или заштићене појасеве потребна је минимална ширина од 20 метара. Шумске влаке и обични земљани путеви се такође сврставају у шуму. Уколико у инвентури шума центар пробних површина падне у шуму те површине се инвентуришу и ако постоје потребни услови на њима се врше прописана мерења.

Под шумским земљиштем подразумевамо земљиште које се простире на више од 0,5 ха обрасло шумским дрвећем чије крошње покривају мање од 10% површине при чему дрвећа мора бити у могућности да достигне 5 метара висине и земљиште обрасло шумским дрвећем чије крошње покривају више од 10% површине али је дрвеће малих висина које је

карактеристично за жбуње, макије, шикаре и шибљаке слабог потенцијала. Такође, под шумским земљиштем се подразумевају и чистине које се налазе у шумском комплексу а које су погодне за раст шумског дрвећа. У инвентури шума ове површине ће бити дефинисане само својом величином и на њима описане станишне карактеристике, док се на њима неће постављати пробне површине.

Под осталим шумским земљиштем подразумевамо путну инфраструктуру вишег ранга у које убрајамо тврде камионске путеве и јавне саобраћајнице. У ову категорију убрајамо и далеководе, гасоводе, нафтоводе и другу енергетску инфраструктуру који су трајно искључени из газдовања а налазе се на подручју газдинске јединице. Такође у остало шумско земљиште убрајамо и неплодне површине које су саставни делови шумских комплекса а на којима се не може успешно подизати и гајити шума. Уколико центар пробних површина се налази на осталом шумском земљишту оне се на терену не постављају и не мере.

У шумском комплексу једне газдинске јединице могу се наћи и површине друге намене: пољопривредно земљиште (обрадиво, ливаде и пашњаци), урбано земљиште и водене површине. Овакве површине се у инвентури само констатују и дефинише се њихова површина у односу на остале суседне шумске површине.

Образложење:

Многе националне и међународна класификација шума одређују као најмању површину од 0,5 хектара која се може сматрати као доња рационална граница. Мање површине од овог прага би у пракси усложњавили инвентуру шума на сличан начин као и када смањујемо таксациону границу при премеру пречника. Сматрамо да и у нашој пракси је ова граница оптимална. Површине које су мање од 0,5 хектара иако су обрасле шумске површине не треба посебно издвајати већ их треба придружити постојећим већим суседним састојинама. Ипак, у неким инвентурама широм света се срећу и друге дефиниције. Важно је и да класификација шума и осталих површина буде јасна и не превише разруђена да би се могла лако тумачити и применити у пракси.

Предлог:

С обзиром да се ради о новој методици која до сада није примењивана у Србији, неопходно је пре њене употребе у шумарској пракси путем семинара обучути све будуће Извођаче радова – таксаторе.

Образложење:

Наведена методика има значајне разлике у односу на постојећу уређајну инвентуру шума која се примењује у Србији. Већина разлика се односи на увођење сталних пробних површина на којима се врше нека мерења и процене које у досадашњој пракси у Србији нису коришћене на пример: лоцирање стабала у простору, узгојно-техничке класе,

техничке класе, пробна дознака, стање подмладка, мртво дрво, биодиверзитет. Овакав приступ захтева и добру припрему чланова радне групе Извођача радова која у циљу њихове едукације подразумева организовање стручних семинара. С обзиром да у Србији постоји Комора инжењера шумарства Србије, чија је важна делатност организовање различитих стручних семинара, оптимално решење је да се кроз Комору организују и семинари на којима ће се обучавати и таксатори који треба да примене нови концепт уређајне инвентуре у Србији.

Предлог:

Радну групу за инвентуру чине два члана: стручно лице (вођа групе) које је прошло обуку за нову методiku и помоћни члан који је оспособљен да користи опрему која ће се користити при инвентури.

Образложење:

У прошлости у многим уређајним инвентурама шума радну групу се често састојала и из три члана. Мерења растојања су доминантно вршена пантљикама, висине су мерене са релативно компликованим инструментима а запремински прираст је утврђиван методом дебљинског прираста који је подразумевао бушење стабала. При примени модерних и једноставнијих инструмената и избегавањем бушења стабала у савременим перманентним инвентурама довољна су два члана радне групе, али што је раније наглашено посебно обучена. Посебна обученост вође групе подразумева поред познавања саме методике новог концепта уређајне инвентуре у ужем смислу је познавање и других раније дефинисаних методика по којима се процењује узгојно-техничке и техничке класе, биодиверзитет и мртво дрво и симулира пробна дознака. Помоћни члан мора добро познавати рад са свим инструментима који се користе при инвентури и водити рачуна о њиховој исправности и калибрацији.

Предлог:

Извођач радова при инвентури шума је након почетка радова дужан да обавести Орган за контролу инвентуре. По обавештењу Орган за контролу инвентуре је дужан да континуирано обавештава Извођача о датумима контроле током теренске сезоне. Обавеза Органа за контролу је да изврши проверу спроведене уређајне инвентуре на 3 % пробних површина одабраних равномерно у простору и времену од укупног броја премерених на подручју једне газдинске јединице.

Образложење:

Једна од најважнијих фаза при изради Основе за газдовање шумама је контрола инвентуре. Контрола инвентуре је неопходна фаза која подразумева да неко независно и стручно тело методом узорка контролише све теренске радове који се спроводе у инвентури шума. Ова фаза има велики утицај на квалитет прикупљених података и

смањује могућност различитих злоупотреба или непоштовања прописане методике инвентуре шума. Контрола инвентуре је важна и да се у значајнијој мери смање техничке грешке које се неминовно јављају при теренским радовима инвентуре шума.

Предлог:

У будућој уређајној инвентури шума користиће се комбинација инвентуре са сталним (перманентним) и несталним пробним површинама. За пробне површине ће се искључиво користити концентрични кругови одређених димензија.

Образложење:

Анализом предности и недостатака примене перманентних инвентура у средњој Европи и на Балкану, и примене традиционалних уређајних инвентура са несталним пробним површинама, а поштујући и традицију досадашње инвентуре у Србији сматрао да би за будућност најоптималније било користити комбинацију инвентуре са сталним (перманентним) и несталним пробним површинама. Сталне пробне површине у првом реду требају да нам процене динамичке процесе који се дешавају у нашим шумама а који су нам посебно важни за природи блиским начинима газдовања (процена запреминског прираста, стабала која су посечена или из било ког другог разлога излучена из инвентара али да проценимо и присуство нових стабала која су урасла између два премера). Такође, пошто су сталне површине детаљне требају да нам послуже и за процену узгојно-техничких и техничких класа, стања подмладка, биодиверзитета и мртвог дрвета и пробне дознаке. Несталне пробне површине (обични кругови) првенствено треба да нам повећају прецизност процене најважнијих али уједно и најваријабилнијих таксационих елемената (темељница и запремина) у високим природним шумама. Из тог разлога, на њима ће мерења бити знатно једноставнија и поред утврђивања газдинског типа и узгојне групе, мериће се само прсни пречници и одређен број висина доминантних стабала у циљу процене бонитета станишта.

Предлог:

У уређајној инвентури шума у Србији користиће се таксациона граница од 10 центиметара. По потреби таксациона граница се може смањити и на 5 центиметара али само у шумамама код којих стабла и у старости постижу мале прсне пречнике.

Образложење:

Таксациона граница од 10 центиметара у високим шумама и од 5 центиметара у изданачким шумама и младим вештачки подигнутим састојинама се примењује већ дуго у инвентурној пракси у Србији. Наше је мишљење да се за скоро све шуме таксациона граница од 10 центиметара може прописати као оптимално решење. Таксациона граница се опционо може смањити и на 5 центиметара али само у шумамама код којих стабла и у старости постижу мале димензије (нпр. типичне изданачке шуме на лошим стаништима са

којима се и у будућности планира газдовати на исти начин, изданацке шуме багрема веће генерације, и др.). У овим шумама смањење таксационе границе на 5 центиметара је потребно, јер је учешће стабала са пречником од 5 до 10 центиметара релативно велико па би високе вредности таксационе границе у великој мери и редуковале укупан инвентар и обесмислиле мерење оваквих шума. У младим високим природним и вештачки подигнутим састојинама и шумским плантажама је беспотребно мерити стабла испод 10 центиметара јер се у тако младим састојинама и не планирају неке газдинске мере за које нам је важно познавање основних таксационих елемената. У високим разнодобним и зрелим једнодобним састојинама је важно инвентарисати и подмладак па би се на први поглед таксациона граница и у овим шумама могла смањити на 5 центиметара. Међутим, у дугој пракси инвентуре нарочито разнодобних састојина у Босни и Херцеговини као оптимално решење је понуђено постављање посебних пробних површина малог радијуса који се искључиво користе за процену бројности и стања подмлатка различите старости и димензија до таксационе границе. Ове специфичне пробне површине најчешће су везане за тзв. детаљне кругове и постављају се на истом месту.

Предлог:

У будућој уређајној инвентури користиће се концентрични кругови полупречника 7,98 и 12,62 метара (површина 2 и 5 ари). На мањем кругу се мере сва стабла изнад таксационе границе, а на већем кругу само стабла преко 30 центиметара. Евентуално, у неким будућим корекцијама технике узорковања у циљу боље процене дебелих стабала у разнодобним састојинама, може се повећати полупречник већег круга на 15 метара или увести трећи круг са полупречником од 17,84 са циљним пречником стабала преко 50 см.

Образложење:

Као што је раније наглашено, на основу симулација различитих техника узорковања применом симулатора STIPSI утврдили смо да у конкретним условима постоје мале разлике у прецизности процене темељнице, као једног од најважнијих таксационих елемената, између 6 тестираних техника узорковања (концентрични кругови и кругови са константним пречником). Међутим, те разлике немају већи практични значај, па са аспекта поуздане процене темељнице се може користити било која наведена техника узорковања. Кругови са константним пречником код којих се неселективно мере сва стабла са целе површине круга не показују већу прецизност у процени темељнице од концентричних кругова приближне величине. Међутим, кругови са константним пречником у конкретним анализама захтевају знатно обимнија мерења (од 1,8 до 2,3 пута више мерених стабала у односу на различите технике анализираних концентричних кругова).

Кругови са константним пречником имају и једну важну предност у односу на концентричне кругове а то је поузданија процена структурне изграђености. Lin et al. (2020) су утврдили да концентрични кругови нису поуздани за процену структурне изграђености

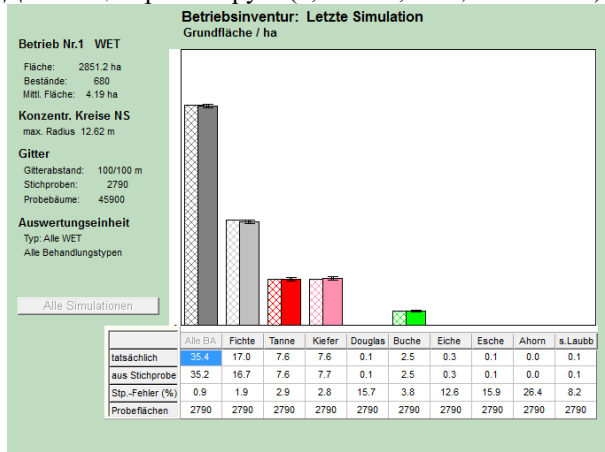
(једноставна и просторна структура). Ови аутори, као што је раније наглашено, су закључили да што је већи број концентричних кругова и што су гранични пречници најмањих кругова већи процена параметара и једноставне и просторне структуре постаје све непрецизнија.

С обзиром да нам је данас, у првом реду у мешовитим и разнодобним шумама, важно да прецизно проценимо основне таксационе елементе, али и да приближно проценимо и структурну изграђеност шума, а да узорак буде и економичан онда би оптимално било користити условно неки прелаз између кругова са константним полупречником и концентричних кругова.

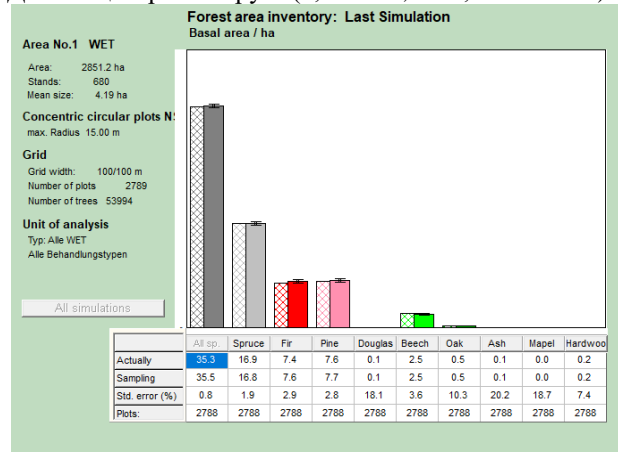
Из овог разлога, као што смо и раније нагласили, наше мишљење је да од анализираних техника узорковања најоптималнији за примену у Србији су концентрични кругови са два круга који се користе у Словенији ($r=7,98$ и $12,62$ m; циљни пречници 10 и 30 cm). Први круг полупречника од 7,98 метара (величина круга 2 ара) је фактички круг са константним пречником на коме се мере сва стабла и постоји реалан основ за процену и структурне изграђености састојина прихватљиве тачности, нарочито у очуваним и склопљеним састојинама, где на круговима ове величине можемо очекивати мерење већег броја стабала. На другом кругу полупречника 12,62 (величина круга 5 ари) се мере само дебља стабла од 30 cm што позитивно утиче на економичност премера (смањује се број стабала скоро за дупло у односу на кругове са константним пречником величине од 5 ари) а не смањује се прецизност процене основних таксационих елемената, у првом реду запремине и темелнице. Евентуално, у неким будућим корекцијама технике узорковања у циљу боље процене дебелих стабала у разнодобним састојинама и једнодобним састојинама задњег доброг разреда или у процесу обнове, може се повећати полупречник већег круга на 15 метара или додати и трећи круг ($r=17,84$, величине од 10 ари, са циљним пречником преко 50 cm). У разнодобним шумама, као шумама великог варијабилитета основних таксационих елемената би се са концентричним круговима веће површине највећег круга или са три круга и повећаног интензитета премера, свакако прецизније проценили основни таксациони елементи.

На слици 10 приказано је поређење три технике узорковања применом симулатора STIPSI које су управо предложене за употребу у Србији при густини мреже $100*100$ метара и са таксационом границом од 10 центиметара.

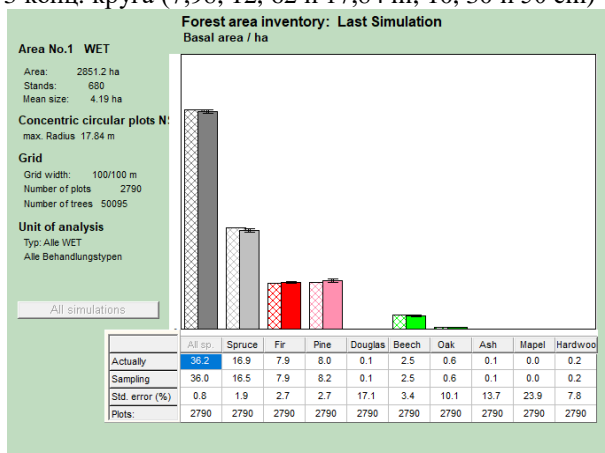
Два концентрична круга (7,98 и 12,26 m; 10 и 30 cm)



Два концентрична круга (7,98 и 15,00 m; 10 и 30 cm)



3 конц. круга (7,98, 12, 62 и 17,84 m; 10, 30 и 50 cm)



Слика 10. Поређење три технике узорковања које су предложене за практичну употребу у Србији

Са слике 10 се јасно види да предложена основна техника узорка за Србију ($r=7,98$ и $12,62$ m; циљни пречници 10 и 30 cm) је најрационалнија али у исто време и најнепрецизнија. На основу наведене симулације, узорак са два концентрична круга ($r=7,98$ и $15,00$ m; циљни пречници 10 и 30 cm) подразумева мерење око 18 % више стабала него основни узорак, а прецизност се повећава само код врста дрвећа мале заступљености (буква и храст). Узорак са три концентрична круга ($r=7,98$, $12,62$ и $17,84$ m; циљни пречници 10, 30 и 50 cm) подразумева мерење око 9 % више стабала него основни узорак, а прецизност се повећава код врста средње (јела, бор) и мале заступљености (буква и храст). Процена укупне темелнице и смрче као најзаступљеније врсте карактерише иста вредност релативне стандардне грешке. Наша тренутна претпоставка је да ипак за већину шума у Србији овај контекст прецизности нема практични значај. Након практичне примене основног узорка ($r=7,98$ и $12,62$ m; циљни пречници 10 и 30 cm) у већем броју газдинских јединица са доминацијом разнодобних и зрелих или у процесу обнове

природних једнодобних шума, уколико то буде потребно, може се предложити за примену и једна од алтернативних техника узорковања.

Са друге стране у младим једнодобним природним или вештачким и изданаичким састојинама концентрични кругови предложеног основног узорка ће ипак показати у односу на кругове са константним пречником истих димензија знатно већу економичност. Ако претпоставимо хипотетички да наведене састојине или газдинске класе или типови имају 2000 стабала по хектару и да су прсни пречници у састојини у распону од 5-30 центиметара (што је у пракси и најчешћи случај) на овако конципираним концентричним круговима у просеку ћемо мерито око 40 стабала што је са становишта економичности прихватљиво. Многи аутори сматрају да је оптималан број стабала који се мере на једној пробној површини од 15 до 30 стабала. На круговима са константним пречником истих димензија би у просеку мерили око 100 стабала. Овај пример потврђује због чега се у државама у којима се користе кругови са константним полупречником користе у различитим величинама (најчешће од једног до 10 ари) за шуме различитог варијабилитета основних таксационих елемената, различите структурне изграђености и различите старости.

Такође, и на основу анализа перманентних уређајних инвентура које се у пракси користе у Средњој Европи и на Балкану утврдили смо да су доминантно примењивани концентрични кругови са различитим бројем кругова и величина. Кругови са константним пречником и угаоно избрајање се користи у малом броју земаља и покрајина у истраживаном подручју.

У Србији се кругови са константним пречником величине 2 и 5 ари већ дуго користе па за већину таксатора ће прелаз са ових кругова на концентричне кругове ових величина бити једноставан.

Угаоно избрајање (WZP), иако има и одређених предности нарочито у младим једнодобним састојинама, у односу на концентричне кругове, сматрамо теже примењивим у Србији. У разнодобним мешовитим састојинама и старим једнодобним састојинама, са већим учешћем дебљих а нарочито дебелих стабала, ова стабла се избрајају на великим растојањима и често код граничних стабала нисмо сигурни да ли се она избрајају или не. У тим ситуацијама морамо да проверавамо хоризонтално растојање директним мерењем, што у значајној мери успорава и поскупљује инвентуру. Уопштено, овај метод се генерално на простору целог Балкана ретко примењивао у прошлости, а данас се на овим просторима скоро нигде и не примењује. Са друге стране, у непосредном окружењу у Аустрији угаоно избрајање је основни метод који се примењује и при уређајној али и при националној инвентури шума.

Предлог:

У уређајној инвентури шума у Србији користиће се основна квадратна мрежа са систематским распоредом пробних површина са растојањем 100*100 метара. Квадратна мрежа ће бити јасно дефинисана у простору и позиционирана у правцу север-југ и исток-запад. Ово ће бити основна мрежа пробних површина која ће бити распоређена као јединствена на подручју целе газдинске јединице. Такође, и обројчавање пробних површина треба да буде јединствено на нивоу целе газдинске јединице.

Образложење:

Дизајн и распоред пробних површина је једна од најважнијих стручних а често и научних дилема са којом се срећемо при практичној реализацији у било којој инвентури. На жалост, коришћени симулатор STIPSI нам може дати само оријентациони оквир и то само за конкретну симулирану газдинску јединицу. Хипотетички у газдинској јединици потпуно истих састојинских и станишних карактеристика и истог варијабилитета основних таксационих елемената, довољно је да се газдинска јединица разликује по величини па да при истом дизајну и распореду пробних површина можемо очекивати и различиту прецизност процене основних таксационих елемената.

Основни циљ већине уређајних инвентура у Европи данас је да се укупна запремина и запремина већине газдинских класа (разреда, типова) чије је учешће релевантно, на нивоу газдинске јединице процени са величином једноструке релативне стандардне грешке до 5%. За газдинске класе (разреде, типове) са малим учешћем се свакако мора толерисати и већа грешка.

У симулираној газдинској јединици чија је површине од 2.851,2 хектара у којој је издвојено 684 састојине просечне величине од 4,17 хектара једнострука релативна стандардна грешка процене укупне темељнице за газдински развојни тип мешовитих шума лишћара и четинара у развојној фази потпуне зрелости и обнове (оријентационо у овом случају одређен као најмања уређајна јединица за коју треба да имамо поуздану процену од 5%) се континуирано повећава са 2,2 % у мрежи 100*100 до 14,8 % у мрежи 600*600 метара. У густини мреже већ од 300*200 метара једнострука релативна стандардна грешка је већа од 5 %. Наравно, треба имати на уму да су процене запремине онда оптерећене са још већом грешком како је раније наглашено из односа грешке темељница и запремина су приближно у односу 1:1,2.

Са друге стране као што је раније наглашено у примерима из Србије, Црне Горе и Босне и Херцеговине се види да и при густој мрежи од 100*100 метара са већ раније тестираним техникама узорковања за веће просторне јединице (шумскопривредна подручја, газдинске јединице) и уређајне јединице (у овом случају најчешће газдинске класе) добијају се релативно високе стандардне грешке. Ово нам јасно показује да за поуздану процену запремине и темељнице, као најважнијих таксационих елемената, већих уређајних јединица (газдинске класе, газдински разреде, газдински развојни типови) у

реалним Балканским приликама потребна је густа мрежа раније описаних и симулираних пробних површина.

С обзиром на висок варијабилитет основних таксационих елемената и општу хетерогеност у првом реду разнодобних високих шума наше мишљење је да за процену запремине као најважнијег али и најваријабилнијег таксационог елемента је неопходна густа мрежа пробних површина са растојањем 100*100 метара. Процењујемо да у једнодобним шумама ће бити довољна густина мреже од 200*100 метара. Поузданије процене ћемо добити тек кад ове предложене густине мреже применимо у већем броју газдинских јединица различитих станишних и састојинских карактеристика, са различитим варијабилитетом основних таксационих елемената и при различитој површини газдинских јединица.

Предлог:

Основа преношење основне мреже пробних површина на терен су радне топографске и ортофото карте које се користе у размеру од 1:2.500 до 1:10.000 са основном мрежом катастарских парцела, границама газдинске јединице, одељења и одсека (састојина) и путне инфраструктуре. Дигитализоване ортофото и топографске карте са осталим потребним слојевима просторних информација се преносе на модерне ручне уређеје (PDA уређаји и мобилни телефони) а затим се уз њихову помоћ GPS навигације лоцирају пробне површине на терену. Приликом лоцирања несталних пробних површина и сталних пробних површина при првом премеру на максимално зумираној карти на модерном уређају треба у потпуности преклопити тренутну позицију таксатора и пројектоване позиције пробне површине. При одређивању стварне позиције пробне површине треба искључиво посматрати уређај без обраћања пажње на стварно стање шуме у којој се налазимо. Приликом одређивања стварне позиције пробне површине треба сачекати да се инструмент умири и да се грешка процене позиције сведе на минималну вредност. Код сталних пробних површина које су већ постављене на терену приликом следећег перманентног премера након приближног лоцирања уз помоћ PDA уређаја или мобилног телефона, користимо детектор за метал и копиране теренске мануале или електронске записнике снимљене на уређају на основу којих проналазимо метални кочић који се налази у земљи.

Образложење:

Топографске и ортофото карте нам уз примену модерне технике (GPS и PDA уређаји, мобилни телефони) омогућавају да врло једноставно пренесемо пројектовану мрежу пробних површина на терен. Као што је изнад наглашено, при одређивању стварне позиције пробне површине треба искључиво посматрати уређај без обраћања пажње на стварно стање шуме у којој се налазимо. Ово је важан предуслов да можемо сматрати да смо пробне површине на терену поставили објективно тј. да њихово позиционирање је

извршено на основу тачности самих уређаје, без нашег субјективног утицаја. Ажуриране ортофото карте су нам посебно важне и за процену стања присуства шумске вегетације на појединачним пробним површинама.

У прошлости, а у неким земљама и данас приликом лоцирања пробних површина поставља се полигон од неке познате тачке где се користе прецизне бусоле и модерни уређаји за мерење хоризонталних растојања (на пример висиномер Vertex, али и други уређаји). До појаве ових инструмената коришћена је пантљика за мерење косих растојања а затим на основу нагиба вршена редукција на хоризонт. То је био изразито спор и неекономичан приступ, посматрано из данашње перспективе.

Наша скорашња искуства нам показује да се уз помоћ садашњих GPS пријемника на модерним уређајима где је грешка релативно мала се сасвим поуздано и брзо може утврдити центар пробних површина. Са друге стране, постављање полигона захтева доста времена и прецизности при раду, па се у значајној мери поскупљује инвентура шума. Из тог разлога, посебно је важно да при одређивању стварне позиције пробне површине уз примену GPS-а треба искључиво посматрати уређај без обраћања пажње на стварно стање шуме у којој се налазимо и при лоцирању пробне површине треба сачекати неколико минута да се инструмент умири и грешка сведе на најмању могућу меру.

Предлог:

Прикупљени подаци са пробних површина се могу уносити у теренски мануал који је припремљен за овај методски приступ инвентуре или у модерне уређаје у којима је овај мануал електронски генерисан и обезбеђена је могућност директне обраде података, или даљег преноса података у специјализоване програме за логичку контролу и обраду података.

Образложење:

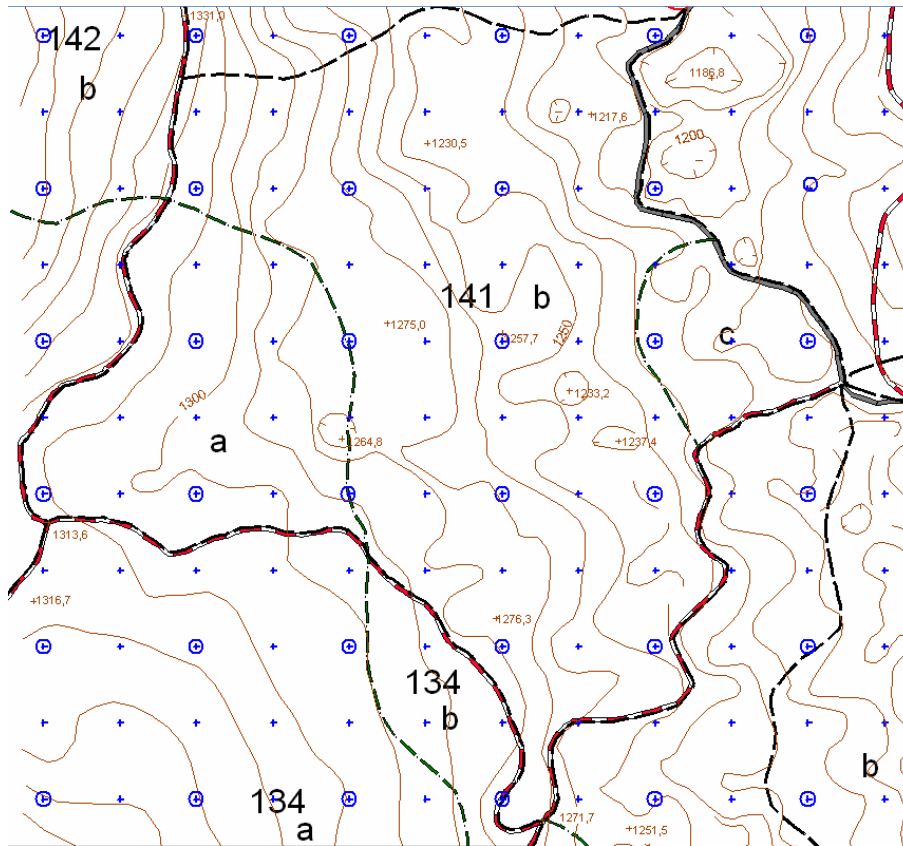
У прошлости су се користили искључиво теренски мануали за унос прикупљених података у уређајним инвентурама. Прикупљени подаци су затим ручно уношени у програме за обраду. Последњих деценија у многим земљама се користи и директан унос прикупљених података у PDA уређаје и мобилне телефоне. Други приступ је рационалнији јер се избегава накнадни унос прикупљених података, али захтева посебан приступ у меморисању и чувању података, а такође и брзом трансферу података да не би дошло до њиховог губитка или брисања.

Предлог:

У уређајној инвентури шума у Србији користиће се комбинација детаљних и обичних пробних површина. Детаљни и обични концентрични кругови ће се постављати у квадратну мрежу са систематским распоредом пробних површина.

Основна мрежа у којој се распоређују обичне пробне површине је 100*100 метара и 200*100 метара, а детаљне пробне површине 200*200 метара.

Овакав дизајн и распоред пробних површина се у шумарској пракси уређајне инвентуре са несталним пробним површинама у Босни и Херцеговини примењује већ више од 50 година (слика 11).



Слика 11. Обични (крстић) и детаљни кругови (заокружени крстић)

Извор: Vozalo (2010)

Образложење:

Остали таксациони елементи и величине које прикупљамо приликом инвентуре шума су најчешће мање варијабилне и захтевају мањи интензитет премеара. Овде се првенствено мисли на запремински прираст, узгојно-техничке класе, техничке класе, пробну дознаку, стање подмладка, мртво дрво, биодиверзитет.

Из овог разлога на обичним круговима се прикупљају само подаци који су потребни за процену запремине (прсни пречник, степен застртости земљишта крошњама) у мрежи 100*100 и 200*100 метара, а на детаљним круговима се поред података који се прикупљају

на обичним круговима прикупљају и подаци за процену запреминског прираста, узгојно-техничких класа, Крафтова класификација за класификацију социјалног статуса стабала, техничких класа, пробне дознаке, стања подмладка, мртвог дрвета, биодиверзитета, структурне изграђености.

Предлог:

Обични концентрични кругови се на терену обележавају са обичним дрвеним кочићима који се побадају у центар пробне површине а код детаљних концентричних кругова у центар се постављају метални кочићи који се не смеју видети изнад земље. Уколико метални кочић треба да поставимо у неки поток, мочвару или пут где можемо очекивати да током времена може бити оштећен или померен, онда се метални кочић поставља на безбедно место у близини стварног центра. Након тога се помоћу азимута и хоризонталног растојања дефинише позиција металног кочића у односу на стварни центар. Мерења се врше у односу на стварни центар а не у односу на метални кочић. У следећој инвентури груба навигација се врши уз помоћ GPS-а а затим се помоћу детектора за метал проналази центар пробне површине. При следећој инвентури за сваку сталну пробну површину потребно је имати и копије мануала претходног мерења или електронске мануала сачуване на уређају који користимо у инвентури.

Образложење:

Обични концентрични кругови ће бити несталне пробне површине и њихово обележавање дрвеним кочићима има за циљ ради њиховог лакшег проналаска приликом контроле инвентуре. Детаљни концентрични кругови ће бити сталне пробне површине на којима ће се спроводити перманентна инвентура и морају бити обележени металним кочићима као сталним обележјем. Такође, у циљу лакшег њиховог проналаска приликом контроле инвентуре и у следећем премеру, уз претходно навођење са GPS-ом, метал се лако открива применом детектора. Метални кочићи не смеју бити уочљиви да не би утицали на будуће газдовања овим пробним површинама. Наиме, у земљама у којима се већ дуго примењује перманентна инвентура (Швајцарска, неке покрајине у Немачкој, Словенија) врло брзо су уочили да ако шумарски стручњаци који газдују конкретним шумама знају где се налазе центри пробних површина или виде стална обележја на стаблима избегавају да газдују са истим или у значајној мери смањују интензитет газдовања. Тако добијама нереалну представу спроведених газдинских мера на конкретном подручју.

Предлог:

На обичним концентричним круговима утврђује се власништво, припадност одељењу и састојини, газдински тип, узгојна група. Утврђују се врсте дрвећа и мере се прсни пречници свих стабала изнад таксационе границе и по две висине доминантних стабала за сваку врсту дрвећа. На два правца (север-југ и исток-запад) на кругу од 5 ари се

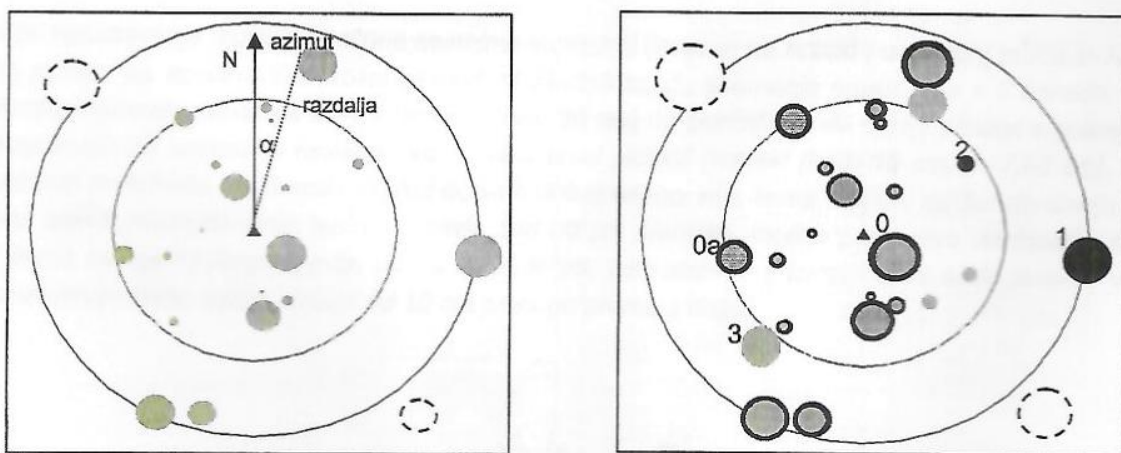
процењује покривеност земљишта са крошњама стабала изнад таксационе границе. На основу премерених таксационих елемената на овим круговима се може проценити број стабала, темељница, запремина, склоп (степен застртости подлоге крошњама) и поједини елементи једноставне структуре (дебљинска структура, Шенонов индекс, Гинијев коефицијент).

Образложење:

Као што је и раније наглашено за процену темељнице и запремине као јако варијабилних величина, а у исто време и најважнијих таксационих елемената, потребна је гушћа мрежа пробних површина. То се првенствено односи на високе разнодобне шуме и у одређеној мери на зреле природне једнодобне састојине. За њихову процену довољно је утврдити врсту дрвећа и премерити прсни пречник свих стабала изнад таксационе границе и одређен број висина доминантних стабала. Са друге стране, на основу ових премерених величина рачунски се једноставно може утврдити и Шенонов индекс који нам квантификује богатство врста на пробној површини и Гинијев коефицијент који нам квантификује димензиони диверзитет тј. хомогеност или хетерогеност пречника. Склоп се једноставно процењује а у великој мери нам приказује очуваност састојине па се препоручује да се мери на свакој пробној површини тј. и на обичним и детаљним круговима.

Предлог:

Сви детаљни кругови ће у исто време бити и перманентни кругови на којима ће се у мрежи 200*200 метара мерења континуирано вршити на истим површинама и стаблима. На овим пробним површинама се морају сва стабла лоцирати у простору помоћу азимута и растојања стабла у односу на центар пробне површине (слика 12).



Слика 12. Перманентни концентрични круг

Извор: Ноћеvar (2003)

Поред мерења која се врше на обичним круговима, на детаљним тј. перманентним круговима при првом мерењу свим стаблима изнад таксационе границе се утврђује и положај стабла у простору који се дефинише азимутом и растојањем стабала од центра пробне површине. У првом мерењу на перманентним круговима се процењују и узгојно-техничке класе, техничке класе по посебној методици. С узгојне тачке гледишта се спроводи и пробна дознака, којом фиктивно дозначавамо стабла која би требало уклонити да би смо обезбедили континуитет тј. трајност максималне продукције. Посебну пажњу треба посветити и прикупљању свих потребних параметара за процену мртвог дрвета и различитих аспеката биодиверзитета за шта је потребно развити посебну методу.

У зрелим једнодобним и свим разнодобним састојинама потребно је утврдити и стање подмлатка. По узору на инвентуру подмлатка који се већ пола века инвентарише у Босни и Херцеговини уз малу корекцију предлажемо концентричне кругове са релативно малим полупречницима који се постављају у мрежи 200*200 метара у центру свих перманентних површина (табела 2):

Висина односно дебљина подмладка	Полупречник круга на ком се мери одређена категорија подмлатка
0,1-0,5 метара висине	0,7 m
0,5-1,3 метара висине	0,9 m
0-5 цм у прсној висини	1,2 m
5-10 цм у прсној висини	2,2 m

На перманентним пробним површинама процена подмлатка се утврђује пре свих осталих мерења, да не би дошло до оштећења подмлатка пре његовог премера.

У другом или следећем мерењу на перманентним пробним површинама потребно је измерити азимуте и растојања само стабала која су од последњег премера прерасла таксациону границу (слика 12, стабла обележена са бројем 3). У поновним премерима се морају евидентирати и стабла која су посечена (слика 12, стабла обележена са бројем 1) и стабла која су се осушила из било којих разлога (слика 12, стабла обележена са бројем 2). Остала мерења која се врше на перманентним пробним површинама су исте као и при првом мерењу.

Образложење:

Пошто за остале таксационе елементе је потребна мања тачност процене у односу на запремину и темељницу а они су иначе мање варијабилне величине, предложили смо мрежу 200*200 метара што је 4 пута мањи интензитет премера у односу на запремину и темељницу. Пошли смо од претпоставке да смањењем узорка од 4 пута можемо очекивати да ће се грешка процене ових осталих таксационих елемената повећати око 2 пута (Koprivica, 2015). С обзиром на мању варијабилност осталих таксационих елемената,

претпостављамо да ће и мањи интензитет инвентуре обезбедити и прихватљиве релативне стандардне грешке ових елемената на нивоу газдинских јединица и за већину газдинских класа или газдинских типова.

Перманентне пробне површине ће нам омогућити да запремински прираст израчунамо на основу разлике стварних запремина из два премера на перманентним пробним површинама, уважавајући урасла и посечена и осушена стабла. Добићемо и стварну евиденцију спроведених газдинских мера на перманентним пробним површинама, дугорочну анализу здравственог стања, објективну анализу и квантификацију промене структуре и диверзитета и стања подмлатка у дужем временском периоду.

На неки начин, поновним континуираним премером на перманентним пробним површинама ми ћемо добити и велики број примерних површина по различитим газдинским типовима које ће моћи бити коришћене и као огледна поља за различита научна истраживања али и за конструкцију различитих модела раста и прираста састојина или појединачних стабала.

Предлог:

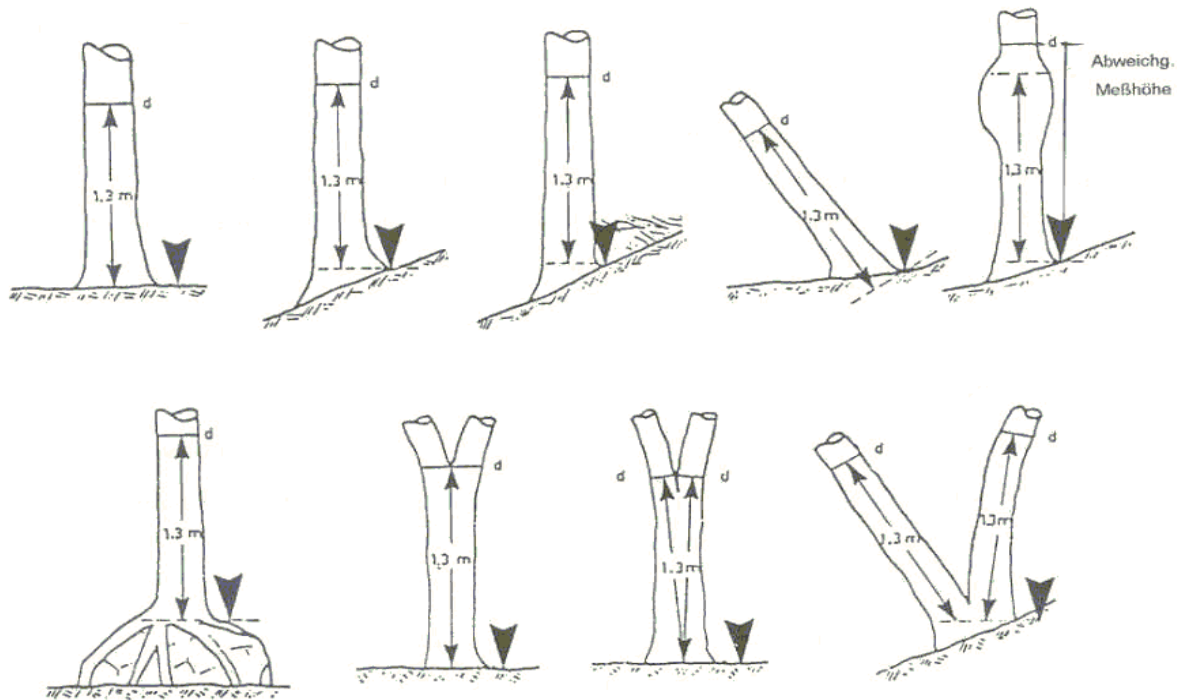
Сва мерења која се врше на перманентним пробним површинама на стаблима се обележавају само привремено са обичном кредом.

Образложење:

Негативна искуства примене перманентне инвентуре широм Европе су нам јасно указала да перманентне пробне површине треба да буду „видљиве“ само таксаторима а „невидљиве“ свим осталим шумарским стручњацима и цивилима. На овај начин ће се избећи субјективност у газдовању на пробним површинама које су јасно обележене. Ово је важан разлог што се при перманентним инвентурама често користи комбинација сталних и несталних пробних површина. Поред тога, несталне пробне површине нам у највећој мери отклањају већину основних недостатака које се јављају при примени класичних перманентних инвентура у којима се користе само сталне пробне површине.

Предлог:

Мерења пречника на прсној висини на перманентним пробним површинама, на свим стаблима на којима је то могуће, треба вршити строго на прсној висини. За остала стабла треба применити одређена правила (слика 13).



Слика 13. Мерење пречника на прсној висини

Извор: Weinreich, et al. (2012)

Образложење:

Због упоредивости података са прошлим и будућим мерењима приликом мерења пречника на прсној висини на перманентним пробним површинама веома важно је мерења вршити строго на прсној висини. Ово је посебно важно за што објективнију процену запреминског прираста на пробној површини. Методски би било најисправније, као што се ради на огледним пољима, на сваком стаблу обележити прсну висину. Међутим, на тај начин би смо јасно обележили и перманентне пробне површине које морају остати невидљиве за шумарске стручњаке који ће газдовати овим шумама.

Предлог:

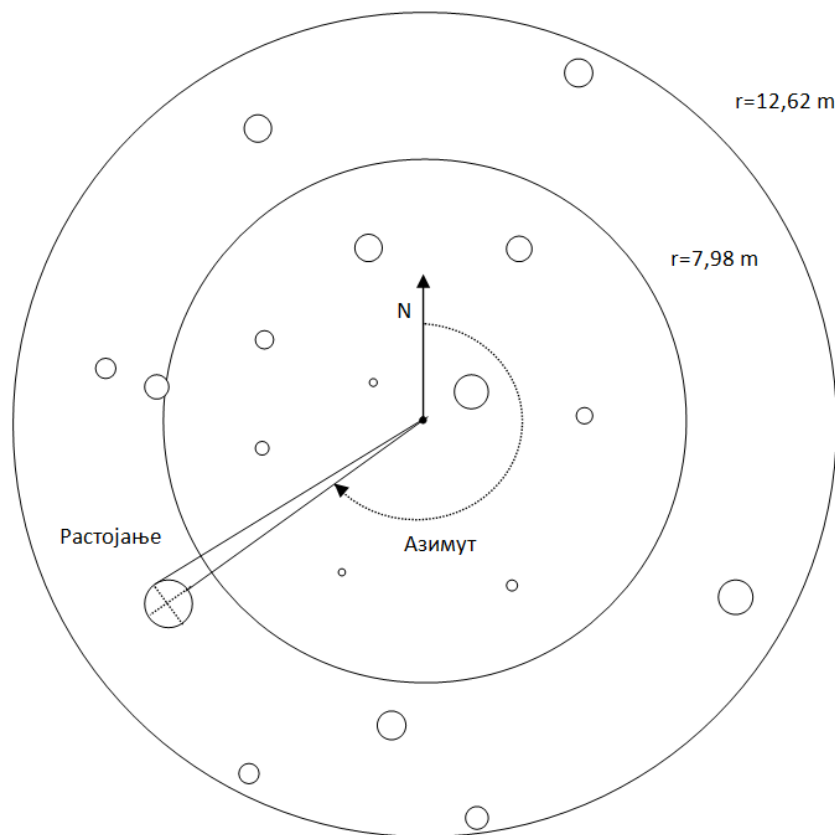
Висине стабала се мере на свим пробним површинама. На сталним (деталјним) пробним површинама мере се сва доминантна стабла (предоминантна, доминантна и кодонинантна стабла по Крафтовој класификацији) са пробне површине која нису значајније искошена, искривљена или преломљена. На обичним пробним површинама треба мерити по две висине доминантних стабала по врсти. С обзиром на економичност и прецизност мерење висина треба вршити искључиво са модерним електронским висиномерима.

Образложење:

Потребно је мерити само стабла која ће објективно проценити бонитет различитих врста дрвећа. У неким државама се не мере сва стабла на пробним површинама већ одређен број индивидуа по дебљинским категоријама и врстама дрвећа. Наше је мишљење да због релативно једноставне процене висина стабала са модерним електронских висиномера треба мерити сва доминантна стабла на детаљним пробним површинама која су морфолошки адекватна за правилну процену бонитета док је на обичним пробним површинама довољно премерити по неколико висина доминантних стабала за сваку врсту дрвећа. Мерење већег броја висина на детаљним пробним површинама оправдавамо што нам дугорочно поређењем са висинама из претходних мерења истих стабала могу послужити за конструкцију модела раста читавих једнодобних састојина или појединачних стабала у разнодобним шумама.

Предлог:

На детаљним сталним концентричним круговима свим стаблима која се налазе изнад прописане таксационе границе се утврђује положај стабла. То подразумева мерење азимута и растојања од центра круга до сваког стабла. Азимут се мери из центра круга са модерним бусолама (или модерним вишефункционалним инструментима) и процењује тачност на 0,1 степен, а хоризонтално растојање се мери електронским висиномером и заокружује на 0,1 метар. Бусола се усмерава ка замишљеној оси дебла и читава се азимут, а растојање на прсној висини тако да се мери од центра круга до места где проценимо да се налази оса стабла али са леве или десне стране стабла (слика 14). Код кривих стабала растојање треба мерити у висини пања. Такође, и правац за процену азимута треба процењивати у приданку стабла.



Слика 14. Мерење азимута и хоризонталног растојања на детаљним круговима

Образложење:

На овај начина на концентричним круговима ове величине уз примену прецизних бусола и електронских висиномера који мере коса и хоризонтална растојања може се поуздано утврдити положај стабала у простору. На пример, Сунто бусола (360°) са стативом се брзо ухоризонтали и могу се читавати вредности азимута од пола степена, али се може поуздана процена вршити и са тачношћу од 0,1-0,2 степена. Вертекс висиномери када су свакодневно калибрисани поуздано процењују хоризонтално растојање са тачношћу од 0,1 метар, и значајно убрзавају процес мерења у односу на коришћење пантљике. Такође, неки најсавраменији мултифункционални инструменти (Vertex Laser Geo, Laser Geo) имају могућност процене азимута са тачношћу од 0,1 степен па се могу користити и за утврђивање локације стабала без коришћења бусола. Постоје и модерне технике и системи (Postex Laser, Field-Map, и др.) које нам врши директно лоцирање стабала у x и y координантном систему. Ипак, при практичном раду при поновним премерима у перманентним инвентурама најлакше је пронаћи и контролисати стабла када знамо њихову позицију на основу азимута и растојања у односу на центар пробне површине.

Предлог:

Социјални статус стабала на детаљним перманентним концентричним круговина треба процењивати коришћењем Крафтове класификације (слика 15).



Слика 15: Илустрација социјално статусних класа по Крафту

Образложење:

Ова класификација се већ дуго примењује у шумарској пракси широм Европе. За будућу инвентуру шума је посебно важна да нам класификује стабла којима ћемо мерити висине у циљу што објективније процене бонитета.

Предлог:

Узгојно-техничке класе, техничке класе и пробну дознаку, на детаљним перманентним концентричним круговина треба процењивати по већ разрађеној методици која се примењује у Босни и Херцеговини.

Образложење:

Већ више од 50 година у уређајној инвентури са несталним пробним површинама која се примењује у Босни и Херцеговини на релативно једноставан начин се процењују узгојно-техничке класе, техничке класе и пробна дознака. Узгојно-техничка класификација поједностављено треба да нам да одговор која стабла на пробним површинама имају перспективу у будућности, тј. која стабла можемо третирати као стабла будућности, а која су стабла њихови конкуренти. Техничка класификација се у одређеној мери изводи из узгојно-техничке класификације и она треба да нам процени технички квалитет и потенцијалну сортиментну структуру појединачних стабала са пробних површина.

Узгојно-техничка класификација сва стабла сврстава у три класе а техничка класификација у четири класе. За наведене класификације за најважније врсте дрвећа су дефинисани критеријуми који су приказани табеларно. Пробном дознаком је потребно да утврдимо обим сеча са становишта принципа континуитета (трајности) продукције тј. поједностављено да утврдимо која стабла на пробној површини је у наредном периоду потребно посећи да би смо на тој површини обезбедили континуитет максималне продукције.

Предлог:

Други аспекти биодиверзитета који се неутврђују идентификацијом врста дрвећа и премером пречника и позиција стабала ће бити процењени на детаљним перманентним пробним површинама применом методике дефинисане у Приручнику за оцену природних вредности – Индикатори биодиверзитета и теренски водич (Пројект: Допринос одрживог газдовања шумама ниским емисијама и прилагодљивом развоју GCP/SRB/002/GEF).

Образложење:

У реализацији пројекта Допринос одрживог газдовања шумама ниским емисијама и прилагодљивом развоју GCP/SRB/002/GEF израђен је приручник у коме је развијен и посебан образац за Оцену природних вредности шумских састојина којим се дефинишу важни индикатори биодиверзитета. Са друге стране, и приликом стандардне детерминације врста дрвећа и премера прсник пречника на несталним пробним површинама у значајној мери ћемо моћи и да квантификујемо специјски и димензиони диверзитет, а на сталним и просторни диверзитет шумског дрвећа, који ћемо приказати кроз примену различитих индекса. Дугорочним поређењем вредности ових индекса из уређајног периода у уређајни период на објективан (нумерички дефинисан) начин ћемо моћи пратити различите аспекте промене диверзитета шумског дрвећа на нивоу узгојних група газдинских типова.

Предлог:

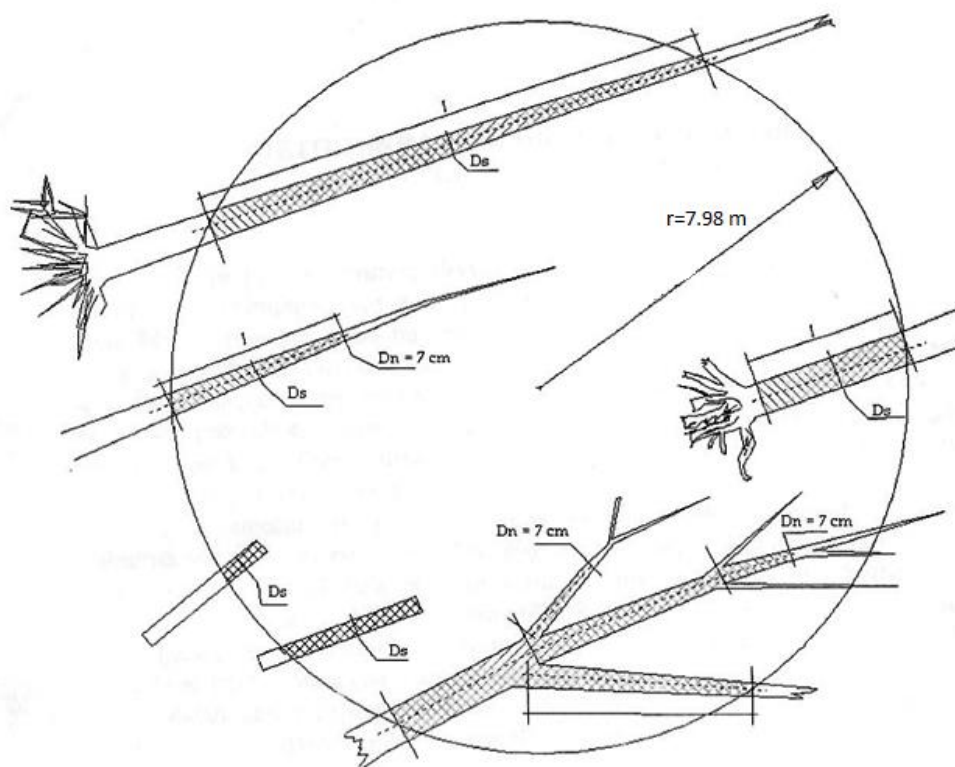
Процена мртвог дрвета утврђује се на детаљним перманентним пробним површинама али не на концентричним круговима већ на круговима у облику круга са константним пречником величине од 2 ара ($r=7,98\text{ m}$). Фактички, мртво дрво се мери на мањем концентричном кругу у предложеној будућој уређајној инвентури. Ова мерења се спроводе после премера живог инвентара.

На свим детаљним перманентним пробним површинама мери се мртво дрво које се у целости или делимично налази на пробној површини (слика 16). Мери се мртво дрво у свим фазама од здравог па до распаднутог да се дендрометријски може објективно премерити и проценити његова запремина.

У лежећем положају мртво дрво се мери у више облика: комплетна изваљена стабла, лежећа дебла, делови дебла или гране, стари изваљени пањеви, лежећи обрађени и

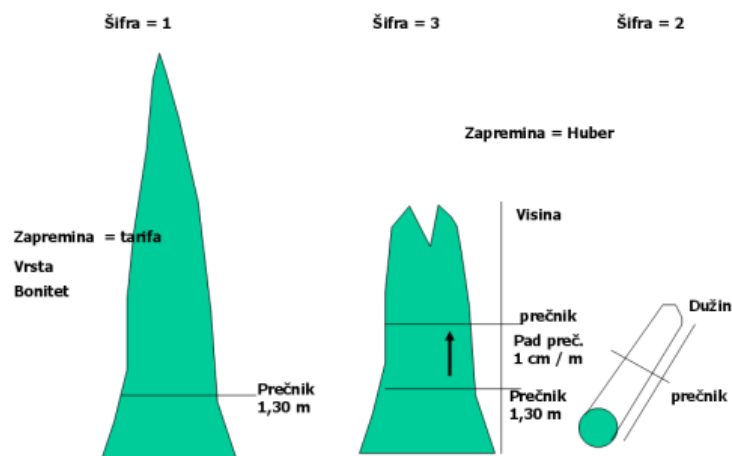
остављени сортименти, и сложаји просторног дрвета који неће бити експлатисани. Минималан пречник лежевине је 7 центиметара на тањем крају и дужина 0,5 метара (слика 16). Код лежевине пречник се мери на средини дужине. Дужина је мерена са тачношћу до једног дециметра а пречник до једног центиметра. Запремина свих мерених комада дрвета одређена је по једноставној Хуберовој формули. Сложај просторног дрвета мерен је тако да му је директно мерена дужина и висина. На нагнутом терену дужина сложаја мерена је хоризонтално а његова висина вертикално. Касније, запремина сложаја је исказана прво у просторним метрима а затим прерачуната (помоћу одговарајућих коефицијената) у запремину исказану у кубним метрима.

Не мере се стабла недавно извршених сеча или сеча које су у току, затим њихови пањеви, као и израђени сортименти за које је било сигурно да ће ускоро бити уклоњени из састојине.



Слика 16. Мерење лежећег мртвог дрвета

У дубећем положају мртво дрво се мери у више облика: комплетна сува стабла (сушике), преломљена сува стабла и стари пањеви. За комплетна и превршена сува стабла мери се прсни пречник и висина. Стари пањеви мере се тако да им је измерена висина и пречник на средини висине. Запремина сувих стабала за које је био познат прсни пречник и висина, односно тарифни низ пробне површине, одређена је на исти начин као и запремина живих стабала. За превшена стабла чији остатак се налази као лежевина поред стабла запремина се одређује као живим стаблима, али се строго води рачуна да се лежећи део онда не рачуна два пута. За старе пањеве и преломљена сува стабла без остатака стабла на пробној површини, запремина је одређена по једноставној Хуберовој формули. То подразумева да је потребно премерити пречник на средини и дужину или висину. Код преломљених сувих стабала којима са земље не можемо измерити пречник на средини висине, пречник процењујемо на основу прсног пречника и пада пречника (слика 17).



Слика 17. Мерење мртвог дрвета у дубећем положају

Извор: Weinreich, et al. (2012)

Образложење:

Постоји више методских приступа при процени мртвог дрвета при уређајним инвентурама шума. Некад је био циљ да се процени количина мртвог дрвета само са еколошке тачке гледишта тј. да се процени природност и биодиверзитет мерених шума и да се процени да ли те шуме обезбеђују станиште за различите друге живе организме који најчешће живе у мртвом дрвету или га користе као храну или склониште. Данас је важно мртво дрво проценити и у циљу процене укупне биомасе и екосистемског угљеника у шумама. Неки методски приступи за процену укупне биомасе и екосистемског угљеника у шумама подразумевају и да се мере пањеви и процењује мртво дрво које се налази у шумском земљишту (процена биомасе корена живих стабала и пањева). С обзиром, да су данас за већину најважнијих врста дрвећа развијене алометријске функције за процену надземне и подземне биомасе и угљеника и за које се као улази користе прсни пречник

стабла и евентуално и висине стабала, наше је мишљење да и премер мртвог дрвета у будућој уређајној инвентури треба прилагодити наведеним методикама. Овде је важно навести да овакав приступ не захтева значајно додатно време за премер у односу на раније методике.

Предлог:

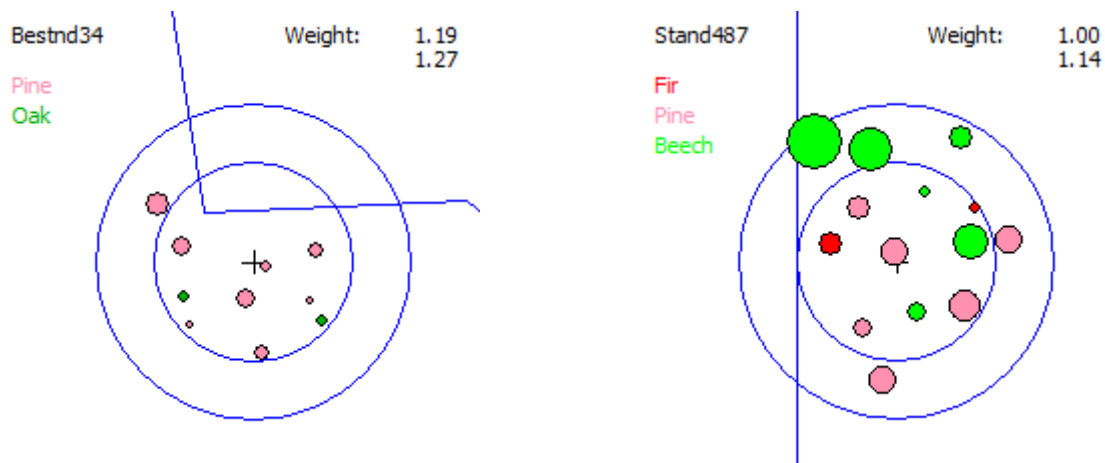
Кругови који се налазе на граници два одсека (састојине), два одељења, на рубу шуме додељују се одсеку у ком се налази центар пробне површине. У будућој уређајној инвентури у Србији предлажемо да се овакви кругови по правцу већ постојеће мреже кругова помере 15 метара у унутрашњост састојине којој круг иначе припада. Прво се са стварног центра уз помоћ азимута у правцу једне стране света који помера круг у унутрашњост конкретне састојине (одсека) утврди правац на терену. Затим се уз помоћ висиномера утврди хоризонтално растојање од 15 метара и на том месту поставља нови центар круга. Потребно је снимити нове координате центра круга и јасно назначити у теренском или електронском мануалу да је центар круга померен за 15 метара у правцу севера, југа, истока или запада.

Образложење:

Пробна површина може да „падне“ на самој граници између две састојине истог одељења или из два различита одељења. Такође често се дешава да центар пробне површине се налази на самом рубу шуме па део круга обухвата и део чистине ван шуме. На једном кругу не треба да буду присутна стабла из две састојине, већ је најобјективније да се мере само стабла из оне састојине где се и налази центар круга.

Постоји више начина да се овај проблем реши. Померање центра у унутрашњост састојине да би читав круг припадао конкретној састојини. Овај приступ може носити одређени степен субјективности приликом померања центра круга. Зато је важно да се при његовом померању нови центар утврди мерењем, никако проценом.

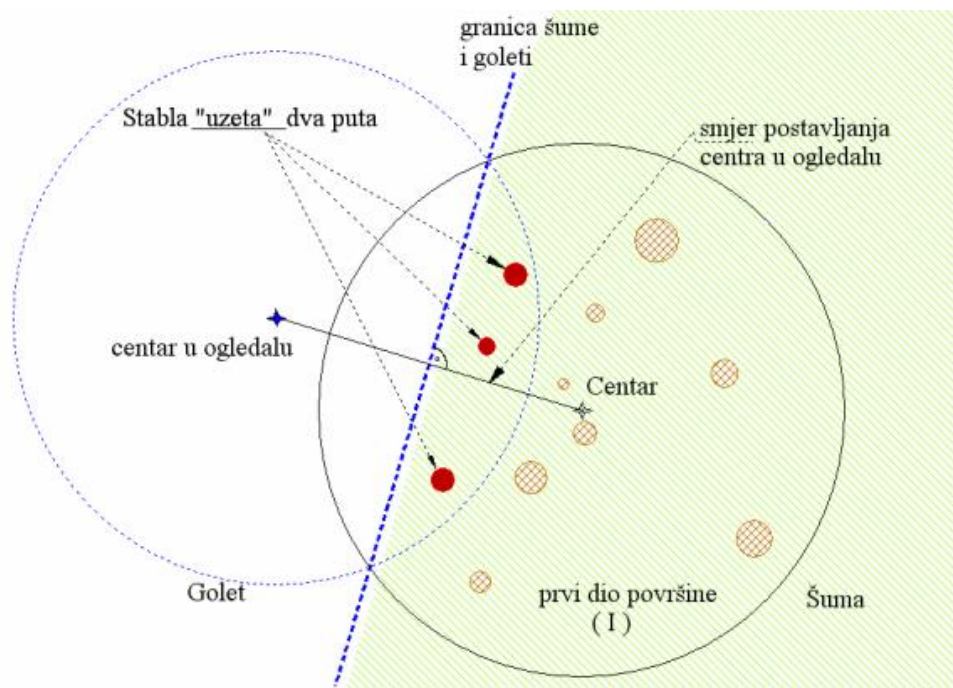
Други приступ је утврђивање стварне површине концентричних кругова који припадају датом одсеку снимајући азимуте и растојања од центра круга карактеристичних тачака границе или руба шуме. На основу утврђене стварне површине кругова сваки концентрични круг добија свој корекциони фактор (слика 18).



Слика 18. Корекција површина рубних и граничних пробних површина

Извор: STIPSI симулатор

Трећи је приступ тзв. метод огледала (слика 19) у ком се поставља центар помоћног круга управно на границу или руб шуме на истом растојању од границе или руба (фактички у огледалу). Затим се у правцу стварног круга утврђује која стабла припадају и помоћном кругу, и та стабла се рачунају два пута у инвентару стварног круга. Овај метод није практичан када су граница или руб шуме изломљене.



Слика 19. Метод огледала на граничним и рубним пробним површинама

Извор: Bozalo (2010)

Први приступ је традиционално највише коришћен при уређајним инвентурама у Србији али и у суседним земљама. Разликовала се само дистанца за коју су кругови померани у састојину. Метод је најједноставнији за практичну примену али се у циљу избегавања субјективности повратни азимут и растојање за које померамо центар круга у састојину морају прецизно одредити и центар се мора поставити строго на месту који је и мерењем утврђен.

Предлог:

На основу претходно наведених анализа, симулација и практичних искустава из других перманентних инвентура, комбинованих инвентура са сталним и несталним пробним површинама и уређајних инвентура са несталним пробним површинама где се прецизност основних таксационих елемента обезбеђивала на нивоу већих уређајних јединица (газдинска класа, газдински тип, газдински разред, и др.) сматрамо да је иницијално важно дати и основне препоруке за оптималну густину мреже пробних површина у будућој комбинованој перманентној инвентури шума у Србији.

Основна обавезујућа густина мреже перманентних (сталних и детаљних) пробних површина је 200*200 метара у свим шумама у којима се спроводи инвентура шума.

У високим разнодобним привредним, заштитним и шумама посебне намене са којима се редовно газдује предлаже се основна мрежа у којој се распоређују обичне (несталне) пробне површине 100*100 метара, а детаљне (перманентне) пробне површине 200*200 метара.

У узгојним групама газдинских типова у високим једнодобним привредним, заштитним и шумама посебне намене са којима се редовно газдује а које се налазе на малој површини предлаже се основна мрежа у којој се распоређују обичне (несталне) пробне површине 100*100 метара, а детаљне (перманентне) пробне површине 200*200 метара.

У узгојним групама газдинских типова у високим једнодобним привредним, заштитним и шумама посебне намене са којима се редовно газдује а које се јављају на великој површини газдинске јединице предлаже се основна мрежа у којој се распоређују обичне (несталне) пробне површине 200*100 метара, а детаљне (перманентне) пробне површине 200*200 метара.

У високим деградираним, високим заштитним и шумама посебне намене у којима се не газдује, и изданаичким шумама користе се само детаљне (перманентне) пробне површине 200*200 метара.

Младе једнодобне високе, вештачки подигнуте и изданаичке шуме чији пречници стабла су испод прописаних таксационих граница се не мере. Када стабла прерасту таксациону границу у следећој инвентури постављају се пробне површине 100*100 и 200*100 метара и детаљне (перманентне) пробне површине 200*200 метара за високе и

вештачки подигнуте шуме и само детаљне (перманентне) пробне површине 200*200 метара за изданацке шуме.

У шикарама, шибљацима и неприступачним шумама заштитног карактера примењује се метод процене.

Образложење:

Наша је процена да је гушћа мрежа пробних површина потребна само у високим шумама са којима се редовно газдује. Прецизна процена запремине и других таксационих елемената нам је најважнија у вредним шумама са којима редовно газдујемо. Високе шуме нарочито ако су разнодобне одликује и висок варијабилитет таксационих елемената па је за њихову процену потребна и густа мрежа пробних површина, по нашој процени 100*100 метара. И у високим једнодобним шумама, иако су оне најшешће хомогене али чије учешће по површини је мало сматрамо да је потребна густа мрежа пробних површина 100*100 метара. У високим једнодобним шумама које су заступљене на великим површинама газдинске јединице по нашој процени мрежа обичних кругова може бити ређа 200*100. Са друге стране изданацке шуме су најчешће структурно хомогене, па је за прецизну процену основних таксационих елемената довољна и ређа мрежа пробних површина. У високим шумама са којима се не газдује редовно економски је нерационално користити густу мрежу пробних површина. У шикарама, шибљацима и неприступачним шумама често је и технички неизводљиво проводити терестичку инвентуру а нема ни економског оправдања. Зато је најбоље користити метод процене.

Предлог:

За спровођење на терену уређајне инвентуре у Србији која је комбинација инвентуре са сталним (перманентним) и несталним пробним површинама потребно је користити адекватну опрему, уређаје и програмске пакете. Посебно је важно водити рачуна о исправности опреме и потребна је њихова редовна калибрација.

Потребна је следећа опрема и уређаји:

- Адекватна одећа и обућа (радно одело посебних карактеристика, тернске ципеле, гумене чизме, кабаница)
- Велики и чврст ранац за опрему и уређаје
- Секирица
- Метални кочићи
- Дрвени кочићи
- Теренски мануали
- Копије теренских мануала (у случају перманентног премера на сталним пробним површинама)

- Методика инвентуре (приручник), катре са мрежом пробних површина, списак координата пробних површина
- Оловке, гумице, креде, лењир
- PDA уређај или мобилни телефон са GPS сигналом и адекватним апликацијама
- Suunto бусола (360°) са стативом
- Vertex висиномер или Vertex LaserGeo
- Пречница
- Пантљика
- Детектор метала Magna-Trak 102
- Резервне батерије за различиту опрему
- Преслерово сврдло

Образложење:

При реализацији уређајне инвентуре, као што је више пута наглашавано, потребно је у исто време обезбедити да процена најважнијих таксационих елемената буде довољно прецизна али и инвентура мора бити економична. Прецизност процене смо нагласили да процењујемо на основу величине релативне стандардне грешке, која нам суштински показује грешку узорка.

Поред грешке узорка, при инвентури шума настају и грешке ван узорка (тзв. техничке грешке). Ове грешке најчешће су резултат грешака при мерењу које изазива људски фактор али и услед непоузданости опреме и уређаја који се користе при инвентури. Грубе грешке које настају услед деловања људског фактора морају бити сведене на најмању могућу меру кроз едукацију таксатора пре почетка извођења инвентуре. Да би се ове грешке у највећој мери избегле потребна је потпуна обученост таксатора али морају бити и са ергономске стране обезбеђени сви неопходни услови, колико је то могуће, да рад на пробним површинама буде безбедан и удобан. Морамо бити свесни да је инвентура захтеван посао и од таксатора се захтева и висока и физичка али посебно психичка припрема.

Таксатори морају имати адекватну одећу и обућу, имати обезбеђену подршку теренских возила и повећане мобилности да што мање енергије троше на ван таксационе активности. Такође, при инвентури је важно ограничити радно време и избећи велики замор јер тада и настају у највећој мери техничке грешке. Таксатори морају у потпуности поштовати методичку прикупљања података, и строго водити рачуна о избору и мерењу само оних стабала која припадају унапред дефинисаном узорку.

Посебно су проблематичне систематске грешке које настају као резултат неисправности или не извршене калибрације инструмената. Пре изласла на терен потребно је проверити исправност опреме и извршити калибрацију инструмената за које је то неопходно.

Закључак

Предложена уређајна инвентура шума која је комбинација сталних и несталних пробних површина (концентричних кругова) је у највећој мери заснована на искуствима већ дуге примене перманентне инвентуре у земљама и покрајинама средње Европе (Швајцарска, Баден Виртемберг, Доња Саксонија) али и примене у неким Балканским земљама (Словенија и Црна Гора). Такође, важни елементи овог предлога су преузети и из уређајне инвентуре са несталним пробним површинама која се користи у Босни и Херцеговини већ више од пола века. Из свих наведених инвентура преузета су или коригована нека методска решења која смо сматрали да се најефикасније могу спровести и у будућим инвентурама у Србији.

Са друге стране, сва методска решења која се традиционално користе у постојећој уређајној инвентури шума у Србији а која се могу применити у будућој инвентури су предложена и за наредне инвентуре.

При предлогу методике за будуће уређајне инвентуре у Србији трудили смо се да адекватном применом наведене методике обезбедимо поуздане процене основних таксационих елемената који су неопходни за планирање будућег газдовања шумама у Србији. Са друге стране, посебно је било важно предложити методiku која ће у исто време бити и економична и која се реално може у пуном обиму спровести у шумарској пракси, посебно водећи рачуна о економским и људским ресурсима како данас тако и у будућности у шумарству у Србији.

Ипак, права процена поузданости и економичности предложене комбиноване перманентне уређајне инвентуре у Србији ће се моћи тестирати после њене практичне примене на већем броју газдинских јединица које ће се разликовати по величини, варијабилитету основних таксационих елемената, станишним и састојинским карактеристикама. Након оваквог тестирања, нека предложена методска решења се по потреби могу и кориговати.

Literatura

- Albert, M. (1999): Analyse der eingriffsbedingten Strukturveraenderung und Durchforstungsmodellierung in Mischbestaenden. Diss., Fak. f. Forstw. u. Waldoekol. Goettingen, 178 S.
- Banković, S., Jović, D., Medarević, M., & Pantić, D. (2000). Regresioni modeli procenta zapreminskog prirasta u čistim i mešovitim sastojinama bukve i hrasta kitnjaka u Srbiji. Glasnik Šumarskog fakulteta, 83, 21-31.
- Banković, S., Medarević, M., Pantić, D. (2002) Regresioni modeli procenta zapreminskog prirasta u najzastupljenijim sastojinama četinarskih vrsta drveća u Srbiji. Glasnik Šumarskog fakulteta, br. 85, str. 25-35
- Biolley, H. E. (1920). L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle. Paris, Neuchatel, 90 p.
- Böckmann T., Saborowski J., Dahm S., Nagel J., Spellmann H. 1998. Die Weiterentwicklung der Betriebsinventur in Niedersachsen. Forst und Holz 53, 219–226
- Böckmann, T. (2016). Warum sind Betriebsinventuren für die forstliche Praxis wichtig. Forstarchiv, 87, 31-37.
- Bozalo, G. (2010): Uređivanje šuma – skripta predavanja, 2009/2010 godina. Šumarski fakultet Sarajevo
- Van Deusen, P.C. 1989. Multiple-occasion partial replacement sampling for growth components. Forest Science 35:388-400.
- Gadow, V.K., Hui Y.G., Albert M. (1998): Das Winkelmaß - ein Strukturparameter zur Beschreibung der Individualverteilung in Waldbeständen. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 115 (1): 1-10.
- Gurnaud, A. (1878). Cahier d'aménagement pour l'application de la méthode par contenance; Exposé sur la forêt des.
- Goltz, V.d. (1999): Own data analysis. Allgemeine Forstzeitschrift 16/ Unique
- Duncan, G.J. and Kalton, G. 1987. Issues of design and analysis of surveys across time. International Statistical Review 55:97-117.
- Erteld, T., Gerold, D., Mund, M., Schulze, E.-D., Weller, E., (2005). Vorrat, Zuwachs und Nutzung im plenterwaldartigen Buchenwald. AFZ - Allgemeine Forstzeitschrift Heft 13/2005. S. 702-706."
- Kershaw Jr., J.A., Ducey, M.J., Beers, T.W., Husch, B., 2016. Forest Mensuration, 5th ed. John 484 Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK.
- Kovač, M., Hočevar, M. (2010): Short description of forest inventories and the control sampling method around the World and in Slovenia. Control sampling method in Slovenia – history, characteristics and use. Studia Forestalia Slovenica / Professional and Scientific Works 136

- Köhl, M., Scott, C. T., & Zingg, A. (1995). Evaluation of permanent sample surveys for growth and yield studies: a Swiss example. *Forest Ecology and Management*, 71(3), 187-194.
- Koprivica, M. (2006). Reliability of results of beech high stand inventory by sample method. In *International Scientific Conference Sustainable Use of Forest Ecosystems-the Challenge of the 21st Century*, Donji Milanovac (Serbia), 8-10 Nov 2006. Institute of Forestry.
- Копривица, М., Матовић, Б., Маунага, З. (2011): Повећање прецизности процене запреминског прираста газдинске класе применом метода регресије у двофазном узорку. *Шумарство*, бр.3-4, LXIII, стр.53-64, Београд.
- Копривица, М., Матовић, Б. (2014): Компарација тачности метода за одређивање запреминског прираста високих разнодобних састојина букве. *Шумарство* 66 (1-2): 49-65.
- Koprivica, M. (2015): *Šumarska statistika*, Šumarski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka.
- Lin, H. T., Lam, T. Y., von Gadow, K., & Kershaw Jr, J. A. (2020). Effects of nested plot designs on assessing stand attributes, species diversity, and spatial forest structures. *Forest Ecology and Management*, 457, 117658.
- Lojo, A., Musić, J. (2016): Metodika izrade šumskogospodarske osnove, za šume i šumska zemljišta u državnoj svojini. Šumarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu.
- Martin, G.L. 1982. A Method for Estimating Ingrowth on Permanent Horizontal Sample Points. *Forest Science* 28:110-114.
- Matić, V. (1977): Metodika izrade šumskoprivredne osnove za šume u društvenoj svojini na području SRBiH. Šumarski fakultet i Institut za šumarstvo u Sarajevu, posebna izdanja br. 12.
- Матовић, Б. (2019): Старосна структура високих монодоминантних букових шума у Србији. *Шумарство* 71 (3-4): 105-116.
- Mirković, D., Banković, S. (1993): Dendrometrija. Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- Motz, K., Sterba, H., Pommerening, A. (2010): Sampling measures of tree diversity. *Forest Ecology and Management* 260: 1985-1996.
- Nyyssönen, A. 1967. Remeasured sample plots in forest inventory. *Meddelelser fra det Norske Skogforsöksvesen*. 84 (XXII):191-220.
- Päivinen, R. and Yli-Kojola, H. 1989. Permanent sample plots in large-area forest inventory. *Silva Fennica* 23:243-252.
- Pielou E.C. (1977): *Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons, New York, 384 pp.
- Pommerening, A. (2006): Evaluating structural nearest neighbour summary statistics by reversing forest structural analysis. *Forest Ecology and Management* 224: 266–277.

- Ripley, B. D. (1976): The second-order analysis of stationary point processes. *Journal of Applied Probability* 13: 255-266.
- Ripley, B. D. (1977): Modelling spatial patterns (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society: Series B* 39: 172-212.
- Stevanović, V., Jovanović, S., Lakušić, D., Niketić, M. (1995a): Diverzitet vaskularne flore Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. In: Stevanović, V., Vasić, V. (eds.): *Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja*. Biološki fakultet i Ecolibri, Beograd.
- Stoyan, D., Penttinen, A. (2000): Recent applications of point process methods in forestry statistics. *Statistical Science* 15: 61-78.
- Stott, C.B., 1947. Permanent growth and mortality plots in half the time. *J. For.*, 45: 669-673.
- Shannon, CE., Weaver, W. (1949): *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Schmid-Haas, P., 1963. Vergleich von Vullkluppierung und Stichprobenaufnahme. *Schweiz. Z. Forestwes.*, 114, 7: 412-425
- Schmid-Haas, P., 1983. Swiss Continuous Forest Inventory: Twenty years' experience. In: J.F. Bell and T. Atterbury (Editors), *Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trend*, Proc., 15- 19 August 1983, Corvallis, OR, SAF 83-14, pp. 133-140.
- Schmid-Haas, P., Werner, J., & Baumann, E. (1993). *Kontrollstichproben: Aufnahmeinstruktion* (3. überarbeitete Auflage). Ber. Eidgenöss. Forsch. anst. Wald Schnee Landsch, 186, 143.
- Fueldner, K. (1995): *Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz Mischwäldern*. Dissertation, Fakultät fuer Forstwissenschaften und Waldoekologie, Georg-August-Universität Goettingen. Cuvillier, Goettingen, 146 S.
- Hočevar, M. (2003): *Slovenska kontrolna vzorčna metoda – Slovenian Continuous Forest Inventory Method*, Ljubljana.
- Hočevar, M., & Hladnik, D. (2006). Development of forest monitoring methods for sustainable forest management in Slovenia. *NATURE-BASED FORESTRY IN CENTRAL EUROPE*, 133.
- Hui, G.Y., Albert, M., Gadow, V. K. (1998): Das Umgebungsmaß als Parameter zur Nachbildung von bestandesstrukturen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 117 (1): 258-266.
- Clark, P.J., Evans, F.C. (1954): Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35: 445-453.
- Corral Rivas, J.J. (2006): *Models of tree growth and spatial structure for multi-species, uneven-aged forests in Durango (Mexico)*. PhD thesis, University of Goettingen.
- Cunia, T. and Chevrou, R.B. 1969. Sampling with partial replacement on three or more occasions. *Forest Science* 15:204-224.
- Ware, K.D. and Cunia, T. 1962. Continuous forest inventory with partial replacement of samples. *Forest Science Monogr* 3. 40 p.

- Weinreich, A., Panev, M., Hahn, N. (2012): Fodemo II : Forest Management Planning Manual. Guideline for Inventory (Inventory Manual) Version: 11.0
- Weinreich, A., Harmel, M., Hahn, N., Simonovic, I. (2013): Support the Forestry Sector in relation to NATURA 2000 regulations. GJ 1515 'Planina Pivska' FMP report and N2000 management plan. Project YUG/812 „Support for Capacity Building in the Forestry Sector“, Podgorica, Crna Gora.
- *Приручнику за оцену природних вредности – Индикатори биодиверзитета и теренски водич (Пројект: Допринос одрживог газдовања шумама ниским емисијама и прилагодљивом развоју GCP/SRB/002/GEF)
- *Stichprobeninventur - Österreichische Bundesforste
- * STIPSI – Ein Stichprobensimulator für Bestandes – und Betriebsinventuren – www.fva-bw.de
- *Uputstva za gazdovanje šumama Srbije – nacrt. Uprava za šume.
- *Шумскопривредна основа за Доњедринско шумскопривредно подручје (2011-2020). ЈПШ" ШУМЕ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ" А.Д. СОКОЛАЦ Истраживачко развојни и пројектни центар Бања Лука.
- *Шумскопривредна основа за Средњеврбаско шумскопривредно подручје (2018-2027). ЈПШ" ШУМЕ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ" А.Д. СОКОЛАЦ Истраживачко развојни и пројектни центар Бања Лука.
- *Шумскопривредна основа за Власеничко шумскопривредно подручје (2021-2030). ЈПШ" ШУМЕ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ" А.Д. СОКОЛАЦ Истраживачко развојни и пројектни центар Бања Лука.

ФИНАНСИЈСКИ ИЗВЕШТАЈ

о реализацији развојно-истраживачког пројекта

Пројекат: ИЗРАДА СТРУЧНИХ ОСНОВА ЗА ПРИПРЕМУ УПУТСТАВА ЗА ПРЕМЕР ШУМА У ПОСТУПКУ ИЗРАДЕ ОСНОВА ГАЗДОВАЊА ШУМАМА

Давалац средстава: Управа за шуме, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије

Корисник средстава: Института за низијско шумарство и животну средину Универзитета у Новом Саду

Уговорени годишњи буџет пројекта за 2023. годину

	Процентуално учешће у односу на укупну вредност пројекта	Износ у РСД
Накнада за рад истраживача	87,0	793.890,00
Материјални трошкови (трошкови путовања, ситна опрема, потрошни материјал)	3,9	35.201,64
Режија	9,1	82.908,36
Укупно одобрена средства за реализацију пројекта	100	912.000,00

Примљена средства од Управе за шуме за 2023. годину

	Уговорено за 2023. годину	Примљена средства од Управе за шуме
Накнада за рад истраживача	793.890,00	
Материјални трошкови	35.201,64	
Режија	82.908,36	
Укупно одобрена средства	912.000,00	

Потраживања од Управе за шуме за 2023. годину

	Уговорено за 2023. годину	Уплаћена средства	Потрошена средства	Непотрошена средства	Потраживања за 2023. годину
Накнада за рад истраживача	793.890,00		793.890,00		793.890,00
Материјални трошкови	35.201,64		7.739,56	27.462,08	7.739,56
Режија	82.908,36		81.221,43	1.686,93	81.221,43
Укупно одобрена средства	912.000,00		882.850,99	29.149,01	882.850,99

Исплаћена накнада за рад истраживача до 01.12. 2023. године:

Истраживачки тим	Плата: јун	Плата: јул	Плата: август	Плата: септембар	Плата: октобар	Плата: новембар	Укупно
Проф. др Братислав Матовић	49.421,13	49.421,13	49.421,13	49.421,13	49.421,13	120.461,55	367.567,20
Др Axel Weinreich, Unique land use GmbH, Немачка						245.044,8	245.044,80
Др Дејан Б. Стојановић	20.420,40	20.420,40	20.420,40	20.420,40	20.420,40		102.102,00
Мр Зоран Новчић	9.216,97	9.216,97	9.216,97	9.216,97	9.216,97	33.091,15	79.176,00
Укупно	79.058,5	79.058,5	79.058,5	79.058,5	79.058,5	398.597,5	793.890,00
Датум исплате	05.07.2023	04.08.2023	01.09.2023	05.10.2023	03.11.2023	01.12.2023	

Спецификација трошкова:

Материјални трошкови:

Путни налози						
Путовао	Путни налог	Дневница	Пуг	Остало	Укупно	Исплаћено
Братислав Матовић	2/365		1.999,36	200,00	2.199,36	21.07.2023
Братислав Матовић	2/665	2.500,00	2.500,20	540,00	5.540,20	15.11.2023
Укупно		2.500,00	4.499,56	740,00	7.739,56	

Режијски трошкови:

Добављач	Рачун бр.	Трошак	Датум плаћања
ЕПС	КР100004513437	24.087,12	28.07.2023
ЕПС	КР100004670564	10.771,78	28.08.2023
ЕПС	КОМ 352236618	24.448,36	28.09.2023
ЕПС	КОМ 35444904	12.768,94	30.10.2023
ЕПС	100004902853	9.145,23	27.10.2023
Укупно		81.221,43	

Руководилац пројекта

Проф. др Братислав Матовић, научни саветник